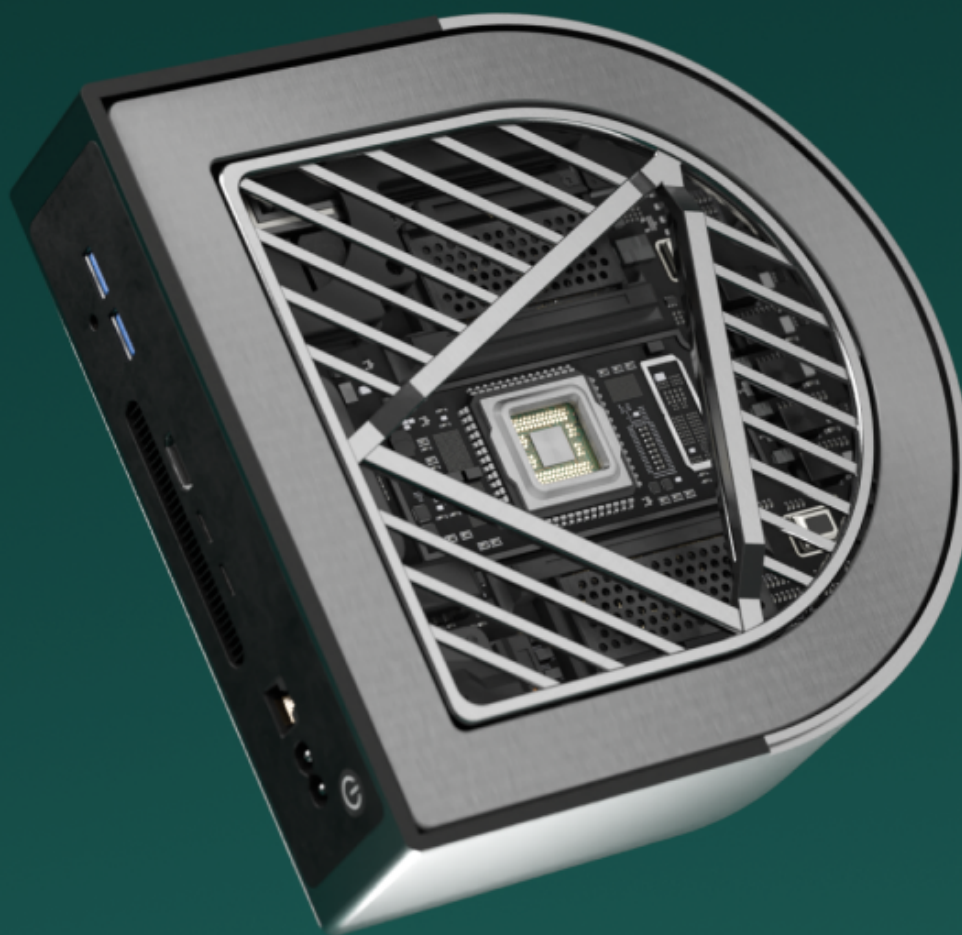




Комплексная среда сквозного проектирования
электронных устройств

Руководство пользователя
Редактор печатных плат

Июнь, 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

Редактор печатных плат

1	Общие сведения о печатных платах	11
1.1	Принципы проектирования плат в Delta Design	11
1.2	Возможности по созданию печатных плат	11
1.3	Работа редактора плат	12
1.4	Общие рекомендации по проектированию	12
2	Настройки редактора платы	13
2.1	Общие	15
2.2	Графика	15
2.3	Курсоры	17
2.4	Трассировка	18
2.5	Металлизация	19
2.6	Расширенные	20
3	Слои печатной платы	21
3.1	Конфигуратор набора слоев и переходных отверстий	21
3.2	Формирование структуры слоев платы	23
3.2.1	Типы проводящих слоев	30
3.2.2	Добавление и изменение материала слоя	31
3.3	Дополнительные документирующие слои	35
3.4	Определение переходных отверстий	38
3.5	Калькулятор импеданса	39
3.5.1	Расчет параметров одиночной линии передачи	41
3.5.2	Расчет параметров дифференциальной пары	46
3.5.3	Подбор материала и изменение структуры платы	49
3.5.4	Применение рассчитанных параметров в правилах	51
3.5.5	Применение рассчитанных параметров при трассировке	53
3.5.6	Настройки калькулятора	55
4	Редактор плат. Базовые возможности	56

4.1	Общие сведения о работе с платой	56
4.2	Создание вариантов платы	58
4.2.1	Копия варианта платы	58
4.2.2	Новый вариант платы	60
4.3	Перемещение начала координат	62
4.4	Слои редактора печатных плат	63
4.4.1	Общие сведения о слоях редактора плат	63
4.4.2	Настройка отображения слоев	63
4.4.3	Переключение слоев	65
4.5	Импорт DXF	66
4.6	Объекты на плате	73
4.7	Поиск похожих объектов на текущей плате	77
4.8	Фиксация объектов	79
4.9	Измерение расстояния (линейка)	80
4.10	Удаление трассировки	84
4.11	Отображение треков тонкими линиями	85
4.12	Перенос объектов на другую сторону	86
5	Граница платы	86
5.1	Создание границы платы	86
5.1.1	С помощью инструментов задания границы	86
5.1.2	С помощью графических инструментов	90
5.1.3	Импорт границ платы	98
6	Объекты печатной платы	100
6.1	Размещение объектов на плате	100
6.2	Рекомендации по размещению объектов	101
7	Компоненты на плате	101
7.1	Общие сведения о размещении компонентов	101
7.2	Начальное размещение компонентов	104
7.2.1	Одиночное размещение	104

7.2.2	Групповое размещение	105
7.2.3	Поворот и перенос на другую сторону платы	112
7.3	Автоматическое размещение компонентов в режиме «ТopoR»	113
7.4	Выбор посадочного места	118
7.5	Редактирование размещенного посадочного места	119
7.5.1	Перемещение посадочного места	119
7.5.2	Поворот посадочного места и перенос на другую сторону платы	121
7.5.3	Изменение обозначений	121
7.5.4	Изменение посадочного места	123
8	Регионы	127
8.1	Общие сведения о регионах на плате	128
8.2	Размещение регионов	128
8.2.1	Создание вырезов в регионах	132
8.3	Запреты размещения объектов	132
8.3.1	Запрет размещения монтажных отверстий и компонентов	132
8.3.2	Запрет размещения треков, ПО и областей металлизации	134
8.4	Регионы изменения правил	139
9	Вспомогательные объекты	140
9.1	Общие сведения о вспомогательных объектах	140
9.2	Размещение переходных отверстий	140
9.2.1	Размещение ПО при трассировке	140
9.2.2	Размещение ПО на контактных площадках	144
9.3	Размещение монтажных отверстий	147
9.4	Размещение реперных точек	149
10	Графические объекты	151
10.1	Общие сведения о графических объектах	151
10.2	Размещение текста на металлизированных слоях	151
10.3	Размещение графических объектов	151
10.4	Разгруппировка графического объекта	152

11	Трассировка платы в режиме «RightPCB»	153
11.1	Электрические цепи, треки и линии соединения	153
11.2	Отображение надписей на контактных площадках	155
11.3	Общие сведения о параметрах трека	156
11.4	Параметры трека	158
11.5	Размещение треков	159
11.5.1	Базовый механизм размещения	159
11.5.2	Формирование траектории трека	163
11.5.3	Завершение трека вне проводящего рисунка	169
11.5.4	Отмена размещения	169
11.5.5	Переход на другой слой	170
11.6	Режимы работы инструмента «Разместить трек»	179
11.6.1	Общие сведения о режимах работы инструмента	179
11.6.2	Подключение трека к контактным площадкам	179
11.6.3	Проведение трека по плате	182
11.7	Редактирование трека	195
11.7.1	Общие сведения о редактировании трека	195
11.7.2	Выбор отдельных сегментов и целого трека	196
11.7.3	Удаление сегментов и трека	197
11.7.4	Завершение трека с удаленными сегментами	199
11.7.5	Изменение геометрии сегмента	199
11.7.6	Редактирование подключения к контактным площадкам	203
11.7.7	Натяжение трека	204
11.7.8	Спрявление трека	206
11.7.9	Перемещение межслойного перехода	208
11.7.10	Создание и редактирование меандра	209
11.7.11	Скругление трека	215
11.8	Фанавы	227
11.8.1	Общие сведения о фанавы	227
11.8.2	Построение фанавы	228

11.8.3	Настройки построения фанаутов	230
11.9	Переназначение функционально-эквивалентных контактов	239
11.9.1	Назначение эквивалентности выводам компонента	239
11.10	Размещение дифференциальных пар	243
11.10.1	Общие сведения о диффпарах	243
11.10.2	Трассировка диффпары как единого целого	247
11.10.3	Переход диффпары на другой слой	257
11.10.4	Использование "расстегнутой" диффпары	258
11.10.5	Продолжение незавершенной диффпары	260
11.10.6	Редактирование диффпары	261
11.10.7	Скругление диффпары	261
11.10.8	Натяжение диффпары	261
11.10.9	Выравнивание фаз треков диффпары	262
11.11	Выравнивание длин проводников	264
11.11.1	Создание сигнальной цепи на печатной плате	265
11.11.2	Создание сигнала на печатной плате	268
11.11.3	Создание группы выравнивания	271
11.11.4	Правила для сигналов и групп выравнивания	273
11.11.5	Трассировка сигналов группы выравнивания	277
11.11.6	Примеры индикаторов	279
11.11.7	Выравнивание длин треков/сигналов	284
12	Трассировка платы в режиме «ТороR»	295
12.1	Запуск режима «ТороR»	295
12.2	Главное меню режима «ТороR»	296
12.3	Управление автотрассировкой	297
12.4	Преобразование проводников в области металлизации	302
12.5	Настройки режима «ТороR»	304
12.6	Панель инструментов «ТороR»	305
13	Копирование объектов	309

13.1	Общие сведения о копировании объектов	309
13.2	Копирование треков и дифференциальных пар	312
13.3	Копирование посадочных мест компонентов	318
13.4	Совместное копирование треков и компонентов	320
13.5	Копирование прочих объектов	320
13.6	Копирование регионов	321
13.7	Копирование областей металлизации	321
13.8	Копирование графической информации	321
14	Металлизированные области платы	321
14.1	Общие сведения об областях металлизации	321
14.2	Создание границ области металлизации	322
14.2.1	Базовый механизм размещения областей металлизации	322
14.2.2	Особенности размещения областей металлизации	325
14.3	Свойства области металлизации	327
14.4	Заполнение области металлизации	329
14.4.1	Сплошное заполнение области металлизации	331
14.4.2	Преобразования трека в область металлизации	333
14.5	Настройка параметров областей металлизации	333
14.5.1	Общие сведения о параметрах областей металлизации	333
14.5.2	Работа со стилями областей металлизации	335
14.5.3	Определение параметров области металлизации	336
14.6	Редактирование области металлизации	345
14.6.1	Общие сведения о редактировании областей металлизации	345
14.6.2	Островки металлизации	346
14.6.3	Изменение геометрии заполненной области металлизации	348
14.6.4	Изменение геометрии заполненного островка металлизации	349
14.7	Металлизация опорных слоев	353
15	Синхронизация схемы и платы	354
15.1	Общие сведения о синхронизации	354

15.2	Синхронизация компонентов	355
15.3	Синхронизация цепей	355
16	Навигация по компонентам и цепям платы	355
16.1	Общие сведения о навигации на плате	355
16.2	Навигация по списку цепей	355
16.2.1	Панель «Менеджер проекта»	355
16.2.2	Навигация по компонентам	359
16.2.3	Навигация по цепям	365
16.2.4	Навигация по объектам платы	370
16.3	Поиск компонентов в проекте	373
17	Проверка правил проектирования	376
17.1	Общие сведения о проверке правил	376
17.2	Виды и настройки проверок правил	377
17.2.1	Виды проверок	377
17.2.2	Настройки проверок	378
17.2.3	Отложенная проверка	380
18	3D модель платы	404
18.1	Общие сведения о 3D модели	404
18.2	3D модель платы	405
18.3	Отображение шелкографии	408
19	Изменение маски и пасты	409
19.1	Общие сведения о замене маски и пасты	409
19.2	Механизм изменения маски и пасты	409
20	Приложение А. Слои печатной платы	412
20.1	А.1 Список групп слоев	412
20.2	А.2 Описание слоев	413
20.3	А.3 Полный список групп слоев	414
21	Приложение Б. Правила проектирования	415
21.1	Б.1 Правила в проекте	415

21.2	Б.2 Типы правил проектирования	415
21.2.1	Б.2.1 Правила зазоров	416
21.2.2	Б.2.2 Правила ширин	416
21.2.3	Б.2.3 Правила параметров дифференциальных пар	417
21.2.4	Б.2.4 Правила запретов	419
21.2.5	Б.2.5 Правила ограничений на ПО и Т-соединения для цепей	419
21.2.6	Б.2.6 Правила ограничений на длины/задержки сигналов	420
21.2.7	Б.2.7 Правила для регионов посадочных мест	421

1 Общие сведения о печатных платах

1.1 Принципы проектирования плат в Delta Design

Система Delta Design обеспечивает автоматизированное проектирование однослойных, двухслойных и многослойных печатных плат с двусторонней установкой электронных компонентов с планарными и штыревыми выводами.

Печатная плата и электрическая схема в системе полностью взаимосвязаны – они являются равноправными частями единого проекта разрабатываемого изделия.

При создании электрической схемы определяется список используемых в проекте радиодеталей, а также формируется список цепей.

Радиодеталь однозначно характеризуется посадочным местом, которое должно использоваться для ее установки на плату.

Список цепей (нетлист) задает группы эквипотенциальных контактов, которые должны быть соединены на плате проводниками.

Изменение списка цепей печатной платы без соответствующего изменения электрической схемы устройства запрещено.

1.2 Возможности по созданию печатных плат

Структура слоев печатной платы изначально формируется при создании проекта на основе заданного шаблона слоев. Впоследствии состав слоев может быть изменен на любом этапе проектирования платы.

Для каждого слоя платы может быть задан соответствующий материал (проводник/диэлектрик), для которого заданы необходимые проектировщику параметры. Данный механизм позволяет оценить основные электрофизические параметры изделия.

Границы печатной платы и границы областей, в которых запрещено размещение компонентов и/или соединений, могут задаваться как до расстановки компонентов, так и после. Таким образом, проектировщик может работать с платой, размеры которой уже строго определены в технических требованиях разрабатываемого изделия, или подобрать оптимальную геометрию платы после компоновки компонентов на «открытом» пространстве. Доступен импорт и экспорт геометрии (границ) платы.

Основная часть работ по проектированию платы выполняется в редакторе печатных плат RightPCB™. Редактор позволяет в интерактивном режиме размещать компоненты, формировать и проверять корректность проводящего рисунка печатной платы на соответствие установленным правилам проектирования, учитывая регионы изменения правил.

1.3 Работа редактора плат

В процессе проектирования платы используются различные типы объектов. Это как реальные физические объекты, размещаемые на проектируемой плате, так и дополнительные объекты, которые в явном виде отсутствуют на плате (например, графическая информация, предназначенная для чертежа платы), но используются для проектирования.

Реальные физические объекты могут быть разделены на две группы:

- Механические объекты – объекты, не используемые для передачи электрических сигналов, например, элементы шелкографии.
- Электрические объекты – объекты, используемые для передачи электрических сигналов, например, печатные проводники.

К дополнительным объектам относятся различные информационные, документирующие и служебные объекты, используемые в процессе проектирования. Они никогда не попадают на изготавливаемую печатную плату. К таким объектам относятся регионы изменения правил проектирования и запретов, графика на сборочных слоях, названия цепей и т.п.

По виду взаимодействия с редактором печатных плат элементы проводящего рисунка печатной платы можно разделить на следующие группы:

- Контактные площадки посадочных мест компонентов;
- Печатные проводники;
- Области металлизации;
- Прочие объекты.

В Delta Design принята следующая терминология: печатный проводник обозначается как трек, а процесс формирования печатных проводящих трасс обозначается как трассировка.

1.4 Общие рекомендации по проектированию

Возможности Delta Design позволяют проектировщикам выбирать различные маршруты проектирования печатных плат. При этом в каждый маршрут проектирования рекомендуется включить следующие проектные шаги:

- Разработка структуры слоев печатной платы и формирование допустимых межслойных переходов, выбор материалов для слоев платы.
- Создание или импорт границы платы.
- При необходимости формирование опорных слоев в структуре платы, назначение классов документирующих и внутренних слоев.

- Проверка и настройка правил проектирования элементов проводящего рисунка.
- Размещение компонентов на плате.
- Формирование проводящего рисунка платы (в соответствии с заданной электрической схемой и правилами проектирования).
- При необходимости формирование областей металлизации.
- Проверка полученного проводящего рисунка на соответствие электрической схеме и правилам проектирования.
- Формирование отображаемой информации на слоях шелкографии.
- Настройка отображения графических данных на сборочных и документирующих слоях.
- При необходимости настройка параметров пасты и маски.

2 Настройки редактора платы

Переход к настройкам редактора печатной платы доступен из главного меню программы «Файл» → «Настройки», см. [Рис. 1](#).

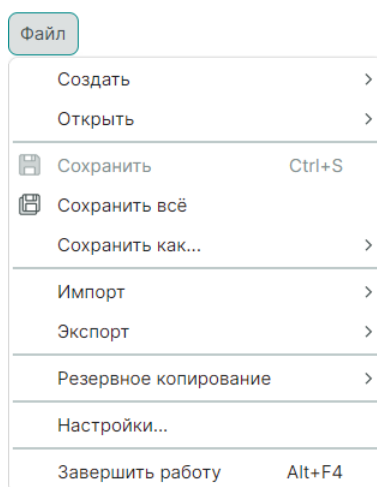


Рис. 1 Переход к настройкам из главного меню

Также переход к настройкам редактора платы осуществляется из контекстного меню рабочей области редактора, см. [Рис. 2](#).

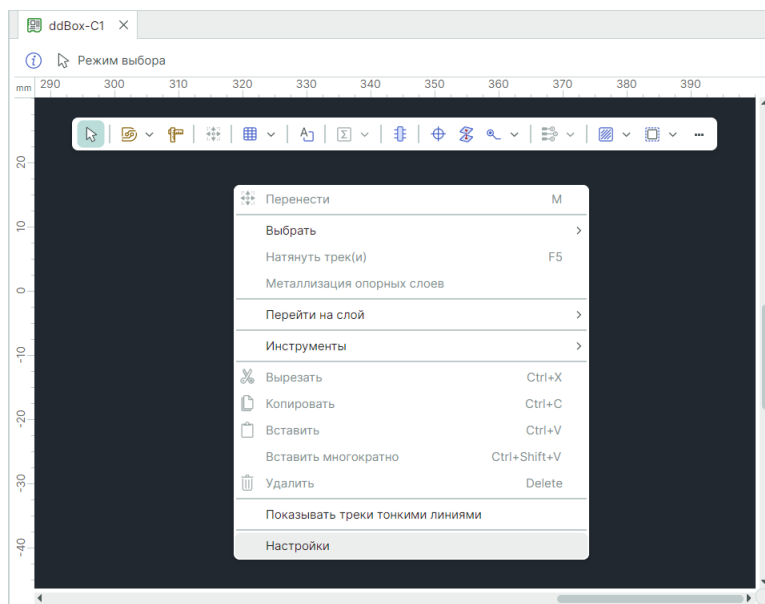


Рис. 2 Переход к настройкам редактора

Окно настроек редактора плат содержит шесть вкладок: «[Общие](#)», «[Графика](#)», «[Курсоры](#)», «[Трассировка](#)», «[Металлизация](#)» и «[Расширенные](#)», см. [Рис. 3](#).

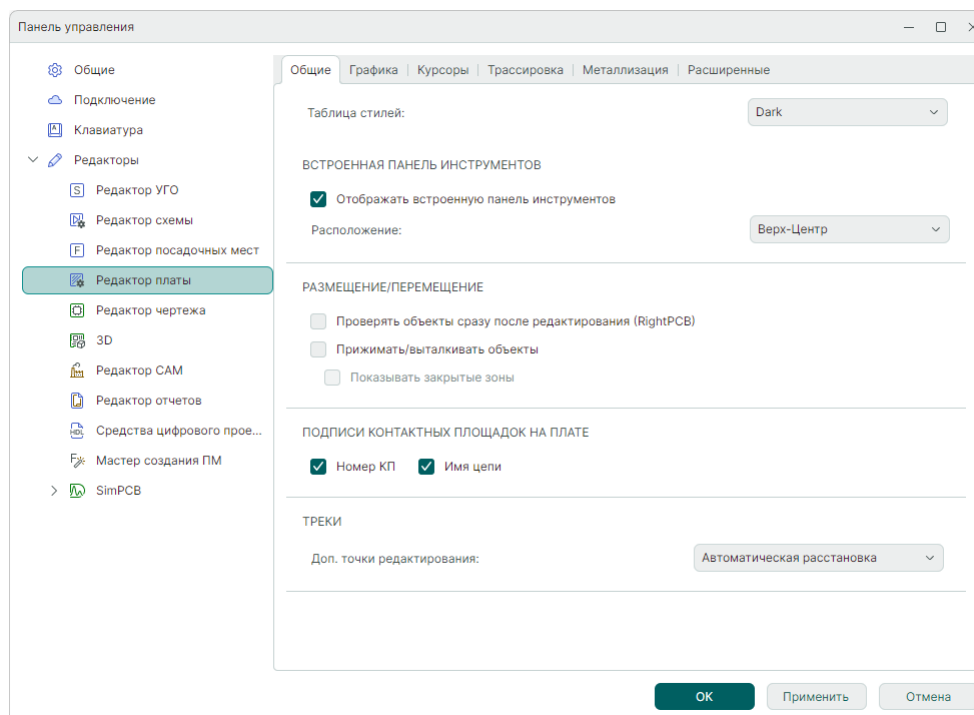


Рис. 3 Панель управления. Редактор платы



Примечание! Комбинация горячих клавиш для перехода между слоями печатной платы в режиме «RightPCB» и режиме «ТороR» отличается.

2.1 Общие

Внешний вид вкладки «Общие» представлен на рисунке [выше](#).

Доступные настройки на вкладке «Общие»:

- «Таблица стилей» – выбор таблицы стилей из выпадающего списка. Редактирование и создание таблиц стилей доступно в Стандартах системы;
- «Отображать встроенную панель инструментов» – включение отображения встроенной панели в окне графического редактора;
- «Расположение» – выбор расположения встроенной панели в окне графического редактора;
- «Проверять объекты сразу после редактирования (RightPCB)» – настройка активирует проверку правил проектирования, для которых выбран режим «Проверять при разводке» в панели «Правила»;
- «Прижимать/выталкивать объекты» – настройка включает проверку заданных правил по зазорам для компонента. При перемещении объекта система прижимает его к другому и задерживает на расстоянии, установленном в качестве зазора, при дальнейшем перемещении объект будет выталкиваться в разрешенную область.
- «Показывать закрытые зоны» – настройка включает визуальное отображение доступных и недоступных для размещения зон. Доступна при включении настройки «Прижимать/выталкивать объекты»;
- «Номер КП» – настройка включает отображение номеров КП на плате. Стилль данных меток можно настроить в Стандартах системы;
- «Имя цепи» – настройка включает отображение имен цепей на плате. Стилль данных меток можно настроить в Стандартах системы;
- «Дополнительные точки редактирования» – настройка определяет количество дополнительных точек редактирования, выбор осуществляется в выпадающем меню.

2.2 Графика

Внешний вид вкладки «Графика» представлен на рисунке, см. [Рис. 4](#).

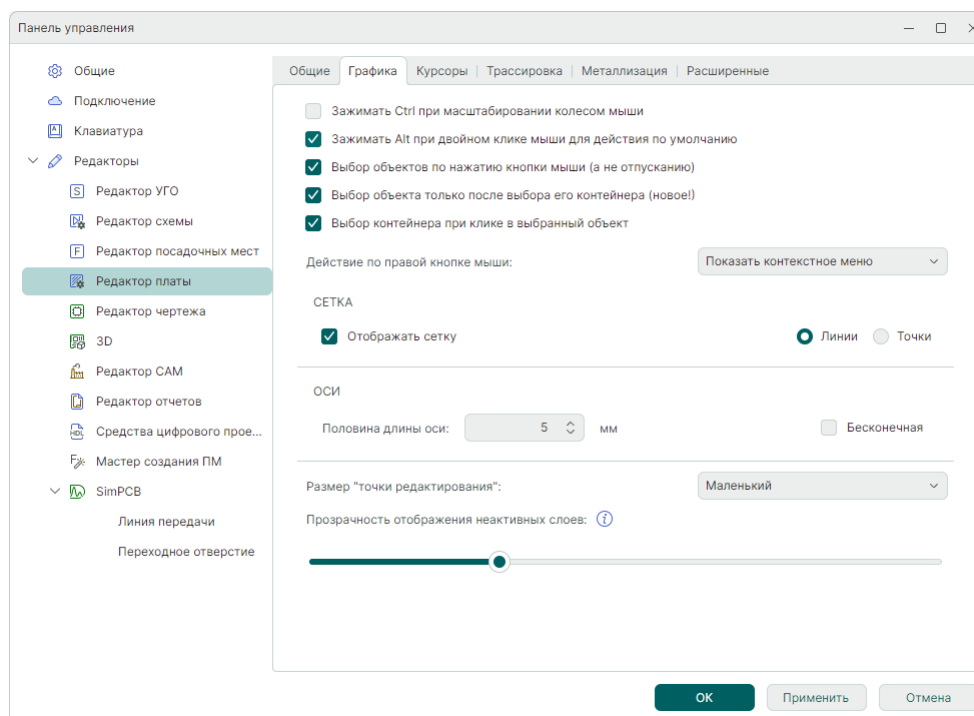


Рис. 4 Настройки редактора платы. Вкладка «Графика»

Доступные настройки на вкладке «Графика»:

- «Зажимать Ctrl при масштабировании колесом мыши» – масштабирование изображения в рабочей области графического редактора осуществляется с зажатой клавишей «Ctrl» при вращении колеса мыши.
- «Зажимать Alt при двойном клике мыши для действия по умолчанию» – вызов действия по умолчанию осуществляется двойным кликом мыши на объекте с зажатой клавишей «Alt».
- «Выбор объектов по нажатию кнопки мыши (а не отпусканию)» – выбор объекта, находящегося под курсором мыши в редакторе, происходит в момент нажатия левой клавиши мыши.
- «Выбор объекта только после выбора его контейнера» – клик левой кнопки мыши на объекте выделяет контейнер данного объекта, повторный клик мыши на объекте выделяет сам объект. Для выделения объекта, входящего в контейнер, зажмите клавишу «Shift» и нажмите левую кнопку мыши. Например, для выбора КП при первом клике мышью будет выбран весь компонент (контейнер), которому принадлежит КП, при повторном клике будет выбрана КП.
- «Выбор контейнера при клике в выбранный объект» – выбор контейнера объекта осуществляется по двойному клику на выбранном объекте.

- «Действие по правой кнопке мыши» – выбор действия, которое будет совершаться по нажатию правой кнопки мыши.
- «Отображать сетку» – включить отображение сетки в графическом редакторе.
- «Линии» – отображать линии сетки.
- «Точки» – отображать сетку точками пересечения линий.
- «Половина длины оси» – значение половины длины перекрестия, обозначающего начало координат.
- «Бесконечная» – бесконечное значение длины перекрестия начала координат.
- «Размер "точки редактирования"» – выбор размера для точек редактирования.
- «Прозрачность отображения неактивных слоев» – выбор уровня прозрачности для объектов на неактивных слоях.

2.3 Курсоры

Внешний вид вкладки «Курсоры» представлен на рисунке, см. [Рис. 5](#).

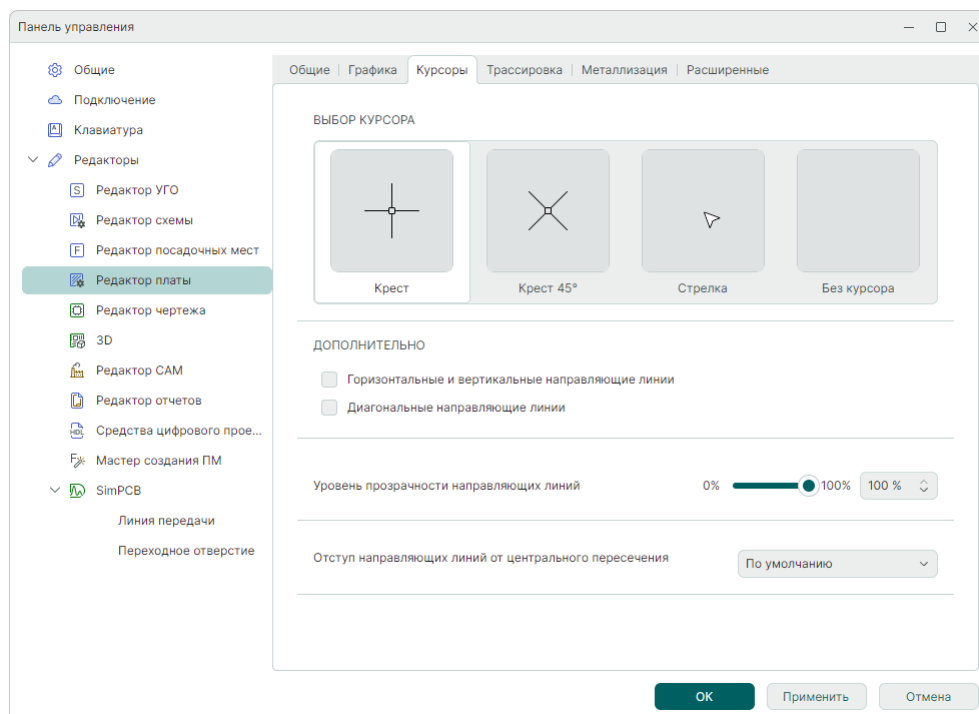


Рис. 5 Настройки редактора платы. Вкладка «Курсоры»

Доступные настройки на вкладке «Курсоры»:

- «Выбор курсора» – выбор отображения курсора. При выборе варианта «Без курсора» автоматически активируется включение горизонтальных и вертикальных направляющих;
- «Горизонтальные и вертикальные направляющие линии» – включение отображения горизонтальных и вертикальных направляющих в графическом редакторе;
- «Диагональные направляющие линии» – включение отображения диагональных направляющих в графическом редакторе;
- «Уровень прозрачности направляющих линий» – выбор уровня прозрачности для направляющих линий.
- «Отступ направляющих линий от центрального пересечения» – выбор величины отступа направляющих от центрального пересечения.

2.4 Трассировка

Внешний вид вкладки «Трассировка» представлен на рисунке, см. [Рис. 6](#).

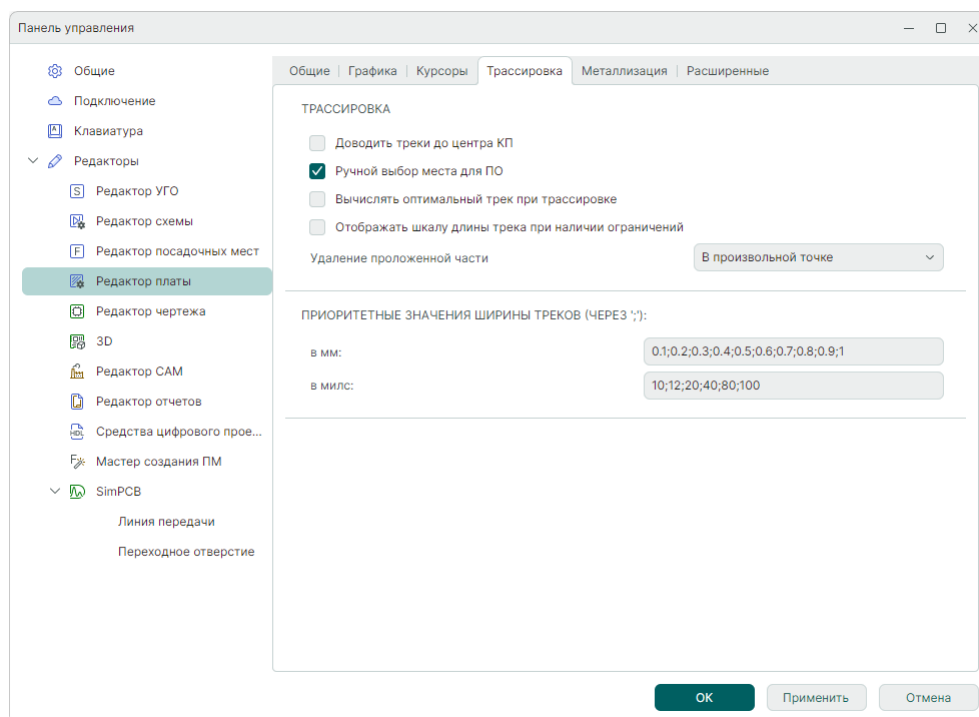


Рис. 7 Настройки редактора платы. Вкладка «Трассировка»

Доступные настройки на вкладке «Трассировка»:

- «Доводить треки до центра КП» – конец трека будет доводиться до центра контактной площадки.
- «Ручной выбор места для ПО» – размещение переходного отверстия в процессе трассировки осуществляется пользователем в ручном

режиме. Если флаг в чек-бокс не установлен, размещение ПО производится в текущие координаты положения курсора.

- «Вычислять оптимальный трек при трассировке» – отображение оптимального пути при размещении трека.
- «Отображать шкалу длины трека при наличии ограничений» – настройка включает отображение шкалы индикатора при изменении групп выравнивания.
- «Удаление проложенной части» – настройка используется инструментом размещения трека. При движении курсора мыши по зафиксированной части трека, будет удаляться проложенная часть трека.
- «Приоритетные значения ширины треков (через ';')» – с помощью данной настройки задаются шаги ширины трека. Диапазон ширины трека для использования в редакторе платы зависит от минимального и номинального значений ширины, заданной в редакторе правил.

Значения задаются:

- «в мм» – миллиметрах;
- «в милс» – милах.

2.5 Металлизация

Внешний вид вкладки «Металлизация» представлен на рисунке, см. [Рис.](#)

[8.](#)

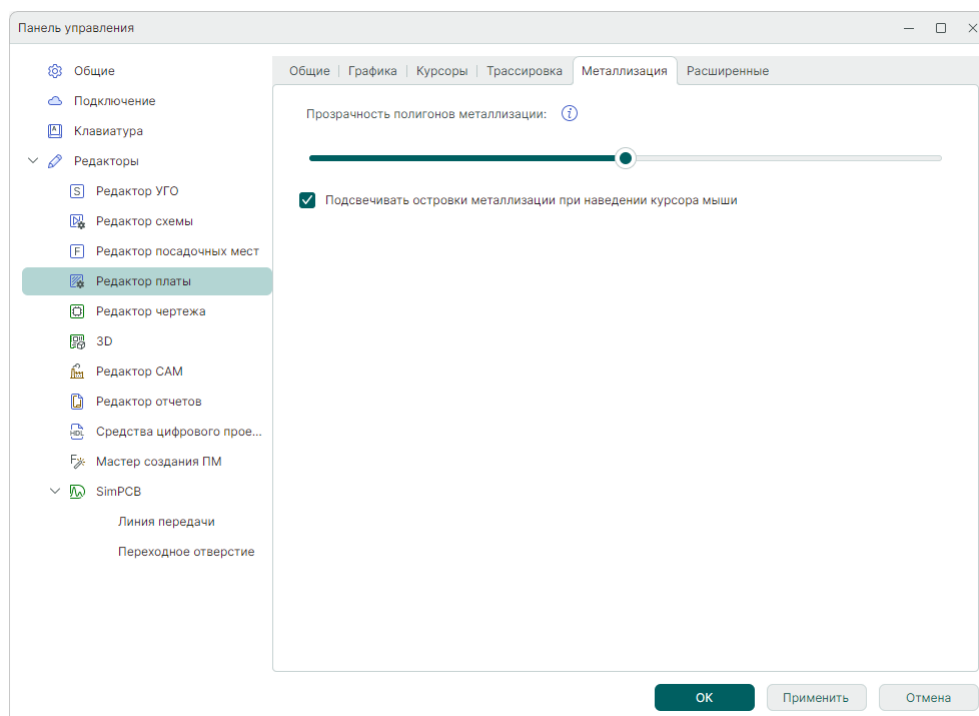


Рис. 9 Настройки редактора платы. Вкладка «Металлизация»

Доступные настройки на вкладке «Металлизация»:

- «Прозрачность полигонов металлизации» – выбор уровня прозрачности полигонов металлизации, где 0% – полная прозрачность, 100% – полная непрозрачность;
- «Подсвечивать островки металлизации при наведении курсора» – настройка активирует соответствующую функцию.

2.6 Расширенные

Внешний вид вкладки «Расширенные» представлен на рисунке, см. [Рис. 10](#).

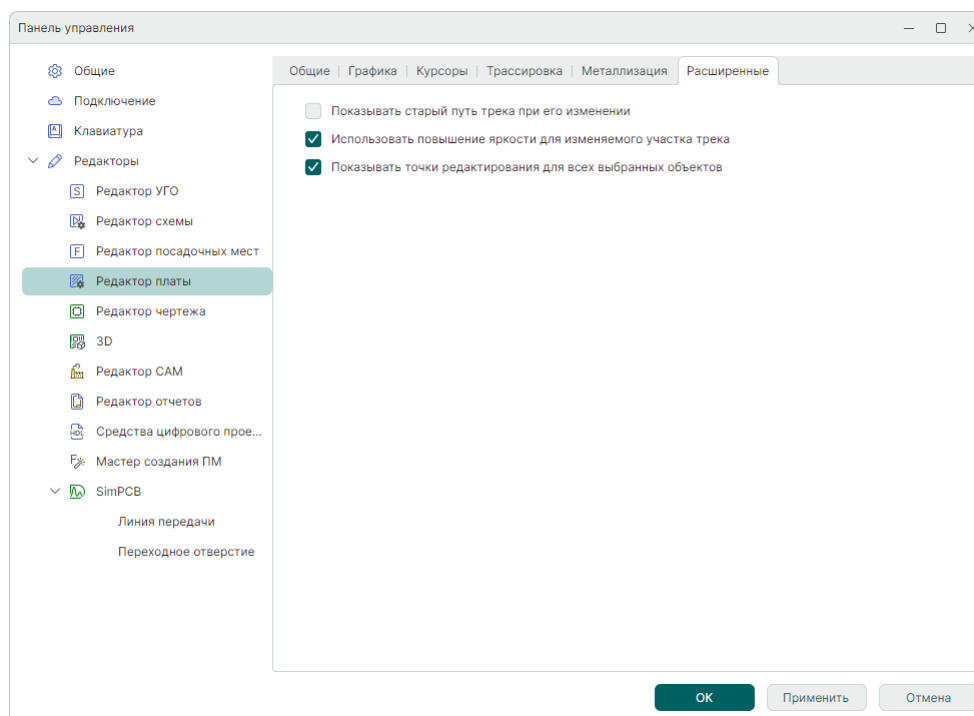


Рис. 11 Настройки редактора платы. Вкладка «Расширенные»

Доступные настройки на вкладке «Расширенные»:

- «Показывать старый путь трека при его изменении» – включает отображение исходного положения трека при его перемещении;
- «Использовать повышение яркости для изменяемого участка трека» – изменяемые участки трека отображаются более ярким цветом;
- «Показывать точки редактирования для всех выбранных объектов» – включает отображения точек редактирования для всех выбранных треков.

3 Слои печатной платы

3.1 Конфигуратор набора слоев и переходных отверстий

Работа со слоями печатной платы выполняется в окне «Конфигуратор набора слоев и переходных отверстий». Переход в данный редактор осуществляется из контекстного меню «Плата» в дереве проекта, см. [Рис. 12](#).

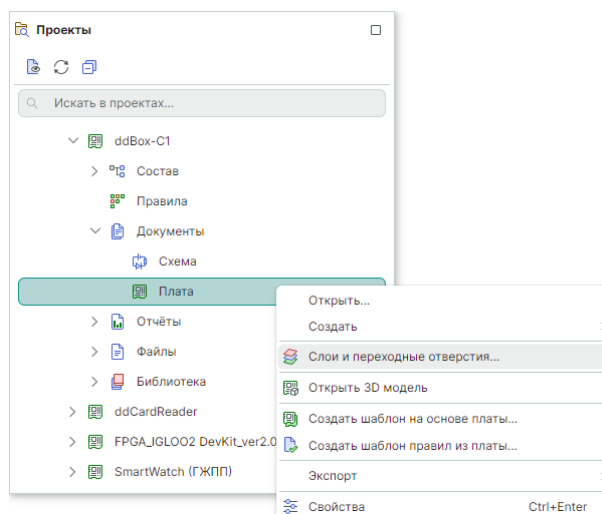


Рис. 12 Переход в редактор слоев

Вид окна «Конфигуратор набора слоев и переходных отверстий» представлен на [Рис. 13](#).

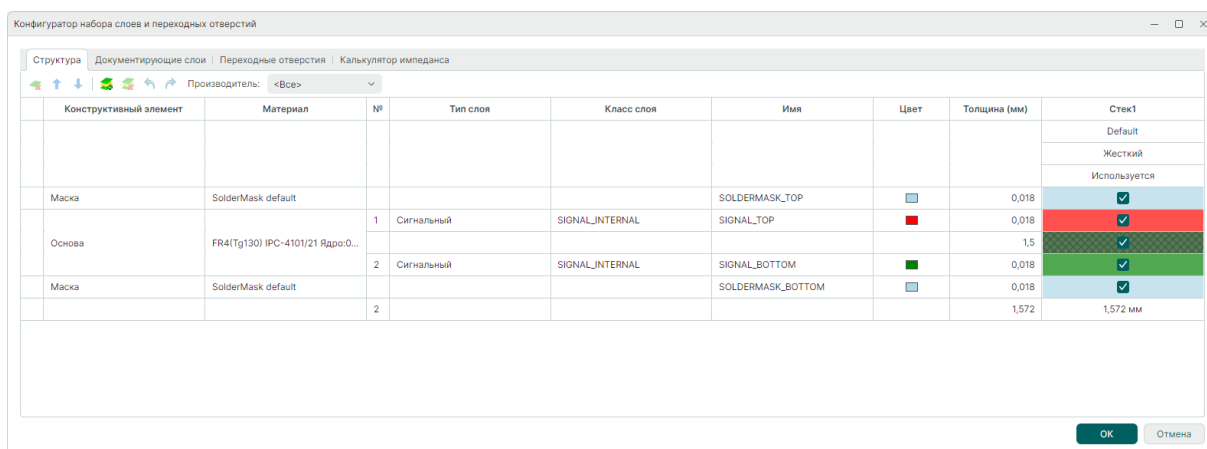


Рис. 13 Общий вид редактора слоев

В верхней части окна расположены вкладки:

- Структура;
- Документирующие слои;
- Переходные отверстия;
- Калькулятор импеданса.

Вкладка «Структура» предназначена для определения структуры слоев и конструктивных элементов платы. Подробное описание работы по определению слоев приведено в разделе «[Формирование структуры слоев платы](#)».

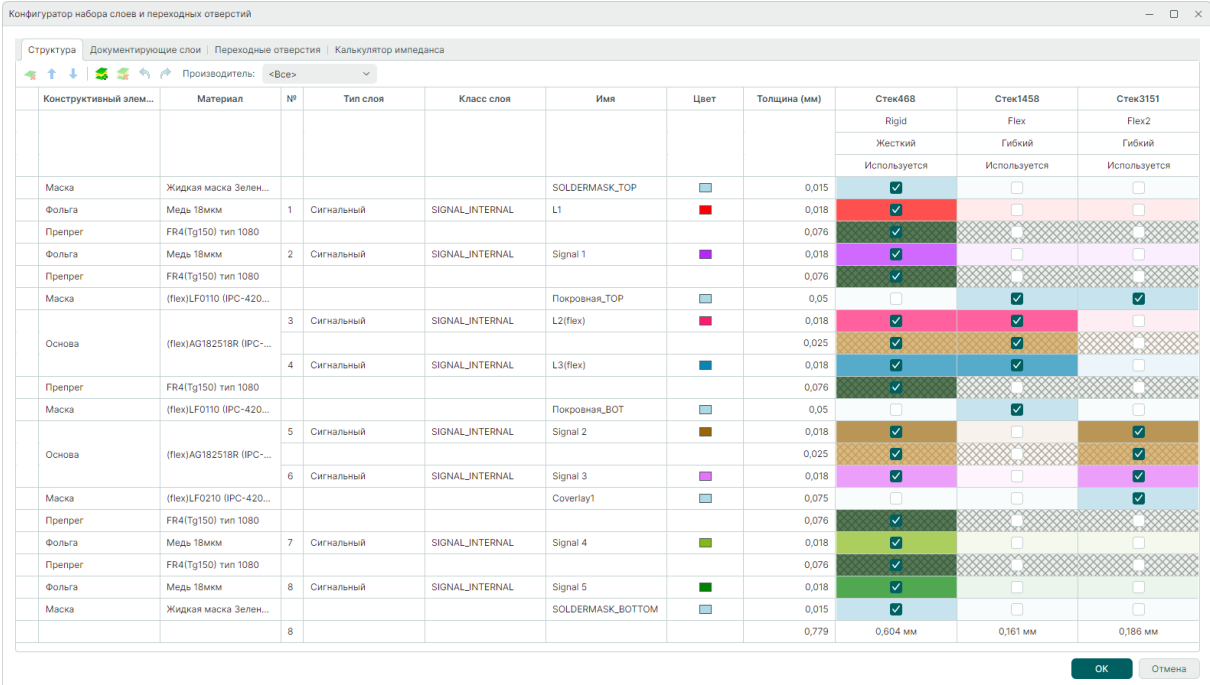
Вкладка «Переходные отверстия» предназначена для определения типов переходных отверстий (далее ПО), разрешенных к применению на разрабатываемой плате. Подробное описание работы по определению типов переходных отверстий приведено в разделе [«Определение переходных отверстий»](#).

Вкладка «Документирующие слои» предназначена для определения дополнительных документирующих слоев, которые могут потребоваться для создания платы. Подробное описание работы по определению дополнительных документирующих слоев приведено в разделе [«Дополнительные документирующие слои»](#).

Вкладка «Калькулятор импеданса» предназначена для расчета волнового сопротивления для одиночных линий передачи и дифференциальных пар. Подробное описание работы при расчете волнового сопротивления и других параметров линий передачи приведено в разделе [«Расчет волнового сопротивления»](#).

3.2 Формирование структуры слоев платы

Формирование слоев платы выполняется во вкладке «Структура», см. [Рис. 14](#).



Конструктивный элем...	Материал	№	Тип слоя	Класс слоя	Имя	Цвет	Толщина (мм)	Стек468	Стек1458	Стек3151
								Rigid	Flex	Flex2
								Жесткий	Гибкий	Гибкий
								Используется	Используется	Используется
Маска	Жидкая маска Зелен...				SOLDERMASK_TOP		0,015	☒	☐	☐
Фольга	Медь 18мм	1	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	L1		0,018	☒	☐	☐
Препрег	FR4(Tg150) тип 1080						0,076	☒	☐	☐
Фольга	Медь 18мм	2	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	Signal 1		0,018	☒	☐	☐
Препрег	FR4(Tg150) тип 1080						0,076	☒	☐	☐
Маска	(flex)LF0110 (IPC-420...				Покровная_TOP		0,05	☐	☒	☒
Основа	(flex)AG182518R (IPC-...	3	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	L2(flex)		0,018	☒	☒	☐
							0,025	☒	☒	☐
Препрег	FR4(Tg150) тип 1080	4	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	L3(flex)		0,018	☒	☒	☐
							0,076	☒	☒	☐
Маска	(flex)LF0110 (IPC-420...				Покровная_BOT		0,05	☐	☒	☐
Основа	(flex)AG182518R (IPC-...	5	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	Signal 2		0,018	☒	☐	☒
							0,025	☒	☐	☒
Маска	(flex)LF0210 (IPC-420...	6	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	Signal 3		0,018	☒	☐	☒
							0,075	☐	☐	☒
Препрег	FR4(Tg150) тип 1080				Coverlay1		0,076	☒	☐	☐
Фольга	Медь 18мм	7	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	Signal 4		0,018	☒	☐	☐
Препрег	FR4(Tg150) тип 1080						0,076	☒	☐	☐
Фольга	Медь 18мм	8	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	Signal 5		0,018	☒	☐	☐
Маска	Жидкая маска Зелен...				SOLDERMASK_BOTTOM		0,015	☒	☐	☐
		8					0,779	0,604 мм	0,161 мм	0,186 мм

Рис. 14 Окно редактора слоев. Вкладка «Структура»

В верхней части вкладки «Структура» расположена контекстно-зависимая панель инструментов редактирования слоёв и стеков, описание инструментов представлено в [Табл. 1](#).

[Таблица 1](#). 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.

Конструктивные элементы платы

Добавление новых конструктивных элементов (слоев) платы происходит в таблице слоев. Переместите курсор мыши в крайний левый столбец, определите позицию для нового конструктивного элемента и нажмите на символ , см. [Рис. 15](#).

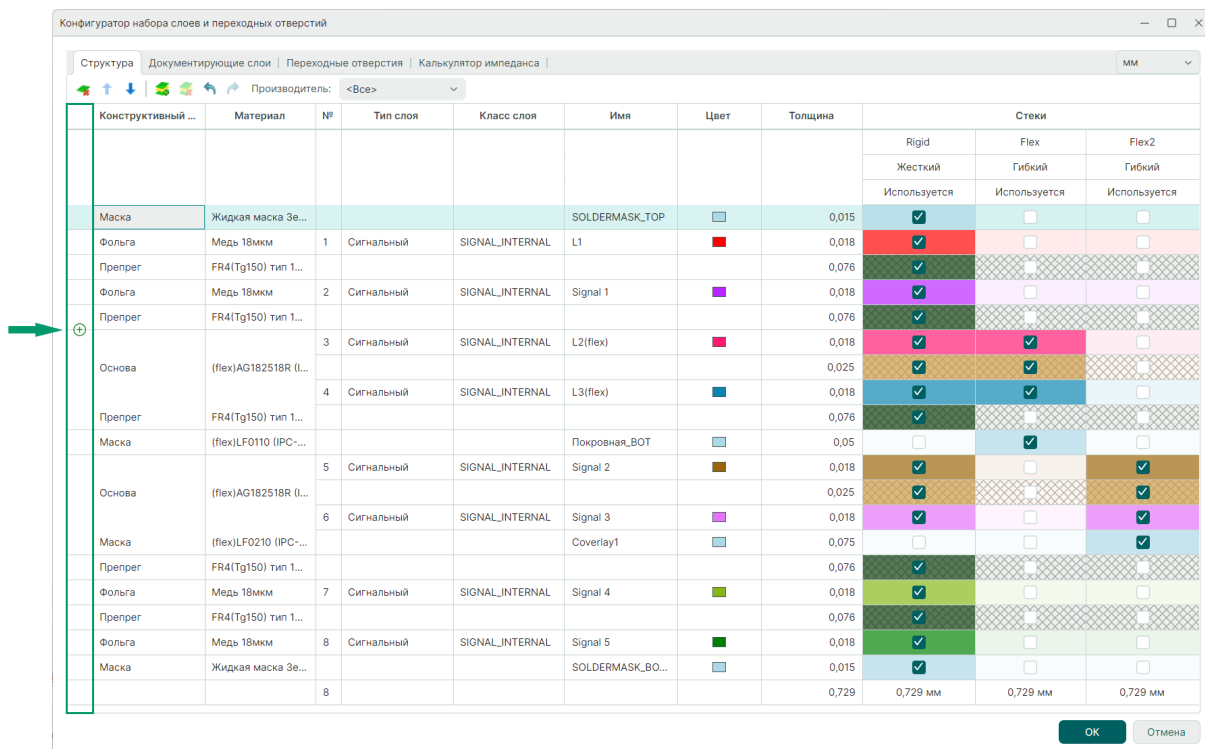


Рис. 15 Добавление конструктивного элемента платы

В выпадающем меню выберите один из представленных конструктивных элементов или заготовок, см. [Рис. 16](#).

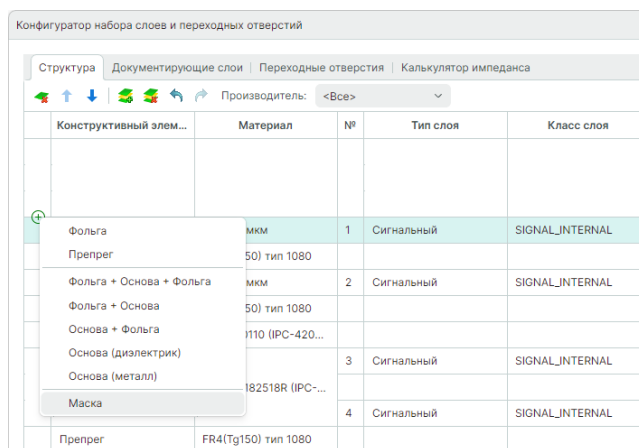


Рис. 16 Выбор конструктивного элемента

В выпадающем списке выберите материал добавленного конструктивного элемента, см. [Рис. 17](#).

Конфигуратор набора слоев и переходных отверстий

Структура | Документирующие слои | Переходные отверстия | Калькулятор импеданса

Производитель: <Все>

Конструктивный элем...	Материал	№	Тип слоя	Класс слоя	Имя
Маска	Жидкая маска Зеленая Матовая XV-501T LDI				Coverlay2
Фольга	Жидкая маска Зеленая Матовая XV-501T LDI (0,015мм) (Er=3,5)			INTERNAL	L1
Препрег	Сухая плёночная маска Глянцевая Зелёная DYNAMASK 5000 40мм (0,04мм) (Er=3,56)				
Фольга	Сухая плёночная маска Глянцевая Зелёная DYNAMASK 5000 100мм (0,1мм) (Er=3,56)			INTERNAL	Signal 1
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)				Покровная_TOP
Основа	(flex)AG182518R (IPC-4204/1) Ядро...	3	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	L2(flex)
		4	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	L3(flex)

Рис. 17 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 на символ для отображения описания выявленных нарушений, см. [Рис. 18](#).

Конфигуратор набора слоев и переходных отверстий

Структура | Документирующие слои | Переходные отверстия | Калькулятор импеданса

Производитель: <Все>

Конструктивный элем...	Материал	№	Тип слоя	Класс слоя	Имя	Цвет	Толщина (мм)	Стекло		
								Стекло468	Стекло1458	Стекло3151
								Rigid	Flex	Flex2
								Жесткий	Гибкий	Гибкий
								Используется	Используется	Используется
Маска	Жидкая маска Зелен...				SOLDEMASK_TOP		0,015	☒	☐	☐
Препрег	FR4(Tg150) тип 1080						0,076	☒	☐	☐
Фольга	Медь 18мм	1	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	L1		0,018	☒	☐	☐
Фольга	Медь 18мм	2	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	Signal 1		0,018	☒	☐	☐
Препрег	FR4(Tg150) тип 1080						0,076	☒	☐	☐
Маска	(flex)LF0110 (IPC-420...				Покровная_TOP		0,05	☐	☒	☒
Основа	(flex)AG182518R (IPC-...	3	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	L2(flex)		0,018	☒	☒	☐
							0,025	☒	☒	☐
Препрег	FR4(Tg150) тип 1080						0,076	☒	☐	☐
Маска	(flex)LF0110 (IPC-420...				Покровная_BOT		0,05	☐	☒	☐
Основа	(flex)AG182518R (IPC-...	5	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	Signal 2		0,018	☒	☐	☒
							0,025	☒	☐	☒
Маска	(flex)LF0210 (IPC-420...				Coverlay1		0,075	☒	☐	☒
Препрег	FR4(Tg150) тип 1080						0,076	☒	☐	☐
Фольга	Медь 18мм	7	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	Signal 4		0,018	☒	☐	☐
Препрег	FR4(Tg150) тип 1080						0,076	☒	☐	☐
Фольга	Медь 18мм	8	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	Signal 5		0,018	☒	☐	☐
Маска	Жидкая маска Зелен...				SOLDEMASK_BOTTOM		0,015	☒	☐	☐
		8					0,779	0,604 мм	0,161 мм	0,186 мм

В стек: "Rigid" между проводящими слоями "L1" и "Signal 1" нет слоя диэлектрика.
В стек: "Rigid" над верхним проводящим слоем "L1" слой диэлектрика

OK Отмена

Рис. 18 Отображение выявленных нарушений

Введите с клавиатуры название слоя, см. [Рис. 19](#).

Конфигуратор набора слоев и переходных отверстий

Структура | Документирующие слои | Переходные отверстия | Калькулятор импеданса

Производитель: <Все>

Конструктивный элем...	Материал	№	Тип слоя	Класс слоя	Имя	Цвет	Толщина (мм)	Стек468	Стек1458	Стек3151
								Rigid	Flex	Flex2
								Жесткий	Гибкий	Гибкий
								Используется	Используется	Используется
Маска	Жидкая маска Зелена...				SOLDERMASK_TOP		0,015	☒	☐	☐
Фольга	Медь 18мм	1	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	L1		0,018	☒	☐	☐
Препрег	FR4(Tg150) тип 1080						0,076	☒	☐	☐
Фольга	Медь 18мм	2	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	Signal 1		0,018	☒	☐	☐
Препрег	FR4(Tg150) тип 1080						0,076	☒	☐	☐
Маска	(flex)LF0110 (IPC-420...				Покровная_TOP		0,05	☐	☒	☒
		3	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	L2(flex)		0,018	☒	☒	☐
Основа	(flex)AG182518R (IPC-...						0,025	☒	☒	☐
		4	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	L3(flex)		0,018	☒	☒	☐
Препрег	FR4(Tg150) тип 1080						0,076	☒	☐	☐
Маска	(flex)LF0110 (IPC-420...				Покровная_BOT		0,05	☐	☒	☐
		5	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	Signal 2		0,018	☒	☐	☒
Основа	(flex)AG182518R (IPC-...						0,025	☒	☐	☒
		6	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	Signal 3		0,018	☒	☐	☒
Маска	(flex)LF0210 (IPC-420...				Coverlay1		0,075	☐	☐	☒
Препрег	FR4(Tg150) тип 1080						0,076	☒	☐	☐
Фольга	Медь 18мм	7	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	Signal 4		0,018	☒	☐	☐
Препрег	FR4(Tg150) тип 1080						0,076	☒	☐	☐
Фольга	Медь 18мм	8	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	Signal 5		0,018	☒	☐	☐
Маска	Жидкая маска Зелена...				SOLDERMASK_BOTTOM		0,015	☒	☐	☐
		8					0,779	0,604 мм	0,161 мм	0,186 мм

OK Отмена

Рис. 19 Переименование слоя

Для использования добавленного конструктивного элемента в стеке печатной платы необходимо установить флаг в соответствующем столбце таблицы, см. [Рис. 20](#).



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

Конфигуратор набора слоев и переходных отверстий

Структура | Документирующие слои | Переходные отверстия | Калькулятор импеданса

Производитель: <Все>

Конструктивный элемент	Материал	№	Тип слоя	Класс слоя	Имя	Цвет	Толщина (мм)	Стек468	Стек1458	Стек3151
								Rigid	Flex	Flex2
								Жесткий	Гибкий	Гибкий
								Используется	Используется	Используется
Маска	Жидкая маска Зеленая Матовая XV-501T LDI				SOLDERMASK_TOP		0,015	☒	☐	☐
Фольга	Медь 18мм	1	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	L1		0,018	☒	☐	☐
Препрег	FR4(Tg150) тип 1080						0,078	☒	☐	☐
Фольга	Медь 18мм	2	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	Signal 1		0,018	☒	☐	☐
Препрег	FR4(Tg150) тип 1080						0,078	☒	☐	☐
Маска	(flex)LF0110 (IPC-4203/1) PI 0,025; Ad 0,025				Покровная_TOP		0,05	☐	☒	☐
Основа	(flex)AG182518R (IPC-4204/1) Ядро:...	3	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	L2(flex)		0,018	☒	☒	☐
		4	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	L3(flex)		0,018	☒	☒	☐
Препрег	FR4(Tg150) тип 1080						0,078	☒	☐	☐
Маска	(flex)LF0110 (IPC-4203/1) PI 0,025; Ad 0,025				Покровная_BOT		0,05	☐	☒	☐
Основа	(flex)AG182518R (IPC-4204/1) Ядро:...	5	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	Signal 2		0,018	☒	☐	☒
		6	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	Signal 3		0,018	☒	☐	☒
Маска	(flex)LF0210 (IPC-4203/1) PI 0,025; Ad 0,050				Coverlay1		0,075	☐	☐	☒
Препрег	FR4(Tg150) тип 1080						0,078	☒	☐	☐
Фольга	Медь 18мм	7	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	Signal 4		0,018	☒	☐	☐
Препрег	FR4(Tg150) тип 1080						0,078	☒	☐	☐
Фольга	Медь 18мм	8	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	Signal 5		0,018	☒	☐	☐
Маска	Жидкая маска Зеленая Матовая XV-501T LDI				SOLDERMASK_BO...		0,015	☒	☐	☐
		8					0,779	0,604 мм	0,161 мм	0,136 мм

OK Отмена

Рис. 20 Использование конструктивного элемента в гибком стекле

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.

Стеки

Добавление стека осуществляется по нажатию соответствующей кнопки, описание кнопок представлено в [Табл. 1](#).

При добавлении нового стека он отобразится в правой части таблицы в столбце «Стеки», см. [Рис. 21](#).

Конфигуратор набора слоев и переходных отверстий

Структура | Документирующие слои | Переходные отверстия | Калькулятор импеданса

Производитель: <Все>

Конструктивный э...	Материал	№	Тип слоя	Класс слоя	Имя	Цвет	Толщина (мм)	Стек468	Стек1458	Стек3151	Стек5079
Маска	Жидкая маска Зел...				SOLDERMASK_TOP		0,015	☒	☐	☐	☒
Фольга	Медь 18мм	1	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	L1		0,018	☒	☐	☐	☒
Препрег	FR4(Tg150) тип 1080						0,076	☒	☐	☐	☒
Фольга	Медь 18мм	2	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	Signal 1		0,018	☒	☐	☐	☒
Препрег	FR4(Tg150) тип 1080						0,076	☒	☐	☐	☒
Маска	(flex)LF0110 (IPC-4...				Покровная_TOP		0,05	☐	☒	☒	☒
Основа	(flex)AG182518R (IP...	3	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	L2(flex)		0,018	☒	☒	☐	☒
		4	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	L3(flex)		0,025	☒	☒	☐	☒
Препрег	FR4(Tg150) тип 1080						0,076	☒	☐	☐	☒
Маска	(flex)LF0110 (IPC-4...				Покровная_BOT		0,05	☐	☒	☐	☒
Основа	(flex)AG182518R (IP...	5	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	Signal 2		0,018	☒	☐	☒	☒
		6	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	Signal 3		0,025	☒	☐	☒	☒
Маска	(flex)LF0210 (IPC-4...				Coverlay1		0,075	☐	☐	☒	☒
Препрег	FR4(Tg150) тип 1080						0,076	☒	☐	☐	☒
Фольга	Медь 18мм	7	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	Signal 4		0,018	☒	☐	☐	☒
Препрег	FR4(Tg150) тип 1080						0,076	☒	☐	☐	☒
Фольга	Медь 18мм	8	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	Signal 5		0,018	☒	☐	☐	☒
Маска	Жидкая маска Зел...				SOLDERMASK_BOT...		0,015	☒	☐	☐	☒
		8					0,779	0,604 мм	0,161 мм	0,186 мм	0,779 мм

! OK Отмена

Рис. 21 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. 22](#).

Цвет	Толщина (мм)	Стек468	Стек1458	Стек3151	Стек5079
		Rigid	Flex	Flex2	Новый стек
		Жесткий	Гибкий	Гибкий	Жесткий
		Используется	Используется	Используется	Не используется
	0,015	☒	☐	☐	☒
	0,018	☒	☐	☐	☒
	0,076	☒	☐	☐	☒
	0,018	☒	☐	☐	☒
	0,076	☒	☐	☐	☒

Рис. 22 Переименование стека

Изменение типа стека осуществляется в выпадающем меню, см. [Рис. 23](#).

Цвет	Толщина (мм)	Стек468	Стек1458	Стек3151	Стек5079
		Rigid	Flex	Flex2	Новый стек
		Жесткий	Гибкий	Гибкий	Жесткий
		Используется	Используется	Используется	Жесткий
	0,015	☒	☐	☐	Гибкий
	0,018	☒	☐	☐	☒
	0,076	☒	☐	☐	☒
	0,018	☒	☐	☐	☒
	0,076	☒	☐	☐	☒

Рис. 23 Изменение типа стека



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

3.2.1 Типы проводящих слоев

Тип проводящего слоя выбирается с учетом его назначения в общей структуре слоев печатной платы. Для выбора доступны следующие типы проводящих слоев:

- Сигнальный слой – используется для трассировки проводников и размещения областей металлизации;
- Опорный слой – используется только для размещения областей металлизации, которые занимают все пространство слоя (как правило, используются для подключения компонентов к цепям земли и питания).

К областям металлизации, расположенным на опорных слоях, подключается всего одна цепь, которая может быть назначена при создании структуры слоев платы.

Выбор цепи для подключения к опорному слою осуществляется в выпадающем списке, см. [Рис. 24](#). В списке присутствуют все цепи, созданные в проекте.

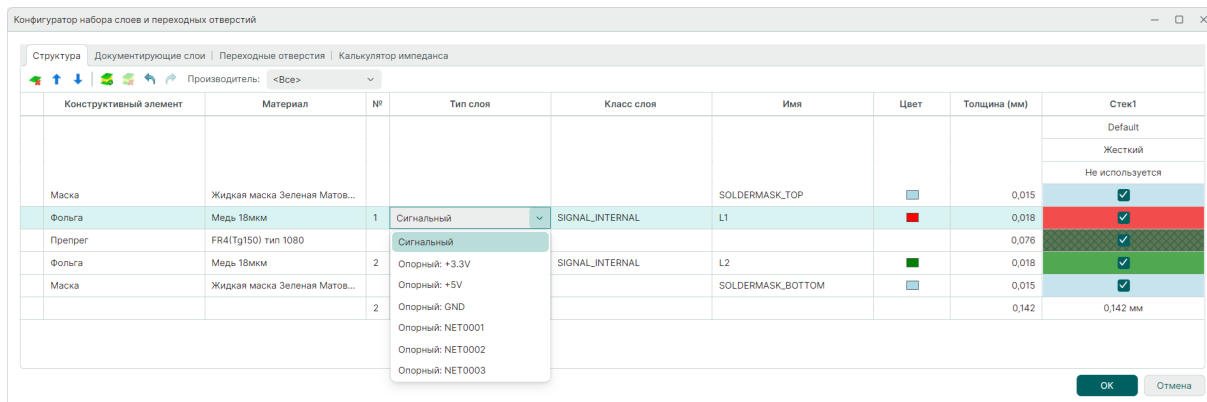


Рис. 24 Выбор цепи для опорного слоя

3.2.2 Добавление и изменение материала слоя

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 в панели «Стандарты» из раздела «Материалы», см. [Рис. 25](#).

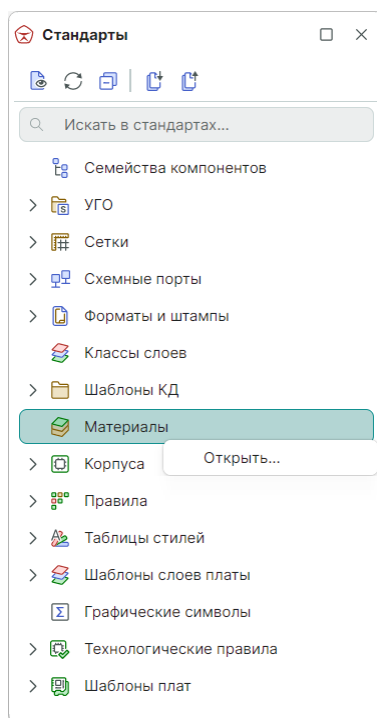


Рис. 25 Панель

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.



Примечание! Состав и порядок отображаемых столбцов может быть изменен с помощью команд контекстного меню и механизма «drag-and-drop», также возможна группировка данных по одному или нескольким параметрам с помощью панели группировки.

Внешний вид редактора материалов представлен на рисунке, см. [Рис. 26](#).

Конструктивный...	Тип материала	Материал	Гибк.	Толщина (...)	Диэлектри...	Проводимо...	Температура	ТУ	Производи...
Маска	Эпоксидная смола с колорантом	Жидкая маска Зеленая Матовая XV-501T LDI	☐	0,015	3,5				
Маска	Сухой плёночный фоторезист	Сухая плёночная маска Глянцевая Зелёная ...	☐	0,04	3,56				
Маска	Сухой плёночный фоторезист	Сухая плёночная маска Глянцевая Зелёная ...	☐	0,1	3,56				
Маска	Полиимидная пленка	(flex)LF0210 (IPC-4203/1) PI 0,025; Ad 0,050	☒	0,075	3,6				
Маска	Полиимидная пленка	(flex)LF0110 (IPC-4203/1) PI 0,025; Ad 0,025	☒	0,05	3,6				
Препрег	Стеклоткань	FR4(Tg150) тип 1080	☐	0,076	4,1				
Препрег	Стеклоткань	FR4(Tg150) тип 2116	☐	0,125	4,1				
Препрег	Стеклоткань	FR4(Tg150) тип 7628	☐	0,18	4,1				
Препрег	Стеклоткань	Arlon-49N тип 106 50мкм	☐	0,05	4,4				
Препрег	Стеклоткань	Arlon-49N тип 1080 75мкм	☐	0,075	4,4				
Фольга	Медь	Медь 18мкм	☒	0,018		59 500 000			
Фольга	Медь	Медь 35мкм	☒	0,035		59 500 000			
Фольга	Медь	Медь 70мкм	☒	0,07		59 500 000			
Основа	Стеклотекстолит	FR4(Tg150) Ядро:0.2мм	☐	0,2	4,3				
Основа	Стеклотекстолит	FR4(Tg150) Ядро:1.13мм	☐	1,13	4,3				
Основа	Медь		☒	0,018		59 500 000			
	Стеклотекстолит	FR4(Tg150) IPC-4101/99 Ядро:0.2мм Фольга:1...	☐	0,2	4,1				
	Медь		☒	0,018		59 500 000			
Основа	Медь		☒	0,035		59 500 000			
	Стеклотекстолит	FR4(Tg150) IPC-4101/99 Ядро:1.13мм Фольга:...	☐	1,13	4,6				
Основа	Медь		☒	0,035		59 500 000			
	Алюминий	Алюминий Ядро:1мм	☐	1		35 000 000			

Рис. 26 Редактор материалов

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 добавлен специальный столбец «Гибкость». Система автоматически ставит флаг в этом столбце для конструктивных элементов, материалы которых могут применяться в гибкой части.

Для добавления доступны следующие типы конструктивных элементов:

- Препрег (диэлектрик);
- Фольга (медь);
- Маска (покрытие платы).

Также для добавления доступны комбинации конструктивных элементов (заготовок):

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

- Основа (металл).

Добавление конструктивного элемента:

1. Нажмите на символ , расположенный в верхней части окна редактора.
2. В выпадающем списке выберите конструктивный элемент, см. [Рис. 27](#).

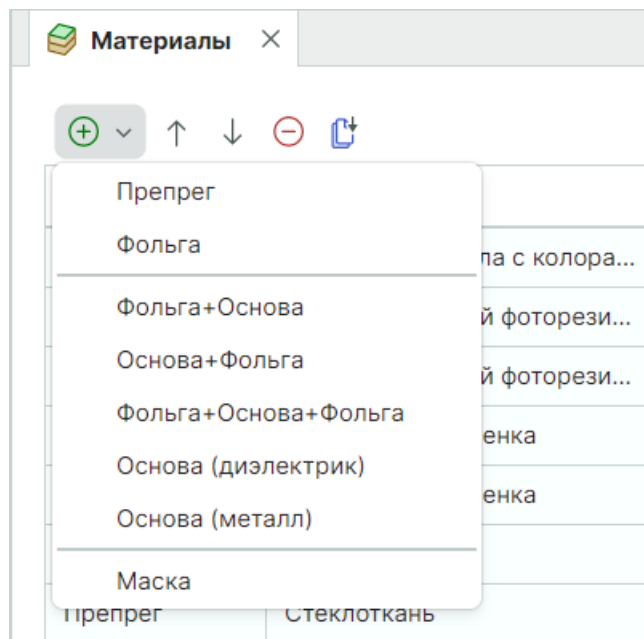


Рис. 27 Выбор конструктивного элемента

3. В поле «Тип материала» из выпадающего списка выберите материал добавленного конструктивного элемента, см. [Рис. 28](#).

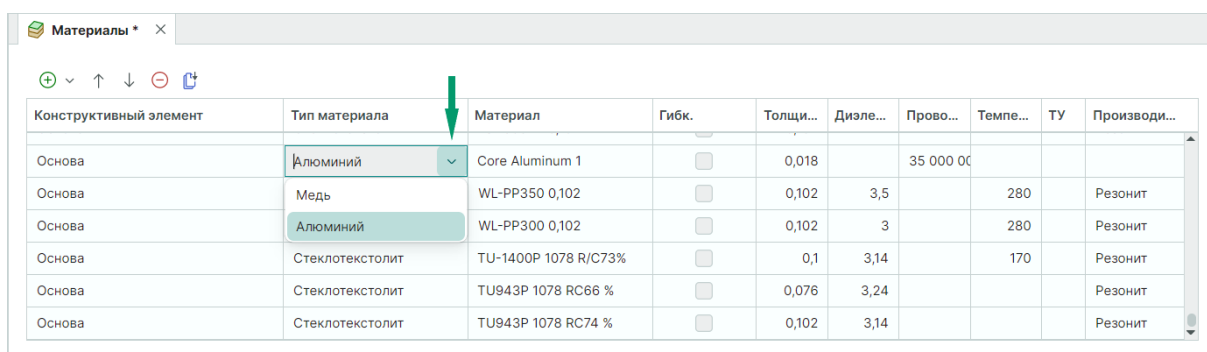


Рис. 28 Выбор материала

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. 29](#).

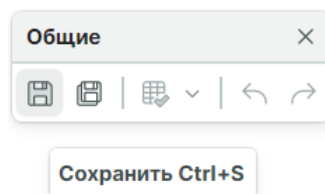


Рис. 29 Кнопка
«Сохранить»

Перемещение конструктивных элементов в таблице:

1. Выберите в списке конструктивный элемент, который необходимо переместить.
2. Нажмите на символ $\uparrow$, расположенный в верхней части окна редактора, для перемещения конструктивного элемента вверх или нажмите на символ $\downarrow$ для перемещения вниз.
3. Сохраните изменения, нажав «Сохранить» или «Сохранить все» на панели инструментов «Общие», см. [Рис. 29](#).

Удаление конструктивного элемента:

1. Выберите в списке конструктивный элемент, который необходимо удалить.
2. Нажмите на символ $\ominus$, расположенный в верхней части окна редактора.
3. Сохраните изменения, нажав «Сохранить» или «Сохранить все» на панели инструментов «Общие», см. [Рис. 28](#).

3.3 Дополнительные документирующие слои

Документирующие слои предназначены для размещения дополнительной информации о плате, которая может быть использована, в том числе, на чертеже платы. В базовом варианте настроек задан всего один документирующий слой. При необходимости, разработчик может добавить неограниченное количество дополнительных документирующих слоев.

Определение дополнительных документирующих слоев осуществляется во вкладке «Документирующие слои». Работа с документирующими слоями осуществляется с помощью таблицы, расположенной в рабочей области вкладки, см. [Рис. 30](#).

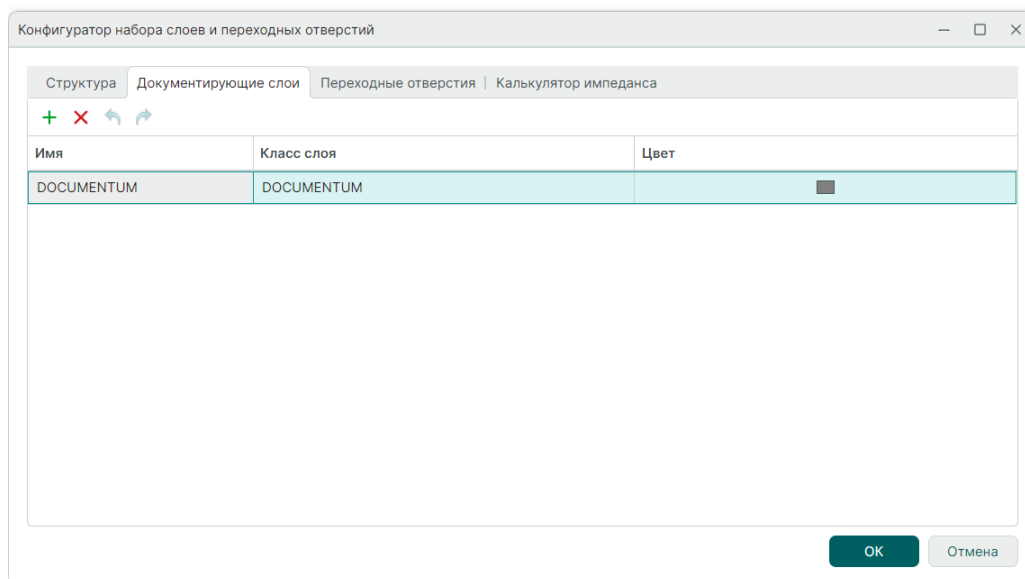


Рис. 30 Вкладка «Документирующие слои»

Чтобы добавить в проект новый пользовательский документирующий слой:

1. Откройте редактор слоев платы и перейдите на вкладку «Документирующие слои».
2. Нажмите на символ **+** «Добавить слой», который расположен в верхней левой части окна редактора, см. [Рис. 31](#).

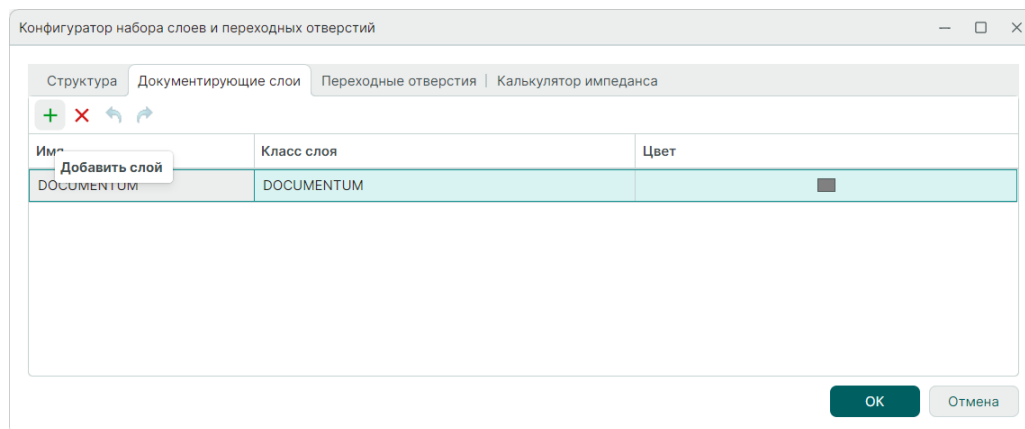


Рис. 31 Добавление документирующего слоя

3. Новый документирующий слой будет создан и добавлен в таблицу, см. [Рис. 32](#).

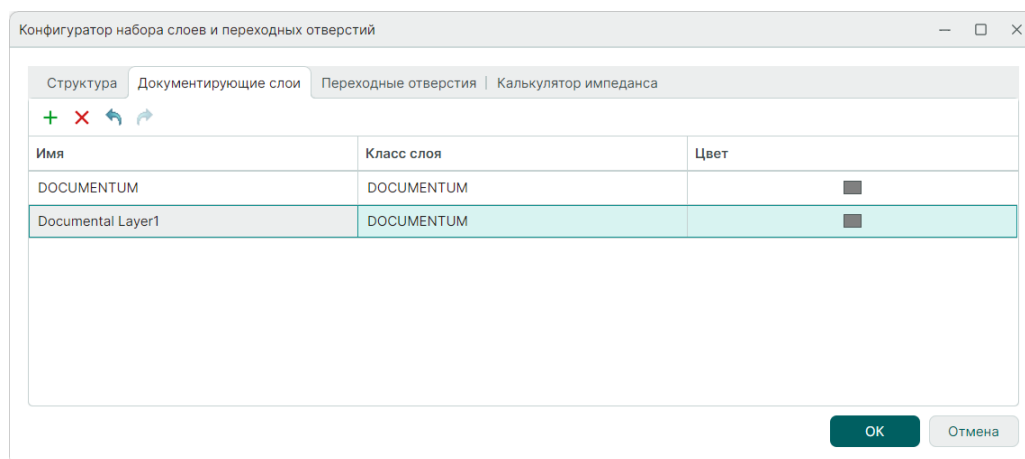


Рис. 32 Новый документирующий слой

Свойства документирующих слоев задаются с помощью таблицы, в состав которой входят следующие колонки:

- Имя – наименование документирующего слоя;
- Класс слоя – выбор класса слоя доступен при определении дополнительных классов слоев в стандартах системы;
- Цвет – назначение цвета, которым в редакторе плат будут отображаться графические элементы слоя.

Чтобы удалить пользовательский документирующий слой:

1. Откройте редактор слоев платы и перейдите на вкладку «Документирующие слои».
2. Выберите в таблице документирующий слой, который необходимо удалить, и нажмите на символ  «Удалить слой», см. [Рис. 33](#).

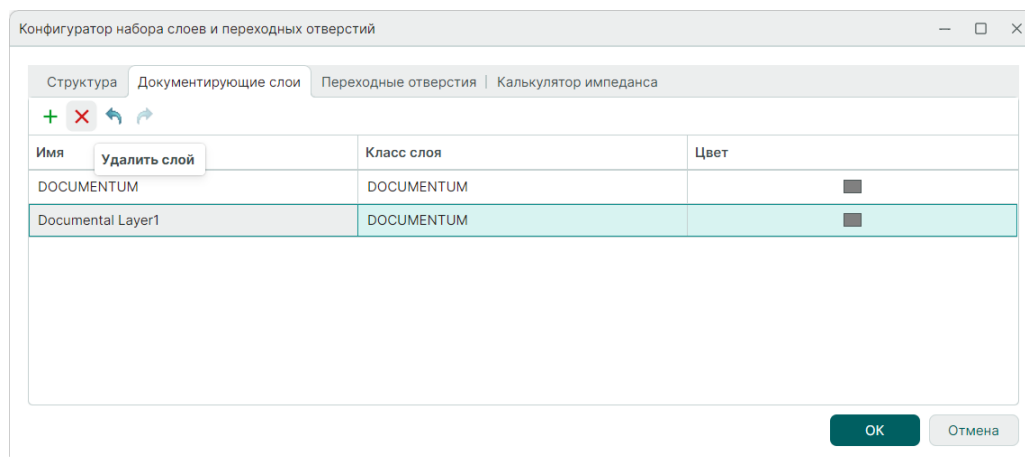


Рис. 33 Удаление документирующего слоя

3.4 Определение 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. 34](#).

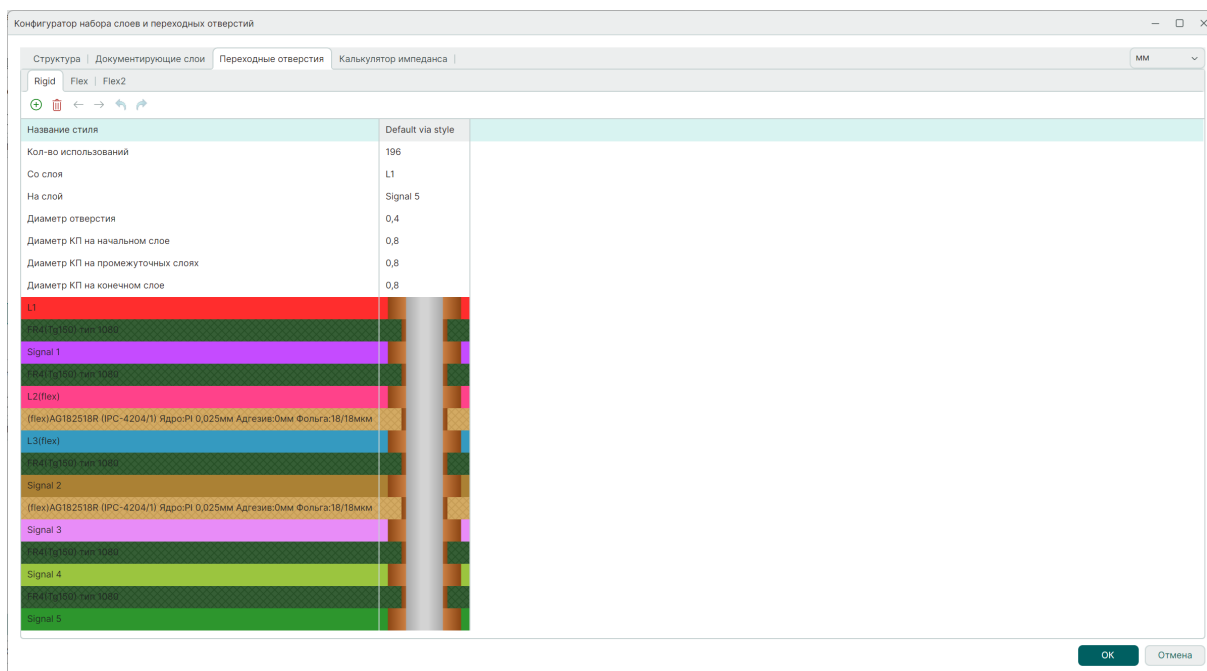


Рис. 34 Окно редактора слоев. Вкладка «Переходные отверстия»

В верхней части окна расположена контекстно зависящая панель инструментов редактирования стилей переходных отверстий, описание инструментов представлено в [Табл. 2](#).

[Таблица 2](#). 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

Вид	Название	Описание
		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.

3.5 Калькулятор импеданса

Инструмент «Калькулятор импеданса» реализован на основе системы анализа целостности сигналов SimPCB и встроен в маршрут проектирования неотрывно от определения стека, подбора переходных отверстий и установки правил проектирования.

«Калькулятор импеданса» позволяет:

- производить расчет геометрических параметров одиночных линий передачи и дифференциальных пар под заданное волновое сопротивление;
- осуществлять подбор материалов, согласованных с производителем, и структуры печатной платы при заданных значениях волнового сопротивления и параметров линий передачи;
- контролировать изменения волнового сопротивления в пределах заданного допуска;
- выполнять автоматическое создание правил проектирования с данными о рассчитанных параметрах треков;
- применять созданные правила при трассировке платы.

Калькулятор расположен на отдельной вкладке «Конфигуратора набора слоев и переходных отверстий». Работа в калькуляторе осуществляется с профилями импеданса. По умолчанию на вкладке не задан ни один профиль импеданса. Внешний вид окна представлен на [Рис. 35](#).

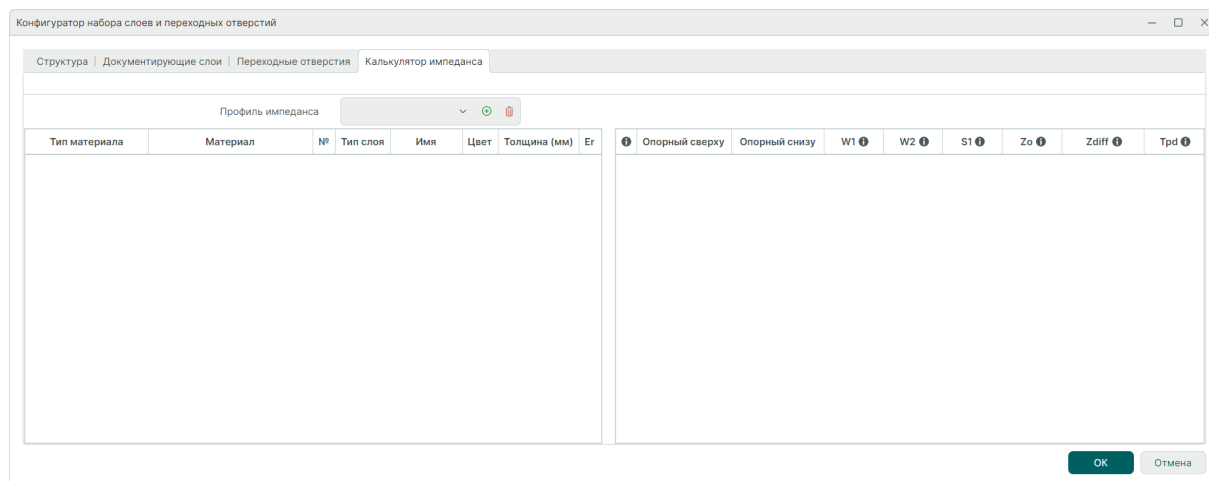


Рис. 35 Вкладка «Калькулятор импеданса»

Для создания нового профиля импеданса используйте символ  в поле «Профиль импеданса» в верхней области вкладки, см. [Рис. 36](#).

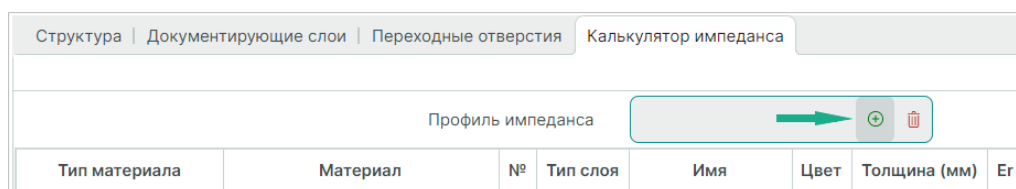


Рис. 36 Создание нового профиля импеданса

После создания и сохранения одного или нескольких профилей в этом же поле производится выбор нужного профиля из выпадающего меню с помощью символа , см. [Рис. 37](#).

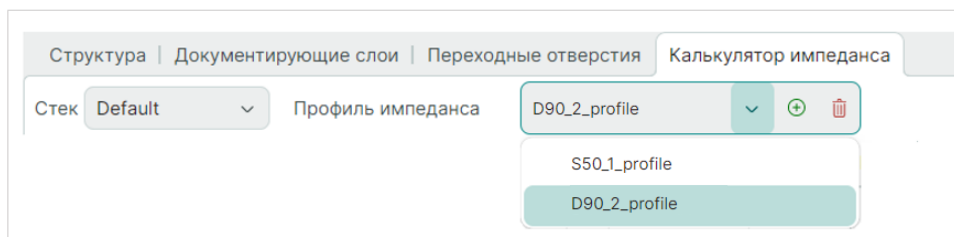


Рис. 37 Выбор профиля импеданса

После добавления нового профиля в окне калькулятора будет произведен расчет волнового сопротивления с настройками по умолчанию и созданным стеком платы во вкладке «Структура».

Вкладка «Калькулятор импеданса» состоит из нескольких функциональных областей, см. [Рис. 38](#):

1. Область выбора и настройки параметров профиля импедансов;
2. Структура слоев платы, определенная во вкладке «Структура»;
3. Область выбора слоев расположения линий передачи и опорных слоев, расчета параметров линий передачи и волнового сопротивления.

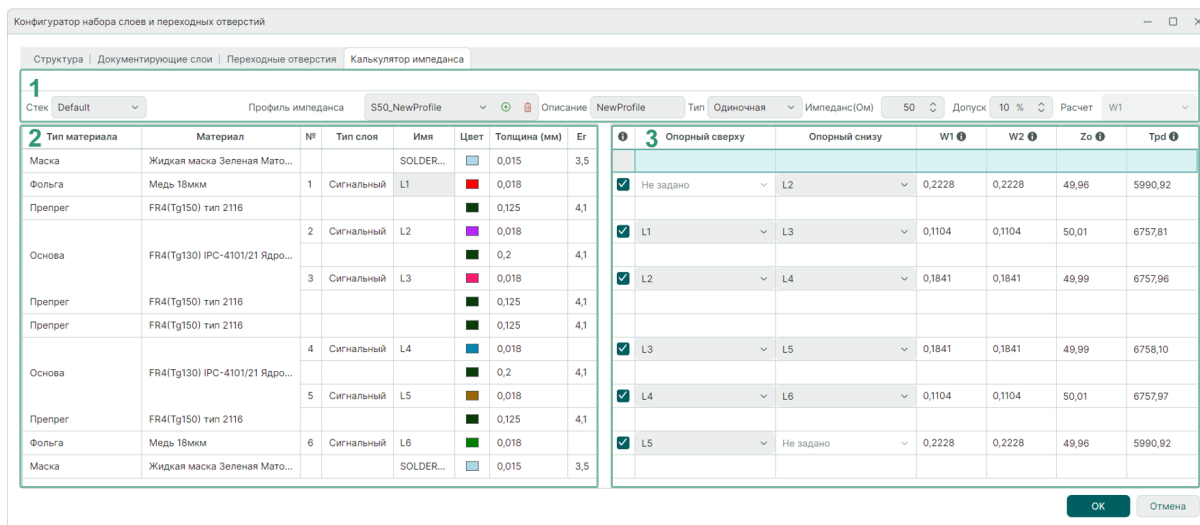


Рис. 38 Профиль импеданса

3.5.1 Расчет параметров одиночной линии передачи

Для расчета геометрических параметров и волнового сопротивления одиночной линии передачи:

1. Создайте новый профиль импеданса с помощью символа  в поле «Профиль импеданса»;

2. В верхней области вкладки внесите необходимые настройки, см. [Рис. 39](#):

- Стек – выбор стека печатной платы. Выбор стека возможен при определении во вкладке «Структура» двух или более стеков платы, например, для гибко-жестких печатных плат. По умолчанию выбран вариант «Default».
- Профиль импеданса – название профиля. Поле является не редактируемым.



Примечание! Название профиля импеданса формируется из введенного пользовательского описания, выбранного типа профиля и значения заданного импеданса. Выбранный тип профиля определяет первый символ названия, для одиночной линии передачи это символ «S». Например, название профиля «S50_1_profile» будет образовано для расчета параметров одиночной линии передачи при заданном волновом сопротивлении 50 Ом и введенном тексте «1_profile» в поле «Описание». Рекомендуется присваивать названия профилей буквами латинского алфавита для дальнейшего использования в правилах проекта и избежания ошибок.

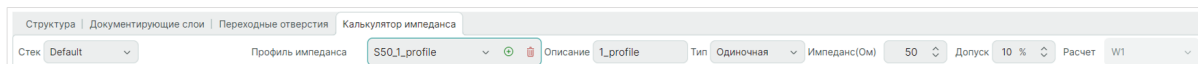


Рис. 39 Область выбора и настройки параметров профиля импедансов

- Описание – пользовательское описание профиля. Поле доступно к редактированию, его заполнение не является обязательным. По умолчанию введено описание «NewProfile».
 - Тип – выбор типа линии передачи из выпадающего списка. Доступен выбор между одиночной линией передачи и диффпарой. Для расчета параметров одиночной линии передачи выберите вариант «Одиночная».
 - Импеданс – ввод значения целевого волнового сопротивления, для которого будет произведен расчет. По умолчанию для одиночной линии значение - 50 Ом.
 - Допуск – разрешенное отклонение волнового сопротивления в процентном соотношении. По умолчанию установлено значение - 10%.
 - Расчет – выбор рассчитываемой величины для указанного волнового сопротивления. По умолчанию установлено W1 - ширина проводника (мм). Для одиночной линии возможен только расчет ширины проводника.
3. В левой области вкладки доступными к редактированию являются поля «Толщина (мм)» и «Ег» (Диэлектрическая проницаемость материала), изменения в остальные поля вносятся во вкладке «Структура». Принцип работы при изменении значений толщины и

диэлектрической проницаемости материала подробно описан в разделе «[Подбор материала и изменение структуры платы](#)», см. [Рис. 40](#).

Тип материала	Материал	№	Тип слоя	Имя	Цвет	Толщина (мм)	Eg
Маска	Жидкая маска Зеленая Мато...			SOLDERM...		0,015	3,5
Фольга	Медь 18мкм	1	Сигнальный	L1		0,018	
Препрег	FR4(Tg150) тип 2116					0,125	4,1
Основа	FR4(Tg130) IPC-4101/21 Ядро...	2	Сигнальный	L2		0,018	
						0,2	4,1
		3	Сигнальный	L3		0,018	
Препрег	FR4(Tg150) тип 2116					0,125	4,1
Препрег	FR4(Tg150) тип 2116					0,125	4,1
Основа	FR4(Tg130) IPC-4101/21 Ядро...	4	Сигнальный	L4		0,018	
						0,2	4,1
		5	Сигнальный	L5		0,018	
Препрег	FR4(Tg150) тип 2116					0,125	4,1
Фольга	Медь 18мкм	6	Сигнальный	L6		0,018	

Рис. 40 Структура слоев печатной платы

4. В правой области вкладки, см. [Рис. 41](#):

- С помощью установки/снятия флагов в чек-боксах определите слои (сигнальные), на которых будет размещена линия передачи. По умолчанию во всех чек-боксах сигнальных слоев установлены флаги.
- Определите опорные слои для линии передачи с помощью выпадающих меню в колонках «Опорный сверху», «Опорный снизу».

?	Опорный сверху	Опорный снизу
☒	Не задано	L2
☐		
☒	L2	L4
		(Пусто)
☒	L3	L4
		L5
		L6
☒	L5	Не задано

Рис. 41 Выбор сигнальных и опорных слоев

При определении слоев расположения линий передачи и опорных слоев существует несколько условий:

- Расположить линию передачи можно только на сигнальный слой.
 - Если все слои печатной платы – сигнальные, то в качестве опорного слоя для линии передачи выбирается ближайший к ней сигнальный слой.
 - Если в стеке платы определен опорный слой, он будет выбран в качестве опорного слоя для линии передачи. Приоритет опорного слоя выше по сравнению с сигнальными слоями.
 - Для линий передачи, расположенных на внешних слоях (Top, Bottom) может быть определен только один опорный слой: для верхнего слоя не активно меню в колонке «Опорный сверху» и имеет значение «Не задано»; для нижнего слоя не активно меню в колонке «Опорный снизу» и имеет значение «Не задано».
 - Для линий передачи, расположенных на внутренних слоях, опорные слои могут быть определены как сверху, так и снизу.
5. Расчет геометрических параметров одиночной линии передачи при заданном значении волнового сопротивления будет производиться автоматически на каждом этапе определения параметров расчета и выбора слоев.



Примечание! Совместно с расчетом ширины проводника до и после подтравы производится расчет импеданса и задержки сигнала.

Рассчитанные значения представлены в правой области вкладки в соответствующих колонках, см. [Рис. 42](#):

- W1 - ширина проводника (мм). Значение, рассчитанное под заданное волновое сопротивление. Поле доступно для редактирования.
- W2 - ширина проводника после подтравы. По умолчанию значение W2 совпадает со значением W1, поле доступно для редактирования, измененное значение ширины проводника после подтравы влияет на рассчитанное значение импеданса (Z_0)).
- Z_0 - импеданс (Ом). Значение, рассчитанное по параметрам проводника. Поле недоступно для редактирования.
- T_{pd} - задержка (пс/м). Значение, рассчитанное по параметрам проводника. Поле недоступно для редактирования.

W1 ⓘ	W2 ⓘ	Zo ⓘ	Tpd ⓘ
0,2228	0,2228	49,96	5990,92
0,1841	0,1841	49,99	6758,10
0,1841	0,1841	49,99	6758,10
0,2228	0,2228	49,96	5990,92

Рис. 42 Рассчитанные значения

Для обратного расчета, т.е. расчета волнового сопротивления под заданные геометрические параметры проводника:

- Введите значение W1;
- Введите значение W2;
- Расчет будет произведен автоматически.



Примечание! Если пользователем определена разница между значением W1 и W2, эта разница будет сохранена при любых расчетах и манипуляциях в «Калькуляторе импеданса».

Рассчитанные значения импеданса и задержки сигнала отобразятся в соответствующих колонках. Если рассчитанное значение Zo не попадает в разрешенное отклонение от заданного значения волнового сопротивления, система оповестит об ошибке. При наведении курсора мыши на ячейку всплывающая подсказка предоставляет информацию о величине точного отклонения импеданса, см. [Рис. 43](#).

W1 ⓘ	W2 ⓘ	Zo ⓘ	Tpd ⓘ
0,25	0,23	47,61	6009,63
0,25	0,25	! 42,83	6756,69
0,13	0,13	! 58,21	6757,59
0,25	0,25	46,90	6012,37

14,336% - отклонение импеданса.

16,421% - отклонение импеданса.

Рис. 43 Рассчитанные значения импеданса и задержки

В этом случае требуется корректировка или значения заданного волнового сопротивления, или значений ширины проводника до и после подтравки, или же подбор других материалов и изменение структуры платы во вкладке «Структура».

Для сохранения профиля импеданса и дальнейшего применения рассчитанных данных в правилах и при трассировке нажмите кнопку «ОК» внизу окна «Конфигуратор набора слоев и переходных отверстий».

3.5.2 Расчет параметров дифференциальной пары

Для расчета геометрических параметров и волнового сопротивления дифференциальной пары:

1. Создайте новый профиль импеданса с помощью символа  в поле «Профиль импеданса»;
2. В верхней области вкладки внесите необходимые настройки. Часть настроек аналогична настройкам для одиночной линии передачи, см. [Рис. 44](#):
 - Стек;
 - Профиль импеданса;



Примечание! Название профиля импеданса формируется из введенного пользовательского описания, выбранного типа профиля и значения заданного импеданса. Выбранный тип профиля определяет первый символ названия, для дифференциальных пар это символ - «D». Например, название профиля «D90_2_profile» будет образовано для расчета параметров дифференциальной пары при волновом сопротивлении 90 Ом и введенном тексте «2_profile» в поле «Описание». Рекомендуется присваивать названия профилей буквами латинского

алфавита для дальнейшего использования в правилах проекта и избежания ошибок.

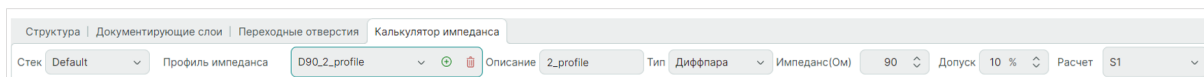


Рис. 44 Область выбора и настройки параметров профиля импедансов

- Описание;
 - Тип. Для расчета параметров дифференциальной пары выберите вариант «Диффпара».
 - Импеданс. По умолчанию для дифференциальной пары - 100 Ом.
 - Допуск.
 - Расчет. Для дифференциальных пар возможен расчет ширины проводников (W1) и зазора между проводниками (S1). По умолчанию установлен вариант W1 - ширина проводника (мм).
3. С помощью установки/снятия флагов в чек-боксах определите слои (сигнальные), на которых будет размещена линия передачи. По умолчанию во всех чек-боксах сигнальных слоев установлены флаги.
 4. Определите опорные слои для линии передачи с помощью выпадающих меню в колонках «Опорный сверху», «Опорный снизу».



Примечание! Условия при определении слоев размещения диффпары и опорных слоев аналогичны условиям для одиночной линии передачи.

5. Расчет геометрических параметров дифференциальной пары при заданном значении волнового сопротивления будет производиться автоматически на каждом этапе определения параметров расчета и выбора слоев. Совместно с расчетом ширины проводников до и после подтравы и зазора между ними производится расчет импеданса и задержки сигнала.

Рассчитанные значения представлены в правой области вкладки в соответствующих колонках, см. [Рис. 45](#):

- W1 - ширина проводника (мм). Значение, рассчитанное под заданное волновое сопротивление при выборе расчета W1. Поле доступно для редактирования.
- W2 - ширина проводника после подтравы. По умолчанию значение W2 совпадает со значением W1, поле доступно для редактирования, измененное значение ширины проводника после подтравы влияет на рассчитанное значение импеданса (Zdiff)).

- S1 - зазор диффпары. Значение, рассчитанное под заданное волновое сопротивление при выборе расчета S1. Поле доступно для редактирования.
- Zdiff - импеданс (Ом). Значение, рассчитанное по параметрам проводников и зазора. Поле недоступно для редактирования.
- Tpd - задержка (пс/м). Значение, рассчитанное по параметрам проводников и зазора. Поле недоступно для редактирования.

90  Допуск 10 %  Расчет W1 					90  Допуск 10 %  Расчет S1 				
W1 	W2 	S1 	Zdiff 	Tpd 	W1 	W2 	S1 	Zdiff 	Tpd 
0,1681	0,1681	0,1	90,00	5685,69	0,1681	0,1681	0,1002	90,05	5685,73
0,089	0,089	0,1	90,01	6756,47	0,089	0,089	0,0999	89,99	6756,47
0,1174	0,1174	0,1	89,97	6755,74	0,1174	0,1174	0,1002	90,02	6755,75
0,1174	0,1174	0,1	89,97	6755,77	0,1174	0,1174	0,1002	90,02	6755,77
0,089	0,089	0,1	90,01	6756,48	0,089	0,089	0,0999	89,99	6756,48
0,1681	0,1681	0,1	90,00	5685,69	0,1681	0,1681	0,1002	90,05	5685,73

Рис. 45 Рассчитанные значения для диффпары

Для обратного расчета, т.е. расчета волнового сопротивления под заданные геометрические параметры диффпары, можно ввести нужные значения в любом сочетании:

1. Введены значения W1, W2, S1;
2. Введено значение W1 (W2 дублирует значение W1);
3. Введены значения W1(W2 дублирует значение W1), S1;

Расчеты производятся автоматически на каждом этапе введения параметров.

Рассчитанные значения импеданса и задержки сигнала отобразятся в соответствующих колонках. Если рассчитанное значение Zdiff не попадает в разрешенное отклонение от заданного значения волнового сопротивления, система оповестит об ошибке. При наведении курсора мыши на ячейку всплывающая подсказка предоставляет информацию о величине точного отклонения импеданса, см. [Рис. 46](#).

	W1 ⓘ	W2 ⓘ	S1 ⓘ	Zdiff ⓘ	T... ⓘ
1	0,17	0,15	0,12	96,29	5695,13
2	0,1	0,1	0,0999	86,33	6756,68
3	0,1	0,1	0,15	! 105,48	6757,20
				17,196% - отклонение импеданса.	
	0,1174	0,1174	0,1002	90,02	6755,77
	0,089	0,089	0,0999	89,99	6756,48
	0,1681	0,1681	0,1002	90,05	5685,73

Рис. 46 Рассчитанные значения импеданса и задержки для диффпары

В этом случае требуется корректировка или значения заданного волнового сопротивления, или значений ширины проводников до и после подтравы и зазора между ними, или же подбор других материалов и изменение структуры платы во вкладке «Структура».

Для сохранения профиля импеданса и дальнейшего применения рассчитанных данных в правилах и при трассировке нажмите кнопку «ОК» внизу окна «Конфигуратор набора слоев и переходных отверстий».

3.5.3 Подбор материала и изменение структуры платы

Необходимость подбора материалов и изменения структуры печатной платы может возникнуть при заданных значениях волнового сопротивления и ширины проводников линии передачи.

1. Создайте профиль импеданса.
2. Установите значение целевого волнового сопротивления в области настроек в поле «Импеданс».
3. Ведите значения ширины проводника до и после подтравы (W1, W2) для одиночной линии передачи или значения ширины проводников (W1, W2) и зазора для дифференциальной пары (S1).
4. Расчет импеданса будет произведен автоматически.
5. Если рассчитанное значение импеданса (Z_0 или Z_{diff}) превышает разрешенное отклонение от заданного значения волнового сопротивления, система оповестит об ошибке, см. [Рис. 47](#).

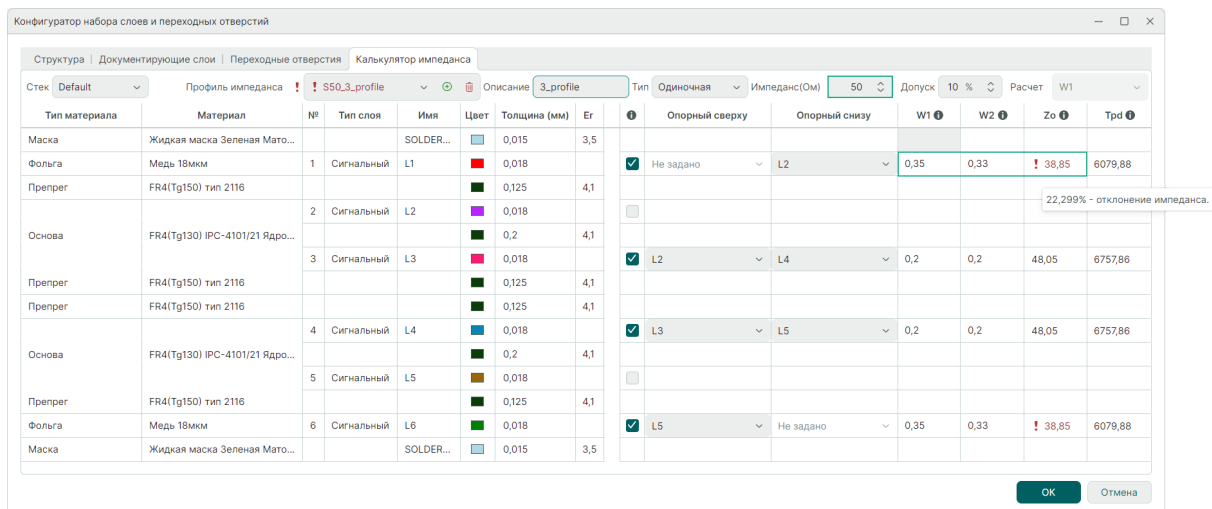


Рис. 47 Профиль импеданса с заданными значениями волнового сопротивления и ширины проводника

6. В области структуры печатной платы для редактирования доступны поля в колонках «Толщина» и «Er» (диэлектрическая проницаемость). С помощью ввода значений в данные поля можно осуществить подбор параметров подходящих материалов. Материалы и их параметры для использования в стеке печатной платы должны быть определены в стандартах системы, поэтому введенное значение будет отслежено, а пользователь предупрежден о несоответствии параметра материала, см. [Рис. 48](#).

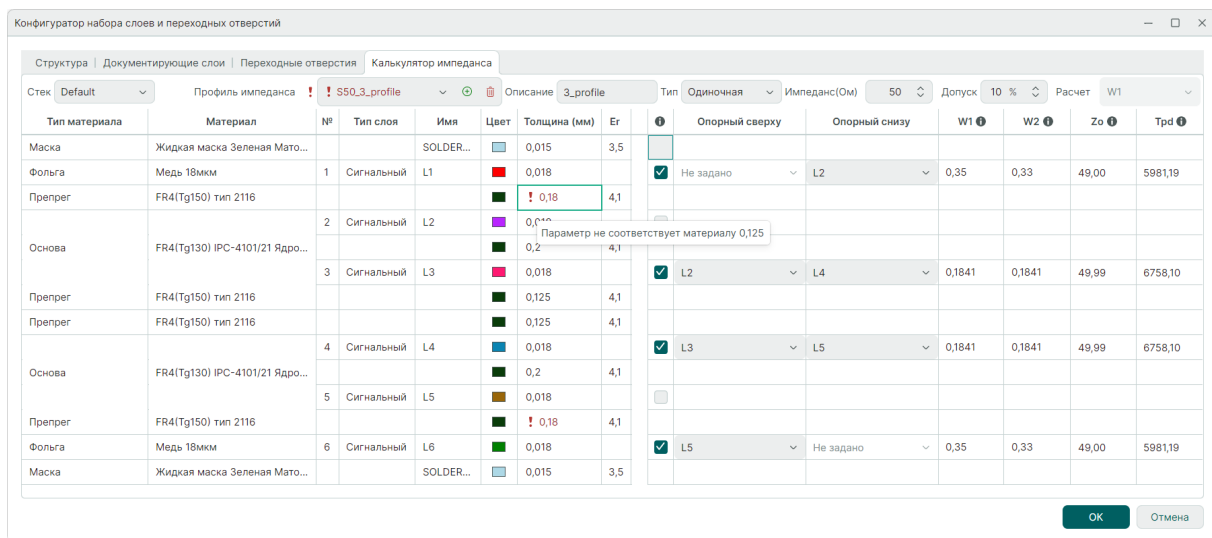


Рис. 48 Выбор толщины материала

7. Перейдите во вкладку «Структура» и выберите существующий материал с подходящими параметрами для обеспечения заданного волнового сопротивления и геометрических параметров проводников или измените стек печатной платы, см. [Рис. 49](#). Подробнее смотри раздел [Формирование структуры слоев платы](#).

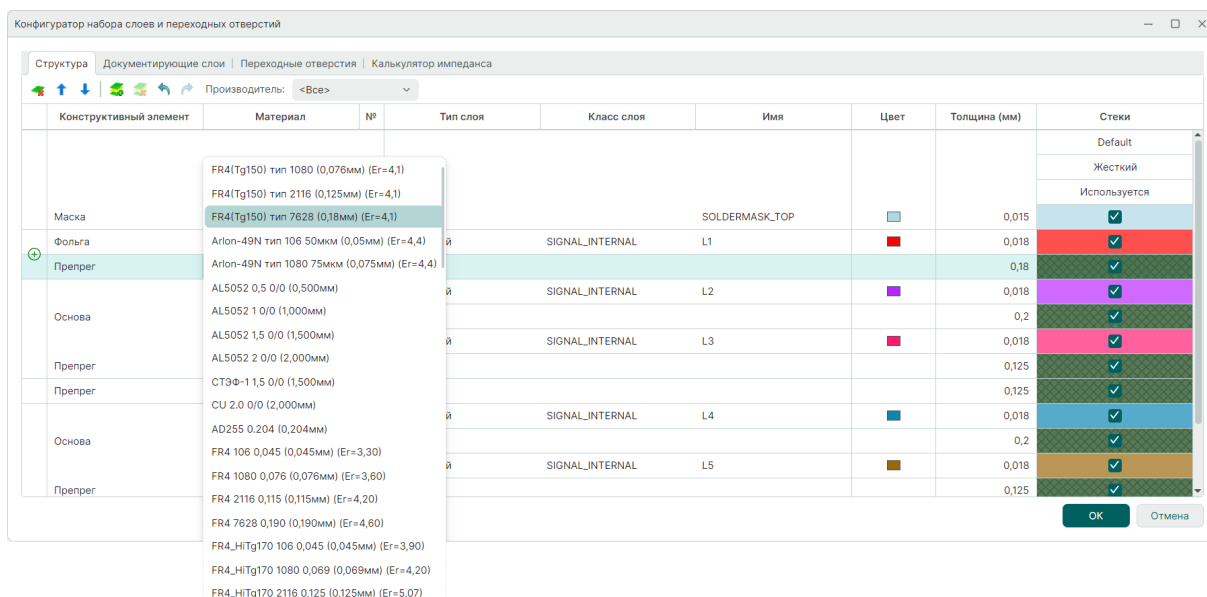


Рис. 49 Изменение материала в структуре платы

8. Вернитесь во вкладку «Калькулятор импеданса» для контроля рассчитанных параметров и сохранения профиля, см. [Рис. 50](#).

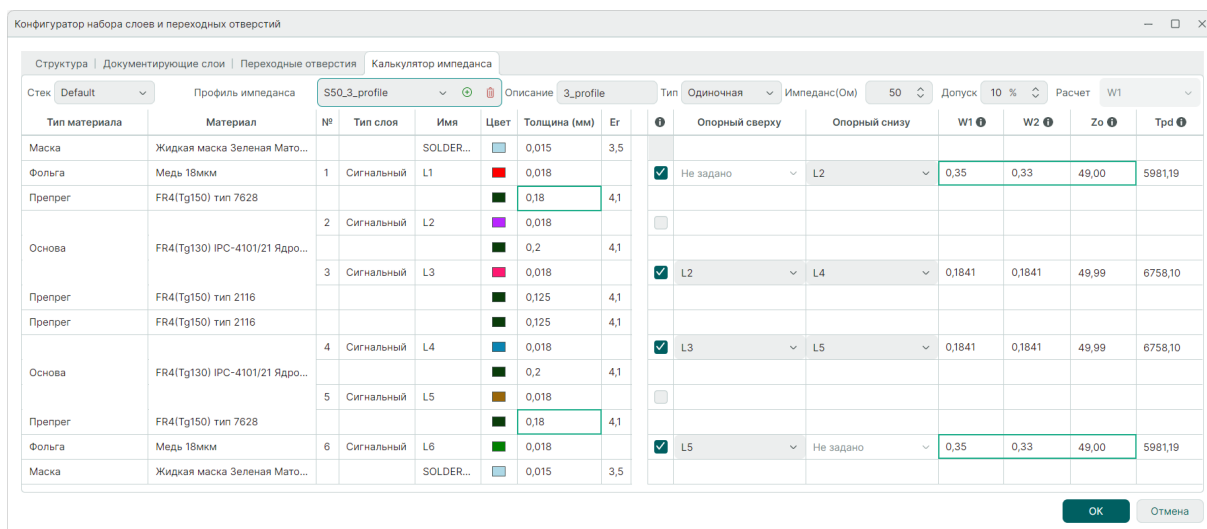


Рис. 50 Контроль рассчитанных параметров после изменения стека



Примечание! В случае отсутствия материалов с необходимыми параметрами следует добавить их в панели «Стандарты» → раздел «Материалы». Подробнее см. [Стандарты системы](#) раздел [Создание и удаление материалов](#).

3.5.4 Применение рассчитанных параметров в правилах

После проведения расчетов и сохранения профиля в «Калькуляторе импеданса» в правила проекта автоматически попадает информация о созданном профиле импедансов.

Откройте редактор правил двойным кликом мыши по узлу «Правила» или используйте команду контекстного меню «Открыть», см. [Рис. 51](#).

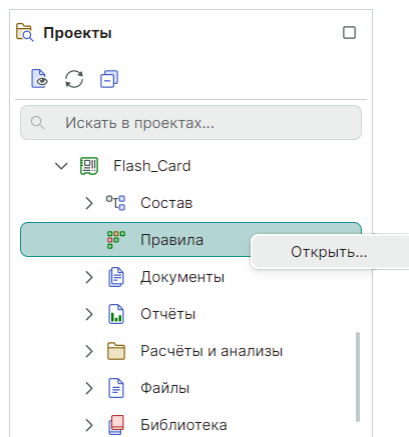


Рис. 51 Переход к правилам проекта

Командные строки располагаются выше всех остальных существующих правил и начинаются с обозначения «def». Командные строки содержат информацию о наименовании профиля, стеке печатной платы, слоях расположения и геометрических параметрах линии передачи, см. [Рис. 52](#).

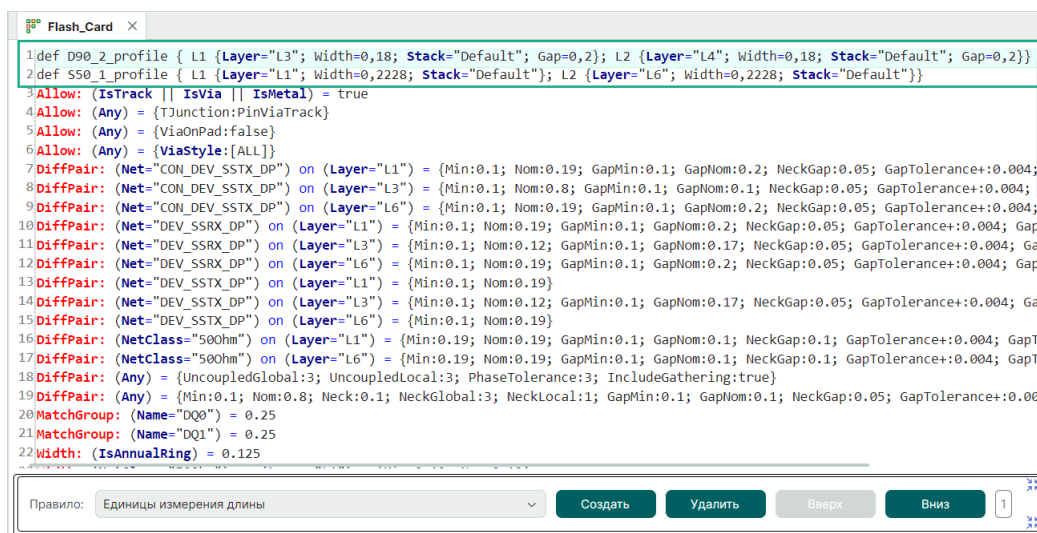


Рис. 52 Редактор правил проекта

На примере командных строк для одиночной линии передачи и дифференциальной пары ниже показаны данные, сформированные в «Калькуляторе импеданса».

Одиночная линия передачи: `def S50_1_profile { L1 {Layer="L1"; Width=0,2228; Stack="Default"}; L2 {Layer="L6"; Width=0,2228; Stack="Default"};}`, где:

S50_1_profile – название профиля импедансов;

Layer="L1"/Layer="L6" – слои расположения линии передачи, для которых применяется правило;

Stack="Default" – выбранный в профиле стек печатной платы;

Width=0,2228 – ширина проводника (мм).

Дифференциальная пара: def D90_2_profile { L1 {Layer="L3"; Width=0,18; Stack="Default"; Gap=0,2}; L2 {Layer="L4"; Width=0,18; Stack="Default"; Gap=0,2}}, где:

D90_2_profile – название профиля импедансов;

Layer="L3"/Layer="L4" – слои расположения диффпары, для которых применяется правило;

Stack="Default" – выбранный в профиле стек печатной платы;

Width=0,18 – ширина проводников (мм);

Gap=0,2 – зазор между проводниками диффпары (мм).

Подробнее о назначении правил цепям и классам цепей см. [Редактор правил](#) раздел [Формат описания применения профиля импеданса](#).

3.5.5 Применение рассчитанных параметров при трассировке

Применение рассчитанных параметров линий передачи при трассировке печатной платы происходит после:

1. Создания профиля импеданса и расчета геометрических параметров линии передачи;
2. Передачи в редактор правил командных строк (def);
3. Применения настроек профиля к конкретным цепям или классам цепей.

При трассировке проводников с контролируемым волновым сопротивлением система автоматически устанавливает ширину проводника для одиночных линий передачи и ширину проводников и зазор для дифференциальных пар.

Ниже представлены примеры применения рассчитанных параметров профиля импеданса при трассировке одиночной линии передачи ([Рис. 53](#)) и дифференциальной пары ([Рис. 54](#)).

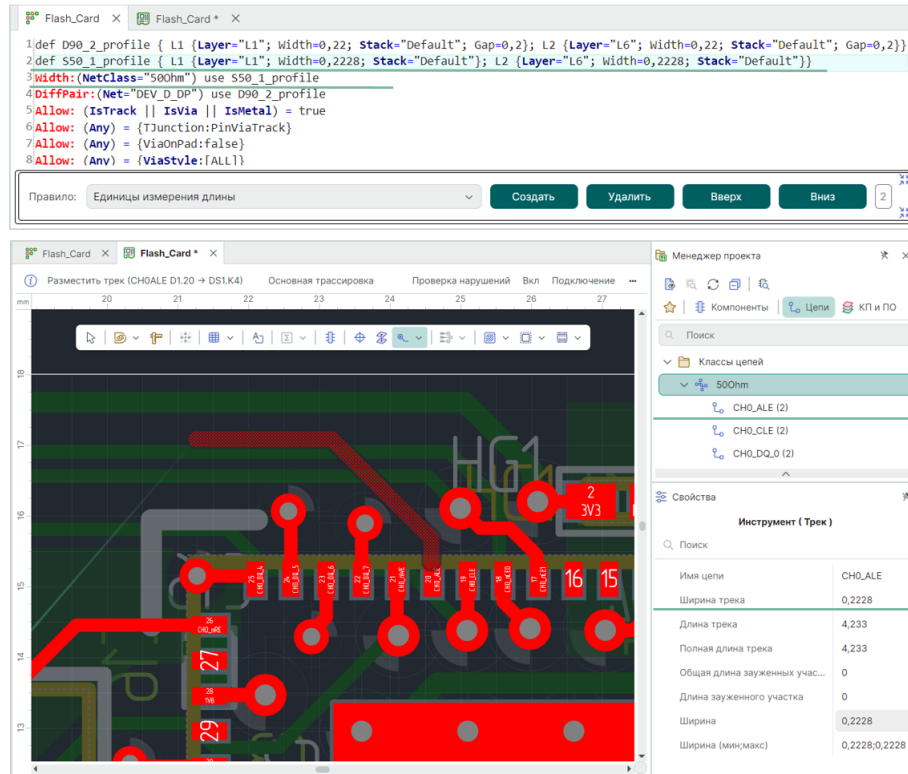


Рис. 53 Пример применения рассчитанных параметров к одиночной линии передачи в составе класса цепей

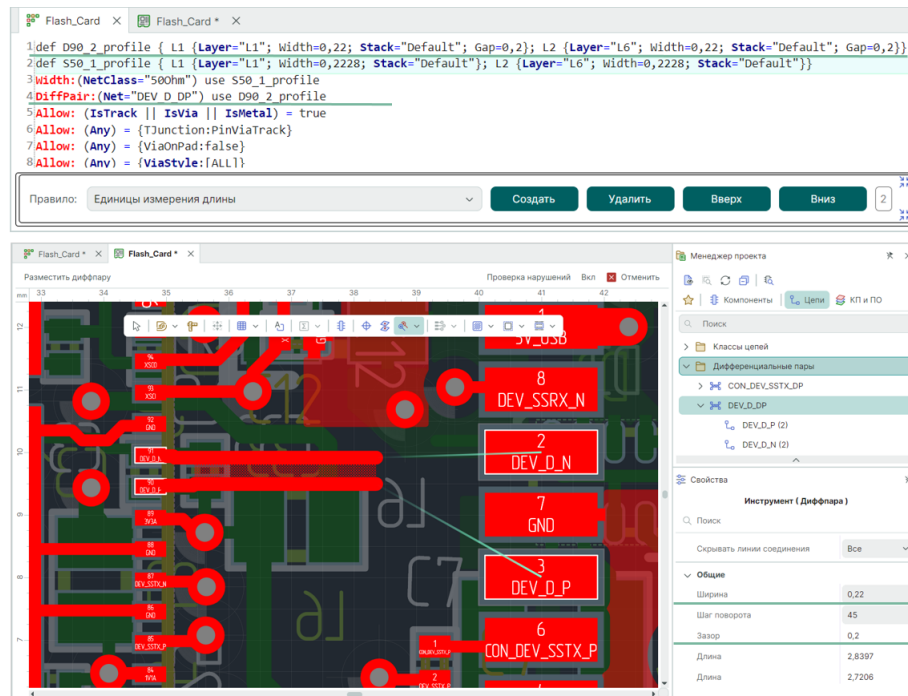


Рис. 53 Пример применения рассчитанных параметров к дифференциальной паре

3.5.6 Настройки калькулятора

Так как калькулятор импеданса реализован на основе системы моделирования целостности сигнала SimPCB, то его настройки – это фактически настройки параметров расчетов линий передачи всей системы SimPCB. Вызов настроек производится из главного меню «Файл» → «Настройки», см. [Рис. 55](#).

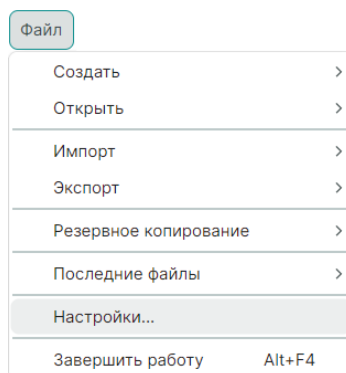


Рис. 55 Переход к настройкам системы

В окне «Панель управления» выберите раздел «SimPCB» → «Линия передачи». Здесь производится выбор единиц измерения и настройка допустимых значений параметров, см. [Рис. 56](#).

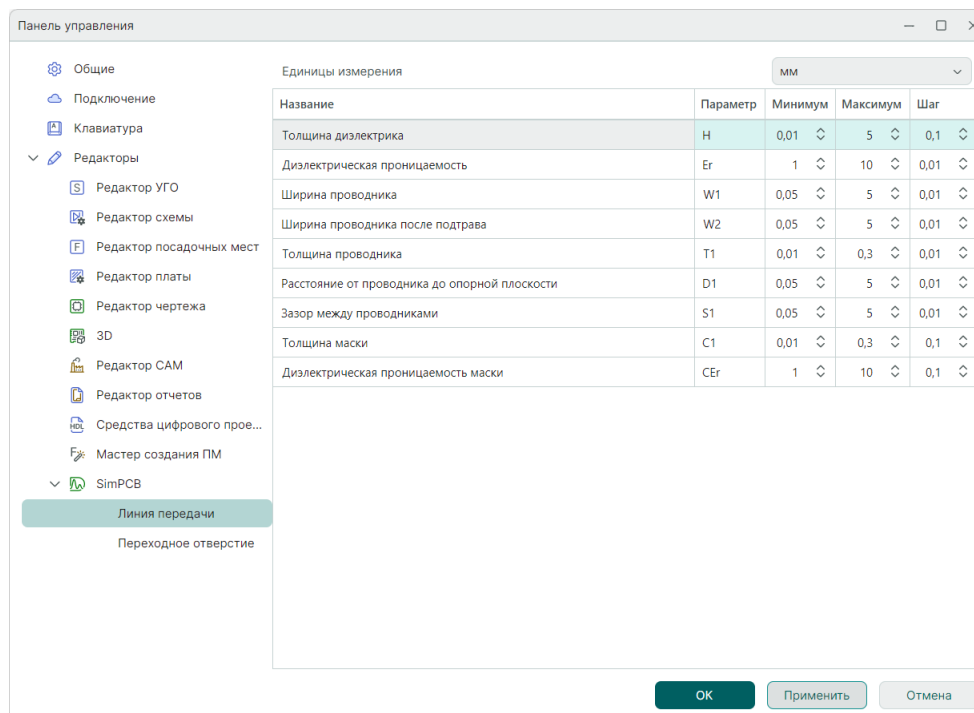


Рис. 56 Панель управления. Настройки модуля SimPCB

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

измерения относятся к модулю SimPCB и значениям параметров, т.е. все расчеты в калькуляторе импеданса будут представлены в миллиметрах.

В табличном виде представлены: список параметров, условные обозначения, минимальные и максимальные допустимые значения. Определение диапазона минимальных и максимальных значений параметров необходимо для ограничения объемов расчетов и обеспечения высокой скорости математических операций, см. [Рис. 57](#).

Название	Параметр	Минимум	Максимум	Шаг
Толщина диэлектрика	H	0,01	5	0,1
Диэлектрическая проницаемость	Er	1	10	0,01
Ширина проводника	W1	0,05	5	0,01
Ширина проводника после подтравы	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

Рис. 57 Список параметров линии передачи

Для колонок таблицы можно применить сортировку по возрастанию и убыванию, а также скрыть отображение нужной колонки, убрав флаг в чек-боксе в окне «Выбор колонки». Переход в окно «Выбор колонки» возможен с помощью команды контекстного меню «Показать выбор колонок», см. [Рис. 58](#).

Название	Параметр	Минимум	Максимум	Шаг
Толщина маски			0,3	0,1
Диэлектрическая проницаемость маски			10	0,1
Расстояние от проводника до опорной плоскости			5	0,01
Диэлектрическая проницаемость	Er	1	10	0,01
Толщина диэлектрика	H	0,01	5	0,1
Зазор между проводниками	S1	0,05	5	0,01
Толщина проводника	T1	0,01	0,3	0,01
Ширина проводника	W1	0,05	5	0,01
Ширина проводника после подтравы	W2	0,05	5	0,01

Рис. 58 Сортировка внутри колонок и выбор колонок

4 Редактор плат. Базовые возможности

4.1 Общие сведения о работе с платой

Работа с печатными платами осуществляется с помощью редактора печатных плат RightPCB™. Вызов редактора доступен из дерева проекта «Документы» → «Плата». Редактор вызывается с помощью пункта «Открыть...» контекстного меню или с после двойного нажатия левой кнопкой мыши по разделу «Плата», см. [Рис. 59](#).

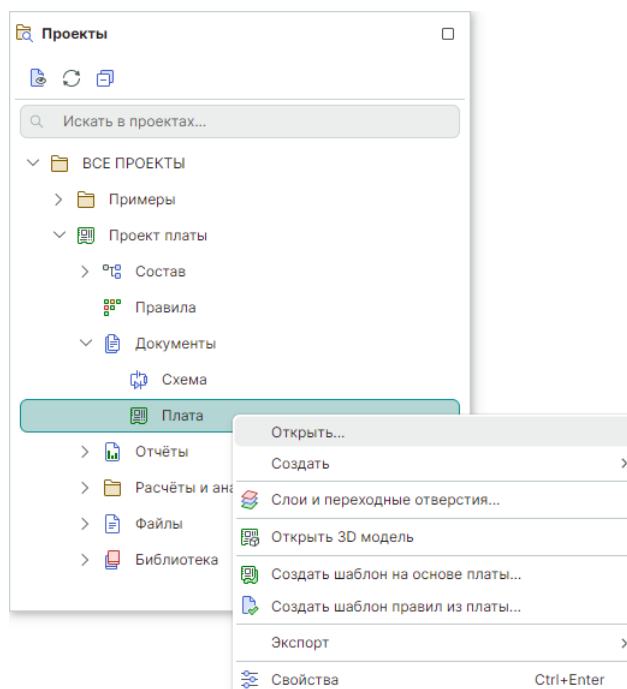


Рис. 59 Вызов редактора платы

Общий вид окна редактора показан на [Рис. 60](#).

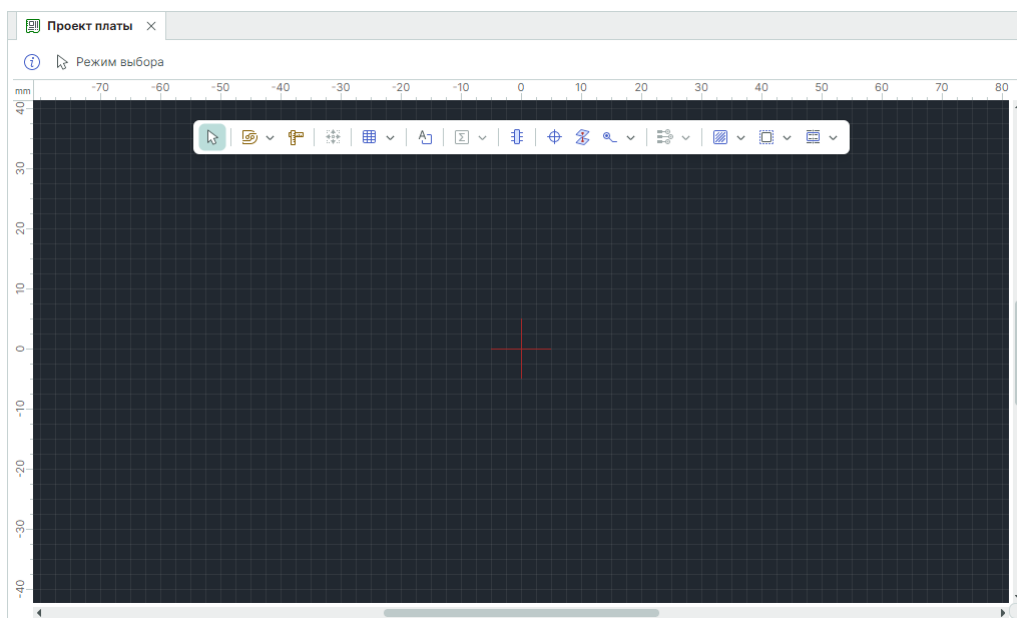


Рис. 60 Общий вид редактора печатных плат

По умолчанию в верхней части окна редактора отображается встроенная панель инструментов. Управление отображением этой панели осуществляется в «[Панели управления](#)».

Рабочее поле редактора связано с системой координат, начало координат отмечено перекрестием двух красных линий.

В рабочей области отображается графическая сетка, параметры которой задаются в панели «Стандарты» → «Сетки» → «Плата».

Текущий шаг сетки отображается в левом нижнем углу окна программы в строке состояния. Значение шага сетки можно выбрать из выпадающего списка «Сетка», см. [Рис. 61](#).

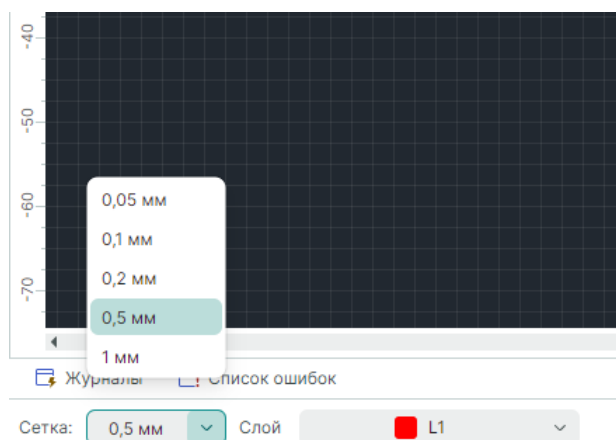


Рис. 61 Изменение сетки в редакторе платы



Примечание! Для изменения шага сетки можно воспользоваться горячей клавишей, по умолчанию назначена клавиша «G».

4.2 Создание вариантов платы

4.2.1 Копия варианта платы

Для создания копии варианта платы вызовите контекстное меню для платы в дереве проекта и выберите «Создать» → «Вариант», см. [Рис. 62](#).

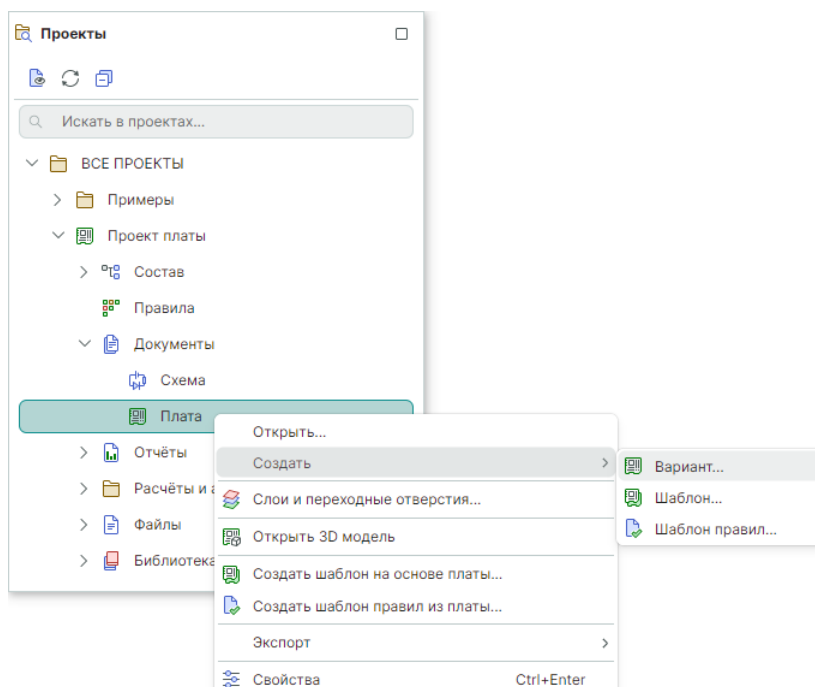


Рис. 62 Переход к созданию копии варианта платы

В отобразившемся окне введите имя для создаваемого варианта, в случае если необходимо сделать этот вариант платы основным, установите соответствующий флаг и нажмите «ОК», см. [Рис. 63](#).

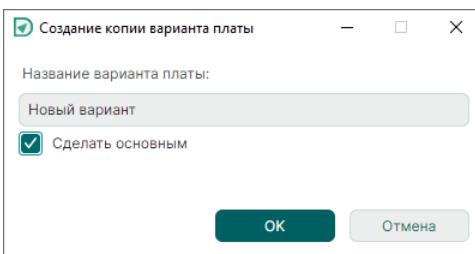


Рис. 63 Создание копии варианта платы

После завершения процедуры создания копии варианта платы, созданный вариант отобразится в дереве проекта, см. [Рис. 64](#).

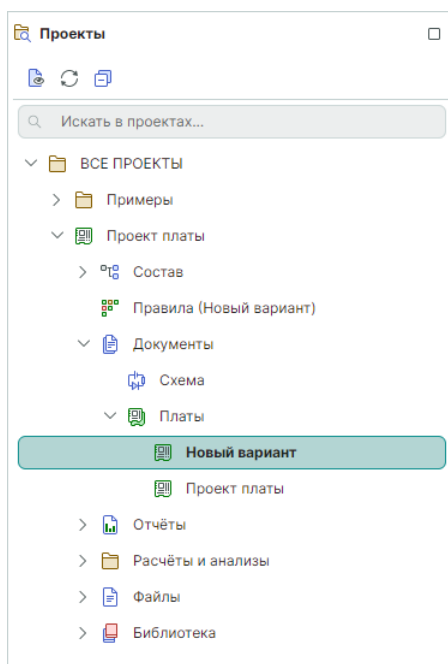


Рис. 64 Отображение созданного варианта платы



Примечание! Название основного варианта платы отображается жирным шрифтом в дереве проекта. Раздел «Правила» в дереве проекта содержит правила для основного варианта платы.

4.2.2 Новый вариант платы

В процессе редактирования платы может возникнуть необходимость сохранения текущего состояния платы, как альтернативного варианта к существующей версии платы. Для сохранения текущего состояния платы в новом варианте без сохранения изменений в редактируемой плате выберите из главного меню «Инструменты» → «Сохранить как новый вариант платы», см. [Рис. 65](#).

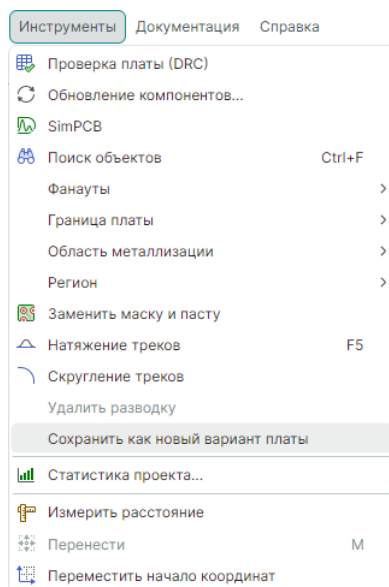


Рис. 65 Сохранение текущих изменений в новом варианте платы

В открывшемся окне впишите имя варианта состояния текущей платы, см. [Рис. 66](#).

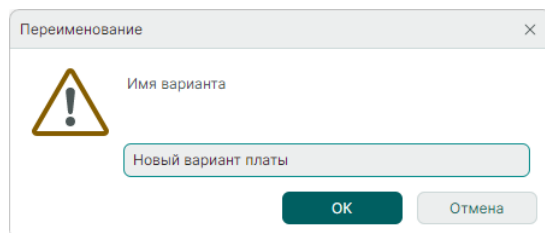


Рис. 66 Наименование нового варианта платы

В результате, после нажатия кнопки «ОК», в дереве проекта отобразится новый вариант платы, см. [Рис. 67](#).

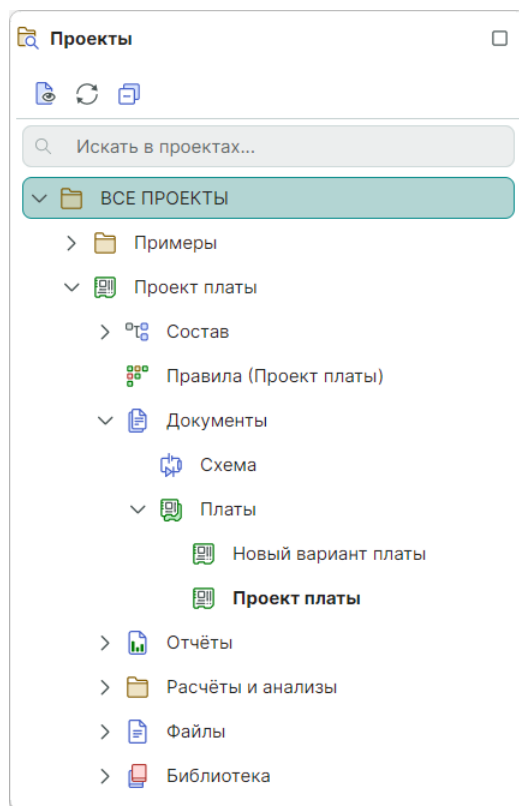


Рис. 67 Отображение созданного варианта текущего состояния платы

4.3 Перемещение начала координат

Для переноса начала координат:

1. Активируйте инструмент «Переместить начало координат», который обозначается символом  и расположен:
 - на панели инструментов «Рисование»;
 - в главном меню «Инструменты» → «Переместить начало координат»;
 - в контекстном меню «Инструменты» → «Переместить начало координат».
2. Переместите курсор в нужную точку, при этом вид курсора должен измениться, и нажмите левую кнопку мыши, см. [Рис. 68](#).

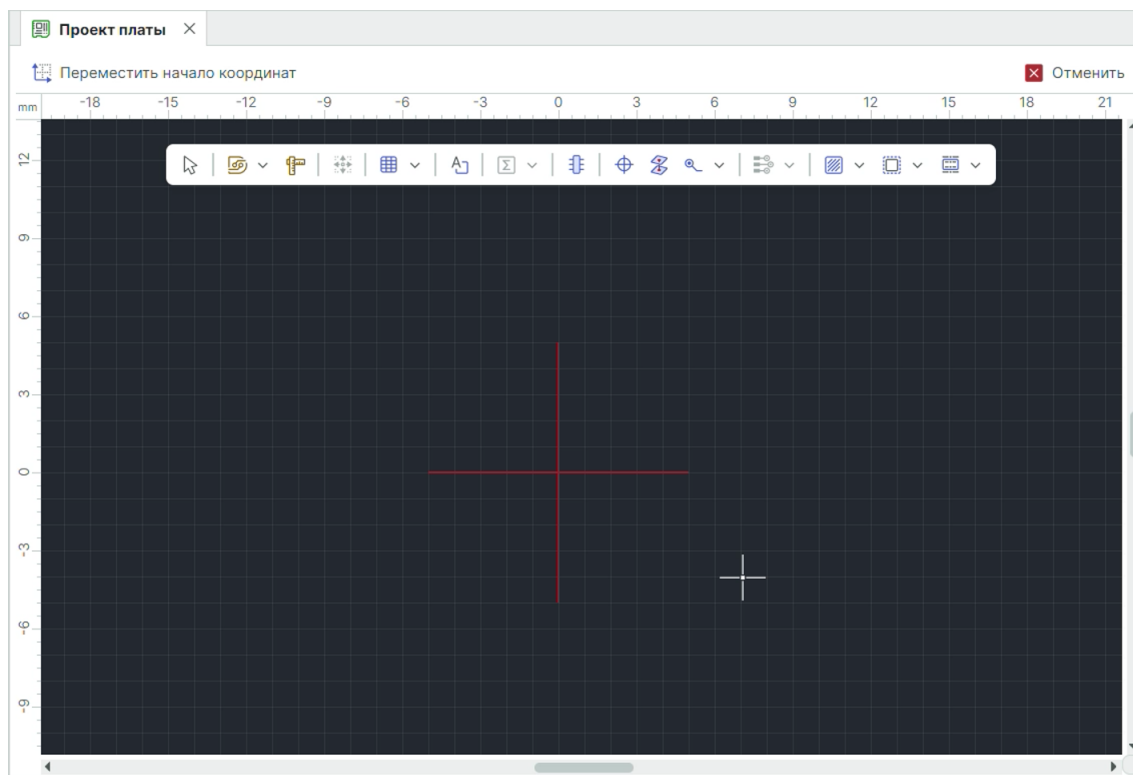


Рис. 68 Перемещение начала координат

4.4 Слои редактора печатных плат

4.4.1 Общие сведения о слоях редактора плат

Информация о печатной плате отображается в редакторе на различных слоях, которые можно разделить на две категории:

1. Физические слои печатной платы – это слои, на которых отображаются конструктивные элементы: контур платы, элементы проводящего рисунка, шелкография и т.д.
2. Логические слои – это слои, которые служат для отображения сопутствующей проектной информации, отсутствующей в явном виде на реальном изделии. К данному типу информации относятся регионы изменения правил, границы посадочных мест, области запрета размещения компонентов, дополнительные документирующие данные и т.д.

Описание полного списка слоев печатной платы, используемых в системе Delta Design, приведено в [Приложение А](#).

4.4.2 Настройка отображения слоев

Редактор печатных плат позволяет выстроить работу с группами слоев так, что информация по выбранным слоям будет отображаться в текущий момент, в то время как информация по другим слоям будет скрыта.

Группы слоев формируются для каждого проекта в индивидуальном порядке в [конфигураторе набора слоев и переходных отверстий](#). Отображение слоев настраивается с помощью функциональной панели «Слои», см. [Рис. 69](#).

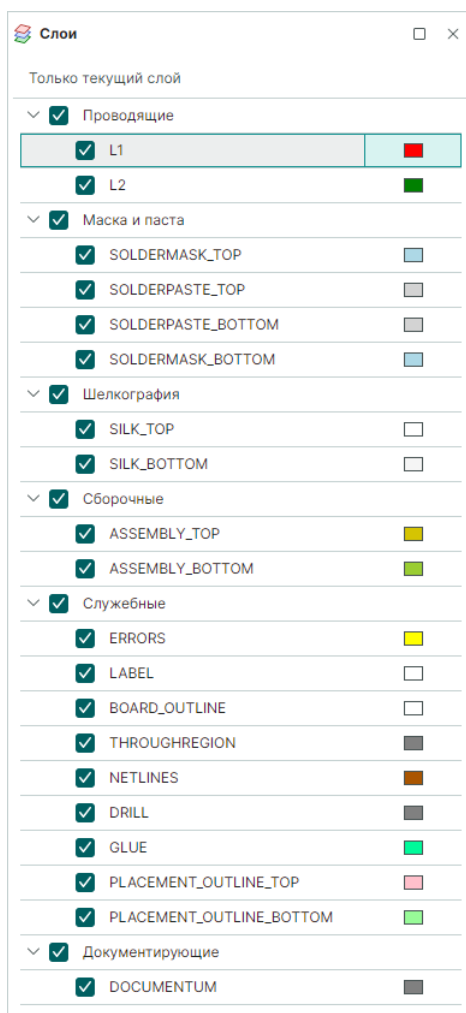


Рис. 69 Функциональная панель «Слои»

Включение и отключение слоев в панели «Слои» управляет отображением слоев в графическом редакторе платы.

Для включения всей группы в список отображаемых слоев поставить флаг в чек-бокс, расположенном слева от названия группы, см. [Рис. 70](#).

Чтобы включить в список отображаемых слоев отдельный слой, необходимо раскрыть группу и поставить флаг в чек-боксе, расположенном слева от названия слоя. При этом название группы будет отмечено символом , указывающим, что отображается только часть слоев группы.

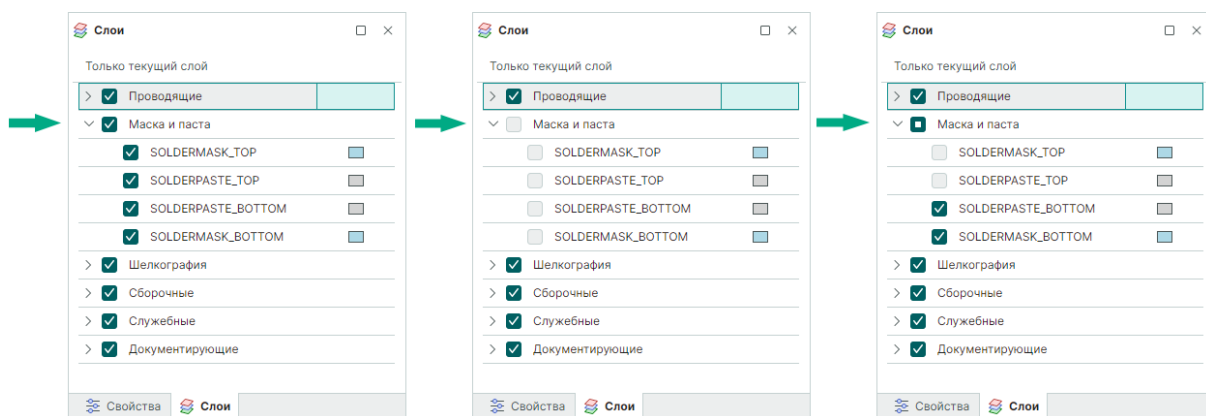


Рис. 70 Формирование списка отображаемых слоев

Все отображаемые слои текущей платы являются активными слоями. Слой, на котором осуществляется работа в данный момент, называется текущим слоем.

В правой части панели «Слои» показаны цвета, которыми в редакторе отображаются объекты, расположенные на этом слое. Цвета для слоев назначаются с помощью цветовых схем, настройка которых осуществляется в «Стандарты» → «Шаблоны слоев платы» или в [конфигураторе набора слоев и переходных отверстий](#).

4.4.3 Переключение слоев

Слой, на котором осуществляется работа в данный момент, называется текущим слоем.

При выключенном флаге в чек-боксе «Слои» → «Только текущий слой» конструктивные элементы текущего слоя отображаются совместно с другими активными слоями. При этом цвет объектов текущего слоя становится ярче по сравнению с приглушенными цветами объектов других слоев.

При включенном флаге в чек-боксе «Слои» → «Только текущий слой» отображаются только конструктивные элементы текущего слоя.

Текущий слой выбирается из перечня отображаемых активных слоев с помощью выпадающего списка, который расположен в строке состояния, см. [Рис. 71](#). В этом списке только те слои, которые выбраны для отображения в панели «Слои».

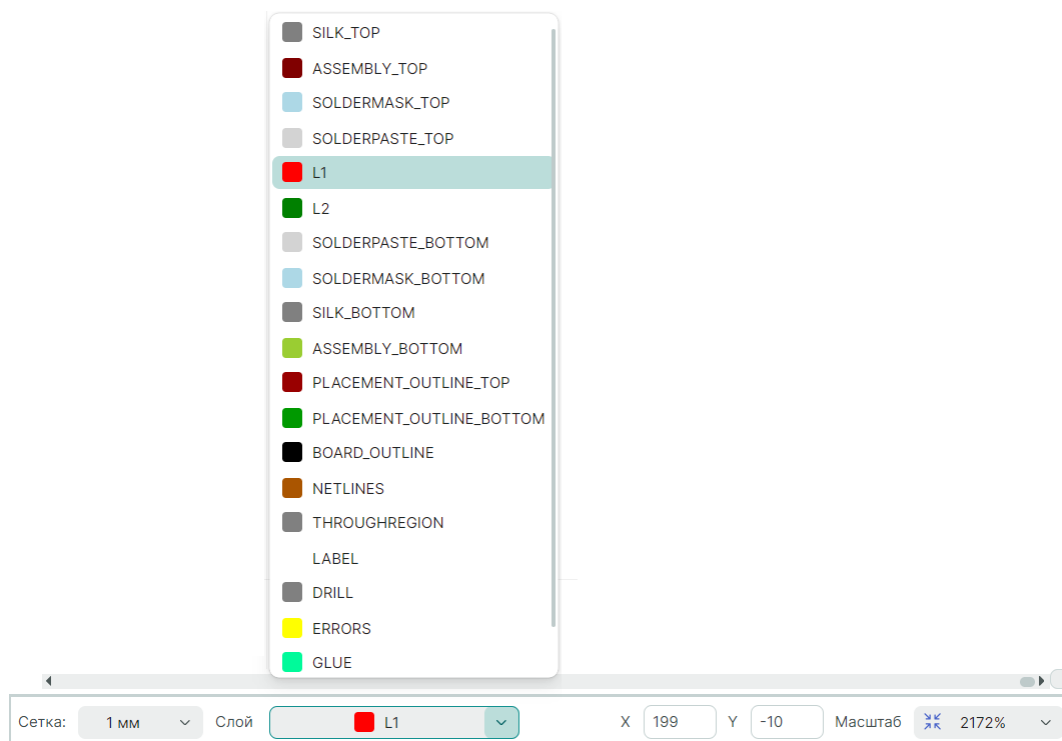


Рис. 71 Выбор текущего слоя из списка активных слоев

Переключение между активными слоями осуществляется с помощью контекстного меню в редакторе платы, см. [Рис. 72](#).

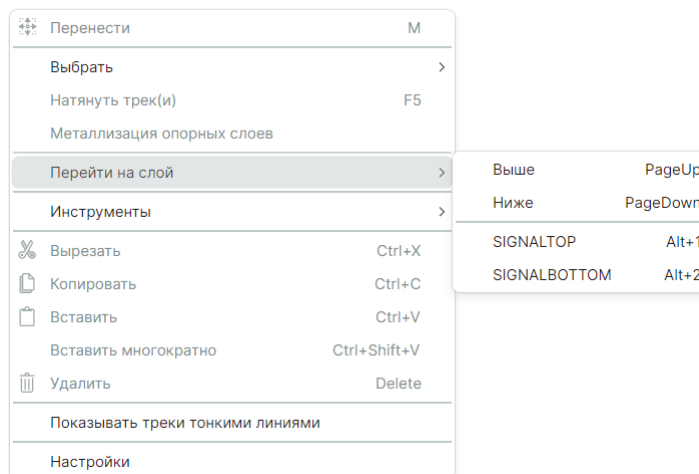


Рис. 72 Переход на слой

При использовании операций переключения «Выше» или «Ниже» слои будут переключаться последовательно согласно физическому расположению их на печатной плате.

4.5 Импорт DXF

Объекты на плату могут быть импортированы из файлов формата .DXF на следующие слои:

- Слой шелкографии (SILK_TOP/SILK_BOTTOM);
- Слой границы платы (BOARD_OUTLINE);
- Сборочные слои для отображения графической информации, используемой при оформлении сборочных чертежей (ASSEMBLY_TOP/ASSEMBLY_BOTTOM);
- Документирующий слой (DOCUMENTUM).

Вызов мастера импорта .DXF при активном слое из списка разрешенных производится любым из представленных способов:

1. Воспользуйтесь механизмом «drag-and-drop» и перетащите файл DXF из локального месторасположения в рабочую область редактора плат;
2. Используйте раздел главного меню «Файл» → «Импорт» → «DXF», см. [Рис. 73](#).

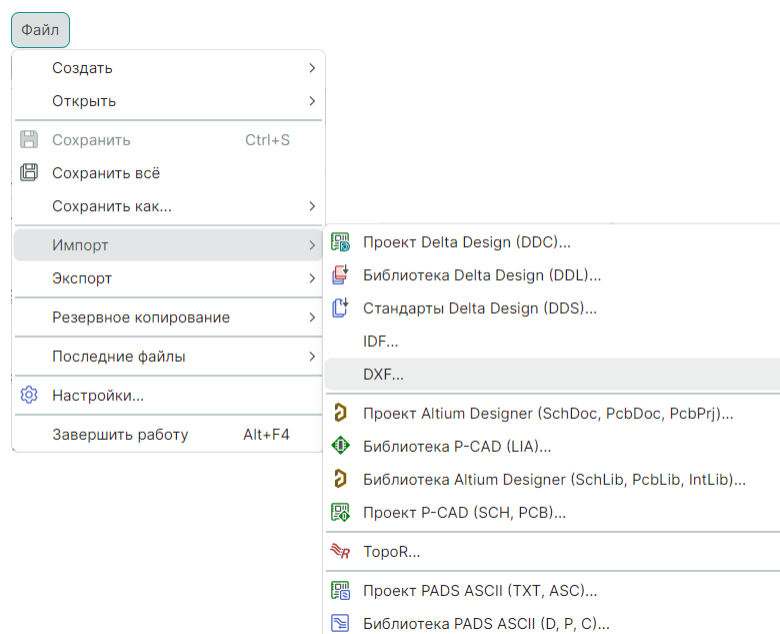


Рис. 73 Вызов импорта из главного меню

3. Воспользуйтесь пунктом «Импорт из DXF...» в контекстном меню, см. [Рис. 74](#).

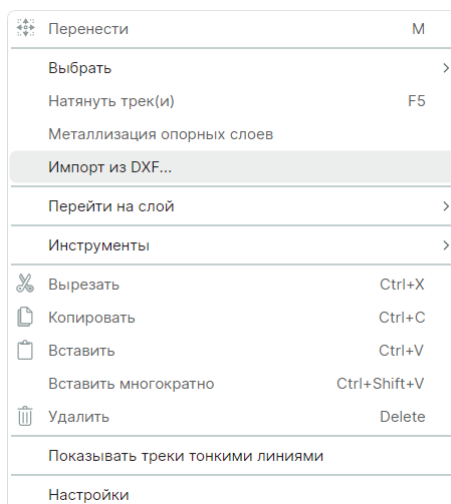


Рис. 74 Вызов импорта из контекстного меню

В рабочей области отобразится окно мастера импорта, следуйте шагам мастера:

1. Нажмите кнопку «Далее» в стартовом окне, см. [Рис. 75](#).

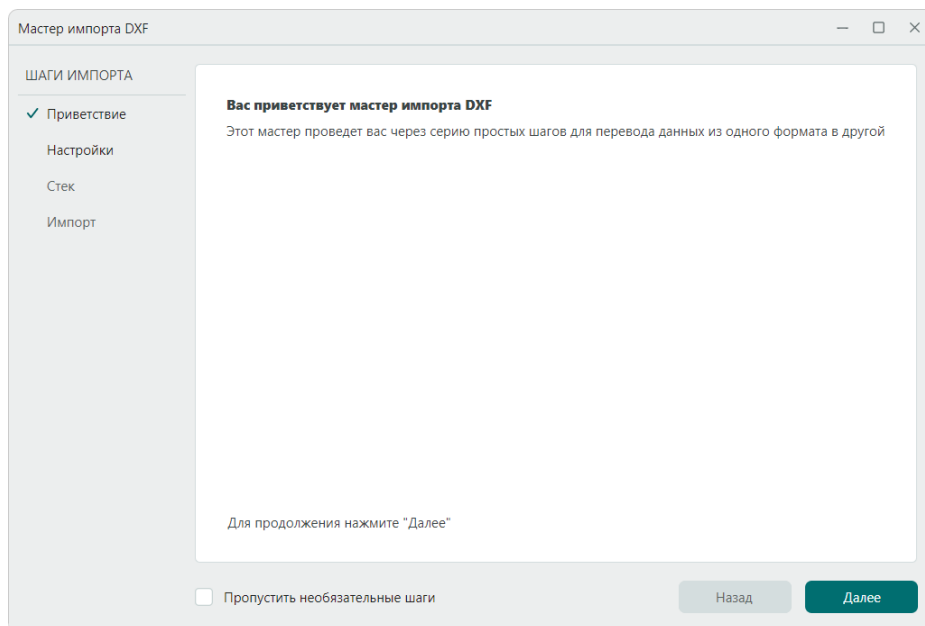


Рис. 75 Стартовое окно мастера импорта .dxf



Примечание! При использовании механизма «drag-and-drop» будет пропущено стартовое окно мастера импорта .dxf, путь к файлу в поле «Источник» будет определен автоматически.

2. Перейдите к выбору файла для импорта с помощью символа  в поле «Источник», см. [Рис. 76](#).

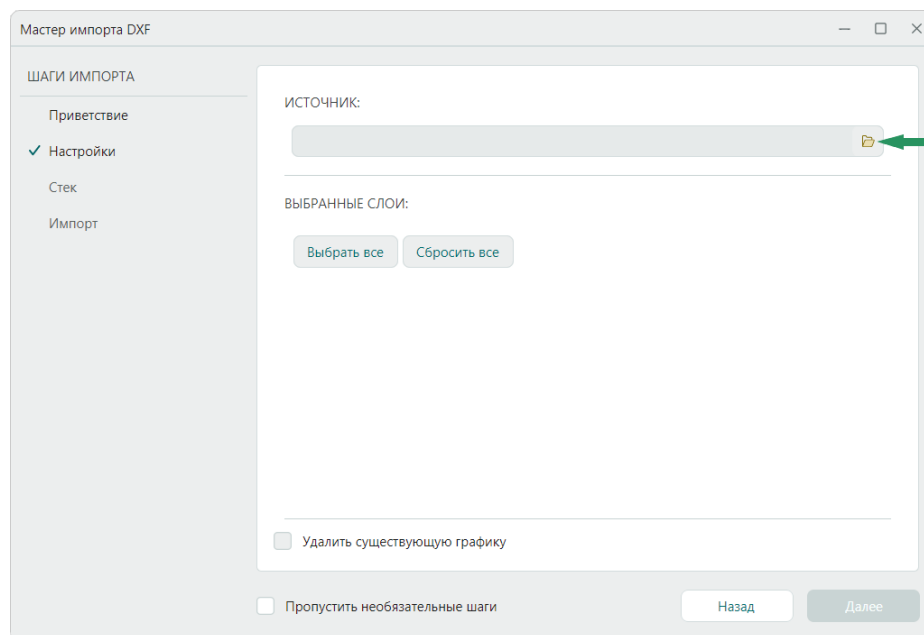


Рис. 76 Выбор файла для импорта .dxf

3. Выберите и откройте нужный файл в формате .dxf через окно проводника, см. [Рис. 77](#).

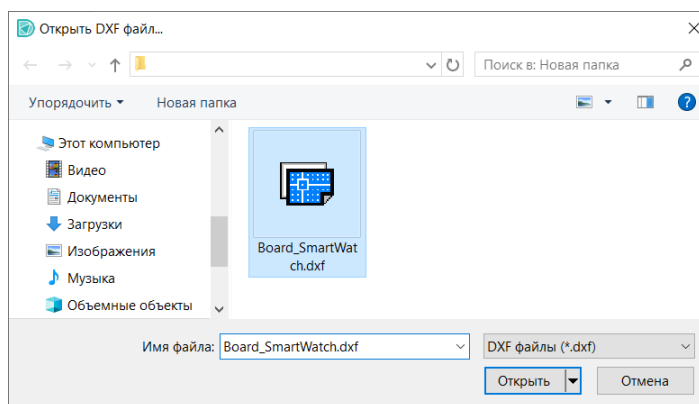


Рис. 77 Окно выбора файла для импорта .dxf



Примечание! Поддерживается импорт DXF в формате Autocad 2000 и выше.

4. В разделе «Выбранные слои» представлен список слоев .dxf файла, доступных для импорта. Выберите необходимые с помощью установки флагов, см. [Рис. 78](#).

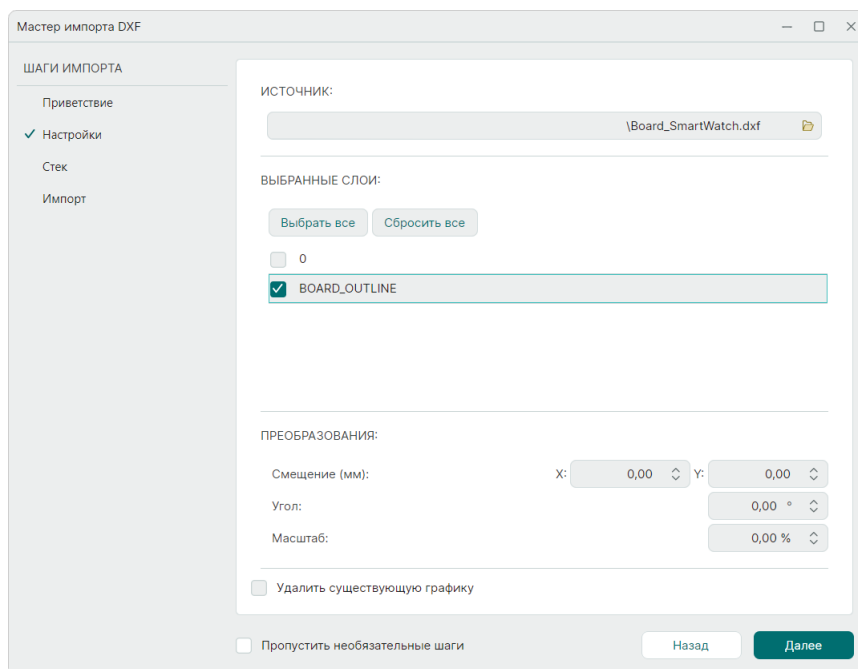


Рис. 78 Выбор слоев для импорта

5. При необходимости внесения изменений в импортируемые объекты установите соответствующие параметры в разделе «Преобразования» и нажмите «Далее», см. [Рис. 79](#).

Доступные настройки в разделе «Преобразования»:

- Смещение (мм) - изменение расположения объектов на плате по оси X и Y относительно начала координат на указанную величину;
- Угол - угол поворота графического объекта;
- Масштаб - изменение масштаба импортируемого объекта.

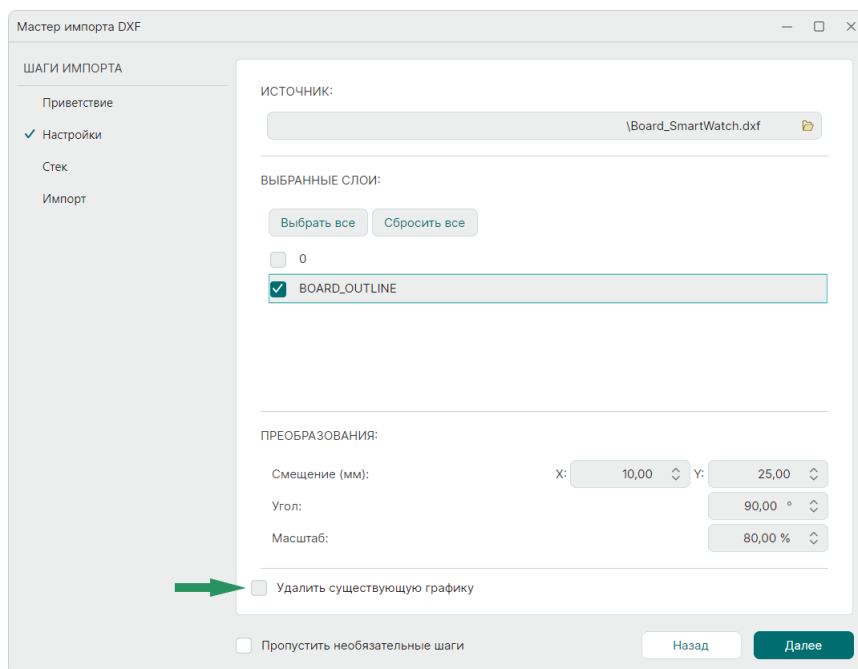


Рис. 79 Преобразование графических объектов



Примечание! Для удаления существующих графических объектов на плате в активном слое установите флаг в поле «Удалить существующую графику».

- Шаг мастера импорта DXF «Стек» доступен для работы при импорте границ платы на слой BOARD_OUTLINE в проект с несколькими стеками. В случае если печатная плата имеет один стек или импорт производится на другие слои, данный шаг исключается, см. [Рис. 80](#).

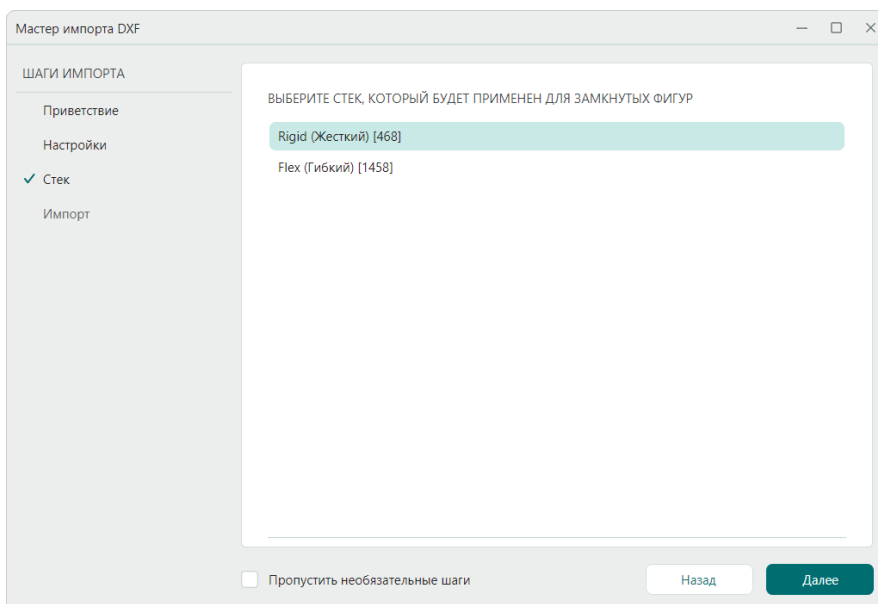


Рис. 80 Шаг мастера импорта «Стек»

7. Для запуска процесса импорта нажмите кнопку «Импортировать», см. [Рис. 81](#).

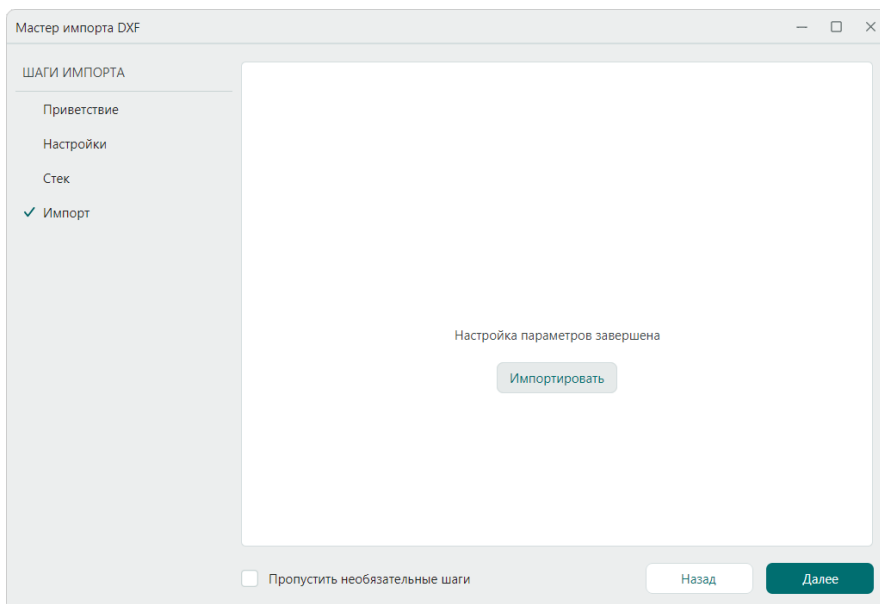


Рис. 81 Запуск импорта

После завершения процесса импорта в окне мастера будет представлено сообщение с информацией о количестве импортированных объектов, а также возможные предупреждения и ошибки, см. [Рис. 82](#).

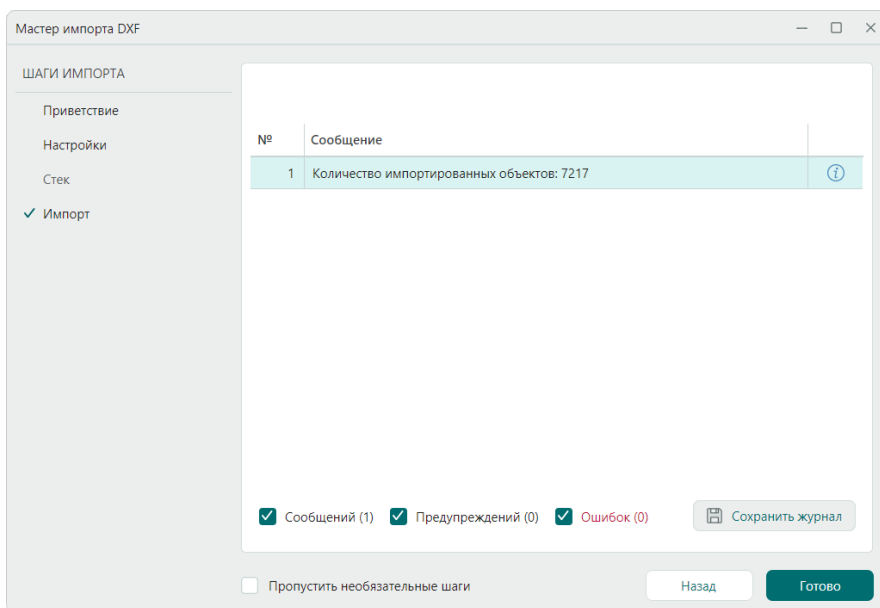


Рис. 82 Заключительное окно мастера импорта

Существует возможность сохранить и просмотреть журнал импорта в виде текстового файла. Для сохранения файла используйте кнопку «Сохранить журнал», укажите место для сохранения и наименование файла в окне проводника. Для завершения работы мастера импорта нажмите кнопку «Готово».



Совет! Для объединения множества импортированных объектов используйте инструмент «Группировать». Инструмент доступен на панели «Графика» или в контекстном меню «Графика» → «Группировать», см. [Рис. 83](#).

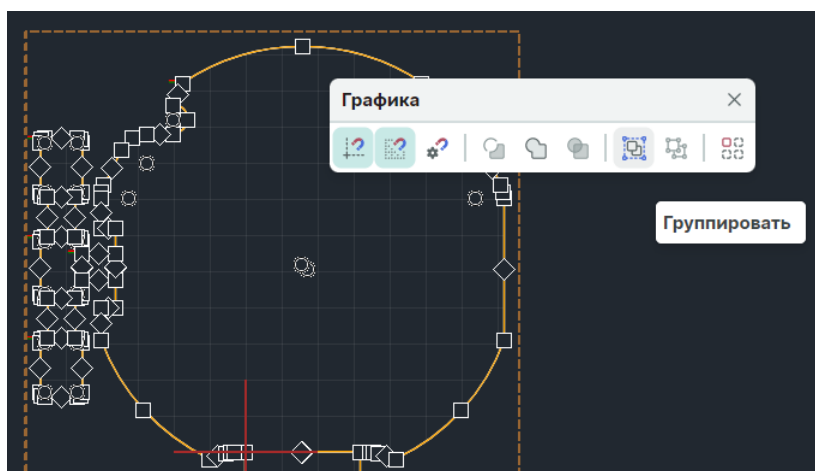


Рис. 83 Вызов инструмента «Группировать»

4.6 Объекты на плате

Объекты печатной платы размещаются на различных слоях, при этом в ряде случаев имеется однозначная связь между типом слоя и объектами, которые могут быть расположены на слое данного типа.

При выборе того или иного слоя открывается доступ к набору инструментов, предназначенному для работы с объектами, размещаемыми на данном слое.



Пример! На слоях шелкографии доступны инструменты размещения графических объектов, при этом эти же инструменты могут быть недоступны, если текущий слой проводящий.

Для работы с определенным типом объектов необходимо [активировать слой](#), на котором эти объекты располагаются. Полный список слоев, используемых в системе Delta Design, приводится в [Приложение А](#).

Функциональная панель «Свойства» в редакторе печатных плат

При выделении объекта в редакторе платы в панели «Свойства» отображаются доступные свойства данного объекта. Все характеристики и свойства объединены в разделы, в заголовке отображается название текущего объекта, см. [Рис. 84](#).

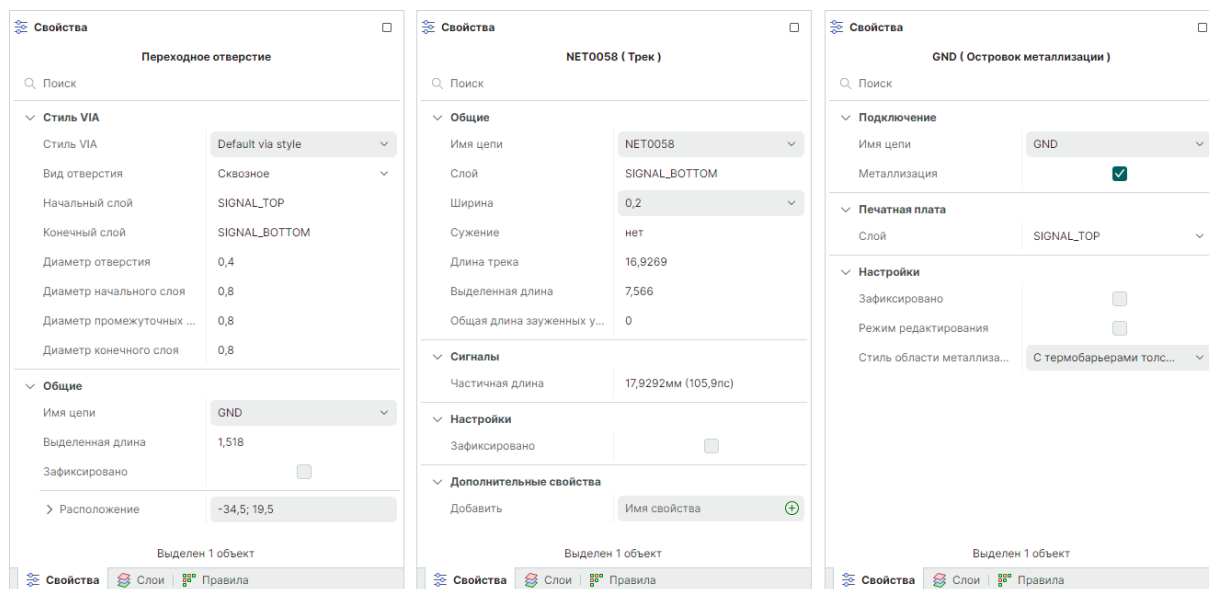


Рис. 84 Функциональная панель «Свойства»

В разделе «Дополнительные свойства» для некоторых объектов доступно добавление нового дополнительного описания.

Функциональная панель «Свойства» → «Фильтр (Режим выбора)»

Для выбора определенных объектов используют инструмент «Фильтр (Режим выбора)».

В редакторе платы данный инструмент работает точно так же, как и в других частях программы. При нажатии левой кнопкой мыши на свободном от объектов участке пространства рабочей области в панели «Свойства» отображается список типов объектов, с которыми взаимодействует инструмент, см. [Рис. 85](#).

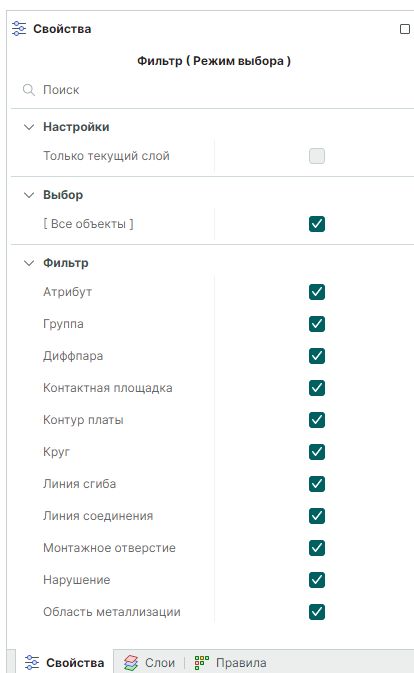


Рис. 85 Типы объектов для выбора

Инструмент работает только с теми типами объектов, которые отмечены флагами. Таким образом можно указать необходимые типы объектов, которые будут выбираться при помощи инструмента. Объекты, не отмеченные флагом, не будут доступны.

При выключенном флаге в чек-боксе «Свойства» → «Настройки» → «Только текущий слой» инструмент «Фильтр (Режим выбора)» взаимодействует со всеми объектами, расположенными на всех слоях.

При включенном флаге в чек-боксе «Свойства» → «Настройки» → «Только текущий слой» инструмент «Фильтр (Режим выбора)» взаимодействует с объектами, расположенными только на текущем слое.

Если под курсором находятся разные объекты, например, посадочное место целиком и отдельная контактная площадка, то при многократном нажатии левой кнопки мыши данные объекты будут последовательно переключаться. Первое нажатие будет выделять посадочное место, а последующее – входящую в его состав контактную площадку, см. [Рис. 86](#).

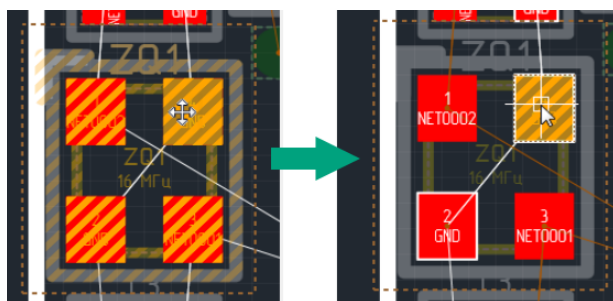


Рис. 86 Последовательное переключение между объектами для их выбора

Когда курсор наводится на объект, редактор подсвечивает именно то, что будет выбрано при первом нажатии левой кнопкой мыши. При наведении курсора мыши на трек, подсвечивается весь трек, однако, при нажатии левой кнопки мыши будет выбран лишь сегмент трека. Для выделения всего трека нажмите на клавиатуре клавишу «Space».

Для выбора группы объектов необходимо при нажатой клавише «Ctrl» последовательно выбрать требуемые объекты, наводя на них курсор, и нажимая левую кнопку мыши. Аналогичным способом отменяется выбор объекта из группы объектов.

Работа инструмента «Фильтр» (Режим выбора) вариативна – выбор объектов зависит от направления движения мыши при создании области выбора. При создании области выбора, двигая курсор слева направо, выбираются только те объекты, которые полностью попали в область. Объекты, частично попавшие в область выбора, игнорируются. Данная область выделения отображается желтым цветом, см. левую часть [Рис. 87](#). При создании области выбора, двигая курсор справа налево, выбираются все объекты, которые находятся в области, даже если они расположены в ней частично. Данная область выделения отображается зеленым цветом, см. правую часть [Рис. 87](#).



Рис. 86 Вариативность инструмента «Выбрать» от направления движения курсора при создании области выбора

4.7 Поиск похожих объектов на текущей плате

Для вызова функции поиска похожего объекта необходимо выделить объект на печатной плате.

В контекстном меню выбрать «Найти похожие», см. [Рис. 88](#).

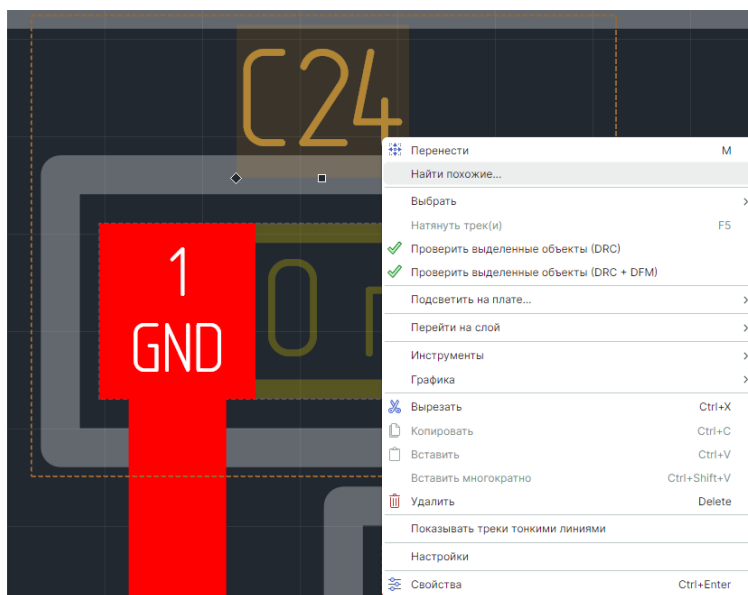


Рис. 88 Поиск похожего объекта

В диалоговом окне «Поиск похожих объектов» в поле «Тип объекта» отобразится тип выбранного объекта, см. [Рис. 89](#).

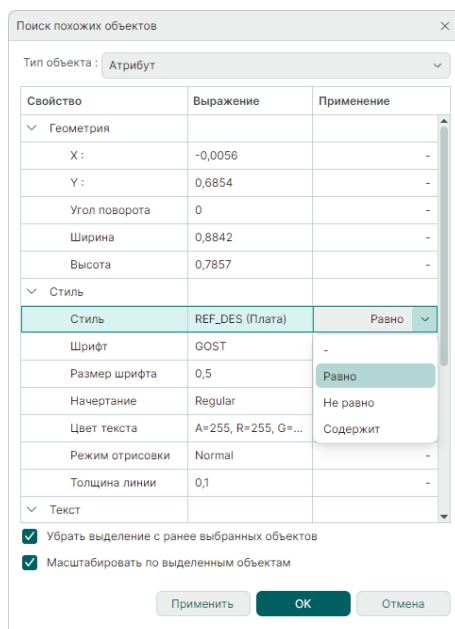


Рис. 89 Окно «Поиск похожих объектов»

В столбце «Свойство» отображаются все доступные свойства выделенного объекта.

В столбце «Выражение» отображаются значения для поиска похожих объектов с возможностью редактирования предустановленных по умолчанию значений свойств выделенного объекта.

В столбце «Применение» отображаются критерии отбора:

- «-» – поиск объектов с любым значением выбранного свойства.
- «Равно» – поиск объектов с равнозначным значением в выбранном свойстве.
- «Не равно» – поиск объектов с неравнозначным значением в выбранном свойстве.
- «Содержит» – поиск объекта, содержащего выделенное значение свойства первичного объекта в значении свойства найденного объекта.

В окне доступны следующие настройки:

- «Убрать выделение с ранее выбранных объектов» – перед поиском сбрасывает текущее выделение на плате.
- «Масштабировать по выделенным объектам» – масштабирует видимую область редактора по найденным объектам.

При нажатии «Применить» осуществляется поиск объектов с учетом выбранных настроек, диалоговое окно «Поиск похожих объектов» не закрывается.

При нажатии «ОК» осуществляется поиск объектов с учетом выбранных настроек, диалоговое окно «Поиск похожих объектов» закрывается.

При нажатии «Отмена» все изменения не сохраняются, диалоговое окно «Поиск похожих объектов» закрывается.

В результате выполнения функции поиска похожего объекта на текущей плате выделяются цветом все объекты, удовлетворяющие условиям поиска.

4.8 Фиксация объектов

В ряде случаев необходимо запретить редактирование какого-либо объекта, чтобы ни одно действие или выполнение какой-либо команды не изменяло форму, положение или состояние объекта. Для этого используется фиксация объекта, которая запрещает редактирование объекта. Для того чтобы запретить редактирование объекта, необходимо выбрать нужный объект и в панели «Свойства» установить флаг в пункте «Зафиксировано», см. [Рис. 90](#).

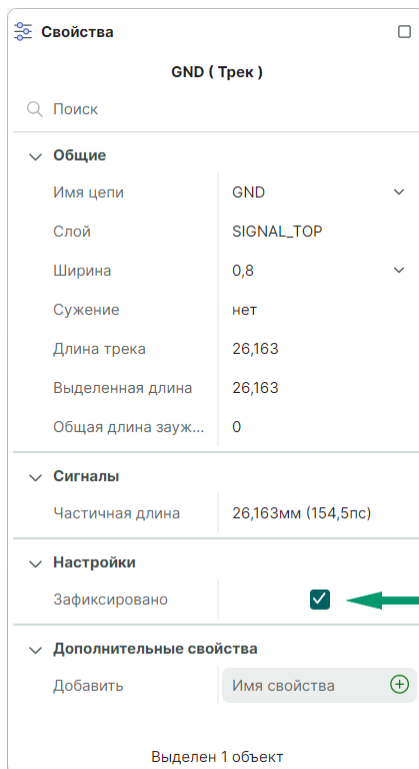


Рис. 90 Фиксация объекта

В дальнейшем, чтобы разрешить редактирование зафиксированного объекта, для него необходимо будет снять флаг «Зафиксировано» в панели «Свойства».



Примечание! Функции фиксации и снятия фиксации объекта доступны через контекстное меню или через «горячую клавишу», настроенную в панели управления в разделе «Панель управления» → «Клавиатура» → «Редактор печатных плат» → «Зафиксировать».

В случае повторной трассировки, если допускается изменение геометрии выделенного трека, но запрещается изменение общей топологии этого трека, то в панели «Свойства» установить флаг в пункте «Гибкая фиксация цепи», см. [Рис. 91](#).

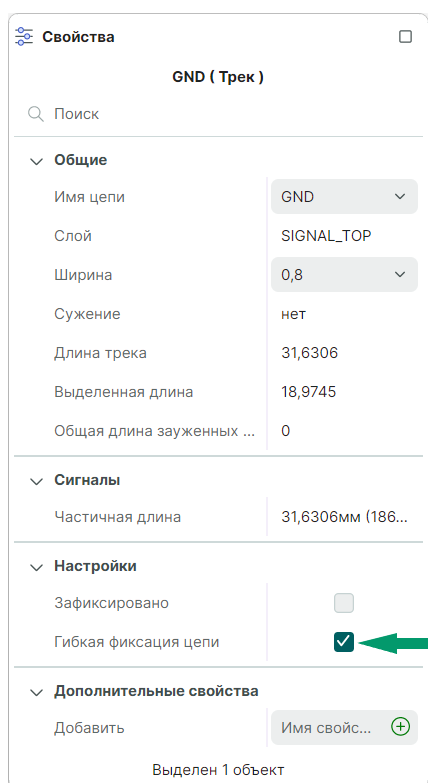


Рис. 91 Гибкая фиксация трека

Гибкая фиксация трека – это возможность обеспечения сохранения топологии трека без гарантии сохранения геометрических свойств трека, при этом топологическое расположение трека по отношению к другим объектам на печатной плате не меняется.

Гибкая фиксация трека доступна только в режиме ТороR.



Примечание! В режиме ТороR функции гибкой фиксации трека и снятие гибкой фиксации трека доступны через контекстное меню или через «горячую клавишу», настроенную в панели управления в разделе «Панель управления» → «Клавиатура» → «Редактор печатных плат» → «ТороR» → «Задать гибкую фиксацию цепи».

4.9 Измерение расстояния (линейка)

Инструмент «Измерить расстояние» взаимодействует только с объектами, расположенными на активном слое (см. раздел [Переключение слоев](#)). Существует возможность фильтрации объектов, с которыми будет взаимодействовать инструмент. Чтобы настроить список объектов для инструмента «Измерить расстояние», необходимо перейти к фильтру объектов инструмента «Выбрать» и отметить нужные типы объектов, см. раздел [Объекты](#)

[на плате](#). После этого инструмент «Измерить расстояние» будет взаимодействовать только с объектами отмеченного типа.

Инструмент «Измерить расстояние» активируется с помощью символа  и доступен:

- на встроенной панели редактора;
- на панели инструментов «Рисование»;
- в главном меню «Инструменты» → «Измерить расстояние»;
- в контекстном меню «Инструменты» → «Измерить расстояние».

В инструменте реализован режим «Луч», который управляется с помощью установки и снятия флага «Свойства» → «Дополнительная информация» → «Использовать "Луч"», см. [Рис. 92](#).

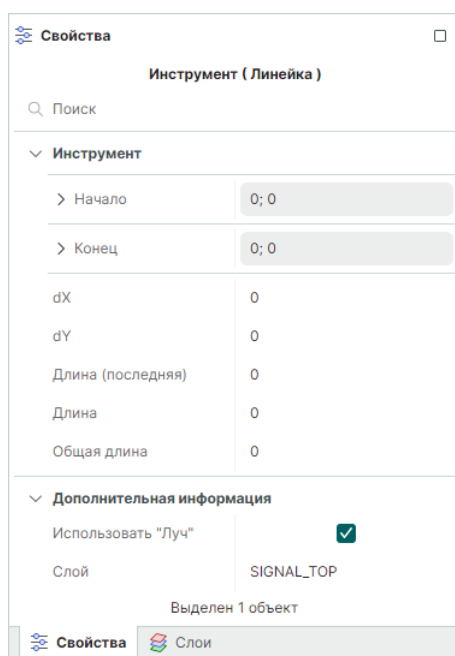


Рис. 92 Свойства инструмента «Измерить расстояние/Линейка»

При отключенном флаге «Использовать "Луч"» инструмент функционирует как «классическая» линейка и показывает расстояние между стартовой выбранной точкой, фиксируемой нажатием левой кнопкой мыши, и положением курсора, см. [Рис. 93](#).

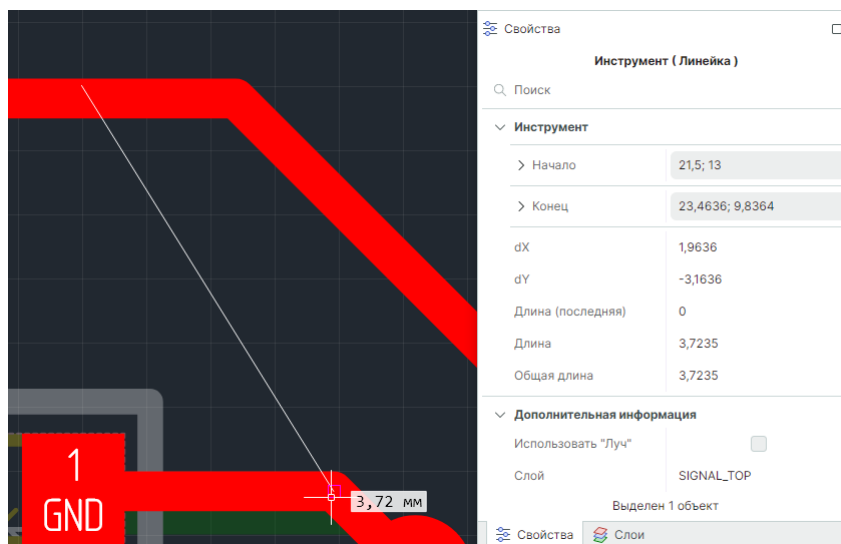


Рис. 93 Измерение расстояния

При включенном флаге в чек-боксе «Свойства» → «Дополнительная информация» → «Использовать "Луч"» инструмент измеряет расстояния между соседними объектами. Инструмент «притягивается» к объекту, который расположен ближе всего к курсору. Далее в направлении курсора строится луч до ближайшего соседнего объекта, с которым взаимодействует инструмент. На экране отображается длина луча, а более подробная информация об объектах и расстоянии между ними доступна в панели «Свойства», см. [Рис. 94](#).

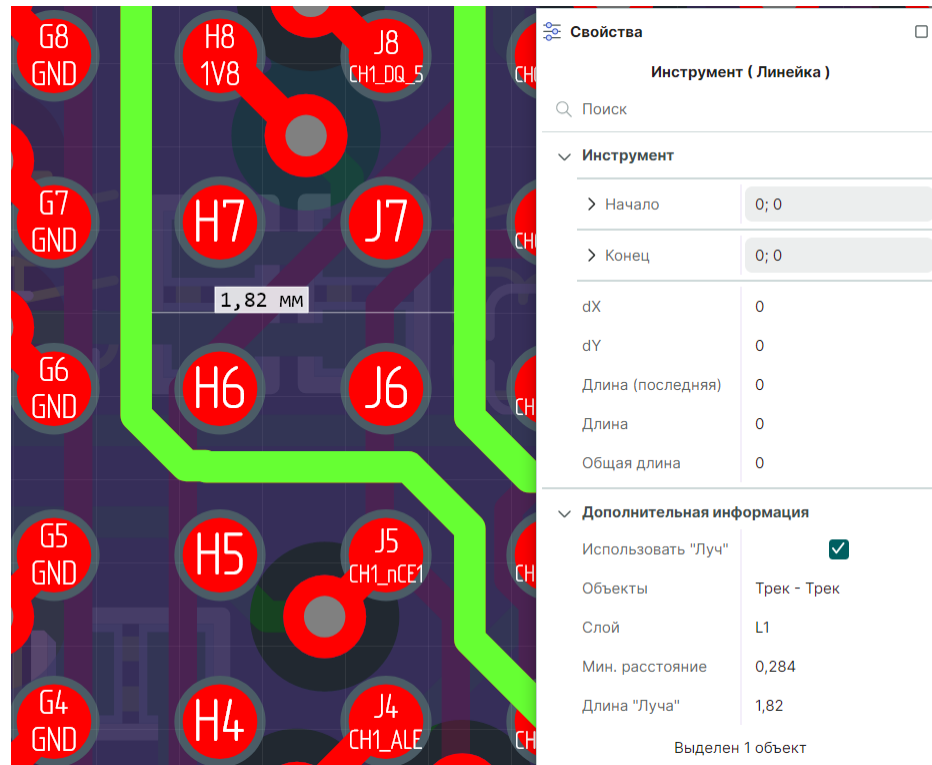


Рис. 94 Измерение расстояния с использованием «Луча»

Если курсор помещается внутри объекта, то инструмент «Измерить расстояние» отображает информацию о размере данного объекта, см. [Рис. 95](#).

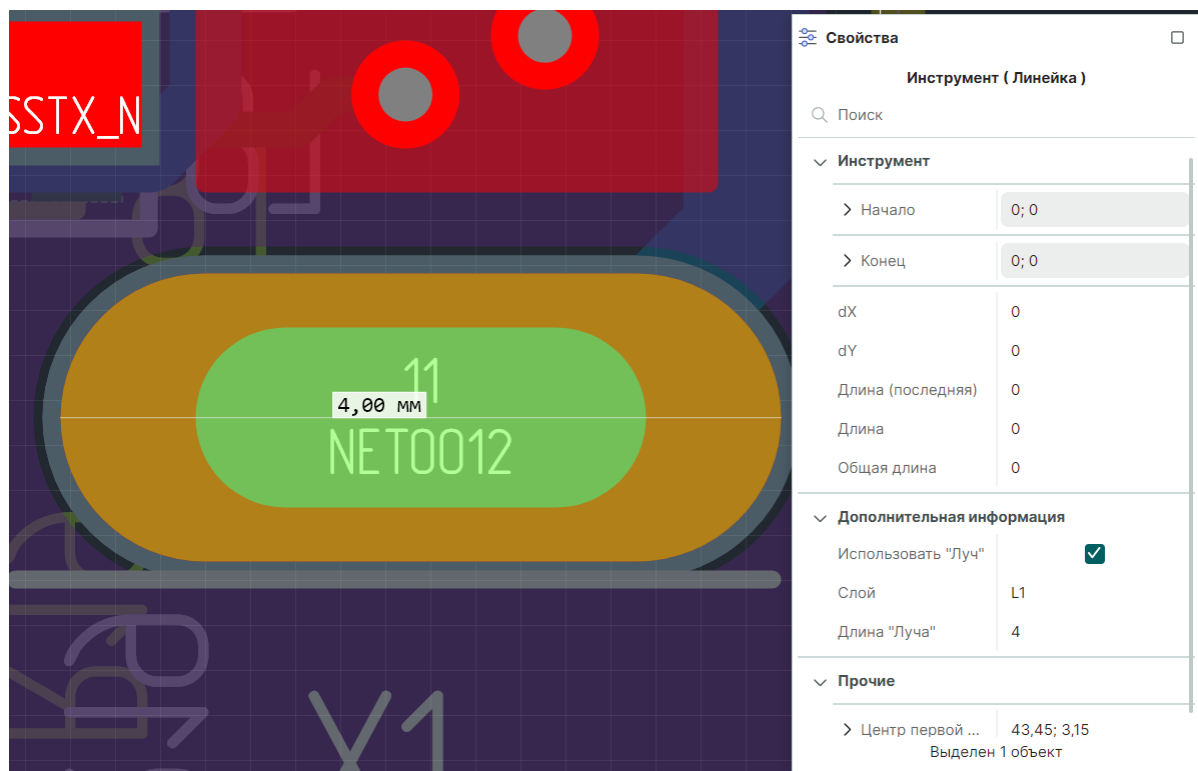


Рис. 95 Отображение информации о размерах объекта

Если в процессе измерения расстояния курсор наведен на объект типа контактной площадки или переходного отверстия, то в панели «Свойства», помимо информации о расстоянии от стартовой точки до положения курсора, будут выведены дополнительные данные о самом объекте, см. [Рис. 96](#).

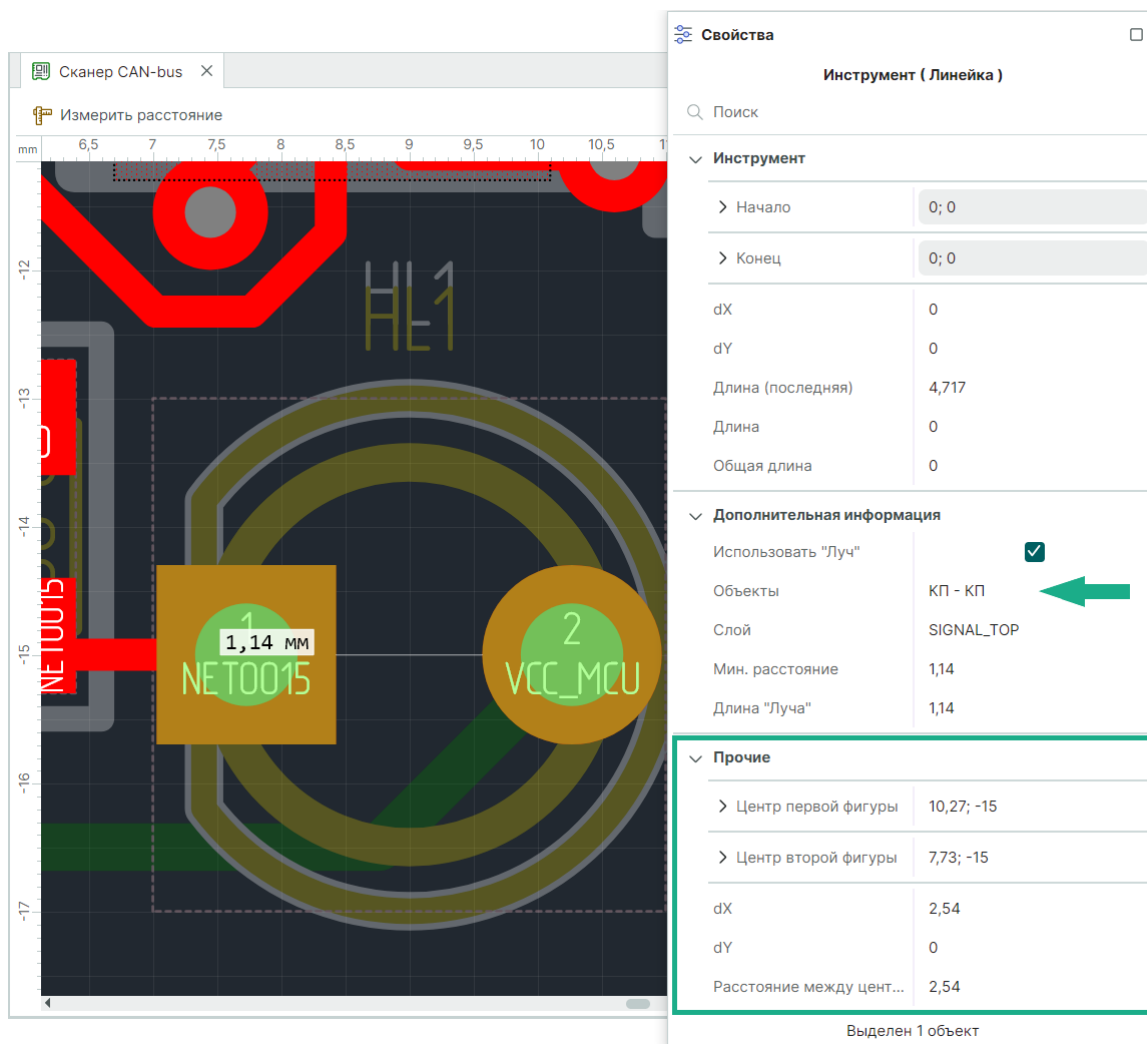


Рис. 96 Дополнительные данные об объекте при измерении расстояний

4.10 Удаление трассировки

Для удаления всех треков, переходных отверстий, медной заливки областей металлизации выбрать в главном меню «Инструменты» → «Удалить разводку», см. [Рис. 97](#).

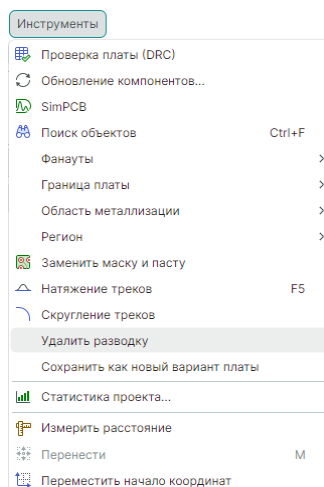


Рис. 97 Удаление трассировки

В результате выполнения функции «Удалить разводку» на текущей плате будут удалены треки, переходные отверстия, медная заливка областей металлизации.

Графические объекты, зафиксированные на плате, удалены не будут.

4.11 Отображение трек тонкими линиями

Для включения режима отображения трек тонкими линиями перейдите в контекстное меню редактора печатной платы и выберите пункт «Показывать треки тонкими линиями», см. [Рис. 98](#).

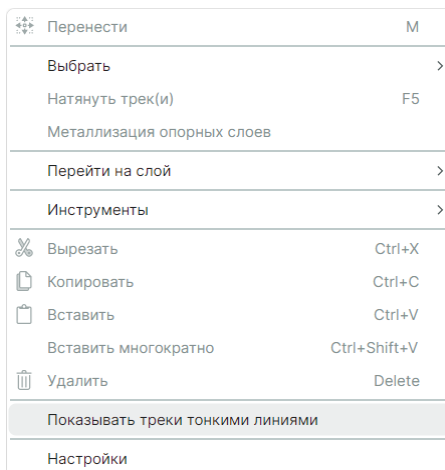


Рис. 98 Контекстное меню редактора

Для отключения режима отображения трек тонкими линиями повторно выберите пункт «Показывать треки тонкими линиями» в контекстном меню редактора.

4.12 Перенос объектов на другую сторону

Для переноса объектов на другую сторону печатной платы необходимо выделить объекты и из контекстного меню выбрать «Перенести объекты на другую сторону», см. [Рис. 99](#).

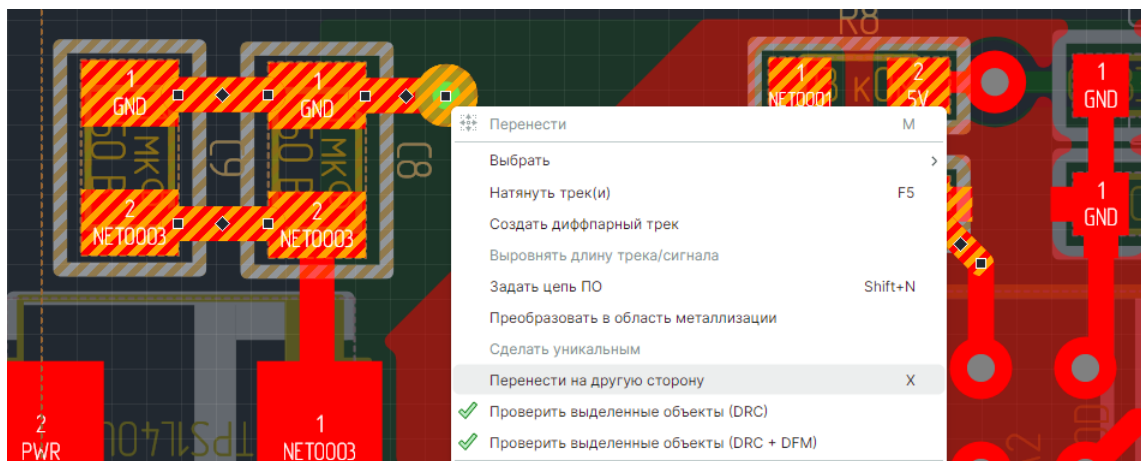


Рис. 99 Перенос объектов на другую сторону



Примечание! Графические объекты, зафиксированные на плате, перенесены не будут.

5 Граница платы

5.1 Создание границы платы

Границы платы задаются вне зависимости от расположения компонентов на плате. Это позволяет как жестко задавать границы платы, в пределах которых должны быть размещены компоненты, так и определять размер платы после размещения компонентов.

Создание границы платы доступно при помощи [инструментов задания границы](#) и [графических инструментов](#).

5.1.1 С помощью инструментов задания границы

Для создания границ печатной платы реализован набор инструментов, доступный из главного меню «Инструменты» → «Граница платы», см. [Рис. 100](#).

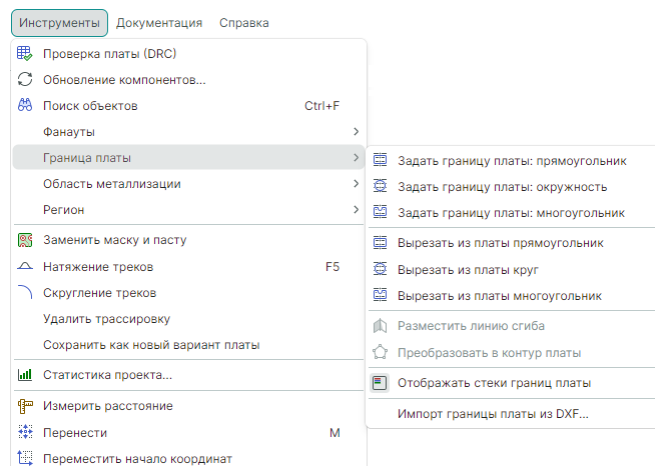


Рис. 100 Главное меню программы
«Инструменты» → «Граница платы»

Также данный набор инструментов доступен на панели инструментов «Плата», см. [Рис. 101](#).

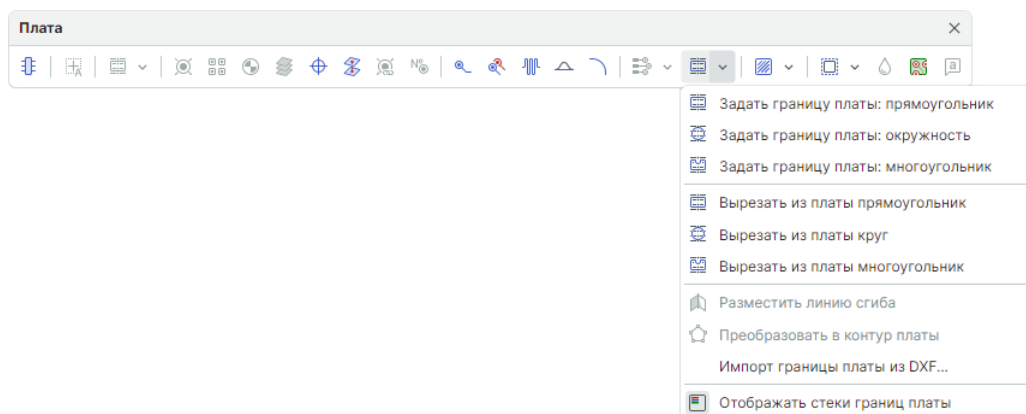


Рис. 101 Панель инструментов «Плата» → «Граница платы»

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 редакторе платы. Предварительно слой BOARD_OUTLINE должен быть обязательно [включен в список отображаемых слоев](#).

Пример отображения созданной границы платы со своими свойствами представлен на [Рис. 102](#).

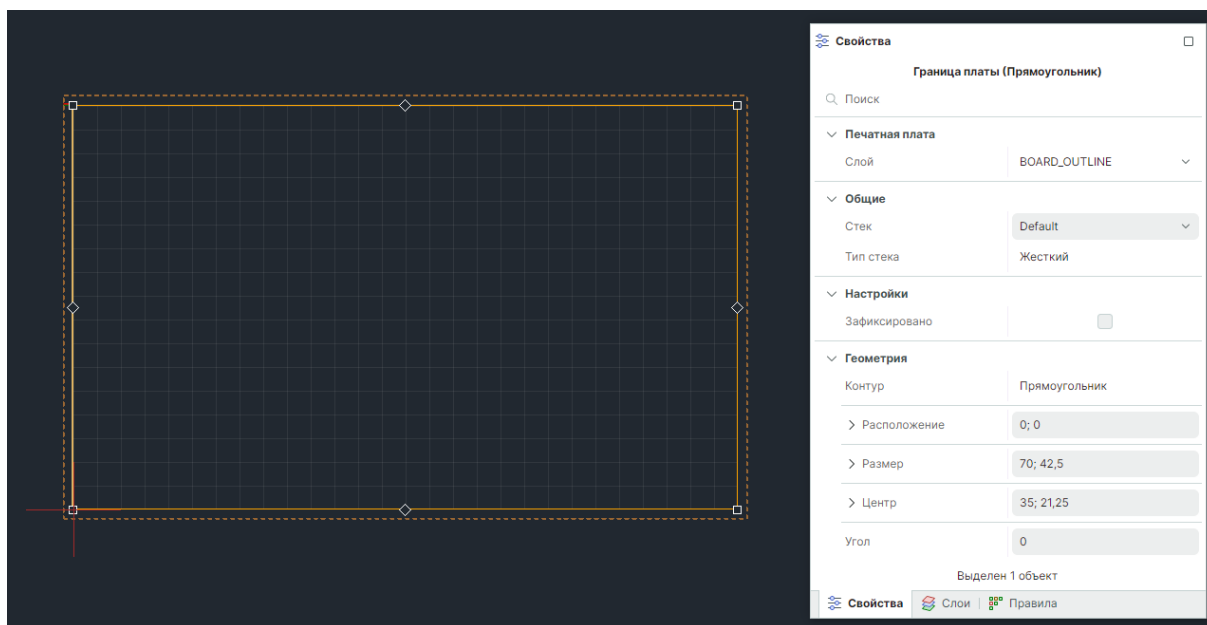


Рис. 102 Граница платы и ее свойства

После создания границы платы необходимо выбрать «Свойства» → «Общие» → «Стек» в выпадающем меню. По умолчанию для платы создан один стек слоев «Default». При наличии нескольких стеков по умолчанию присваивается первый стек из таблицы [конфигуратора набора слоев и переходных отверстий](#).



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

Для изменения геометрических параметров созданного контура границы необходимо выделить контур, в панели «Свойства» → «Геометрия» изменить значения соответствующих координат фигуры контура, см. [Рис. 101](#).

При создании границы платы, содержащей два и более стеков и состоящей из нескольких простых контуров, границы созданных контуров должны примыкать друг к другу. Для каждого контура созданной границы печатной платы необходимо выбрать стек в зависимости от назначения созданного участка платы.

Пример отображения границы печатной платы, состоящей из трёх простых контуров представлен на [Рис. 103](#).

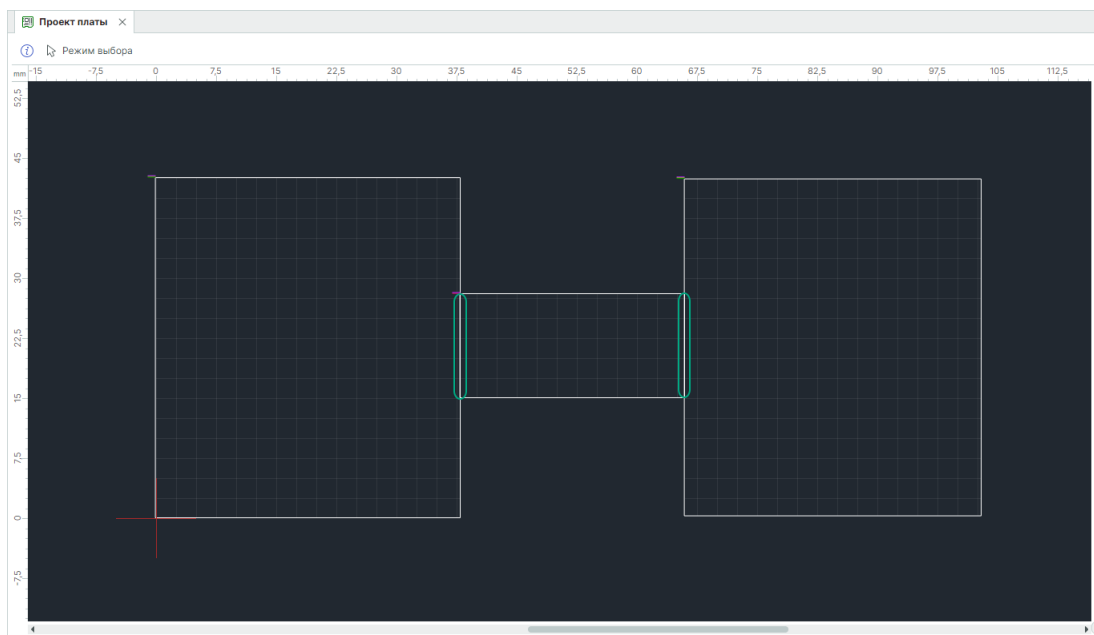


Рис. 103 Сложный контур платы

5.1.1.1 Создание вырезов

Создание вырезов в печатной плате осуществляется при помощи инструментов: «Вырезать из платы прямоугольник», «Вырезать из платы круг» и «Вырезать из платы многоугольник». Инструменты доступны в главном меню «Инструменты» → «Граница платы» и на панели инструментов «Плата», см. [Рис. 104](#).

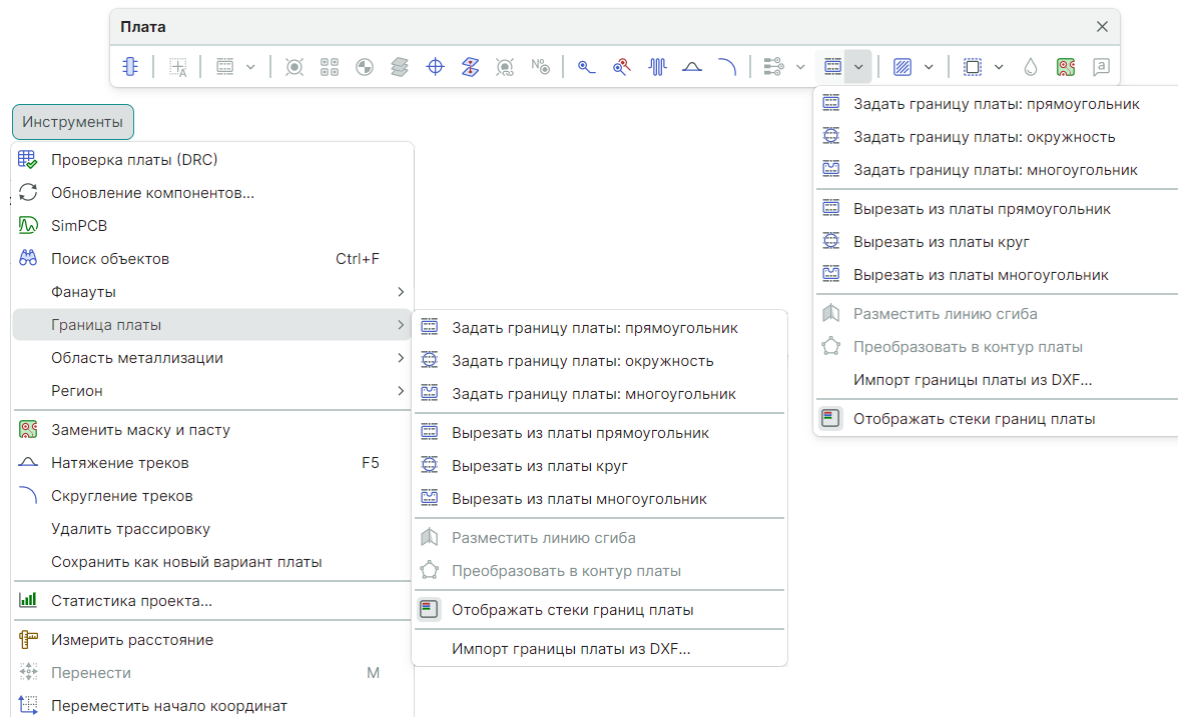


Рис. 104 Инструменты создания вырезов

[Создание сложной границы](#) печатной платы доступно при помощи графических инструментов.

5.1.2 С помощью графических инструментов

Границы платы задаются на слое BOARD_OUTLINE с помощью инструментов графического редактора, расположенных на панели инструментов «Рисование».

Чтобы задать границы платы:

1. Выберите в редакторе платы слой BOARD_OUTLINE в качестве текущего слоя, см. [Рис. 105](#).

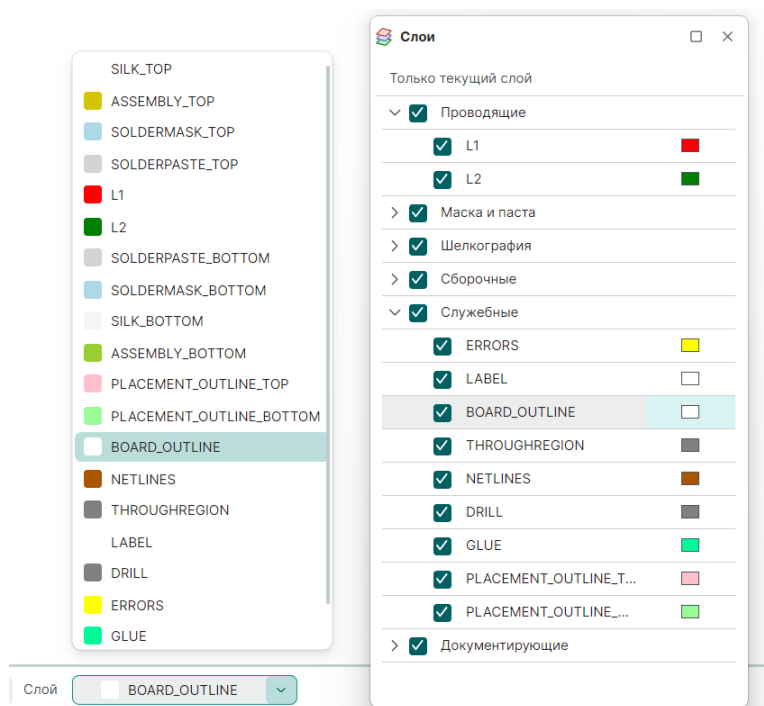


Рис. 105 Выбор слоя BOARD_OUTLINE текущим слоем

2. Постройте замкнутый контур, используя инструменты графического редактора, см. [Рис. 106](#).

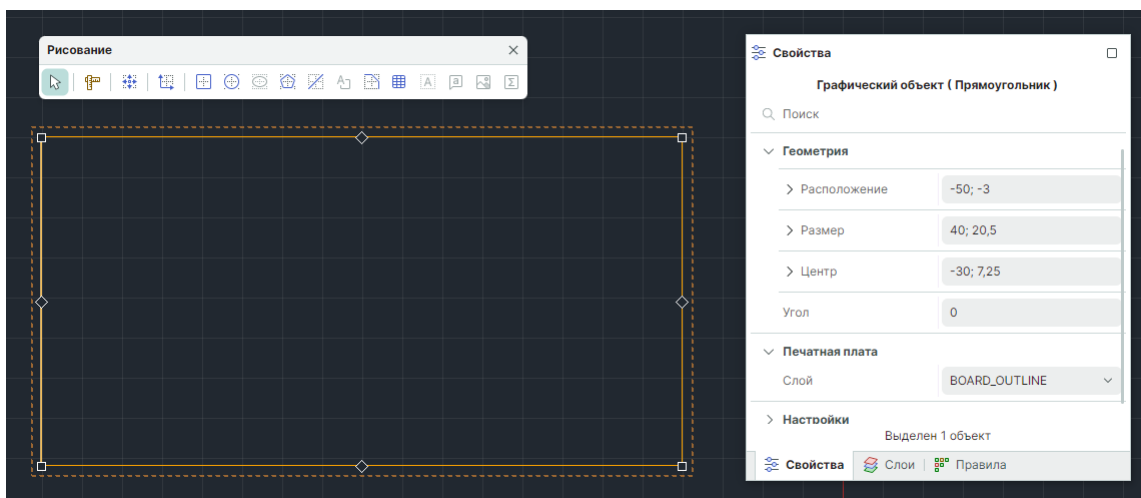


Рис. 106 Создание границ платы графическими инструментами



Примечание! Контур должен иметь замкнутую границу, поэтому для создания границ платы рекомендуется использовать графические объекты с замкнутым контуром (прямоугольник, многоугольник, окружность т.д.).

Построенный контур платы, предварительно его выделив, можно редактировать с помощью:

- Изменения числовых значений ключевых координат в полях «Свойства» → «Геометрия».
- Ручным перемещением точек трансформации контура с преобразованием в полигон.
- Ручным перемещением точек трансформации контура с преобразованием в полилинию.

1. Редактирование контура платы через задание ключевых значений координат производится в соответствующих полях «Свойства» → «Геометрия», см. правую часть [Рис. 107](#).

Раздел «Расположение» содержит координаты X и Y построенного геометрического объекта относительно начала координат.

Раздел «Размер» содержит параметры ширины и длины геометрического объекта.

Раздел «Центр» содержит параметры центра геометрического объекта.

Раздел «Угол» содержит угол наклона/поворота геометрического объекта относительно начала координат.

2. Редактирование контура платы ручным перемещением точек трансформации контура с предварительным преобразованием в многоугольник через контекстное меню «Преобразовать в полигон», см. [Рис. 107](#).

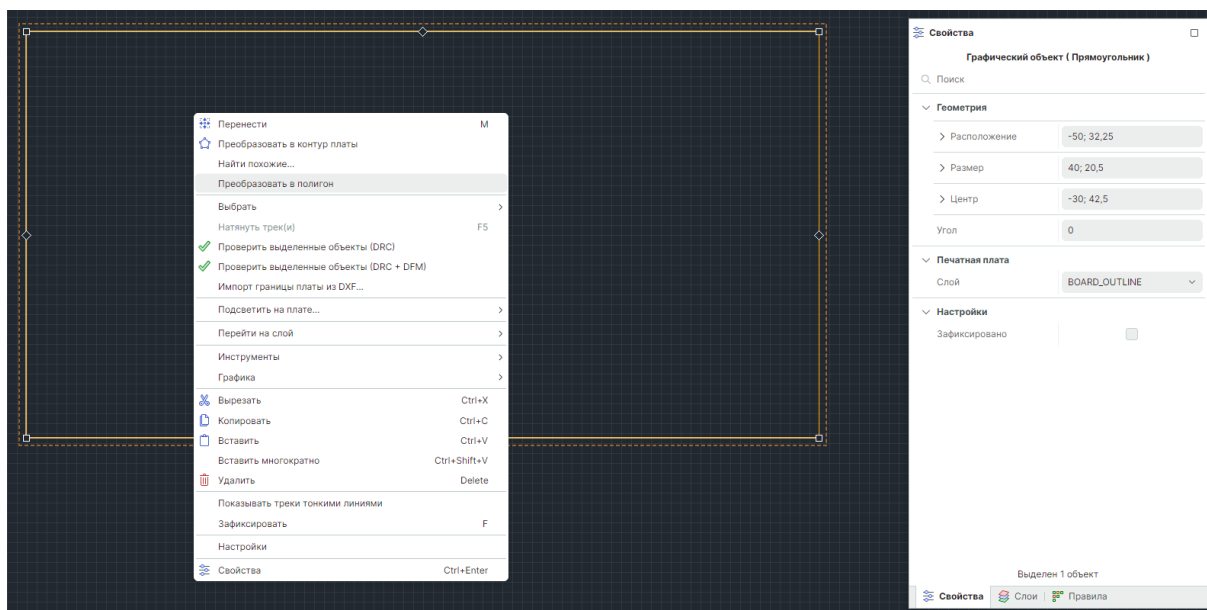


Рис. 106 Преобразование прямоугольника в полигон

При работе с точками трансформации изменение положения точек приводит к изменению геометрии объекта. При взаимодействии с точками, расположенными на концах отрезка, возможно изменять положение точки совмещения смежных отрезков, изменяя их длину и угол взаимного расположения, см. [Рис. 108](#).

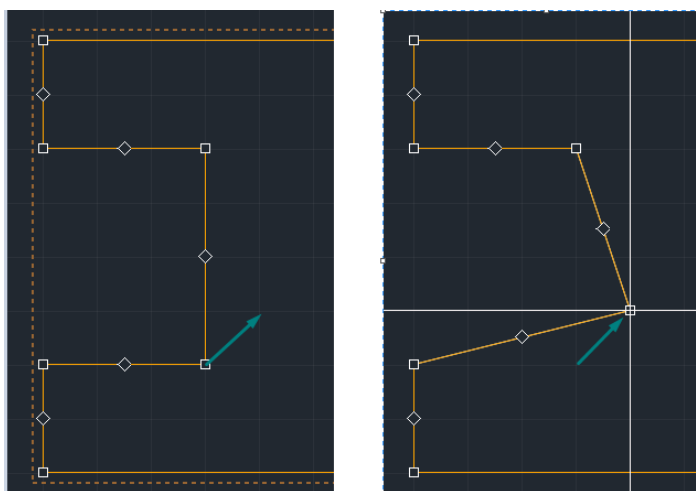


Рис. 108 Работа с точками трансформации границы отрезка

При помощи точки, расположенной в середине отрезка, выбранный отрезок возможно перемещать параллельно самому себе, при этом смежные концы соседних отрезков будут перемещены за концами выбранного отрезка, см. [Рис. 109](#).

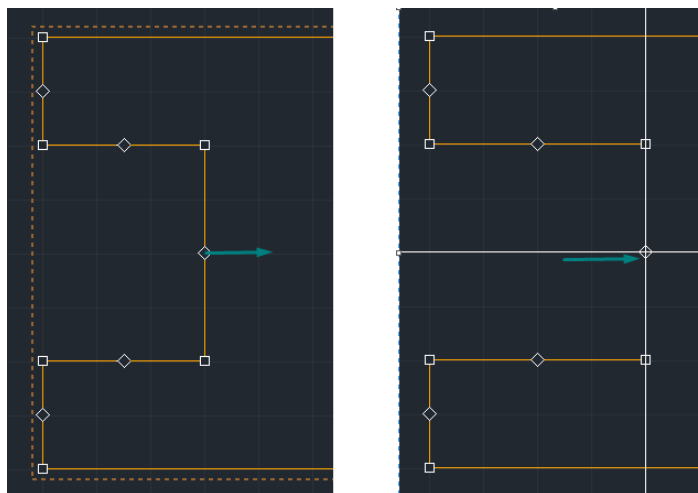


Рис. 109 Работа с точкой трансформации середины отрезка

При перемещении точки, расположенной в середине отрезка, с горячей клавишей «Ctrl» возможно разделение отрезка на два новых сегмента и создание новых точек трансформации, см. [Рис. 110](#).

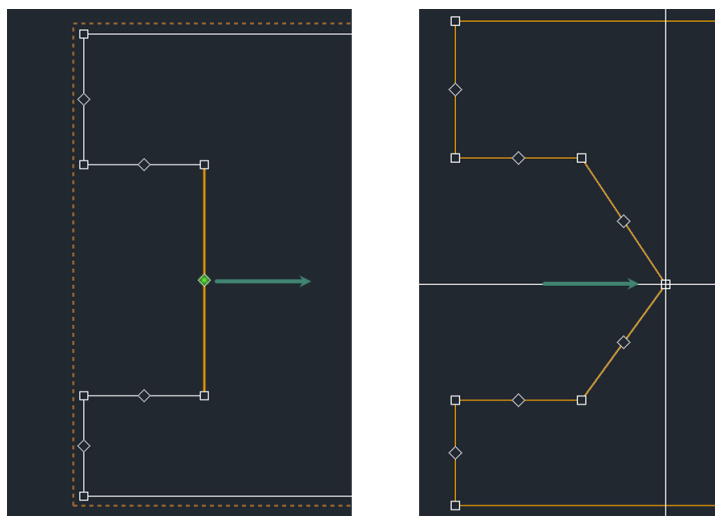


Рис. 110 Работа с точкой трансформации середины отрезка и клавишей «Ctrl»

При перемещении одной точки на границе отрезка с горячей клавишей «Ctrl» в другую, возможно их объединение и перестроение двух сегментов в один, см. [Рис. 111](#).

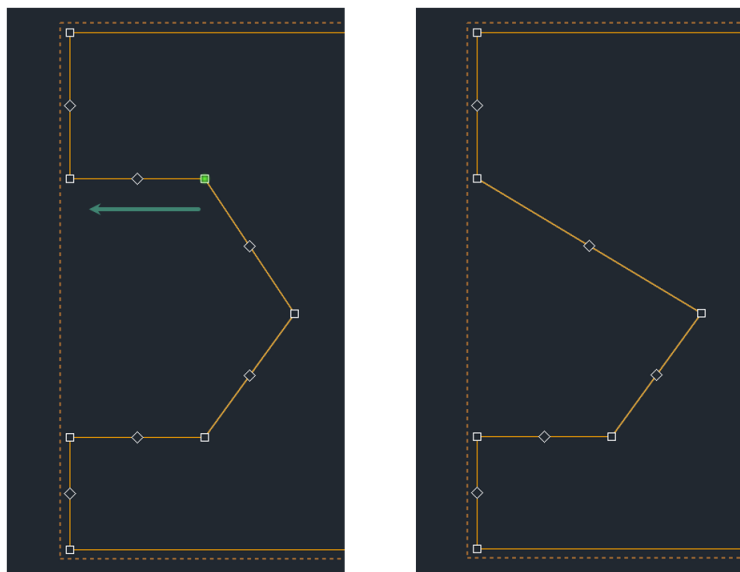


Рис. 111 Работа с точкой трансформации границы отрезка и клавишей «Ctrl»

Редактирование геометрии отрезков возможно через панель «Свойства», см. [Рис. 112](#).

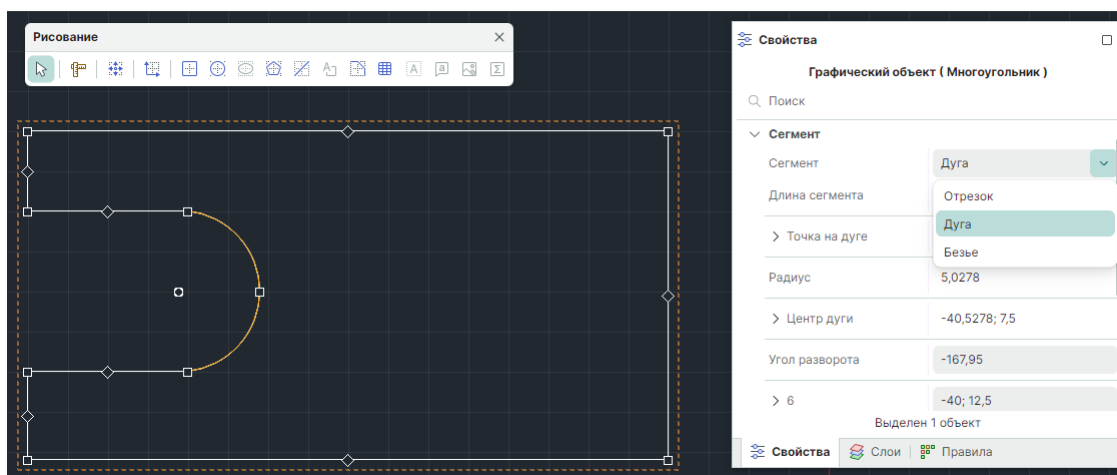


Рис. 112 Изменение геометрии отрезка через панель «Свойства»

При выделении отрезка контура в поле «Свойства» → «Сегмент» будут доступны для редактирования параметры для выбранного типа геометрической формы выделенного отрезка: отрезок, дуга, Безье.

3. Редактирование контура платы ручным перемещением точек трансформации контура с предварительным преобразованием в полилинию через контекстное меню «Преобразовать в полилинию», см. [Рис. 113](#).

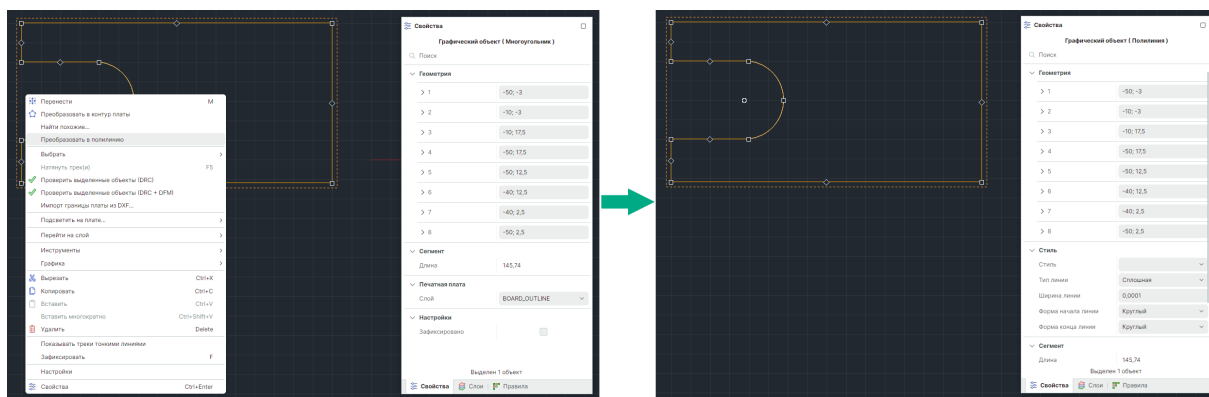


Рис. 113 Преобразование полигона в полилинию

После преобразования редактирование можно выполнять с помощью перемещения точек трансформации, которые отображаются при выделении отрезка контура или контура целиком, или при помощи панели «Свойства» → «Геометрия».



Важно! Для графического объекта «Полилиния» недоступно преобразование в контур платы.

Для преобразования графического объекта в контур платы используйте команду контекстного меню «Преобразовать в контур платы», см. [Рис. 114](#).

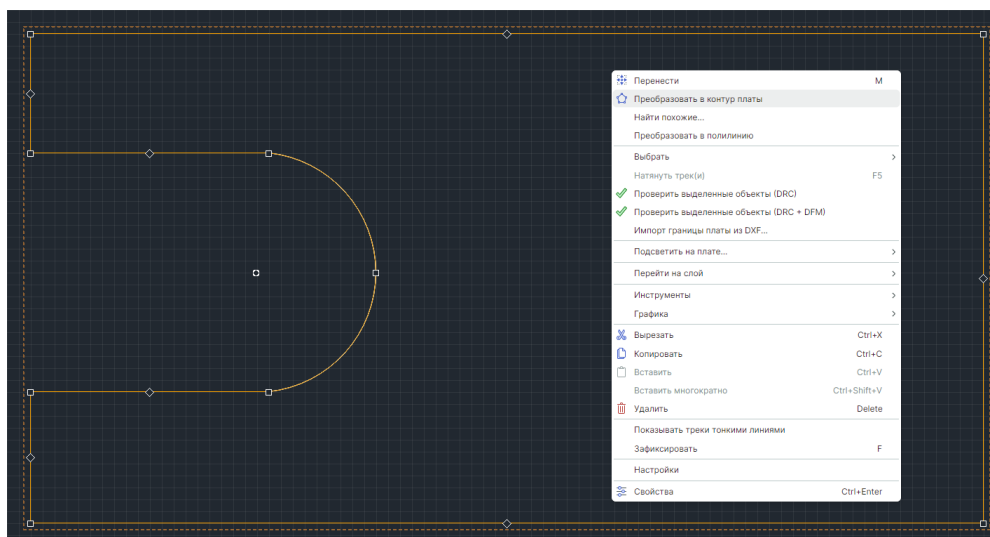


Рис. 114 Преобразование в контур платы

5.1.2.1 Создание сложной границы платы

Форма создаваемой платы может содержать вырезы и формироваться путем объединения нескольких геометрических объектов. Объединение графических объектов в единую границу платы и вырезы в ней задаются с помощью инструментов комбинирования графических объектов, расположенных на панели инструментов «Графика».

Для того чтобы объединить графические объекты в единую границу платы:

1. На слое BOARD_OUTLINE разместите несколько графических объектов, которые необходимо преобразовать контур.
2. Выделите графические объекты, которые необходимо объединить.
3. На панели инструментов «Графика» воспользуйтесь инструментом «Объединить объекты», см. [Рис. 115](#).

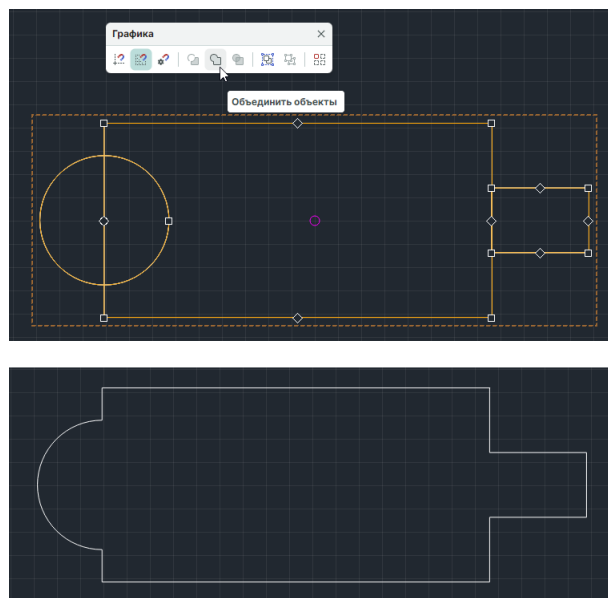


Рис. 115 Работа инструмента «Объединить объекты»

4. Выделите получившуюся фигуру, вызовите контекстное меню и выберите «Преобразовать в контур платы».



Примечание! Подробнее о работе с графическими объектами см. [Графический редактор](#).

При необходимости контур платы можно создавать в виде разомкнутой линии, которую необходимо замкнуть. Для этого нужно выполнить следующие действия:

1. Перейдите на слой BOARD_OUTLINE.
2. Включите привязку к сетке с помощью символа  «Включить/Выключить привязку к сетке», расположенного на панели инструментов «Графика».



Примечание! Для управления привязкой к сетке можно воспользоваться горячими клавишами «Alt+G». При включенной привязке к сетке

соответствующий символ в панели инструментов «Графика» будет подсвечен.

3. Выберите с помощью выпадающего списка «Сетка», расположенного в строке состояния, величину шага графической сетки, которая обеспечит нужную точность позиционирования.



Примечание! Для изменения шага сетки можно воспользоваться горячей клавишей «G».

4. Используйте инструмент «Разместить полилинию», обозначенный символом  на панели инструментов «Рисование».

5. Постройте нужный замкнутый контур. В процессе построения контура можно использовать несколько сеансов работы инструмента «Разместить полилинию». Для каждого сегмента полилинии с помощью пункта «Сегмент» в панели «Свойства» можно задать тип.

6. Для объединения полилиний используйте команду контекстного меню «Объединить полилинии», см. [Рис. 116](#).

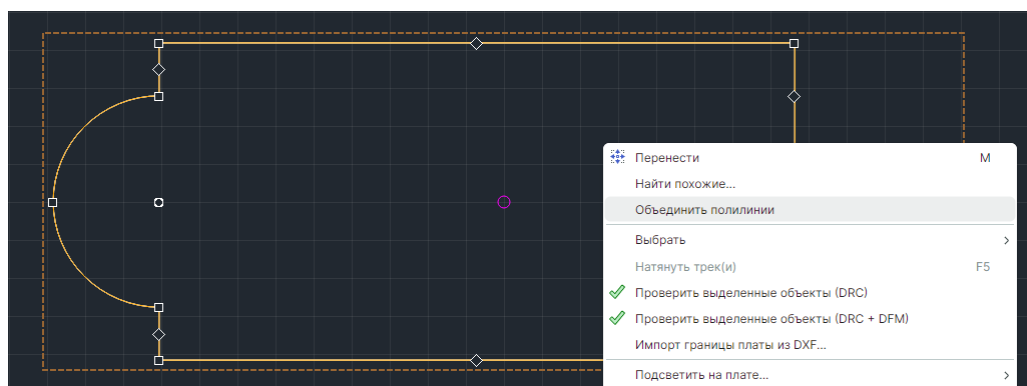


Рис. 116 Объединение полилиний

7. Преобразуйте объединенную полилинию в полигон инструментом «Преобразовать в полигон» из контекстного меню, см. [Рис. 117](#).

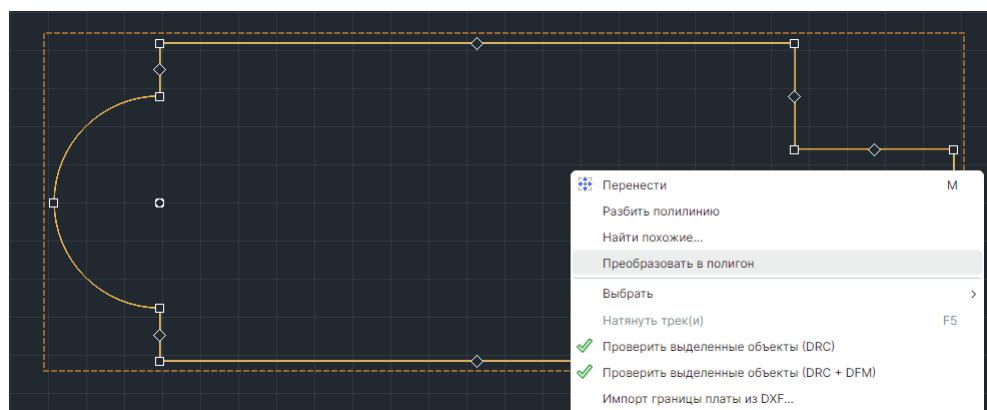


Рис. 117 Преобразование полилинии в полигон



Примечание! Если в контекстном меню отсутствует пункт «Преобразовать в полигон», значит полилиния не замкнута, необходимо найти разрыв и устранить его.

Для того чтобы задать внешние и внутренние вырезы при создании границы платы:

1. В редакторе на слое BOARD_OUTLINE создайте дополнительный объект с формой, соответствующей создаваемому вырезу (прямоугольник, окружность, многоугольник).

2. Переместите созданный объект на границу контура платы таким образом, чтобы его часть, включенная в состав платы, определяла форму и размеры выреза. Поочередно выделите оба объекта, используя клавишу «Ctrl», и на панели инструментов «Графика» используйте инструмент «Вырезать объект», обозначенный символом , см. [Рис. 118](#). Использование данного инструмента возможно только при работе с двумя графическими объектами.

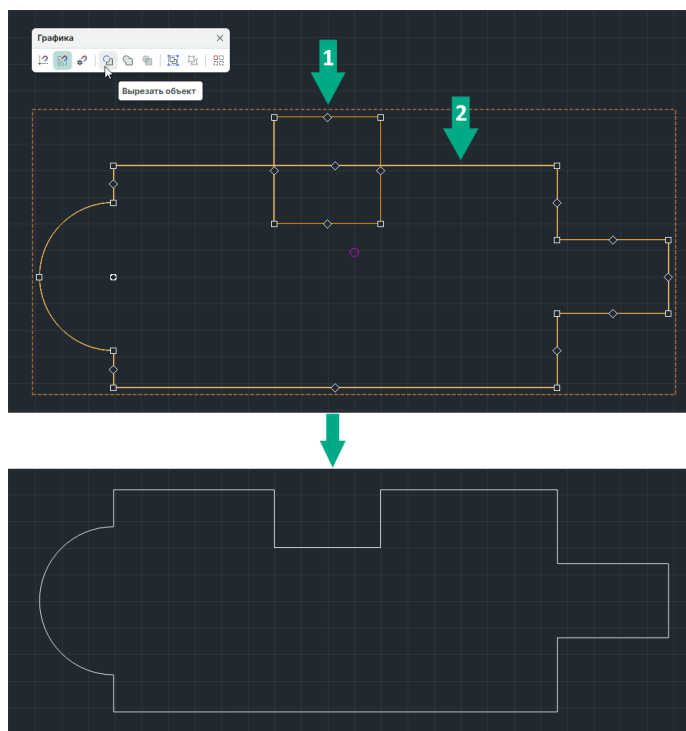


Рис. 118 Создание выреза



Примечание! От очередности выделения объектов зависит результат операции: первый выделенный объект - фигура, которая вырезается, а второй выделенный объект - фигура, из которой вырезается первый выделенный объект.

5.1.3 Импорт границ платы

Границы платы могут быть импортированы из следующих источников:

- из 3D модели, [файла стандарта IDF](#);
- из 2D модели, [файла формата *.DXF](#).

5.1.3.1 Импорт IDF

Для импорта границы платы из модели, соответствующей стандарту IDF:

1. Откройте плату проекта, в который необходимо осуществить импорт.
2. Убедитесь, что на слое BOARD_OUTLINE отсутствуют границы платы. Если для платы уже были созданы какие-либо элементы границ, их необходимо удалить.
3. Выберите тип источника импорта из главного меню «Файл» → «Импорт» → «IDF...», см. [Рис. 119](#).

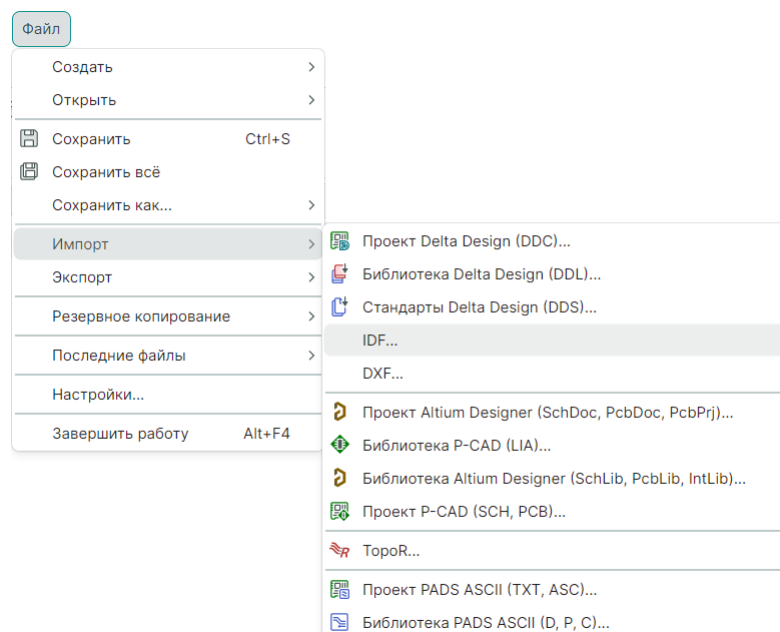


Рис. 119 Переход к импорту IDF

4. Укажите в окне «Импорт IDF» путь к файлу, из которого необходимо импортировать данные, см. [Рис. 120](#).

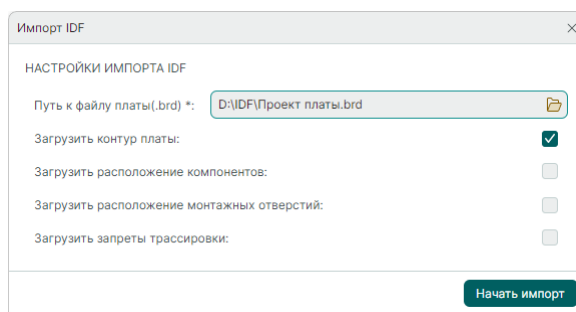


Рис. 120 Импорт IDF

5. Отметьте флагом чек-бокс «Загрузить контур платы». При импорте границ платы другие пункты не должны быть отмечены.

6. Нажмите кнопку «Начать импорт» и дождитесь завершения процесса.

Отчет по импорту границы платы в формате IDF отображается в панели «Журналы».

6 Объекты печатной платы

6.1 Размещение объектов на плате

К объектам, которые размещаются в редакторе и непосредственно присутствуют на плате, относятся:

- [Посадочные места компонентов](#) (сокращенно компоненты);
- [Треки](#) (печатные проводники);
- [Области металлизации](#) (полигоны);
- [Переходные и монтажные отверстия, реперные точки](#);
- [Элементы шелкографии](#);
- [Паяльная маска](#) (в редакторе отображаются вырезы в маске).

К числу объектов, которые размещаются в редакторе плат, но физически не присутствуют на плате, относятся:

- [Регионы изменения правил проектирования и запретов размещения](#);
- [Графическая информация](#) и данные на слоях групп «Сборочные» (ASSEMBLY) и «Документирующие» (DOCUMENTUM).

Каждый тип объекта располагается на predetermined слое в редакторе плат. Так как различные объекты предназначены для решения разных задач и имеют разное «строение», то для каждого из них предназначен свой инструмент размещения.

При размещении на плату посадочного места (компонента) в редактор добавляются сразу все данные (на все слои), которые были заданы для этого посадочного места в библиотеке ЭРИ (в том числе и регионы изменения правил). Если в конкретном проекте в данные компонента необходимо внести какие-либо изменения, то такой компонент должен быть отредактирован в рамках проекта, см. раздел [Редактирование размещенного посадочного места](#).

Прочие данные, добавляемые в редактор (см. раздел [Графические объекты](#)), не имеют непосредственной связи с компонентом. Поэтому, если на плату (или в документацию) необходимо внести данные, связанные с компонентом (например, дополнительно указать номинал), то рекомендуется редактировать именно посадочное место (см. раздел [Редактирование размещенного посадочного места](#)), а не просто добавлять произвольную

отметку на слой группы «Шелкография» (или на слои групп «Сборочные» (ASSEMBLY) и «Документирующие» (DOCUMENTUM)).

Другие особенности размещения объектов приводятся в соответствующих разделах данного документа.

6.2 Рекомендации по размещению объектов

При размещении объектов на плате рекомендуется начинать с размещения компонентов и регионов изменения правил и запретов (при их наличии). В ряде случаев, когда конструкция платы заранее определена, размещение объектов может начинаться с монтажных отверстий.

После того, как размещена часть компонентов (и заданы необходимые регионы) следует приступать к размещению трекров (соединений между компонентами).

Изменение шелкографии, создание областей металлизации, коррекцию параметров выреза паяльной маски и т.п. рекомендуется проводить, когда все компоненты уже размещены и созданы необходимые соединения между компонентами.

7 Компоненты на плате

7.1 Общие сведения о размещении компонентов

Компоненты (радиодетали) размещаются на внешних слоях печатной платы в виде своих посадочных мест. Размещать компоненты можно в пределах границ платы, если они уже созданы, либо в любой точке, если границ еще нет. Компонент, размещенный за пределами границы платы, воспринимается системой как размещенный с ошибкой (см. раздел Разрешение конфликтов для посадочных мест). Если границы платы еще не созданы, то для корректного окончания проекта ее необходимо задать (это возможно выполнить даже после трассировки).

Список компонентов, которые необходимо разместить на плате формируется на этапе создания электрической схемы и соответствует списку цепей (нетлисту) проекта. Список цепей проекта не может быть изменен в редакторе плат. Таким образом, если для проекта требуется корректно добавить, заменить или удалить какие-либо компоненты, то необходимо изменить электрическую схему и синхронизировать ее с платой (см. раздел [Синхронизация схемы и платы](#)).

Просмотреть список компонентов, которые должны быть размещены на плате, можно с помощью панели «Менеджер проектов» на вкладке «Компоненты» в узле «Неразмещенные», см. [Рис. 121](#).

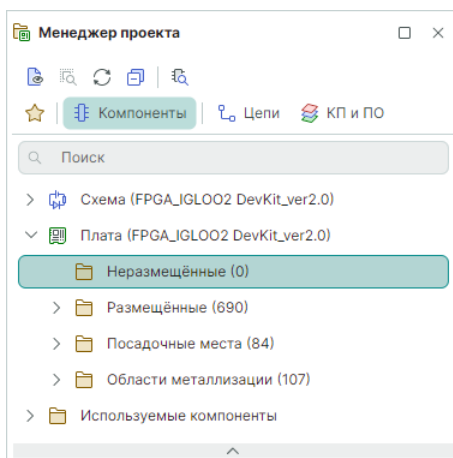


Рис. 121 Панель «Менеджер проекта». Неразмещённые компоненты

Функциональность панели «Менеджер проекта» позволяет осуществлять поиск и фильтрацию отображаемых компонентов. Для этого в поисковую строку необходимо ввести требуемые данные, и в списке останутся только те компоненты, названия которых содержат введенную информацию, см. [Рис. 122](#).

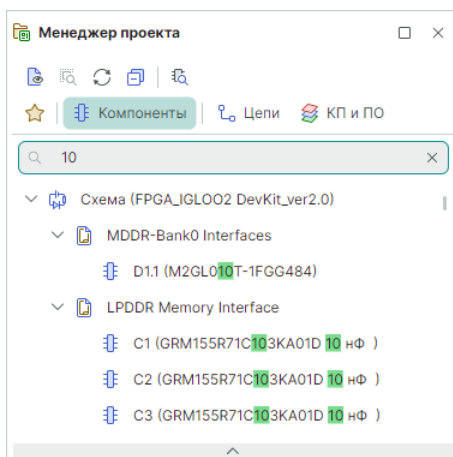


Рис. 122 Поиск и фильтрация компонентов

Компоненты на плате могут размещаться различными способами: с помощью «одиночного» размещения или с помощью «группового» размещения.

При одиночном способе размещения компоненты последовательно размещаются из общего списка неразмещённых по одному. Если размещение началось из середины списка, то после последнего компонента система автоматически перейдёт в начало списка размещения. Эту последовательность размещения всегда можно прервать, а затем возобновить с любого удобного места. Подробнее см. раздел [Одиночное размещение](#).

При групповом размещении компонентов предварительно выбирается группа компонентов, которую необходимо разместить (это может быть даже

один компонент). Ключевой особенностью является то, что группу можно выбрать различными способами:

- В списке компонентов проекта – в панели «Менеджер проекта»;
- Выбрать необходимые для размещения компоненты на электрической схеме;
- Отобрать необходимые компоненты с помощью поисковой строки.

Подробнее о групповом режиме размещения см. раздел [Групповое размещение](#).

При размещении посадочных мест доступна привязка к сетке. Привязка включается и отключается с помощью кнопки «Включить/Выключить привязку к сетке», обозначенной символом  и расположенной на панели инструментов «Графика».



Примечание! По умолчанию для включения/отключения привязки к сетке назначено сочетание клавиш «Alt+G». При включенной привязке к сетке соответствующий значок в панели инструментов «Графика» будет подсвечен.

На плате координаты посадочного места компонента задаются точкой привязки, которая определяется на этапе создания посадочного места и является началом координат посадочного места. Текущие координаты отображаются в правом нижнем углу. Если включена привязка к сетке, то к сетке «привязывается» именно точка привязки.

Во избежание пересечения корпусов размещаемых компонентов рекомендуется включить постоянный контроль пересечения границ корпусов. Это можно сделать с помощью панели «Правила», см. [Рис. 123](#). Подробнее см. раздел [Виды и настройки проверок правил](#).

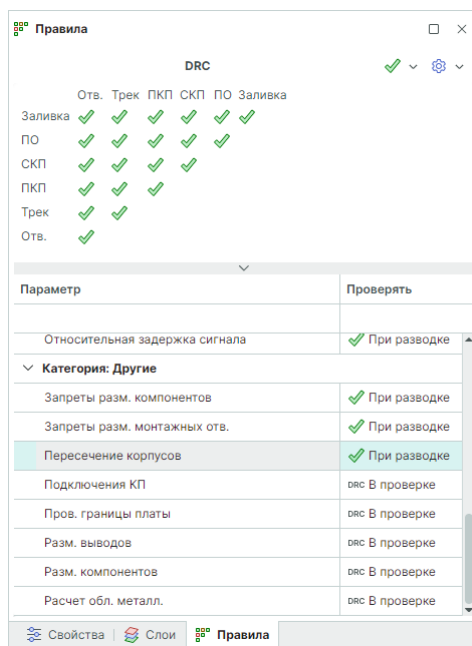


Рис. 123 Включение контроля пересечения границ корпусов компонентов

7.2 Начальное размещение компонентов

7.2.1 Одиночное размещение

Чтобы разместить компоненты на плате одиночным способом:

1. Выберите неразмещенные компоненты в панели «Менеджер проекта» → «Компоненты» → «Плата» → «Неразмещенные».
2. Вызовите контекстное меню и выберите пункт «Разместить все по одному на плате», см. [Рис. 124](#).

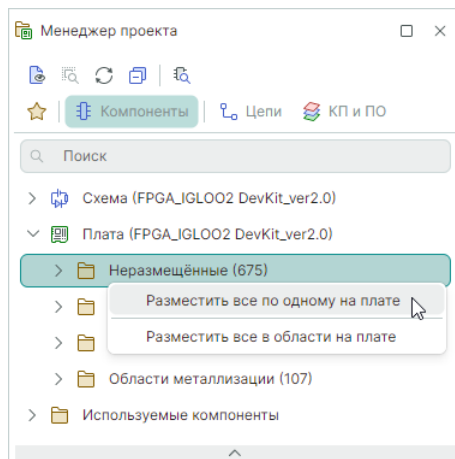


Рис. 124 Начало одиночного размещения

3. Переместите курсор в рабочую область, при этом на плате будет отображен вид посадочного места, см. [Рис. 125](#).

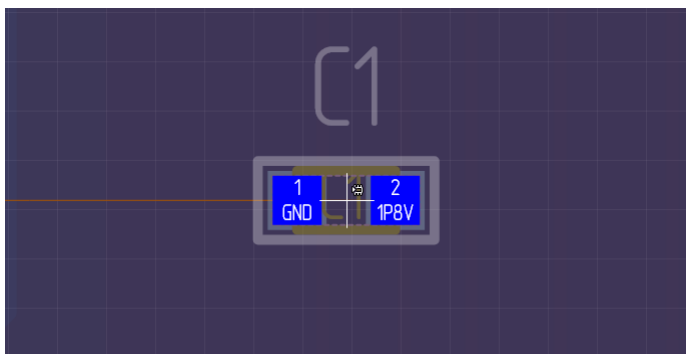


Рис. 125 Выбор места для размещения компонента

4. Нажмите левую кнопку мыши, посадочное место компонента будет размещено на плате.

7.2.2 Групповое размещение

7.2.2.1 Выбор группы компонентов

Для группового размещения компонентов необходимо предварительно выбрать группу размещаемых компонентов. Система позволяет сделать это разными способами, при этом используются различные варианты отображения компонентов в проекте.

Базовый вариант – это выбрать группу компонентов из списка неразмещенных с помощью клавиш «Ctrl» и «Shift». Список неразмещенных компонентов доступен в панели «Менеджер проекта» → «Компоненты» → «Плата» → «Неразмещенные», см. [Рис. 126](#).

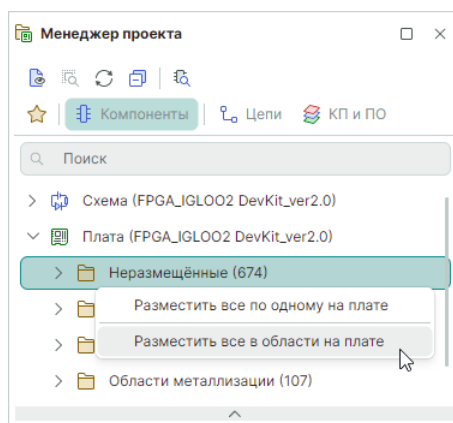


Рис. 126 Выбор компонентов для размещения

Выбирать группу компонентов можно на вкладке «Компоненты» в папке «Схема». Для этого необходимо выбрать соответствующий лист электрической схемы, вызвать контекстное меню и выбрать в нем команду группового

размещения, см. [Рис. 127](#). При выборе нескольких листов одновременно команды размещения компонентов недоступны.

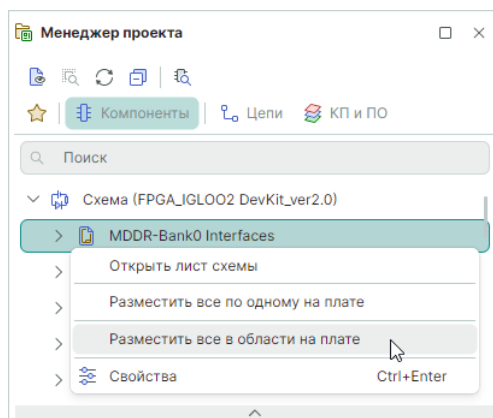


Рис. 127 Выбор компонентов, расположенных на листе схемы

Также лист можно раскрыть и с помощью клавиш «Ctrl» и «Shift» выбрать в рамках одного листа нужную группу компонентов, см. [Рис. 128](#). Если в выбранную группу вошел один или нескольких блоков, то в группе для размещения окажутся все компоненты выбранных блоков.

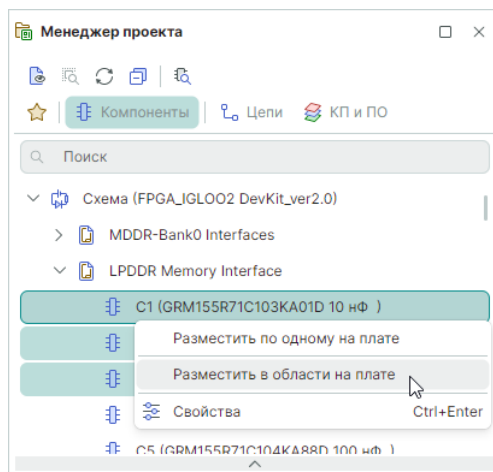


Рис. 128 Выбор группы в рамках

Групповое размещение не будет доступно, если одновременно выбраны:

- Блок(и) и компоненты вне блока, см. [Рис. 129](#).

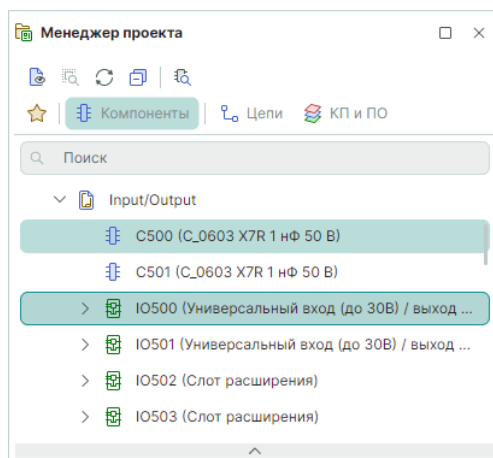


Рис. 129 Блок и компоненты вне блока

- Компонент внутри блока и вне блока, см. [Рис. 130](#).

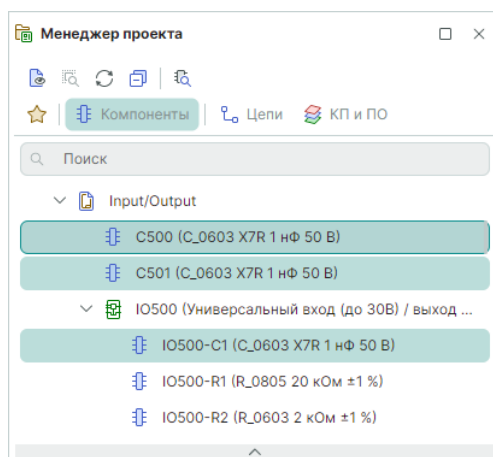


Рис. 130 Компоненты вне блока и внутри блока

В панели «Менеджер проекта» доступна папка «Используемые компоненты», которая отображает компоненты и конкретные радиодетали, использованные в проекте. Здесь можно выбрать группу радиодеталей, относящихся к одному компоненту, и, вызвав контекстное меню, выполнить команду группового размещения, см. [Рис. 131](#).

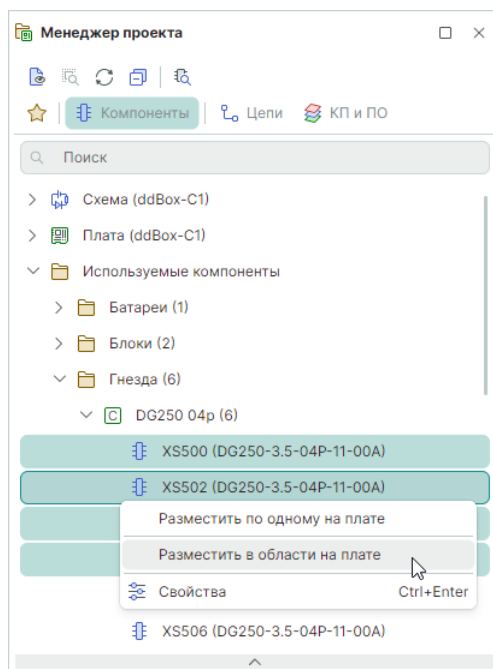


Рис. 131 Выбор группы радиодеталей компонента

Группа компонентов для размещения может быть выбрана непосредственно на электрической схеме. Для этого на схеме с помощью инструмента «Выбрать» отметьте необходимые компоненты, вызовите контекстное меню и выполните команду группового размещения, см. [Рис. 132](#). При этом система откроет плату проекта в редакторе печатных плат.

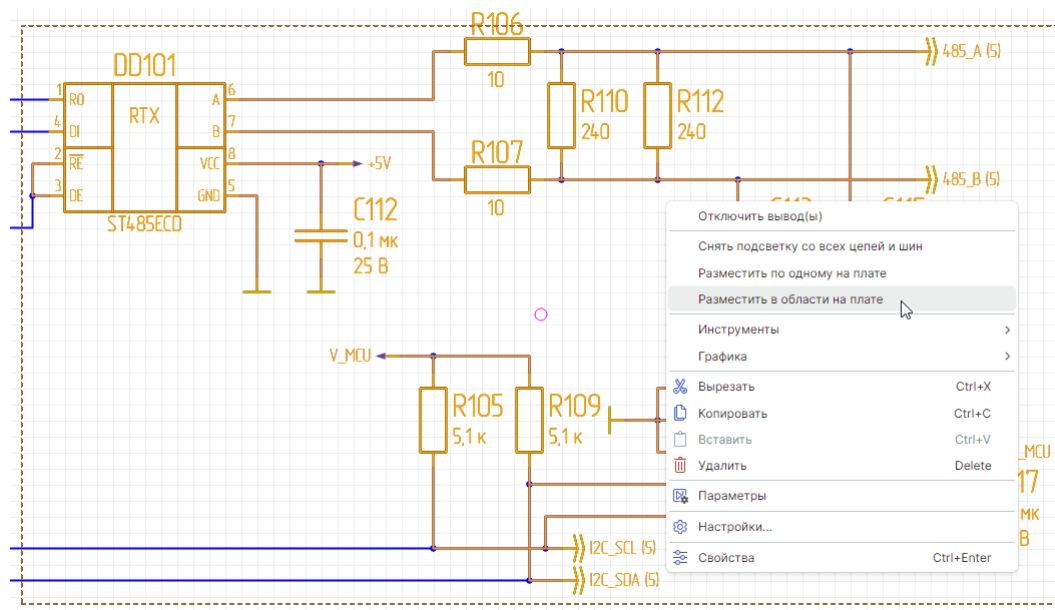


Рис. 132 Групповое размещение компонентов со схемы

Еще один способ выбрать группу компонентов для размещения — воспользоваться панелью «Поиск объектов». Для этого:

1. Откройте плату проекта в редакторе и вызовите панель «Поиск объектов». Вызов панели доступен из главного меню «Инструменты», см. [Рис. 133](#).

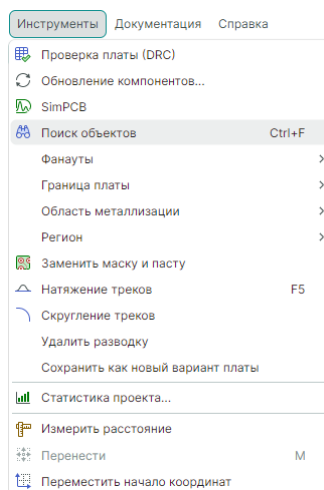


Рис. 133 Вызов инструмента «Поиск объектов»

2. Снимите все отметки в строке фильтра колонки «Размещено», чтобы отобразить только неразмещенные компоненты, см. [Рис. 134](#).

Семейство Все семейства										
Введите текст для поиска										
Размещено ↑	Поз. обозначение	Радиодеталь	Артикул	Посадочное ме...	Масса	Примечание	Доступность	ТУ	ОКПД2	Поверхностный монтаж
☐							☒			☒
☐	C7	C_0603 X7R 100...	C_0603 X7R	C_0603			☒			☒
☐	C26	C_0603 X7R 100...	C_0603 X7R	C_0603			☒			☒
☐	C24	C_0603 NPO 56...	C_0603 NPO	C_0603			☒			☒
☐	C25	C_0603 NPO 56...	C_0603 NPO	C_0603			☒			☒
☐	C22	C_0603 X7R 100...	C_0603 X7R	C_0603			☒			☒
☐	C17	C_0603 X5R 2,2...	C_0603 X5R	C_0603			☒			☒
☐	C19	C_0603 X7R 100...	C_0603 X7R	C_0603			☒			☒
☐	C6	C_0603 NPO 15 ...	C_0603 NPO	C_0603			☒			☒

Рис. 134 Отображение неразмещенных компонентов

3. Выберите компоненты.
4. Вызовите контекстное меню и выберите одну из команд группового размещения, см. [Рис. 135](#).

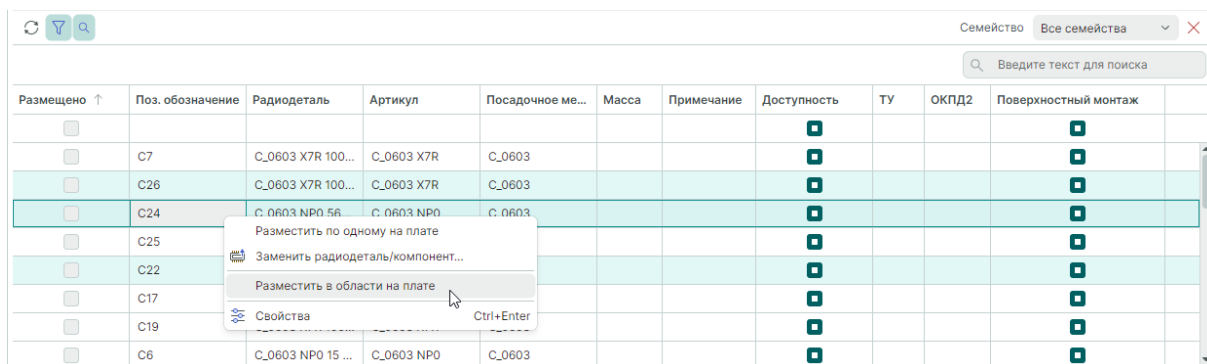


Рис. 135 Выбор группы компонентов для размещения на плате

7.2.2.2 Размещение в заданной области

Размещение компонентов в заданной области на плате осуществляется после выбора компонентов и вызова команды «Разместить в области на плате». Для выбора точки размещения переместите курсор в рабочую область редактора и нажмите левую кнопку мыши.

При перемещении курсора будут отображаться зоны расположения компонентов, а также число компонентов из выбранной группы. Зоны расположения компонентов отображают габаритные размеры посадочных мест и дополнительные отступы, которые задаются в настройках инструмента размещения, см. [Рис. 136](#).

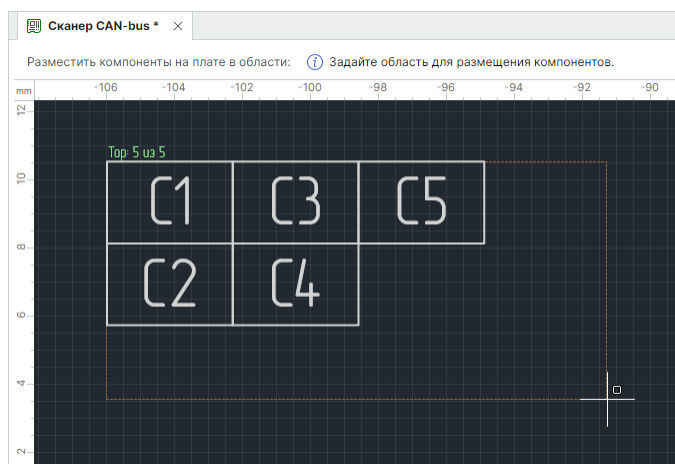


Рис. 136 Начало размещения области

Изменить отступы можно во время создания области размещения, используя горячие клавиши «+» и «-», или с помощью команд контекстного меню, [Рис. 137](#). По умолчанию шаг изменения отступа равен 0,2 мм.

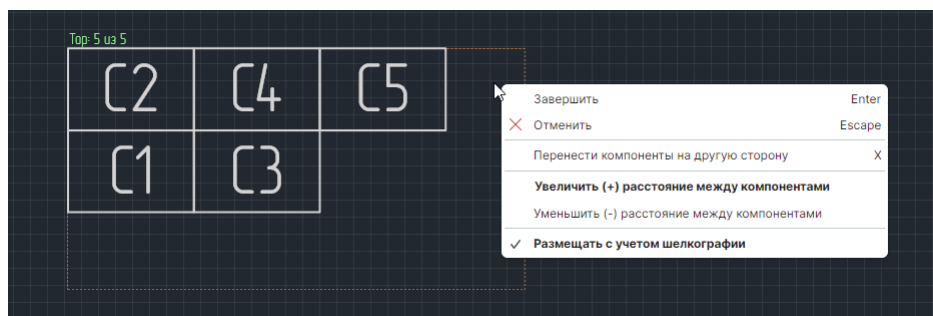


Рис. 137 Контекстное меню инструмента

Для размещения компонентов в выбранной области нажмите левую кнопку мыши, см. [Рис. 138](#).

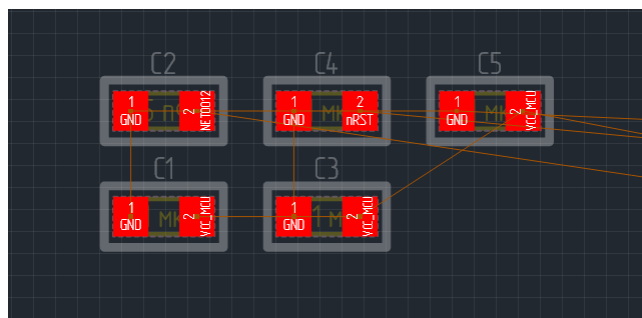


Рис. 138 Компоненты, размещенные в области

Выход из инструмента осуществляется автоматически после размещения всех выбранных компонентов на плате.



Примечание! Размещение компонентов в области является предварительным, поэтому компоненты могут быть размещены поверх уже размещенных компонентов и за границами платы. При этом такие компоненты будут считаться размещенными с ошибкой, подробнее см. раздел Разрешение конфликтов для посадочных мест.

Для инструмента «Разместить в области на плате» доступны настройки, см. [Рис. 139](#):

- «Сторона монтажа» – верхняя или нижняя сторона платы.
- «Учитывать шелкографию» – включение/выключение учета шелкографии при определении границы компонента.
- «Расстояние между компонентами» – определение дополнительного отступа вокруг габаритов компонента. Данное значение задается в единицах измерения, установленных в системе.
- «Сортировать» – выбор порядка, в котором будут размещаться компоненты при увеличении области: «По размеру» (от большого размера к малому) и «По алфавиту» (алфавитный порядок позиционных обозначений).

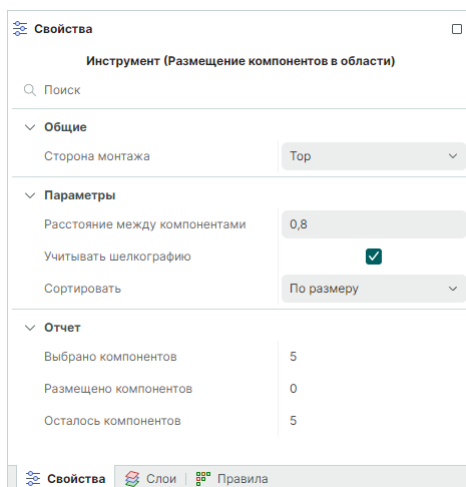


Рис. 139 Настройки размещения компонентов в области

7.2.2.3 Размещение по одному

Размещение компонентов на плате по одному осуществляется после выбора компонентов и вызова команды «Разместить по одному на плате». Процесс размещения аналогичен одиночному размещению, см. раздел [Одиночное размещение](#). Отличием здесь является то, что инструмент размещения завершает свою работу после того, как будет размещена выбранная группа, а не все неразмещенные компоненты.

7.2.3 Поворот и перенос на другую сторону платы

При одиночном размещении компонентов в контекстном меню инструмента «Разместить компонент» доступны команды: «Перенести на другую сторону», «Повернуть против часовой стрелки», «Повернуть по часовой стрелке», см. [Рис. 140](#). По умолчанию для переноса на другую сторону и поворота посадочного места заданы клавиши «X», «R», «Shift+R».

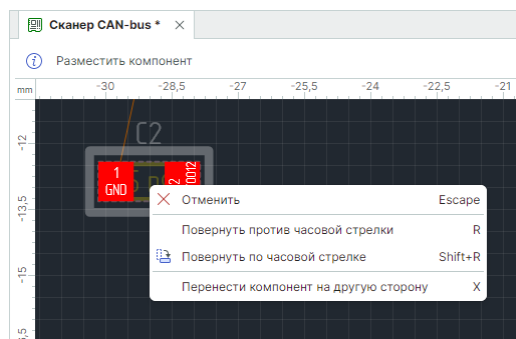


Рис. 140 Перенос и поворот посадочного места

Также перенос на другую сторону доступен из панели «Свойства» в выпадающем меню «Сторона монтажа», см. [Рис. 141](#).

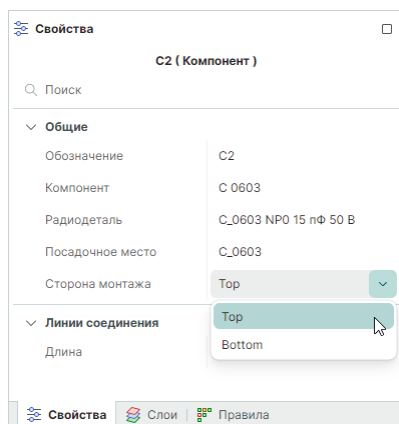


Рис. 141 Выбор стороны монтажа

7.3 Автоматическое размещение компонентов в режиме «ТороR»

PCB-редактор в режиме «ТороR» позволяет автоматически размещать компоненты. Алгоритм, используемый в инструменте, рассчитывает оптимальное положение каждого компонента по критерию минимальной длины соединений и позволяет избежать скученности и перекрытий компонентов за счет дихотомического разбиения пространства с назначением групп компонентов в области разбиения до тех пор, пока каждый компонент не окажется в отдельной области.

Каждая следующая итерация использует координаты компонентов, полученные на предыдущей итерации. Лучший по длине вариант запоминается, что позволяет эффективно размещать компоненты в автоматическом режиме на платах со средней плотностью.

Выбор режима «ТороR» происходит из панели инструментов «ТороR» или из встроенной панели редактора печатной платы, см. [Рис. 142](#).

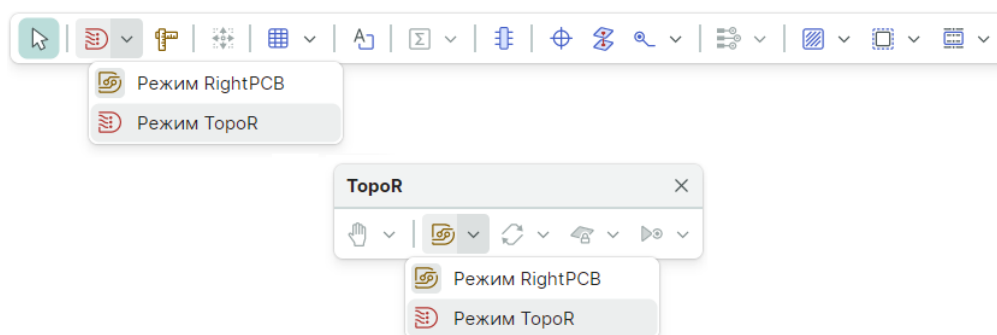


Рис. 142 Переход в режим «ТороR»

Запуск процедуры авторазмещения компонентов производится из главного меню «ТороR» → «Авторазмещение компонентов», см. [Рис. 143](#).

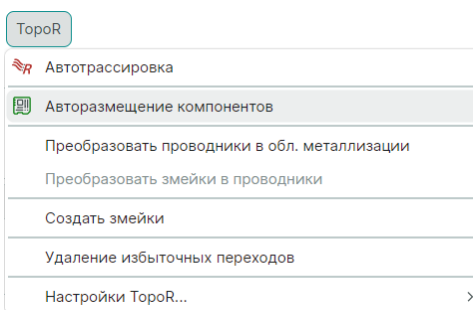


Рис. 143 Запуск процедуры
авторазмещения

В открывшемся окне «Автоматическое размещение компонентов» до запуска процедуры расстановки компонентов присутствует одна вкладка — «Главная», см. [Рис. 144](#).

Окно «Автоматическое размещение компонентов» содержит:

- Информацию о текущей длине связей как суммарной длине кратчайших связывающих деревьев цепей печатной платы, где каждое соединение представлено отрезком, соединяющим центры контактов;
- Счетчик времени работы инструмента;
- Возможные предупреждения;
- Кнопки вспомогательных операций:
 1. «Рассчитать область размещения». Область размещения формируется таким образом, что все компоненты будут расположены внутри нее. Границы области могут быть перемещены и отредактированы вручную.



Примечание! Возможно возникновение ситуации, когда ни один компонент не находится внутри области размещения. В этом случае в окне «Автоматическое размещение компонентов» будет отображено предупреждение: «В области размещения нет ни одного компонента».

2. «Перенести все компоненты в область размещения». Кнопка активна, если существуют компоненты, расположенные вне зоны размещения.
 3. «Удалить разводку». Операция доступна при наличии хотя бы одного трека.
 4. «Удалить заливку областей металлизации». Кнопка активна при наличии хотя бы одной области металлизации.
- Кнопки запуска автоматического размещения.

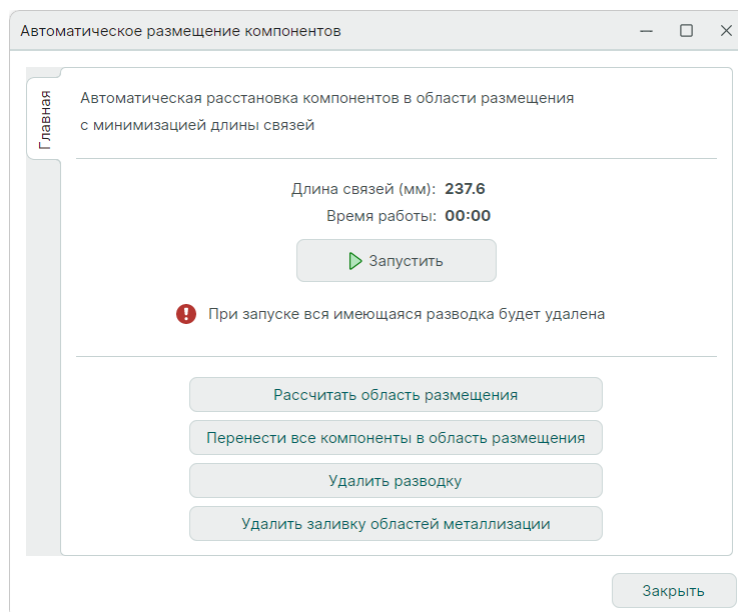


Рис. 144 Окно «Автоматическое размещение компонентов»

Запуск процедуры авторазмещения возможен при наличии хотя бы одного незафиксированного компонента, в противном случае будет отображено предупреждение о невозможности запуска. При наличии разводки и областей металлизации они будут удалены независимо от настроек фиксации, см. [Рис. 145](#).

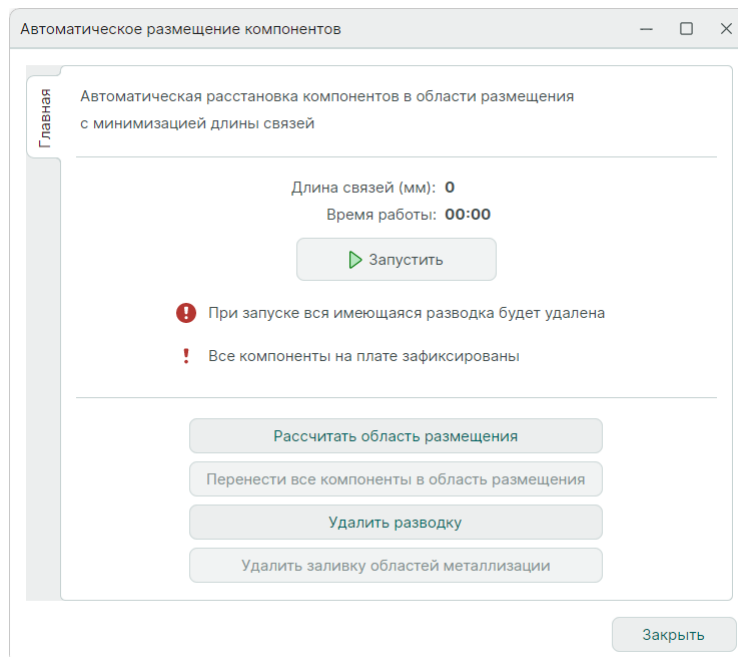


Рис. 145 Возможные предупреждения

Для запуска автоматической расстановки компонентов в области размещения нажмите кнопку «Запустить», вместе с этим будет запущен счетчик времени. Расчет новых вариантов размещения будет продолжаться до остановки работы инструмента, см. [Рис. 146](#).

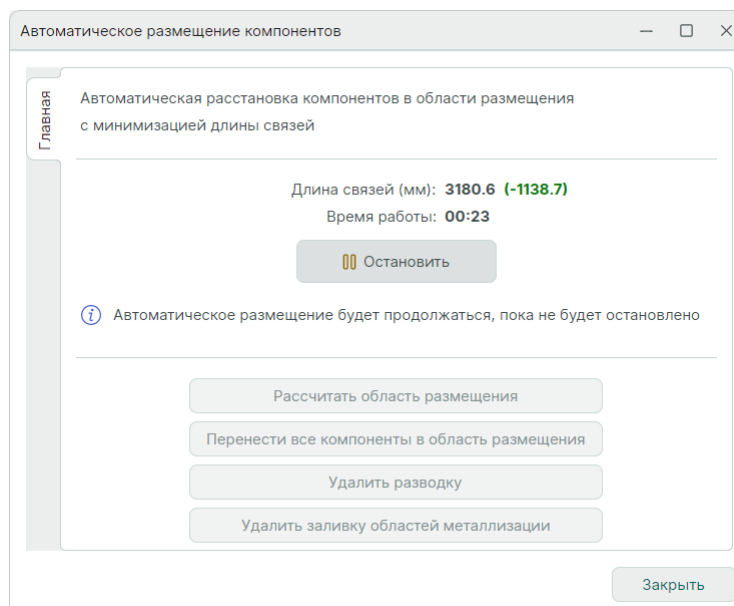


Рис. 146 Запуск авторызмищения компонентов

Остановка производится с помощью кнопки «Остановить». После остановки работы инструмента в окне отобразится вкладка «Варианты», где представлены все найденные варианты размещения с указанием:

- Общей длины связей;
- Длины сигнальных связей;
- Длины силовых связей;
- Числа нарушений (пересечений компонентов);
- Площади пересечений.

Предложенные системой варианты могут быть отсортированы по убыванию и возрастанию параметра внутри каждого столбца с помощью символа ↑ в заголовке столбца или команд контекстного меню. Выбор колонок осуществляется в отдельном окне, доступном по команде «Показать выбор колонок», см. [Рис. 147](#).

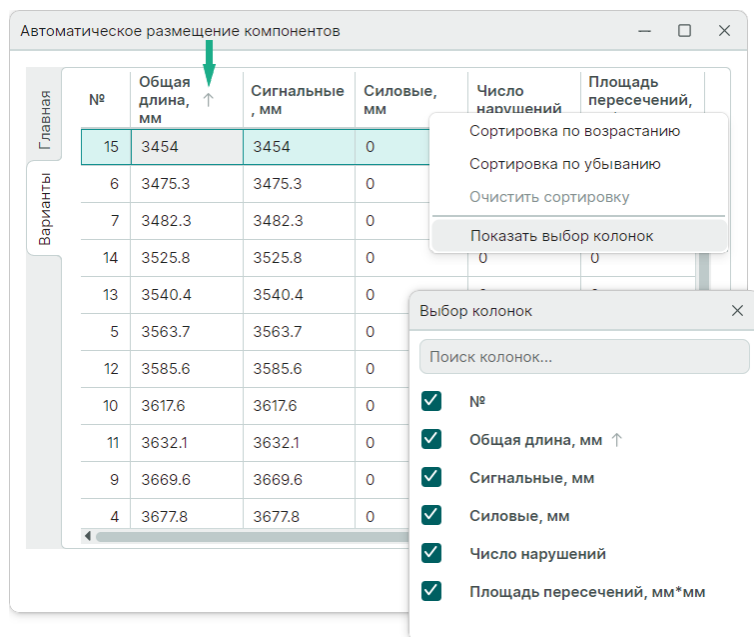


Рис. 147 Сортировка вариантов размещения и выбор колонок

При выделении нужного варианта во вкладке «Варианты» в редакторе плат будет отображен соответствующий вариант размещения, см. [Рис. 148](#).

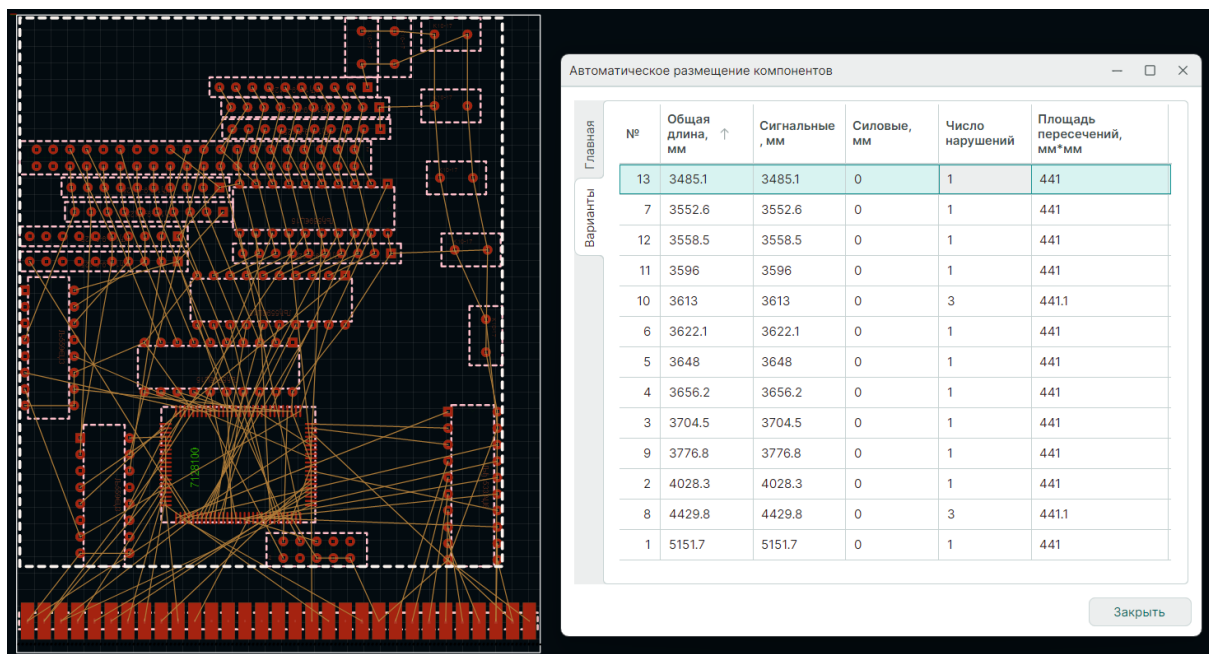


Рис. 148 Найденные варианты размещения компонентов

При необходимости продолжения поиска вариантов размещения компонентов вернитесь на вкладку «Главная» и повторно нажмите кнопку «Запустить».

При использовании кнопки «Заккрыть» при запущенной процедуре поиска вариантов система отобразит дополнительный запрос о прерывании авторазмещения. Если же команда «Заккрыть» применяется из состояния паузы

или до запуска процедуры, то никакого дополнительного запроса отображено не будет, см. [Рис. 149](#).

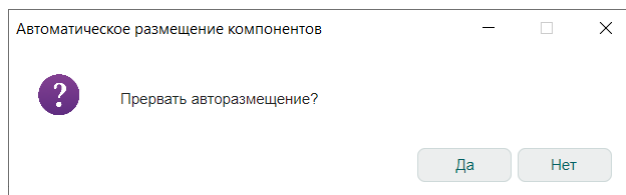


Рис. 149 Запрос о прерывании размещения

Примечание! Особенности процедуры размещения:

1. Авторазмещение компонентов производится преимущественно в один слой. Если же компоненты размещаются на разных сторонах платы, они будут расположены с минимумом пересечения их проекций на одну плоскость.
2. Не предусмотрен учёт запрещенных зон внутри области размещения.
3. Отсутствует автоматическая кластеризация схемы – формирования связанных групп компонентов, например, для микросхем с конденсаторами развязки. В результате такие конденсаторы после авторазмещения обычно образуют отдельную компактную группу.
4. При плотном размещении из-за различия в габаритах компонентов возможны их перекрытия.
5. Областью размещения считается минимальный прямоугольник, охватывающий все компоненты, однако, область размещения может не находиться на печатной плате или выходить за ее пределы.



7.4 Выбор посадочного места

Если для компонента (радиодетали) добавлено несколько посадочных мест в редакторе компонента, то после размещения на плате доступен выбор или изменение ранее выбранного посадочного места.

Для выбора и изменения посадочного места:

1. Перейдите в функциональную панель «Свойства» → «Радиодеталь» → «Посадочное место», выберите нужное посадочное место из выпадающего меню, см. [Рис. 150](#).

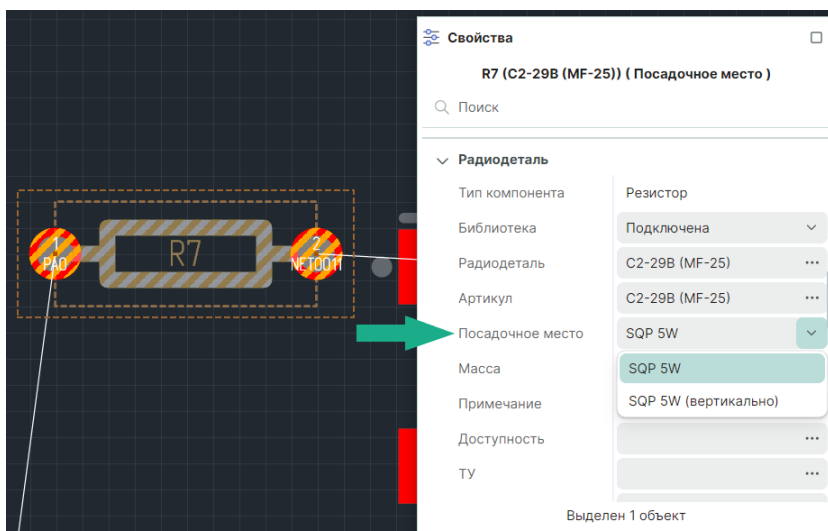


Рис. 150 Выбор посадочного места

2. Посадочное место компонента будет изменено, см. [Рис. 151](#).

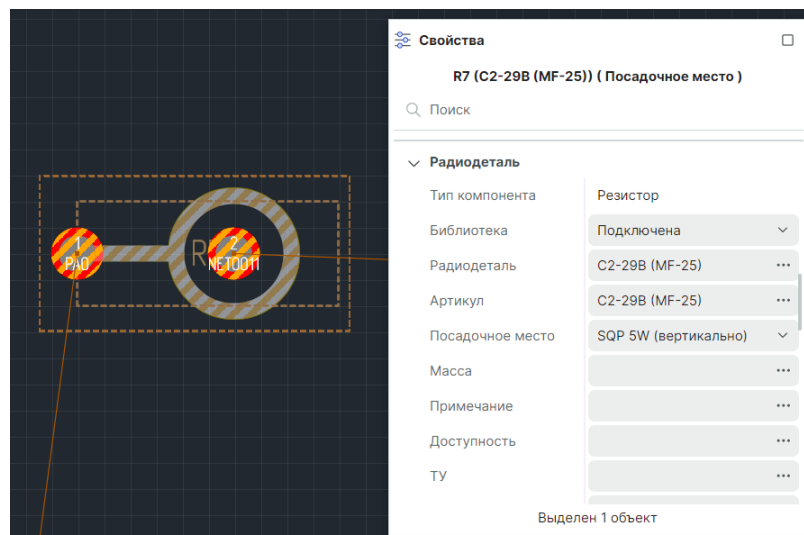


Рис. 151 Измененное посадочное место

Подробнее о добавлении посадочных мест для радиодетали см. [Радиоэлектронные компоненты](#) раздел [Работа с параметрами радиодетали](#).

7.5 Редактирование размещенного посадочного места

7.5.1 Перемещение посадочного места

Посадочное место может быть перемещено следующими способами:

- С помощью мыши;
- С помощью клавиатуры;
- Поместить в указанные координаты.

Перемещение с помощью мыши или клавиатуры позволяет визуальное контролировать перемещение посадочного места. Перемещение с указанием координат дает возможность переместить посадочное место в указанную точку или сместить на заданную величину относительно текущего положения.

Для перемещения посадочного места с помощью мыши:

1. Выберите посадочное место (в панели «Свойства» должно быть отображено, что выбрано именно посадочное место).
2. Зажмите левую кнопку мыши и переместите курсор в то место, куда необходимо переместить посадочное место. При этом в панели «Свойства» будут отображаться исходное положение посадочного места (пункт «Начало»), текущие координаты (пункт «Конец») и величина перемещения относительно исходной точки (пункты «dX» и «dY») см. [Рис. 152](#).

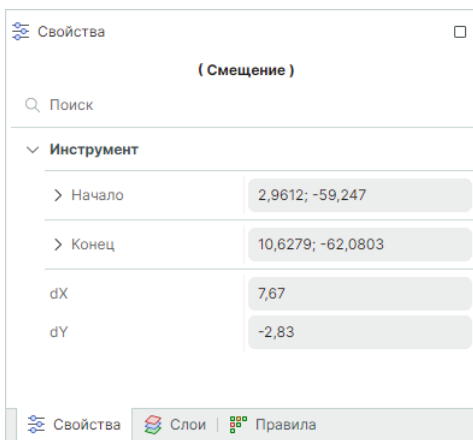


Рис. 152 Информация о смещении

3. Отпустите левую кнопку мыши.

Для перемещения ПМ с помощью клавиатуры:

1. Выберите посадочное место (в панели «Свойства» должно быть отображено, что выбрано именно посадочное место).
2. Зажмите клавишу «Shift».
3. Переместите посадочное место, пользуясь клавишами управления курсором (стрелками). При этом в панели «Свойства» будут отображаться текущие координаты посадочного места.

Чтобы поместить ПМ в указанные координаты:

1. Выберите посадочное место (в панели «Свойства» должно быть отображено, что выбрано именно посадочное место).
2. В пункте «Расположение» раздела «Плата» в панели «Свойства» введите новые координаты посадочного места, см. [Рис. 153](#). Пункт

«Расположение» может быть раскрыт для независимого ввода каждой координаты.

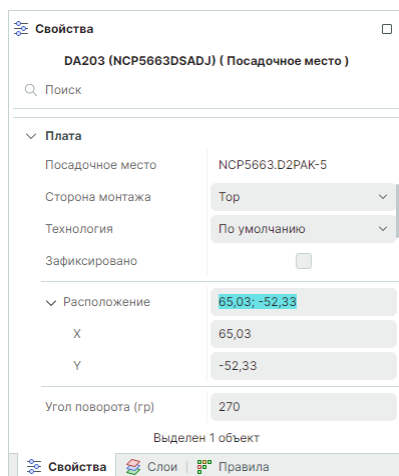


Рис. 153 Ввод координат для перемещения посадочного места

3. Нажмите клавишу «Ввод» («Enter»).

7.5.2 Поворот посадочного места и перенос на другую сторону платы

Поворот и перенос размещенного посадочного места на другую сторону платы осуществляется по аналогии с размещаемым посадочным местом (компонентом), см. раздел [Поворот и перенос на другую сторону платы](#). Команды поворота в контекстном меню для размещенных компонентов находятся в разделе «Графика».



Важно! Если осуществляется поворот посадочного места, к которому подключены треки (печатные проводники), то при повороте они будут отсоединены от контактных площадок, т.е. посадочное место будет поворачиваться отдельно от треков, положение которых не изменится.

7.5.3 Изменение обозначений

Графические объекты (позиционные обозначения и значения атрибутов компонента), расположенные в посадочном месте на слоях групп «Шелкография» и «Сборочные», могут быть перемещены на плату в рамках одного конкретного проекта, см. [Рис. 154](#).



Рис. 154 Пример перемещения графического объекта

Для этого необходимо выбрать нужный объект (в панели «Свойства» должен отображаться тип выбранного объекта) и далее действовать по аналогии с перемещением посадочного места, см. раздел [Перемещение посадочного места](#). Помимо этого, графические объекты можно повернуть. При использовании контекстного меню команды поворота располагаются в разделе «Графика».

Графические объекты (позиционные обозначения и значения атрибутов компонента) можно скрыть. Для этого можно их выбрать и удалить, воспользовавшись пунктом «Удалить» («Delete»). Кроме того, включить и выключить отображение можно с помощью раздела «Атрибуты» в панели «Свойства», см. [Рис. 155](#). Атрибут, который отмечен флагом, будет отображен на плате.



Рис. 155 Отображение атрибутов компонента в посадочном месте

Отображение каждого из атрибутов может быть настроено индивидуально как отдельного графического объекта. Для этого необходимо выбрать атрибут (в панели «Свойства» должно быть указано, что выбран графический объект), после чего с помощью панели «Свойства» настроить необходимые параметры отображения объекта, например, параметры шрифта, см. [Рис. 156](#).

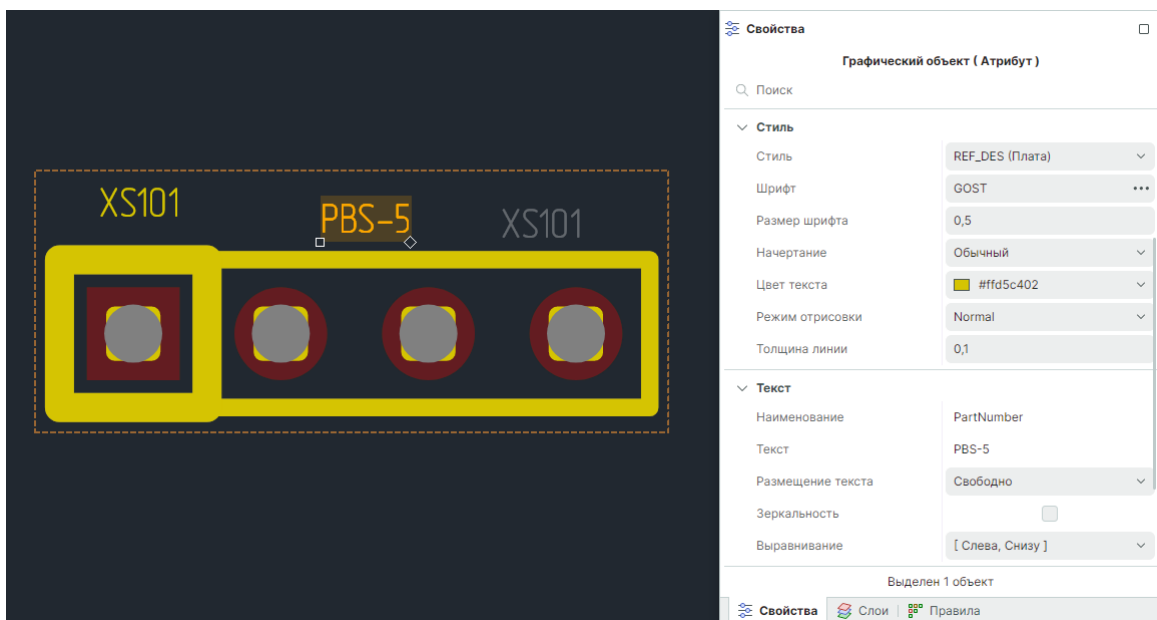


Рис. 156 Изменение свойств атрибута как графического объекта

Расположение и вид обозначений, заданных на посадочном месте, можно вернуть к исходному виду (к тому виду, в котором посадочное место данного типа сохранено в проекте). Для этого нужно выбрать посадочное место, вызвать контекстное меню и воспользоваться пунктом «Переразместить».

7.5.4 Изменение посадочного места

7.5.4.1 Общие сведения об изменении посадочных мест

В процессе проектирования печатных плат возможны ситуации, когда на плате необходимо изменить параметры посадочного места заданного типа или изменить конкретное посадочное место. Такие изменения вносятся только в конкретный проект и не затрагивают библиотеку ЭРИ.

Для редактирования посадочных мест на плате в системе Delta Design предусмотрен специальный механизм, который позволяет изменять посадочные места, не внося изменения в библиотеку.

Когда компонент добавляется в проект (размещается на схеме) в проект также добавляется его посадочное место. Компонент в проекте не имеет прямой связи с библиотекой ЭРИ, поэтому данные в проекте и в библиотеке могут изменяться независимо друг от друга. При необходимости получения данных о компоненте из библиотеки необходимо выполнить обновление компонентов.

Система позволяет изменить все посадочные места указанного типа или изменить посадочное место конкретного компонента.

Выбор посадочного места доступен:

- В графическом редакторе платы;

- В панели «Менеджер проекта» («Компоненты» → «Плата» → «Посадочные места»), см. [Рис. 157](#).

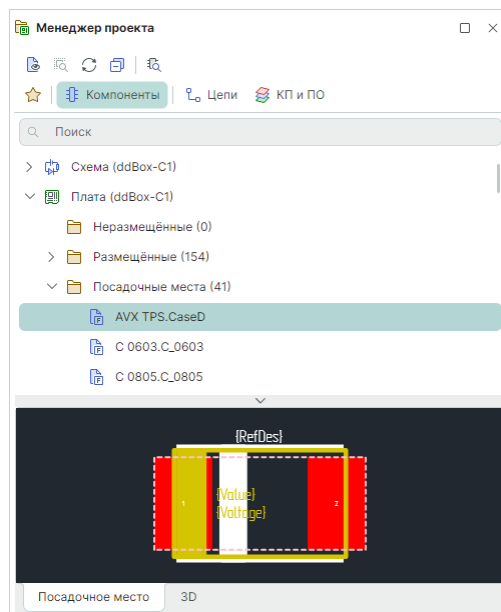


Рис. 157 Посадочные места в панели «Менеджер проекта»

7.5.4.2 Редактирование размещенного посадочного места

Редактирование существующего посадочного места можно осуществить двумя способами:

- с помощью инструмента «Сделать уникальным»;
- с помощью инструмента «Разгруппировать».

Редактирование существующего посадочного места с использованием инструмента «Сделать уникальным». Использование этого инструмента приводит к созданию нового посадочного места.

Для этого:

1. Выберите нужный компонент на плате.
2. В контекстном меню выберите команду «Сделать уникальным», см. [Рис. 158](#).

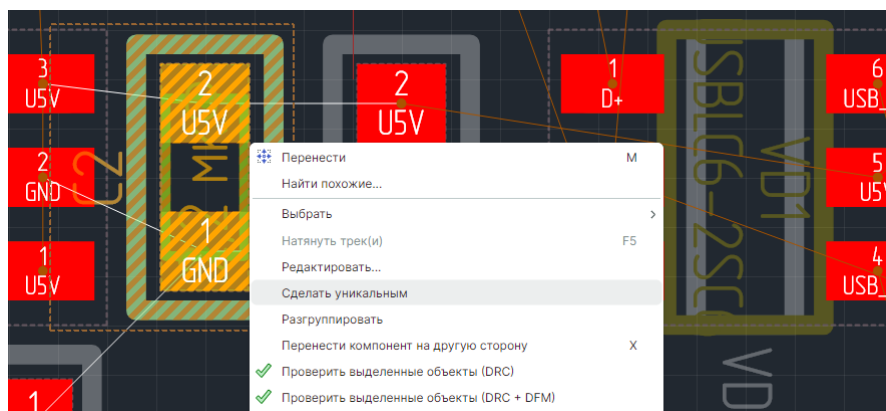


Рис. 158 Создание уникального посадочного места

В результате редактирования посадочного места с помощью инструмента «Сделать уникальным» в «Менеджер проекта» → «Компоненты» → «Плата» → «Посадочные места» появится новое посадочное место, название которого будет соответствовать позиционному обозначению компонента. Теперь данное посадочное место можно редактировать независимо от других посадочных мест.

Редактирование существующего посадочного места с помощью инструмента «Разгруппировать».

Использование этого инструмента не приводит к созданию нового посадочного места. Данное посадочное место будет отличаться от остальных посадочных мест данного типа только на текущей печатной плате.

Для этого:

1. Выберите посадочное место на плате.
2. В контекстном меню выберите команду «Разгруппировать», см. [Рис. 159](#).

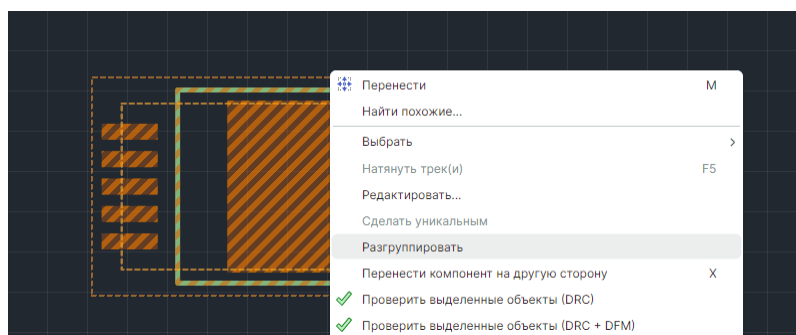


Рис. 159 Создание разгруппированного посадочного места

В результате применения инструмента «Разгруппировать» графические объекты данного посадочного места можно редактировать как разгруппированный графический объект.

7.5.4.3 Редактирование всех посадочных мест одного типа



Важно! Способ редактирования посадочного места, который описан в данном разделе, вносит изменения во все посадочные места данного типа. Если необходимо изменить конкретное посадочное место, его предварительно необходимо сделать уникальным, см. раздел [Редактирование размещенного посадочного места](#).

Чтобы изменить посадочное место компонента на плате:

1. Выберите на плате посадочное место, которое необходимо изменить.
2. Вызовите контекстное меню и выберите пункт «Редактировать», см. [Рис. 160](#).

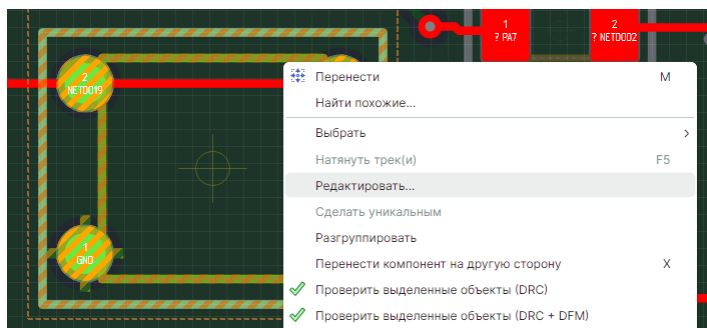


Рис. 160 Изменение посадочного места на плате

3. Внесите изменения в посадочное место, используя инструменты открывшегося редактора посадочных мест.
4. Закройте редактор посадочных мест без сохранения (несохраненный документ в окне редактора отмечен звездочкой (*)), см. [Рис. 161](#).

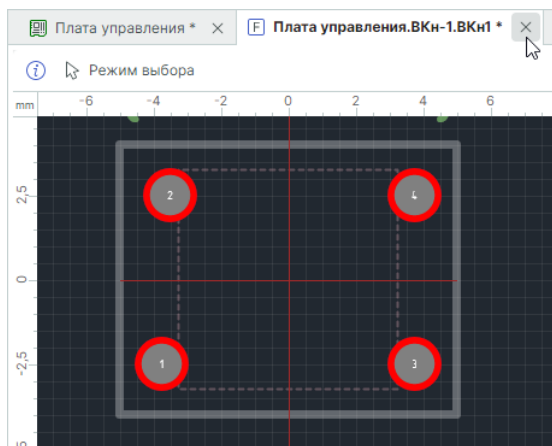


Рис. 161 Закрытие редактора без сохранения

Внесенные изменения сразу будут применены ко всем посадочным местам выбранного типа, расположенным на плате.



Важно! Если перед закрытием редактора посадочных мест будет произведено сохранение, то внесенные изменения сразу будут внесены в проект и сохранены.



Важно! Во время редактирования посадочного места граница корпуса компонента может быть удалена. Крайне не рекомендуется допускать такой ситуации, чтобы избежать ошибок на дальнейших этапах проектирования печатной платы, которые могут возникнуть из-за отсутствия границ у посадочного места какого-либо компонента.

Отменить сохраненные изменения посадочных мест в явном виде невозможно. Тем не менее, можно преобразовать посадочные места к тому виду, в котором они хранятся в библиотеке ЭРИ. При этом если посадочное место было отмечено как уникальное, то после данной операции отметка об уникальности будет снята. Данная операция доступна только для связанных с библиотекой компонентов.

Чтобы привести посадочное место в соответствие с библиотекой ЭРИ:

1. Выберите нужный тип посадочного места в панели «Менеджер проекта» (вкладка «Компоненты» → «Плата» → «Посадочные места»).
2. Вызовите контекстное меню и воспользуйтесь пунктом «Обновить из библиотеки», см. [Рис. 162](#).

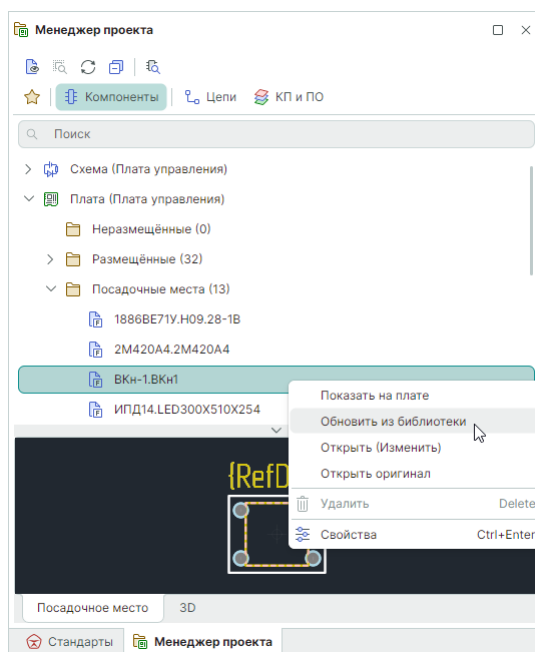


Рис. 162 Приведение посадочного места в соответствие с библиотекой ЭРИ

8 Регионы

8.1 Общие сведения о регионах на плате

Регионы – это выделенные зоны на плате, в которых разрешено локально изменять правила проектирования и/или запрещать размещение объектов.

Регион может быть создан непосредственно на плате или задан для конкретного посадочного места в библиотеке ЭРИ. Во втором случае, при размещении на плате посадочного места с регионом, данный регион будет автоматически размещен на плате. Подробнее о создании и редактировании регионов посадочного места см. [Радиоэлектронные компоненты](#) раздел [Регионы изменения правил проектирования](#), создание правил для регионов посадочного места описано в документе [Редактор правил](#) раздел [Формат описания правил для регионов внутри посадочных мест](#).

Регионы применяются для:

- запрета размещения объектов – в регионах может быть настроен запрет на размещение компонентов, монтажных отверстий, треков, переходных отверстий, областей металлизации;
- изменения правил проектирования – формирования особых правил проектирования в регионе (значения зазоров между объектами, параметры треков и диффпар).

Для каждого из регионов доступна настройка запретов размещения объектов и настройка правил проектирования.

На плате регионы могут располагаться на всех слоях платы одновременно или только на одном конкретном проводящем слое платы. Это позволяет настроить изменения правил проектирования детальным образом.

8.2 Размещение регионов

Регионы размещаются на плате с помощью инструмента «Разместить регион», который обозначается символом  и расположен:

- на встроенной панели редактора;
- на панели инструментов «Плата»;
- в главном меню «Инструменты» → «Регион».



Примечание! В системе Delta Design существует три встроенных формы региона: прямоугольник, круг, многоугольник. Форма размещаемого региона отображается на соответствующей иконке инструмента «Разместить регион».

Чтобы разместить регион:

1. Выберите инструмент «Разместить регион», выберите форму региона, см. [Рис. 163](#).

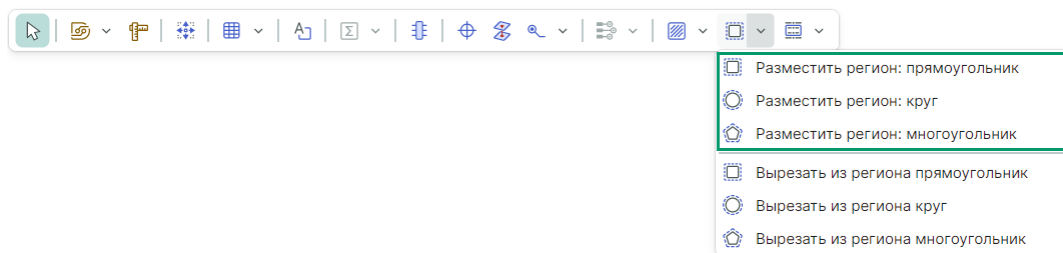


Рис. 163 Вызов инструмента «Разместить регион» из встроенной панели редактора

2. Переместите курсор в рабочую область и отметьте первую точку, см. [Рис. 164](#).

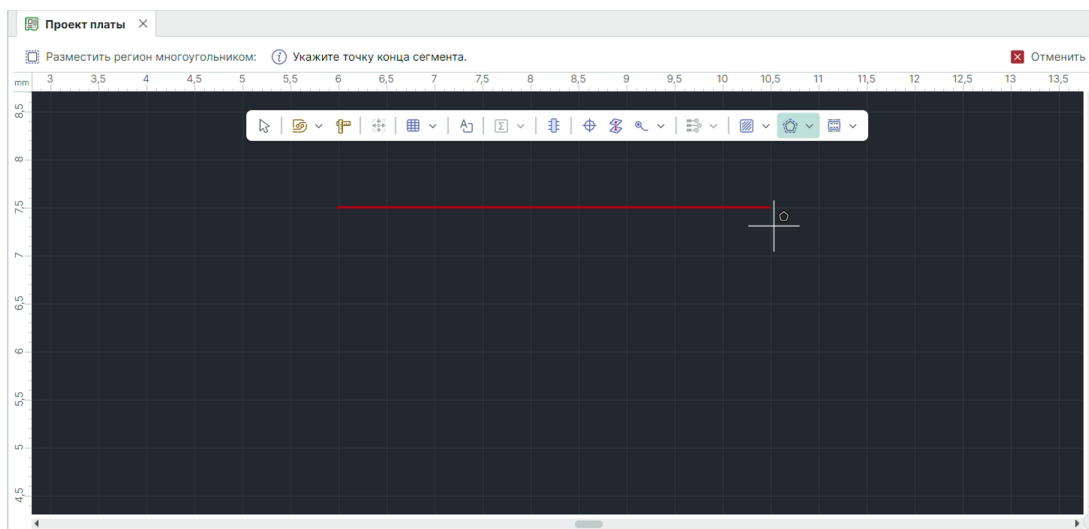


Рис. 164 Построение границ региона

При построении границы региона доступны несколько типов сегментов, позволяющие по-разному задавать геометрию границы региона. Выбор типа сегмента производится в панели «Свойства», см. [Рис. 165](#). Построение границы региона аналогично [построению границы области металлизации](#).

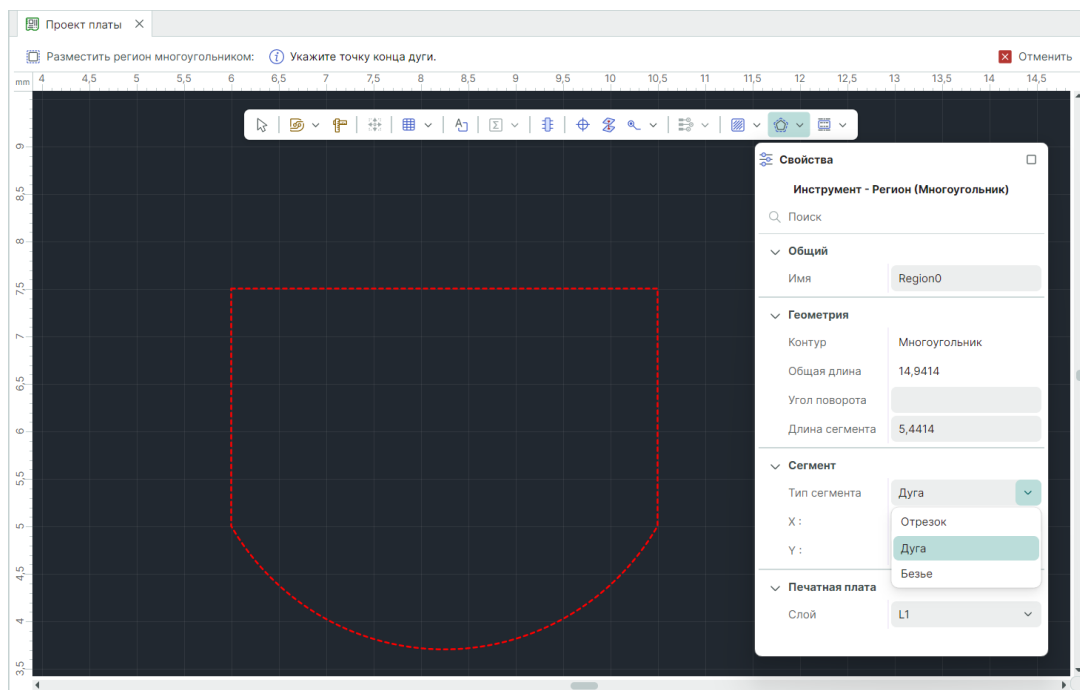


Рис. 165 Выбор типа сегмента при построении границы региона

3. Для завершения построения границы региона нажмите клавишу «Ввод» («Enter») или выберите в контекстном меню пункт «Завершить», см. [Рис. 166](#).

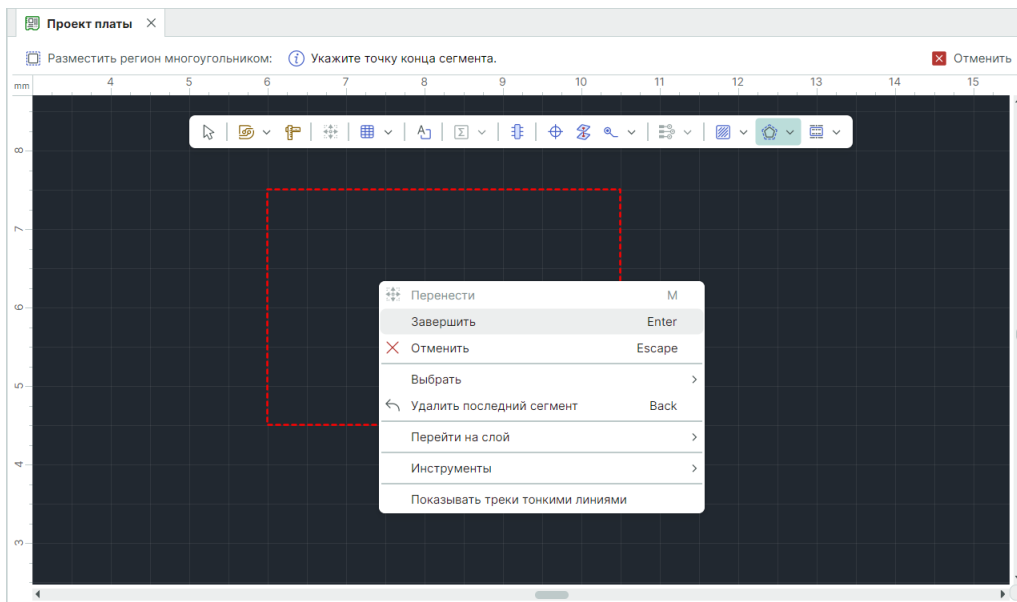


Рис. 166 Завершение формирования границы региона на плате

4. Выберите слой, на котором будет размещен регион, в панели «Свойства» → «Печатная плата» → «Слой», см. [Рис. 167](#). При выборе слоя THROUGHREGION регион будет использоваться на всех проводящих слоях печатной платы сразу.

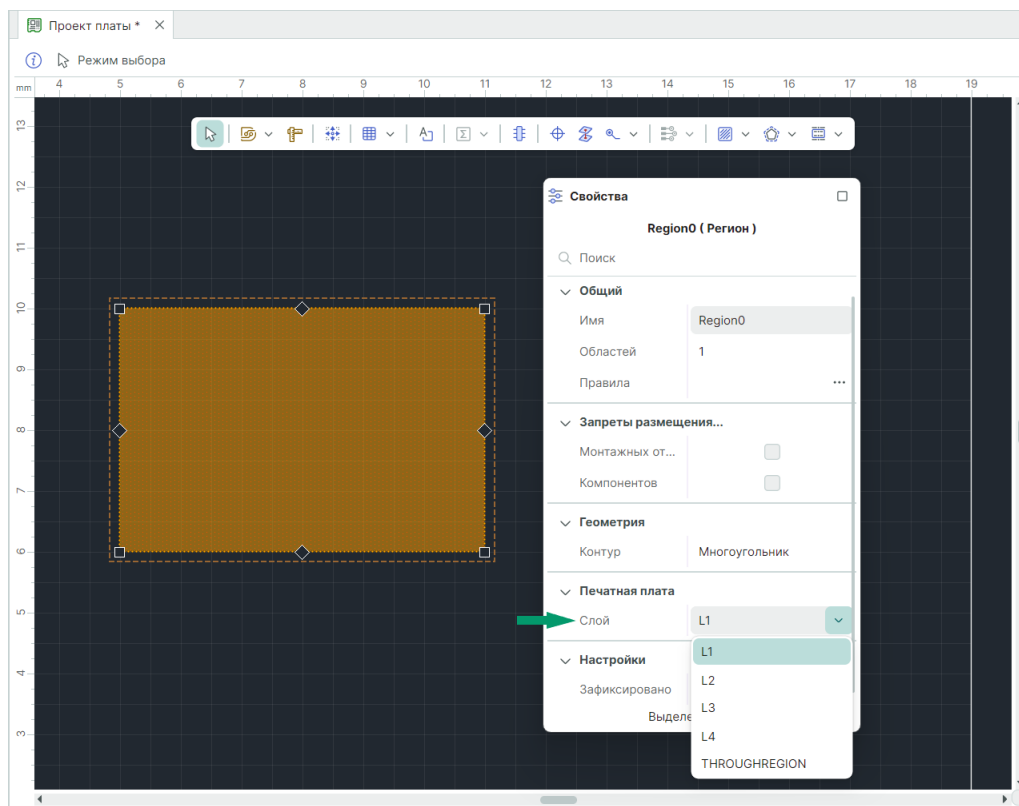


Рис. 167 Выбор слоя для региона

Каждому создаваемому региону автоматически присваивается уникальное имя, которое отображается в панели «Свойства» → «Общий» → «Имя». Имя региона при необходимости можно изменить.

Если нескольким графическим регионам присвоить одно наименование, то они становятся областями одного региона, а значит действие правил, сформированных для региона, распространяется на все области. Информация о количестве областей региона отображается в панели «Свойства» → «Общий» → «Областей», см. [Рис. 168](#).

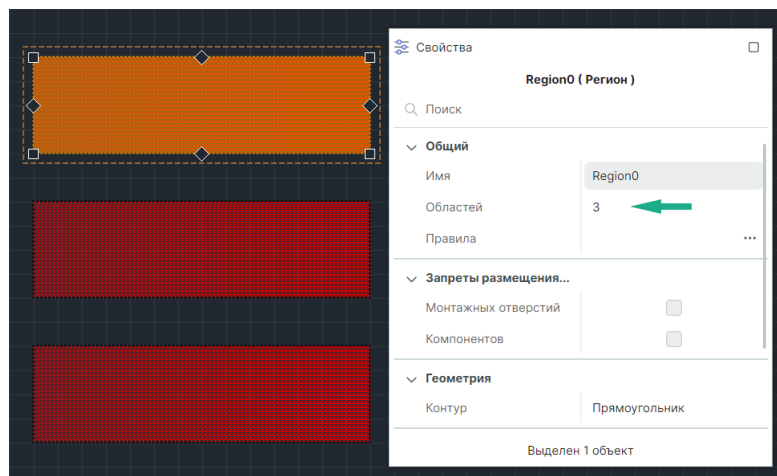


Рис. 168 Отображение областей региона

После того, как регион размещен, для него необходимо настроить изменения правил проектирования и/или запреты запреты на размещение объектов.

8.2.1 Создание вырезов в регионах

Создание вырезов в регионах осуществляется при помощи инструментов: «Вырезать из региона прямоугольник», «Вырезать из региона круг» и «Вырезать из региона многоугольник».

Инструменты доступны, см. [Рис. 169](#):

- на встроенной панели редактора;
- на панели инструментов «Плата»;
- в главном меню «Инструменты» → «Регион».

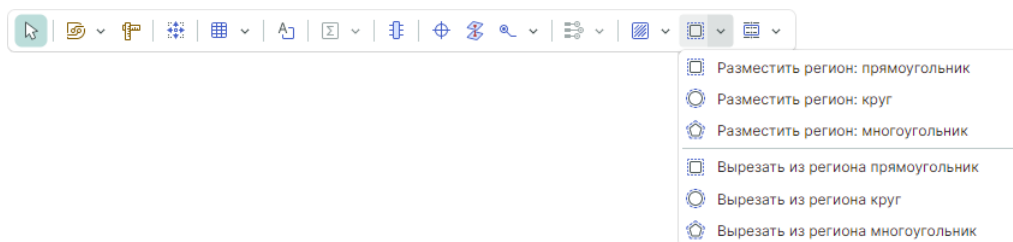


Рис. 169 Вызов инструментов создания вырезов в регионах из главного меню

8.3 Запреты размещения объектов

Запреты на размещение объектов в регионах можно разделить по типам объектов и способу создания на следующие группы:

- [запреты размещения монтажных отверстий и компонентов](#) создаются в редакторе плат;
- [запреты размещения трек, ПО и областей металлизации](#) формируются в редакторе правил.

8.3.1 Запрет размещения монтажных отверстий и компонентов

При создании запрета для размещения монтажных отверстий и компонентов указываются типы объектов, запрещенных для размещения в данном регионе.

Чтобы указать типы объектов, запрещенных для размещения в регионе:

1. Выберите регион;
2. Отметьте в панели «Свойства» → «Запреты размещения...» флагом чек-боксы типов объектов, для которых в регионе будет установлен запрет на размещение, см. [Рис. 170](#).

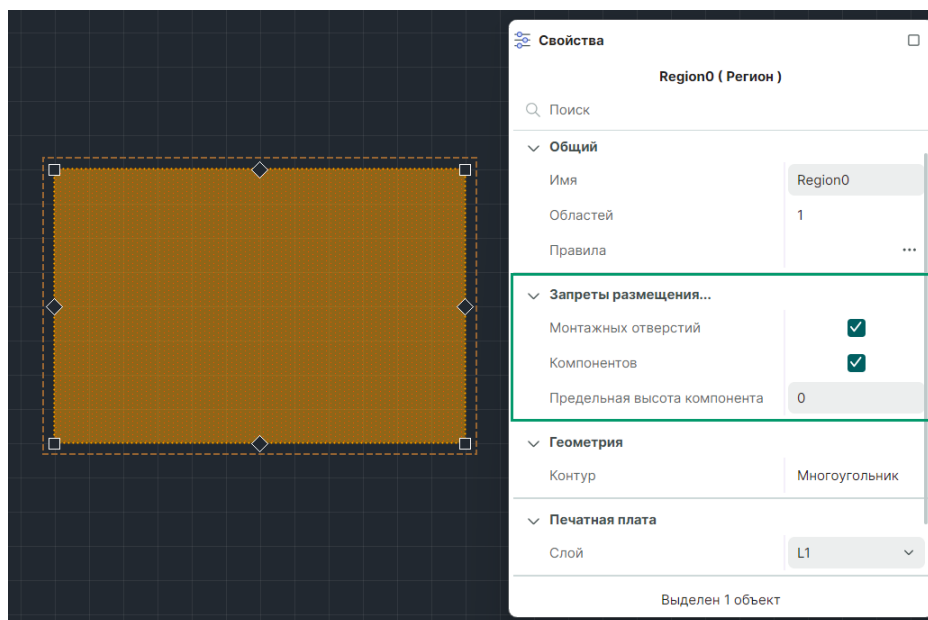


Рис. 170 Установка запрета размещения в регионе компонентов и монтажных отверстий

Запрет на размещение компонентов в регионе может распространяться не на все компоненты, а только на те, высота которых превышает заданное значение.

Чтобы установить предельное значение допустимой высоты компонентов размещаемых в регионе:

1. Выберите регион, в котором установлен запрет на размещение компонентов;
2. Задайте требуемое значение высоты в текстовом поле «Свойства» → «Запреты размещения...» → «Предельная высота компонента», см. [Рис. 171](#). Значение устанавливается в тех единицах измерения, которые используются в данном проекте.

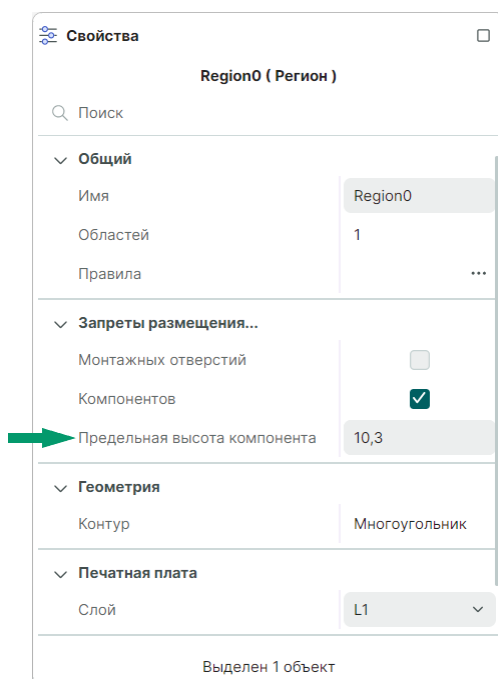


Рис. 171 Предельное значение высоты для компонента в регионе

8.3.2 Запрет размещения треков, ПО и областей металлизации

Создание запрета для размещения треков, ПО и областей металлизации в регионе производится в редакторе правил проекта.

Переход в редактор правил может быть осуществлен:

- с помощью символа «...» в панели «Свойства» → «Общий» → «Правила», см. [Рис. 172](#);
- при выборе пункта «Правила» главного меню «Настройки»;
- с помощью команды контекстного меню «Открыть» для узла «Правила» в дереве проекта.

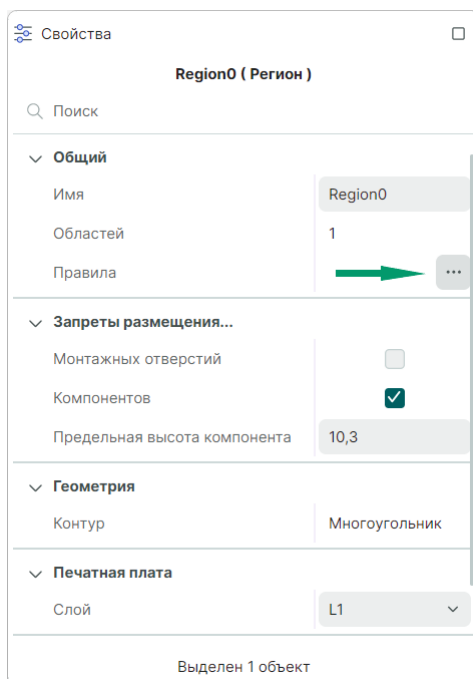


Рис. 172 Переход в редактор правил из панели «Свойства»



Примечание! При переходе в редактор правил через свойства региона его имя будет подсвечено во всех уже существующих строках правил.

Правила запрета для размещения треков, ПО и областей металлизации в регионе могут быть созданы с помощью «Помощника формирования правил» или прописаны вручную.

Алгоритм создания правила с помощью помощника следующий:

1. Откройте редактор правил;
2. Из выпадающего меню «Правила» выберите тип ограничения – «Запреты на размещение объектов цепи» и нажмите кнопку «Создать», см. [Рис. 173](#);

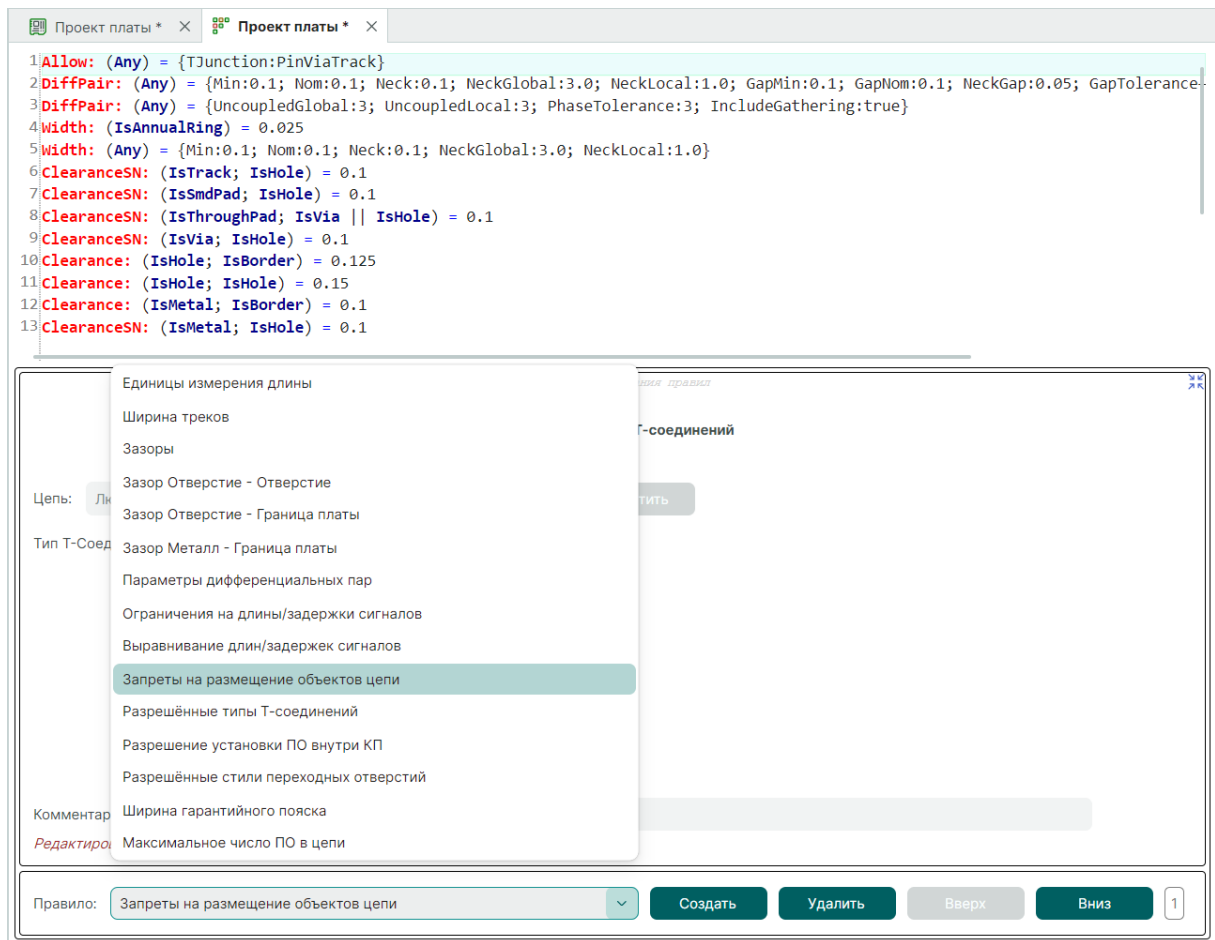


Рис. 173 Выбор типа ограничения

3. В редакторе правил появится новая строка, выделенная желтым цветом, см. [Рис. 174](#).

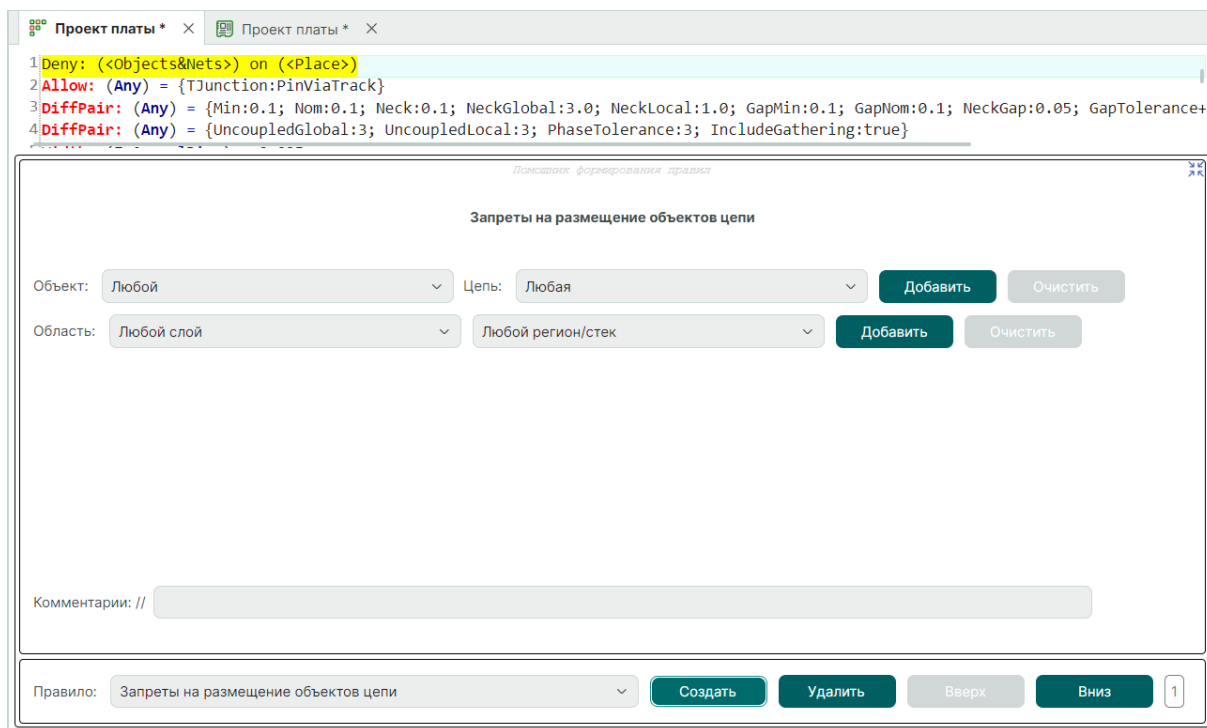


Рис. 174 Новое правило, созданное помощником



Примечание! Выделение строки желтым цветом обозначает наличие в ней ошибок. Новая строка подсвечена желтым, т.к. на данном этапе в ней не определены необходимые данные (объекты и область запрета).

4. Далее определите объекты, запрещенные для размещения в регионе. Объекты могут принадлежать или не принадлежать цепям и/или классам цепей, см. [Рис. 175](#).
- В выпадающем меню «Объект» установите флаги в чек-боксы напротив объектов, на которые будет распространяться запрет размещения и нажмите кнопку «ОК».



Примечание! В редакторе правил установить запрет на размещение в регионе можно только для треков, переходных отверстий и областей металлизации.

- При необходимости аналогичным способом в меню «Цепь» выберите цепи или классы цепей, которым будут принадлежать объекты, запрещенные для размещения в регионе, нажмите кнопку «ОК».
- Нажмите кнопку «Добавить» и выбранные объекты, цепи и классы цепей будут перенесены в строку с правилом.

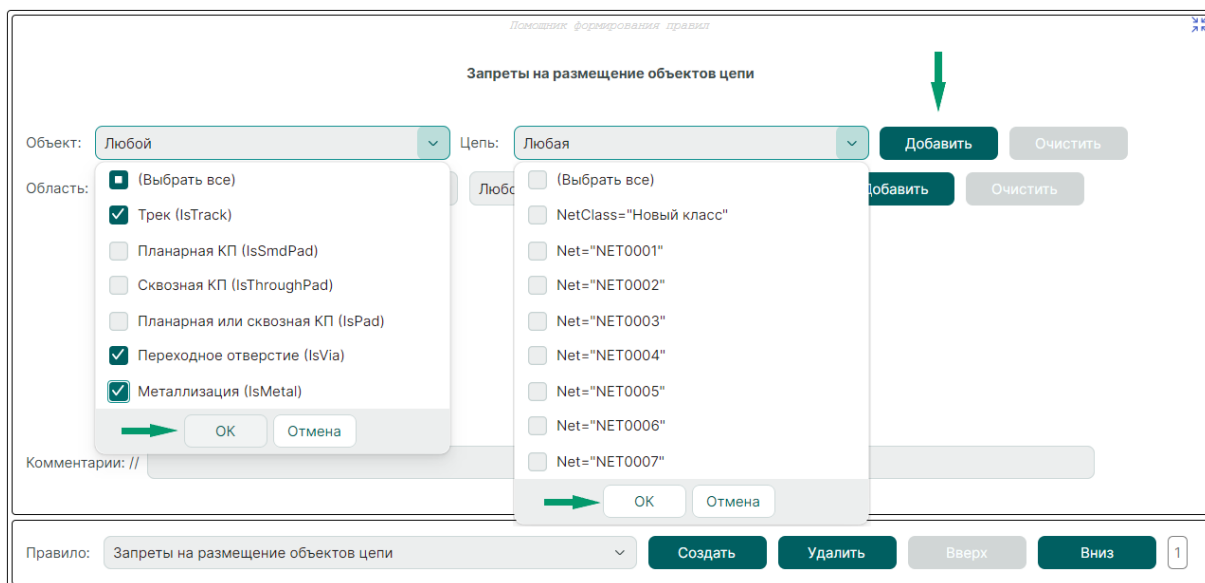


Рис. 175 Выбор объектов, запрещенных к размещению

5. В выпадающих меню «Область» определите область действия запрета, см. [Рис. 176](#).

- Установите флаги в чек-боксы напротив слоев и/или классов слоев, на которые будет распространяться запрет размещения и нажмите кнопку «ОК».
- Аналогичным способом выберите регионы, в которых будет действовать запрет размещения и нажмите кнопку «ОК».
- Нажмите кнопку «Добавить» и выбранные области будут перенесены в строку с правилом.

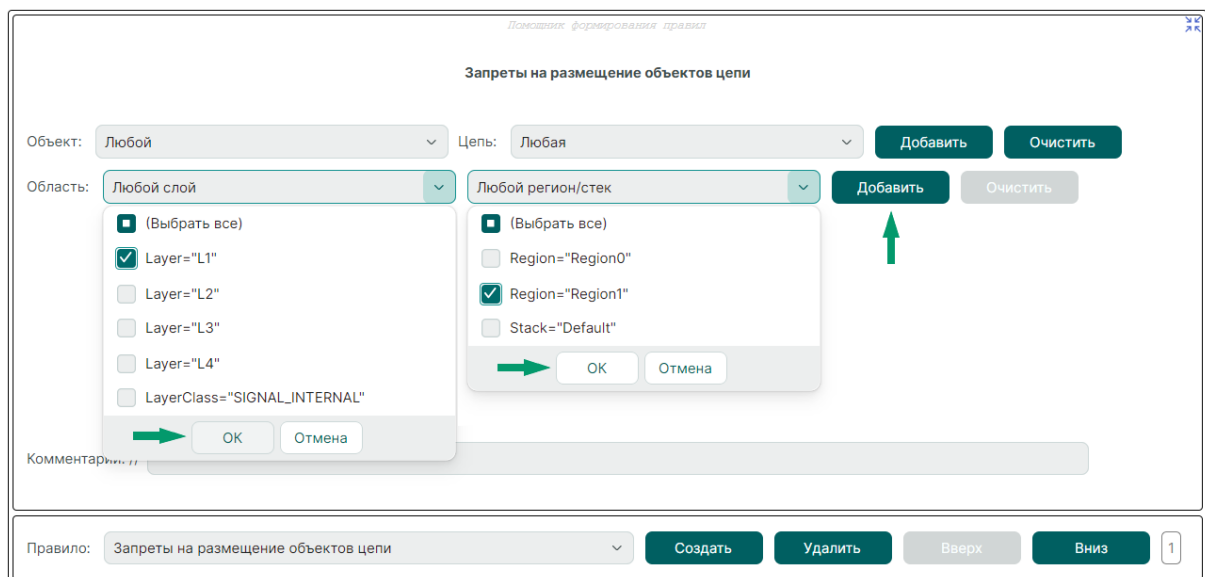


Рис. 176 Выбор области действия запрета

6. При необходимости измените положение строки правила, добавьте комментарий. Подробнее о работе с правилами см. [Редактор правил](#).
7. Сохраните изменения, нажав «Сохранить» или «Сохранить все» на панели инструментов «Общие».

Алгоритм создания запрета на размещение объектов в регионе вручную аналогичен алгоритму, показанному выше:

1. Откройте редактор правил;
2. Задайте тип ограничения - запрет на размещение объектов, указав в строке: *Deny*;
3. Опишите типы объектов, запрещенных для размещения в регионе;
4. Опишите область действия запрета;
5. Сохраните изменения, нажав «Сохранить» или «Сохранить все» на панели инструментов «Общие».



Пример! Строка правил: *Deny: (((IsTrack || IsVia || IsMetal) && Net="NET0001")) on ((Layer="L1" && Region="Region1"))* задает запрет на размещение треков, ПО, областей металлизации, принадлежащих цепи «NET0001» в регионе «Region1» на слое «L1».

8.4 Регионы изменения правил

Кроме запретов, регионы используются для уточнения правил проектирования внутри областей на печатной плате.

В границах региона могут быть заданы изменения следующих типов правил:

- влияющие на минимально допустимые величины зазоров между объектами печатного монтажа (проводниками, контактными площадками, областям металлизации и т.д.);
- влияющие на физические параметры объектов (ширина треков и диффпар, варианты расположения Т-соединений и другие параметры).

Детальная настройка правил выполняется в редакторе правил, который, в частности, позволяет задать индивидуальные параметры для каждой цепи и объекта.

В целом настройка правил в регионах не отличается от обычного создания правила, но в обязательном порядке должна быть указана область действия правила – регион или регионы.

Подробнее о работе с правилами см. [Редактор правил](#).

9 Вспомогательные объекты

9.1 Общие сведения о вспомогательных объектах

К вспомогательным объектам печатной платы относятся:

- Переходные отверстия;
- Монтажные отверстия;
- Реперные точки.

Все эти объекты размещаются с помощью отдельных инструментов.

В общем случае параметры монтажных отверстий и реперных точек должны задаваться в рамках библиотеки. Тем не менее, если по каким-либо причинам они отсутствуют в библиотеке (или не доступны для чтения), то их можно создать непосредственно в рамках проекта.

9.2 Размещение переходных отверстий

9.2.1 Размещение ПО при трассировке

Типы переходных отверстий, используемых в проекте, задаются в редакторе слоев, см. раздел [Определение переходных отверстий](#).

Во время размещения трека (печатного проводника) редактор позволяет перейти на другой слой платы с автоматической установкой ПО, см. раздел [Переход на другой слой](#). В данном разделе описывается размещение ПО, не подключенных к какой-либо цепи.

Чтобы разместить на плате переходное отверстие:

1. Вызовите инструмент «Разместить переходное отверстие», который обозначен символом  на панели инструментов «Плата». Также инструмент доступен в разделе «Разместить» главного меню, во встроенной панели редактора и в пункте «Инструменты» в контекстном меню, см. [Рис. 177](#).

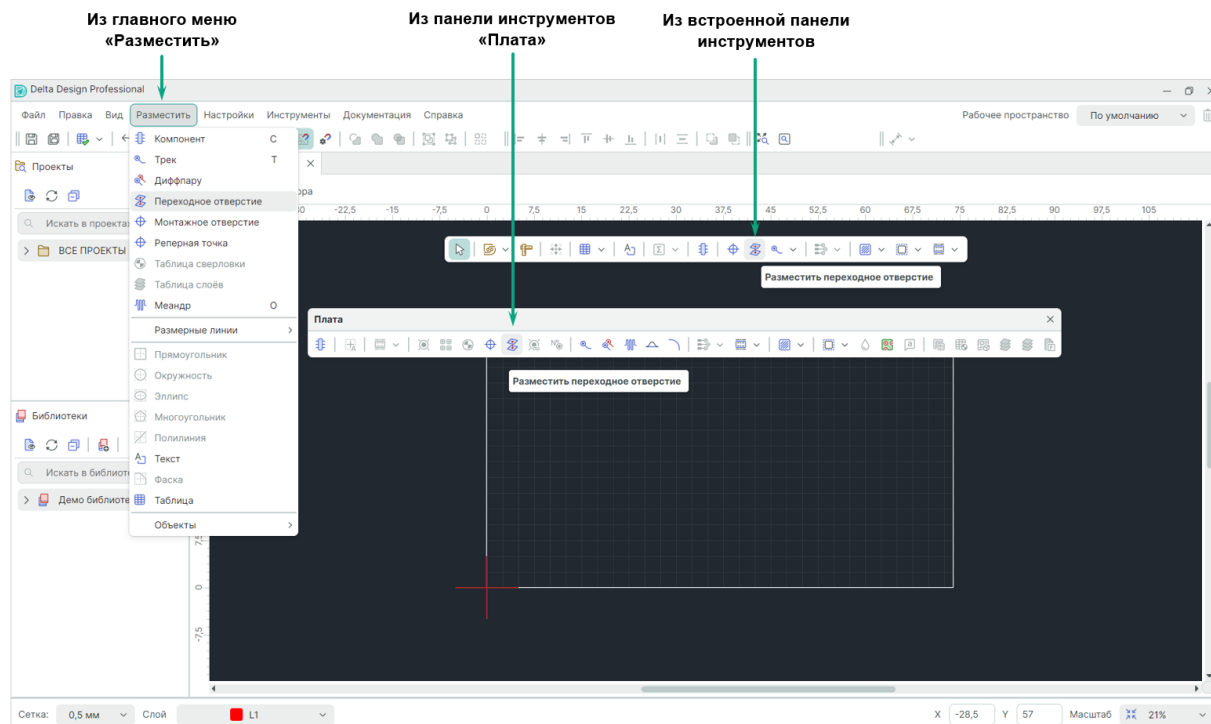


Рис. 177 Вызов инструмента «Разместить переходное отверстие»

Во время размещения ПО редактор позволяет задать цепь для нового переходного отверстия с помощью команды контекстного меню «Задать цепь ПО» или горячих клавиш «Shift+N», см. [Рис. 178](#) и [Рис. 179](#).

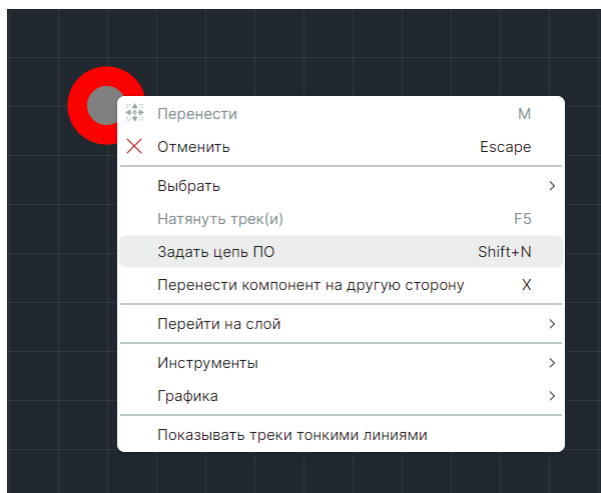


Рис. 178 Переход к выбору цепи для ПО

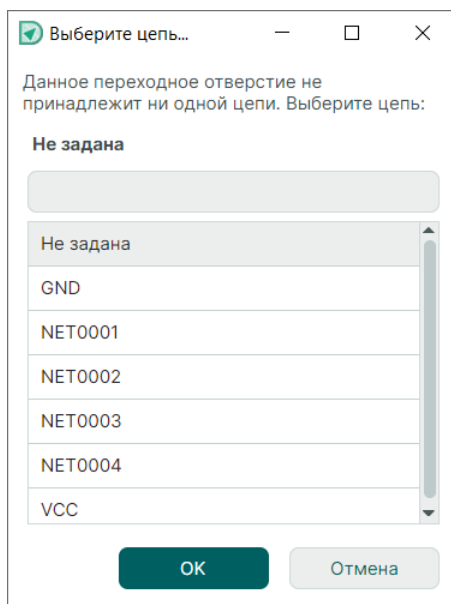


Рис. 179 Выбор цепи для нового ПО из списка существующих

2. Выберите стиль ПО в панели «Свойства» → «Общие» → «Стиль VIA», см. [Рис. 180](#). Выпадающий список отображается при нажатии на символ «▼», который расположен в правой части строки. Также смена стиля для размещаемого ПО возможна с помощью горячей клавиши, по умолчанию назначена горячая клавиша «Tab».

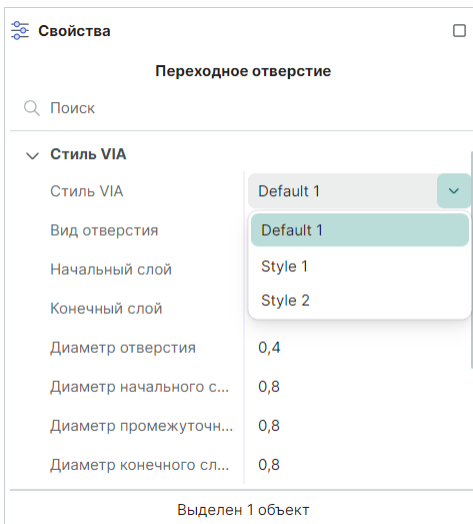


Рис. 180 Выбор стиля переходного отверстия

3. Переведите курсор в нужную точку рабочей области редактора и нажмите левую кнопку мыши. Переходное отверстие будет размещено в указанной точке, см. [Рис. 181](#).

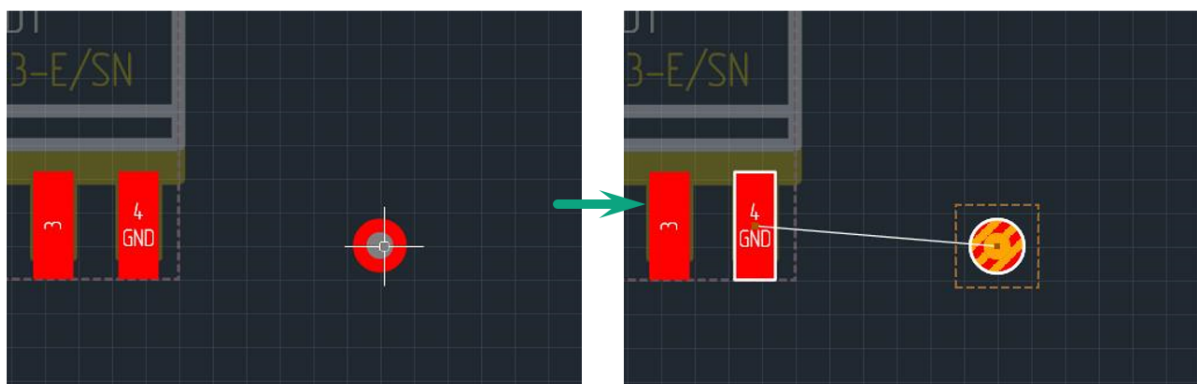


Рис. 181 Переходное отверстие размещено



Важно! Пока для переходного отверстия не назначена какая-либо цепь, оно не может стать началом размещения трека или быть подключено к области металлизации. При подключении трека к переходному отверстию, для которого не назначена цепь, оно будет включено в состав подключенной цепи.

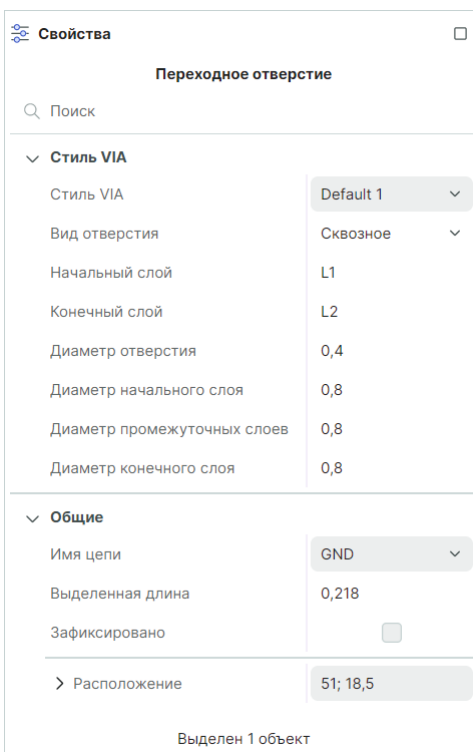
Используя панель «Свойства», можно изменить следующие параметры размещенного ПО, см. [Рис. 182](#):

Раздел «**Стиль VIA**»:

- «Стиль VIA» – стиль переходного отверстия ПО, изменение стиля доступно только для незафиксированного ПО.

Раздел «**Общие**»:

- «Имя цепи» – имя цепи, к которой подключено ПО, выбирается из выпадающего списка;
- «Зафиксировано» – фиксация положения и выбранного стиля ПО;
- «Расположение» – координаты ПО.



Свойства

Переходное отверстие

Поиск

Стиль VIA

Стиль VIA: Default 1

Вид отверстия: Сквозное

Начальный слой: L1

Конечный слой: L2

Диаметр отверстия: 0,4

Диаметр начального слоя: 0,8

Диаметр промежуточных слоев: 0,8

Диаметр конечного слоя: 0,8

Общие

Имя цепи: GND

Выделенная длина: 0,218

Зафиксировано: ☐

Расположение: 51; 18,5

Выделен 1 объект

Рис. 182 Свойства переходного отверстия



Важно! Если для переходного отверстия, к которому уже подключен проводник, назначить другую цепь, то такое переходное отверстие становится ошибочно размещенным.

9.2.2 Размещение ПО на контактных площадках

Для того чтобы ПО можно было размещать непосредственно на КП, необходимо включить это разрешение в Правилах трассировки, см. [Рис. 183](#).

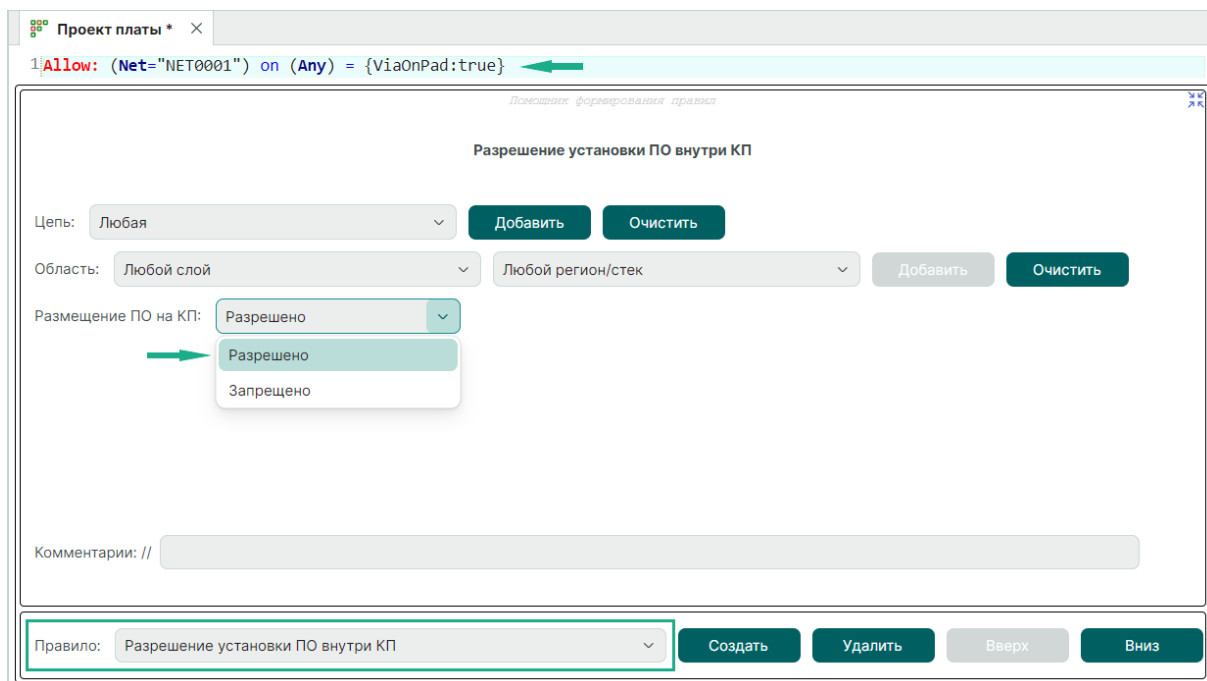


Рис. 183 Формирование разрешения на размещение ПО на КП в рамках проекта



Важно! Размещение ПО на КП работает только для планарных контактных площадок. Размещение других типов КП (сквозных КП, МО или реперных точек) DRC-проверка идентифицирует как нарушения.

При размещении ПО на КП центр ПО должен располагаться на границе или внутри КП, в противном случае будут действовать общие правила зазоров между ПО и КП, см. [Рис. 184](#). Такое расположение ПО на КП исключает случаи образования острых углов «кислотных ловушек».

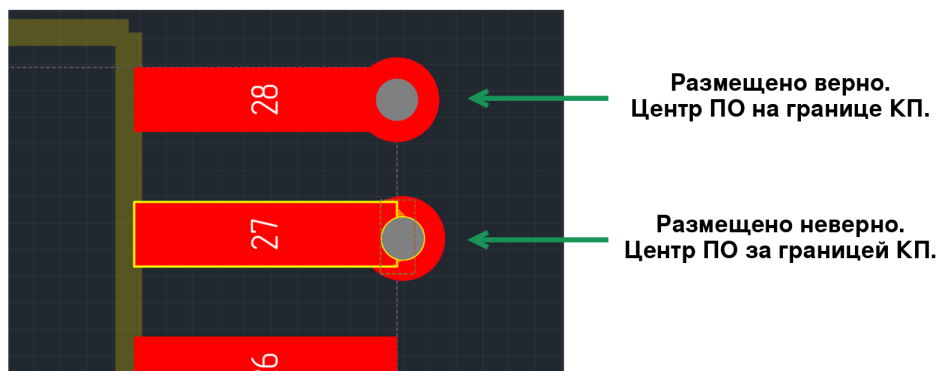


Рис. 184 Размещение ПО на КП



Примечание! Возможность размещения ПО непосредственно на КП позволяет сократить длины проводников при соединении треком объектов, находящихся на разных слоях.

Варианты размещения ПО на КП:

- Размещение ПО на КП. Не начиная трассировку, разместите ПО с помощью инструмента «Разместить переходное отверстие». При таком размещении ПО входит в состав цепи, к которой относится контактная площадка, см. [Рис. 185](#).

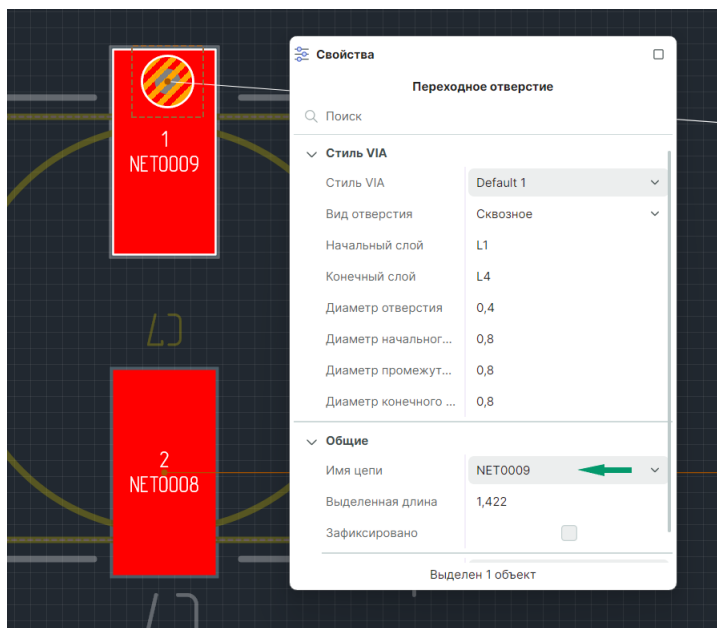


Рис. 185 Размещение ПО на КП без начала трассировки

- Соединение двух КП. В режиме размещения трека иницилируем размещение с начальной КП, расположенной, например, на слое SIGNAL_TOP и переходим на слой SIGNAL_BOTTOM. В этот момент на конце трека возникнет переходное отверстие. Можно завершить трек, установив ПО непосредственно на финальной КП, см. [Рис. 186](#).

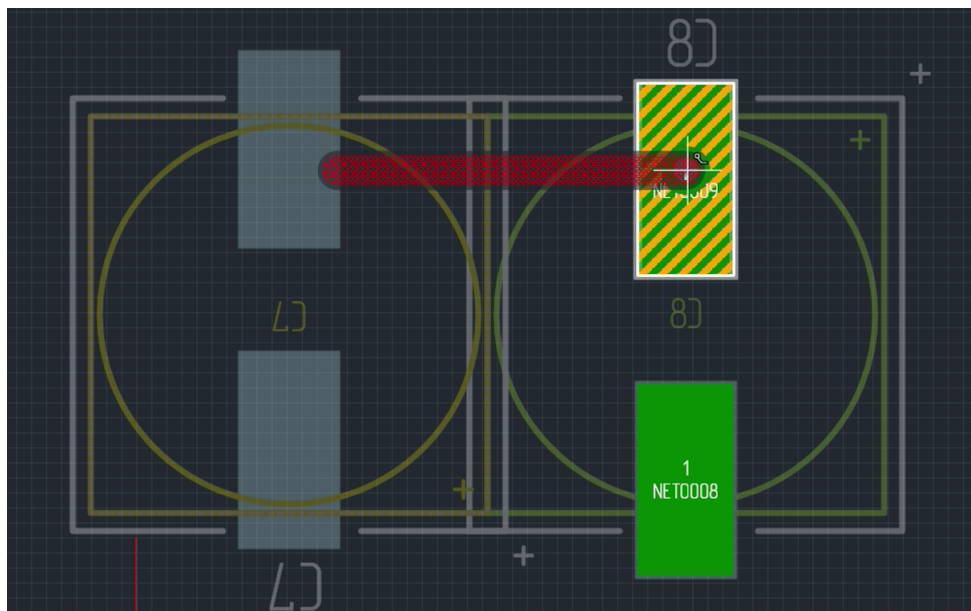


Рис. 186 Размещение ПО на КП в режиме трассировки



Важно! Если осуществляется переход со слоя «SIGNAL_TOP» на слой «SIGNAL_BOTTOM», а под ПО находится КП другой цепи, то ПО становится некорректным.

9.3 Размещение монтажных отверстий

Чтобы разместить монтажное отверстие:

1. Вызовите инструмент «Разместить монтажное отверстие», который обозначен символом  на панели инструментов «Плата», а также доступен во встроенной панели редактора, в пункте «Инструменты» контекстного меню и в главном меню «Разместить», см. [Рис. 187](#).

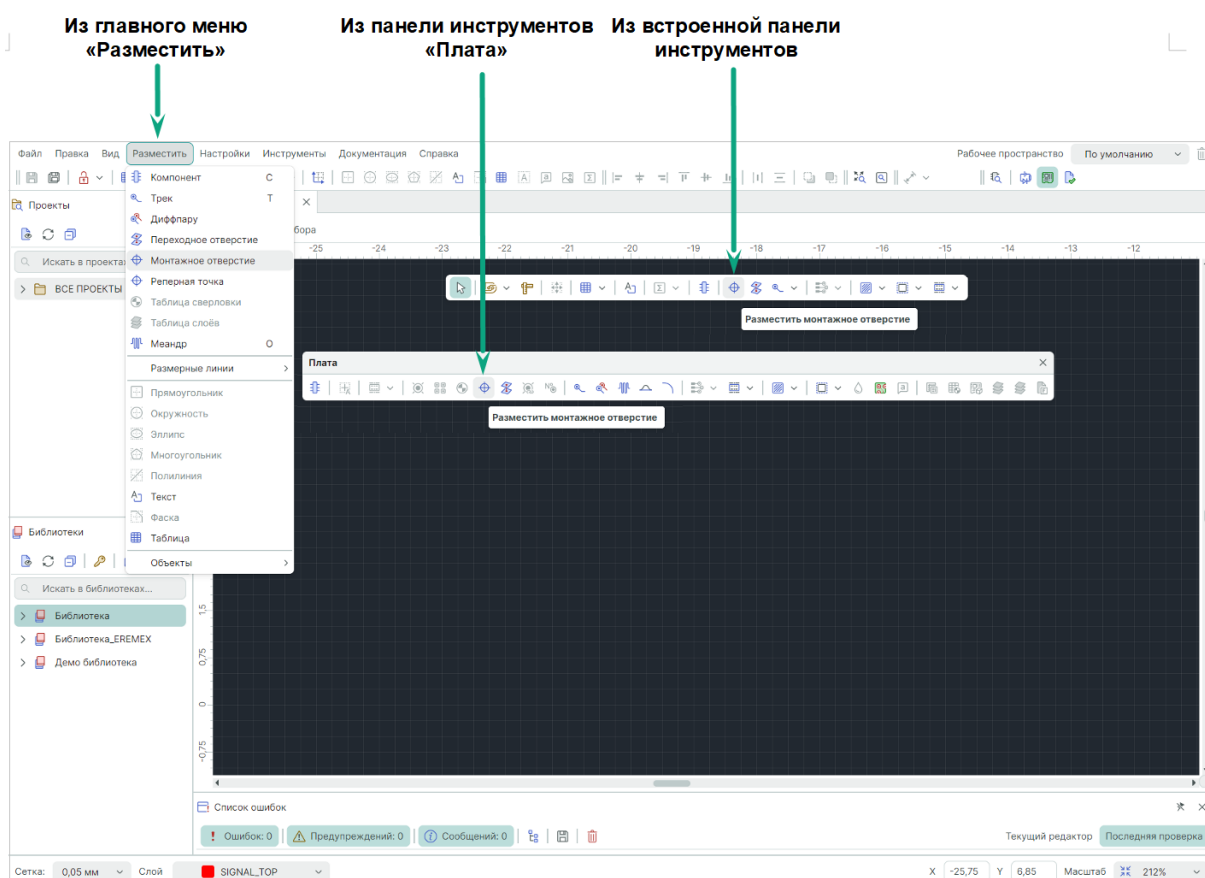


Рис. 187 Вызов инструмента «Разместить монтажное отверстие»

2. Выберите тип монтажного отверстия в окне «Выбор контактной площадки» и нажмите кнопку «Выбор», см. [Рис. 188](#). В окне отображаются монтажные отверстия, созданные во всех доступных библиотеках.

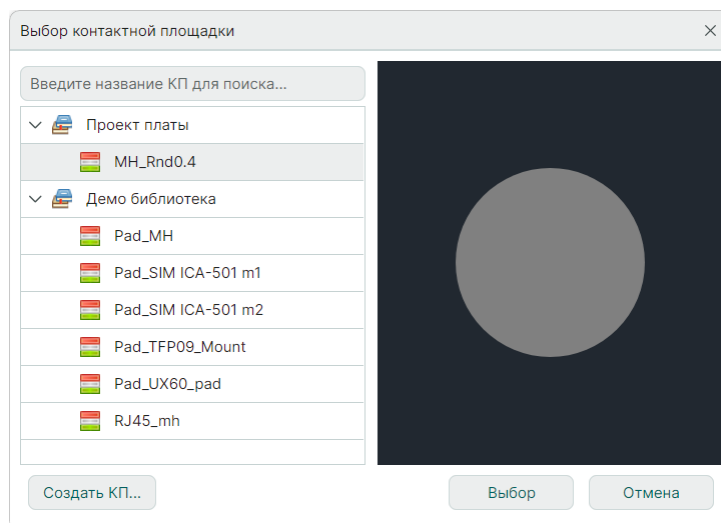


Рис. 188 Выбор типа монтажного отверстия

3. Переведите курсор в нужную точку рабочей области редактора и нажмите левую кнопку мыши. Монтажное отверстие будет размещено.

При повторном вызове инструмента «Разместить монтажное отверстие» окно «Выбор контактной площадки» вызывается с помощью пункта «Стиль» в панели «Свойства», см. [Рис. 189](#). При этом кнопка «Создать КП», позволяющая создать особое монтажное отверстие в рамках проекта, будет отсутствовать.

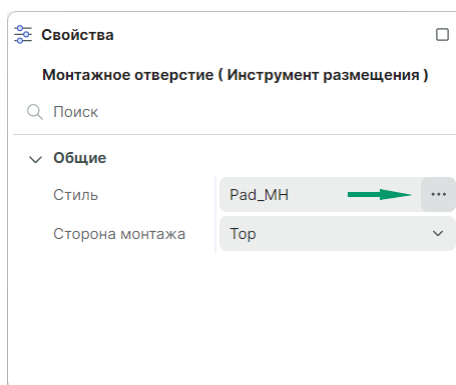


Рис. 189 Вызов окна «Выбор контактной площадки»

Чтобы создать монтажное отверстие для проекта:

1. Перейдите в дереве проектов к узлу «Библиотека» для текущего проекта и откройте его.
2. Перейдите к узлу «Контактные площадки».
3. Вызовите контекстное меню и воспользуйтесь пунктом «Редактор контактных площадок», см. [Рис. 190](#).

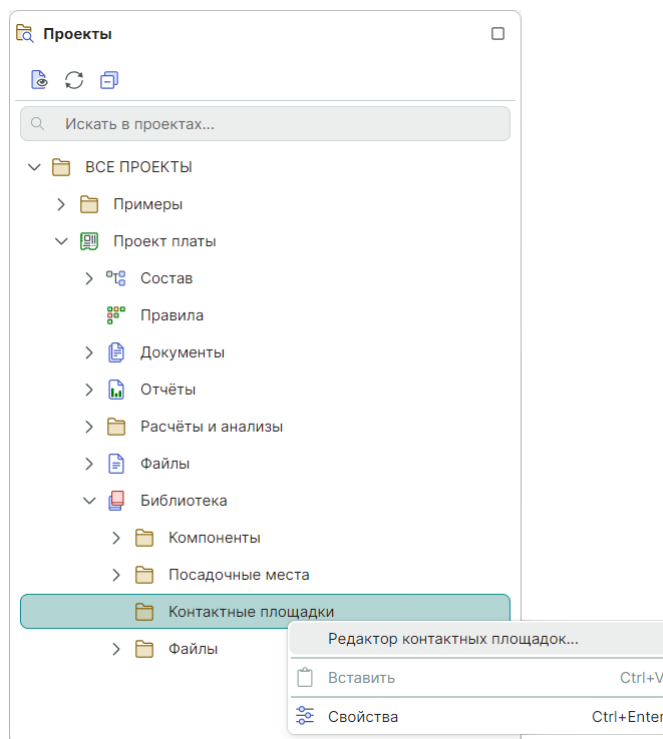


Рис. 190 Вызов редактора контактных площадок для проекта

4. Создайте необходимое монтажное отверстие, используя функциональные возможности редактора контактных площадок.
5. Сохраните созданное монтажное отверстие, нажав кнопку «Сохранить» на панели инструментов «Общие» или воспользовавшись горячими клавишами «Ctrl+S».

Правила создания монтажных отверстий и редактирования их свойств совпадают с правилами создания переходных отверстий, см. раздел [Размещение переходных отверстий](#). Если для монтажного отверстия задана контактная площадка, то ему можно назначить любую цепь проекта (обычно подключается цепь заземления «GND»), по аналогии с переходным отверстием.

9.4 Размещение реперных точек

Реперная точка – это открытая контактная площадка, у которой отсутствует подключение к какой-либо цепи. Реперные точки служат для позиционирования оборудования автоматизированных линий производства печатных плат.

Чтобы разместить реперную точку:

1. Вызовите инструмент «Разместить реперную точку», который обозначен символом  в главном меню «Разместить», а также доступен в пункте «Инструменты» контекстного меню, см. [Рис. 191](#).

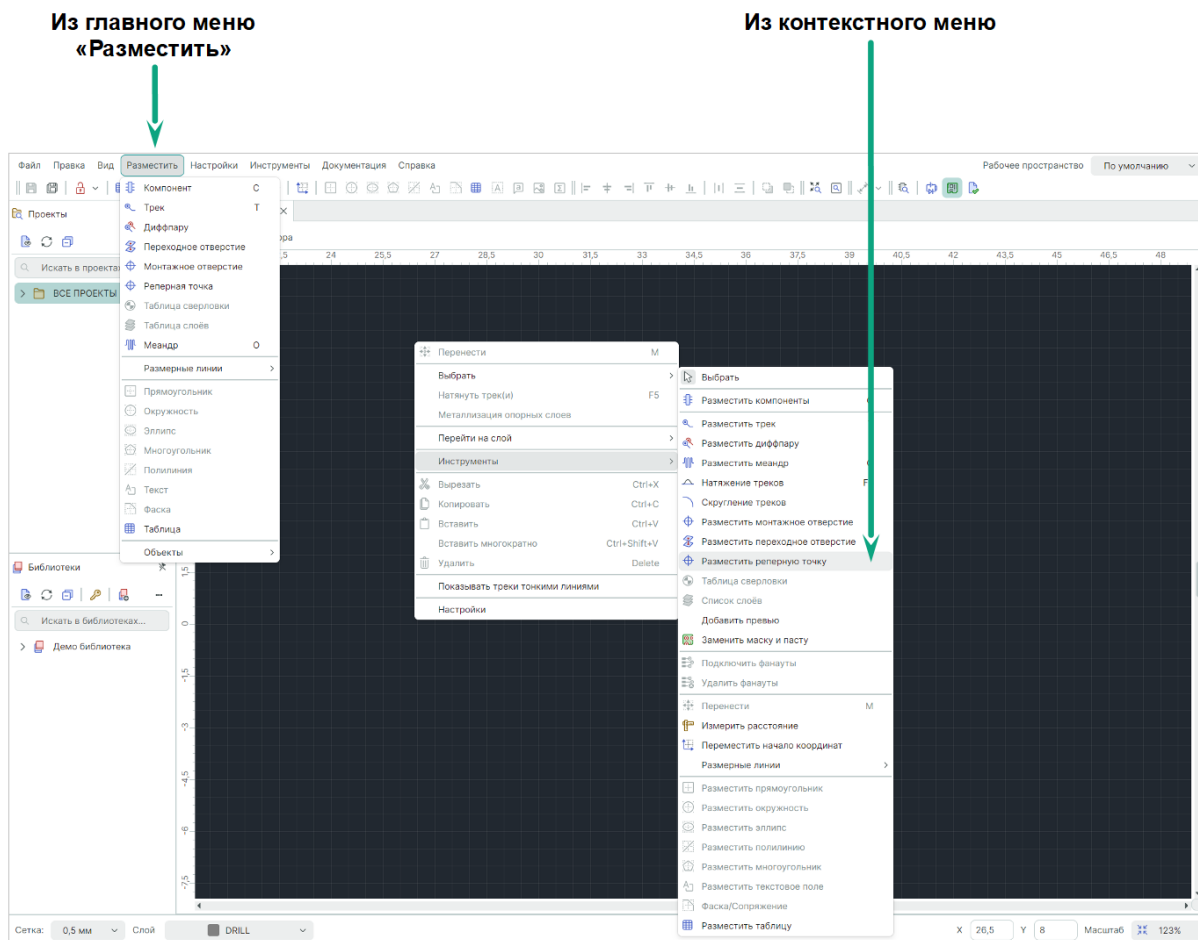


Рис. 191 Вызов инструмента «Разместить реперную точку»

2. Выберите тип реперной точки в окне «Выбор контактной площадки» и нажмите кнопку «Выбор», см. [Рис. 192](#). В окне отображаются реперные точки, созданные во всех доступных библиотеках.

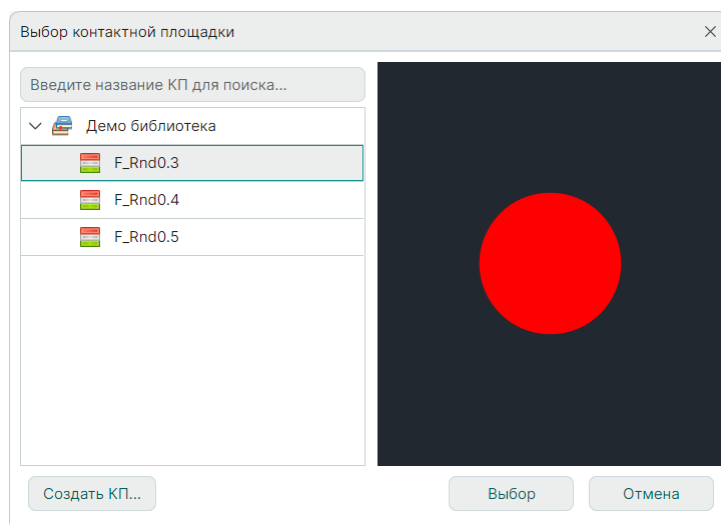


Рис. 192 Выбор типа реперной точки

3. Переведите курсор в нужную точку рабочей области редактора и нажмите левую кнопку мыши. Реперная точка будет размещена.

Если в доступных библиотеках реперные точки еще не созданы, то можно создать их, нажав на кнопку «Создать КП...» в окне «Выбор контактной площадки».

Возможности по работе с реперными точками и их свойствами аналогичны свойствам монтажных отверстий, см. раздел [Размещение монтажных отверстий](#). Отличием является то, что к реперной точке нельзя подключать какие-либо элементы проводящего рисунка.

10 Графические объекты

10.1 Общие сведения о графических объектах

На плате могут быть размещены графические объекты: произвольная графика и текст. Для размещения графических объектов, которые будут нанесены на плату при производстве, предназначены слои группы «Шелкография». Для размещения графической информации, которая не будет присутствовать на плате после производства, используются слои групп «Сборочные» и «Документирующие». Слои группы «Документирующие» обычно используются для размещения информации, которая может быть не отображена на чертеже платы, но может входить в состав других документов.

10.2 Размещение текста на металлизированных слоях

Для проводящих слоев, в том числе и внутренних, доступен инструмент «Размещение текстового поля». Поля, занимаемые текстом, учитываются DRC-проверкой. Допустимые зазоры обрабатываются системой так же как области металлизации. Текстовое поле может быть нанесено поверх любого объекта на сигнальном слое, при этом DRC-проверка сообщит о выявленных нарушениях.

Перенос текста, размещенного в посадочных местах на слоях групп «Сборочные» и «Шелкография», на слои группы «Проводящие» в системе не доступен.

Размещение текста осуществляется стандартным способом и через панель «Свойства», доступен стандартный набор манипуляций с текстовым полем, см. Руководство пользователя [Графический редактор](#). Также доступны стандартные процедуры: копировать-вставить, поворот объекта, отмена действия и повторное выполнение действия.

Назначение цепей для текстовых полей в системе запрещено.

10.3 Размещение графических объектов

Чтобы разместить графические объекты на плате:

1. Активируйте любой слой из групп «Шелкография» (SILK_TOP, SILK_BOTTOM), «Сборочные» (ASSEMBLY_TOP, ASSEMBLY_BOTTOM)

или «Документирующие» (DOCUMENTUM) с помощью списка слоев в строке состояния или с помощью панели «Слои».

2. Разместите необходимые графические объекты, используя инструменты графического редактора, см. [Рис. 193](#). При этом для слоев, не предназначенных для размещения графической информации, инструменты графического редактора будут недоступны.

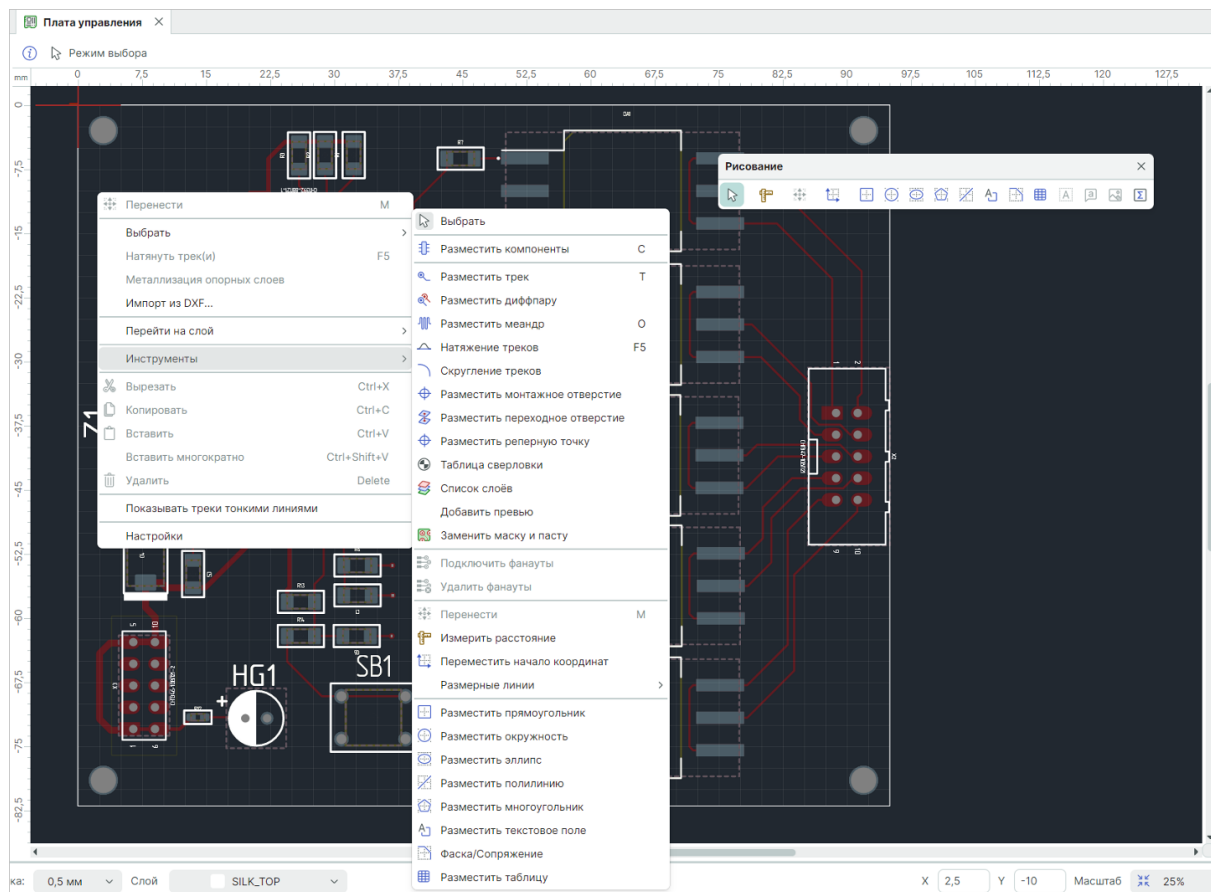


Рис. 193 Инструменты графического редактора

10.4 Разгруппировка графического объекта

Чтобы разгруппировать графический объект на плате:

1. Выделите необходимый графический объект;
2. В контекстном меню выберите пункт «Разгруппировать», см. [Рис. 194](#);
3. Отредактируйте/удалите элемент графического объекта, при этом редактирование контактных площадок **не допускается**.

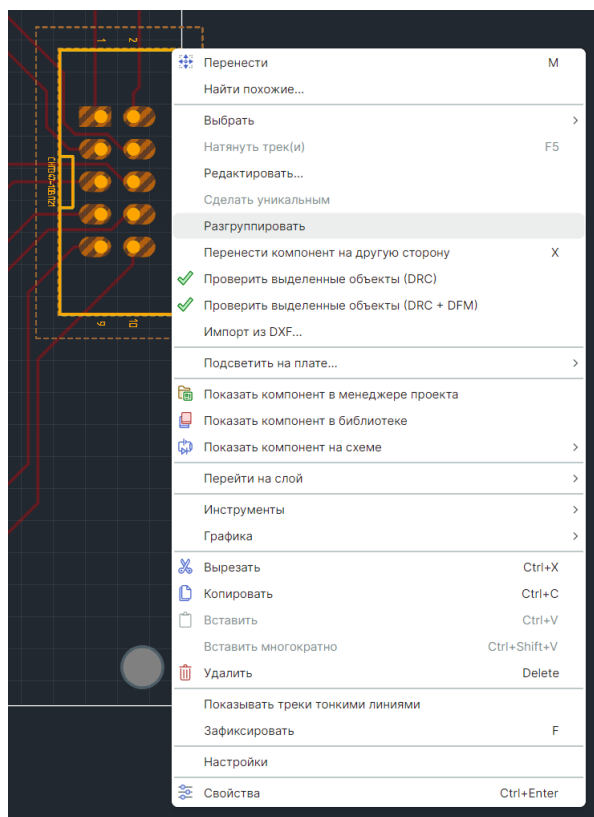


Рис. 194 Разгруппировка графического



Важно! Вернуть сгруппированный графический объект можно с помощью команды «Переразместить» из контекстного меню.

11 Трассировка платы в режиме «RightPCB»

11.1 Электрические цепи, треки и линии соединения

Процесс проектирования электронных устройств в системе Delta Design основан на создании списка цепей (нетлиста) – списка, который содержит перечни эквипотенциальных контактов компонентов. Нетлист формируется автоматически в процессе создания электрической схемы проектируемого устройства.

Нетлист существует в двух вариантах: список контактов компонентов, принадлежащих цепи, и список цепей, которым принадлежат контакты компонента, см. [Рис. 195](#).

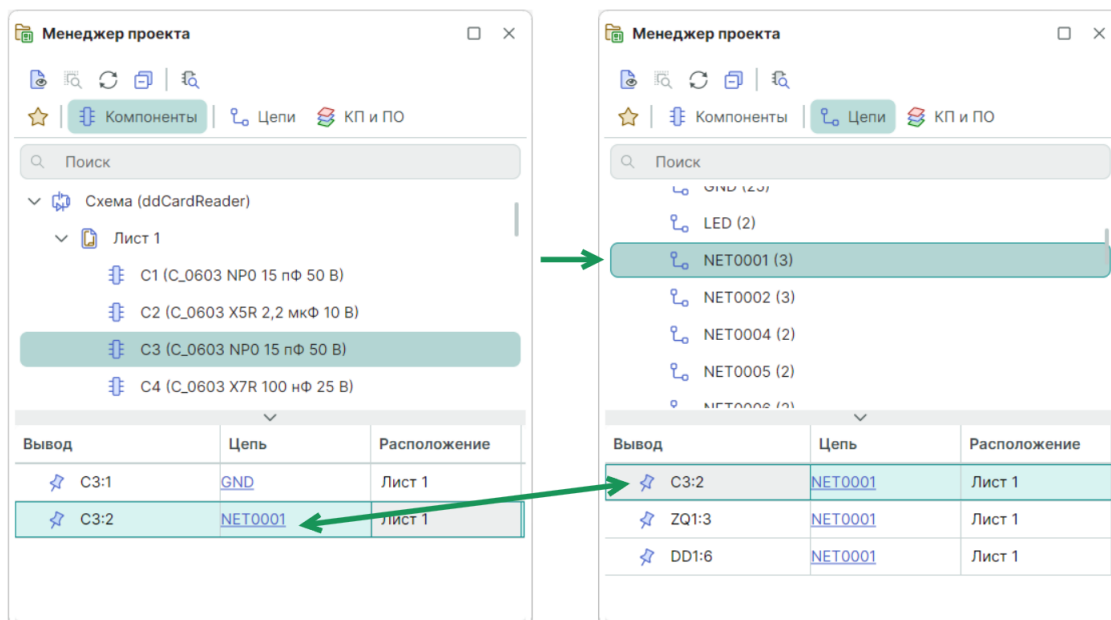


Рис. 195 Список цепей (нетлиста) в системе Delta Design

Построение проводящего рисунка печатной платы осуществляется в строгом соответствии со списком цепей (нетлистом), который был сформирован на этапе проектирования электрической схемы. В общем случае система не позволяет проложить треки таким образом, чтобы это противоречило нетлисту, исключением является переназначение функционально-эквивалентных контактов с помощью механизма PinSwap, подробнее см. раздел [Перестановка эквивалентных выводов](#).

Контактные площадки, между которыми необходимо проложить треки, связаны между собой линиями соединения, которые показаны темно-оранжевым цветом на [Рис. 196](#).

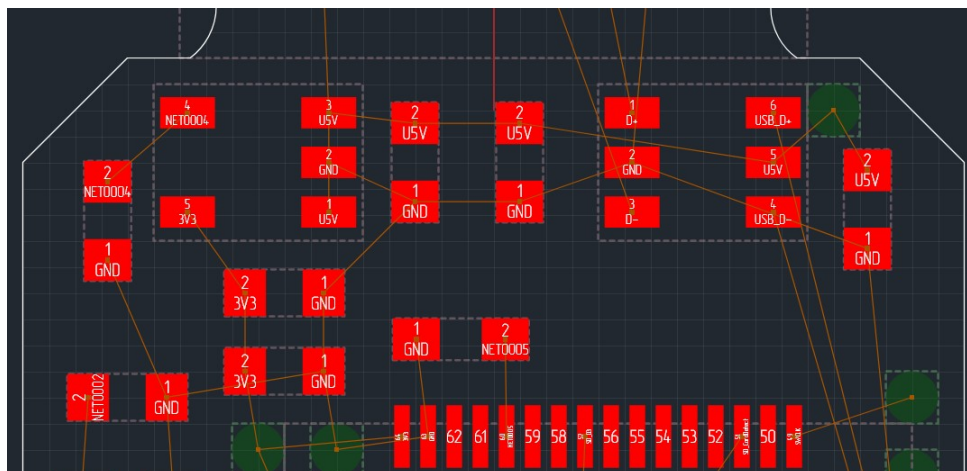


Рис. 196 Линии соединения

По мере формирования проводящего рисунка количество отображаемых линий соединения уменьшается, см. [Рис. 197](#).

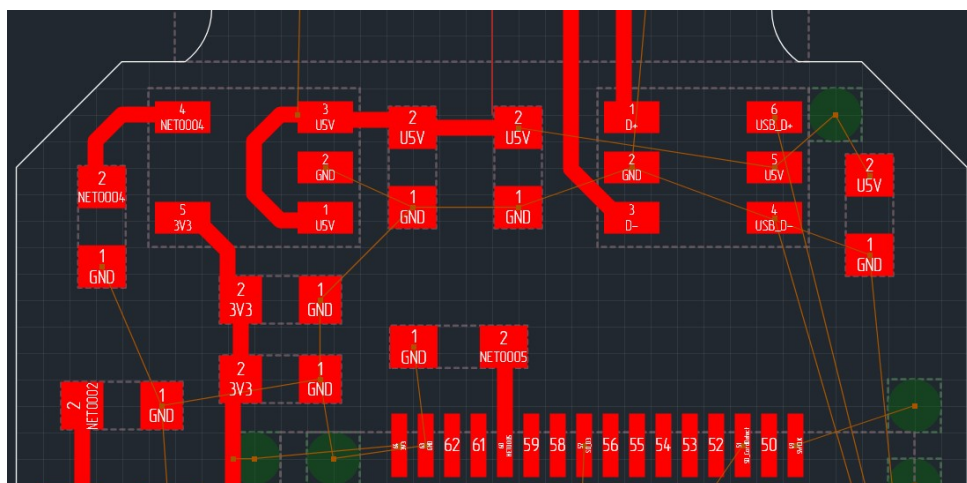


Рис. 197 Количество линий соединения уменьшилось

11.2 Отображение надписей на контактных площадках

На контактных площадках компонентов могут быть отображены названия цепей, которые к ним подключены в соответствии со списком соединений. Кроме того, на контактных площадках могут быть отображены номера, которые заданы для них в посадочных местах, см. [Рис. 198](#). Имена цепей и номера контактных площадок отображаются на слое «LABEL».

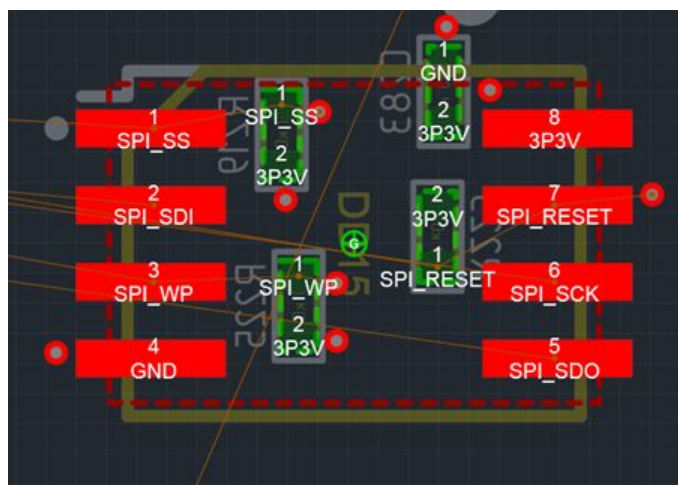


Рис. 198 Отображение номера контактной площадки и имени цепи

Редактирование информации, отображаемой на контактных площадках, осуществляется в Настройках системы (раздел «Редакторы» → пункт «Редактор платы»). Для включения отображения номера контактной площадки и/или имени цепи необходимо отметить флагом соответствующие пункты в поле «Подписи контактных площадок на плате», см. [Рис. 199](#).

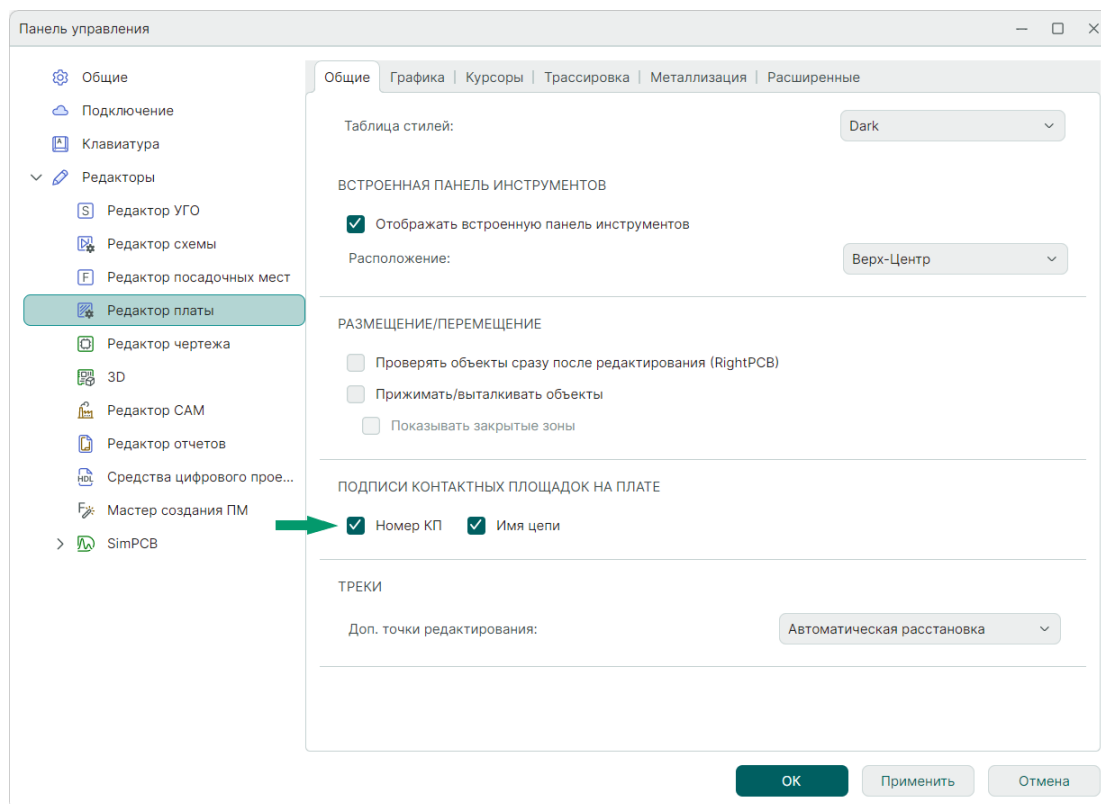


Рис. 199 Настройка отображения информации на контактных площадках

11.3 Общие сведения о параметрах трека

В системе Delta Design каждый трек имеет свои параметры.

При выделении на плате трека в панели «Свойства» отображаются все параметры выделенного трека, см. [Рис. 200](#).

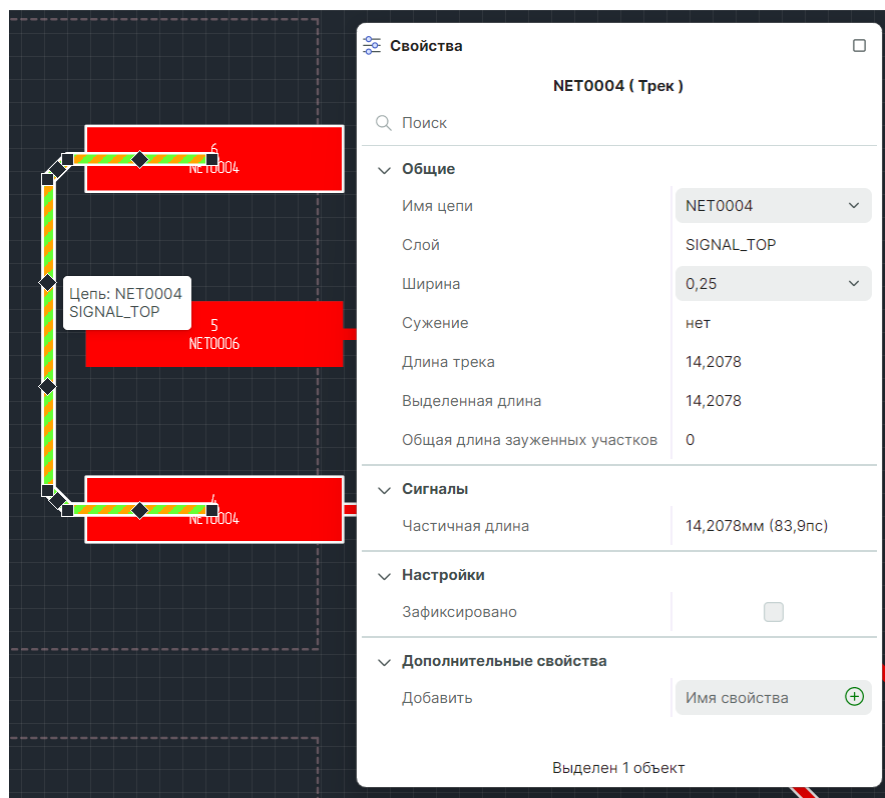


Рис. 200 Параметры трека

В строке «Поиск» вводится запрос поиска параметра по названию.

Раздел «Общие»:

- «Имя цепи» – имя выделенной цепи. В выпадающем списке отображается список всех цепей платы.
- «Слой» – имя слоя, на котором расположен трек.
- «Ширина» – отображается значение [ширины трека](#). В выпадающем списке отображаются возможные значения ширины трека от [минимальной до номинальной ширины трека](#).
- «Сужение» – активность/не активность режима заужения, при наличии трека в зоне сужения.
- «Длина трека» – значение длины выделенного трека в мм.
- «Выделенная длина» – значение длины выделенного сегмента/сегментов трека в мм, см. [Рис. 201](#).
- «Общая длина зауженных участков» – значение длины зауженных участков трека в зоне сужения.

Раздел «Сигналы»:

- «Частичная длина» – значение длины [сигнальной цепи](#).

Раздел «Настройки»:

- «Зафиксировано» – при установке флага в чек-бокс активируется запрет на перемещение трека.

Раздел «Дополнительные свойства»:

- «Добавить» – добавление дополнительного параметра описания трека.

При выделении на плате сегмента трека в панели «Свойства» отображаются параметры выделенного сегмента трека.

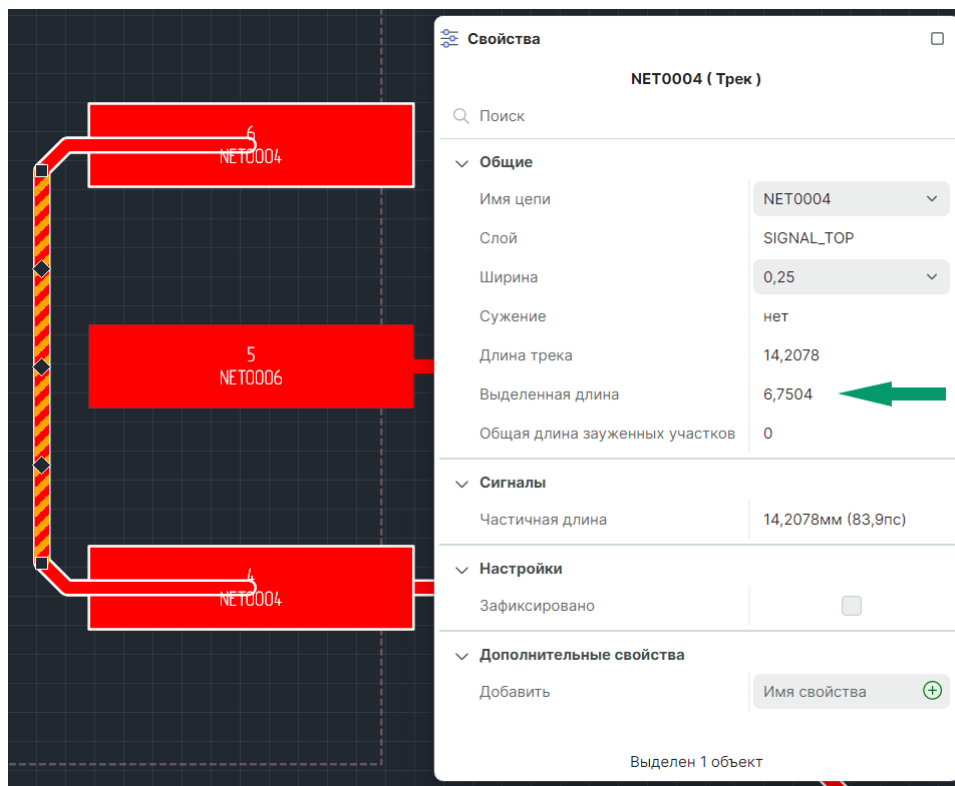


Рис. 201 Параметры трека - «Выделенная длина»

11.4 Параметры трека

В системе Delta Design используется набор значений ширины треков, определяемых в [Редакторе правил](#).

При разработке печатных плат разработчик может задавать для параметров треков любые значения. Однако, если они не согласуются с установленными в правилах значениями, то при проверке платы (см. раздел [Проверка правил проектирования](#)) такие расхождения будут указываться как нарушения.

Набор значений ширины треков представлен на [Рис. 202](#), описание приведено ниже.

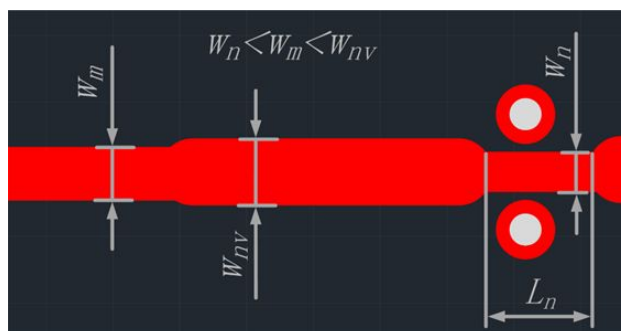


Рис. 202 Предопределенные значения трека

- Номинальная ширина трека (W_{nv}) – типовая ширина печатного проводника, используемая для размещения трассы. При первом старте размещения конкретного проводника система будет предлагать использовать данное значение.
- Минимальная ширина трека (W_m) – типовое нижнее ограничение ширины проводника. Данный параметр указывает минимальную ширину проводника, которая может быть использована без дополнительных проверок.
- Ширина зауженного трека (W_n) – значение, которое может принимать ширина трека для прохода в узком месте, должно быть меньше или равно минимальной ширине трека. Длина участков трека с использованием данного значения ширины ограничена.
- Максимально допустимая длина одного зауженного участка (L_n) – верхнее ограничение значения длины одного зауженного участка. Значение должно быть меньше или равно значению суммарной длины зауженных участков.
- Максимально допустимая суммарная длина зауженных участков ($\Sigma(L_n)$) – верхнее ограничение значения всех длин зауженных участков.

В системе Delta Design используются параметры, которые не определяют геометрию проводников непосредственным образом:

- расположение Т-соединений;
- возможность трассировки по определенному слою;
- наличие подключаемых областей металлизации;
- количество переходных отверстий.

11.5 Размещение треков

11.5.1 Базовый механизм размещения

Треки (печатные проводники) размещаются на плате с помощью инструмента «Разместить трек», который обозначен символом  и расположен:

- на встроенной панели редактора;
- на панели инструментов «Плата»;
- в главном меню «Разместить» → «Трек»;
- в контекстном меню «Инструменты» → «Разместить трек».

Чтобы разместить трек:

1. Вызовите инструмент «Разместить трек».
2. После того как инструмент «Разместить трек» выбран, курсор в рабочей области изменит свой вид, см. [Рис. 203](#). Текущие координаты курсора отображаются в строке состояния.

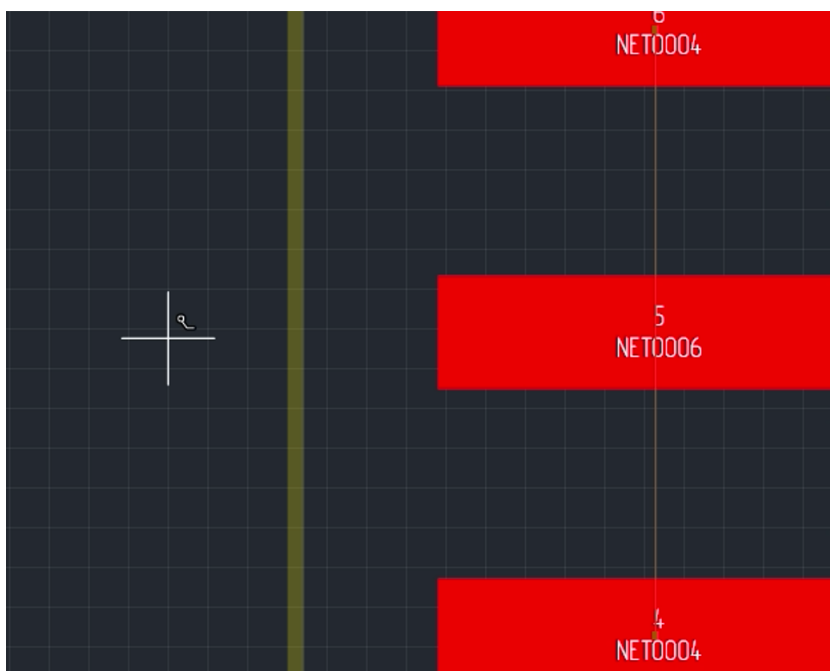


Рис. 203 Вид курсора при использовании инструмента «Разместить трек»



Примечание! По умолчанию для вызова инструмента «Разместить трек» назначена клавиша «Т» (латинская).

На печатной плате треки соединяют объекты проводящего рисунка (контактные площадки, переходные отверстия, области металлизации и пр.).

В системе Delta Design размещение трека на плате начинается с объекта печатного монтажа, которому назначена цепь. Это может быть контактная площадка посадочного места, межслойный переход или фрагмент ранее размещенного трека.

На [Рис. 204](#) показаны возможные места для начала размещения трека. Если курсор наведен на объект, к которому может быть подключен трек, то на данном объекте отобразится белый кружок, указывающий на возможность подключить трек в данную точку. На рисунке показаны три типа таких объектов: контактная площадка, переходное отверстие и существующий трек.

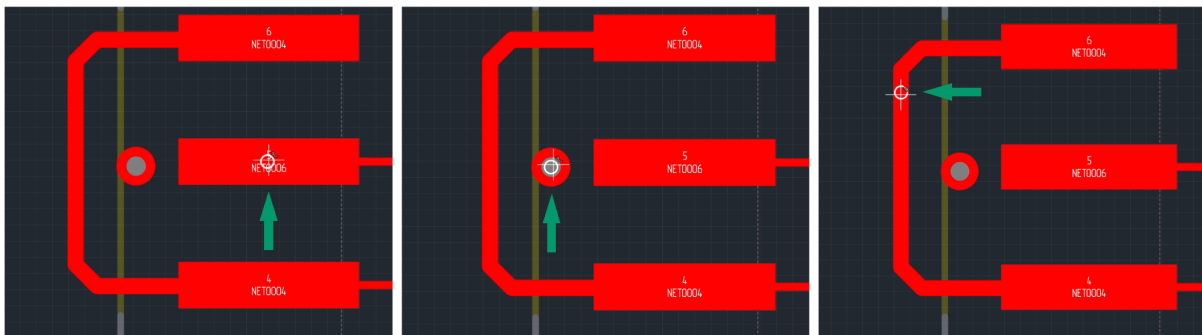


Рис. 204 Места доступные для начала размещения трека

3. Выберите точку для начала размещения трека и нажмите левую кнопку мыши, размещение трека начнется с указанной точки. При этом отключится отображение всех линий соединения, кроме той, что показывает место окончания трека. Место окончания трека контактная площадка и сама линия связи будут дополнительно подсвечены, см. [Рис. 205](#).

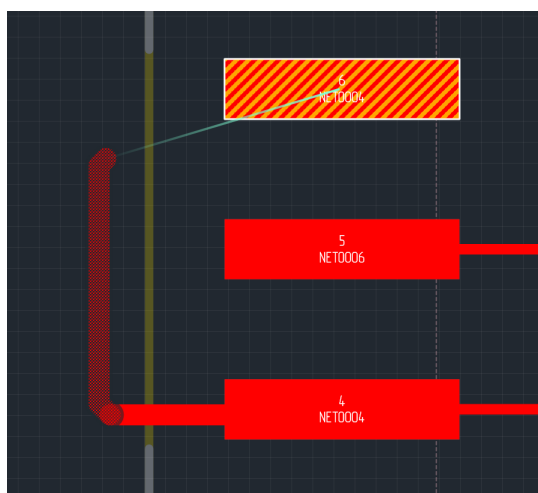


Рис. 205 Начало размещения трека

При размещении трека в информационной строке, расположенной в верхней части окна редактора, см. [Рис. 206](#) отображается:

- имя цепи с названиями компонентов, соединяемых данным треком;
- вид трассировки;
- включение/отключение проверки;
- опции вида подключений;

- включение/отключение режима «расталкивания»;
- отмена размещения трека.

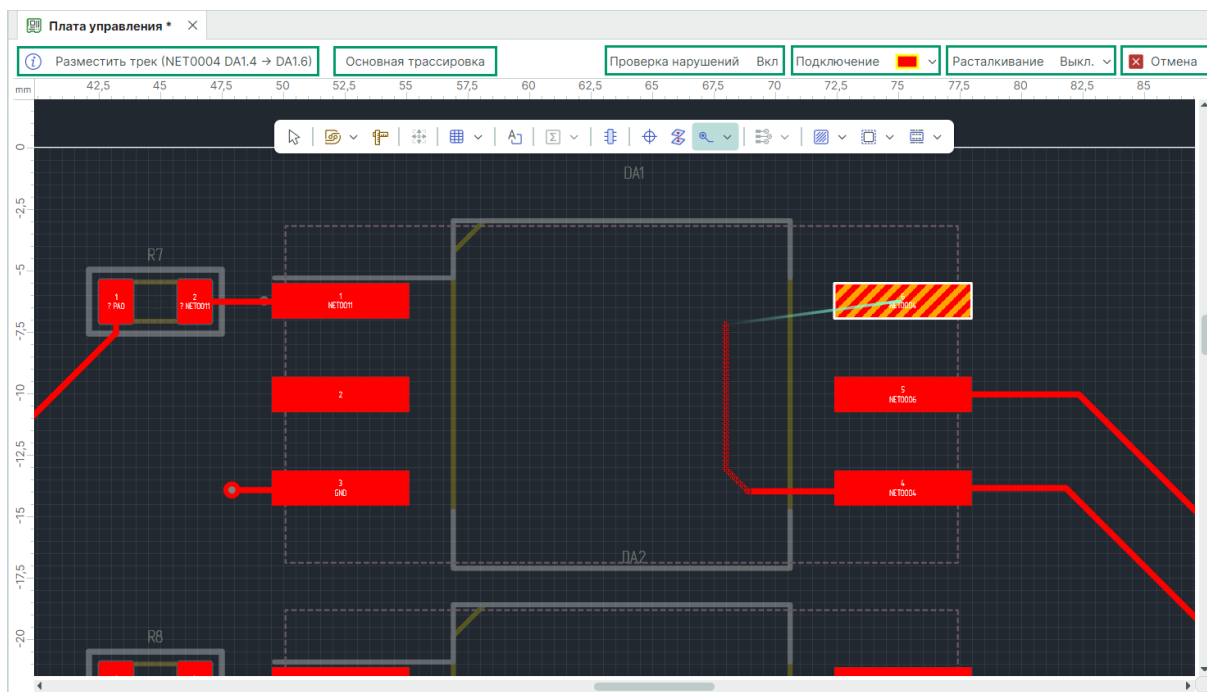


Рис. 206 Информационная строка при размещении трека



Важно! Если размещение трека не начинается, необходимо убедиться, что заданные в «Редакторе правил» параметры не противоречат размещению трека в желаемом месте.

В самом простом случае для размещения трека необходимо навести курсор на контактную площадку, к которой должен быть подключен начатый трек, нажать левую кнопку мыши, затем навести курсор на контактную площадку, к которой он должен быть подведен, и снова нажать левую кнопку мыши – трек будет проложен, см. [Рис. 207](#).

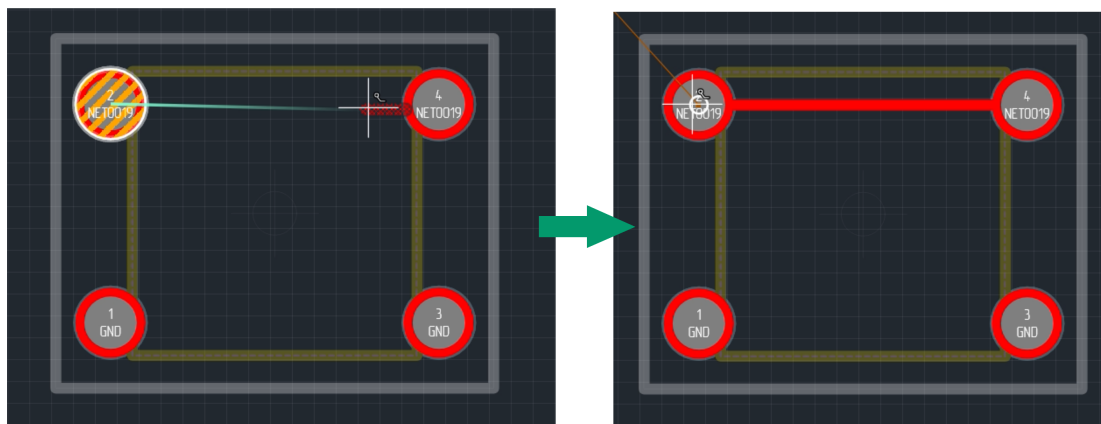


Рис. 207 Размещение трека



Примечание! Для завершения размещения трека в указанном месте на плате (не на объекте проводящего рисунка) используйте двойное нажатие левой кнопки мыши.

После того, как трек размещен, инструмент готов для размещения нового трека. Завершить работу инструмента можно, воспользовавшись пунктом «Отменить» контекстного меню, см. [Рис. 208](#).

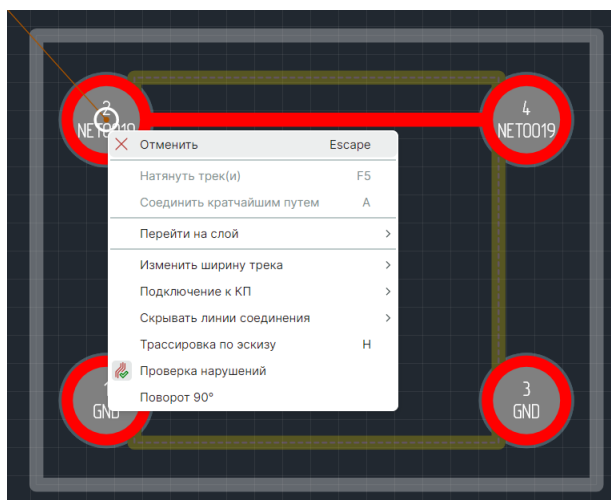


Рис. 208 Выход из инструмента «Разместить трек»



Примечание! Для выхода из инструмента можно воспользоваться горячей клавишей «Отменить текущую операцию инструмента» («Escape») или нажать в информационной строке кнопку «Отменить».

11.5.2 Формирование траектории трека

11.5.2.1 Изменение точки поворота

Часто между двумя точками трек может быть проложен двумя способами, когда выбранные точки соединяются двумя отрезками, угол между

которыми составляет 135° , см. [Рис. 209](#). Два таких отрезка называются "клюшка".

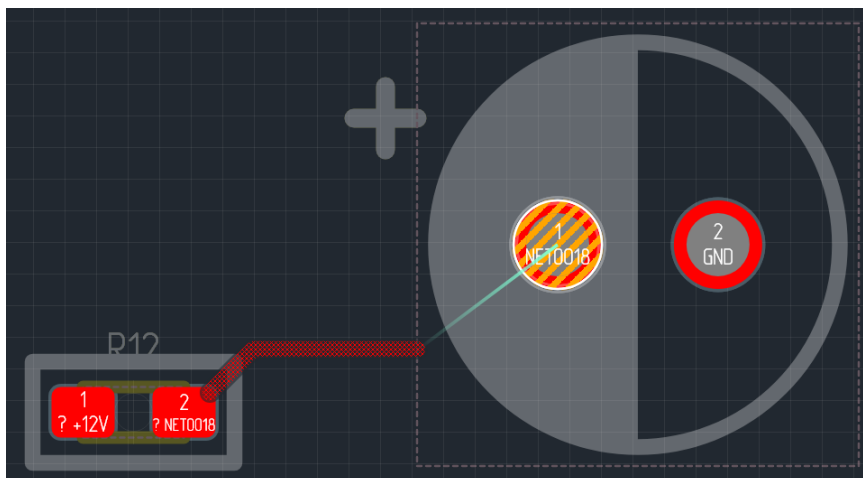


Рис. 209 Соединение двух точек треком

Конфигурацию двух таких отрезков ("клюшки") можно изменить, пока участок трека еще не проложен. Для этого выберите из контекстного меню команду «Сменить направление "клюшки"» или воспользуйтесь горячей клавишей «Пробел» («Space»), см. [Рис. 210](#).

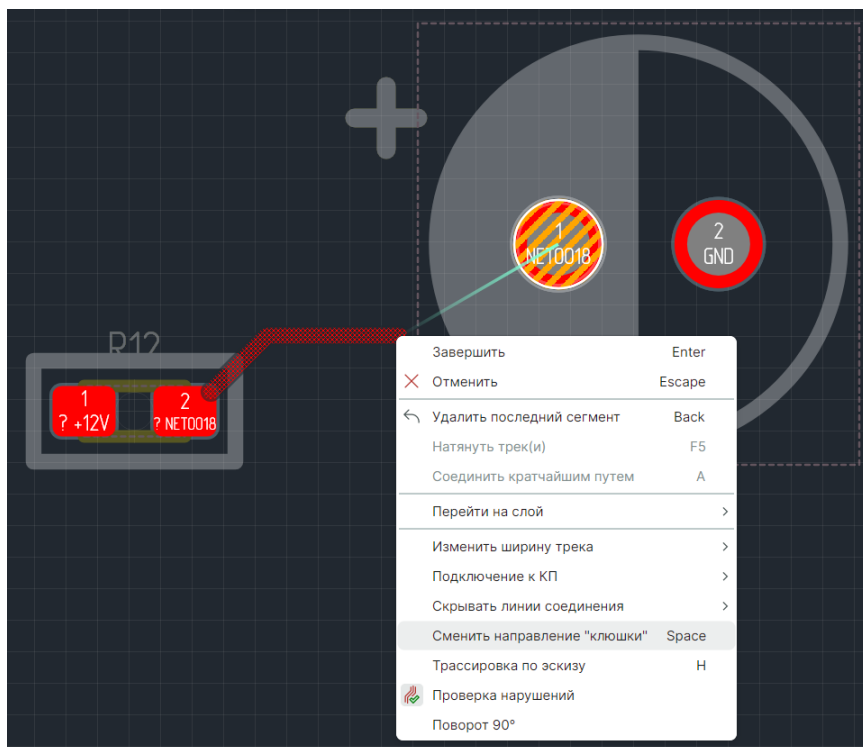


Рис. 210 Изменение комбинации отрезков

После выполнения команды комбинация отрезков (направление "клюшки") будет изменена, см. [Рис. 211](#).

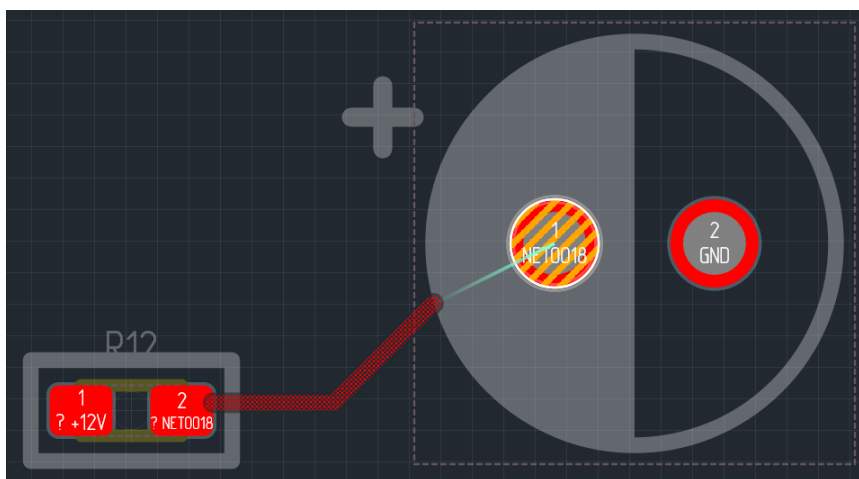


Рис. 211 Измененная комбинация отрезков при соединении двух точек треком

11.5.2.2 Размещение трека через заданные точки

Во многих случаях для соблюдения требований к плотности расположения, быстродействию и помехозащищенности размещаемых печатных проводников необходимо прокладывать трек через заданные точки платы.

Размещение трека через заданные точки происходит следующим образом:

1. Выберите точку для начала размещения трека и нажмите левую кнопку мыши, переместите в заданную точку, через которую нужно проложить трек. В этот момент на экране отображается возможный вид трека, предлагаемый автоматическим трассировщиком, см. [Рис. 212](#).

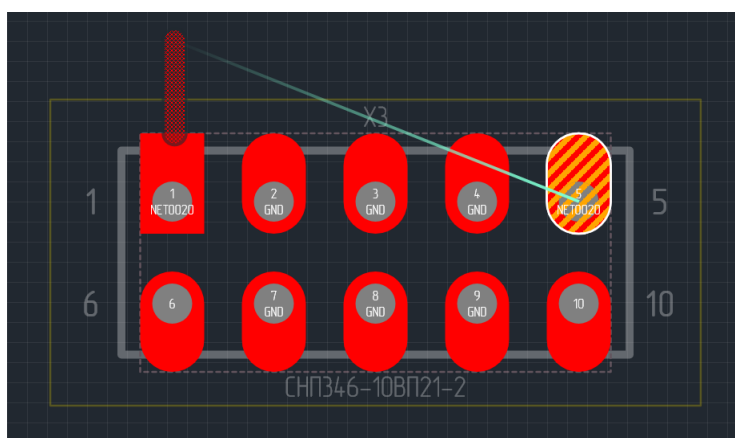


Рис. 212 Отображение возможного вида участка трека

2. Подтвердите выбор точки, через которую будет проложен трек. Для этого нажмите левую кнопку мыши, чтобы зафиксировать предлагаемый участок, см. [Рис. 213](#).

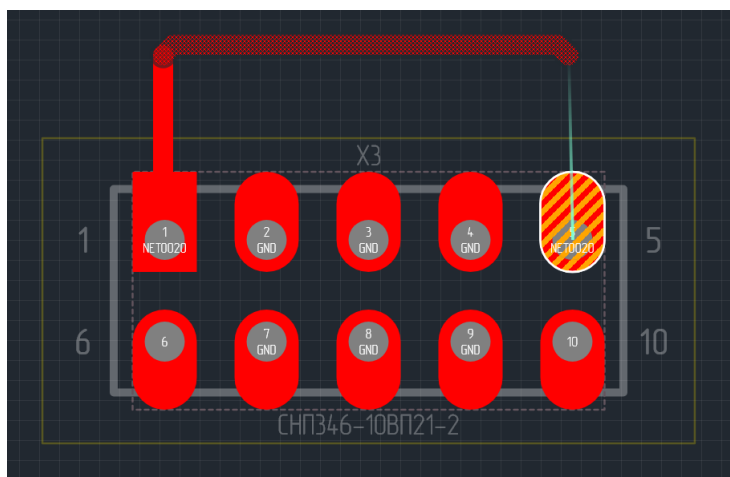


Рис. 213 Зафиксированный участок трека

3. Повторите действия, описанные в пунктах [1](#) и [2](#), пока не будет сформирована требуемая траектория трека, см. [Рис. 214](#).

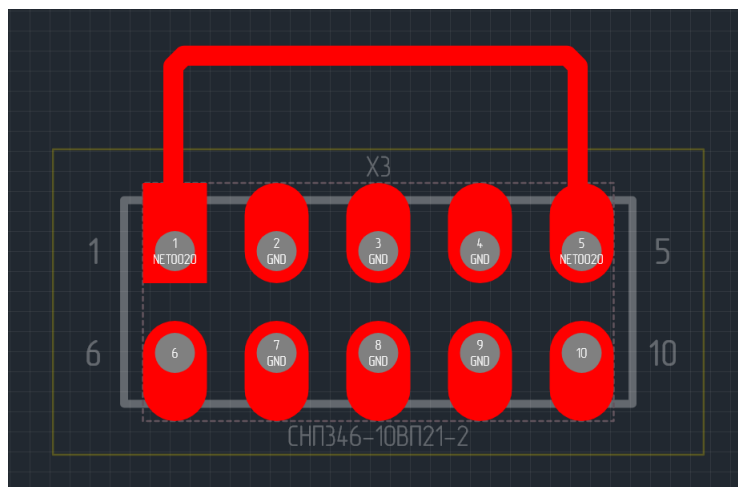


Рис. 214 Трек с требуемой траекторией

11.5.2.3 Изменение геометрии трека

Во время размещения сложного трека можно изменять его траекторию.

Для удаления сегмента трека выделите сегмент или несколько сегментов трека и из контекстного меню выберите «Удалить» или воспользуйтесь горячей клавишей «Удалить» («Delete»), см. [Рис. 215](#).

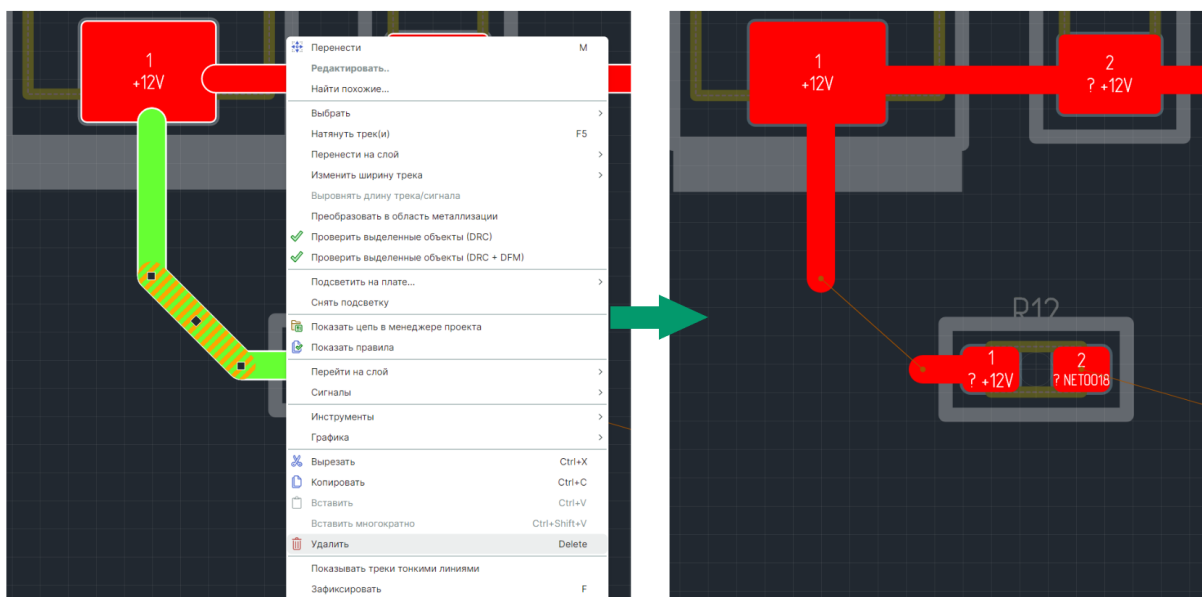


Рис. 215 Удаление сегмента трека



Примечание! Для удаления последнего проложенного сегмента во время размещения трека можно воспользоваться горячей клавишей «Назад» («Backspace»).



Примечание! Для выделения нескольких сегментов трека нужно, удерживая на клавиатуре клавишу «Ctrl», выделять необходимые сегменты трека левой кнопкой мыши.

Второй способ изменить прокладываемый трек – это использовать инструмент «[Спрямить трек](#)».

Спрямление осуществляется для двух или более выделенных соседних сегментов существующего трека. Для этого выделите сегменты трека и выберите команду «Спрямить трек» из контекстного меню вызвать, см. [Рис. 216](#).

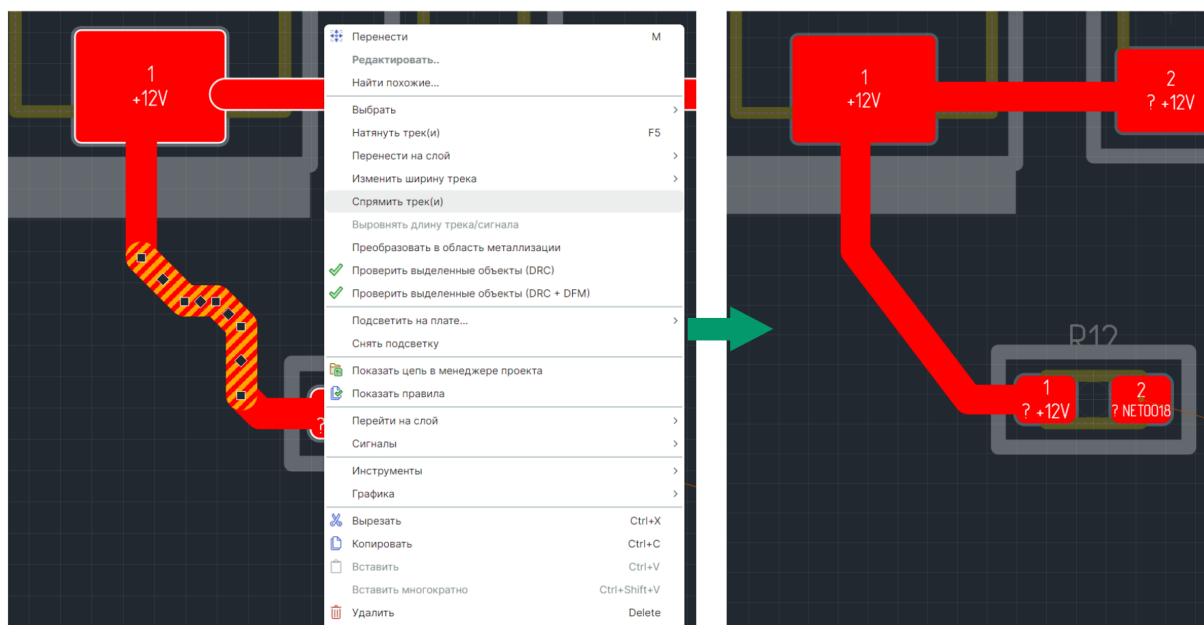


Рис. 216 Спрямление участка трека



Важно! Спрямление не осуществляется для участков трека, которые состоят из сегментов разной ширины.

Другой способ изменить прокладываемый трек – это использовать инструмент «[Натянуть трек](#)».

Натяжение выполняется с помощью команды «Натянуть трек», которая доступна в контекстном меню, или горячей клавиши «F5», см. [Рис. 217](#).

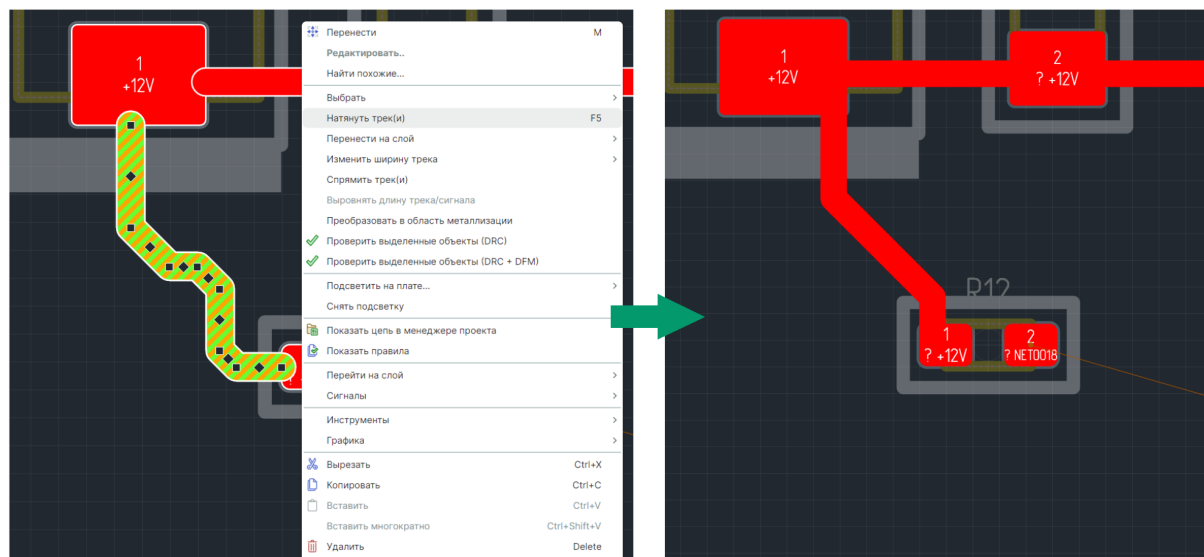


Рис. 217 Натяжение трека

11.5.3 Завершение трека вне проводящего рисунка

В процессе разработки печатной платы трек может завершаться вне других элементов проводящего рисунка.

В дальнейшем, при проверке платы (раздел [Проверка правил проектирования](#)), такое завершение будет являться ошибкой. Тем не менее, на промежуточных этапах разработки такое завершение трека допустимо.

Для завершения размещения трека вне другого элемента проводящего рисунка необходимо выполнить команду «Завершить», которая доступна в контекстном меню, или воспользоваться горячей клавишей «Ввод» («Enter»), см. [Рис. 218](#).

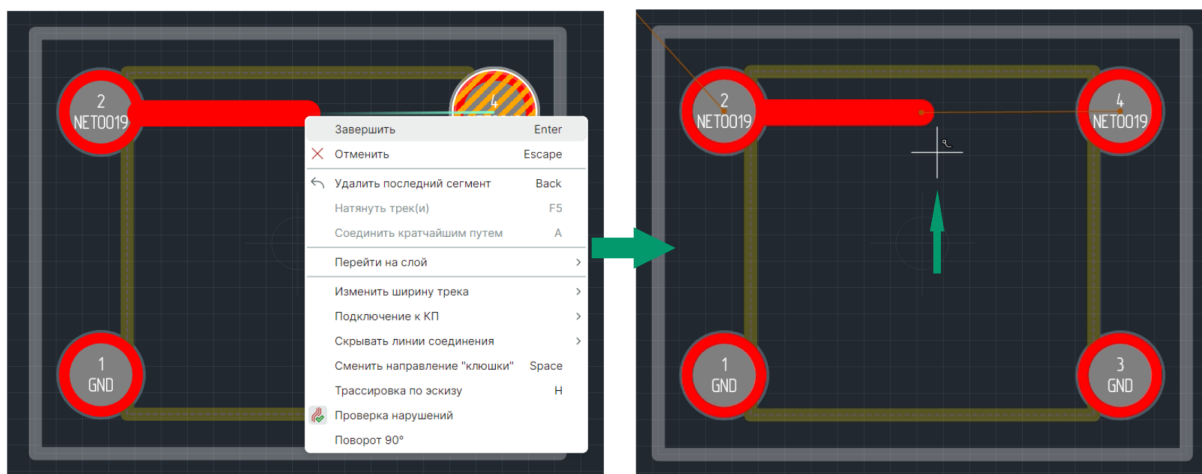


Рис. 218 Завершение размещения трека вне проводящего рисунка

После выполнения команды «Завершить» зафиксированные сегменты трека будут размещены, а инструмент «Разместить трек» будет готов для размещения нового трека.

11.5.4 Отмена размещения

При отмене размещения трека будет удален весь проводящий рисунок, который был создан за последний сеанс использования инструмента «Разместить трек».

Для того чтобы отменить размещение трека, вызовите контекстное меню и выберите команду «Отменить» или воспользуйтесь горячей клавишей «Escape», см. [Рис. 219](#).

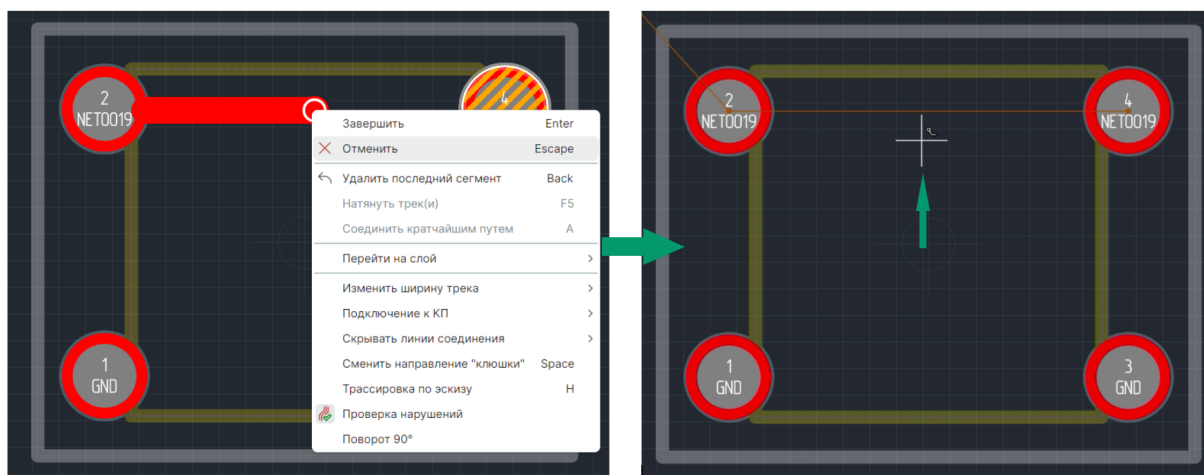


Рис. 219 Отмена размещения трека

После выполнения команды «Отменить», проложенный трек будет удален полностью, а инструмент «Разместить трек» будет готов для размещения нового трека

Когда прокладываемый трек оканчивается на объекте проводящего рисунка согласно схеме проекта, инструмент «Разместить трек» готов к размещению нового трека.

11.5.5 Переход на другой слой

Прежде чем осуществить переход на другие проводящие слои, следует убедиться, что в панели «Слои» включено отображение тех слоев, на которые необходимо осуществить переход. В противном случае переход на другие слои не будет произведен.

Для того чтобы осуществить переход на другой слой:

1. Начните или продолжите размещение трека. При этом желательно, чтобы последний зафиксированный сегмент трека находился вблизи области, в которой планируется выполнить переход на другой слой.
2. Вызовите контекстное меню и выберите пункт «Перейти на слой» с выбором слоя во вложенной части меню в зависимости от взаимного расположения слоев, между которыми требуется осуществить переход, см. [Рис. 220](#).



Важно! Назначенные горячие клавиши для перехода между слоями печатной платы редактора RightPCB и редактора ТороR отличаются.



Примечание! В редакторе RightPCB для перехода на другой слой можно воспользоваться горячей клавишей «Перейти на слой выше текущего» или «Перейти на слой ниже текущего», по умолчанию назначены клавиши «Страница вверх» («Page Up») или «Страница вниз» («Page Down») соответственно.

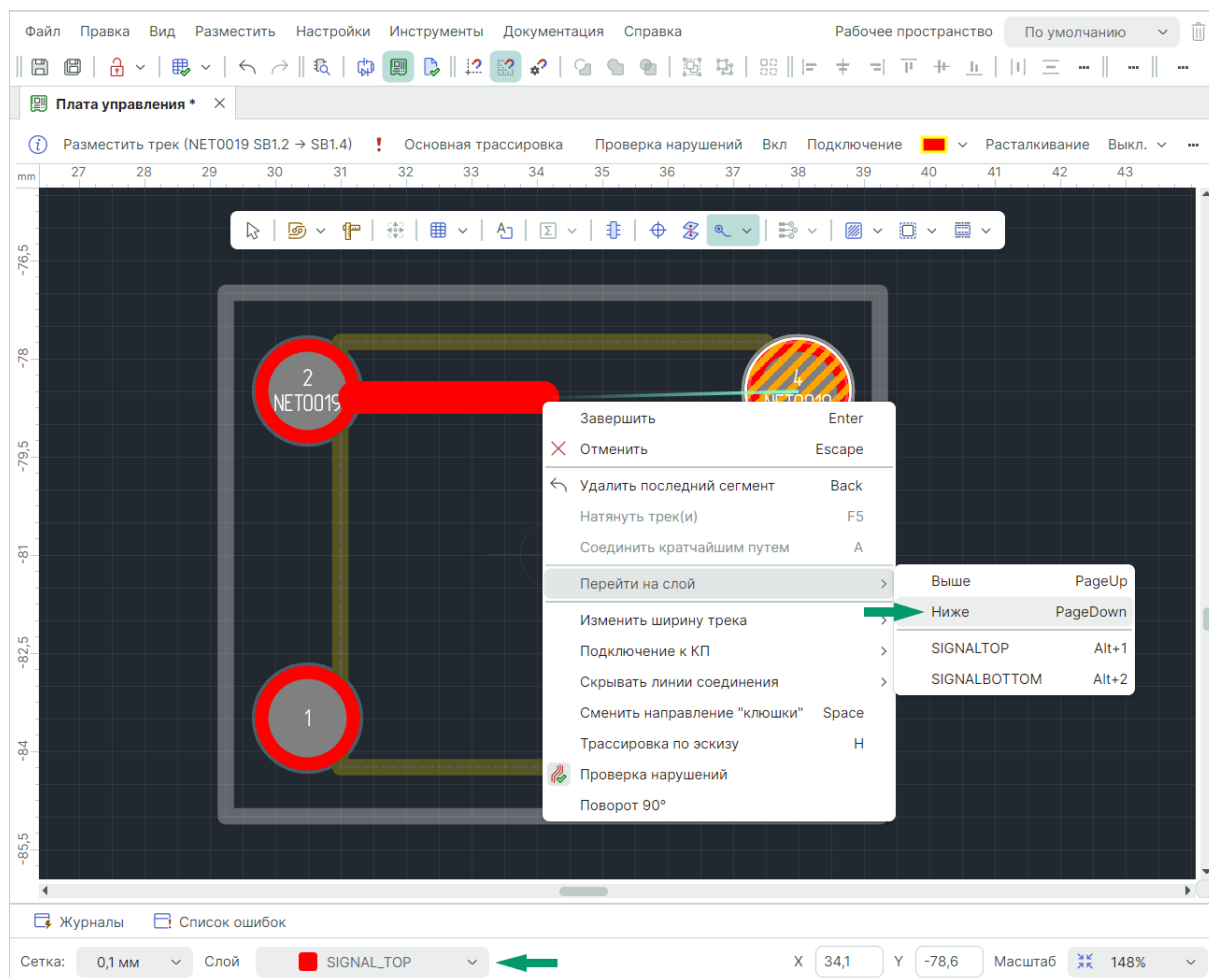


Рис. 220 Выбор направления перехода по слоям

При выполнении команды перехода на другой слой в редакторе автоматически активируется тот слой, на который совершен переход.

Для перехода через несколько слоев, команды «Ниже» или «Выше» выполнить несколько раз, пока требуемый слой не будет достигнут.



Примечание! Перейти сразу на нужный слой можно и с помощью панели «Слои» или с помощью списка слоев, расположенного на строке состояния.

3. Выберите точку, в которой необходимо разместить переход. Автотрассировщик редактора продолжит трек с последнего зафиксированного участка до перехода, на экране будет отображен возможный вид трека и переходное отверстие, см. [Рис. 221](#).

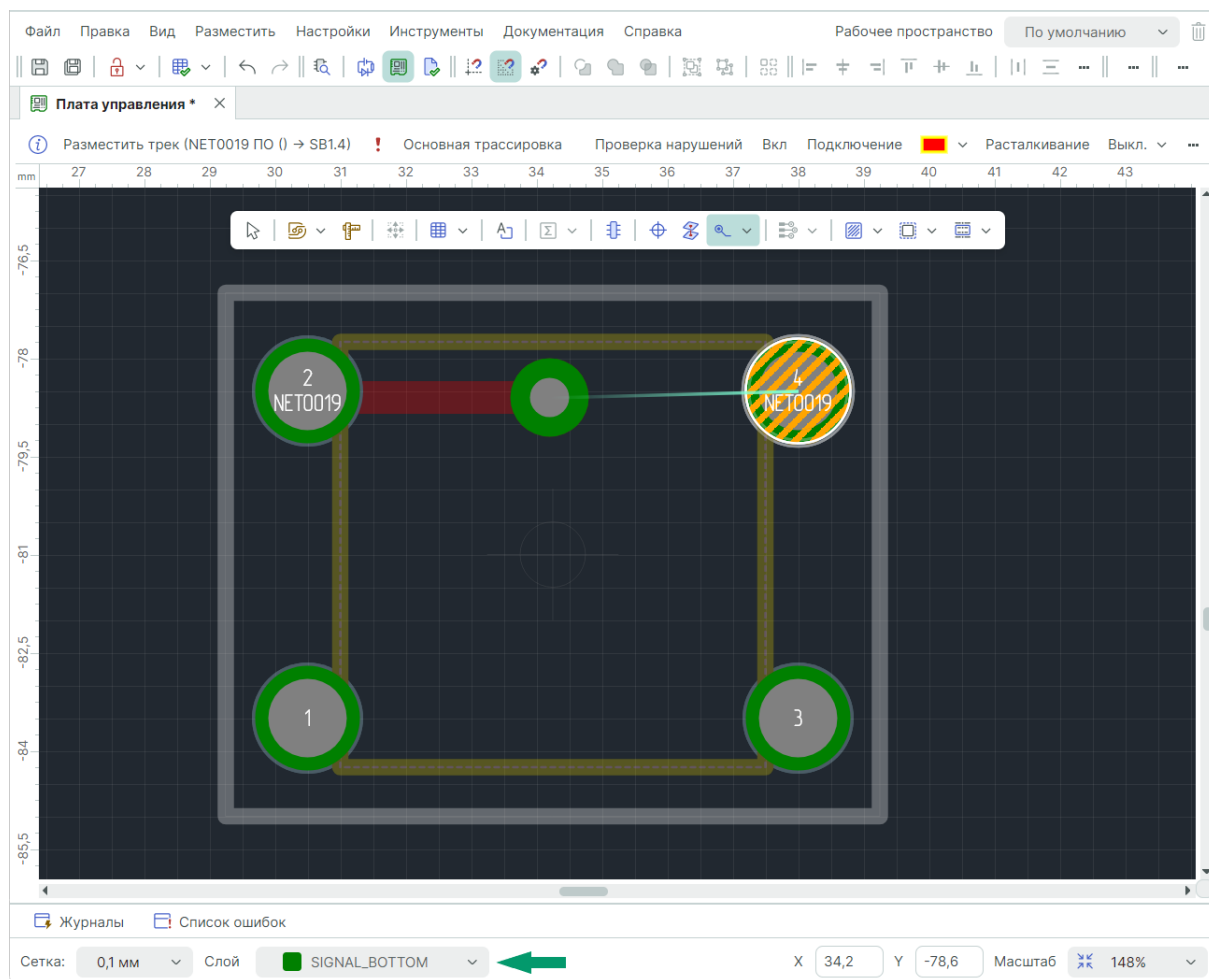


Рис. 221 Размещение перехода на другой слой

Примечание!



При установленном флаге в чек-боксе «Файл» → «Настройки» → «Панель управления» → «Редактор платы» → «Трассировка» → «Ручной выбор места для ПО» переходное отверстие «прикрепляется» к курсору, размещение ПО производится нажатием левой кнопки мыши в выбранной точке.

При снятом флаге в чек-боксе настройки «Файл» → «Настройки» → «Панель управления» → «Редактор платы» → «Трассировка» → «Ручной выбор места для ПО» переходное отверстие размещается сразу в точке нахождения курсора мыши.

Если при активном режиме «Разместить трек» курсор помещен в место, где размещение перехода запрещено, то эскиз трека будет помечен рядом запрещающих символов, см. [Рис. 222](#).

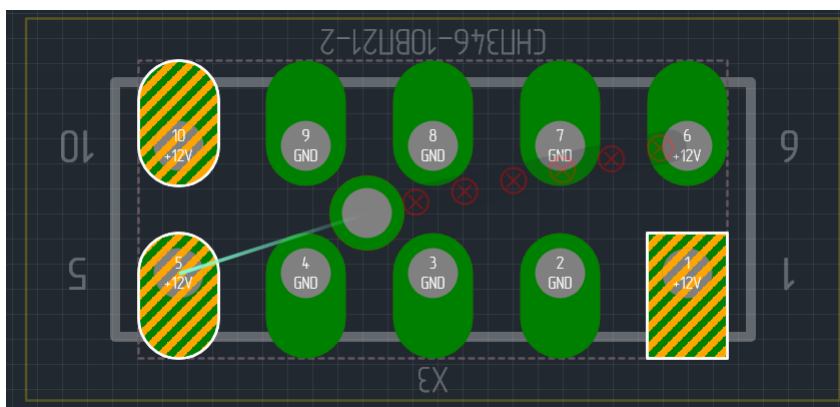


Рис. 222 Место, запрещенное для размещения перехода

Для изменения стиля переходного отверстия перейдите «Свойства» → «Стиль VIA» и выберите нужный стиль ПО из выпадающего списка, доступного при нажатии символа « $\vee$ » в правой части строки. В этом списке отображаются стили всех переходных отверстий, созданные в проекте (см. раздел [Определение переходных отверстий](#)) и доступные для трассируемой цепи (см. [Приложение Б](#)), см. [Рис. 223](#).

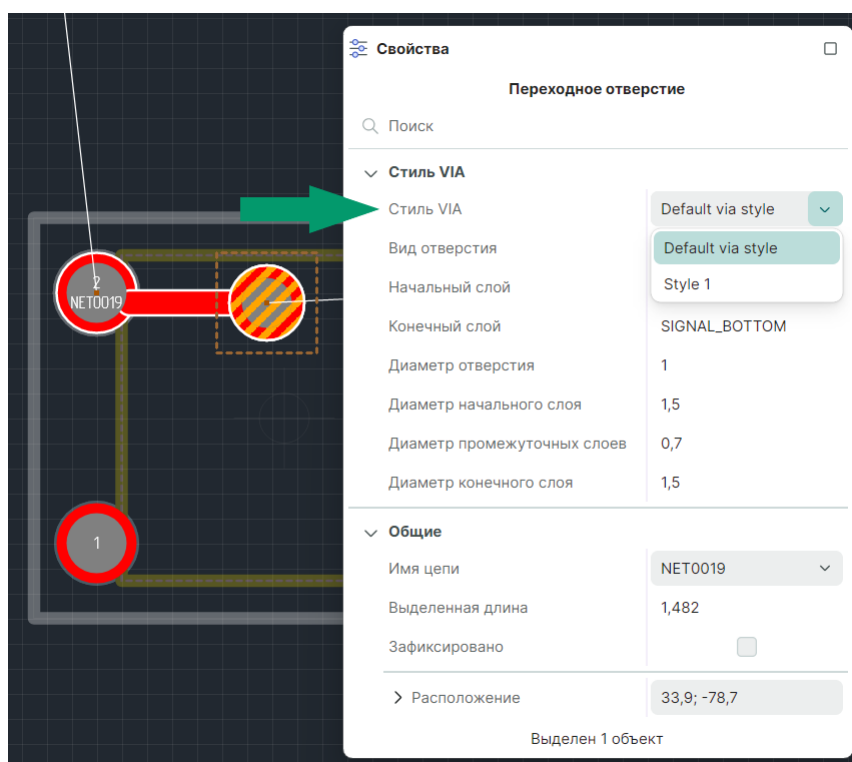


Рис. 223 Изменение стиля переходного отверстия

- Дальнейшее размещение трека продолжается на новом слое от размещенного переходного отверстия.

При нажатии клавиши «Backspace» или выборе пункта из контекстного меню «Удалить последний сегмент» удаляется последний проложенный сегмент или переходное отверстие.

11.5.5.1 Ширина трека

11.5.5.1.1 Общие сведения о ширине трека

Ширина трека ограничивается параметрами, заданными в правилах проектирования: минимальным и номинальным значением, подробнее см. [Приложение Б](#).

Кроме того, для треков устанавливаются параметры зауженного режима: ширина меньше минимальной и ограничение на длину зауженных участков (с шириной меньше минимальной).

Для просмотра и редактирования правил проектирования применительно к конкретной цепи:

1. Выберите контактную площадку, с которой планируется начать трек, или уже размещенный трек.
2. Вызовите контекстное меню и воспользуйтесь пунктом «Показать правила», см. [Рис. 224](#).

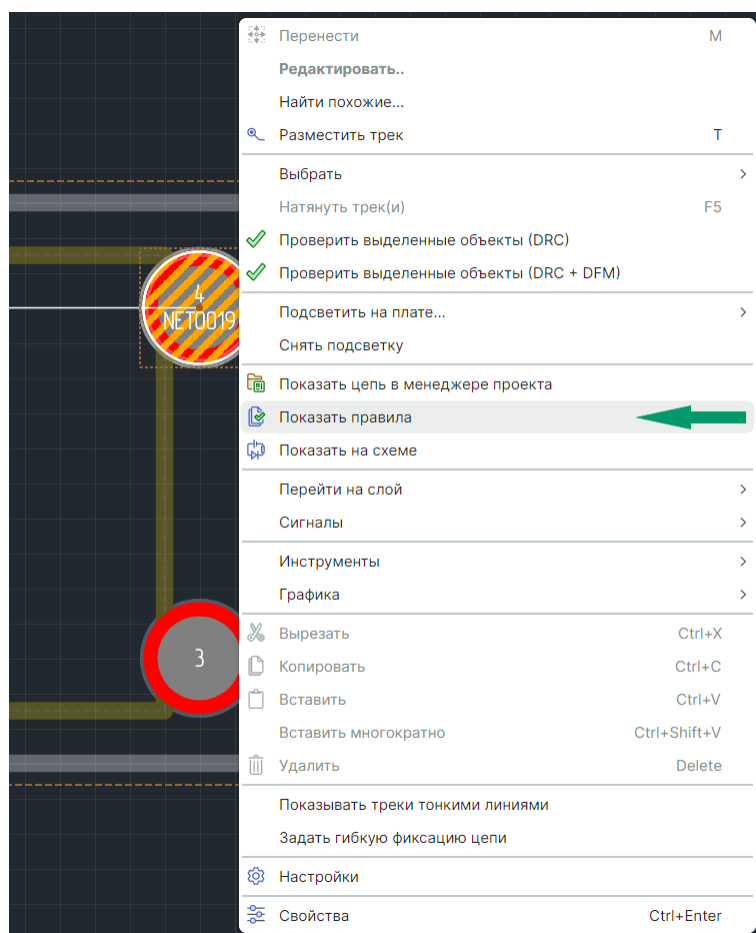


Рис. 224 Вызов редактора правил для цепи

3. При необходимости измените или дополните правила для ширины трека, созданные на основе шаблонов правил в стандартах системы, см. [Рис. 225](#).

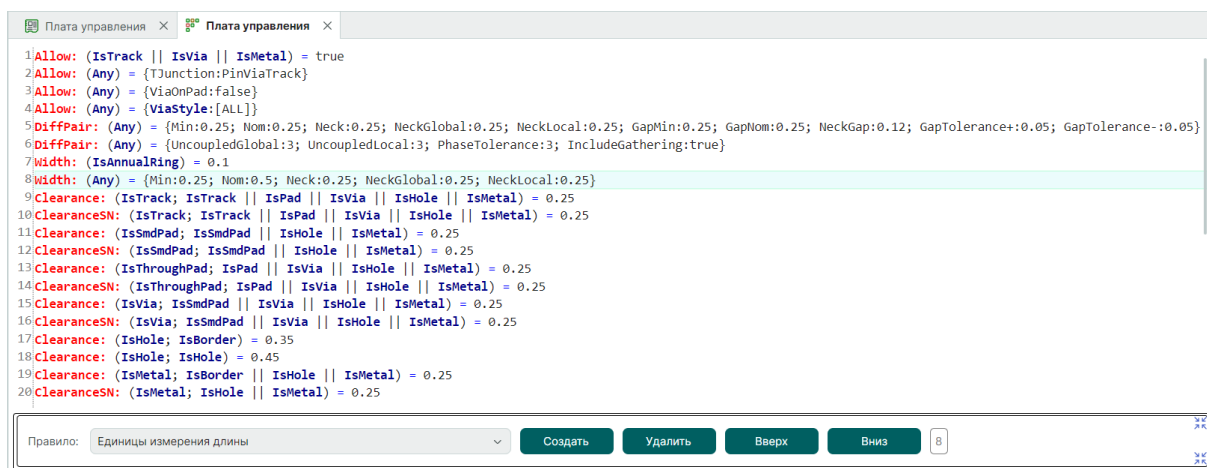


Рис. 225 Значения ширины трека для цепи

Ширина трека может задаваться как при размещении трека, так и редактироваться уже после размещения.

Изменение ширины трека выполняется одним из следующих способов:

- [Установка приоритетного значения ширины](#).
- [Установкой произвольного значения ширины](#).

11.5.5.1.2 Установка приоритетного значения ширины

Приоритетные значения – это типовые значения ширины треков, которые устанавливаются в Настройках системы («Панель управления» → «Редакторы» → «Редактор платы» → «Трассировка») и применяются ко всем трекам без исключения, см. [Рис. 226](#). Дробная часть значений отделяется символом «.». Друг от друга значения разделяются символом «;», например, «0.1;0.2;0.3».

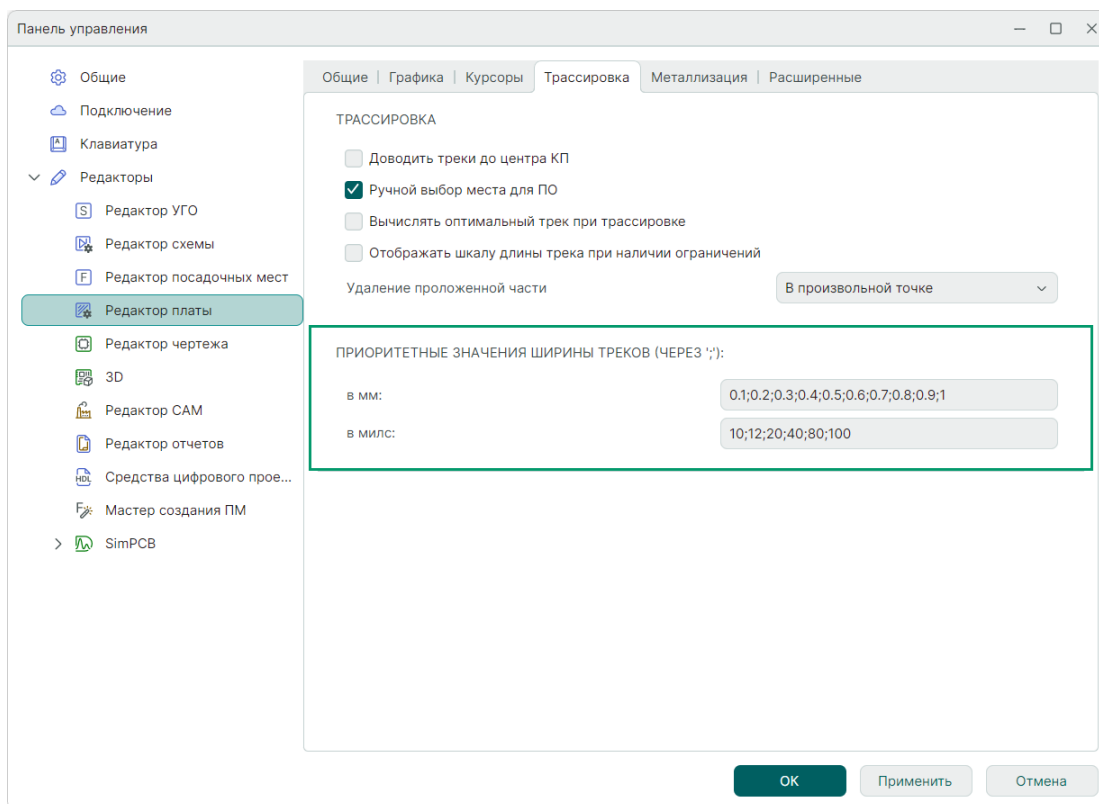


Рис. 226 Установка приоритетных значений ширины трека

Чтобы задать ширину прокладываемого трека в виде одного из приоритетных значений, воспользуйтесь пунктом контекстного меню «Изменить ширину трека» и выберите нужное значение из списка, см. [Рис. 227](#).

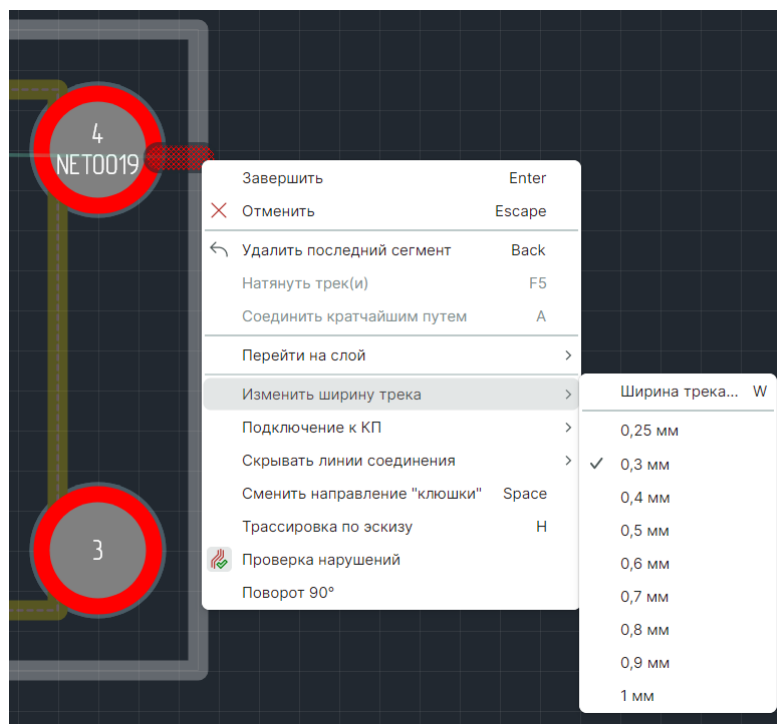


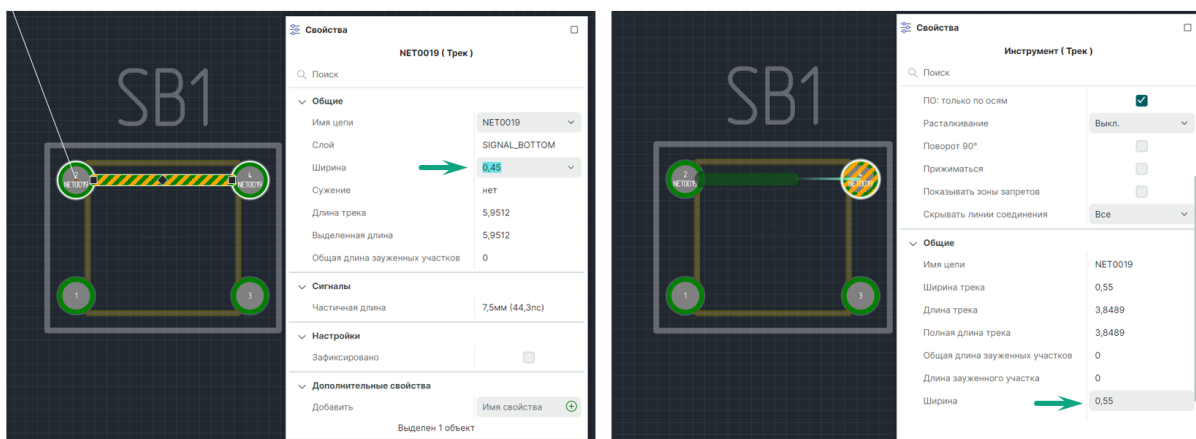
Рис. 227 Выбор приоритетного значения ширины трека

Для определения ширины трека доступны все приоритетные значения, которые лежат в диапазоне между минимальным и номинальным значениями, заданными в редакторе правил, также доступны непосредственно минимальное и номинальное значения ширины.

Последовательный перебор допустимых приоритетных значений можно осуществлять с помощью горячих клавиш, по умолчанию для перебора в большую сторону назначена клавиша «D», для перебора в меньшую сторону комбинация клавиш «Shift+D».

11.5.5.1.3 Установка произвольного значения ширины

Произвольное значение ширины трека может устанавливаться с помощью пункта «Ширина» панели «Свойства», см. [Рис. 228](#). Для прохождения DRC-проверки без нарушений ширина трека должна лежать в диапазоне между минимальным и номинальным значениями. Для размещаемого трека диапазон допустимых значений ширины показан в пункте «Ширина (мин;макс)» панели «Свойства».

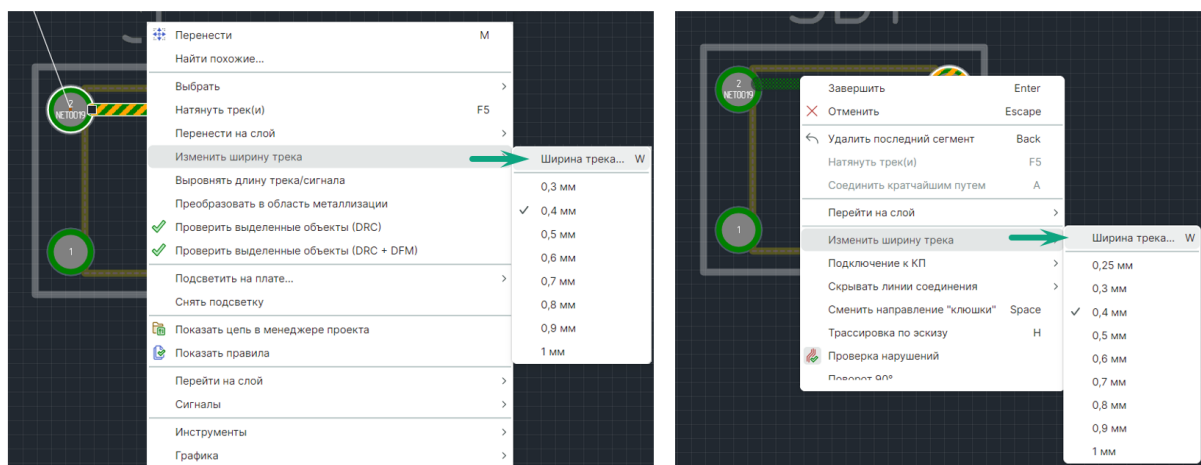


Установка произвольного значения ширины для размещенного трека

Установка произвольного значения ширины для размещаемого трека (инструмент «Разместить трек» активен)

Рис. 228 Установка произвольного значения ширины трека

Также произвольное значение ширины трека может быть задано в окне «Ширина трека», вызов которого осуществляется из контекстного меню или с помощью горячей клавиши «W» (по умолчанию) при активном инструменте «Разместить трек» или при выделении треков, см. [Рис. 229](#).



Контекстное меню выделенного трека

Контекстное меню инструмента «Разместить трек»

Рис. 229 Вызов окна "Ширина трека" из контекстного меню

Пример отображения окна представлен на [Рис. 230](#).

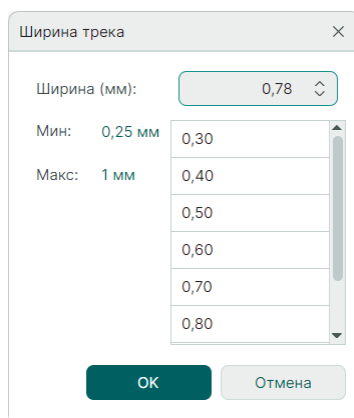


Рис. 230 Окно "Ширина трека"

Значение ширины трека задается в поле «Ширина». Вводимое значение ширины должно входить в разрешенный диапазон между минимальным и номинальным значениями, заданными в Редакторе правил.

11.6 Режимы работы инструмента «Разместить трек»

11.6.1 Общие сведения о режимах работы инструмента

Инструмент «Разместить трек» имеет несколько режимов работы, которые позволяют использовать разные методы прокладки трека. Режимы работы инструмента можно условно разделить на категории:

- [Подключение трека к контактным площадкам](#);
- [Проведение трека по плате](#).

Различные варианты подключения треков к контактным площадкам позволяют организовать разные варианты соединения печатного проводника и контактной площадки. Изменение режимов может потребоваться для создания различных вариантов соединения трека и контактной площадки.

Выбор того или иного поведения прокладываемого трека на плате контролирует углы, образующиеся между смежными участками треков, влияет на уже размещенные элементы проводящего рисунка и способствует формированию стиля работы конструктора.

11.6.2 Подключение трека к контактным площадкам

11.6.2.1 Варианты подключения трека к контактным площадкам

Подключение трека к контактным площадкам в системе Delta Design определяется следующими условиями:

- Набором [разрешенных направлений подключения](#) трека к контактной площадке;

- Возможность [продолжать трек до точки привязки контактной площадки](#).

11.6.2.2 Разрешенные направление подключения

Наборы разрешенных направлений подключения треков к контактным площадкам определяются следующими режимами инструмента «Разместить трек»:

- **По осям** – обеспечивает подключение трека к контактной площадке строго по направлениям осей. Для площадок круглой и восьмиугольной формы в этом режиме работы допустимо подключение под углами, кратными 45° .
- **Под 45°** – позволяет подключаться к контактной площадке под углами, кратными 45° .

Если эти режимы не включены, то треки подключаются к контактной площадке в любом месте, при этом угол между треком и контактной площадкой в месте подключения всегда составляет не менее 90° .

На [Рис. 231](#) стрелками показаны возможные варианты подключения к контактной площадке:

- В левой части активны оба режима: «По осям» и «Под 45° ».
- В правой части используется только режим «Под 45° », при этом обеспечивается наибольшее число вариантов подключения.

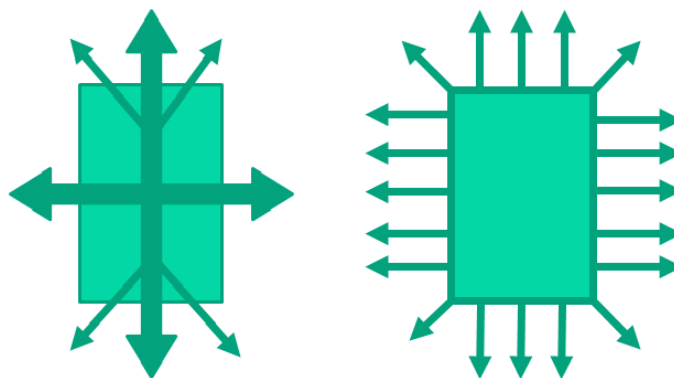


Рис. 231 Варианты подключения трека к контактной площадке

Переключение режимов производится при активном инструменте «Разместить трек» с помощью панели «Свойства» или с помощью информационной строки, см. [Рис. 232](#).

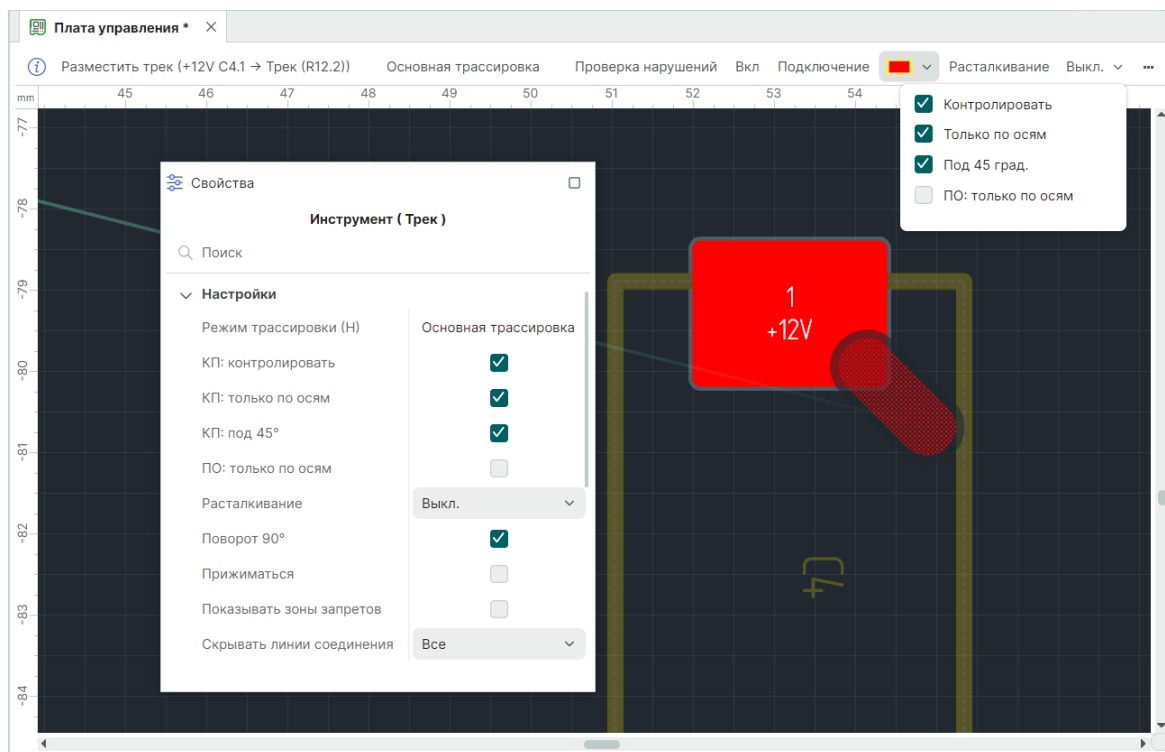


Рис. 232 Выбор режима подключения к контактным площадкам

11.6.2.3 Точное позиционирование подключения

Чтобы точно позиционировать подключение трека к контактной площадке:

1. Активируйте инструмент «Разместить трек».
2. Убедитесь, что для подключения к контактным площадкам выбран режим, обеспечивающий нужный тип подключения.
3. Наведите курсор на контактную площадку, для которой требуется специально задать позицию подключения трека, и нажмите левую кнопку мыши.
4. Переместите курсор в ту точку, где необходимо установить подключение к площадке, при этом на экране будет отображаться возможный вид подключения, см. [Рис. 233](#). Курсор должен быть рядом с площадкой.

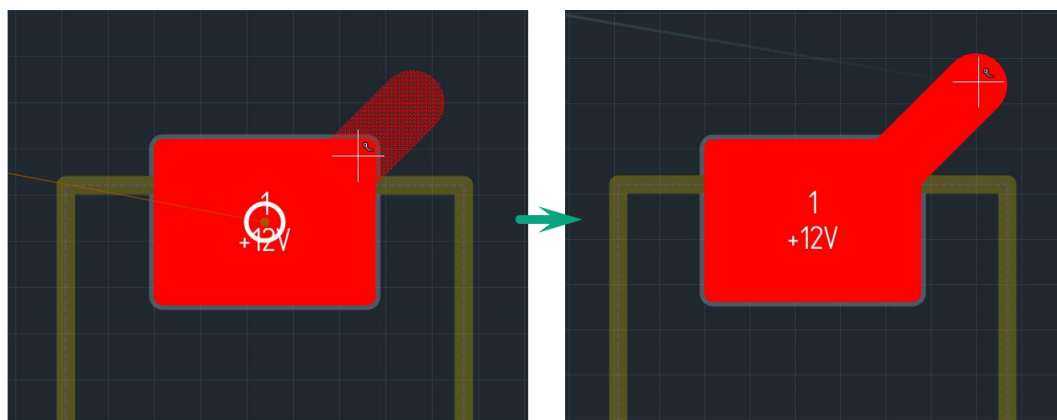


Рис. 233 Точное позиционирование подключения к контактной площадке

5. Зафиксируйте необходимый вариант подключения.



Примечание! Точное позиционирование подключения к контактной площадке активируется автоматически при достаточно большом увеличении масштаба в редакторе плат.

11.6.2.4 Подключение к точке привязки контактных площадок

При необходимости продолжения треков до точек привязки контактных площадок необходимо включить режим «Доводить треки до центра КП». Продолжение треков до точек привязки контактных площадок можно включить/отключить в Настройках системы. Перейдите «Панель управления» → «Редакторы» → «Редактор платы» → «Трассировка» и отметьте флагом поле «Доводить треки до центра КП».

11.6.3 Проведение трека по плате

11.6.3.1 Варианты проведения трека по плате

При размещении трека на плате существует возможность задать следующие параметры размещения:

- [Выбор разрешенных углов поворота трека](#), позволяющий выбирать величину углов между смежными прямыми участками трека;
- [Проверка нарушений](#), которая позволяет отключить контроль правил проектирования при размещении треков;
- [Расталкивание объектов](#), которое позволяет размещаемому треку изменять проводящий рисунок.

11.6.3.2 Выбор разрешенных углов поворота трека

Режим выбора разрешенных углов поворота трека позволяет изменять величину углов между смежными прямыми участками трека. В обычном режиме эта величина составляет 135° (образуя "клюшку", см. раздел [Изменение точки поворота](#)), а соединение двух соседних участков под углом в 90° выполняется

только в исключительных случаях. При необходимости система может разрешить соединять соседние прямые участки треков под углом 90°. Для этого в контекстном меню (инструмент «Разместить трек» должен быть активным) выберите пункт «Поворот 90°» или отметьте соответствующий пункт в панели «Свойства», см. [Рис. 234](#).

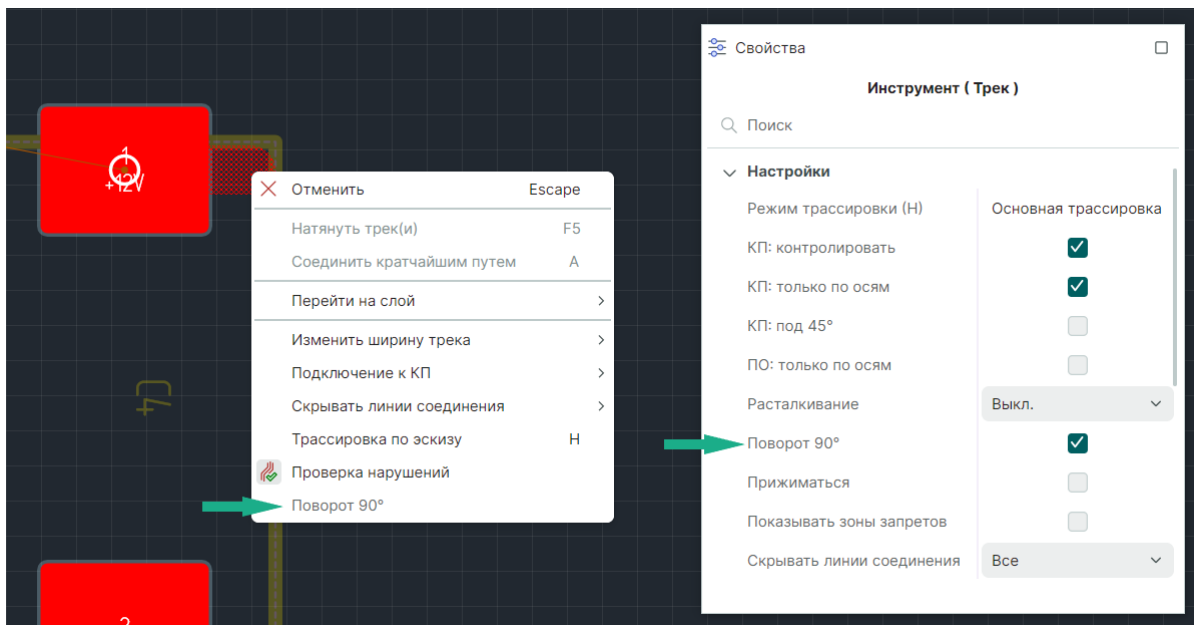


Рис. 234 Включение разрешения на трассировку под 90°

На [Рис. 235](#) показаны примеры различной трассировки: с запретом (левая часть) и разрешением (правая часть) на трассировку под 90°.

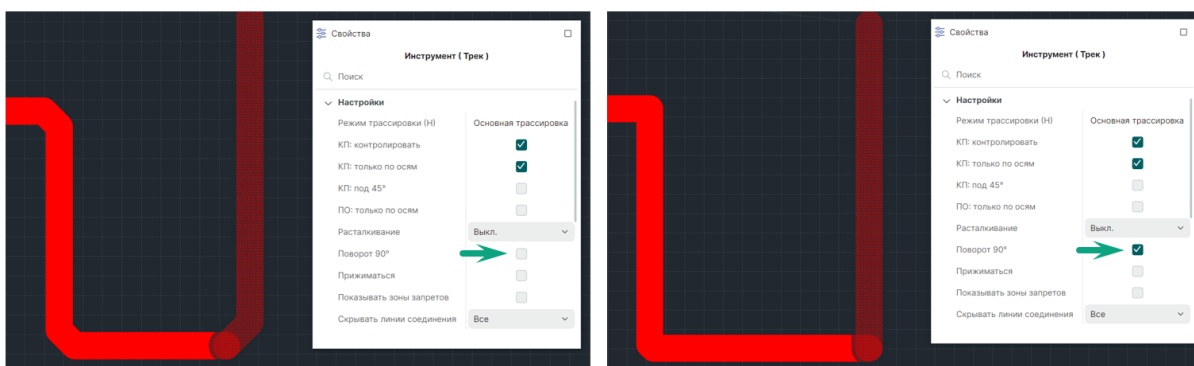


Рис. 235 Размещение трека с запретом и разрешением на трассировку под 90°

11.6.3.3 Прижимание

При включенной опции «Прижиматься» алгоритм прокладки строит трек, располагая его наиболее оптимально и близко к прочим объектам на сигнальном слое, см. [Рис. 236](#).

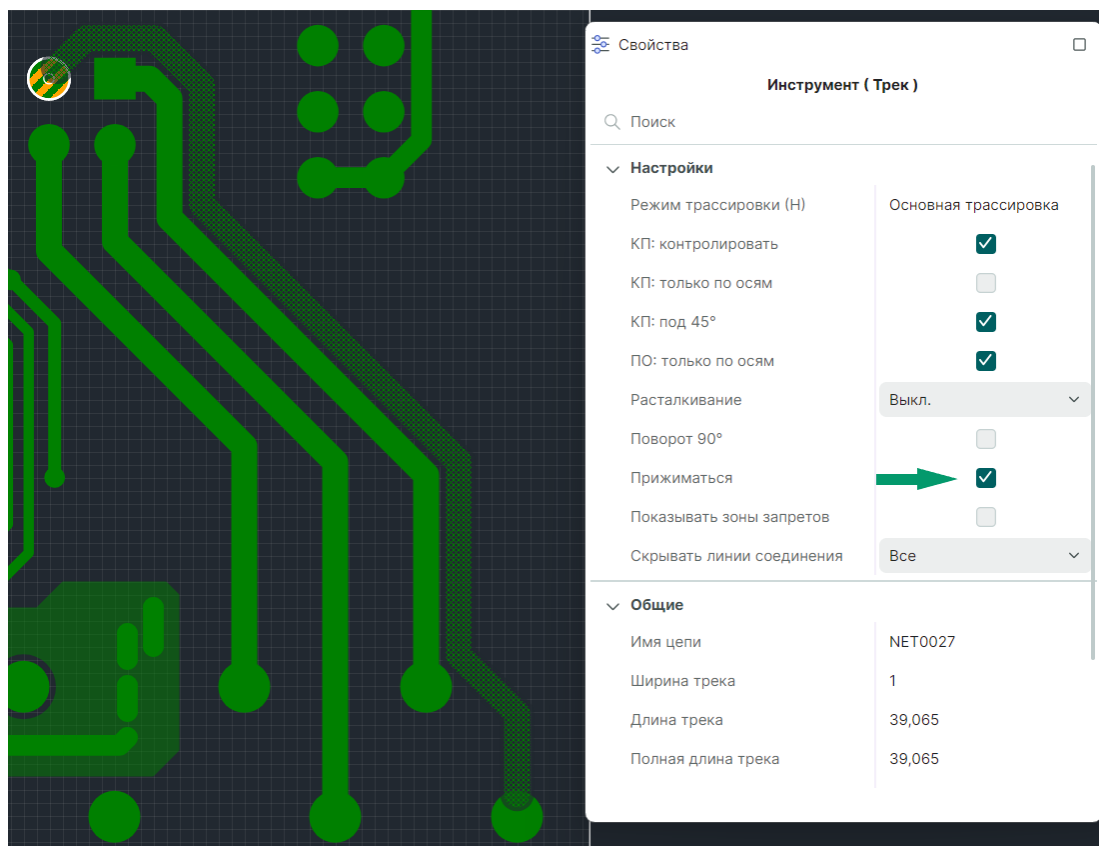


Рис. 236 Активная опция «Прижиматься»

11.6.3.4 Показывать зоны запретов

Опция «Показывать зоны запретов» в процессе трассировки позволяет наглядно увидеть все объекты, к которым трек может подключиться, а также подсвечивает на плате препятствия, которые трек будет обходить, см. [Рис. 237](#).

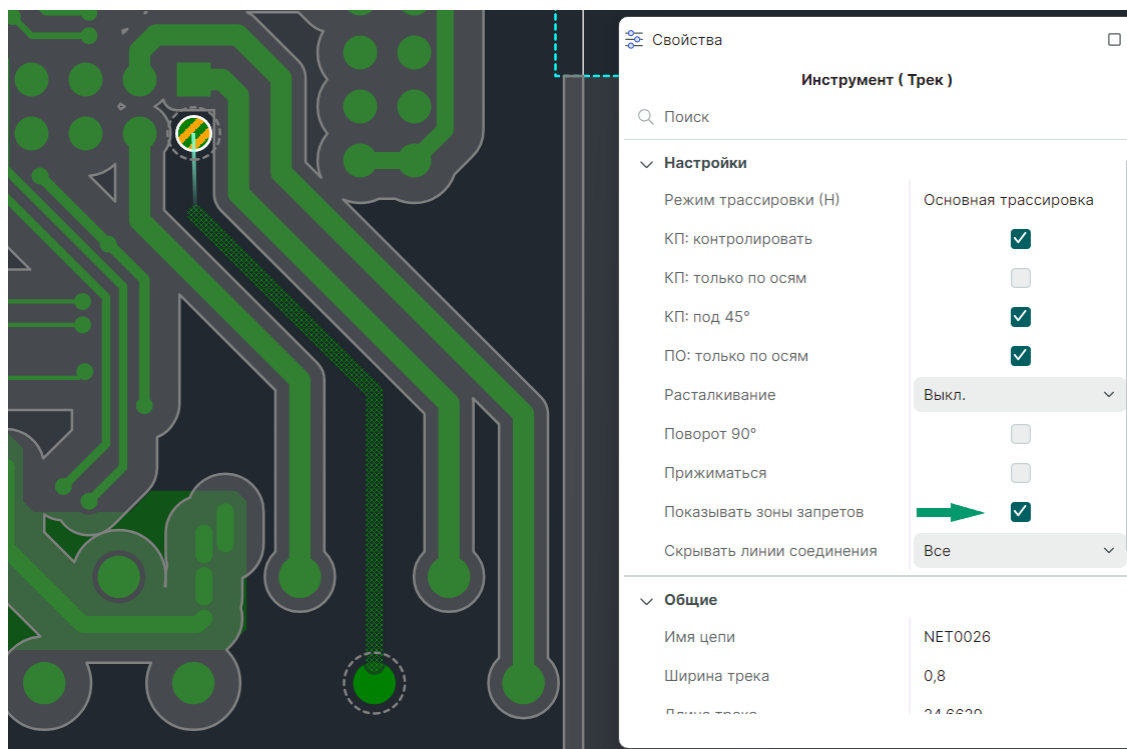


Рис. 237 Активная опция «Показывать зоны запретов»

11.6.3.5 Проверка нарушений

Отключение опции «Проверка нарушений» позволяет размещать трек без осуществления динамического контроля правил проектирования. При отключенной проверке нарушений трек прокладывается без соблюдения каких-либо правил. Включение и/или отключение проверки нарушений осуществляется в информационной строке или с помощью пункта «Проверка нарушений» в контекстном меню, см. [Рис. 238](#).

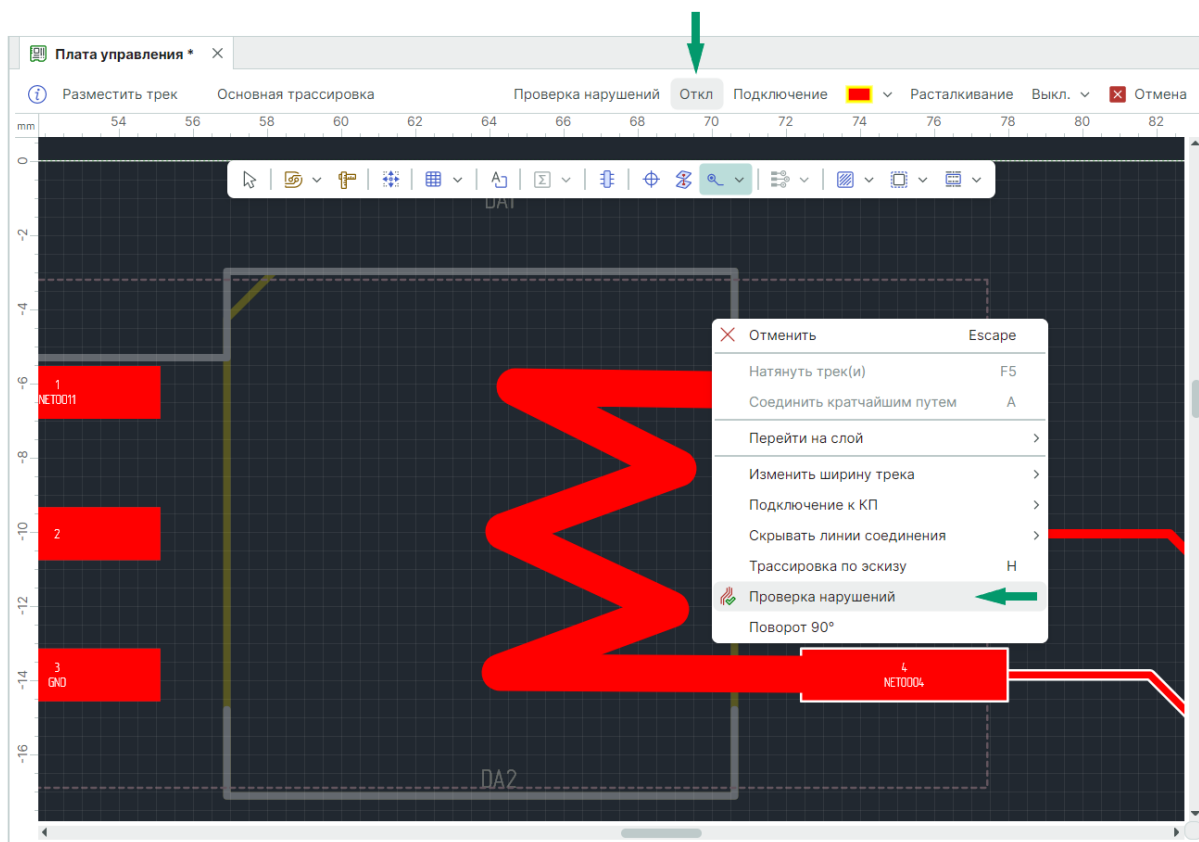


Рис. 238 Неактивная опция «Проверка нарушений»



Важно! При отключении контроля правил проектирования треки размещаются без какого-либо контроля. При этом возможно появление острых углов между сегментами трека, между треками и контактными площадками.

11.6.3.6 Расталкивание

Режим расталкивания позволяет размещаемому треку изменять геометрию уже существующих треков, то есть автоматически сдвигать существующие треки, чтобы можно было на этом месте разместить новый. Данный режим можно включить при активном инструменте размещения трека с помощью информационной панели в верхней части редактора плат или с помощью пункта «Расталкивание» панели «Свойства», см. [Рис. 239](#).



Примечание! Режим расталкивания не изменяет геометрию дифференциальных пар, треков, в состав которых входят меандры и треков, принадлежащих той же цепи, что и размещаемый трек.

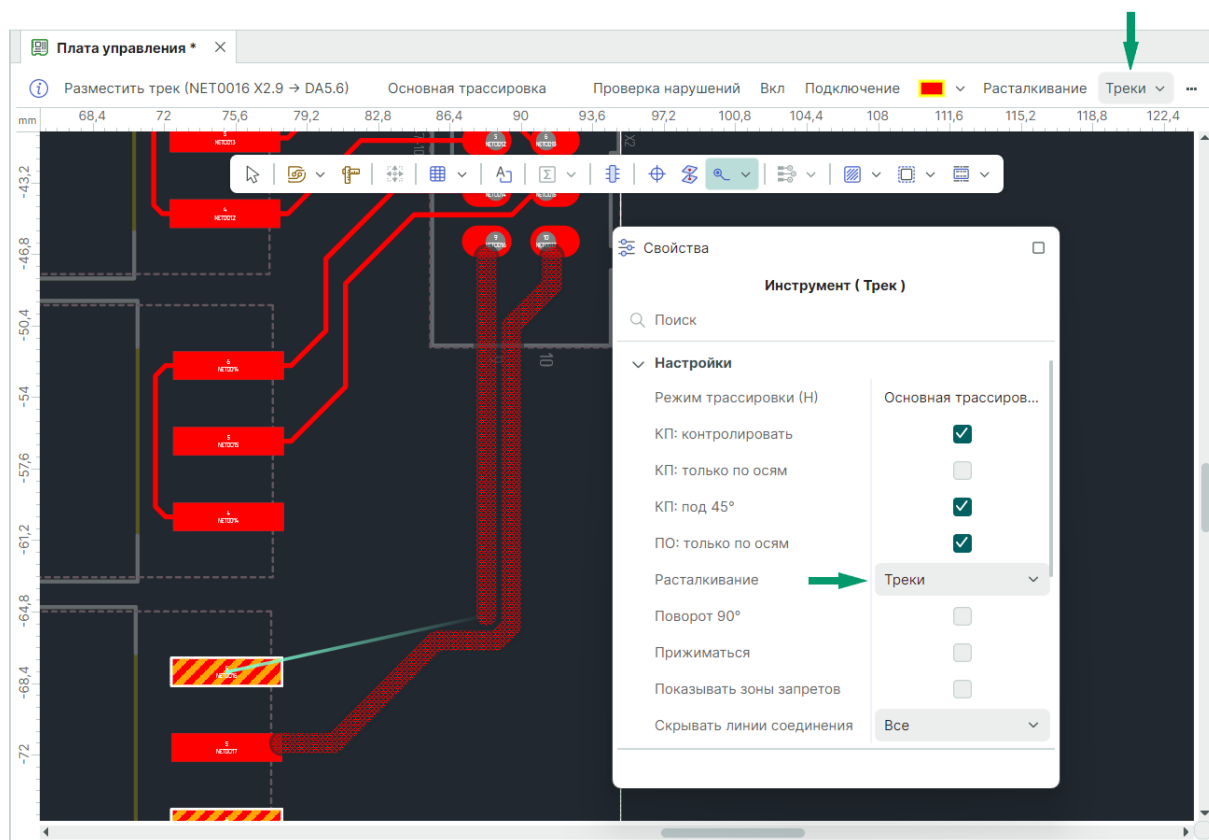


Рис. 239 Размещение трека в режиме расталкивания

Когда трек, прокладываемый в режиме расталкивания, оказывается в области технологических зазоров вокруг существующего трека, то существующий трек начинает перестраиваться. При этом оба трека визуальнo обозначаются как прокладываемые.

11.6.3.7 Поиск кратчайшего пути

При размещении трека существует возможность использовать опцию визуального отображения кратчайшего пути и прокладки по нему трека. Для включения опции перейдите «Файл» → «Настройки» → «Панель управления» → «Редакторы» → «Редактор плат» → «Трассировка» и установите флаг в чек-бокс «Вычислять оптимальный трек при трассировке», см. [Рис. 240](#).

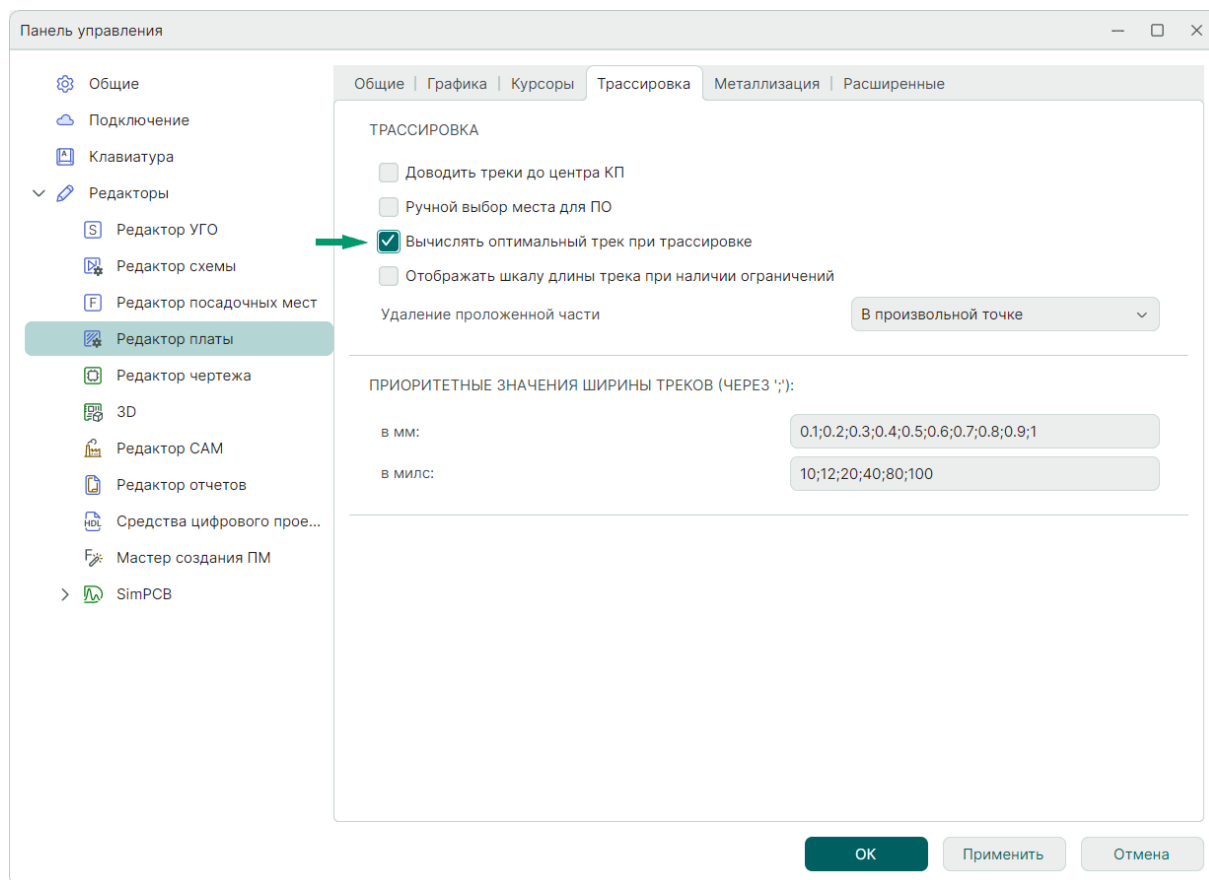


Рис. 240 Опция «Вычислять оптимальный трек при трассировке»

После включения опции «Вычислять оптимальный трек при трассировке» при размещении трека система строит оптимальный путь до ближайшей контактной площадки одной цепи, отображая контур пути. Линия соединения показывает, до какой контактной площадки будет выстроен трек. Также при включенной опции в контекстном меню (инструмент «Разместить трек» должен быть активен) становится доступной команда «Соединить кратчайшим путем», применение которой автоматически прокладывает трек по выстроенному пути. По умолчанию для данной команды назначена горячая клавиша «А» (латинская), см. [Рис. 241](#).

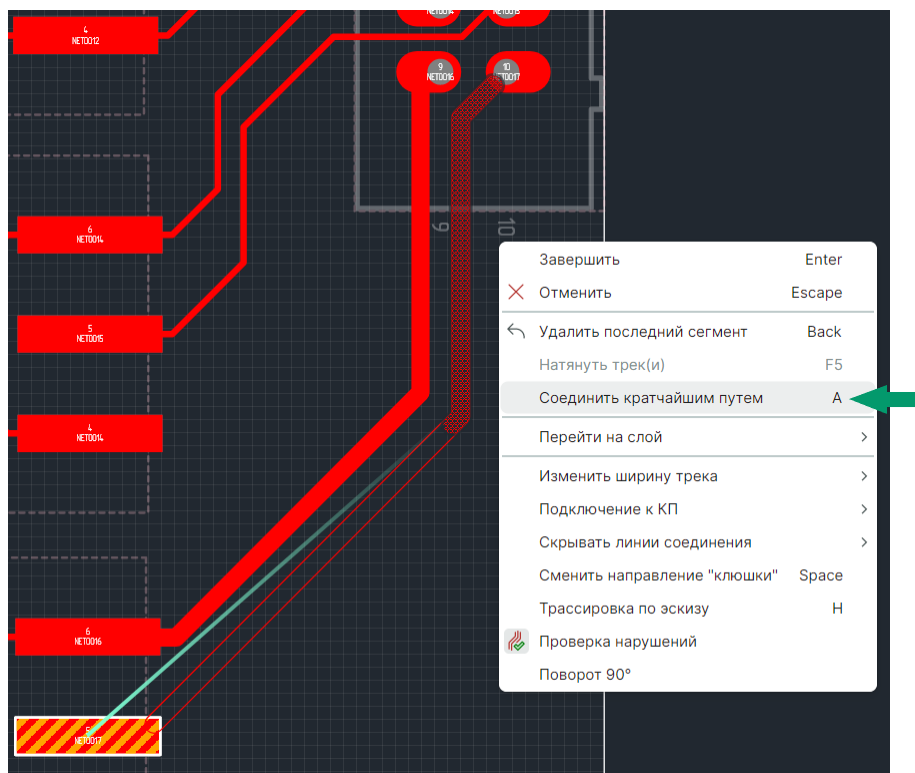


Рис. 241 Опция «Соединить кратчайшим путем»

11.6.3.8 Сменить целевой объект

Опция «Сменить целевой объект» актуальна для размещения трека, когда несколько контактных площадок принадлежат одной цепи.

В момент трассировки система автоматически формирует список контактных площадок, принадлежащих выбранной цепи, и при нажатии заданной для выполнения данного действия горячей клавиши строит путь до каждой последующей площадки из списка, см. [Рис. 242](#).



Рис. 242 Опция «Сменить целевой объект» при трассировке

Для назначения горячей клавиши для данного действия перейдите «Файл» → «Настройки» → «Панель управления» → «Клавиатура» и укажите нужную клавишу. Поиск команды «Сменить целевой объект» в списке может осуществляться по названию или фрагменту названия через строку поиска, см. [Рис. 243](#).

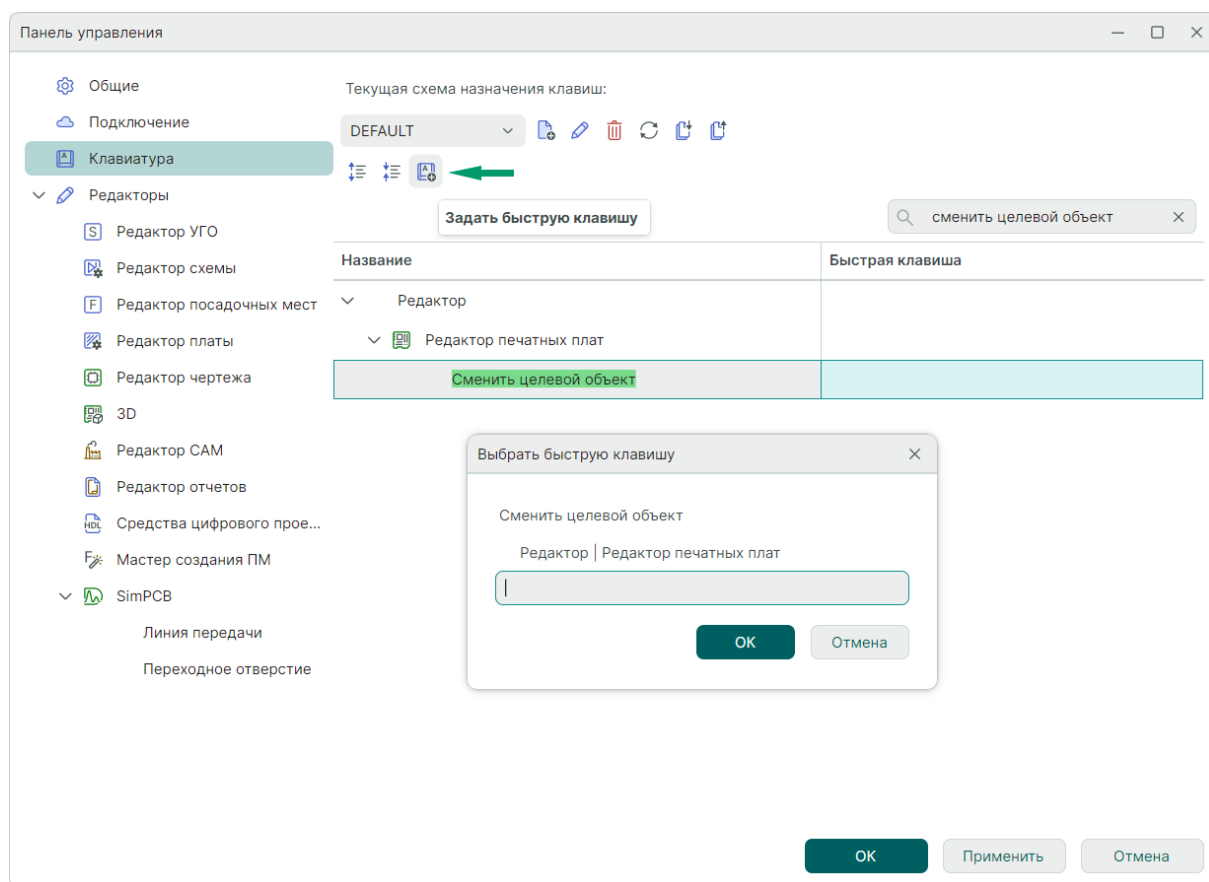


Рис. 243 Назначение горячей клавиши для опции «Сменить целевой объект»

11.6.3.9 Перенос трека (сегмента) на другой слой

В Delta Design предусмотрена возможность переноса трека (сегмента трека) на другие доступные слои.

В Настройках системы для переноса трека на слой выше по умолчанию назначена горячая клавиша «L», а для осуществления переноса на слой ниже – «K». При необходимости горячие клавиши для вызова данных действий можно переназначить в Настройках системы или непосредственно в редакторе платы в списке горячих клавиш, когда трек или сегмент трека выбран. Вызов списка горячих клавиш производится с помощью символа , см. [Рис. 244](#).

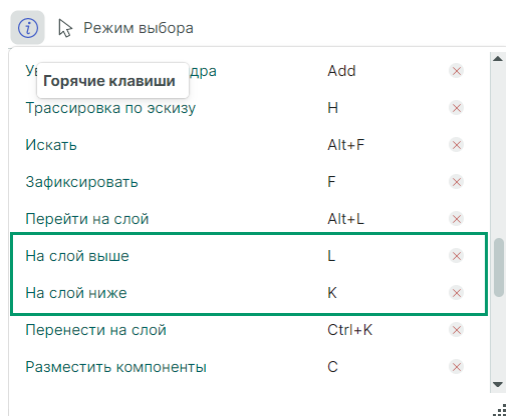


Рис. 244 Горячие клавиши для переноса трека (сегмента трека)

Для переноса трека (сегмента трека) на другой слой платы:

1. Выделите трек или сегмент трека.
2. В контекстном меню выберите пункт «Переместить трек на слой выше/ниже» или выберите подходящий слой из списка всех проводящих слоев текущей платы (слой, на котором размещен трек (сегмент трека) отображается серым цветом), см. [Рис. 245](#).

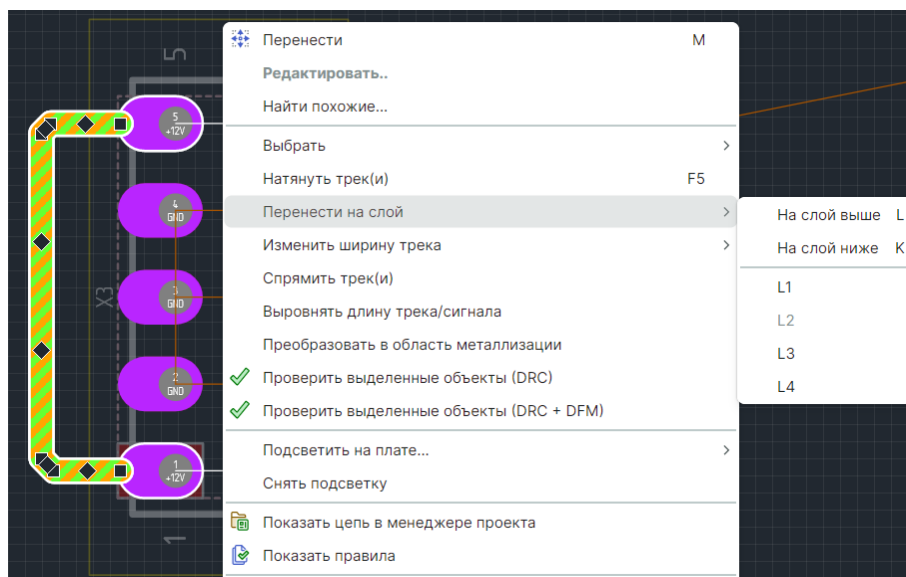


Рис. 245 Перенос трека (сегмента трека) на слой выше/ниже

Трек будет перенесён на выбранный слой.

К объектам, которые можно перемещать с одного слоя на другой, относятся:

- Трек целиком;
- Сегменты трека (один или несколько сегментов, смежные и несмежные сегменты);

- Несколько треков целиком (расположенных на одном слое или на разных слоях платы);
- Сегменты разных треков;
- Меандры;
- Треки (сегменты треков) разной ширины.

К объектам, которые не подлежат перемещению с одного слоя на другой, относятся:

- Треки (сегменты трека) дифференциальных пар.

Возможные варианты переноса сегмента трека с одного слоя на другой:

- Если сегмент трека переносится на другой слой, то на концах сегмента образуются переходные отверстия, обеспечивающие непрерывную связь трека между слоями платы (трек остается целостным);
- Если при переносе сегмента на другой слой, треки, подключенные к ПО, оказываются расположены на одном слое, то ПО будут удалены, см. [Рис. 246](#).

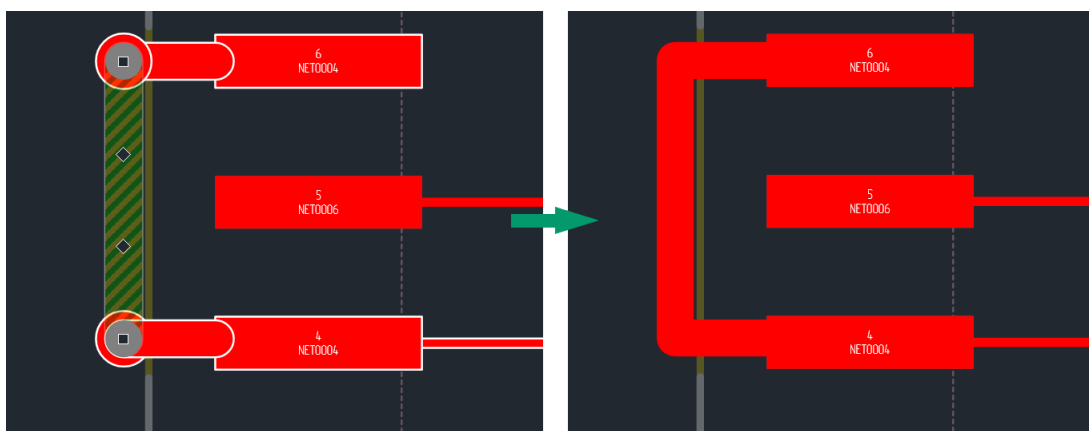


Рис. 246 Удаление ПО при подключении к нему треков на одном слое

- Если происходит перенос сегмента, у которого окончание трека никуда не подключено, то оно так и останется неподключенным;
- Если крайний сегмент трека подключен к планарной контактной площадке (ПКП), то ПО не строится. Происходит разрыв связи трека с контактной площадкой (КП), при этом отображается линия связи (NetLine). Пользователю необходимо самостоятельно разместить ПО и подключить трек к КП;
- Если крайний сегмент трека подключен к сквозной контактной площадке (СКП), то трек будет перенесен на другой слой и подключен к этой же СКП. Трек останется связан с данной СКП.

Возможные варианты переноса целого трека с одного слоя на другой:

- Если трек подключен к ПКП, при его переносе на другой слой связь между треком и ПКП разрывается в месте их соединения, и ПО не строятся. Между концом трека и КП образуется линия связи (NetLine);
- Если трек подключен к СКП, при переносе трека на другой слой связь не обрывается, и он остается подключенным к данной СКП;
- Если при переносе трека его окончания попадают на КП своей цепи, происходит автоматическое подключение трека к цепи.

При переносе трека (сегмента трека) с одного слоя на другой происходит автоматическая проверка, как самого трека на пересечение с другими объектами, так и проверка ПО, образовавшихся в результате переноса трека (сегмента трека).

Если перенесенный трек (сегмент трека) нарушает какие-либо правила (пересечение, нарушение зазора, перенос в область запрета или в область металлизации другой цепи и д.р), то данный трек будет помечен как некорректный.

11.6.3.10 Эскизная трассировка

Эскизная трассировка – это трассировка в ручном режиме, при которой геометрия трека формируется, точно следуя за перемещением курсора мыши, т.е. для создания поворотов трека не требуются дополнительные клики мыши. Данный вид трассировки в текущей версии доступен только для одиночных проводников.

Для смены режима трассировки (инструмент «Разместить трек» должен быть активным) в контекстном меню выберите пункт «Трассировка по эскизу» или переключитесь на данный тип трассировки в информационный строке. Также для данного действия по умолчанию задана горячая клавиша «Н», см. [Рис. 247](#).

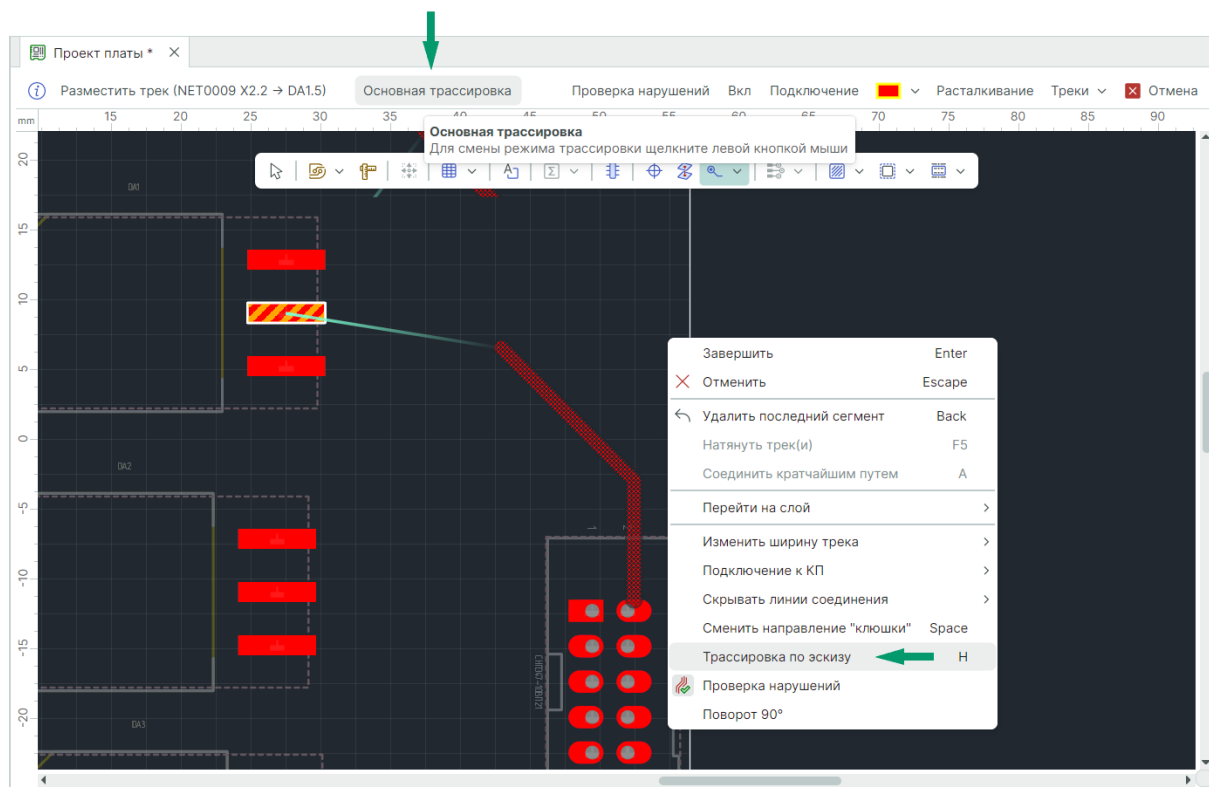


Рис. 247 Переключение на тип трассировки «Трассировка по эскизу»



Примечание! Размещение трека в режиме «Трассировки по эскизу» возможно с зажатой левой кнопкой мыши. В этом случае не требуется переключений режимов: режим эскизной трассировки будет включен автоматически в начале размещения трека с зажатой левой кнопкой мыши и отключен по окончании размещения трека или в момент, когда будет отпущена левая кнопка мыши.

В окне «Свойства» возможно настроить параметры выходов с контактных площадок, см. [Рис. 248](#).

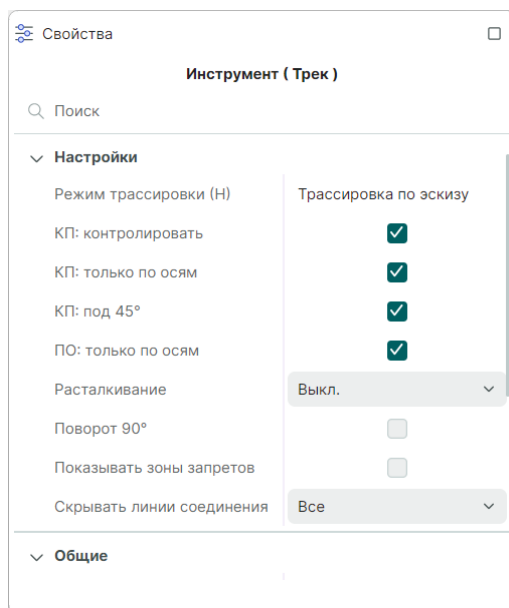


Рис. 248 Настройки параметров для эскизной трассировки

Вернуться в режим «Основной трассировки» можно аналогичным способом: через контекстное меню, изменив режим трассировки в информационной строке или применив горячую клавишу «Н».

11.7 Редактирование трека

11.7.1 Общие сведения о редактировании трека

Трек, как правило, состоит из нескольких сегментов. Изменение геометрии трека происходит как за счет изменения геометрии какого-либо сегмента, входящего в состав трека, так и за счет операций, которые применяются к треку целиком. Таким образом, для изменения геометрии трека можно выделить следующие группы действий:

- [Выбор отдельных сегментов и całego трека](#);
- [Удаление сегментов и трека](#);
- [Завершение трека с удаленными сегментами](#);
- [Изменение геометрии сегмента](#);
- [Редактирование подключения к контактным площадкам](#);
- [Натяжение трека](#);
- [Создание и редактирование меандра](#);
- [Скругление углов](#).

11.7.2 Выбор отдельных сегментов и целого трека

Выбор выполняется с помощью инструмента «Выбрать». Инструмент «Выбрать» доступен на встроенной панели редактора, на панели «Рисование» и в разделе «Инструменты» контекстного меню, см. [Рис. 249](#). Данный инструмент активируется автоматически, если не выбран какой-либо другой инструмент.

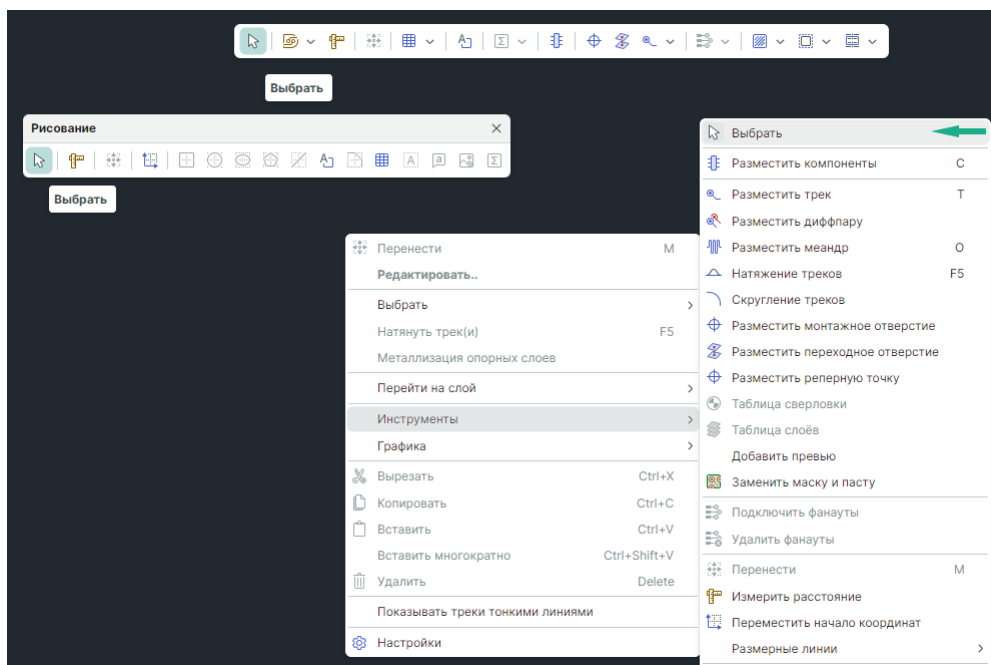


Рис. 249 Инструмент «Выбрать»

Для выбора трека:

1. Активируйте инструмент «Выбрать» и наведите курсор на трек, см. [Рис. 250](#). Трек будет подсвечен, а рядом с курсором отобразится имя цепи.

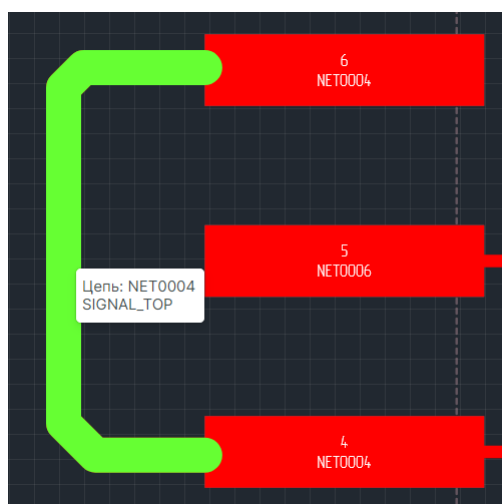


Рис. 250 Подсветка трека под

2. Нажмите левую кнопку мыши, при этом будет выбран тот сегмент трека, на который наведен курсор, см. [Рис. 251](#).

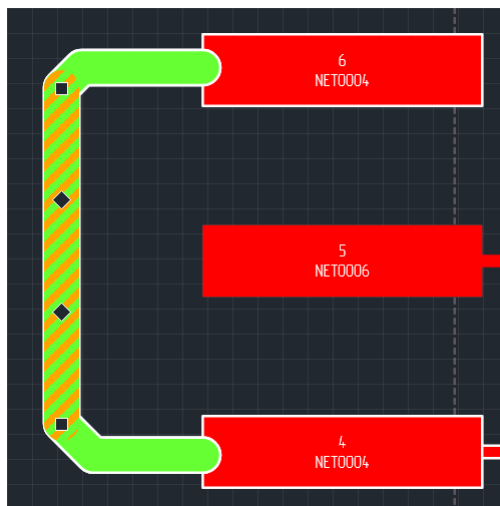


Рис. 251 Выбор сегмента трека

3. Для выбора всего трека нажмите клавишу «Пробел» («Space»), см. [Рис. 252](#).

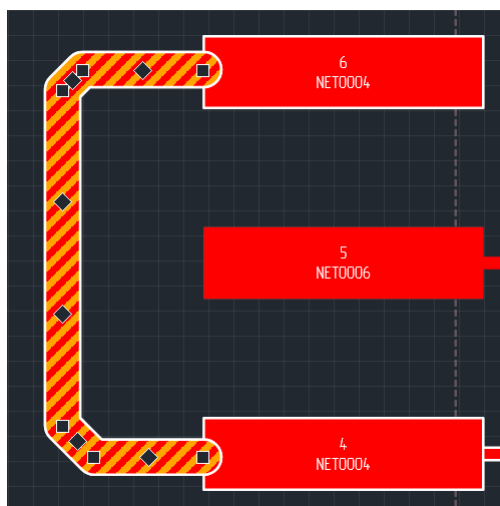


Рис. 252 Выбор трека целиком

11.7.3 Удаление сегментов и трека

Для удаления трека или сегмента трека необходимо выполнить следующие действия:

1. Выберите объект (или группу), который необходимо удалить – сегмент трека или трек целиком.
2. Вызовите контекстное меню и выберите пункт «Удалить» или воспользуйтесь горячей клавишей «Delete», см. [Рис. 253](#).

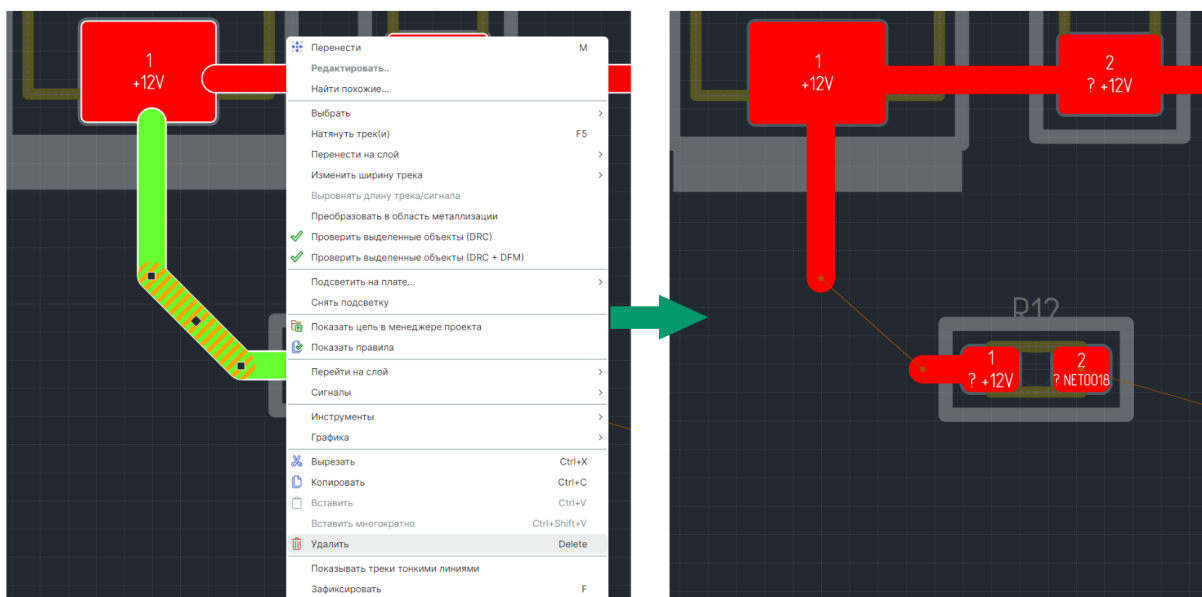


Рис. 253 Удаление сегмента трека

Трек или сегмент трека будут удалены. После удаления трека или сегмента в редакторе отобразится линия соединения, указывающая на необходимость соединения оставшихся участков (если отображение линий соединений включено). При этом линия соединения будет проведена между ближайшими точками проводящего рисунка, которые надо соединить, см. [Рис. 254](#).

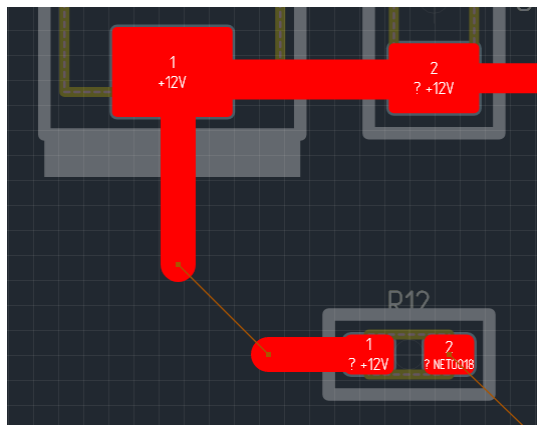


Рис. 254 Линия соединения после удаления сегмента трека

Отменить удаление можно с помощью кнопки «Отменить действие», обозначенной символом  на панели инструментов «Общие» или воспользовавшись горячими клавишами «Ctrl+Z», см. [Рис. 255](#).

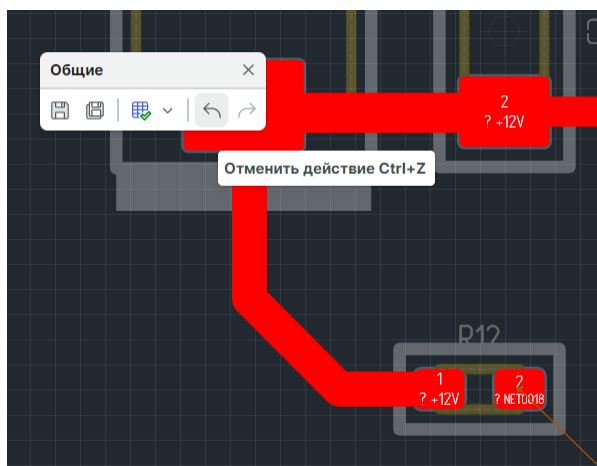


Рис. 255 Отмена удаления сегмента трека

11.7.4 Завершение трека с удаленными сегментами

Завершение трека, часть которого была удалена, осуществляется так же, как и первичное размещение трека. При этом старт размещения рекомендуется осуществлять с места разрыва, см. [Рис. 256](#).

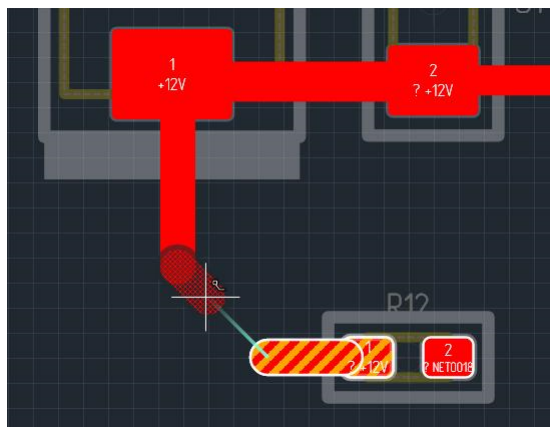


Рис. 256 Завершение трека с удаленными сегментами

11.7.5 Изменение геометрии сегмента

11.7.5.1 Перемещение сегмента

Сегмент трека может быть перемещен. При перемещении сегмента трека происходит изменение сегментов, соседствующих с ним.

Для перемещения сегмента **с учетом** существующих объектов платы, как препятствий при перемещении этого сегмента:

1. Выделите сегмент, который должен быть перемещен. Для начала перемещения курсор должен изменить свой вид.

2. Нажмите левую кнопку мыши и, удерживая ее, переместите сегмент. Перемещение сегмента определяется перемещением курсора, см. [Рис. 257](#).

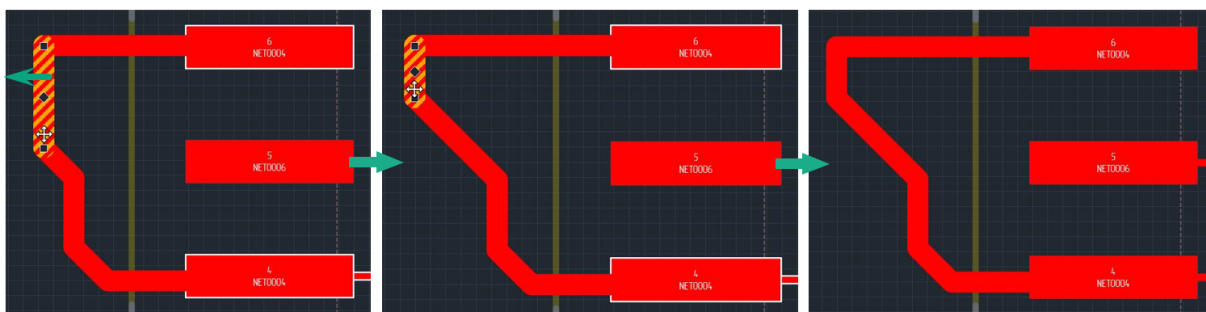


Рис. 257 Перемещение сегмента трека

При перемещении сегмент сохраняет свою ориентацию относительно других объектов. Перемещение происходит между линиями, образованными соседними сегментами. Если у перемещаемого сегмента имеется только один «сосед», то перемещение происходит между параллельными линиями, одна из которых проходит через соседний сегмент, а вторая через свободную точку перемещаемого сегмента.

При перемещении сегмента может изменяться его длина. Сегменты, соседствующие с перемещаемым, также изменяются, см. [Рис. 258](#). На рисунке показано, как увеличилась длина соседних сегментов, а перемещаемого уменьшилась.

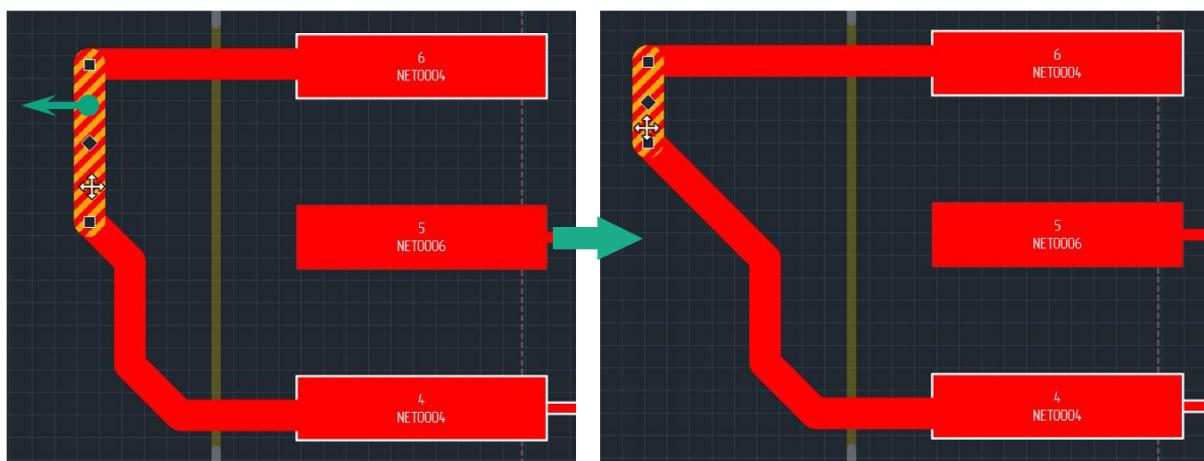


Рис. 258 Изменение соседствующих сегментов при перемещении

При перемещении сегмента его длина может стать равной нулю. Если это произойдет, то сегмент автоматически удалится, а общее количество сегментов в треке уменьшится, см. [Рис. 259](#). Восстановить сегмент можно с помощью операции отмены действия.

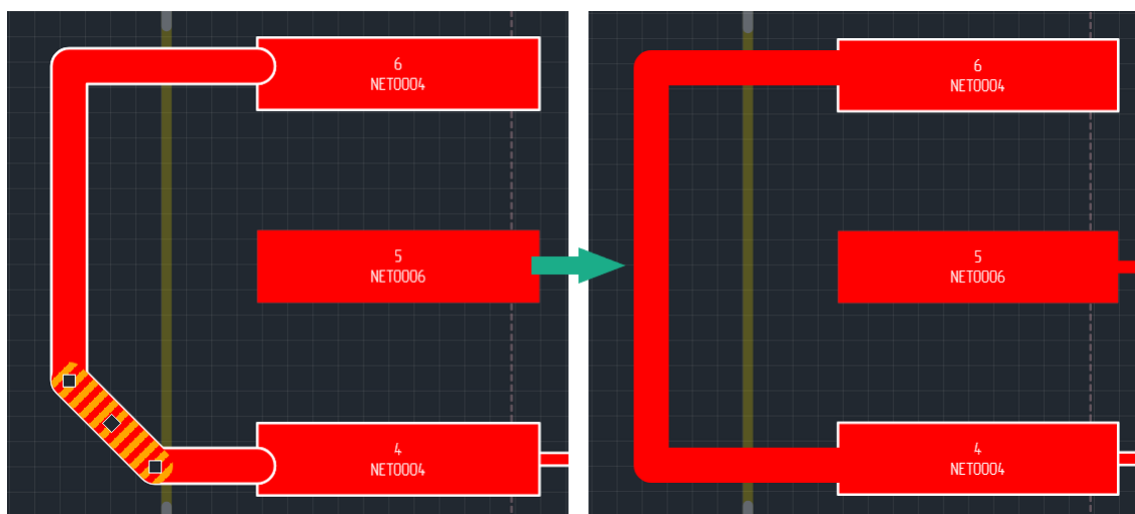


Рис. 259 Уменьшение количества сегментов трека

Если при перемещении сегмент будет совмещен с другим, то сегменты будут объединены, см. [Рис. 260](#). Таким образом, количество сегментов трека уменьшится.

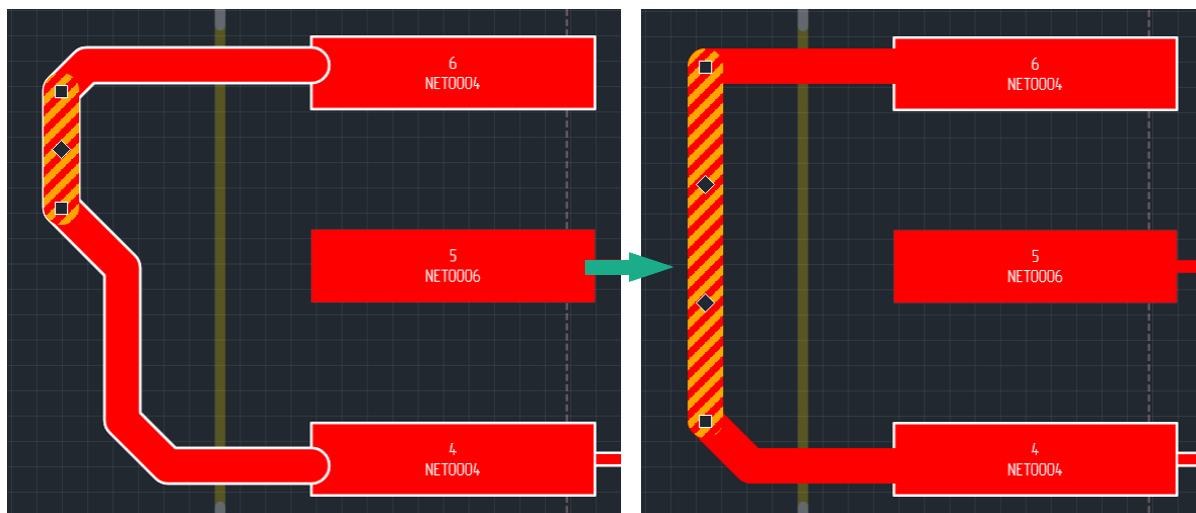


Рис. 260 Объединение сегментов трека

Для перемещения сегмента трека **с игнорированием** существующих объектов платы, как препятствий при перемещении этого сегмента:

1. Выделите сегмент, который должен быть перемещен. Для начала перемещения курсор должен изменить свой вид.
2. Нажмите одновременно клавишу «Alt» и левую кнопку мыши и, удерживая ее, переместите сегмент. Перемещение сегмента определяется перемещением курсора.



Примечание! Если выделенный сегмент соединен с соседним сегментом Т-образным соединением, то выделенный сегмент будет заблокирован для перемещения.

11.7.5.2 Перемещение конечных точек сегмента

Перемещение сегмента трека возможно с помощью перемещения конечных точек сегмента. Строго говоря, такое редактирование формы трека не является перемещением сегмента, так как при этом выбранный сегмент и соседний с ним будут размещены заново.

Чтобы переместить конечную точку сегмента:

1. Выберите сегмент, конечную точку которого нужно переместить, или трек целиком.
2. Наведите курсор на конечную точку сегмента, которую требуется переместить, при этом курсор должен изменить свою форму, см. [Рис. 261](#).

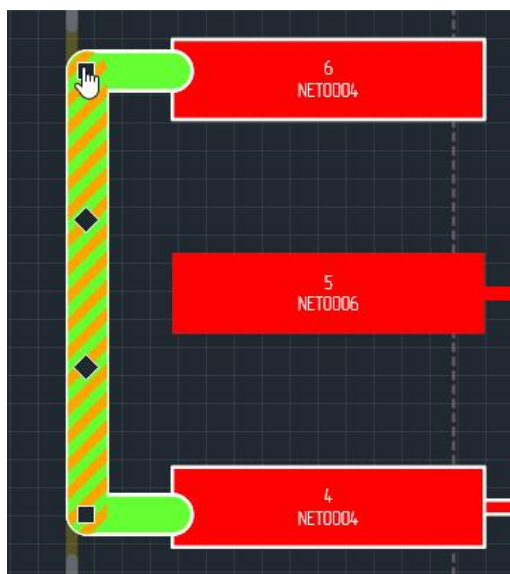


Рис. 261 Курсор при перемещении конечной точки сегмента

3. Нажмите левую кнопку мыши и, удерживая ее, переместите курсор. При этом выбранный сегмент и соседний с ним будут проложены заново, см. [Рис. 262](#).

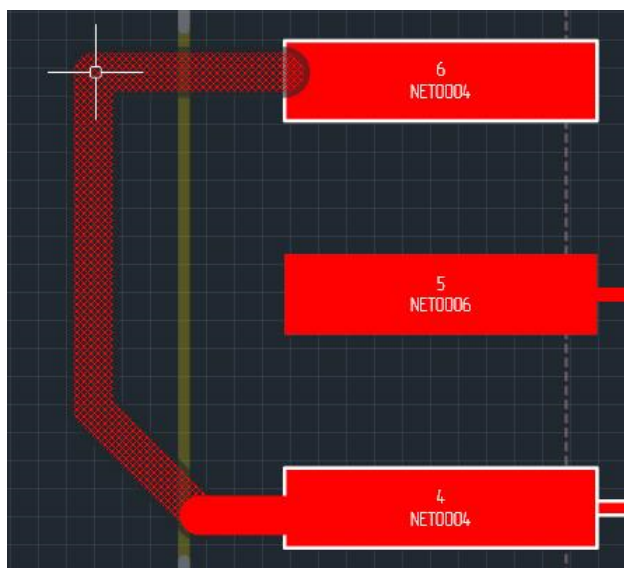


Рис. 262 Перемещение конечной точки сегмента

4. Отпустите левую кнопку мыши, тем самым зафиксировав новую геометрию трека.

Следует обратить внимание, что при перемещении конечной точки сегмента в составе трека могут появляться новые сегменты.

11.7.6 Редактирование подключения к контактным площадкам

Изменить подключение трека к контактной площадке можно без удаления сегмента, с помощью которого трек подключен к площадке. Это можно сделать, перемещая подключенный сегмент за точку редактирования внутри площадки или расположив курсор близко к контактной площадке, см. [Рис. 263](#).

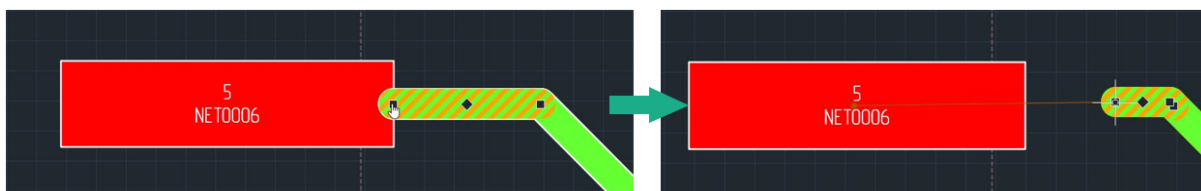


Рис. 263 Редактирование подключения к контактной площадке



Примечание! Если при подключении трека к КП необходимо доводить трек до точки привязки КП, перейдите «Файл» → «Настройки» → «Панель управления» → «Редакторы» → «Редактор платы» → «Трассировка» и установите флаг в чек-бокс «Доводить треки до центра КП».

Место подключения трека к контактной площадке может быть изменено в зависимости от положения курсора внутри контактной площадки, см. [Рис. 264](#).

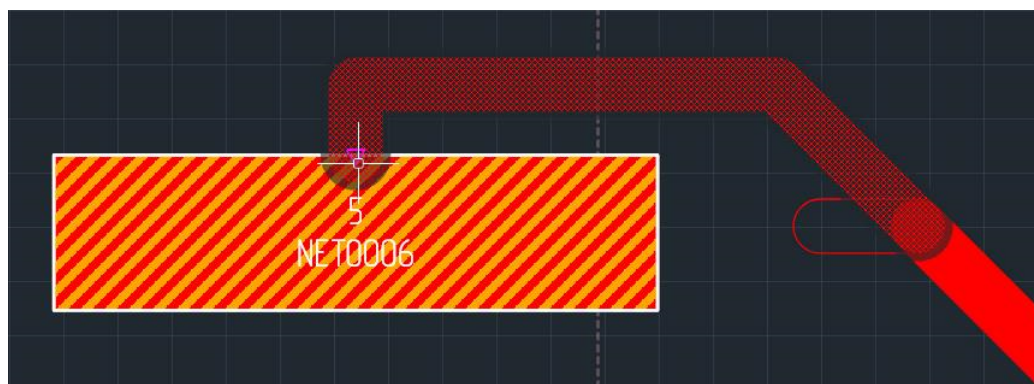


Рис. 264 Вариант нового подключения к контактной площадке

11.7.7 Натяжение трека

При трассировке печатной платы могут возникнуть случаи, когда трек проложен неоптимальным образом. В Delta Design можно оптимизировать участок такого трека, пролегающего на одном слое. Оптимизация подразумевает уменьшение длины участка за счет использования наименьших разрешенных значений зазоров (между элементами проводящего рисунка) и уменьшения общего количества сегментов трека.



Примечание! При натяжении трека начальные и конечные сегменты (подключения к контактным площадкам) не изменяются.

Инструмент «Натяжение треков» доступен для вызова из панели инструментов «Плата» и из встроенной панели инструментов, по умолчанию для данного действия назначена горячая клавиша «F5», см. [Рис. 265](#).

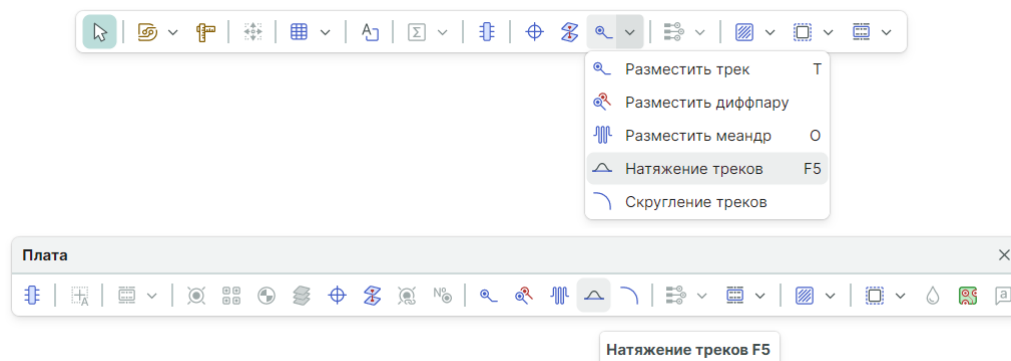


Рис. 265 Вызов инструмента «Натяжение треков» из панелей инструментов

Также вызов инструмента «Натяжение треков» доступен из контекстного меню, см. [Рис. 266](#).

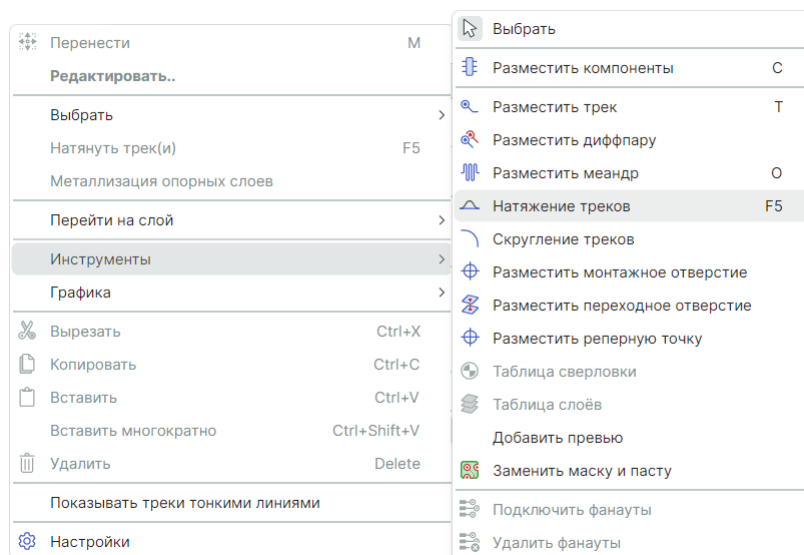


Рис. 266 Вызов инструмента «Натяжение треков» из контекстного меню

Основным способом работы данного инструмента является поочередное натяжение треков. Также доступно натяжение группы треков, когда треки выделены рамкой на текущем слое.

При выборе инструмента «Натяжение треков» в информационной строке появляется надпись – «Выберите трек для оптимизации его геометрии», а в панели «Свойства» отображаются следующие параметры:

- Удалять меандры при натяжении;
- Натяжение до заданной длины;
- Оптимизировать подключение трека;
- КП: контролировать;
- КП: только по осям;
- КП: под 45°;
- ПО: только по осям.



Примечание! Параметры «Натяжение до заданной длины» и «Оптимизировать подключение трека» являются взаимоисключающими.

Изменение и выбор данных параметров возможны в панели «Свойства» при активном инструменте «Натяжение треков», см. [Рис. 267](#).

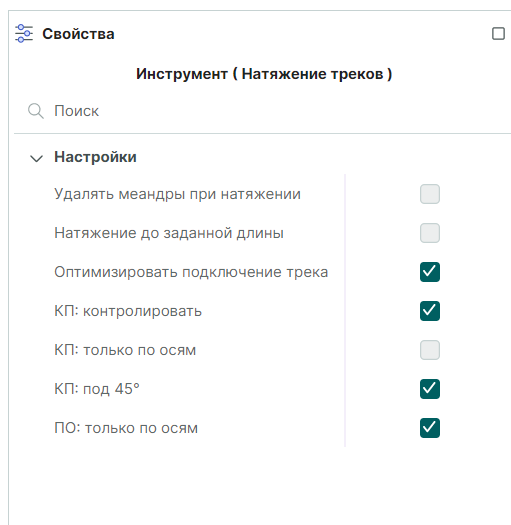


Рис. 267 Свойства инструмента
«Натяжение треков»

Данный инструмент может быть применим к треку или группе треков, когда:

- Трек или группа треков выбраны – в данном случае при активации инструмента «Натяжение треков» произойдет натяжение трека(ов) с последующим завершением работы инструмента.
- Трек или группа треков не выбраны – в данном случае инструмент «Натяжение треков» будет применен при выборе того или иного трека пользователем. Инструмент остается активным и может применяться к последующим трекам, пока сеанс работы с ним не будет завершён пользователем.

11.7.8 Спрямление трека

Инструмент «Спрямить трек» обеспечивает замену нескольких выделенных сегментов трека одним сегментом, т.е. приводит к спрямлению выделенной части трека. Вызов инструмента доступен в контекстном меню, см. [Рис. 268](#).

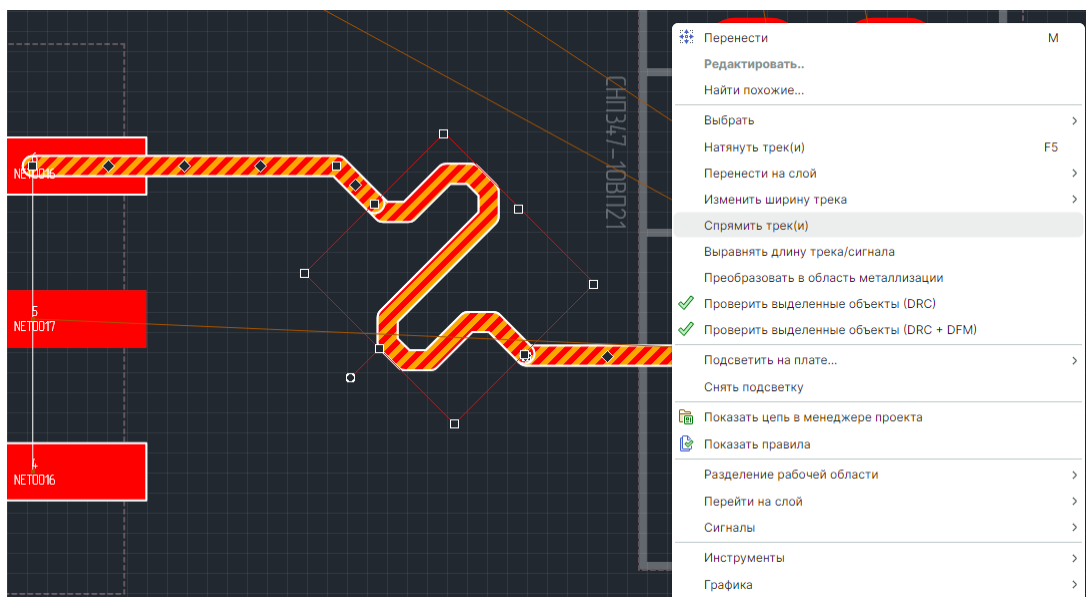


Рис. 268 Вызов инструмента «Спрямить трек»

Основным способом работы данного инструмента является поочередное спрямление треков. Также доступно спрямление группы треков, когда треки выделены рамкой на текущем слое.



Примечание! При спрямлении трека, состоящего из сегментов с разной шириной, будет использована ширина самого длинного сегмента.

Пример отображения результата работы инструмента «Спрямить трек» представлен на [Рис. 269](#).

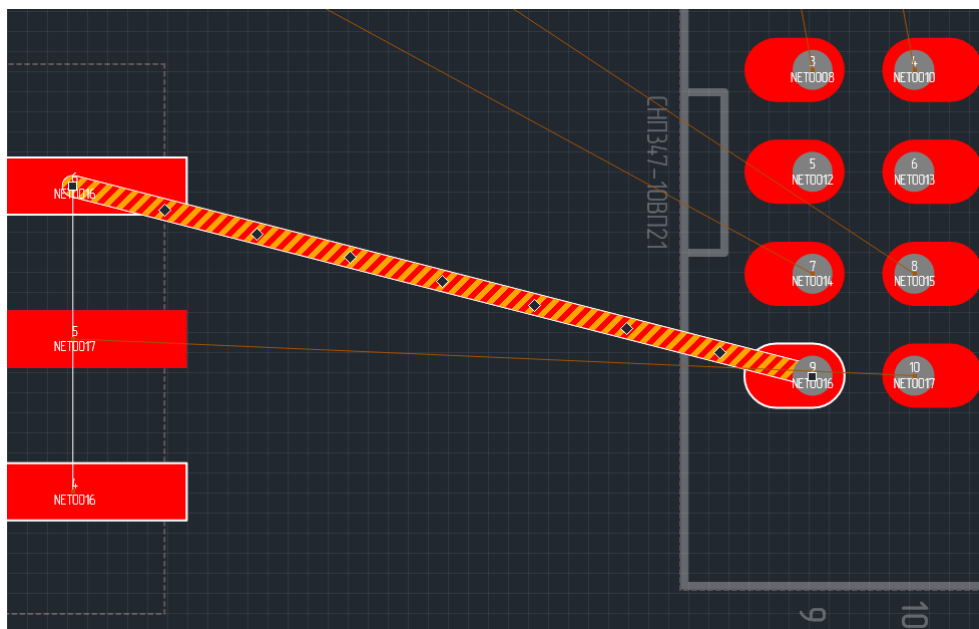


Рис. 269 Результат спрямления трека



Важно! После спрямления трека необходимо убедиться в отсутствии пересечений с другими треками на одном слое, пересечений с контактными площадками, принадлежащими другим цепям, соблюдении зазоров и т.д.

11.7.9 Перемещение межслойного перехода

Межслойный переход (переходное отверстие) может быть перемещен на плате вместе с подключенными к нему треками. Для этого:

1. Выберите переходное отверстие, которое необходимо переместить.
2. Переместите курсор в точку, где должно быть размещено переходное отверстие. Перемещение курсора должно быть плавным, чтобы треки, подключенные к переходному отверстию, были корректно изменены, см. [Рис. 270](#). Во время перемещения курсора на экране отображается возможный вид межслойного перехода и возможное положение треков.
3. Отпустите левую кнопку мыши для фиксации нового положения переходного отверстия.

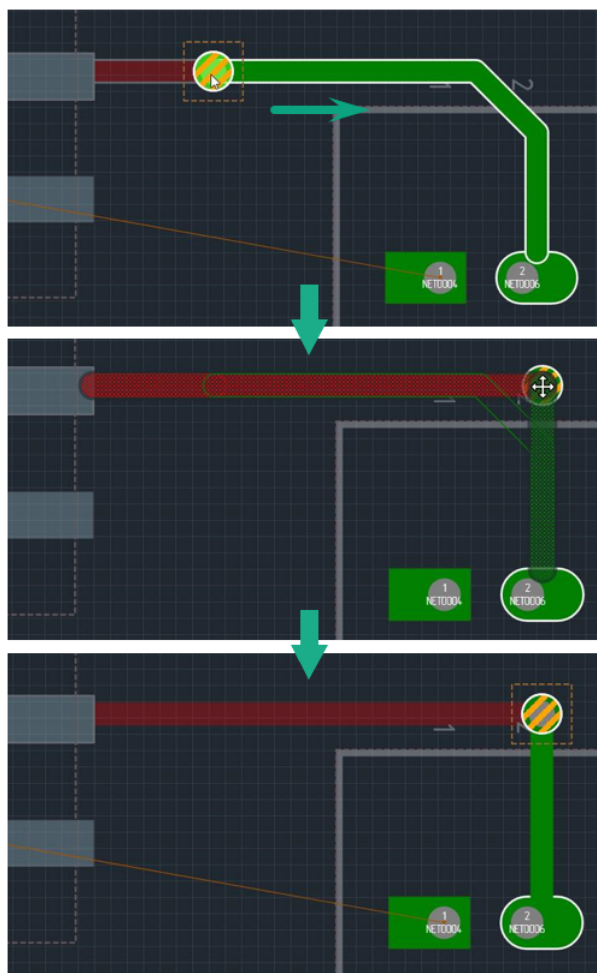


Рис. 270 Перемещение межслойного перехода с подключенными треками

11.7.10 Создание и редактирование меандра

11.7.10.1 Создание меандра

В некоторых случаях длина размещенного трека должна соответствовать заданной величине. Если длина трека недостаточна, то ее можно увеличить, используя меандр.

Меандр размещаются на плате с помощью инструмента «Разместить меандр», который обозначен символом  и расположен:

- на панели инструментов «Плата»;
- на встроенной панели редактора;
- в главном меню «Разместить» → «Меандр»;
- в контекстном меню «Инструменты» → «Разместить меандр».

Для размещения меандра на печатной плате:

1. Активируйте инструмент «Разместить меандр» и наведите курсор на трек, длину которого требуется увеличить, и определите точку начала меандра, см. [Рис. 2](#).

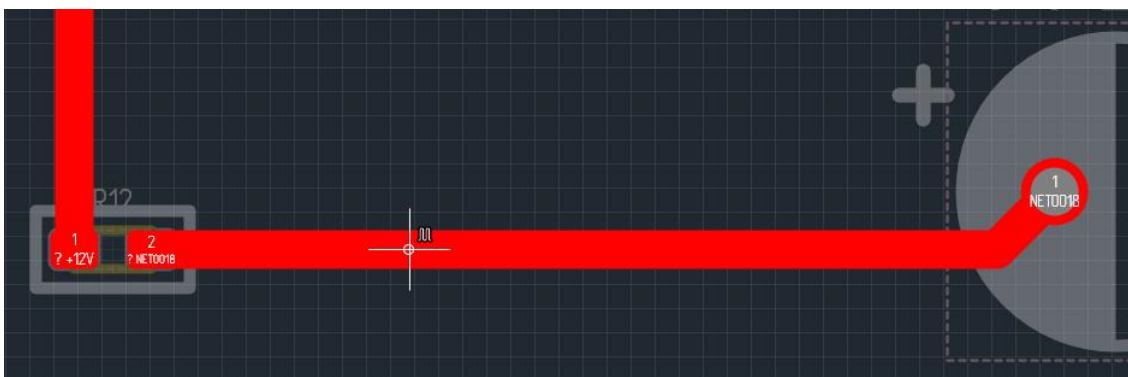


Рис. 270 Точка начала меандра

2. Нажмите левую кнопку мыши для начала размещения меандра.
3. Переместите курсор, формируя область размещения меандра, которая обозначается прямоугольником с белыми линиями, см. [Рис. 271](#). При перемещении курсора отображается эскиз меандра.

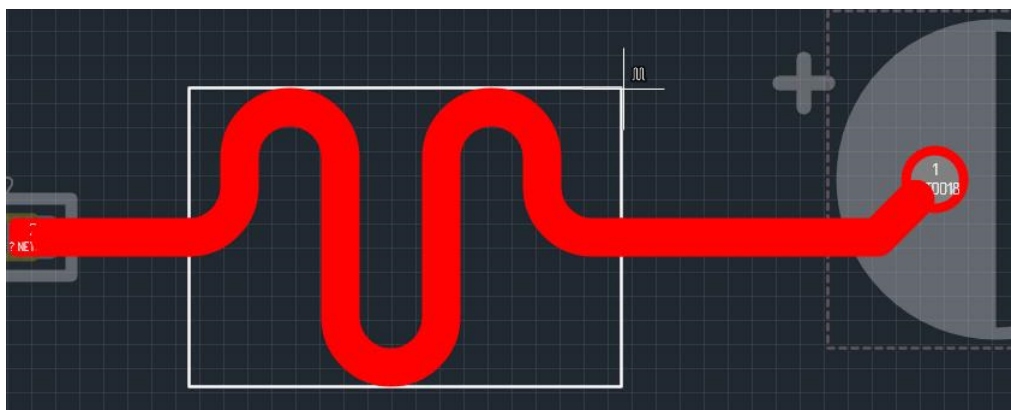


Рис. 271 Область размещения меандра

Если характеристики меандра не противоречат правилам проектирования, то высота создаваемого меандра будет совпадать с размерами области размещения.

4. Зафиксируйте меандр, см. [Рис. 272](#).

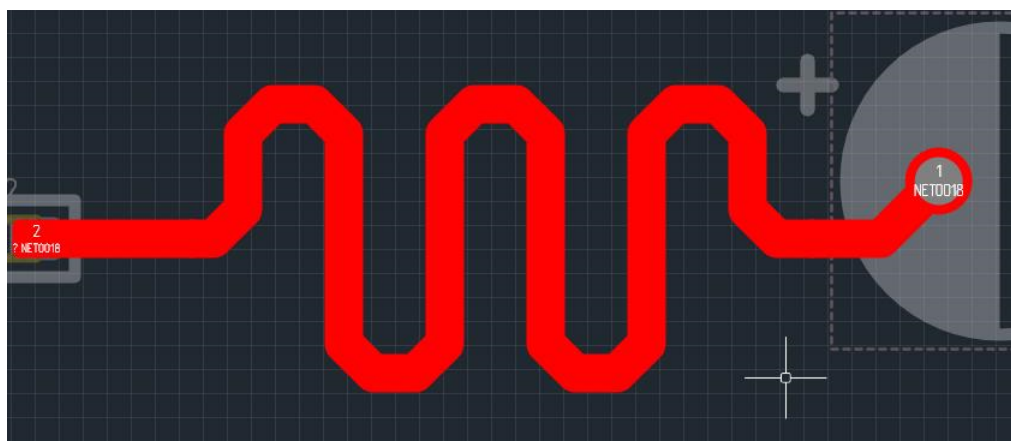


Рис. 272 Размещенный меандр

Меандр обладает рядом свойств и параметров, которые можно задать во время и после создания меандра.

Параметры задаются с помощью панели «Свойства», см. [Рис. 273](#).

NET0018 (Меандр)	
Поиск	
Общие	
Имя цепи	NET0018
Слой	SIGNAL_TOP
Ширина	0,8
Сужение	нет
Длина трека	42,0209
Выделенная длина	36,5755
Общая длина зауженных участков	0
Длина меандра	36,58
Настройки	
Поворот	Отрезок
Первая волна	Налево
Зазор	1,3
Зафиксировано	☐
Сигналы	
Частичная длина	42,9525mm
Дополнительные свойства	
Добавить	Имя свойства +
Выделен 1 объект	

Рис. 273 Свойства меандра

Раздел «**Настройки**»:

- «Поворот» – вариант соединения соседних параллельных секций меандра.

- «Отрезок» – при построении соединения используется отрезок, ортогональный соседним секциям.
- «Дуга 90» – при построении соединения используются дуга 90°.
- «Дуга 180» – при построении соединения используется дуга 180°.
- «Первая волна» – изменение направления распространения меандра.
- «Зазор» – изменение величины зазора между соседними параллельными секциями меандра.

11.7.10.2 Перемещение меандра по треку

Для перемещения меандр по треку:

1. Выделите меандр, см. [Рис. 274](#).

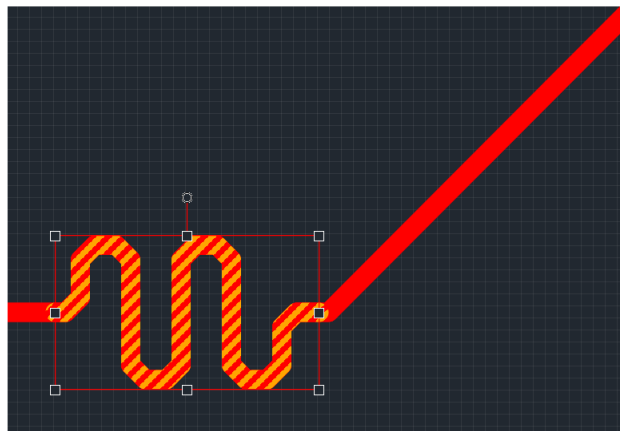


Рис. 274 Выделенный меандр на проводнике

2. Переместите выделенный меандр в другую часть трека, см. [Рис. 275](#).

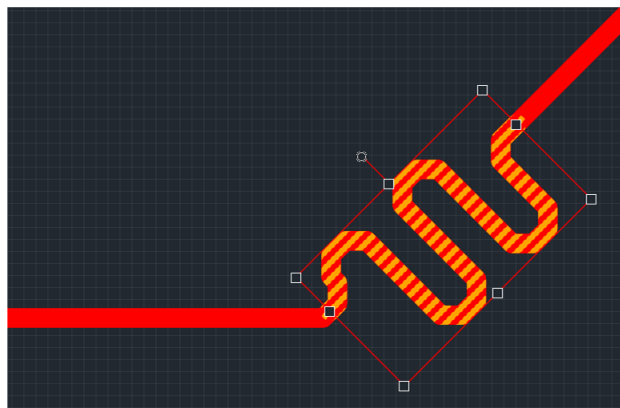


Рис. 275 Перемещение меандра по треку



Примечание! В процессе перемещения система предварительно анализирует указанное место для перемещаемого меандра на предмет соответствия правилам, если правила нарушаются, то перемещение не будет осуществлено.

11.7.10.3 Редактирование геометрии меандра

Для редактирования меандра выполните следующие действия:

1. Выделите меандр.
2. Наведите курсор на одну из шести точек редактирования, ограничивающих область размещения меандра, при этом вид курсора должен измениться, см. [Рис. 276](#).

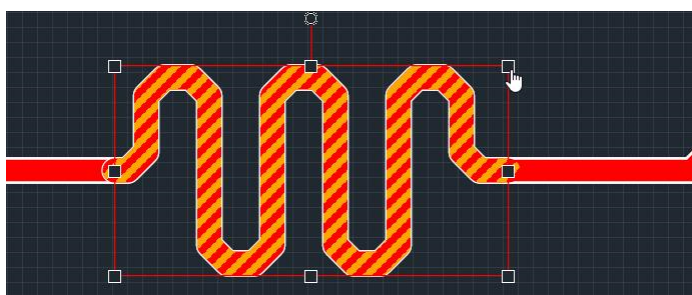


Рис. 276 Точки редактирования области размещения меандра

3. Нажмите левую кнопку мыши и, удерживая ее, переместите курсор, определяя новые границы области размещения, см. [Рис. 277](#). Изменения меандра будут отображаться на экране.

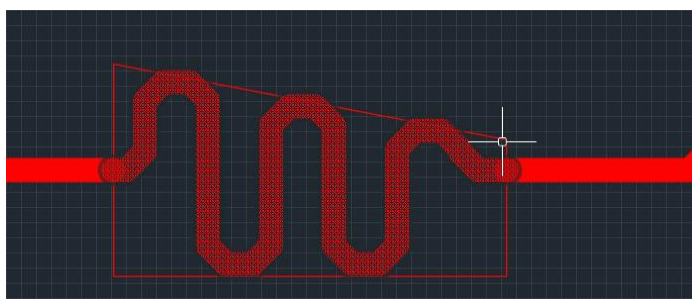


Рис. 277 Изменение геометрии меандра

4. Отпустите левую кнопку мыши, закончив редактирования меандра.

Для поворота меандра, см. [Рис. 278](#):

1. Наведите курсор на точку поворота меандра, при этом вид курсора должен измениться;
2. Нажмите левую кнопку мыши и, удерживая ее, переместите курсор, определяя новый угол поворота. Изменения меандра будут отображаться на экране.

3. Отпустите левую кнопку мыши, закончив редактирования меандра.

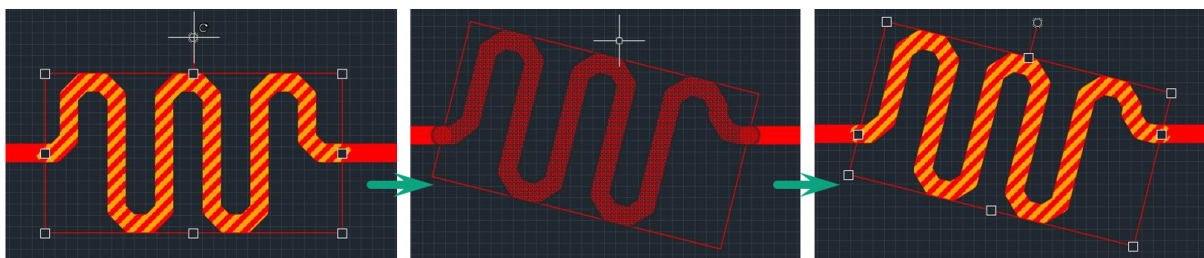


Рис. 278 Поворот меандра

11.7.10.4 Редактирование зазоров между секциями меандра

Минимальное значение зазора между параллельными секциями меандра определяется в [Редакторе правил](#) с помощью [форматов описания зазоров](#) между объектами одной цепи, см. [Рис. 279](#).

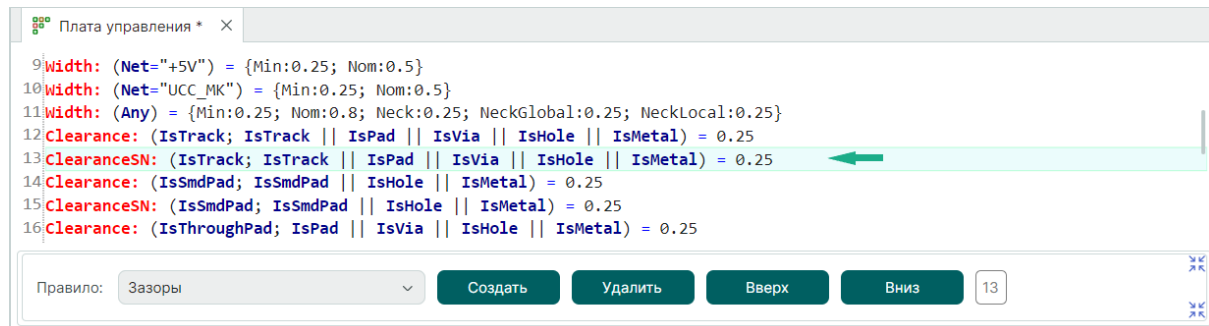


Рис. 279 Пример определения зазора для меандра в редакторе правил



Важно! При первом размещении меандра значение зазора рассчитывается по формуле: Зазор меандра = (Зазор между треками одной цепи) x 2 + ширина трека.

Для быстрого уменьшения или увеличения зазора меандра рекомендуется назначить горячие клавиши для данной операции. Для этого перейдите «Файл» → «Настройки...» → «Панель управления» → «Клавиатура».

Двойным нажатием левой кнопки мыши по строке операции активируется окно «Выбрать быструю клавишу».

В окне «Выбрать быструю клавишу» установите курсор в поле ввода и нажмите на клавиатуре клавишу (комбинацию клавиш), которая будет определена как горячая клавиша для выбранной операции, см. [Рис. 280](#).

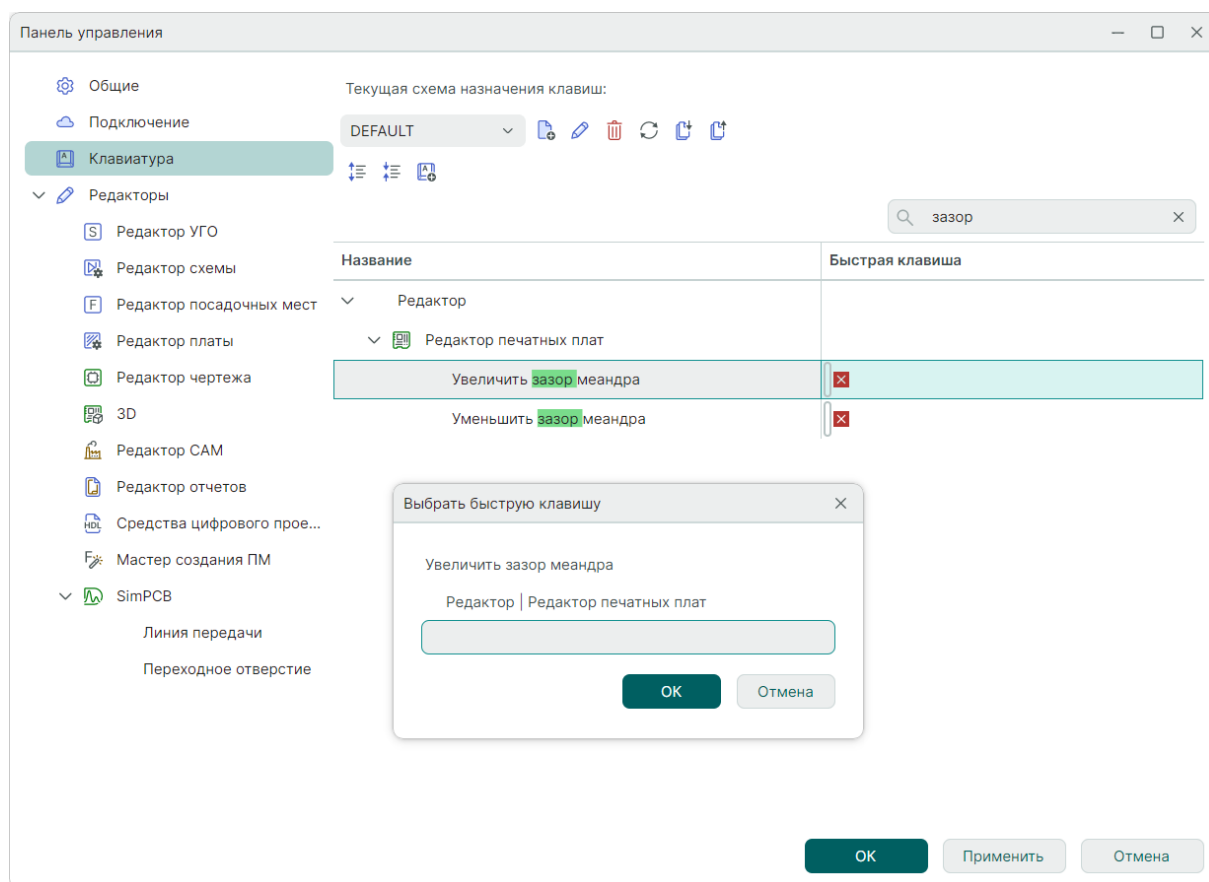


Рис. 281 Настройка горячих клавиш для уменьшения/увеличения зазора меандра

11.7.11 Скругление трека

11.7.11.1 Общие сведения

Инструмент «Скругление треков» применяется постфактум на вершинах уже размещенных треков.

Радиус скругления вычисляется как произведение ширины трека и коэффициента, который задается в панели «Свойства» → «Радиус (к)».



Важно! В панели «Свойства» возможно задать максимальное значение радиуса – ограничение сверху для значения радиуса скругления, которое будет применено там, где это допустимо. В вершинах, где невозможно применить введенное значение, система автоматически рассчитает и применит допустимый радиус скругления.

Вызов инструмента доступен, см. [Рис. 282](#):

- из панели инструментов «Плата»;
- из встроенной панели редактора;
- в главном меню «Инструменты» → «Меандр»;

- в контекстном меню «Инструменты» → «Разместить меандр».

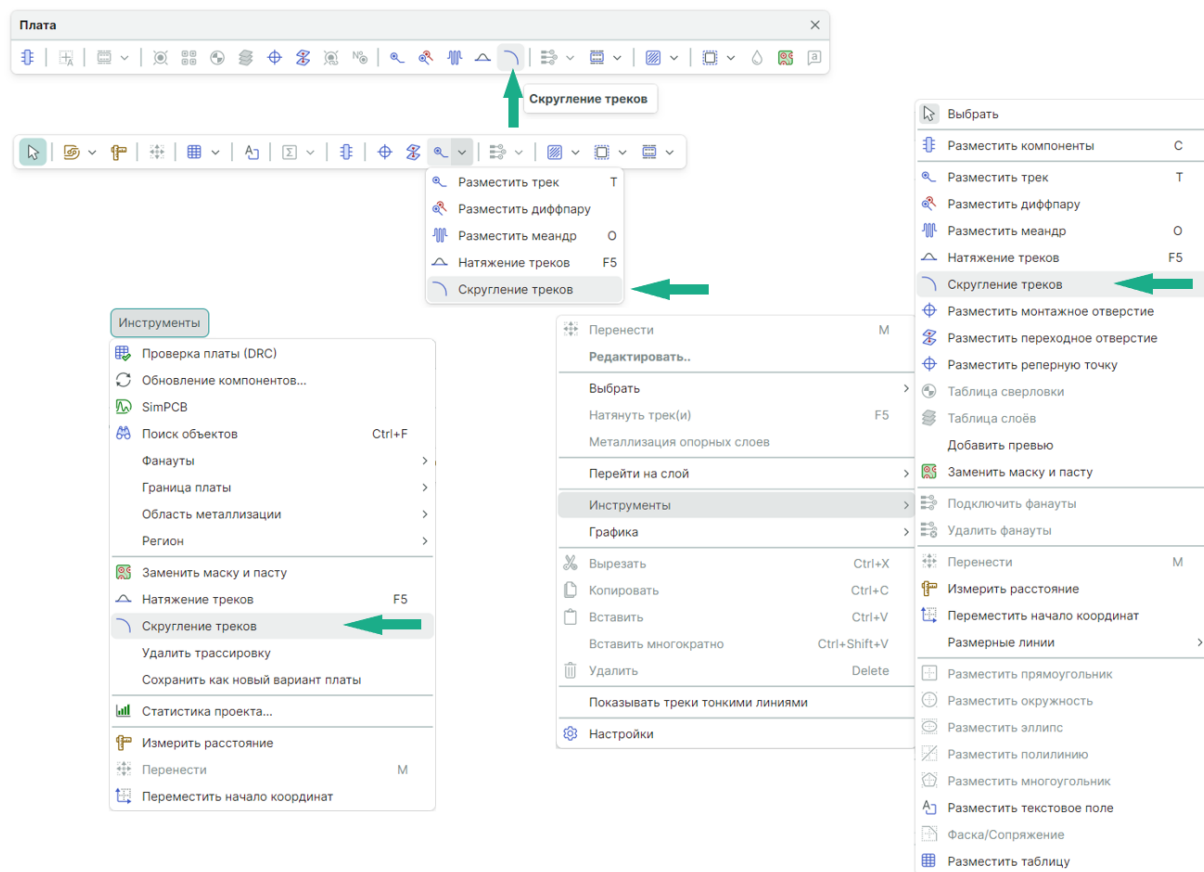


Рис. 282 Вызов функции скругления треков

После активации инструмента наведете курсор на выбранную область, система отобразит вид допустимого скругления.

После применения инструмента точные параметры скругления доступны для просмотра в панели «Свойства» → «Сопряжение», см. [Рис. 283](#).

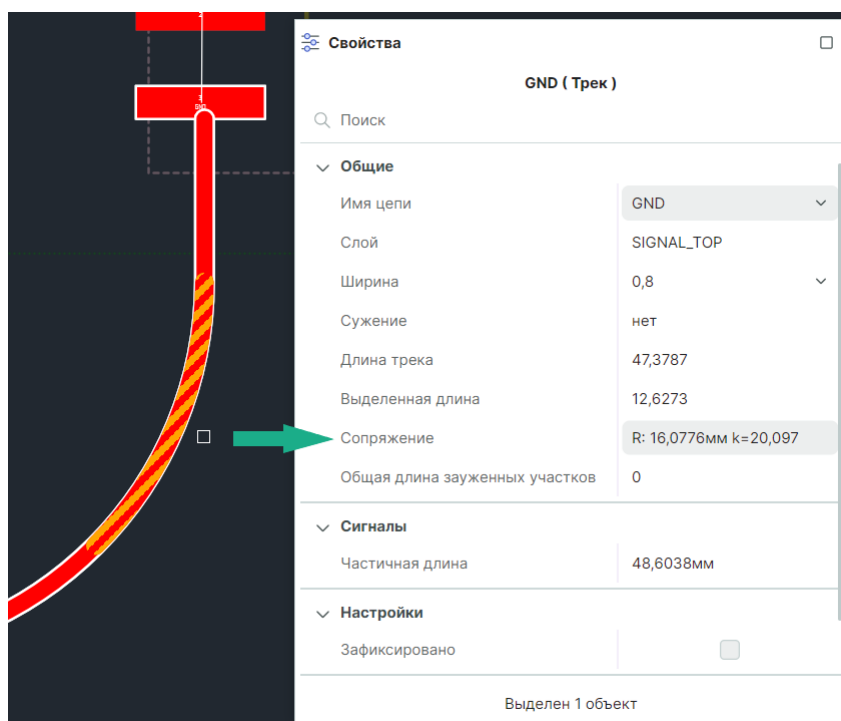


Рис. 283 Отображение свойств примененного скругления вершины трека

11.7.11.2 Режимы инструмента

У инструмента четыре режима работы:

1. [Скругление по заданному радиусу.](#)
2. [Скругление до произвольного радиуса.](#)
3. [Скругление вершин всего трека.](#)
4. [Скругление по заданному вектору.](#)



Примечание! Для возможности ввода нового значения радиуса скругления в панели «Свойства» инструмент «Скругление треков» должен быть активным.

11.7.11.2.1 Скругление по заданному радиусу

Скругление по заданному радиусу предполагает точечное применение инструмента.

Как скруглить трек в данном режиме:

1. Вызовите инструмент «Скругление треков».
2. В панели «Свойства» в поле «Радиус (к)» введите значение коэффициента скругления или выберите из выпадающего списка, см. [Рис. 284](#).

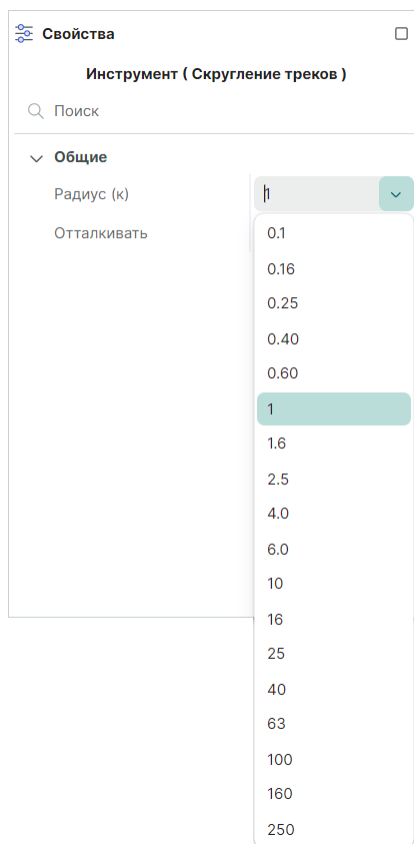


Рис. 284 Доступные значения радиуса скругления

3. Наведите курсор на вершину, в которой необходимо применить инструмент. Система автоматически отобразит измененный вид трека, который будет получен после применения инструмента, см. [Рис. 285](#).

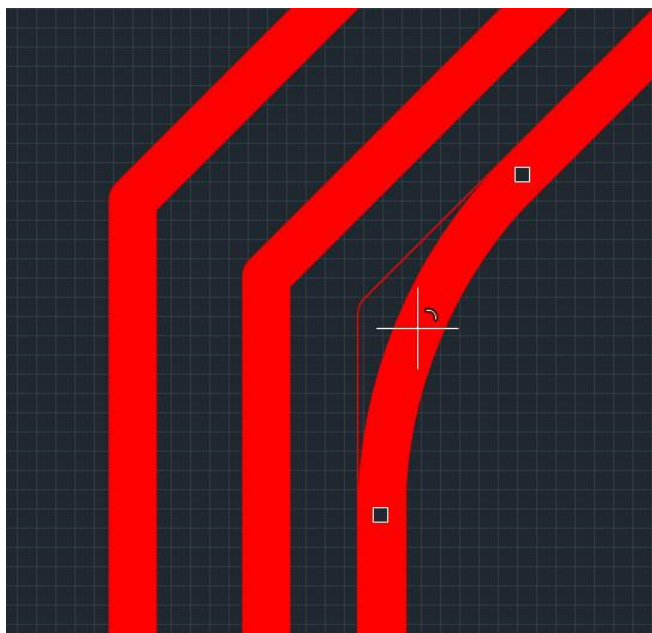


Рис. 285 Отображение (допустимого) скругления вершины трека

4. Зафиксируйте скругление нажатием левой кнопки мыши.



Примечание! После применения инструмента «Скругление треков» он остается активным.

11.7.11.2.2 Скругление до произвольного радиуса

Данный режим схож с режимом «[Скругление по заданному радиусу](#)». Главное отличие – в выбранную вершину можно применить заданный радиус и после варьировать. Для этого:

1. Активируйте инструмент «Скругление треков».
2. Введите значение радиуса в панели «Свойства».
3. Выберите вершину и примените инструмент, фиксируя скругление, но не отпуская кнопку мыши.
4. Переместите курсор, см. [Рис. 286](#).

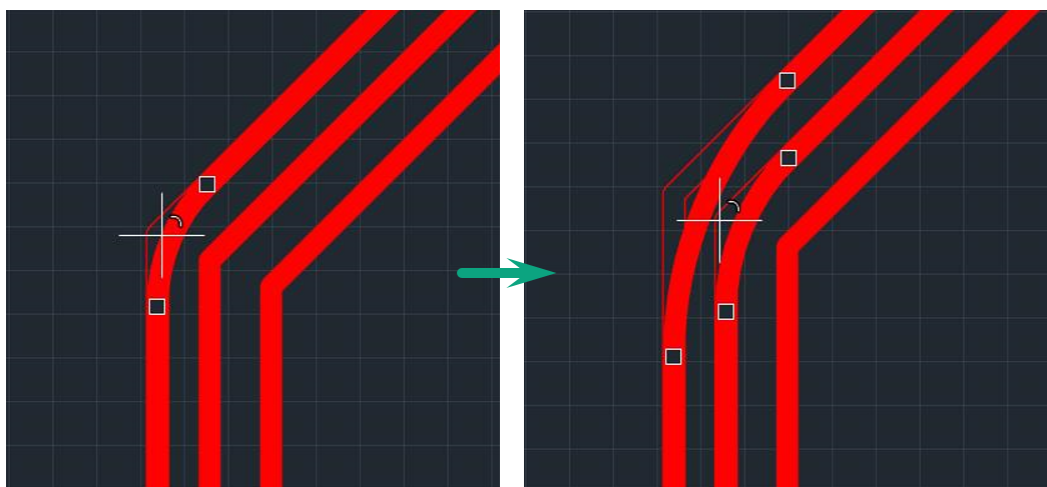


Рис. 286 Выбор радиуса скругления в момент применения инструмента

5. Отпустите кнопку в том положении, где требуемое скругление будет получено.

Установка флага в поле «Отталкивать» в панели «Свойства» позволяет изменять радиус скругления вершин, как выбранного трека, так и вершин, расположенных на других треках по направлению смещения курсора, см. [Рис. 287](#)

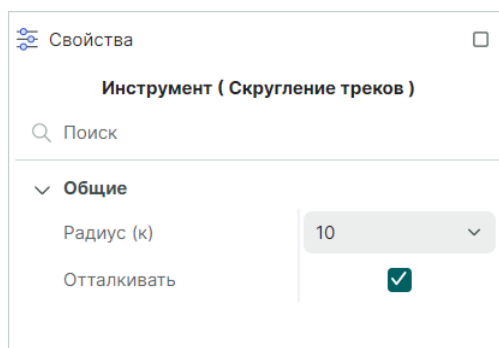


Рис. 287 Опция «Отталкивать» при применении скругления



Примечание! Для возможности активации режима расталкивания в панели «Свойства» инструмент «Скругление треков» должен быть активным.

11.7.11.2.3 Скругление вершин всего трека

Для применения инструмента ко всему треку:

1. Выберите весь трек двойным кликом на сегменте трека или кликом по сегменту трека и нажатием кнопки «Пробел».
2. Активируйте инструмент.

Скругление будет применено ко всем вершинам трека.



Важно! При таком использовании инструмента радиус скругления будет взят из предыдущей сессии работы с инструментом.

11.7.11.2.4 Скругление по заданному вектору

Функциональность инструмента позволяет осуществить скругление вершин, попадающих под задаваемый вектор.



Примечание! Вершины должны располагаться на разных треках. Две вершины одного трека скруглены не будут.

Для выполнения скругления по заданному вектору:

1. Вызовите инструмент «Скругление треков».
2. Зафиксируйте начальную точку вектора нажатием мыши.
3. Переместите курсор, не отпуская кнопку мыши, см. [Рис. 288](#).

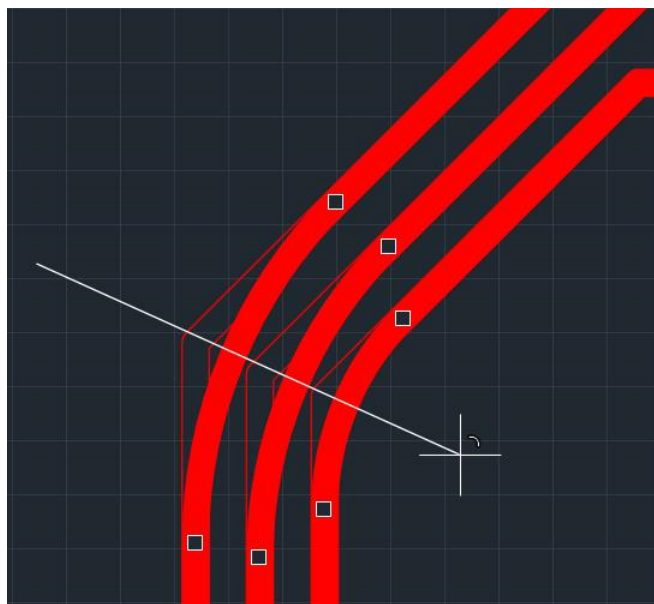


Рис. 288 Прокладка вектора

Вершины, принадлежащие разным трекам, попадающие под проводимый вектор, будут скруглены.

4. Отпустите кнопку мыши.

Все вершины, попавшие под размещенный вектор, будут скруглены, а скругление зафиксировано в момент, когда будет отпущена кнопка мыши.



Важно! При скруглении по вектору вершины треков, попадающие под размещаемый вектор, системой дробятся на группы, где эталонная группа – это группа, к которой можно и требуется применить заданное в панели «Свойства» эталонное значение. В то время как к другим вершинам, согласно присвоенным им группам, применяются значения, близкие к эталонному, но в допустимых пределах (в зависимости от имеющихся для конкретной вершины ограничений по ее скруглению).



Примечание! Инструмент применим только для текущего слоя.

11.7.11.3 Построение скругления между выбранными смежными сегментами

Скругление достигается построением сопряжения дугой двух смежных сегментов.

Для применения механизма скругления соединения смежных сегментов трека:

1. Выберите сегменты трека, [Рис. 289](#).

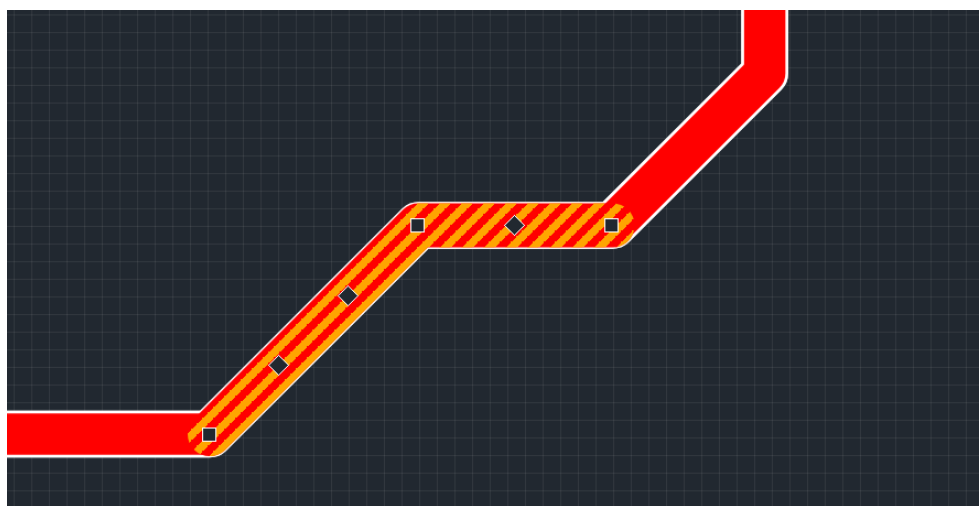


Рис. 289 Выбор смежных сегментов

2. Примените инструмент «Скругление треков», см. [Рис. 290](#).

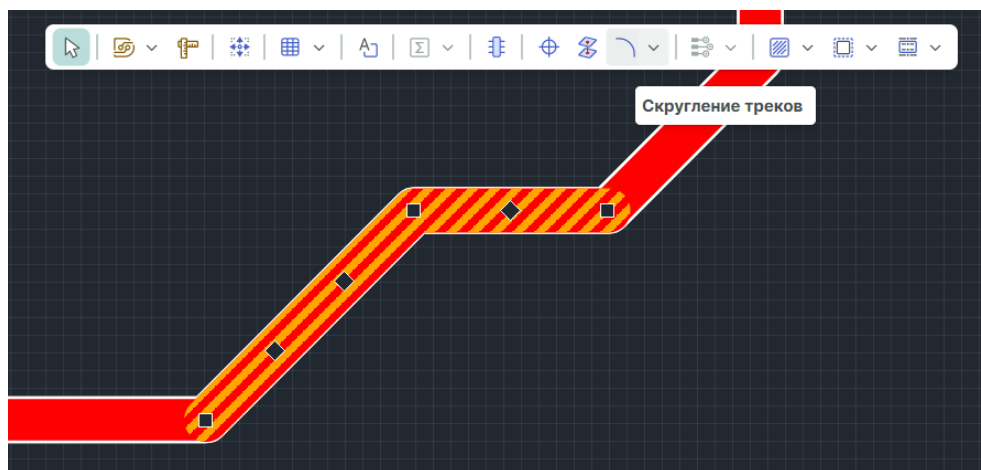


Рис. 290 Применение инструмента к выбранным сегментам

Скругление будет применено к соединению, расположенному между выбранными смежными сегментами, [Рис. 291](#).

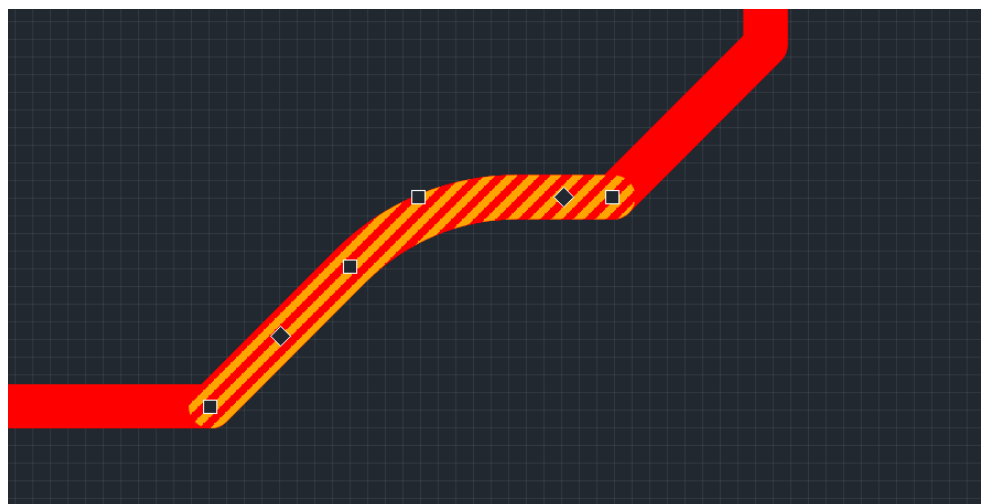


Рис. 291 Отображение примененного скругления между выбранными смежными сегментами



Важно! Радиус скругления будет взят из предыдущей сессии работы с инструментом.

11.7.11.4 Редактирование скругления

После применения определенного скругления и при отсутствии прочих ограничений уже примененный радиус можно изменять.

К примеру, скругление уже было применено, при этом в панели «Свойства» радиус равен 3. Но в силу отсутствия явных ограничений, может быть применено и большее скругление.

Для применения к уже скругленному соединению инструмента с большим значением радиуса скругления:

1. Активируйте инструмент.
2. В панели «Свойства» замените ранее введенное значение радиуса скругления из предыдущей сессии работы с инструментом.
3. Выберите скругление и примените инструмент повторно.

Для изменения радиуса скругления ранее скругленного соединения:

1. Выберите скругление.
2. Не активируя инструмент скругления, начните перемещать курсор с зажатой левой кнопкой мыши, см. [Рис. 292](#).

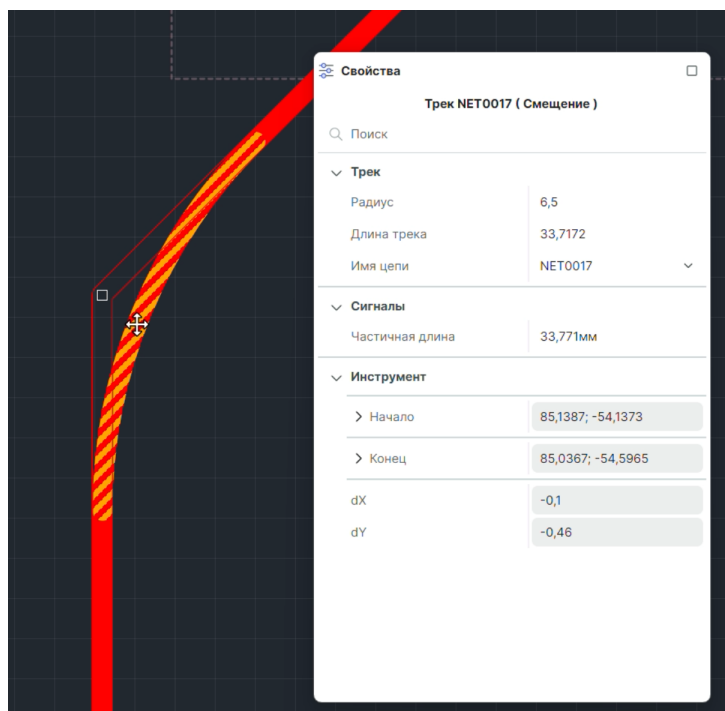


Рис. 292 Изменение скругления

В виде контура система отобразит оптимальный вид соединения сегментов без скругления и измененное положение, которое будет получено в момент, когда кнопка мыши будет отпущена и скругление применено.

3. Отпустите кнопку мыши. Итоговый вид скругленного соединения будет зафиксирован.

У скругленного соединения есть точка редактирования, с помощью которой происходит сброс скругления с последующим изменением геометрии соединения смежных сегментов.

Для сброса и изменения геометрии соединения смежных сегментов:

1. Выберите точку и нажмите левую кнопку мыши, [Рис. 293](#).

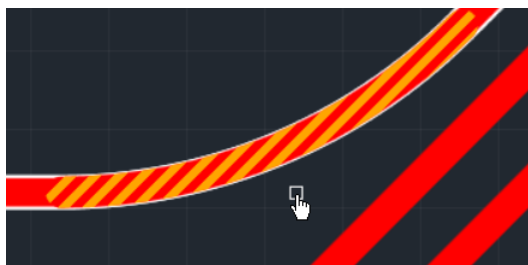


Рис. 293 Выбор точки редактирования

2. Переместите курсор с зажатой кнопкой мыши. Скругление будет сброшено, а геометрия соединения смежных сегментов трека изменена, [Рис. 294](#).

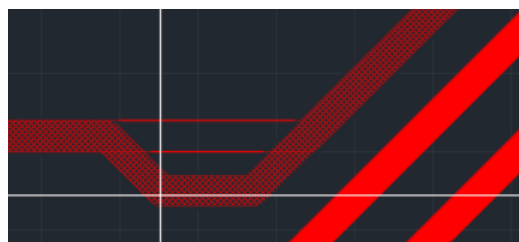


Рис. 294 Сброс ранее заданного скругления

3. Отпустите кнопку мыши в момент, когда требуемая геометрия смежных сегментов трека будет достигнута.

При необходимости скорректируйте геометрию трека. Подробнее см. [Редактор печатных плат](#). [Редактирование трека](#).



Важно! Сброс скругления с последующим изменением геометрии смежных сегментов трека осуществляется через точку редактирования, см. [Рис. 295](#).

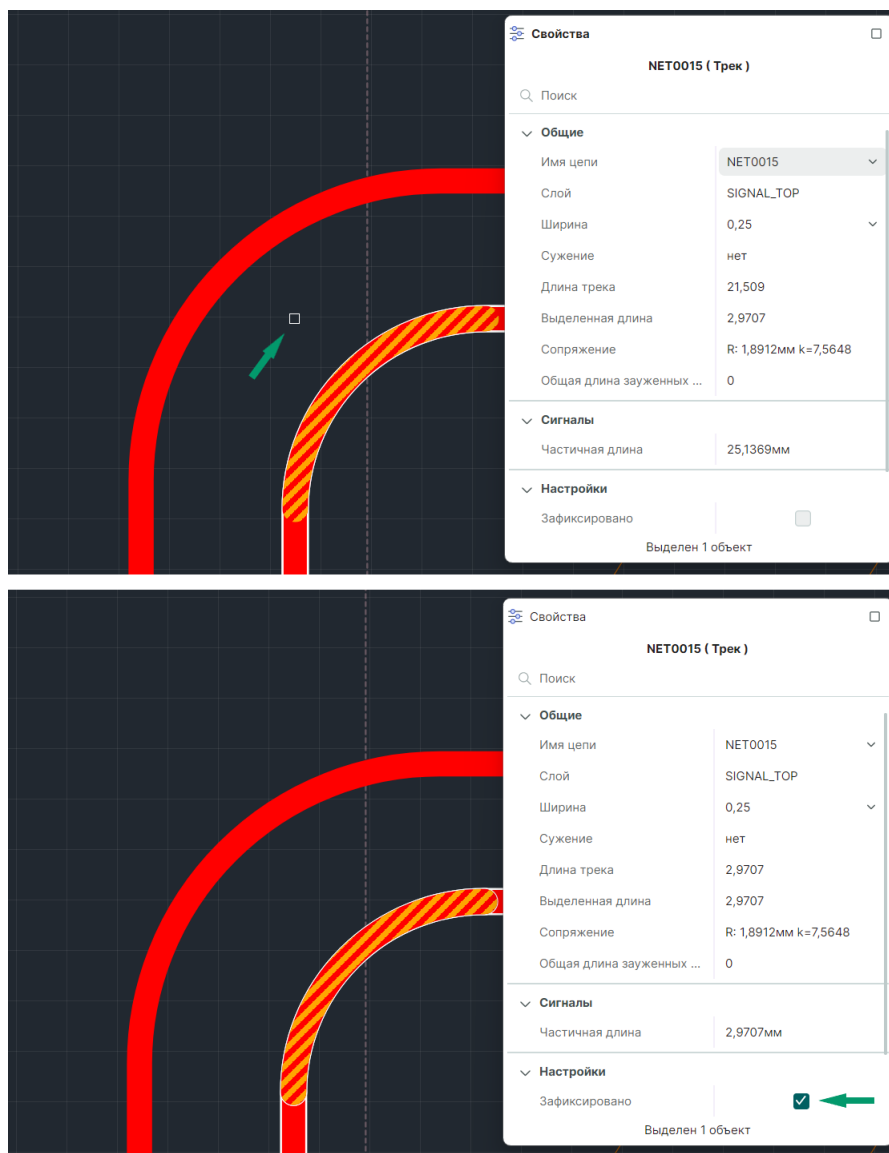


Рис. 295 Применение фиксации области трека

11.7.11.5 Удаление скругления

Скругление удаляется автоматически при значительном изменении геометрии трека с помощью точек редактирования.

Скругление соединения смежных сегментов можно просто полностью удалить:

1. Выберите скругление на треке, см. [Рис. 296](#).

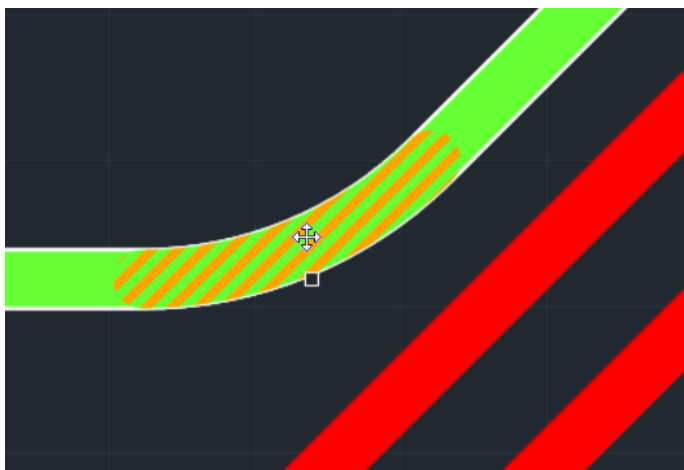


Рис. 296 Выбор области скругления

2. Нажмите клавишу «Delete». Скругление соединения смежных сегментов будет удалено, см. [Рис. 297](#).



Рис. 297 Удаление скругления

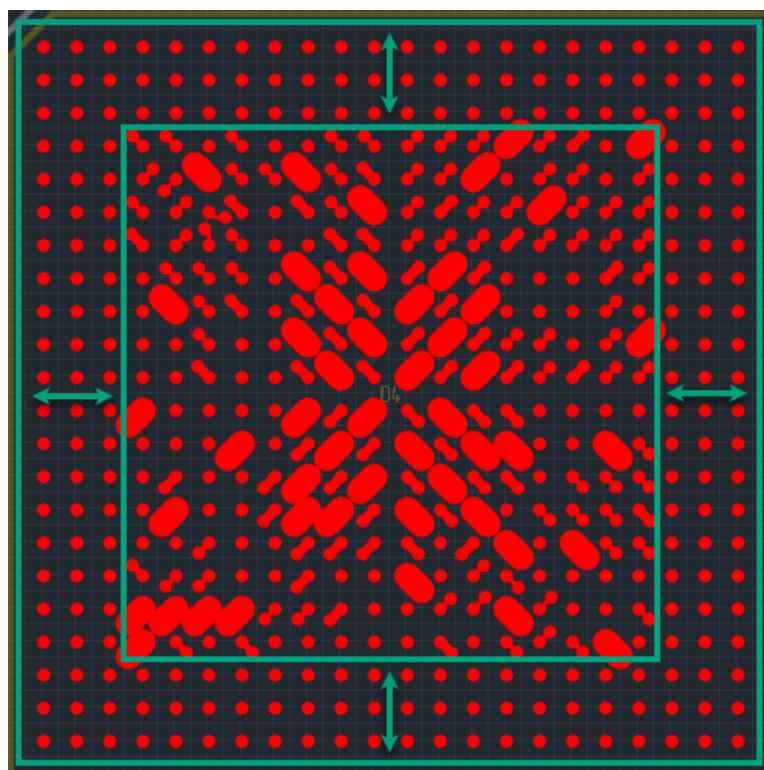
11.8 Фанауты

11.8.1 Общие сведения о фанаутах

Фанаут (fanout) – межслойный переход, соединенный с планарным выводом компонента и расположенный в непосредственной близости от него.

Создание фанаута является одним из инструментов трассировки при высокой плотности выводов компонентов. В системе Delta Design фанауты могут создаваться как до начала размещения печатных проводников, так и в любой последующий момент проектирования платы.

Фанауты создаются для любых выводов компонентов поверхностного монтажа (ПКП). Для компонентов с корпусами типа BGA предусмотрена дополнительная возможность, которая позволяет исключать из общей матрицы контактов внешние ряды и колонки, см. [Рис. 298](#).



Пропущены ряды и
колонки выводов

Рис. 298 Ряды и колонки матрицы BGA, для которых не построены фанавуты

11.8.2 Построение фанавутов

Система Delta Design предоставляет несколько вариантов для выбора компонентов и/или их выводов для построения фанавутов:

- Выбор отдельных выводов одного или нескольких компонентов;
- Выбор нескольких компонентов, для выводов которых будут построены фанавуты.



Примечание! Если перед запуском окна «Настройки фанавутов» не были выбраны компоненты или выводы, то выбор для построения осуществляется среди всех размещенных на плате компонентов.

Чтобы построить фанавуты для выбранных компонентов и/или выводов:

1. Выберите компоненты и/или выводы, для которых необходимо построить фанавуты. Подробнее о выборе объектов см. раздел [Объекты на плате](#).
2. Вызовите контекстное меню и выберите пункт «Инструменты» → «Подключить фанавуты». Аналогичный результат можно получить, воспользовавшись символом  «Подключить фанавуты», расположенным на панели инструментов «Плата», или вызвать

данную функцию в разделе «Инструменты» главного меню, см. [Рис. 299](#).

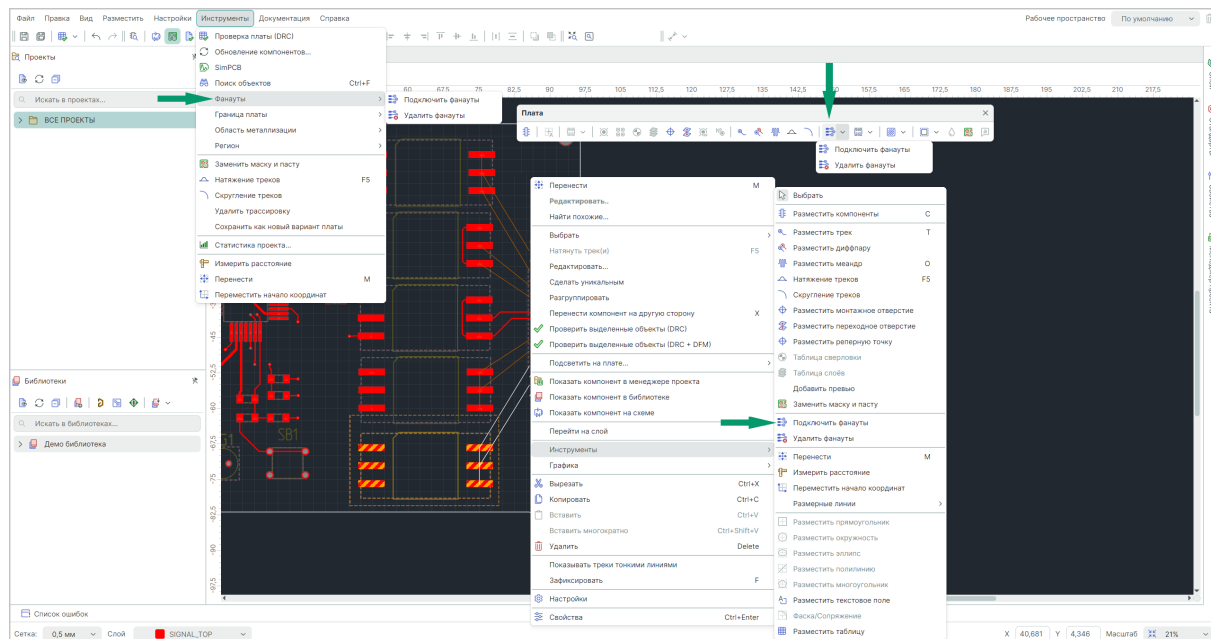
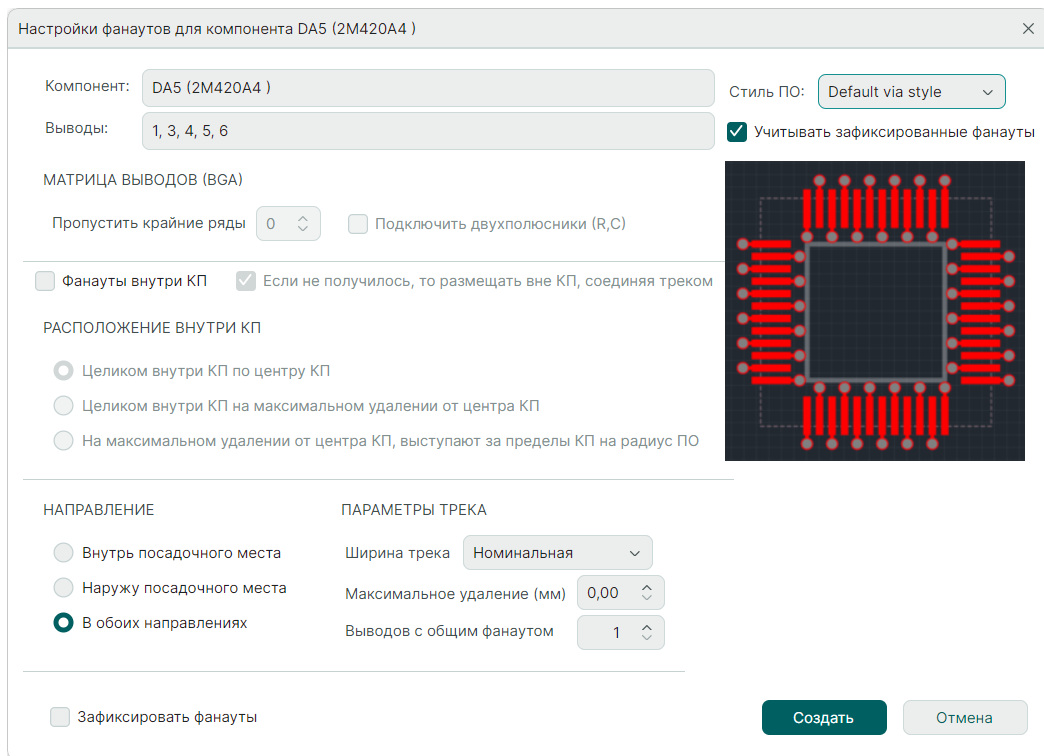


Рис. 299 Вызов инструмента «Подключить фанавуты»

3. Задайте нужные параметры построения фанавутов в окне «Настройки фанавутов» и нажмите кнопку «Создать», см. [Рис. 300](#). Подробное описание настроек построения фанавутов приведено в разделе [Настройки построения фанавутов для разных типов ПМ](#).



Настройки фанатов для компонента DA5 (2M420A4)

Компонент: DA5 (2M420A4) Стилй ПО: Default via style

Выводы: 1, 3, 4, 5, 6 ☒ Учитывать зафиксированные фанаты

МАТРИЦА ВЫВОДОВ (BGA)

Пропустить крайние ряды 0 ☐ Подключить двухполюсники (R,C)

☐ Фанаты внутри КП ☒ Если не получилось, то размещать вне КП, соединяя трек

РАСПОЛОЖЕНИЕ ВНУТРИ КП

☐ Целиком внутри КП по центру КП

☐ Целиком внутри КП на максимальном удалении от центра КП

☐ На максимальном удалении от центра КП, выступают за пределы КП на радиус ПО

НАПРАВЛЕНИЕ

☐ Внутри посадочного места

☐ Наружу посадочного места

☒ В обоих направлениях

ПАРАМЕТРЫ ТРЕКА

Ширина трека Номинальная

Максимальное удаление (мм) 0,00

Выводов с общим фанатом 1

☐ Зафиксировать фанаты

Создать Отмена

Рис. 300 Окно «Настройки фанатов»

4. Дождитесь окончания процесса построения фанатов. Отчет о результатах выполненных построений доступен в панели «Журналы».



Важно! Если для построения фанатов были выбраны некорректные объекты, например, компоненты сквозного монтажа, то построение фанатов будет осуществлено для всех компонентов платы, соответствующих настройкам, заданным в окне «Настройки фанатов».

11.8.3 Настройки построения фанатов

11.8.3.1 Общие сведения о настройках фанатов

Настройки построения фанатов производятся в окне «Настройки фанатов».

Допускаются следующие типы настроек:

- Выбор стиля переходного отверстия, см. [Рис. 301](#), заданного в окне «Слои и переходные отверстия» → «Конфигуратор набора слоев и переходных отверстий» → «Переходные отверстия», см. [Рис. 302](#).

Настройки фанатов для компонента DD2 (MCP3553-E/SN)

Компонент: DD2 (MCP3553-E/SN) Стил ь ПО: Default 1

Выводы: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ☒ Учитывать зафиксированные фанаты

МАТРИЦА ВЫВОДОВ (BGA)

Пропустить крайние ряды: 0 ☐ Подключить двухполюсники (R,C)

☐ Фанаты внутри КП ☒ Если не получилось, то размещать вне КП, соединяя треком

РАСПОЛОЖЕНИЕ ВНУТРИ КП

☐ Целиком внутри КП по центру КП

☐ Целиком внутри КП на максимальном удалении от центра КП

☐ На максимальном удалении от центра КП, выступают за пределы КП на радиус ПО

НАПРАВЛЕНИЕ

☐ Внутри посадочного места

☐ Наружу посадочного места

☒ В обоих направлениях

ПАРАМЕТРЫ ТРЕКА

Ширина трека: Номинальная

Максимальное удаление (мм): 0,00

Выводов с общим фанатом: 1

☐ Зафиксировать фанаты

Создать Отмена

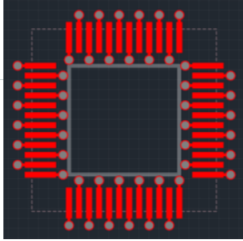
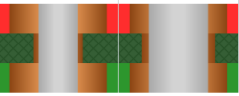
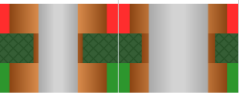


Рис. 301 Выбор стиля переходного отверстия

Конфигуратор набора слоев и переходных отверстий

Структура | Документирующие слои | Переходные отверстия | Калькулятор импеданса

Название стиля	Default 1	Style 1
Кол-во использований	0	0
Со слоя	L1	L1
На слой	L2	L2
Диаметр отверстия	0,4	0,6
Диаметр КП на начальном слое	0,8	1
Диаметр КП на конечном слое	0,8	1
L1		
L2		

OK Отмена

Рис. 302 Создание стиля переходного отверстия

- Учет зафиксированных существующих фанатов при построении новых, с помощью установки флага в чек-боксе «Учитывать зафиксированные фанаты», см. [Рис. 303](#).

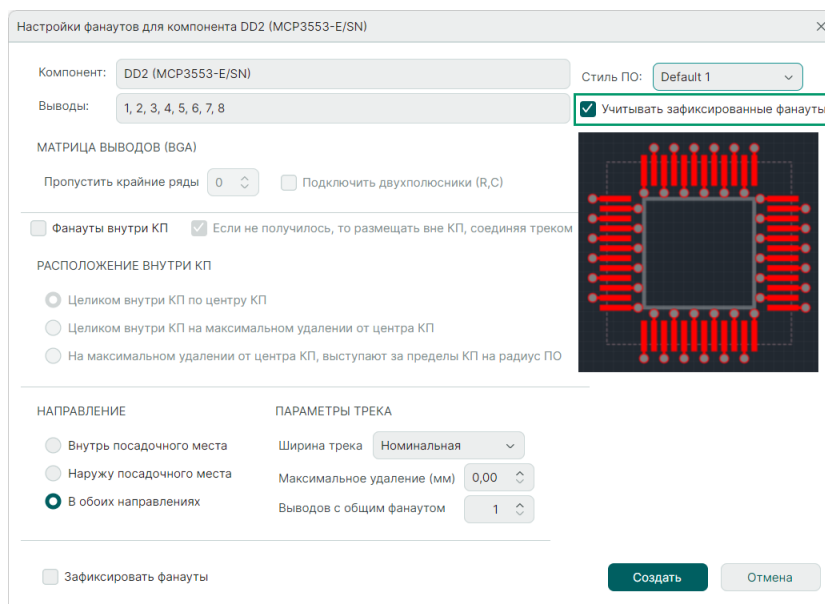


Рис. 303 Учет зафиксированных существующих фанатов

- Выбор номеров выводов компонента, для которых необходимо построить фанаты, см. [Рис. 304](#).

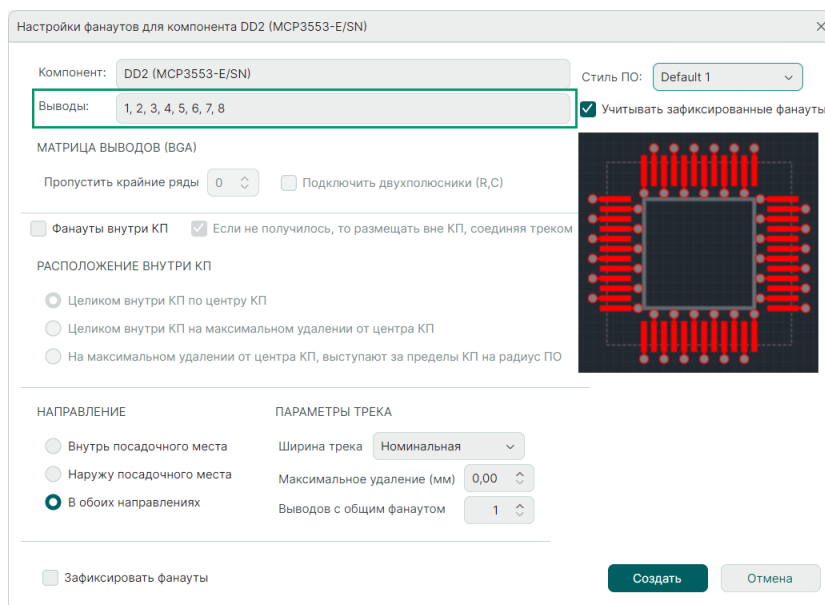
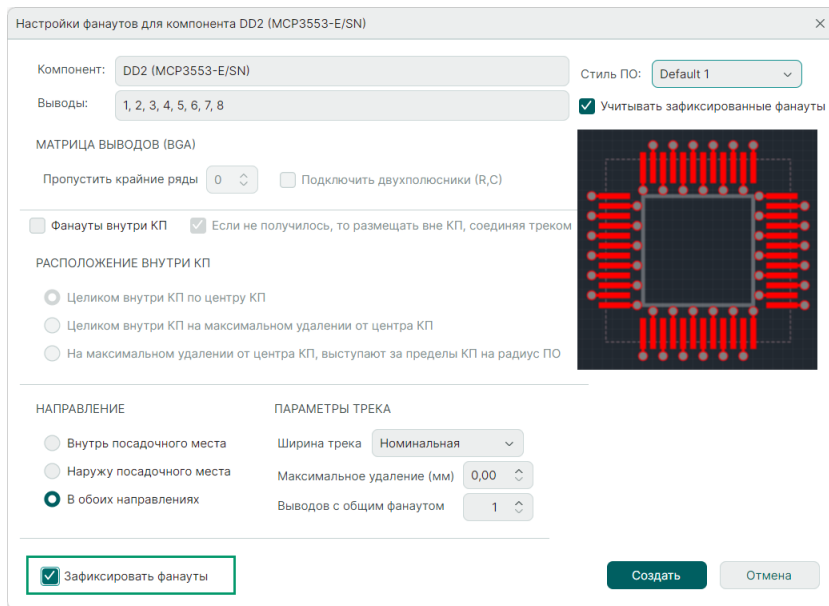


Рис. 304 Выбор выводов компонента для построения фанатов

- Определение расположения и направления построения фанатов для компонентов планарного монтажа (ПКП), определение количества пропускаемых внешних рядов и колонок для BGA-компонентов, см. раздел [Настройки построения фанатов для разных типов ПМ](#);
- Определение ширины трека, определение максимального расстояния удаления переходного отверстия от центра контактной площадки, установка возможности подключения эквипотенциальных выводов к одному переходному отверстию, см. раздел [Параметры трека](#);

- Автоматическая фиксация построенных фанатов (поставить флаг в чек-боксе «Зафиксировать фанаты»), см. [Рис. 305](#).



Настройки фанатов для компонента DD2 (MCP3553-E/SN)

Компонент: DD2 (MCP3553-E/SN) Стил ПО: Default 1

Выводы: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ☒ Учитывать зафиксированные фанаты

МАТРИЦА ВЫВОДОВ (BGA)

Пропустить крайние ряды: 0 ☐ Подключить двухполюсники (R,C)

☐ Фанаты внутри КП ☒ Если не получилось, то размещать вне КП, соединяя трек

РАСПОЛОЖЕНИЕ ВНУТРИ КП

☐ Целиком внутри КП по центру КП

☐ Целиком внутри КП на максимальном удалении от центра КП

☐ На максимальном удалении от центра КП, выступают за пределы КП на радиус ПО

НАПРАВЛЕНИЕ

☐ Внутри посадочного места

☐ Наружу посадочного места

☒ В обоих направлениях

ПАРАМЕТРЫ ТРЕКА

Ширина трека: Номинальная

Максимальное удаление (мм): 0,00

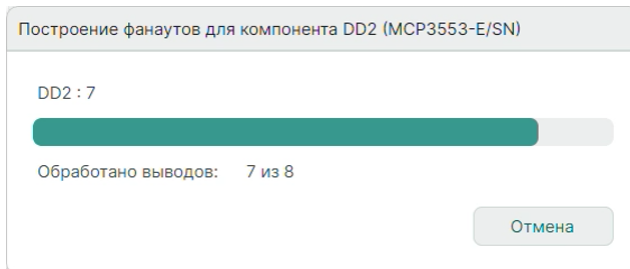
Выводов с общим фанатом: 1

☒ Зафиксировать фанаты

Создать Отмена

Рис. 305 Установка автоматической фиксации построенных фанатов

После нажатия кнопки «Создать» на экране отображается окно индикации процесса «Построение фанатов для компонента» с текущей информацией по обработанным и построенным фанатам, см. [Рис. 306](#).



Построение фанатов для компонента DD2 (MCP3553-E/SN)

DD2 : 7

Обработано выводов: 7 из 8

Отмена

Рис. 306 Окно индикации процесса построения фанатов

По результатам построения фанатов в панели «Журналы» отображается итоговая информация, см. [Рис. 307](#).

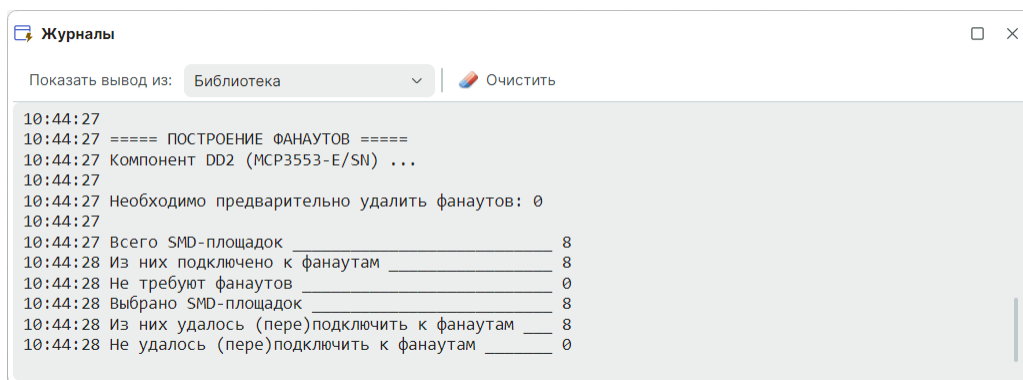


Рис. 307 Итоговая информация по построенным фанатам

11.8.3.2 Настройки построения фанатов для разных типов ПМ

Для BGA компонентов можно определить количество внешних рядов и колонок выводов, для которых не будут строиться фанаты. Для этого в поле «Матрица выводов (BGA)» → «Пропустить крайние ряды» установите числовое значение, обозначающее количество внешних рядов (колонок), которые должны быть пропущены при построении фанатов, см. [Рис. 308](#).

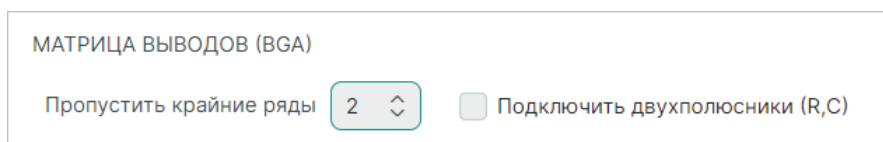


Рис. 308 Исключение внешних рядов и колонок из матрицы BGA при построении фанатов

Для прочих планарных компонентов (SMD) предполагается, что контакты расположены только по периметру посадочного места, образуя два или четыре ряда контактов.

Можно выделить различные направления построения фанатов относительно границы контура посадочного места компонента, см. [Рис. 309](#):

- Внутри посадочного места;
- Наружу посадочного места;
- В обоих направлениях.

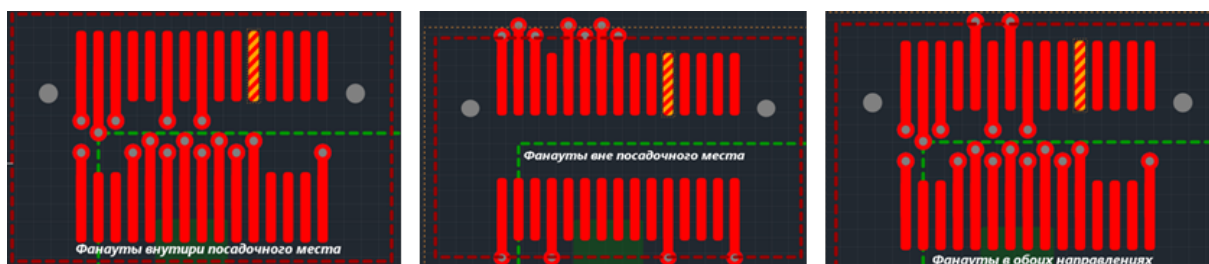


Рис. 309 Различные варианты расположения фанатов относительно границ посадочного места

Выбор направления построения фанаутов производится с помощью переключателя в поле «Направление», при этом флаг в чек-боксе «Фанауты внутри КП» должен быть снят, см. [Рис. 310](#).

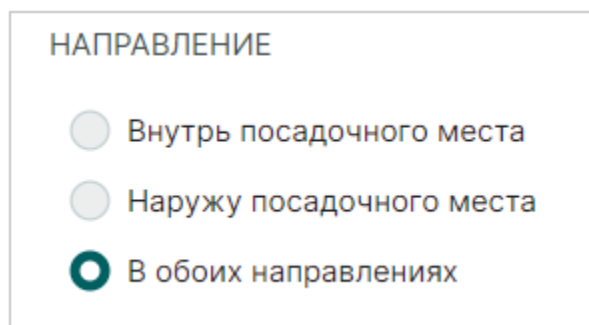


Рис. 310 Выбор «направления» создания фанаутов для SMD компонентов

Для выбора расположения фанаутов внутри контактной площадки должен быть установлен флаг в чек-боксе «Фанауты внутри КП».

Можно выделить различные расположения построения фанаутов относительно контактной площадки вывода компонента, см. [Рис. 311](#).

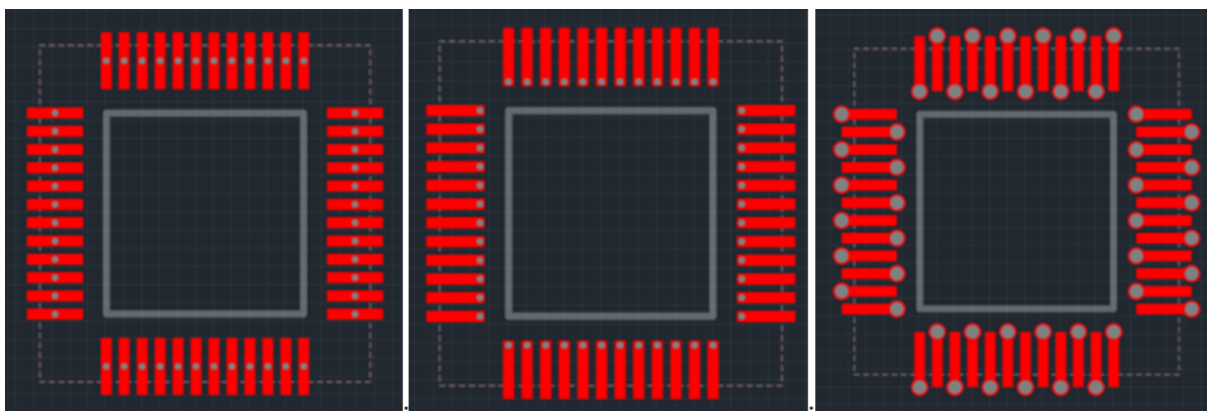


Рис. 311 Различные варианты расположения фанаутов относительно КП

Расположение построения фанаутов задается с помощью переключателя в поле «Расположение» по критериям, см. [Рис. 312](#):

- Целиком внутри КП по центру КП;
- Целиком внутри КП на максимальном удалении от центра КП;
- На максимальном удалении от центра КП, выступают за пределы КП на радиус ПО.

☒ Фанауты внутри КП ☒ Если не получилось, то размещать вне КП, соединяя треком

РАСПОЛОЖЕНИЕ ВНУТРИ КП

☒ Целиком внутри КП по центру КП

☐ Целиком внутри КП на максимальном удалении от центра КП

☐ На максимальном удалении от центра КП, выступают за пределы КП на радиус ПО

Рис. 312 Выбор расположения фанаутов внутри КП

При установленном флаге в чек-боксе «Если не получилось, то размещать вне КП, соединяя треком» новые фанауты размещаются вне контактной площадки при условии отсутствия вариантов расположения фанаутов без нарушений. Если же флаг снят, в результате построения новых фанаутов система выводит сообщения с перечнем выводов компонента, которые не удалось подключить к фанаутам.

11.8.3.3 Параметры трека

При построении фанаутов используется стиль переходного отверстия, который выбран в настройках фанаутов и разрешен для использования в составе цепи контакта (см. [Приложение Б](#)). Треки, соединяющие переходные отверстия и контактные площадки, всегда прокладываются до центра контактных площадок. Трек между контактной площадкой и переходным отверстием может иметь разную ширину. Ширина устанавливается в пункте «Ширина трека» раздела «Параметры трека», см. [Рис. 313](#). Для ширины трека можно задать следующие значения, см. раздел [Общие сведения о параметрах треков](#):

- Номинальная – номинальное значение, которое установлено в редакторе правил для цепи, подключённой к данной контактной площадке;
- Зауженная – ширина трека в режиме заужения, установленная в редакторе правил для цепи, подключённой к данной контактной площадке;
- Минимальная – минимальное значение, которое установлено в редакторе правил для цепи, подключённой к данной контактной площадке;
- Другая... – произвольная ширина, которая задается в единицах длины, установленных в настройках системы.

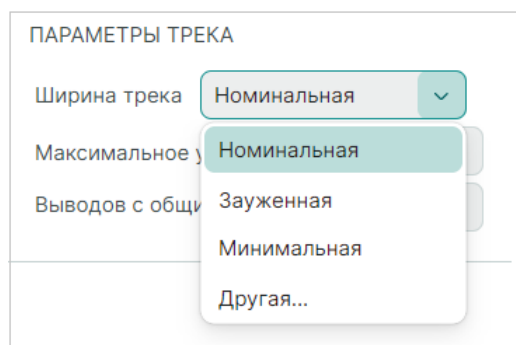


Рис. 313 Установка ширины трека при построении фанаутов

Значение максимально допустимого расстояния между центрами контактной площадки и переходного отверстия устанавливается в пункте «Максимальное удаление (мм)» раздела «Параметры трека», см. [Рис. 314](#). Значение всегда задается в миллиметрах. Если в качестве значения установлено «0», то максимальное расстояние не регламентируется, т.е. расстояние может быть любым. Если значение введено и указанного расстояния недостаточно для построения фанаутов, то построение не будет проведено.

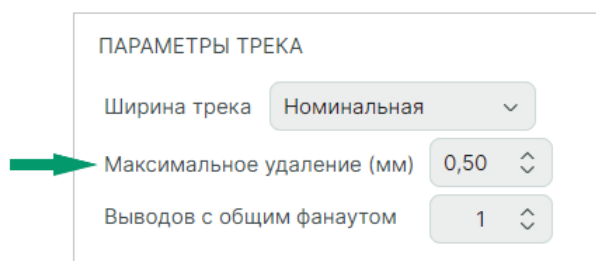


Рис. 314 Установка максимального расстояния между центром КП и центром ПО в фанате

В ряде случаев несколько контактов компонента подключаются к одной и той же цепи, соответственно для них можно создать общие фанауты. Предельно допустимое количество эквипотенциальных выводов компонентов, которые могут подключаться к общему фанату, задается в пункте «Выводов с общим фанатом» раздела «Параметры трека», см. [Рис. 315](#).

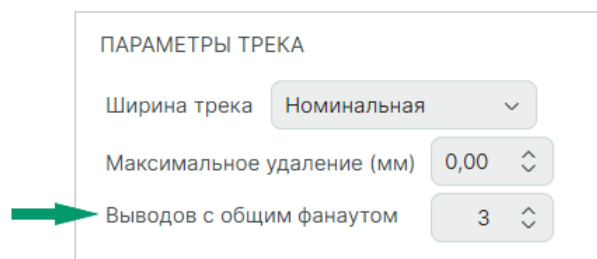


Рис. 315 Установка ограничения количества эквипотенциальных КП, подключаемых к одному ПО

При использовании общих фанатов эквипотенциальные контактные площадки могут быть соединены между собой треком. Пример построения общих фанатов представлен на [Рис. 316](#).

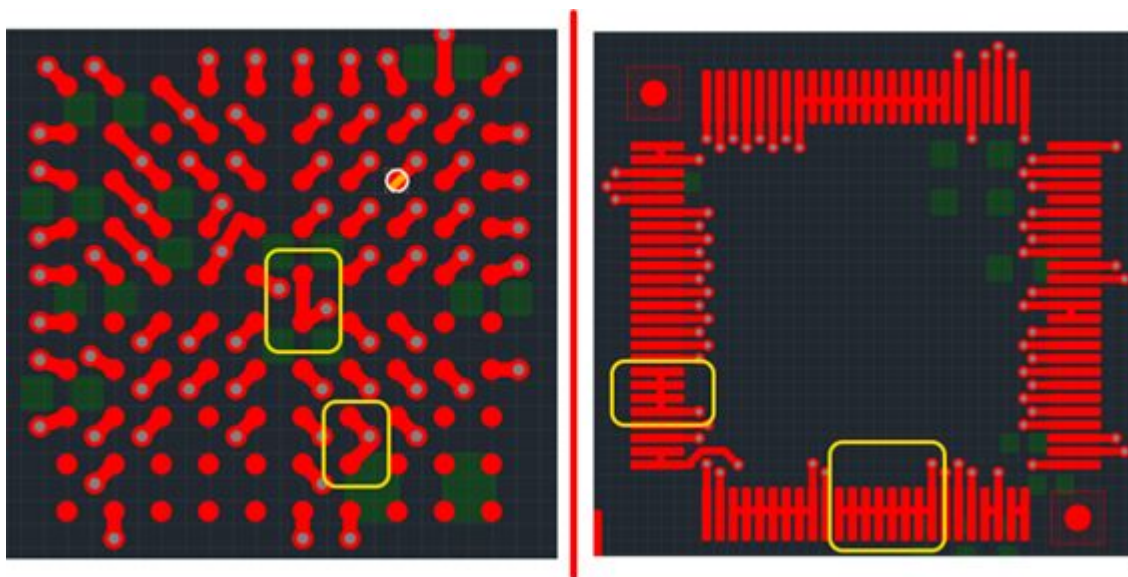


Рис. 316 Пример построения общих фанатов

11.8.3.4 Удаление фанатов

Незафиксированные фанаты могут быть удалены как обычные объекты печатной платы:

1. Выберите компонент с фанатами, которые необходимо удалить.
2. В контекстном меню «Инструменты» выберите команду «Удалить фанаты». Аналогичный результат можно получить, воспользовавшись символом  «Удалить фанаты», расположенным на панели инструментов «Плата» и на встроенной панели редактора. Также можно вызвать данную функцию в разделе главного меню «Инструменты» → «Фанаты» → «Удалить фанаты».
3. Результат операции удаления фанатов будет отображен в панели «Журналы», см. [Рис. 317](#).

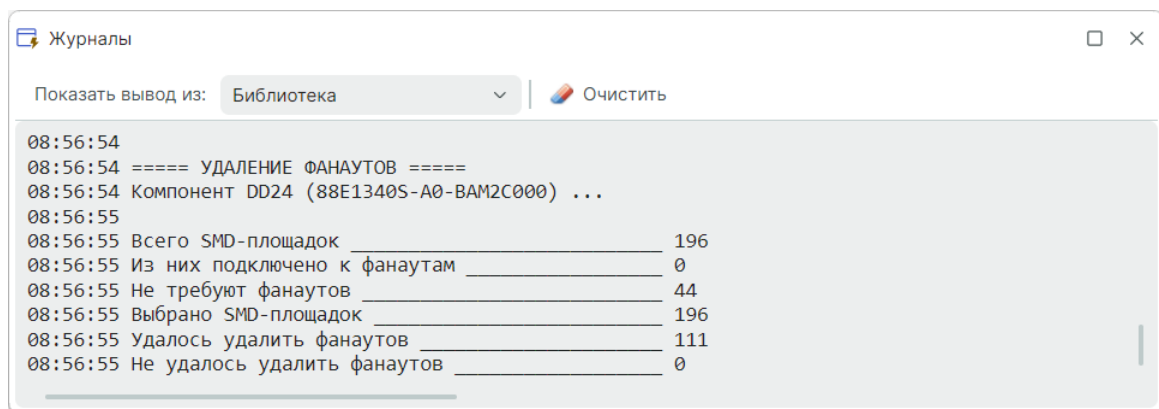


Рис. 317 Запись в журнале по результату операции удаления фанатов



Примечание! Для удаления зафиксированных фанатов необходимо предварительно снять фиксацию.



Важно! Удаление фанатов осуществляется вместе со всеми треками, которые были к ним подключены.

11.9 Переназначение функционально-эквивалентных контактов

Переназначение функционально-эквивалентных контактов компонента (логической микросхемы) – это инструмент оптимизации трассировки соединений.

Состояние сигнала на выходе логического элемента зависит от состояний на входах и не зависит от того, какой сигнал приходит на конкретный вход по аналогии с переместительным законом сложения: от перемены мест слагаемых сумма не изменяется. Если линии связи группы функционально-эквивалентных контактов пересекаются, есть возможность избавиться от пересечений, поменяв местами назначение цепей для контактов. Такое переназначение обеспечивает уменьшение суммарной длины соединений и числа межслойных переходов.

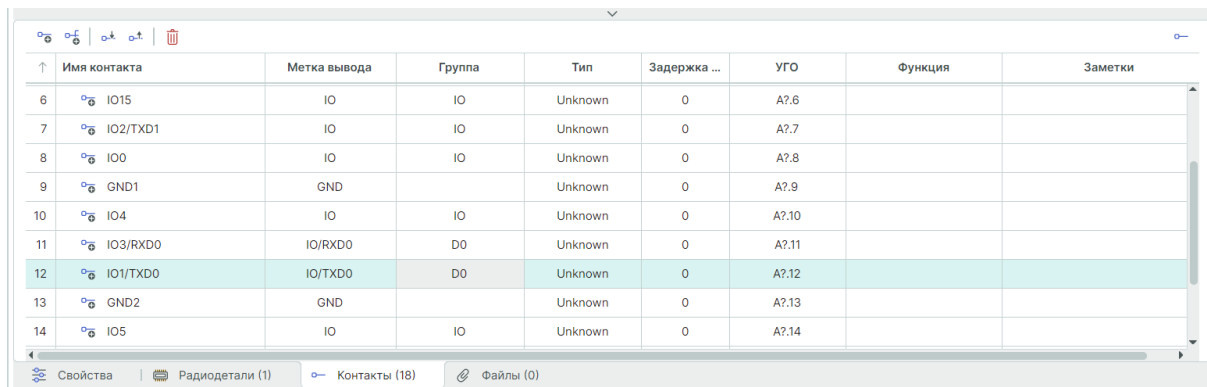
Для возможности использования данного механизма необходимо наличие предварительно заданной информации о функционально-эквивалентных группах контактов компонента.

11.9.1 Назначение эквивалентности выводам компонента

11.9.1.1 Назначение эквивалентности в библиотеке

Если есть необходимость, чтобы библиотечный компонент при размещении на схему уже имел признаки эквивалентности, необходимо эти настройки сохранить в библиотечном компоненте.

Группу можно задать, установив для выбранных выводов единый идентификатор (цифра/буква), см. [Рис. 318](#).



	Имя контакта	Метка вывода	Группа	Тип	Задержка ...	УГО	Функция	Заметки
6	IO15	IO	IO	Unknown	0	A?6		
7	IO2/TXD1	IO	IO	Unknown	0	A?7		
8	IO0	IO	IO	Unknown	0	A?8		
9	GND1	GND		Unknown	0	A?9		
10	IO4	IO	IO	Unknown	0	A?10		
11	IO3/RXD0	IO/RXD0	D0	Unknown	0	A?11		
12	IO1/TXD0	IO/TXD0	D0	Unknown	0	A?12		
13	GND2	GND		Unknown	0	A?13		
14	IO5	IO	IO	Unknown	0	A?14		

Рис. 318 Назначение группы для эквивалентных выводов

Если компонент уже был добавлен в проект, после внесения изменений в библиотечный компонент его необходимо актуализировать на схеме, выполнив процедуру обновления, см. [Рис. 319](#).

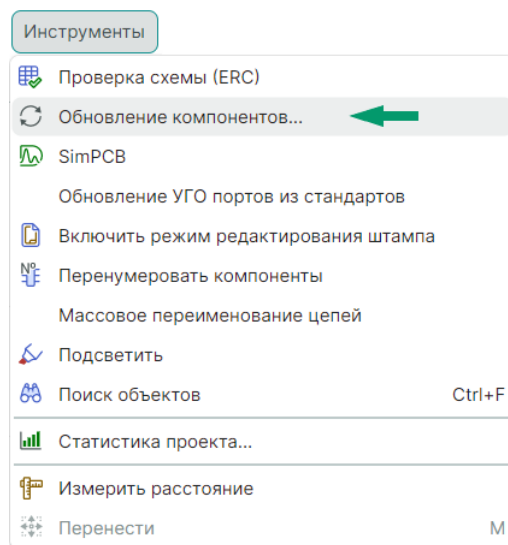


Рис. 319 Обновление компонентов

Окно обновления компонентов будет выглядеть следующим образом, см. [Рис. 320](#).

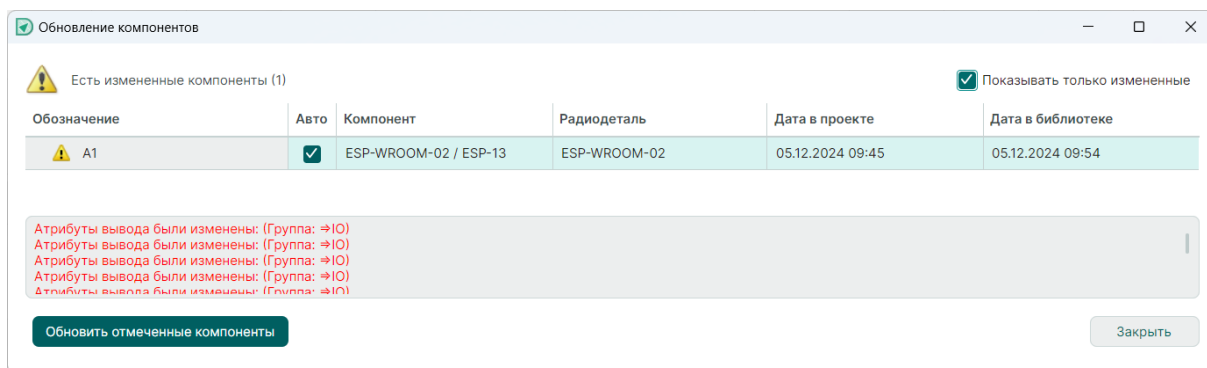


Рис. 320 Окно обновления компонентов

11.9.1.2 Назначение эквивалентности на схеме

Если на схеме размещен компонент, у которого эквивалентность выводов не определена, есть возможность сделать это непосредственно на схеме, см. [Рис. 321](#). В панели «Свойства» → «Вывод» → «Группа» укажите идентификатор группы (цифра/буква). Следует помнить, что данные изменения присваиваются локально и в библиотечном компоненте не будут сохранены.

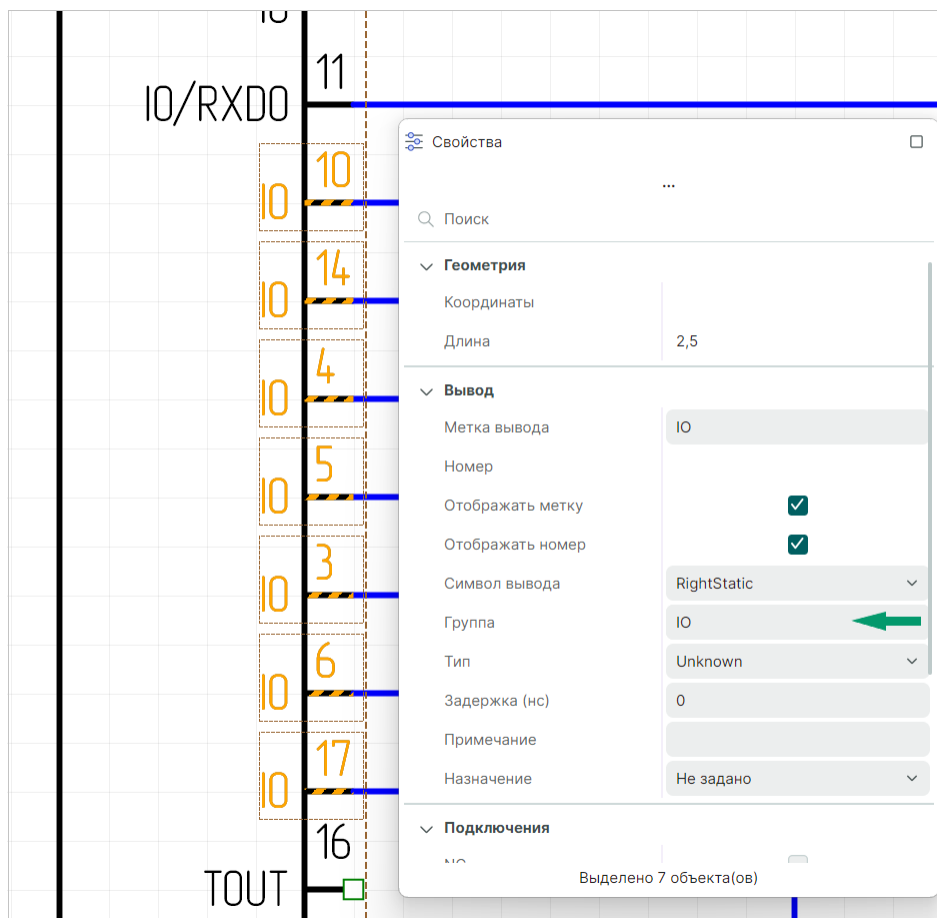


Рис. 321 Назначение эквивалентности на схеме

11.9.1.3 Назначение эквивалентности на плате

При наличии на плате компонента с функционально-эквивалентными выводами есть возможность поменять назначение цепи в процессе прокладки проводника к контакту группы эквивалентности.

Используя инструмент прокладки трека, при старте с контактной площадки одного компонента отображается линия связи с контактной площадкой другого компонента, которая соответствует заданной на схеме цепи. В тоже самое время система подсвечивает контактные площадки, которые принадлежат той же группе, что и конечная контактная площадка. При наведении курсора (в режиме прокладки трека) на такую контактную площадку, система будет отображать возможное подключение к ней, см. [Рис. 322](#).

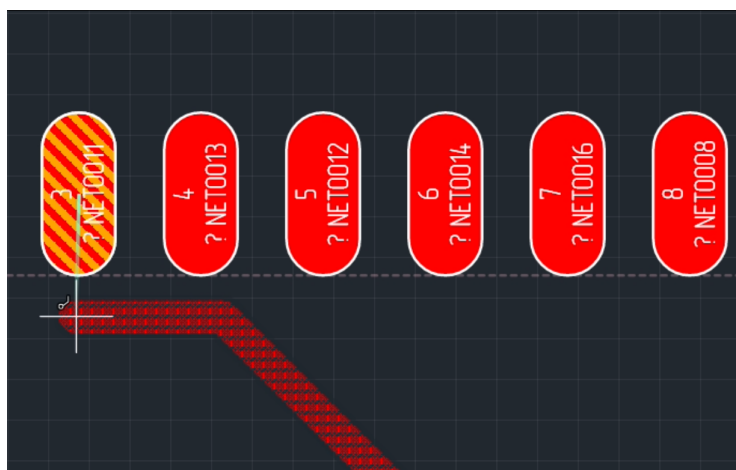


Рис. 322 Отображение на плате контактных площадок, принадлежащих одной группе

Знак вопроса говорит о том, что цепь для данной контактной площадки не фиксирована и ее можно поменять.



Важно! При переназначении функционально-эквивалентных контактов схема (список цепей) меняется.

При трассировке компонента, имеющего эквивалентные контакты, алгоритм поиска путей (PathFinder) при перемещении трека к каждой контактной площадке система оценивает все контакты входящие в эквивалентную группу и перестраивает линию связи (NetLine) до ближайшего контакта, см. [Рис. 323](#).

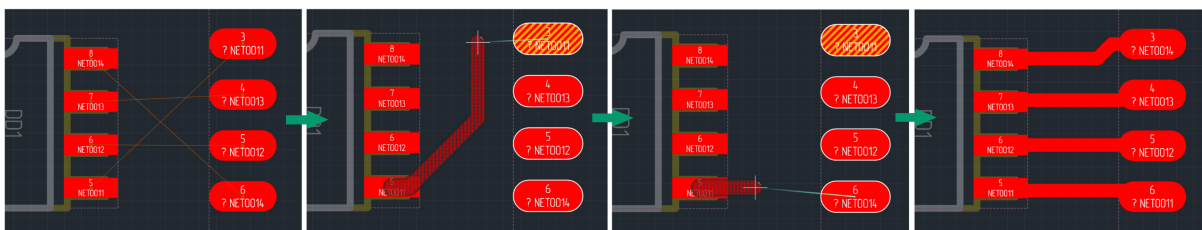


Рис. 323 Переключение между эквивалентными контактными площадками

11.10 Размещение дифференциальных пар

11.10.1 Общие сведения о диффпарах

11.10.1.1 Дифференциальные линии

В идеальном случае конструкция дифференциальной пары на МПП (многослойная печатная плата) должна отвечать следующим требованиям:

- две линии должны выглядеть одинаково с электрической точки зрения;
- различие фаз (временная задержка) между двумя линиями дифференциальной пары должно отсутствовать.

Первое требование означает, что каждая трасса дифференциальной пары должна иметь одинаковые электрические параметры и должна быть окружена одинаковыми диэлектрическими материалами.

Необходимо, чтобы зазор между двумя линиями также был неизменным по всей длине. В этом случае говорят о симметричной конструкции.

Наличие симметричной структуры приводит к постоянному волновому сопротивлению для дифференциального сигнала.

Наличие асимметрии приводит к образованию неоднородности волнового сопротивления, что вызывает помехи в дифференциальной паре из-за преобразования дифференциальных сигналов в сигналы общего вида.

11.10.1.2 Общие сведения о параметрах диффпары

В системе Delta Design дифференциальная пара имеет свои параметры.

При выделении на плате диффпары в панели «Свойства» отображаются все параметры выделенной диффпары, см. [Рис. 324](#).

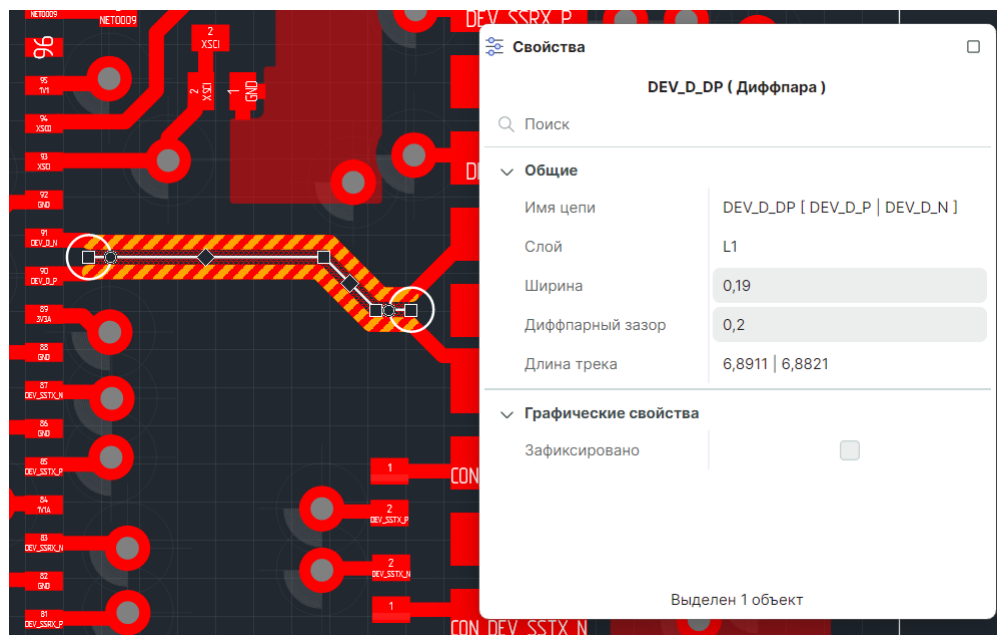


Рис. 324 Параметры диффпары

Раздел «Общие»:

- «Имя цепи» – имя выделенной диффпары. В скобках указываются имена цепей, составляющих диффпару.
- «Слой» – имя слоя, на котором расположена диффпара.
- «Ширина» – отображается значение ширины диффпары.
- «Дифференциальный зазор» – значение зазора между двумя проводниками диффпары.
- «Длина трека» – значения каждого из треков, составляющих диффпару.

Раздел «Графические свойства»:

- «Зафиксировано» – при установке флага в чек-бокс активируется запрет на перемещение.

11.10.1.3 Параметры диффпары

Диффпара может быть рассмотрена как единый трек, который обладает определенным набором характеристик, свойственных всем трекам, раздел [Параметры трека](#).

Параметры проводящих слоев определяются в [редакторе слоев платы](#).

Общие параметры диффпар задаются по аналогии с параметрами отдельных треков с учетом пропорциональной зависимости ширины треков и зазора между ними.

В диффпаре ширина треков и зазора меняются только синхронно, чтобы не изменялось значение волнового сопротивления.

Использование номинальных, минимальных и зауженных параметров несет ту же смысловую нагрузку, что и для одиночного трека.

При трассировке диффпары в обычных обстоятельствах используется номинальное значение, которое может быть уменьшено до минимального без дополнительных проверок.

Для преодоления препятствия можно использовать зауженное значение, длина участка с использованием зауженного отрезка ограничивается заданными правилами проектирования.

В системе Delta Design используются следующие параметры диффпары как единого целого, см. [Рис. 325](#):

- Номинальная ширина треков – типовая ширина треков в составе диффпары.
- Минимальная ширина трека – нижнее ограничение ширины треков диффпары. Данный параметр указывает минимальную ширину проводников, которая может быть использована без дополнительных проверок.
- Ширина зауженных треков – значение, которое может принимать ширина треков для прохода в узком месте, должно быть меньше или равно минимальной ширине треков. Длина участков треков с использованием данного значения ширины ограничена.
- Ширина диффпары, трассируемой в режиме заужения (расчетный параметр) (**Wn**) – данный параметр ширины складывается из ширины каждого отдельного трека диффпары в режиме заужения и зазора между треками диффпары в режиме заужения.
- Номинальный (**Cnv**) и минимальный (**Cm**) (не показан на рисунке) зазоры между проводниками диффпары. Величины зазоров используются по аналогии с шириной диффпары. Зазор между двумя проводниками может изменяться в диапазоне от минимального до номинального, при этом будет считаться, что диффпара размещена корректно.
- Значение зазора, соответствующего ширине зауженного трека (**Cn**) – минимально допустимый зазор между проводниками диффпары в режиме заужения.
- Разрешенный допуск на увеличение/уменьшение зазора – параметры, описывающие интервал, в пределах которого может изменяться реальный зазор между проводниками диффпары при размещении на плате. Данный допуск необходим для корректной обработки искажений треков, возникающих при поворотах линии. Установленное значение

допуска применяется ко всем типам зазоров: номинальному, минимальному, зауженному.

- Максимально допустимая длина одного зауженного участка (L_n) – верхнее ограничение значения длины одного зауженного участка. Значение должно быть меньше или равно значению суммарной длины зауженных участков.
- Максимально допустимая суммарная длина зауженных участков ($\Sigma(L_n)$) (не показан на рисунке) – верхнее ограничение значения всех длин зауженных участков
- Допустимая разность длин/задержек в парных трассах – допуск на максимальное расхождение длин/задержек.
- Максимально допустимая общая длина/задержка "расстегнутых" участков – верхнее ограничение значения длины всех участков, на которых участки диффпары не согласованы.
- Максимально допустимая локальная длина "расстегнутого" участка – верхнее ограничение значения длины одного несогласованного участка.
- Учёт выходов из контактных площадок – учёт выходов из контактных площадок в общую длину трексов.

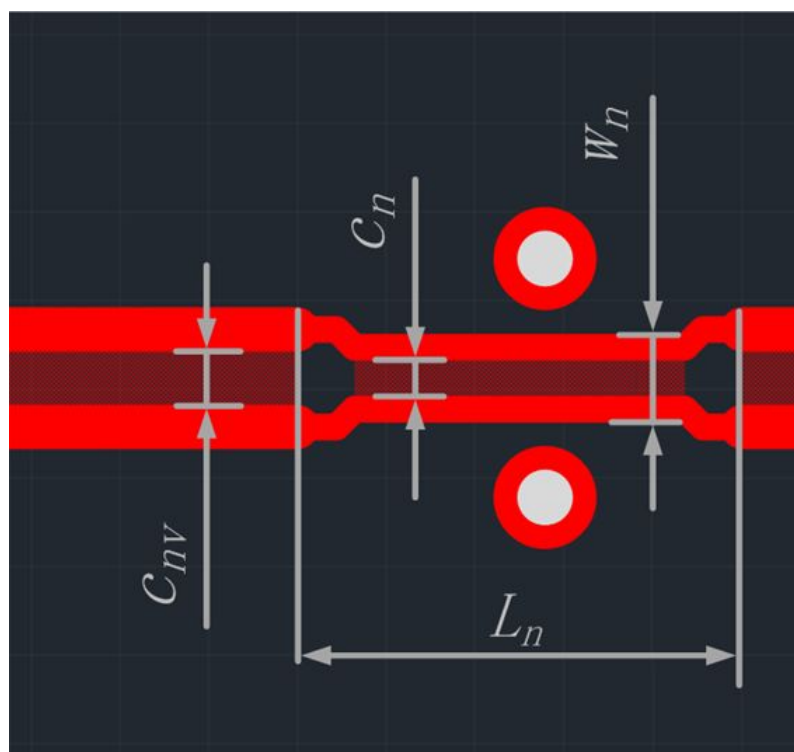


Рис. 325 Параметры диффпар

Параметры диффпар, как и параметры треков, задаются правилами проектирования (см. [Приложение Б](#)). При необходимости некоторые значения параметров можно изменить непосредственно на плате.



Примечание! Ограничения на длину зауженных участков берутся из аналогичных значений для одиночных проводников, составляющих пару. В случае, если два проводника пары разделены ("расстегнутая" диффпара) и имеют разное значение заужения, например, на одном проводнике два узких участка, а на другом три, то общая длина заужения рассчитывается следующим образом: для каждого проводника диффпары рассчитывается длина зауженных участков, а потом из двух полученных значений выбирается максимальное.

11.10.1.4 Возможности трассировки диффпар

Система Delta Design предлагает конструктору различные подходы к трассировке диффпар, к ним относятся:

- [Трассировка диффпар как единого целого](#). Это основной механизм трассировки диффпар, прокладывающий диффпару как единое целое, когда оба проводника строятся одновременно с учетом заданных правил их взаимного расположения. Участки линий, расположенные вблизи стартовых и финишных контактных площадок диффпары, а также переходы на другие слои строятся автоматически.
- [Трассировка двух треков диффпары в полунезависимом \("расстегнутом"\) режиме](#). Этот режим допускает взаимное удаление участков проводников на расстояние, превышающее установленный зазор между ними. Это позволяет автоматически преодолевать типовые препятствия (контактные площадки, переходные отверстия и т.п.) путем обхода их проводниками с обеих сторон, однако построенный таким образом участок будет учитываться как несогласованный.
- [Независимая трассировка треков диффпары](#). Этот подход используется для ручного создания трассы диффпары при преодолении сложных препятствий и/или при создании сложной геометрии вблизи контактных площадок, к которым подключается диффпара. Трассировка отдельных треков создает несогласованные участки диффпары.

11.10.2 Трассировка диффпары как единого целого

11.10.2.1 Инструмент трассировки диффпар

Размещение диффпар на проектируемой плате осуществляется с помощью инструмента «Разместить диффпару», который обозначен символом  и расположен:

- на встроенной панели редактора;

- на панели инструментов «Плата»;
- в главном меню «Разместить» → «Диффпару»;
- в контекстном меню «Инструменты» → «Разместить диффпару».

Чтобы разместить диффпару, необходимо включить инструмент «Разместить диффпару», при этом курсор в рабочей области изменит свой вид, см. [Рис. 326](#).

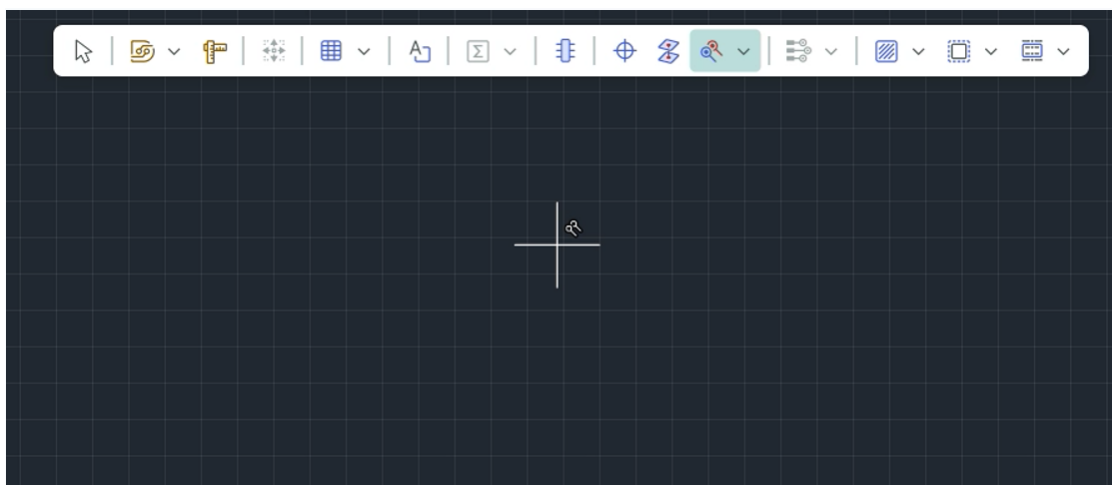


Рис. 326 Вид курсора при использовании инструмента «Разместить диффпару»

Текущее положение курсора дополнительно отмечается в виде пересечения вертикальной и горизонтальной линий.

Текущие координаты курсора отображаются в строке состояния главного окна.

В момент, когда активируется инструмент «Разместить диффпару», линии соединений, предназначенные для визуализации соединений одиночных цепей, перестают отображаться, в редакторе отображены только линии соединения для диффпар. Это упрощает идентификацию контактных площадок, между которыми следует проложить дифференциальную пару, см. [Рис. 327](#).

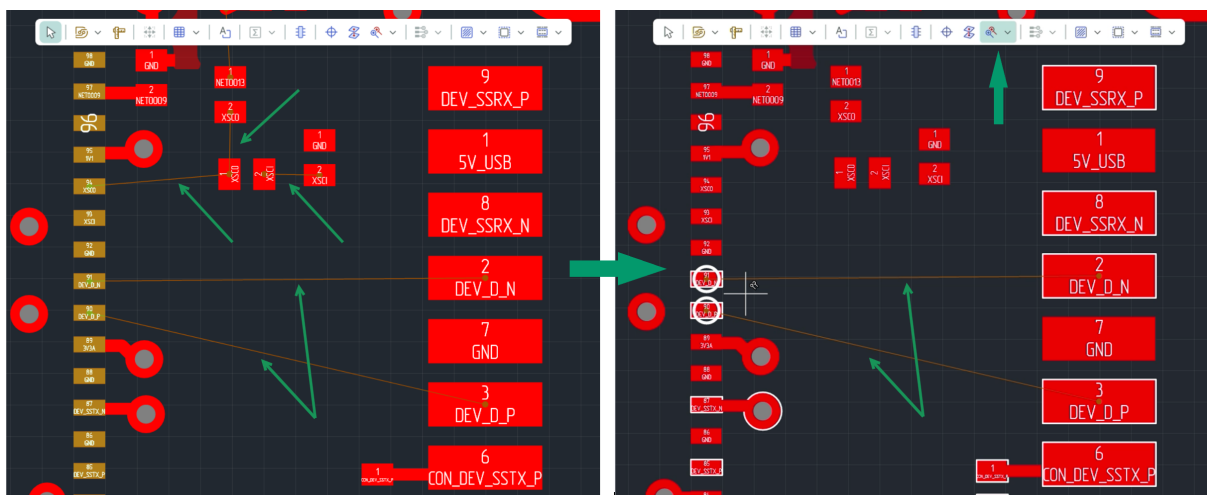


Рис. 327 Уменьшение количества отображаемых линий связи при активации инструмента «Разместить диффпару»

11.10.2.2 Построение соединения “застегнутой” пары проводников с контактными площадками

После активации инструмента «Разместить диффпару» доступными остаются контактные площадки, от которых может быть инициирована трассировка диффпары.

При наведении курсора на контактную площадку, входящую в состав диффпары, курсором в виде белой окружности выделяется центр контактной площадки, см. [Рис. 328](#).

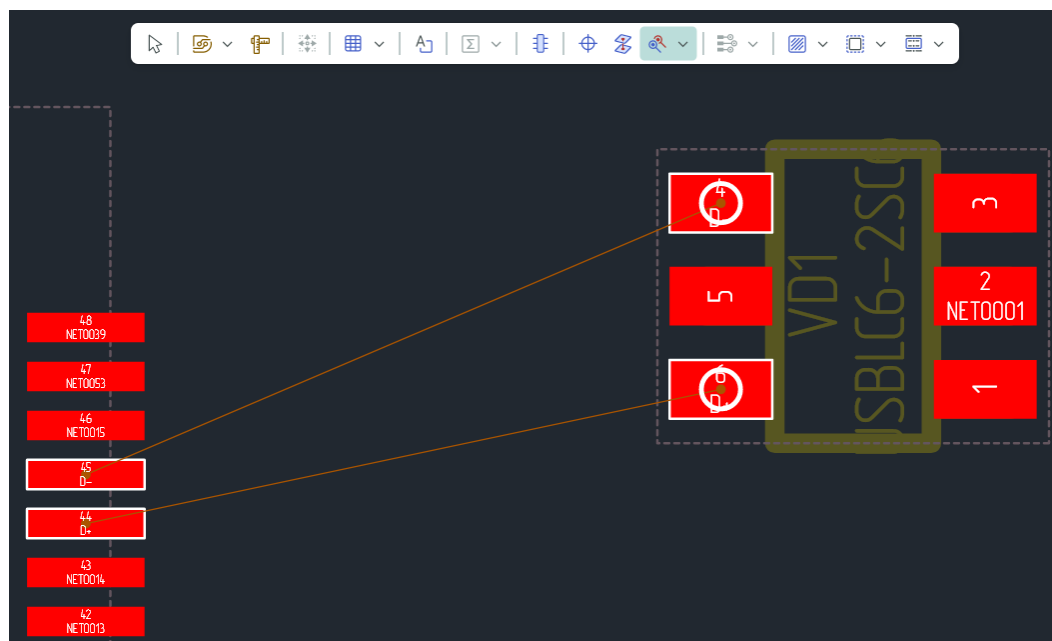


Рис. 328 Выбор начальных контактных площадок для трассировки диффпары

Выстраивание соединения “застегнутой” пары проводников с контактными площадками производится автоматически в соответствии с

разрешенными направлениями подключения к КП, по умолчанию система пытается построить симметричный выход, см. [Рис. 329](#).

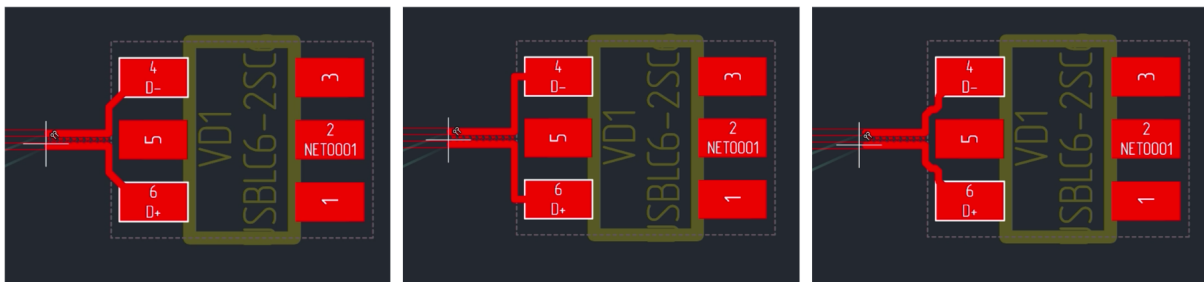


Рис. 329 Варианты симметричного соединения с КП

При необходимости построения несимметричного выхода используйте горячую клавишу «Shift». Система предлагает различные варианты соединения пары проводников с контактными площадками в зависимости от направления движения курсора, см. [Рис. 330](#).

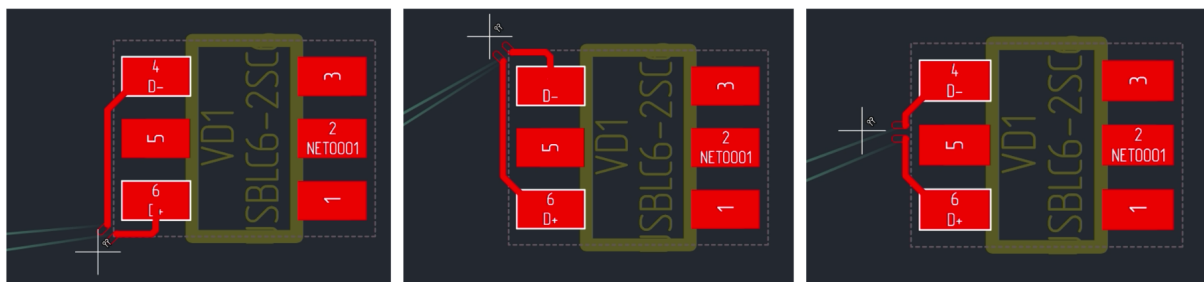


Рис. 330 Варианты несимметричного соединения с КП

Область схождения диффпары – это графический объект между двумя точками схождения. На схеме платы область схождения диффпары отображается условно, объединенным треком диффпары как единого целого, см. [Рис. 331](#).

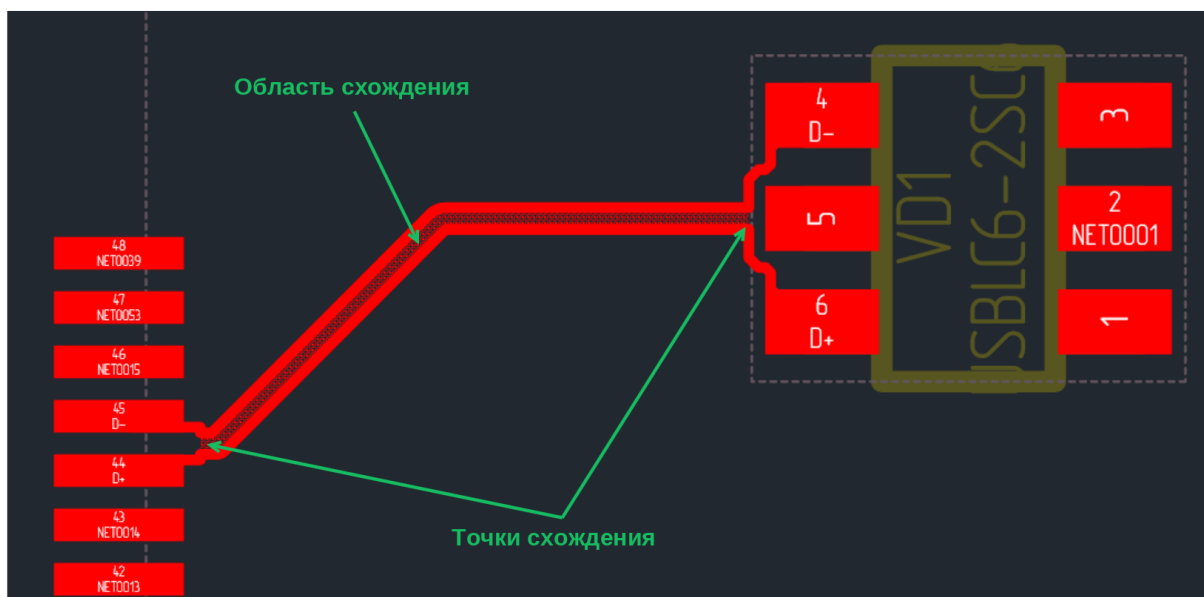


Рис. 331 Точки схождения и область схождения диффпары

На [Рис. 332](#) показаны варианты соединения диффпары с контактными площадками в зависимости от положения курсора.

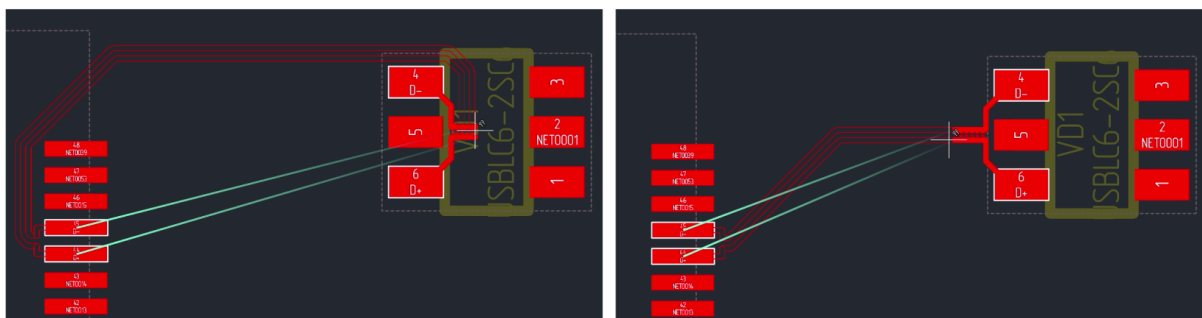


Рис. 332 Варианты соединения диффпары со стартовой парой контактных площадок

Если при включенном инструменте «Разместить диффпару» во время перемещения курсора он оказывается на участке платы, через который прокладывать трек запрещено [правилами проектирования](#), появляется ряд символов, показывающих некорректность данного варианта трассировки диффпары, см. [Рис. 333](#).

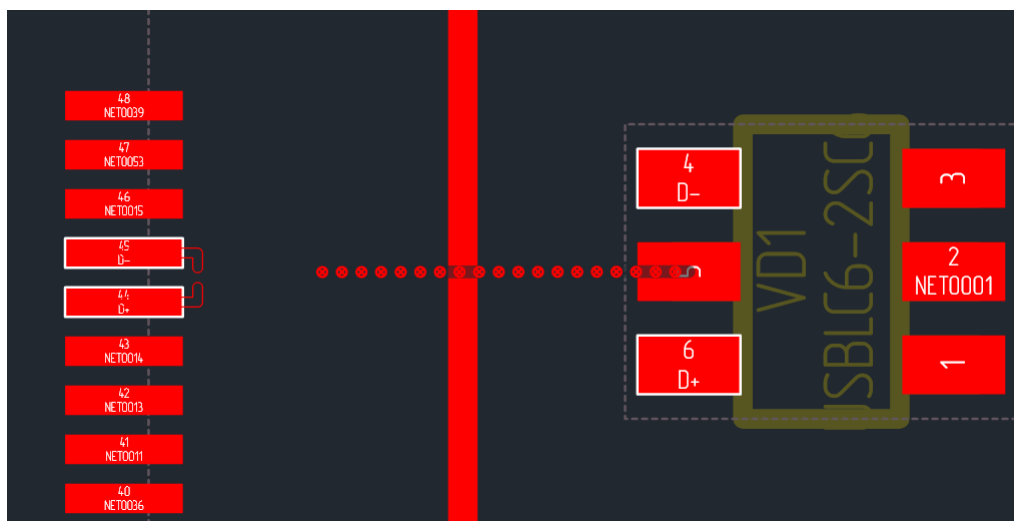


Рис. 333 Отображение некорректного варианта трассировки диффпары

При выделении диффпары область схождения отображается с центральной линией, см. [Рис. 334](#).

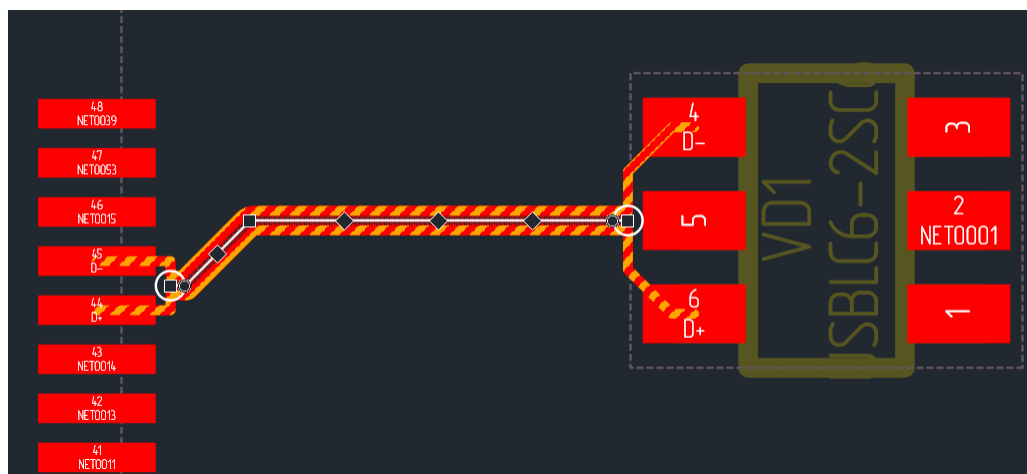


Рис. 334 Отображение области схождения при выделении диффпары



Примечание! Центральная линия также отображается для всех "застегнутых" участков диффпары.

11.10.2.3 Трассировка диффпары на плате

Трассировка диффпары как единого целого выполняется аналогично трассировке одиночного трека.

Для трассировки диффпар применимо большинство приемов, описанных в разделе [Размещение треков](#).

После того, как сформирована требуемая [точка схождение диффпары](#), трассировщик считывает текущие координаты курсора и предлагает проложить линию в данную точку, см. [Рис. 335](#).

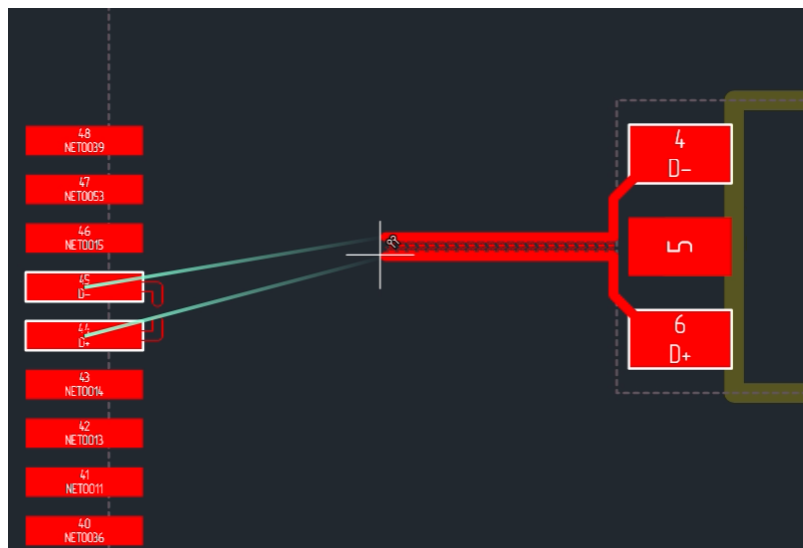


Рис. 335 Возможный вид прокладываемого участка диффпары

Имеется возможность сразу поместить курсор в область [завершения дифференциальной линии](#). Однако, рекомендуется размещать дифференциальную пару отдельными участками, такой трек сложнее обычного, и трассировщик не сможет сразу предложить законченный и подходящий вариант трассы.

Для размещения диффпары отдельными участками:

1. Активируйте инструмент «Разместить диффпару» и начните размещение с начальной пары контактных площадок.
2. Отдельная фиксация геометрии схождения не требуется, см. [Рис. 336](#);

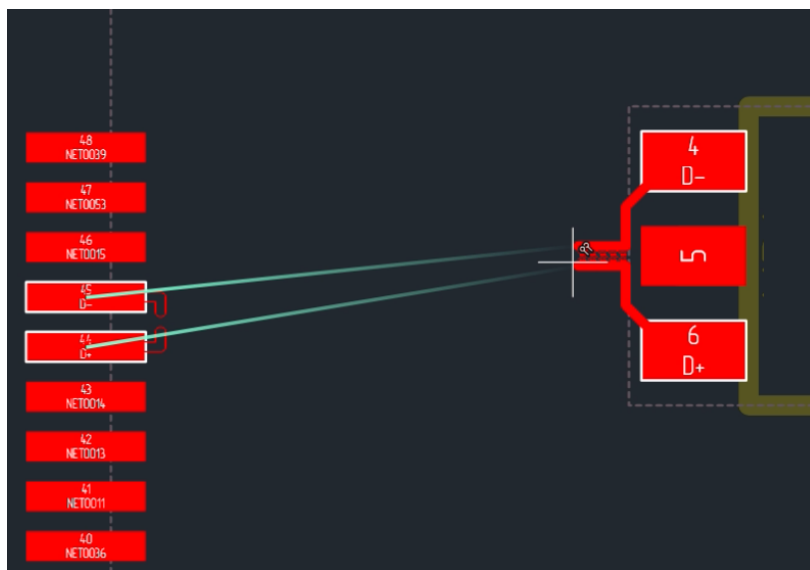


Рис. 336 Определение геометрии схождения

3. Переместите курсор в новую точку, при этом на экране отобразится возможный вид линии между предыдущей зафиксированной точкой и текущим положением курсора, см. [Рис. 337](#);

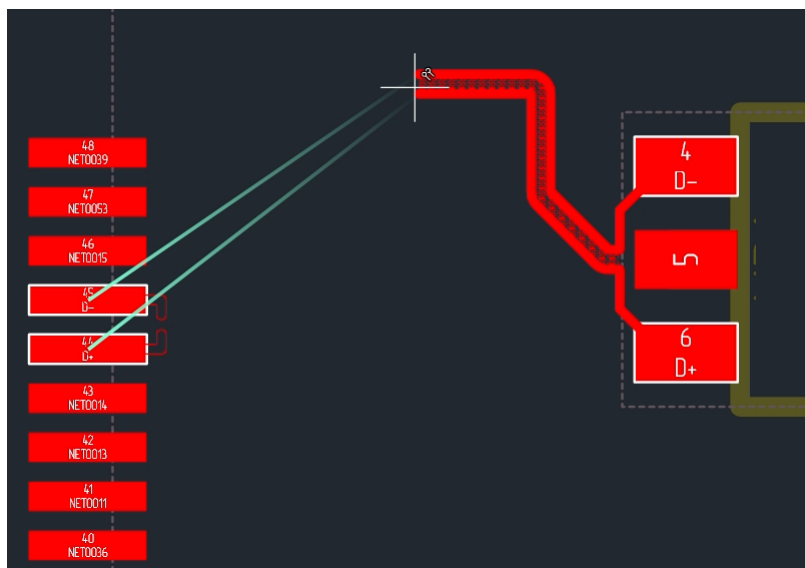


Рис. 337 Зафиксированный участок диффпары и возможный вид следующего участка

4. Зафиксируйте нажатием левой кнопки мыши демонстрируемый участок, см. [Рис. 338](#). При этом сразу начинает трассироваться новый участок;

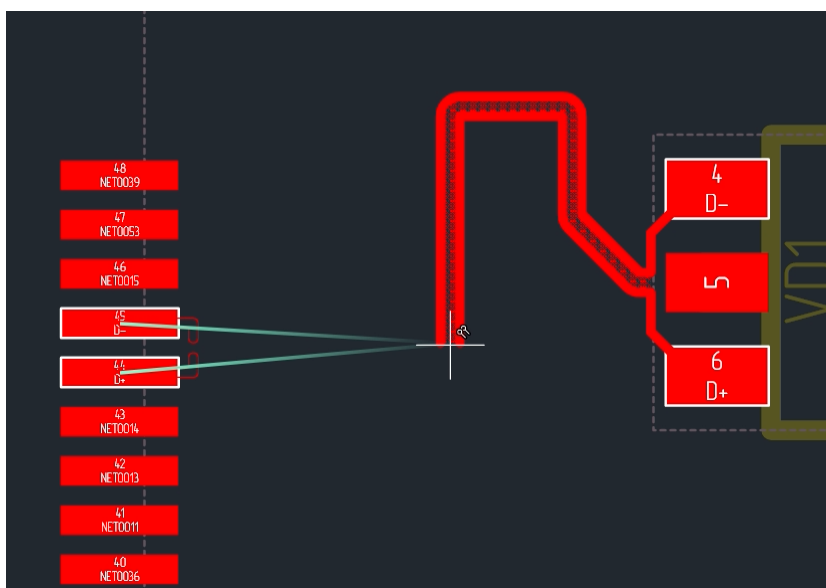


Рис. 338 Продолжение трассировки диффпары

5. Повторять пункты [3](#) и [4](#) до тех пор, пока не будет получена требуемая геометрия линии диффпары.



Примечание! Размещение будет завершено при достижении соответствующей конечной пары контактных площадок или при завершении сеанса работы с данным инструментом.

При трассировке диффпар как единого целого по аналогии с одиночными треками применимы следующие приемы:

- [Изменение точки поворота](#);
- [Отмена размещения последнего сегмента](#);
- [Отмена размещения](#);
- [Завершение размещения вне проводящего рисунка](#);
- [Переход на другой слой](#);
- [Проверка нарушений](#).

11.10.2.4 Завершение размещения диффпары

Завершение диффпары (присоединение к конечной паре контактных площадок) аналогично начальному формированию [точек схождения вблизи контактных площадок](#).



Примечание! Для завершения размещения диффпары в указанном месте на плате (не на объекте проводящего рисунка) используйте команду контекстного меню «Завершить».

По умолчанию система пытается построить симметричный вход в соответствии с разрешенными направлениями подключения к КП, см. [Рис. 339](#).

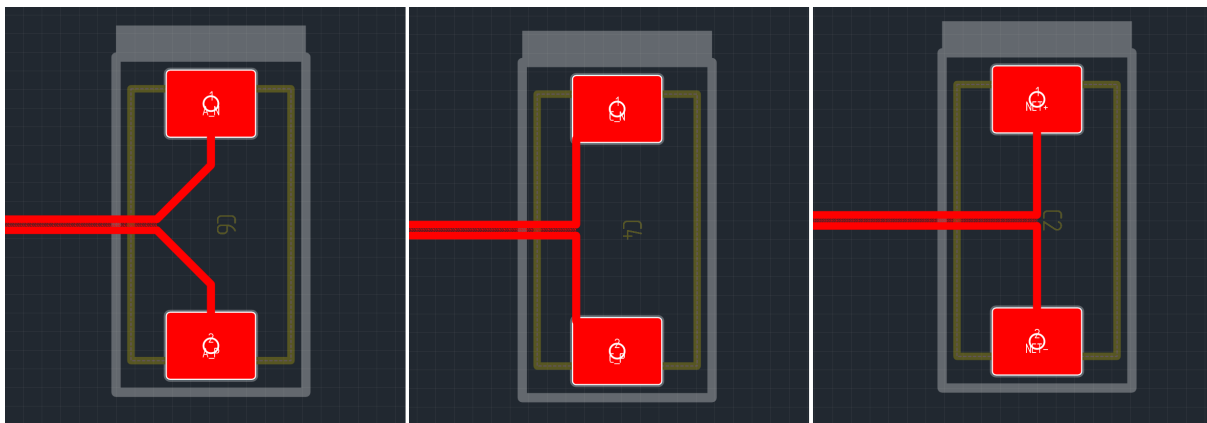


Рис. 339 Варианты симметричного завершения диффпары

Если предлагаемый способ подключения не обеспечивает необходимую геометрию, то можно создать схождения как начальные, а затем соединить два участка линии, см. [Рис. 340](#) (см. раздел [Продолжение незавершенной диффпары](#)).



Рис. 340 Соединение двух участков диффпары

11.10.2.5 Изменение ширины диффпары

Для изменения ширины диффпары в режиме активного инструмента «Разместить диффпару» из контекстного меню выберите пункт «Изменить ширину трека», см. [Рис. 341](#).

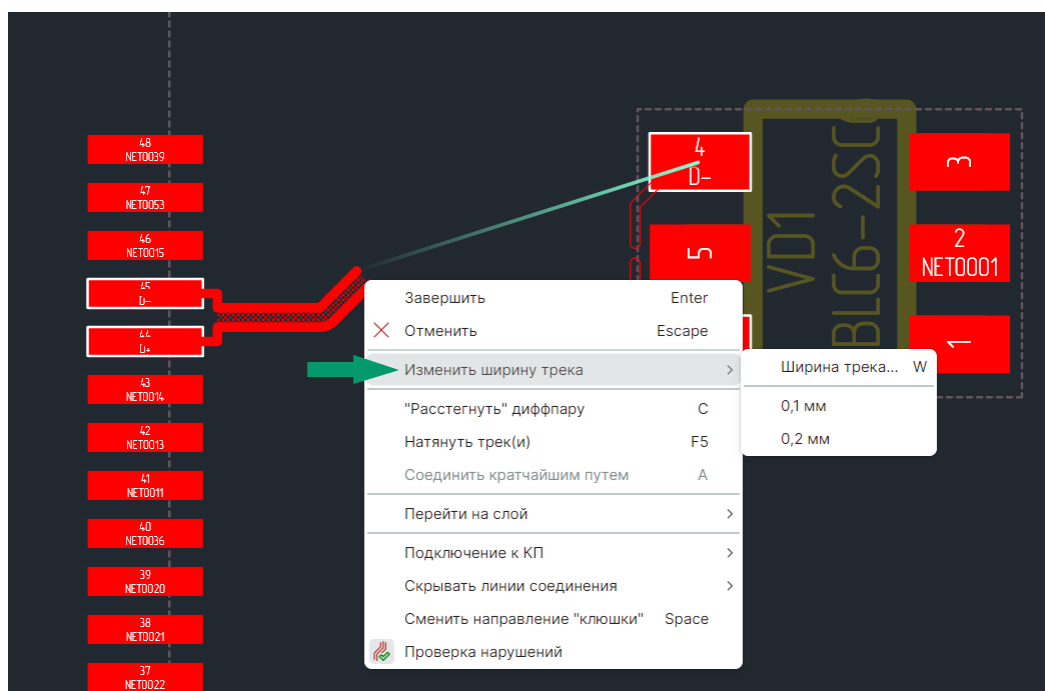


Рис. 341 Изменение ширины диффпары

Подпункты с числовыми значениями показывают минимальное и номинальное значение ширины трека, заданные в Редакторе правил.

При выборе пункта «Изменить ширину трека» → «Ширина трека» отображается окно «Ширина трека», см. [Рис. 342](#).

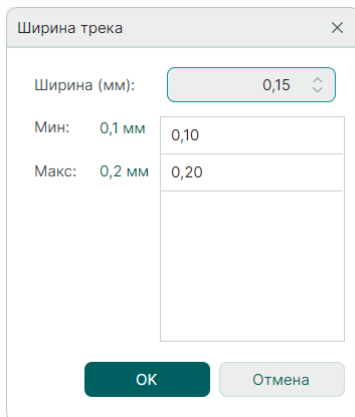


Рис. 342 Управление шириной трека диффпары

Задайте числовое значение ширины трека диффпары в поле «Ширина (мм)» и нажмите «ОК». Если заданное значение не лежит в диапазоне между минимальным и номинальным значениями, заданными в Редакторе правил, то выдается предупреждение о неверном заданном значении ширины трека диффпары.

При выборе пункта «Изменить ширину трека» → «подпункт с числовым значением» данная ширина присваивается к текущей диффпаре.

11.10.3 Переход диффпары на другой слой

Переход на другой слой при трассировке диффпары в целом осуществляется аналогично переходу на другой слой одиночного трека (см. раздел [Переход на другой слой](#)).

Существенным отличием является то, что при переходе на другой слой может нарушиться симметричность диффпары.

11.10.3.1 Выбор нового слоя

В процессе размещения диффпары переход на другой слой осуществляется с помощью:

- пунктов контекстного меню «На слой выше» и «На слой ниже»;
- горячих клавиш, которые назначены для перехода на другой слой (по умолчанию это «PageUp» и «PageDown»);
- выбора слоя в выпадающем списке отображаемых активных слоев, расположенном в строке состояния.

При переходе дифференциальной пары на другой слой печатной платы реализована возможность выбора ориентации пары переходных отверстий нажатием горячих клавиш, заданных в панели управления в разделе «Панель управления» → «Клавиатура» → «Общие» → «Повернуть по часовой

стрелке»/«Повернуть против часовой стрелки». По умолчанию заданы горячие клавиши «Shift+R» и «R» соответственно.



Примечание! Если предлагаемые варианты перехода на другой слой по какой-либо причине не подходят, то переход можно осуществить, трассируя диффпару в виде одиночных треков, для каждого из которых переходные отверстия размещаются отдельно. Однако, следует помнить, что такой способ увеличивает длину непарных участков диффпары.

11.10.4 Использование "расстегнутой" диффпары

11.10.4.1 Общие сведения о «расстегнутой» диффпаре

Диффпара может трассироваться как в режиме единого целого (два трека одновременно), так и в режиме отдельных треков.

Диффпара (или участок диффпары), трассируемая в режиме отдельных треков, именуется "расстегнутой" диффпарой.

Трассировка "расстегнутой" диффпары может выполняться одним из следующих способов:

- [Совместная трассировка в "расстегнутом" режиме](#) с помощью инструмента «Разместить диффпару»;
- [Трассировка отдельных треков диффпары независимо друг от друга](#).



Примечание! Если диффпара трассируется не как единое целое, то при таком варианте трассировки образуются непарные участки, даже если при этом сохраняется зазор между треками. Ограничения на длину непарных участков установлены в правилах проектирования, см. [Приложение Б](#).

11.10.4.2 "Расстегнутый" режим для двух треков

"Расстегнутый" режим трассировки диффпар активируется из контекстного меню инструментом «"Расстегнуть" диффпару», см. [Рис. 343](#).

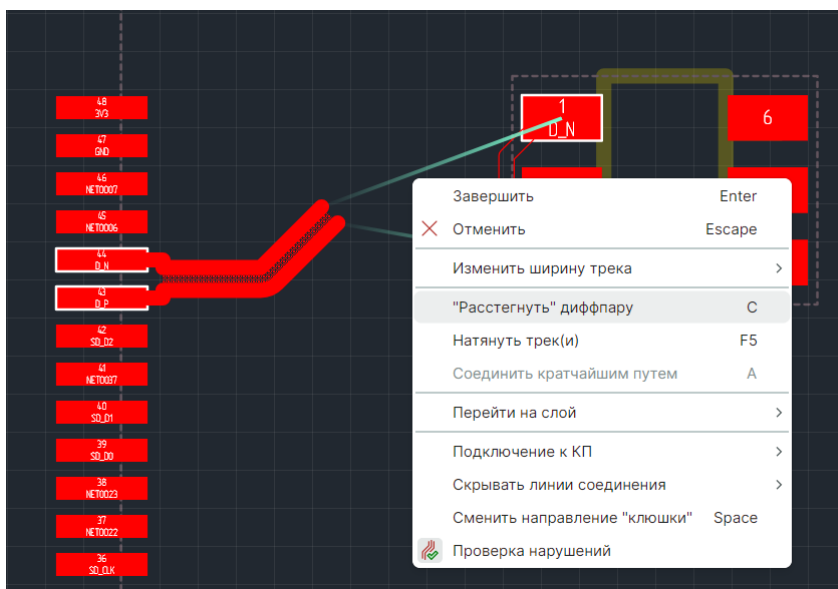


Рис. 343 Включение "расстегнутого" режима трассировки диффпары



Примечание! Для получения аналогичного результата можно воспользоваться горячей клавишей, по умолчанию для данного действия назначена клавиша «С».

Одновременная трассировка двух треков в "расстегнутом" режиме предназначена для оперативного преодоления простых препятствий, см. [Рис. 344](#).

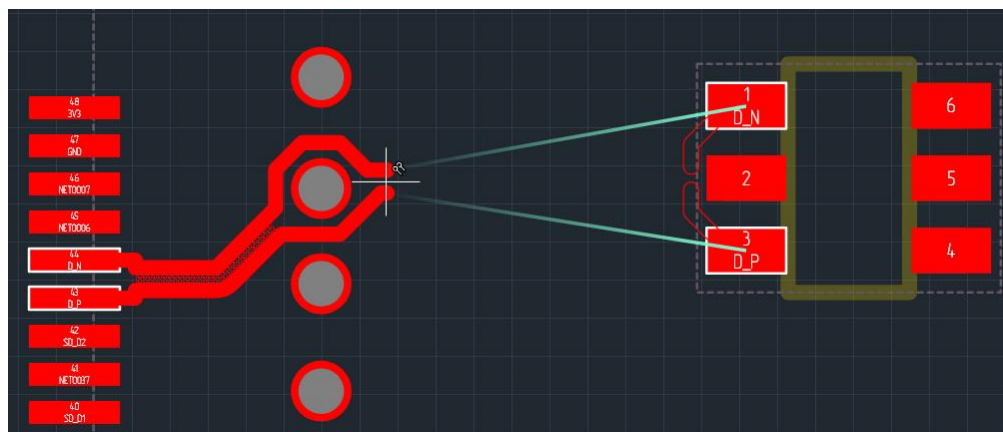


Рис. 344 Преодоление препятствия в "расстегнутом" режиме размещения диффпары

"Застегнутые" участки, на которых диффпара интерпретируется системой как единое целое, показываются со штриховкой между двумя треками.



Примечание! Данный инструмент рекомендуется использовать на ограниченном пространстве и в непосредственной близости от препятствия, иначе возможны построения протяженных непарных участков диффпары.

Для того чтобы избежать размещения протяженных непарных участков в системе Delta Design предусмотрено, что инструмент «Разместить диффпару» после фиксации построения участка в "расстегнутом" режиме будет автоматически возвращен в обычный режим, см. [Рис. 345](#).

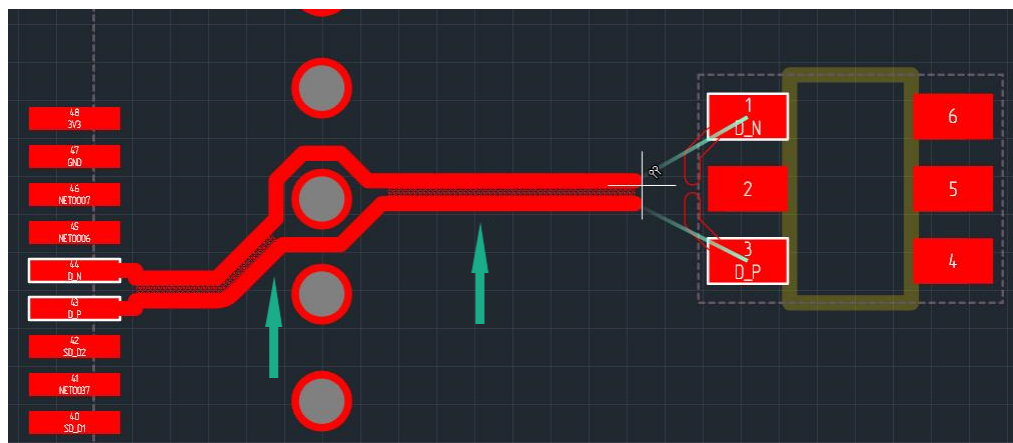


Рис. 345 Восстановление обычного режима трассировки диффпары после использования "расстегнутого" режима

11.10.4.3 Независимая трассировка треков диффпары

Трассировка отдельных треков диффпары выполняется с помощью инструмента «Разместить трек» аналогично [размещению отдельных треков](#).

Участки диффпары, размещенные в таком режиме, считаются "расстегнутыми", даже если геометрия размещения отдельных треков соответствует установленным правилами зазоров для проводников диффпары.

11.10.5 Продолжение незавершенной диффпары

Продолжение диффпары можно выполнить в режиме единого целого, так и отдельными треками.

Для завершения диффпары как единого целого:

1. Активируйте инструмент «Разместить диффпару».
2. Выберите в качестве стартовых площадок незавершенную линию или вторую пару контактных площадок, до которых необходимо проложить соединение.
3. После этого в редакторе яркими линиями соединения будут показаны те элементы проводящего рисунка, которые необходимо связать диффпарой.

На рисунке [Рис. 346](#) показано завершение диффпары как единого целого.

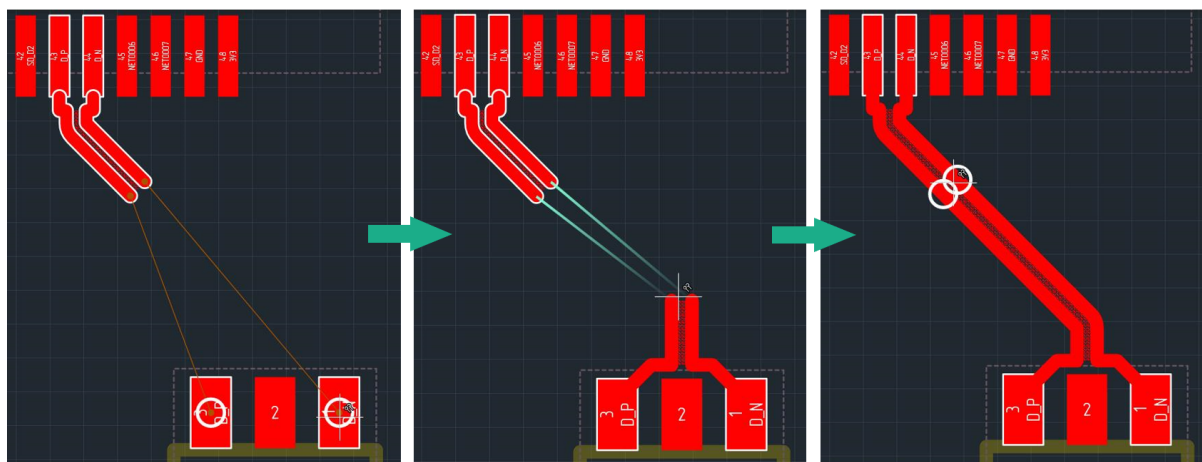


Рис. 346 Продолжение и завершение диффпары

11.10.6 Редактирование диффпары

Редактирование диффпары осуществляется по аналогии с редактированием одиночного трека, см. раздел [Редактирование трека](#).

11.10.7 Скругление диффпары

Скругление углов дифференциальной пары выполняется таким же способом как и [скругление углов одиночных треков](#).

В случае если диффпара содержит "расстегнутые" участки, то каждый угол на этом участке скругляется отдельно, см. [Рис. 347](#).

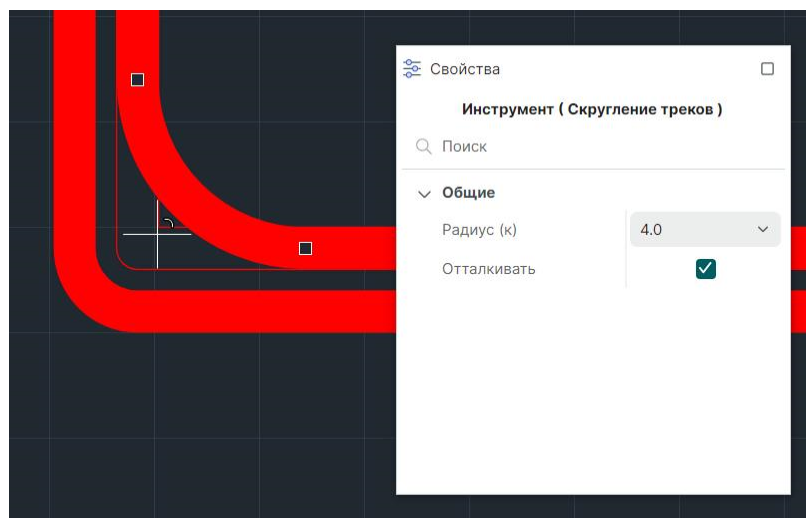


Рис. 347 Скругление угла на "расстегнутом" участке диффпары

11.10.8 Натяжение диффпары

Натяжение треков дифференциальной пары выполняется по тем же правилам, что и в случае [натяжения одиночных треков](#).

Натяжение на парных и "расстегнутых" участках происходит одновременно.

На [Рис. 348](#) показан пример натяжения диффпары, содержащей "расстегнутый" участок.

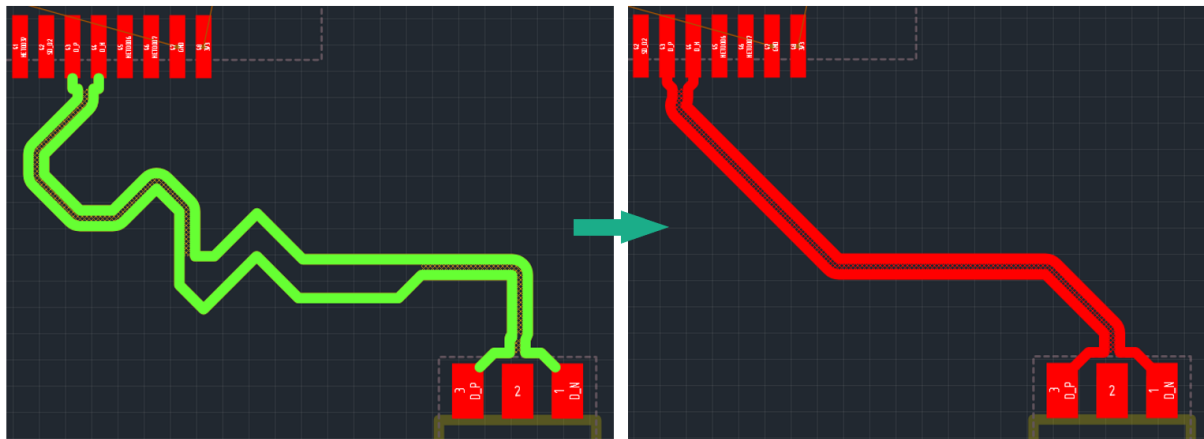


Рис. 348 Натяжение диффпары



Важно! Натяжение диффпары может нарушить симметричность диффпары.

11.10.9 Выравнивание фаз треков диффпары

На практике из-за ограничений, накладываемых расположением и геометрией контактных площадок компонентов и переходных отверстий, а также наличия поворотов, строгая симметричность проводников дифференциальной пары труднореализуема, что приводит к различию величины задержек сигналов пары.

Для выравнивания фаз треков внутри дифференциальной пары и синхронизации приема сигнала приемником используется инструмент «Выравнивать фазы диффпарного трека».

При использовании инструмента «Выравнивать фазы диффпарного трека» система автоматически размещает меандр в треке меньшей длины.

Для корректной работы инструмента «Выравнивать фазы диффпарного трека» предварительно на этапе создания диффпары необходимо [определить направления сигналов диффпары](#).

Условием автоматического размещения меандра является соблюдение правил ширины зазора между сегментом трека, в который размещается меандр, и другими элементами платы.

При несоблюдении условий размещения меандра отображается сообщение о недопустимости автоматического размещения меандра при заданных условиях, см. [Рис. 349](#).

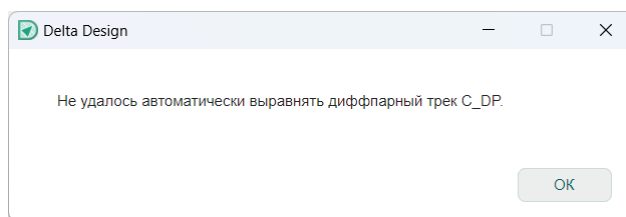


Рис. 349 Предупреждение о невозможности автоматического выравнивания

Для выравнивания фаз трексов внутри дифференциальной пары:

1. Выделите на печатной плате дифференциальную пару или сегмент дифференциальной пары.
2. Из контекстного меню выберите пункт «Выравнивать фазы диффпарного трека», см. [Рис. 350](#).

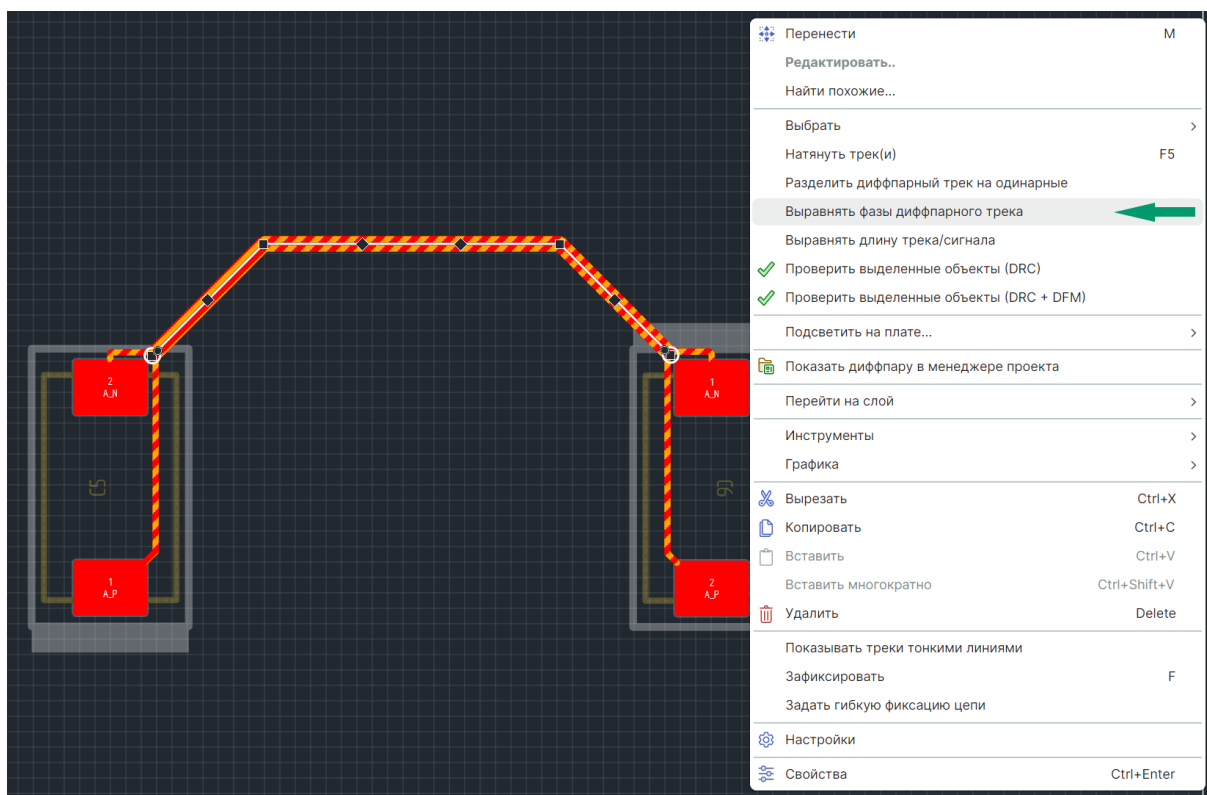


Рис. 350 Выравнивание фаз диффпары

3. В результате автоматического выравнивания фаз дифференциальной пары будет размещен меандр(ы) на треке меньшей длины, см. [Рис. 351](#).

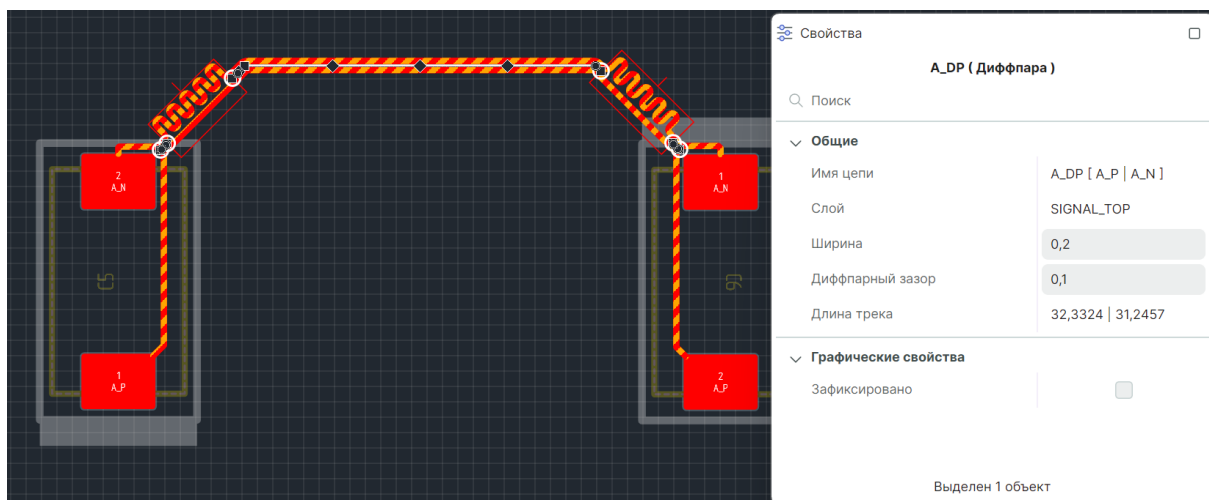


Рис. 351 Результат автоматического выравнивания дифференциальной пары

Автоматическое размещение меандра(ов) производится с учетом выделенных сегментов трека диффпары, см. [Рис. 352](#).

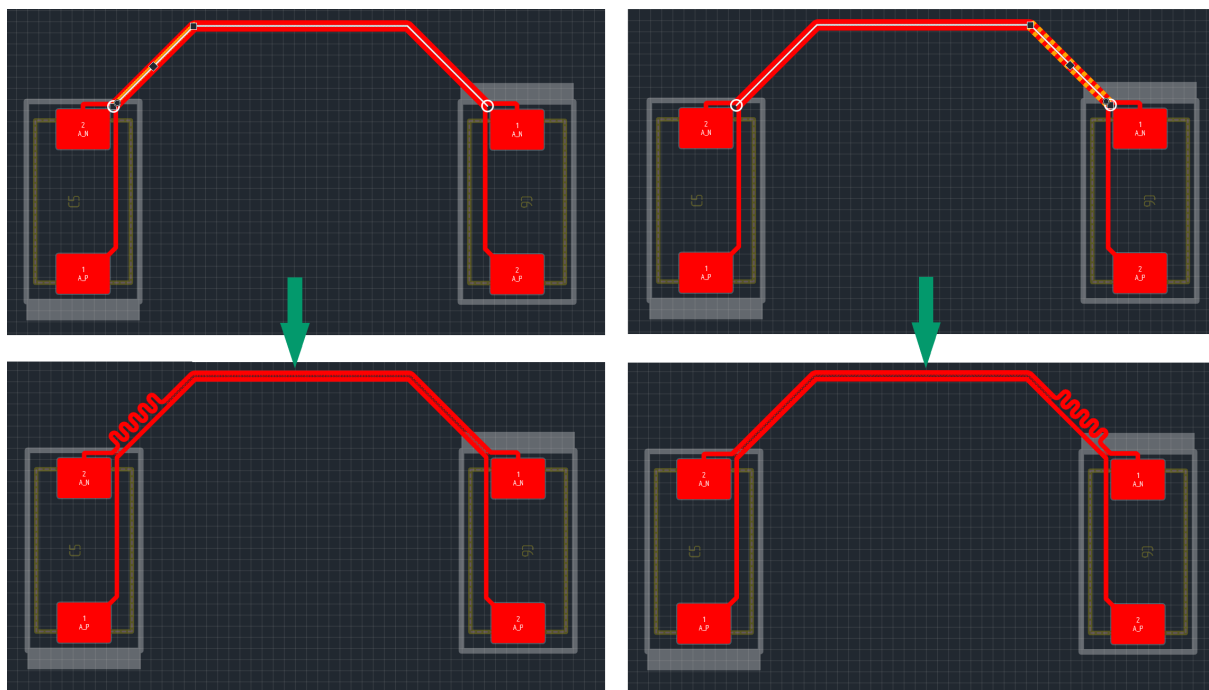


Рис. 352 Расположение меандра(ов) с учетом выделенного сегмента

11.11 Выравнивание длин проводников

Высокоскоростная плата – это печатная плата, включающая в себя устройства, переключение которых осуществляется настолько быстро, что оно завершается до того, как сигнал проходит вдоль трассы от источника до целевого приемника.

При проектировании высокоскоростных плат возникает необходимость выравнивания длин линий передачи сигналов.

11.11.1 Создание сигнальной цепи на печатной плате

Сигнальная цепь в системе Delta Design – это объединение обычных цепей, по которым происходит распространение цифрового сигнала. Обычные цепи могут объединяться через пассивные компоненты, такие как резисторы, конденсаторы, индуктивности. Цепи питания в сигнальную цепь не добавляются.

Создание сигнальной цепи на печатной плате

1. Для создания сигнальной цепи выделите (предопределите) на печатной плате проекта объект, имеющий цепь.



Примечание! В системе Delta Design при создании сигнальной цепи на печатной плате допускается выделение сразу нескольких объектов, имеющих цепь и удовлетворяющих условию определения сигнальной цепи: треки, контактные площадки и переходные отверстия.

2. Из контекстного меню выберите «Сигналы» → «Создать сигнальную цепь», см. [Рис. 353](#).

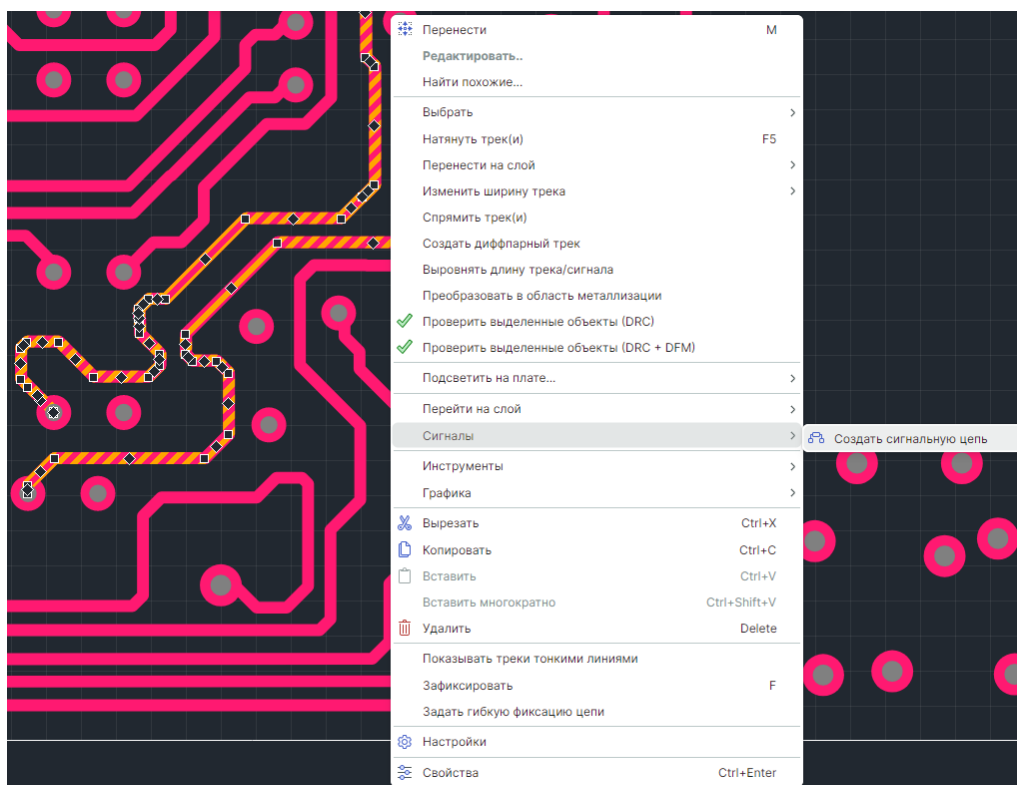


Рис. 353 Предопределение сигнальной цепи на печатной плате



Примечание! Пункт в контекстном меню «Сигналы» → «Создать сигнальную цепь» не отображается при выделении объекта, не удовлетворяющего условию определения сигнальной цепи, например, выделенный трек проведен к источнику питания.

3. В окне «Сигнальная цепь» в списке «Цепи, входящие в сигнальную цепь» отображаются предопределенные цепи, см. [Рис. 354](#).

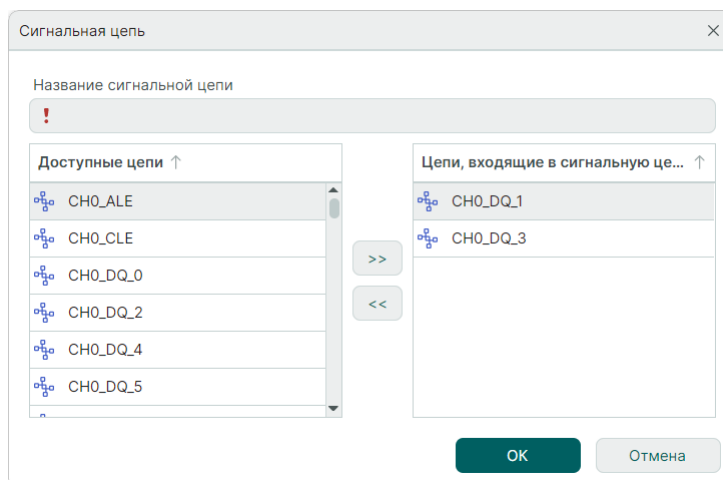


Рис. 354 Назначение сигнальной цепи

В поле «Название сигнальной цепи» введите название сигнальной цепи.

В списке «Доступные цепи» отображаются все цепи печатной платы проекта, кроме предопределенных.

При необходимости левой кнопкой мыши выделите необходимые цепи и с помощью кнопок перемещения, которые находятся между областями списков, перенесите выделенные цепи, см. [Рис. 355](#).

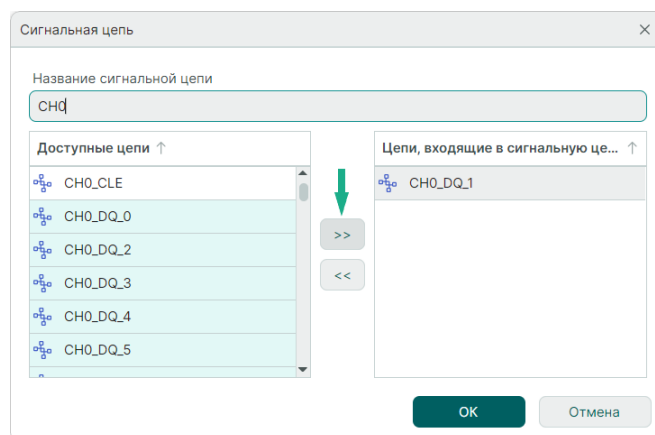


Рис. 355 Добавление цепей



Примечание! Используйте клавишу «Ctrl» для выделения нескольких цепей.

4. Нажмите кнопку «OK».

5. В панели «Менеджер проекта» → «Цепи» → «Сигнальные цепи» отображаются все существующие сигнальные цепи, см. [Рис. 356](#).



Создание сигнальных цепей в панели «Менеджер проекта»

1. В панели «Менеджер проекта» → «Цепи» → «Сигнальные цепи» из контекстного меню выберите пункт «Новая сигнальная цепь», см. [Рис. 357](#).

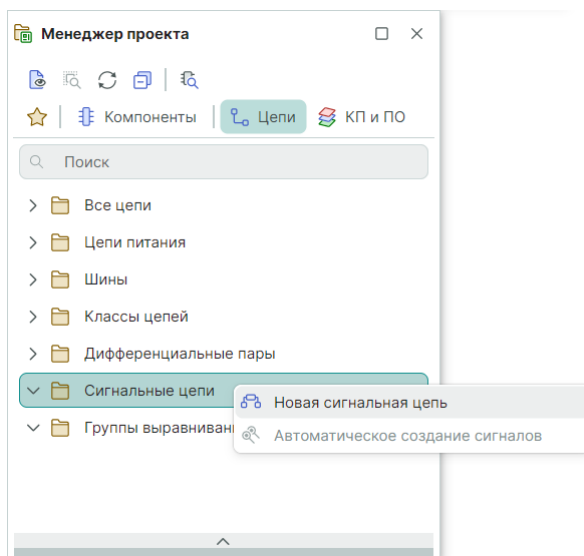


Рис. 357 Создание сигнальных цепей в панели «Менеджер проекта»

2. В окне «Сигнальная цепь» в поле «Название сигнальной цепи» введите название сигнальной цепи.

Левой кнопкой мыши в области списка «Доступные цепи» выделите необходимые цепи и с помощью кнопок перемещения между областями списков перенесите выделенные цепи в область списка «Цепи, входящие в сигнальную цепь», см. [Рис. 358](#).

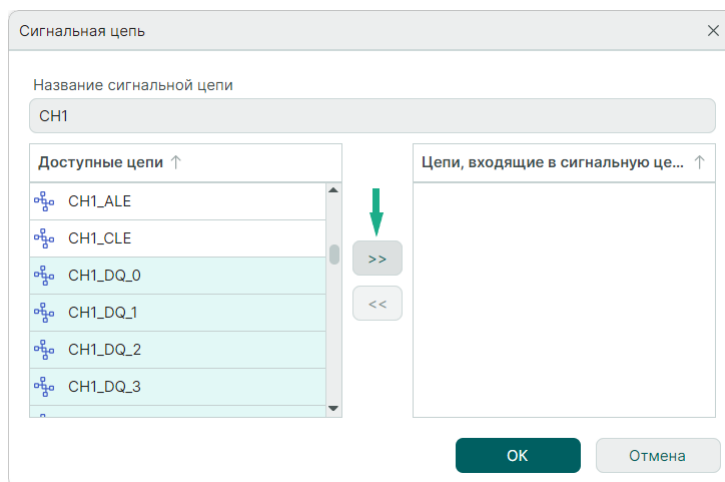


Рис. 358 Выбор цепей

3. Нажмите кнопку «ОК».
4. В панели «Менеджер проекта» → «Цепи» → «Сигнальные цепи» отображаются все существующие сигнальные цепи, см. [Рис. 359](#).

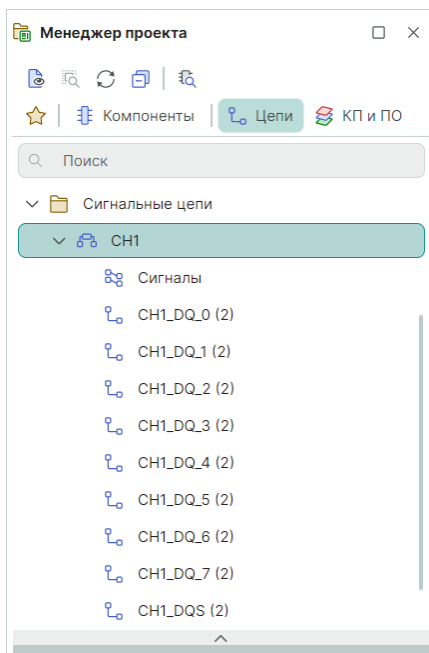


Рис. 359 Отображение в панели «Менеджер проекта» существующих сигнальных цепей



Примечание! Для определения сигнальной цепи из общего списка цепей проекта в «Менеджер проекта» → «Цепи» → «Все цепи» выделите в списке необходимую цепь(цепи), удовлетворяющую условию определения сигнальной цепи.

В контекстном меню выберите пункт «Сигналы» → «Новая сигнальная цепь».

Далее выполните действия как при создании новой сигнальной цепи из списка «Менеджер проекта» → «Цепи» → «Сигнальные цепи».

11.11.2 Создание сигнала на печатной плате

В САПР Delta Design термином *сигнал* обозначается путь сигнала от источника к приемнику. Задается последовательностью пин-пар (соединений пар контактов). Понятие *сигнала* важно для автоматизации проведения трекров от КП источника сигнала до КП приёмника сигнала. От физической длины этих трекров зависит время прохождения сигнала.

1. Создайте в панели «Менеджер проекта» → «Цепи» → «Сигнальные цепи» сигнальную цепь (см. [«Создание сигнальной цепи на печатной плате»](#)).
2. В панели «Менеджер проекта» → «Сигнальные цепи» выберите созданную сигнальную цепь, установите курсор на пункт «Сигналы»,

вызовите контекстное меню и выберите пункт «Ручное создание сигналов», см. [Рис. 360](#).

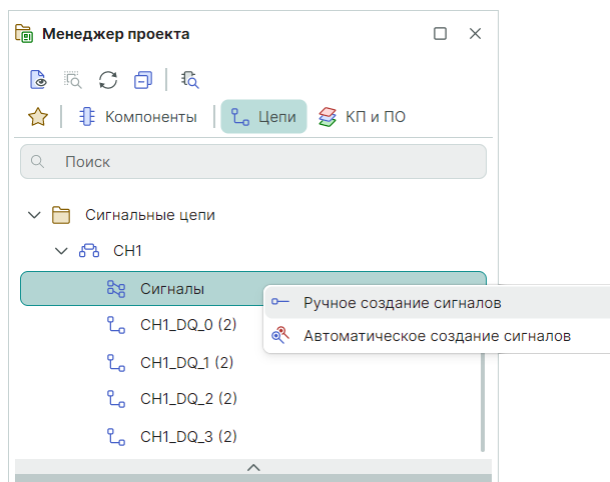


Рис. 360 Создание сигнала для выбранной сигнальной цепи в ручном режиме



Примечание! Создание сигналов в автоматическом режиме осуществляется на электрической схеме проекта, подробнее см. [Электрические цепи](#) раздел [Создание сигнала на электрической схеме](#).

- В окне «Редактор сигналов» для контактов, входящих в отобранные цепи, определите источник и приемник сигнала. По завершении нажмите кнопку «Создать сигнал», см. [Рис. 361](#).

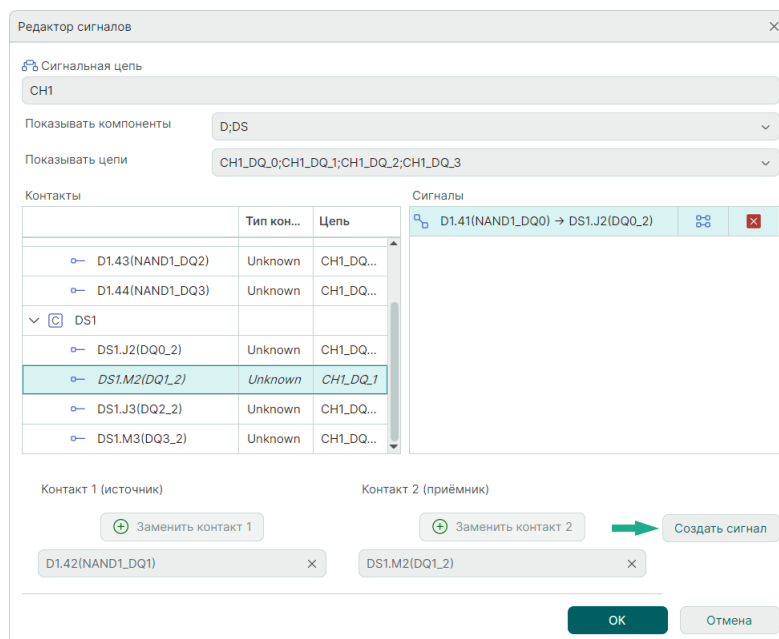


Рис. 361 Создание сигнала в окне редактора

В поле «Сигнальная цепь» отображается название выбранной сигнальной цепи без права редактирования.

В полях «Показывать компоненты» и «Показывать цепи» отображаются компоненты и цепи выбранной сигнальной цепи с возможностью отсортировать данные по цепям или по компонентам.

В области «Контакты» отображается список доступных контактов выбранной сигнальной цепи или цепей с учетом данных, указанных в полях «Показывать компоненты» и «Показывать цепи».

В области «Сигналы» отображается список сформированных пар источников и приемников сигналов, принадлежащих одной цепи. Пара источника и приемника сигнала формируется с помощью кнопок «Добавить контакт 1» и «Добавить контакт 2». При нажатии кнопки «Добавить контакт N» в области «Контакт N» заполняется рабочее поле выбранным контактом.



Примечание! Если рабочее поле области «Контакт N» заполнено, то при формировании сигнала отображается кнопка «Заменить контакт N».

В результате в панели «Менеджер проекта» отображаются все созданные сигналы, см. [Рис. 362](#).

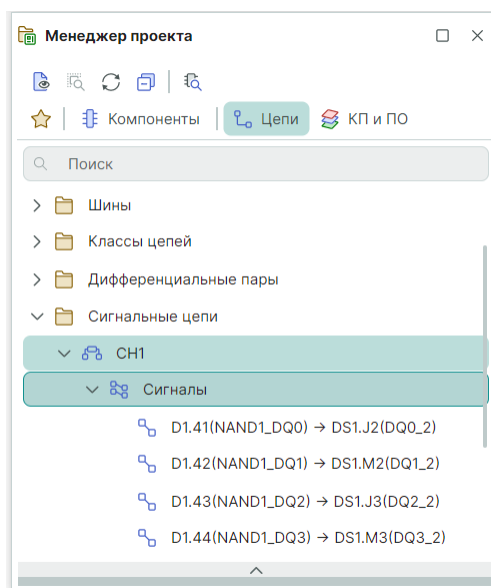


Рис. 362 Отображение в панели «Менеджер проекта» существующих сигналов

Навигация к сигналу на плате осуществляется с помощью контекстного меню для выбранного сигнала в панели «Менеджер проекта», см. [Рис. 363](#).

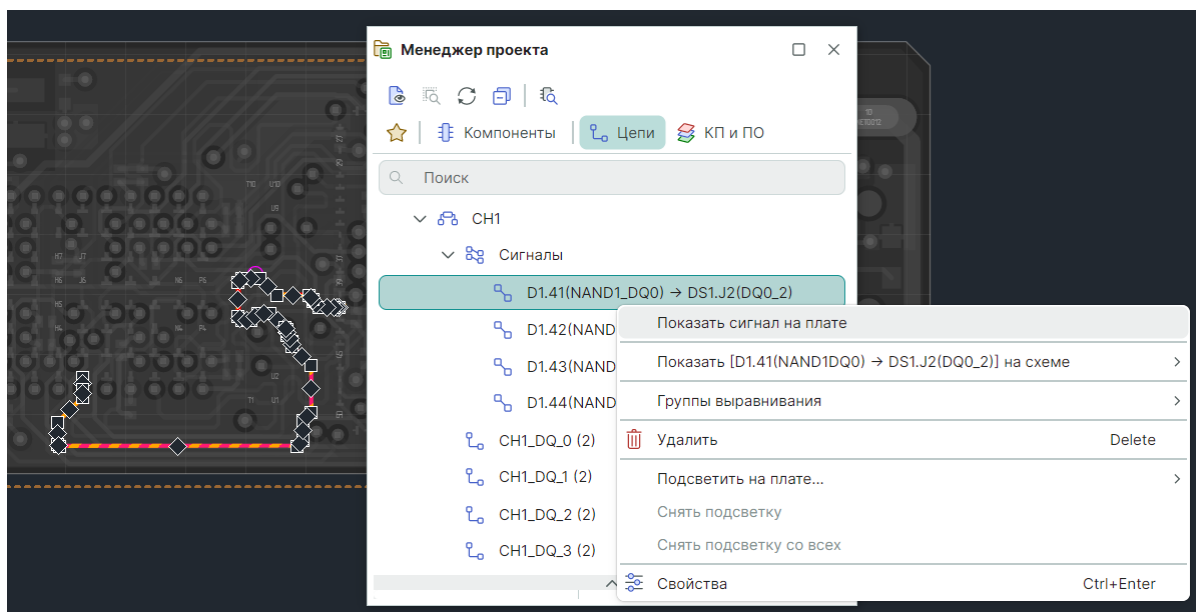


Рис. 363 Навигация из панели «Менеджер проекта» на плате

11.11.3 Создание группы выравнивания

Создайте группу сигнальных цепей, аналогично действиям, описанным в разделе «[Создание сигнала на печатной плате](#)».

1. В панели «Менеджер проекта» → «Группы выравнивания» из контекстного меню выберите пункт «Создать группу выравнивания», см. [Рис. 364](#).

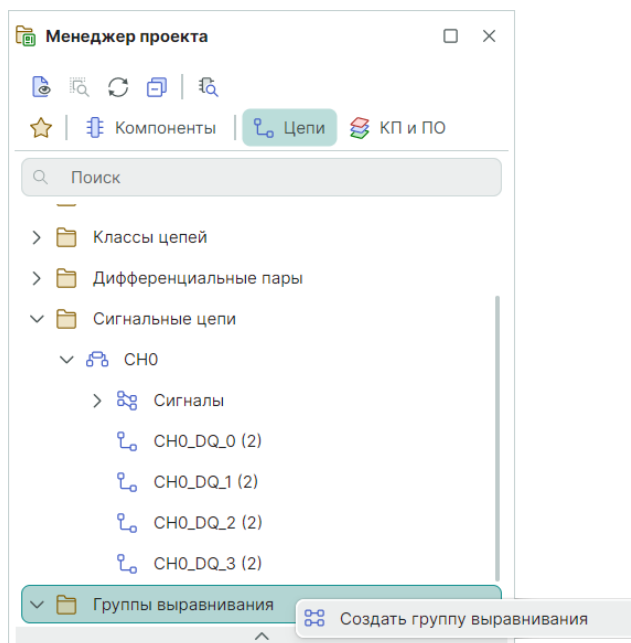


Рис. 364 Выбор пункта меню «Создать группу выравнивания»

2. Задайте имя группы выравнивания и перенесите из левой части поля «Сигналы» в правую часть необходимые сигналы с помощью кнопок перемещения, см. [Рис. 365](#).

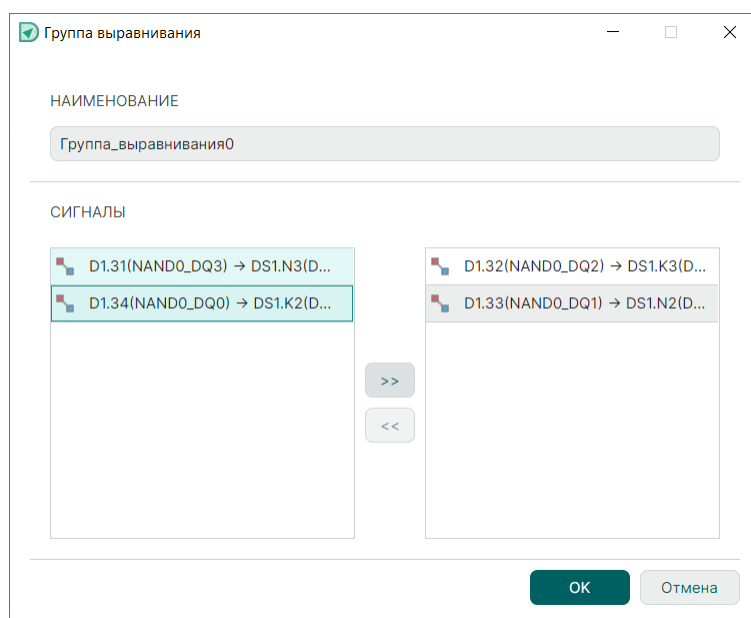


Рис. 365 Наполнение группы выравнивания

3. Нажмите кнопку «OK».
4. Группа выравнивания отображается в дереве панели «Менеджер проекта», см. [Рис. 366](#).

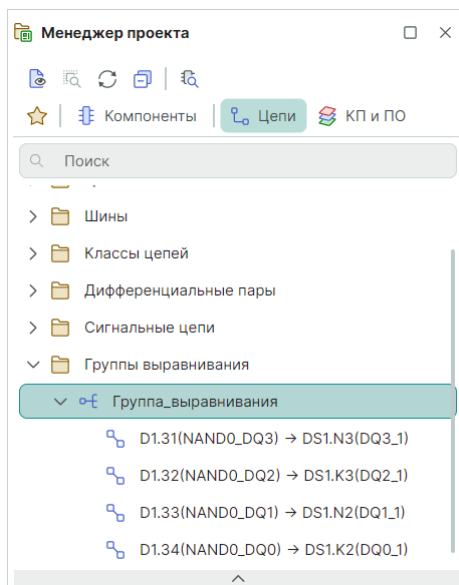


Рис. 366 Отображение групп выравнивания в панели «Менеджер проекта»



Примечание! Для переименования созданной группы выравнивания вызовите контекстное меню для названия группы в панели «Менеджер проекта» и выберите пункт «Переименовать».

Навигация на плате может быть осуществлена ко всей группе выравнивания с помощью контекстного меню для выбранной группы в панели «Менеджер проекта», см. [Рис. 367](#).

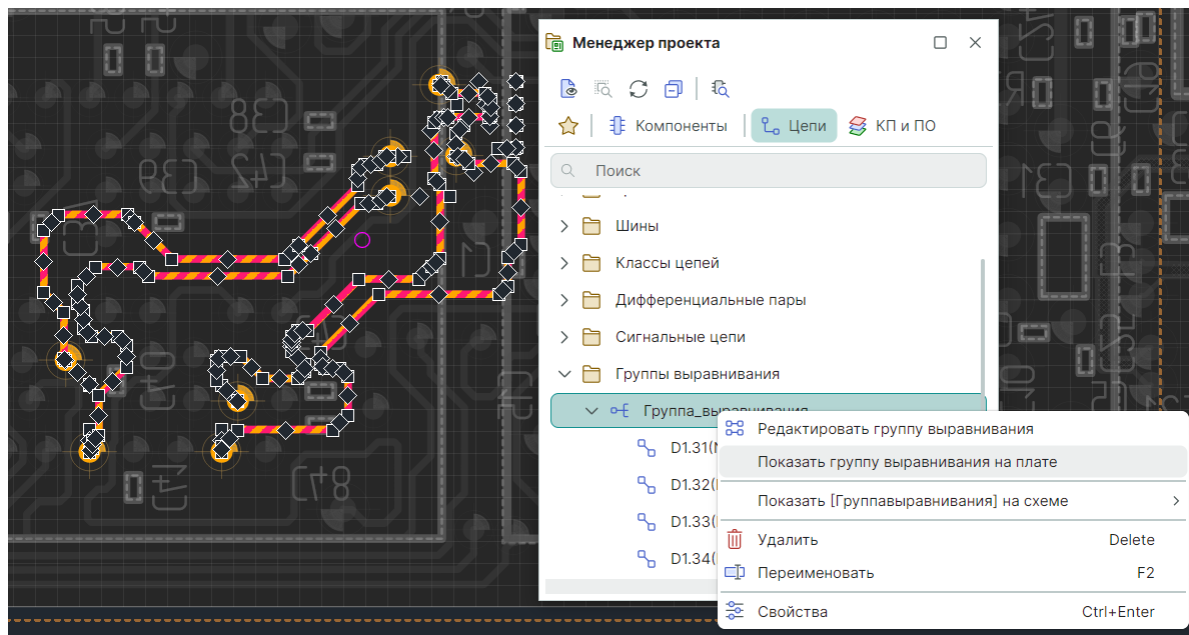


Рис. 367 Навигация из панели «Менеджер проекта» на плате

11.11.4 Правила для сигналов и групп выравнивания

Для сигналов и групп выравнивания могут быть заданы правила ограничений на длины/задержки сигналов:

- Ограничения на длину/задержку сигналов;
- Ограничения на длину/задержку сигналов в группах;
- Выравнивание длин/задержек сигналов внутри группы;
- Взаимное выравнивание сигналов/групп.

Подробное описание приемов работы с правилами см. [Редактор правил](#).

Ограничения на длину/задержку сигналов

В редакторе правил следует выбрать сигнал(ы) и указать значения минимальной и максимальной длины/задержки или значения абсолютной длины/задержки и величину допуска. При необходимости из выпадающего меню выберите размерность значений. Если размерность не указана, то считается, что используется размерность по умолчанию, заданная в шапке текстового описания редактора правил, см. [Рис. 368](#).

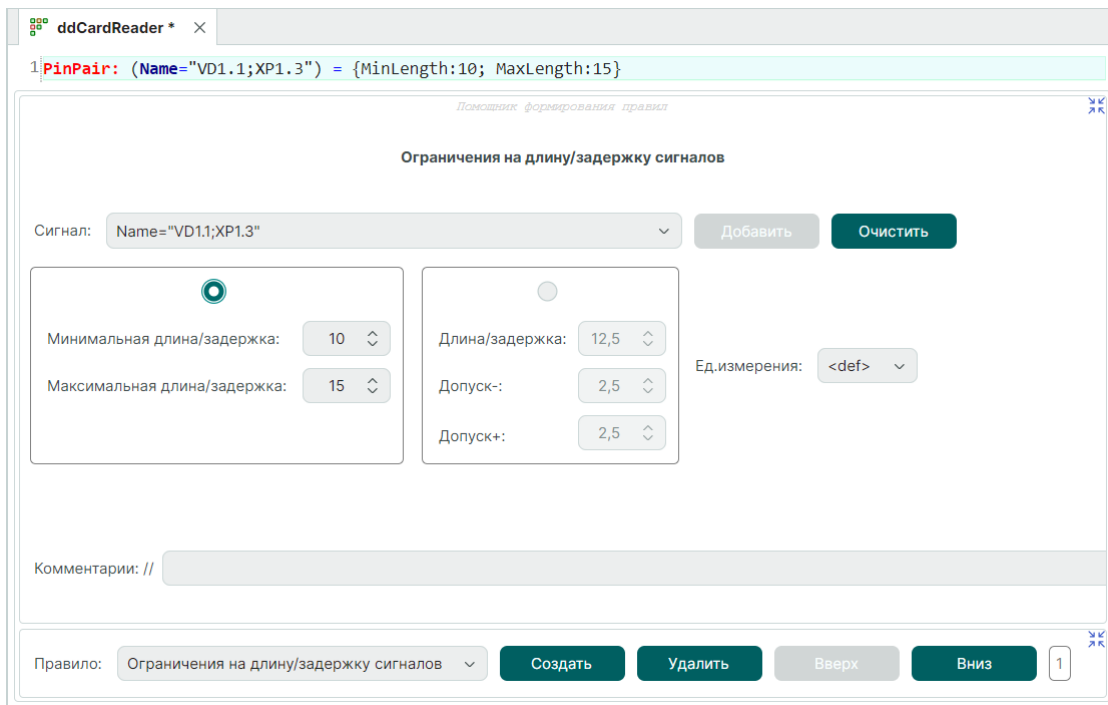


Рис. 368 Ограничения на длину/задержку сигналов

Ограничения на длину/задержку сигналов в группах

Аналогичные параметры следует указать при создании правила ограничения на длину/задержку сигналов в группах: выбрать группу(ы) выравнивания, указать значения минимальной и максимальной длины/задержки или значения абсолютной длины/задержки и величину допуска. При необходимости из выпадающего меню выберите размерность значений. Действие правила будет распространяться на все сигналы, входящие в выбранную группу(ы), см. [Рис. 369](#).

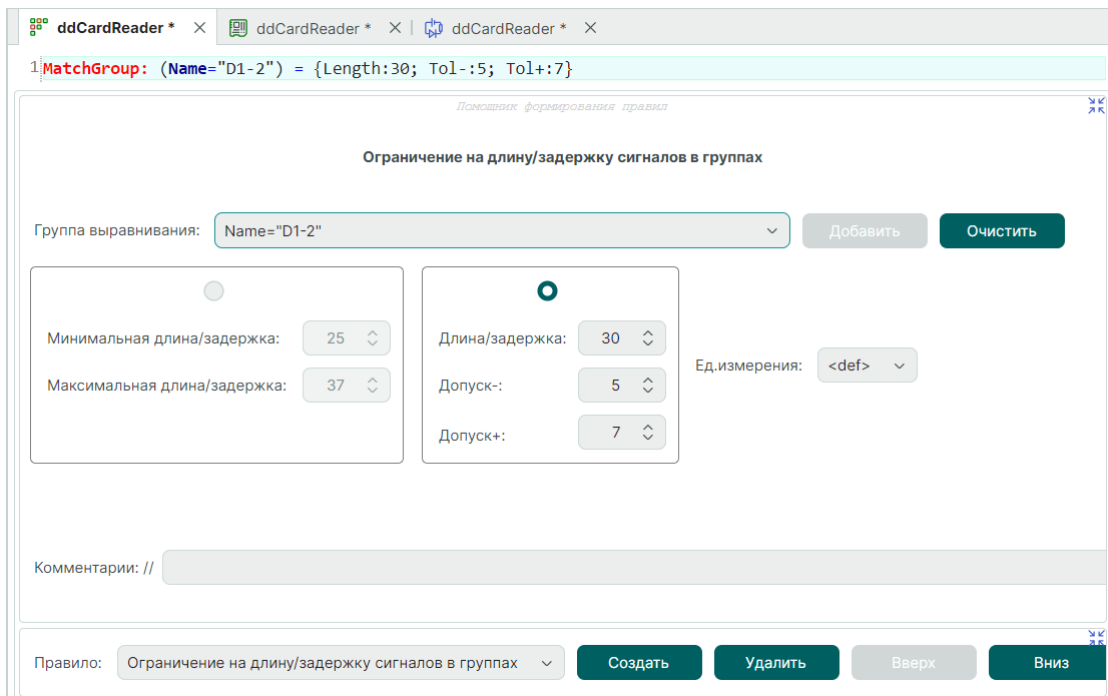


Рис. 369 Ограничения на длину/задержку сигналов в группах

Выравнивание длин/задержек сигналов внутри группы

При необходимости выравнивания длин/задержек сигналов внутри группы создайте соответствующее правило в редакторе правил, выберите группу(ы) выравнивания и укажите величину максимального отклонения длины/задержки сигналов внутри группы. При необходимости из выпадающего меню выберите размерность значений, см. [Рис. 370](#).

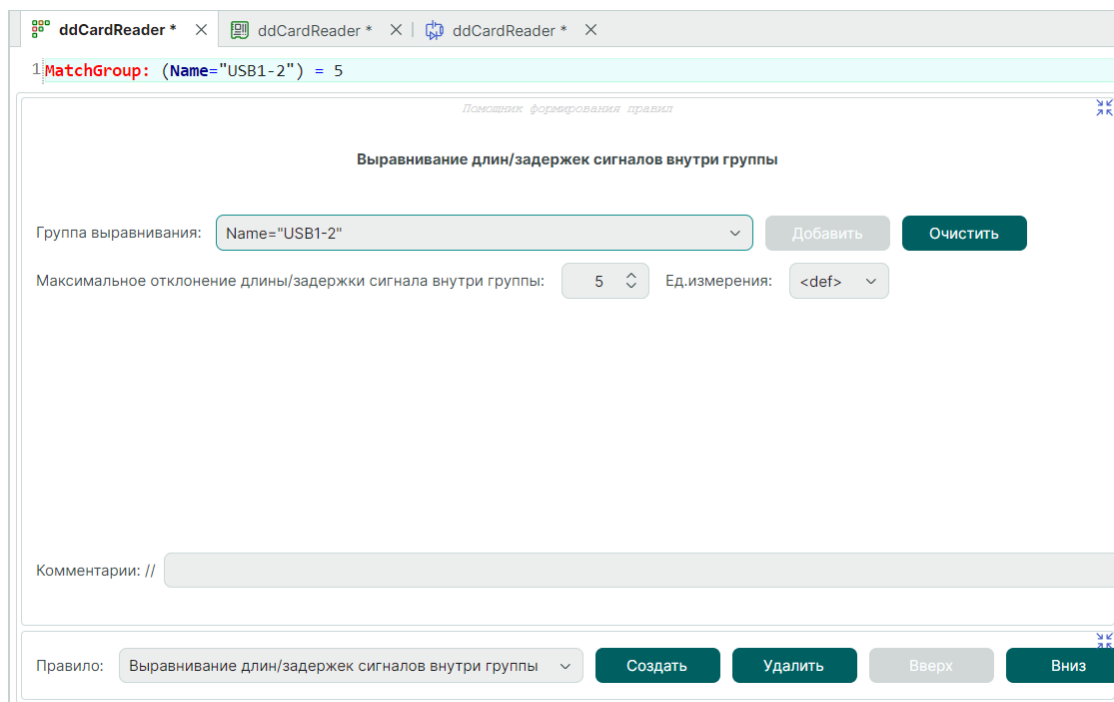


Рис. 370 Выравнивание длин/задержек сигналов внутри группы

Взаимное выравнивание сигналов/групп

При взаимном выравнивании сигналов/групп действия правила может распространяться на два сигнала, на сигнал и группу или на две группы выравнивания. Создайте соответствующее правило в редакторе правил, выберите сигналы/группы для взаимного выравнивания, укажите значения минимальной и максимальной разности длины/задержки или значение абсолютной разности длины/задержки и величину допуска. При необходимости из выпадающего меню выберите размерность значений, см. [Рис. 371](#).

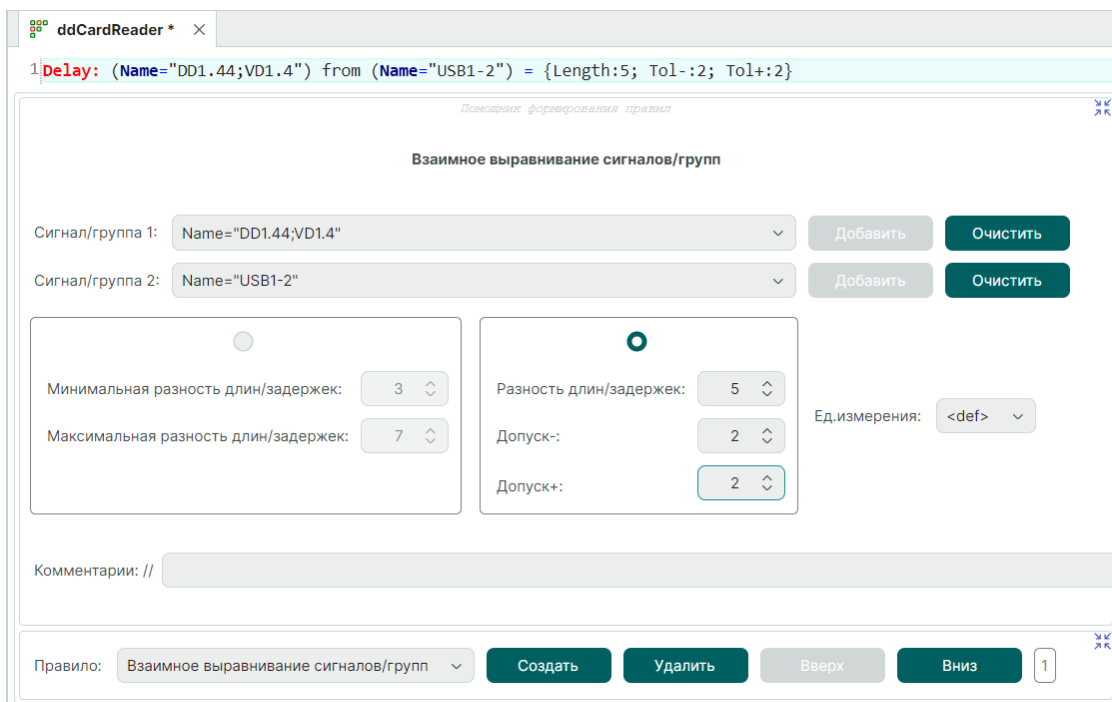


Рис. 371 Выравнивание длин/задержек сигналов внутри группы



Примечание! Один и тот же сигнал может входить в разные группы выравнивания.



Важно! В случае дальнейшей работы в автоматическом трассировщике ТороR необходимо, чтобы для диффпар были созданы сигналы. В противном случае трассировщик ТороR не сможет распознать их как диффпару и диффпара будет проложена как два одиночных трека.

11.11.5 Трассировка сигналов группы выравнивания

Для быстрого перехода к контактам на плате, которые входят в группу выравнивания, в панели «Менеджер проекта» из контекстного меню выберите пункт «Показать группу выравнивания на плате». Контактные площадки, входящие в сигналы группы, будут подсвечены, см. [Рис. 372](#).

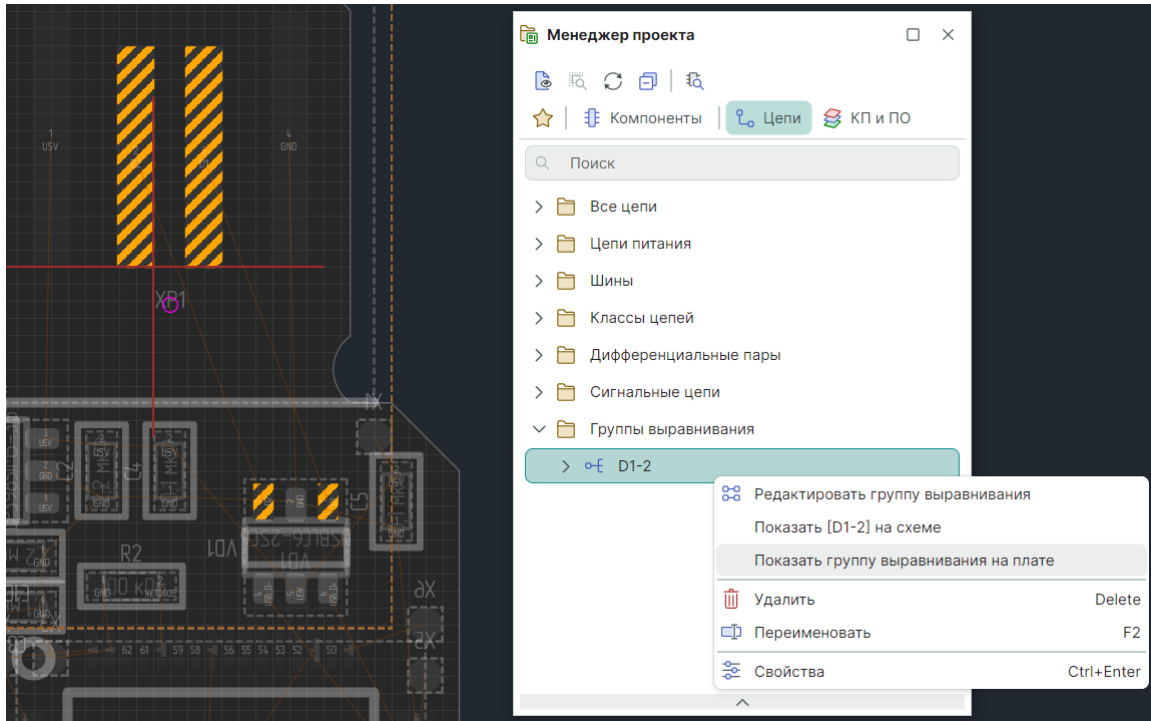


Рис. 372 Навигация к контактам группы выравнивания

После активации инструмента прокладки трека и старта с первой контактной площадки в левом нижнем углу окна отображается индикатор выравнивания длин, см. [Рис. 373](#).

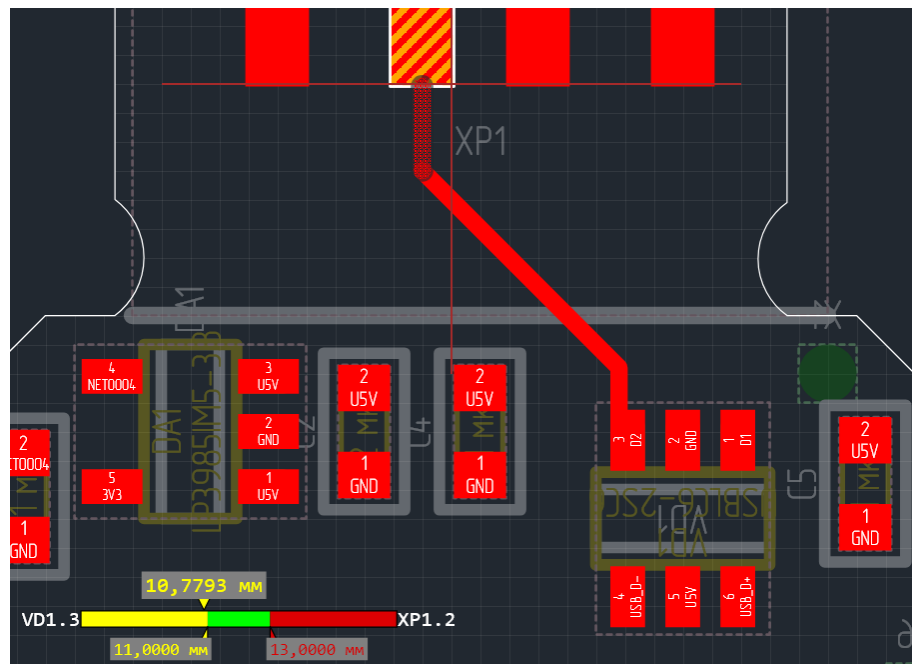


Рис. 373 Индикация выравнивания длин



Примечание! Отображение индикатора выравнивания включается в панели управления, подробнее см. раздел [Примеры индикаторов](#).



Важно! Индикатор отображает допустимые значения для текущего сегмента прокладываемого трека, а не для всей длины трека.

11.11.6 Примеры индикаторов

Для включения отображения индикатора перейдите «Файлы» → «Настройки» → «Панель управления» → «Редактор печатных плат» → «Трассировка» и установите флаг в чек-бокс «Отображать шкалу длины трека при наличии ограничений», см. [Рис. 374](#).

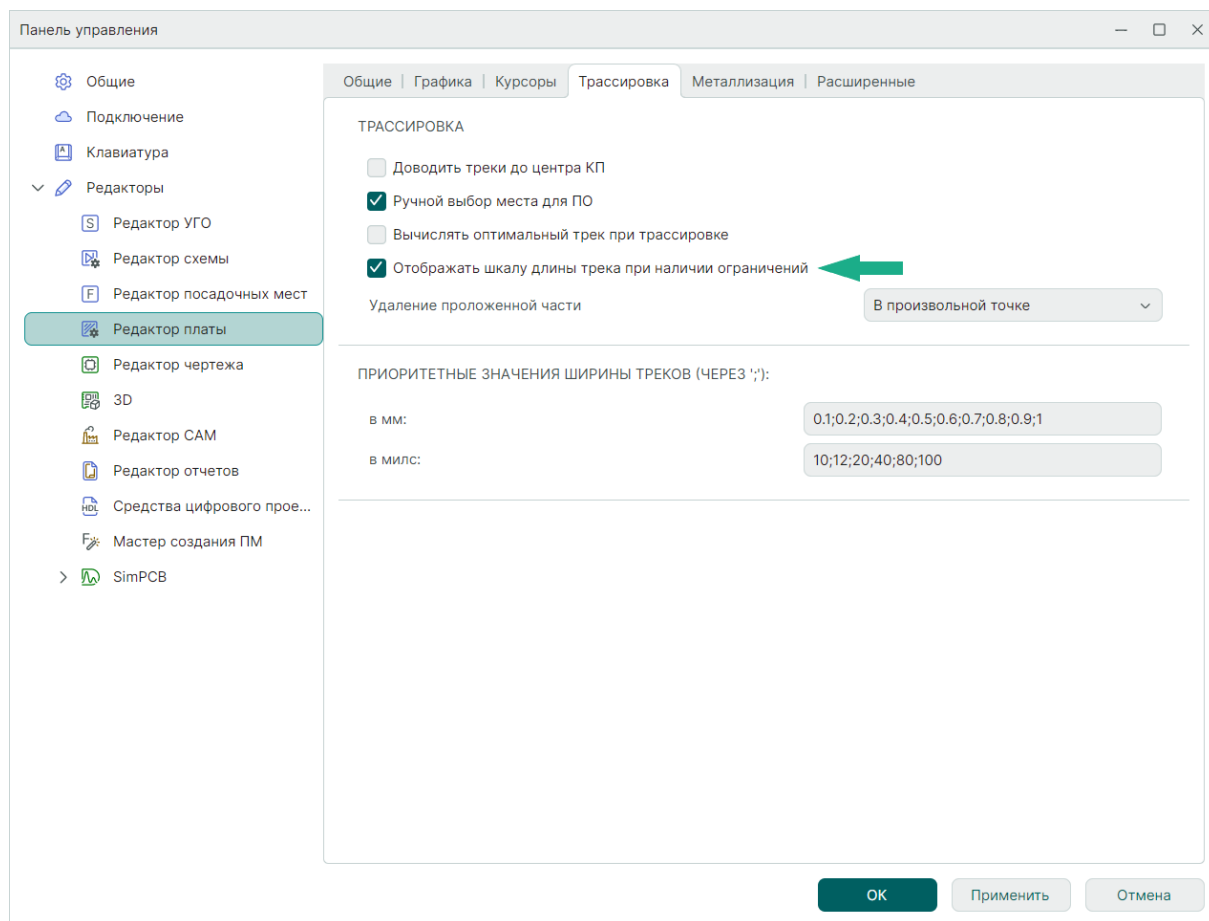


Рис. 374 Включение отображения индикаторов

При трассировке сигнала пользователь в интерактивном режиме видит один или несколько индикаторов выравнивания длин. Несколько индикаторов

могут отображаться для треков, которые входят в несколько сигналов (один источник и несколько приемников сигнала) или входят в группу выравнивания.

Ниже даны примеры нескольких базовых индикаторов, см. [Рис. 375](#).



Рис. 375 Примеры индикаторов

- Верхний указатель – отображает текущую длину сегмента трека.
- Нижние указатели – отображают допустимый диапазон.
- Серая зона – длина трека не может быть рассчитана по причинам: не завершена трассировка всего трека, а также если в правилах проектирования задано слишком много перекрестных взаимоисключающих условий (например, если один сигнал входит в несколько групп выравнивания с разными допусками на задержку сигнала).
- Желтая зона – следует увеличить задержку сигнала.
- Зеленая зона – задержка сигнала в пределах допуска.
- Красная зона – следует уменьшить задержку сигнала.

Если в настройках редактора печатных плат для трассировки установлен флаг в чек-боксе «Файлы» → «Настройки» → «Панель управления» → «Редактор печатных плат» → «Трассировка» → «Вычислять оптимальный трек при трассировке», индикатор будет выглядеть как на [Рис. 376](#).

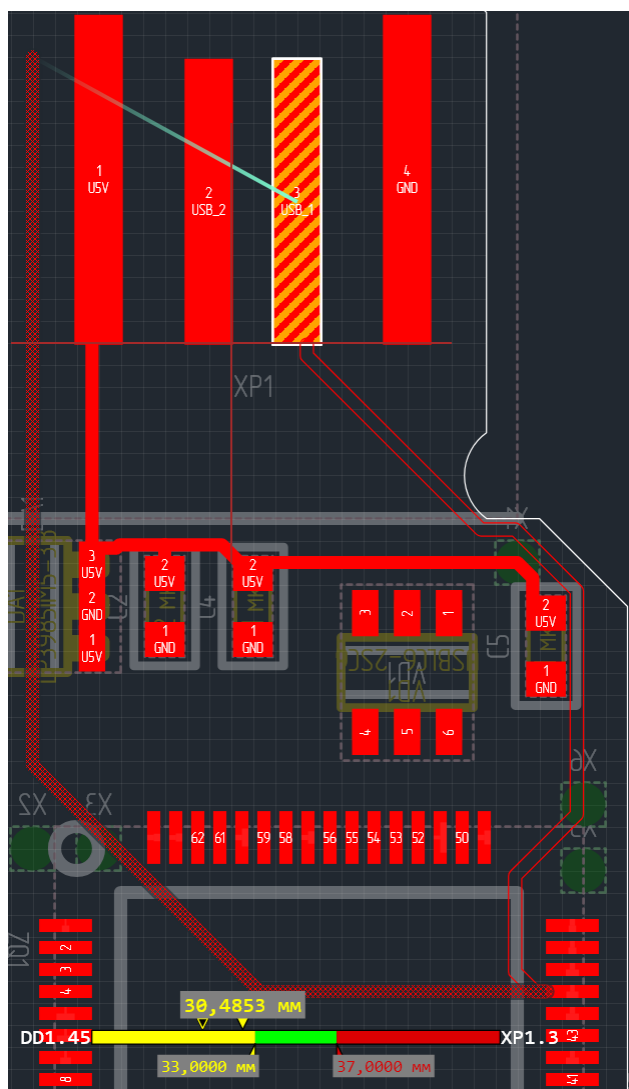


Рис. 376 Вид индикатора при включенной опции
«Вычислять оптимальный трек при
трассировке»

При включенной опции «Вычислять оптимальный трек при трассировке» на индикаторе появится дополнительный верхний указатель (не заполненный цветом), он отображает длину сегмента трека, которая соответствует вычисляемому оптимальному треку.

Запустив DRC-проверку для последней построенной трассы, можно увидеть, насколько она соответствует заданным правилам выравнивания.

Необязательно запускать DRC-проверку для всей платы, достаточно проверить только выделенный объект, см. [Рис. 377](#).

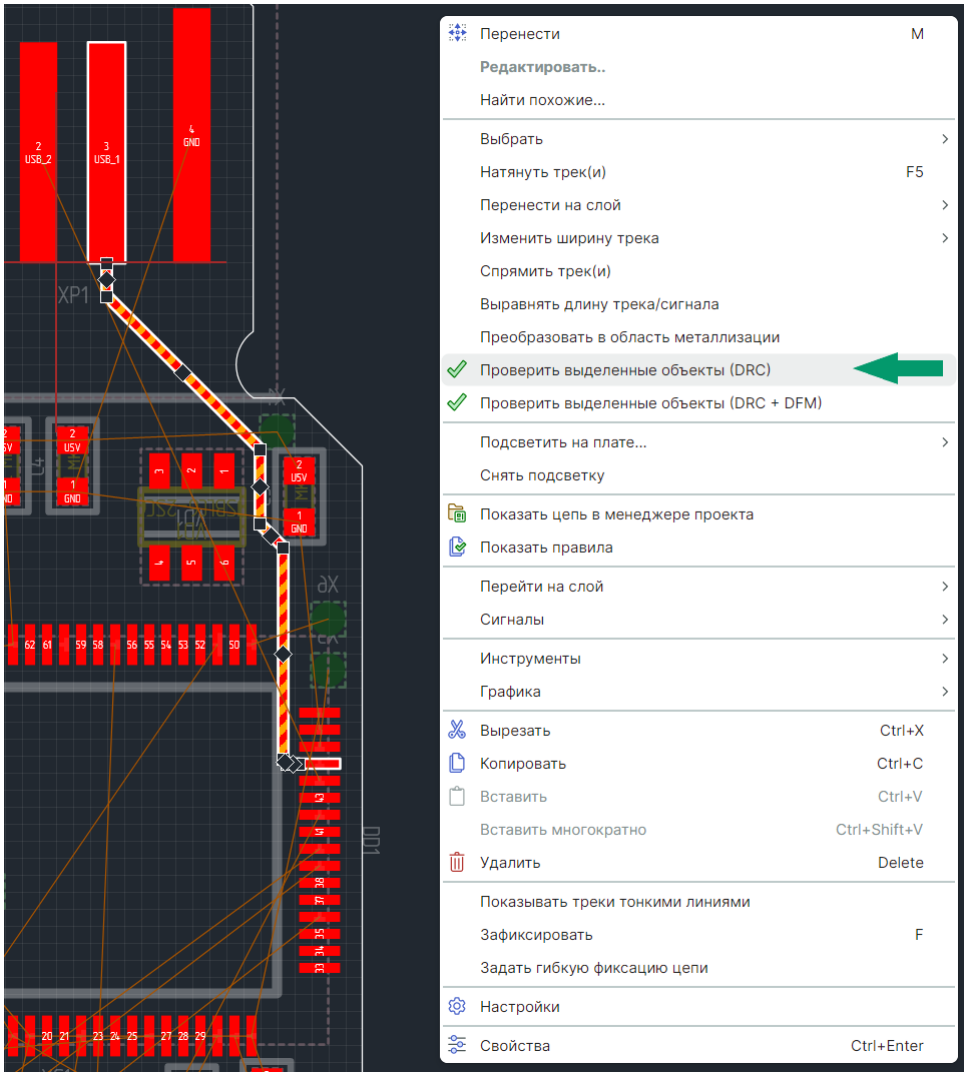


Рис. 377 Проверка выделенного объекта

После проверки в окне «Список ошибок» появится запись о нарушении, см. [Рис. 378](#).

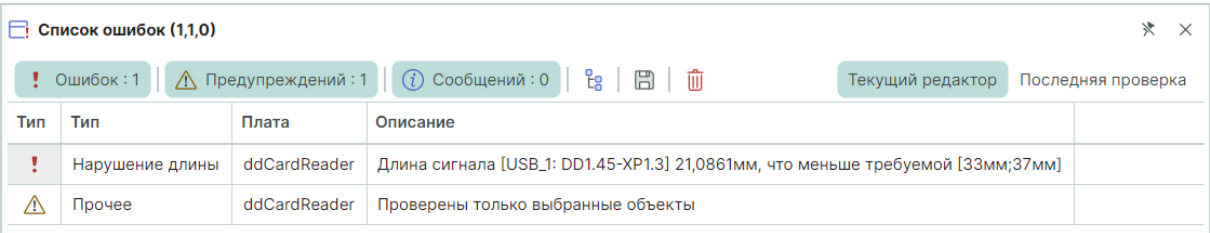


Рис. 378 Запись о нарушениях в окне «Список ошибок»

При необходимости длину трека можно увеличить с помощью [размещения меандра](#) на одном из сегментов трека.

Запустив инструмент формирования меандра, постройте его на одном из сегментов трека, см. [Рис. 379](#).

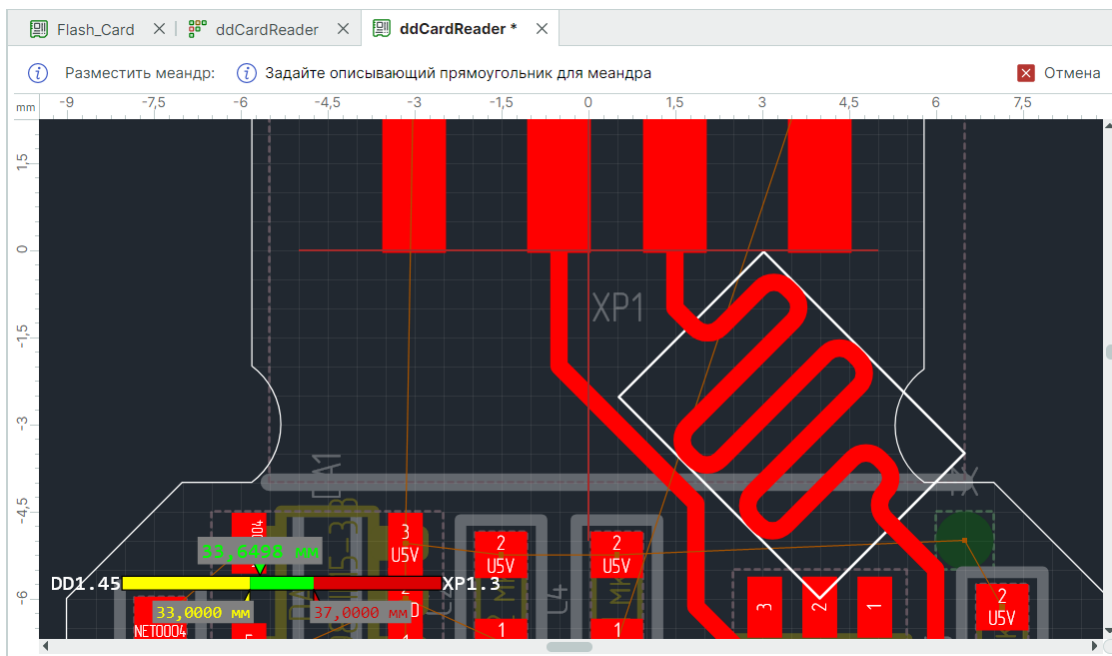


Рис. 379 Построение меандра на одном из сегментов трека

При необходимости воспользуйтесь инструментом «Подогнать размер меандра», доступным из контекстного меню в процессе размещения меандра, см. [Рис. 380](#).

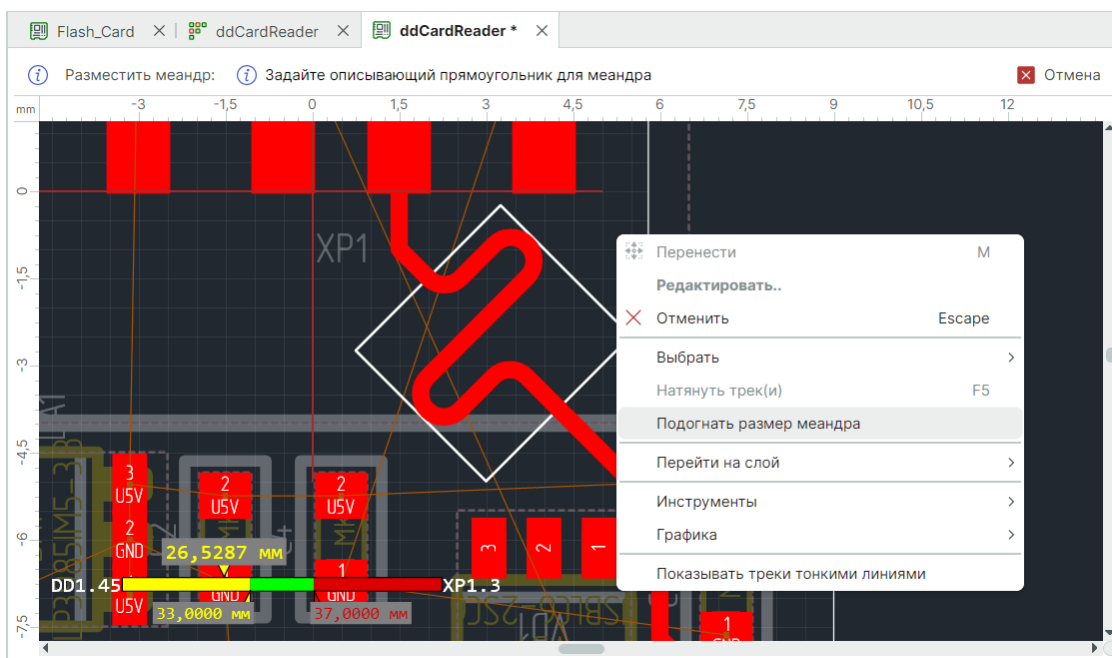


Рис. 380 Вызов инструмента «Подогнать размер меандра»

11.11.7 Выравнивание длин треков/сигналов

В современных высокоскоростных схемах проводники представляют собой длинные линии (длина проводника превышает длину электромагнитной волны), поэтому уже недостаточно просто растрассировать печатную плату, необходимо также обеспечить согласование задержек сигналов в линиях передачи. На плотных платах трудоемкость согласования задержек сигналов может быть достаточно высокой.

В случае если требуется согласовать задержки сигналов, проводники которых расположены на одном и том же слое, речь может идти о сравнении и, соответственно, выравнивании длин проводников. Если же проводники проложены на разных слоях (например, на внешнем и на внутреннем), то скорости передачи, а с ними и задержки сигналов при одинаковой длине будут различаться.

Для обеспечения требуемой задержки сигнала (длины треков/сигналов) с автоматическим размещением меандра(ов) предназначен инструмент «Выравнивать длину трека/сигнала», доступный из контекстного меню трека или сигнала, см. [Рис. 381](#).



Примечание! При выделении нескольких сегментов или трека целиком для максимального приближения к нужной задержке (длине) возможно размещение нескольких меандров, при выделении одного сегмента трека возможен только один новый меандр.

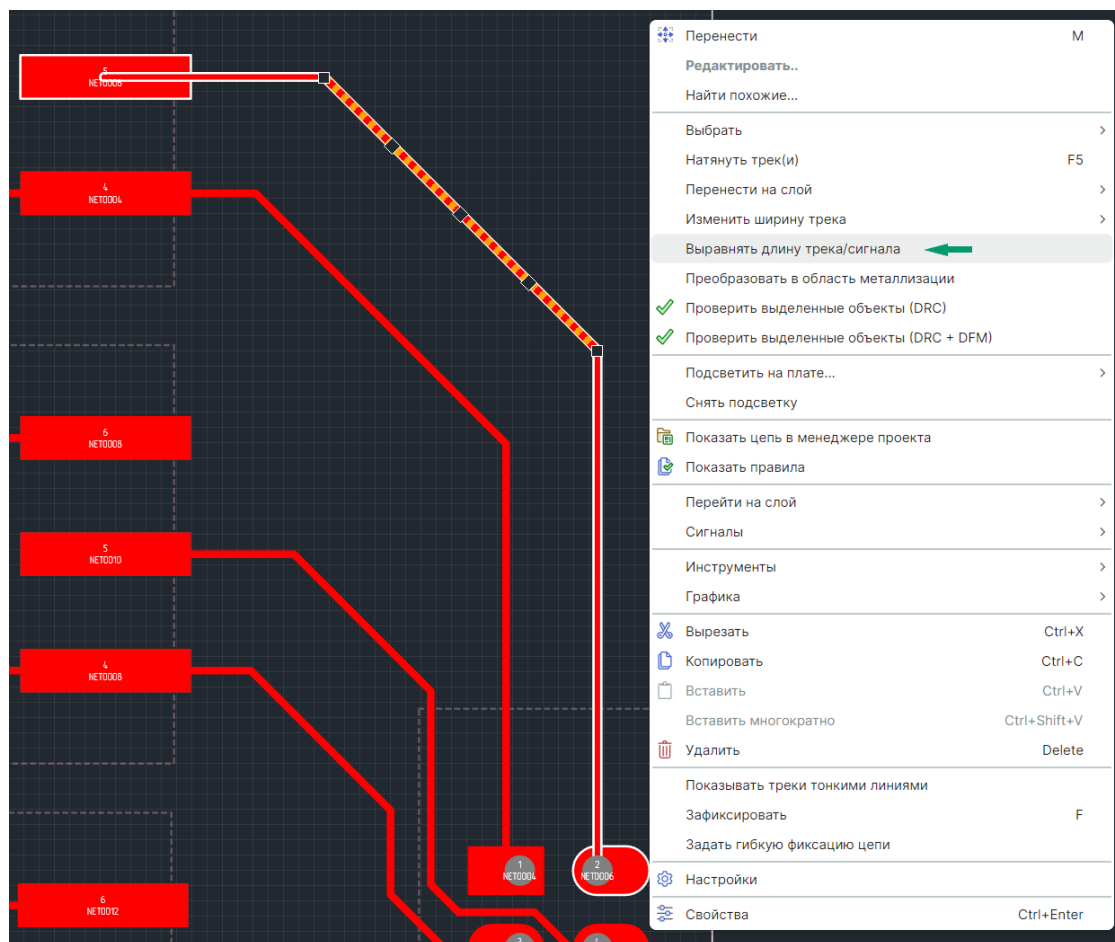


Рис. 381 Выравнивание длин трек/сигналов

Выравнивание длины проводников осуществляется в нескольких режимах:

- «Автоматически» – выравнивание длины доступно для сигнала и при условии, что в правилах проекта определены минимальное и максимальные значения длины;
- «По заданному значению» – выравнивание доступно для трек, сигналов и сигналов, входящих в группу выравнивания;
- «По другому сигналу» – выравнивание доступно для сигналов, входящих в группу выравнивания.

11.11.7.1 Выравнивание в режиме «По заданному значению»

Для обеспечения требуемой задержки сигнала/длины трека в режиме «По заданному значению»:

1. Выделите на печатной плате трек или сегмент трека;



Примечание! При выделении трека целиком предпочтение при расположении меандров будет отдано сегменту трека с наибольшей длиной, при выделении сегмента трека — меандр будет расположен на выбранном сегменте.

2. Из контекстного меню выберите пункт «Выравнять длину трека/сигнала»;
3. Установите требуемое значение задержки/длины сигнала и единицы измерения и нажмите кнопку «ОК», см. [Рис. 382](#).

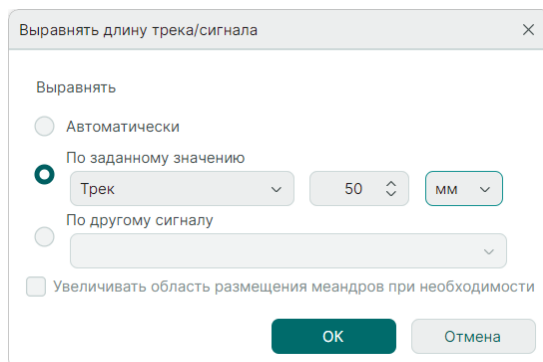


Рис. 382 Настройки выравнивания трека по заданному значению

В результате автоматического выравнивания путем добавления меандра(ов) (топологической линии задержки) задержка/длина сигнала будет приближена к заданному значению, см. [Рис. 383](#).

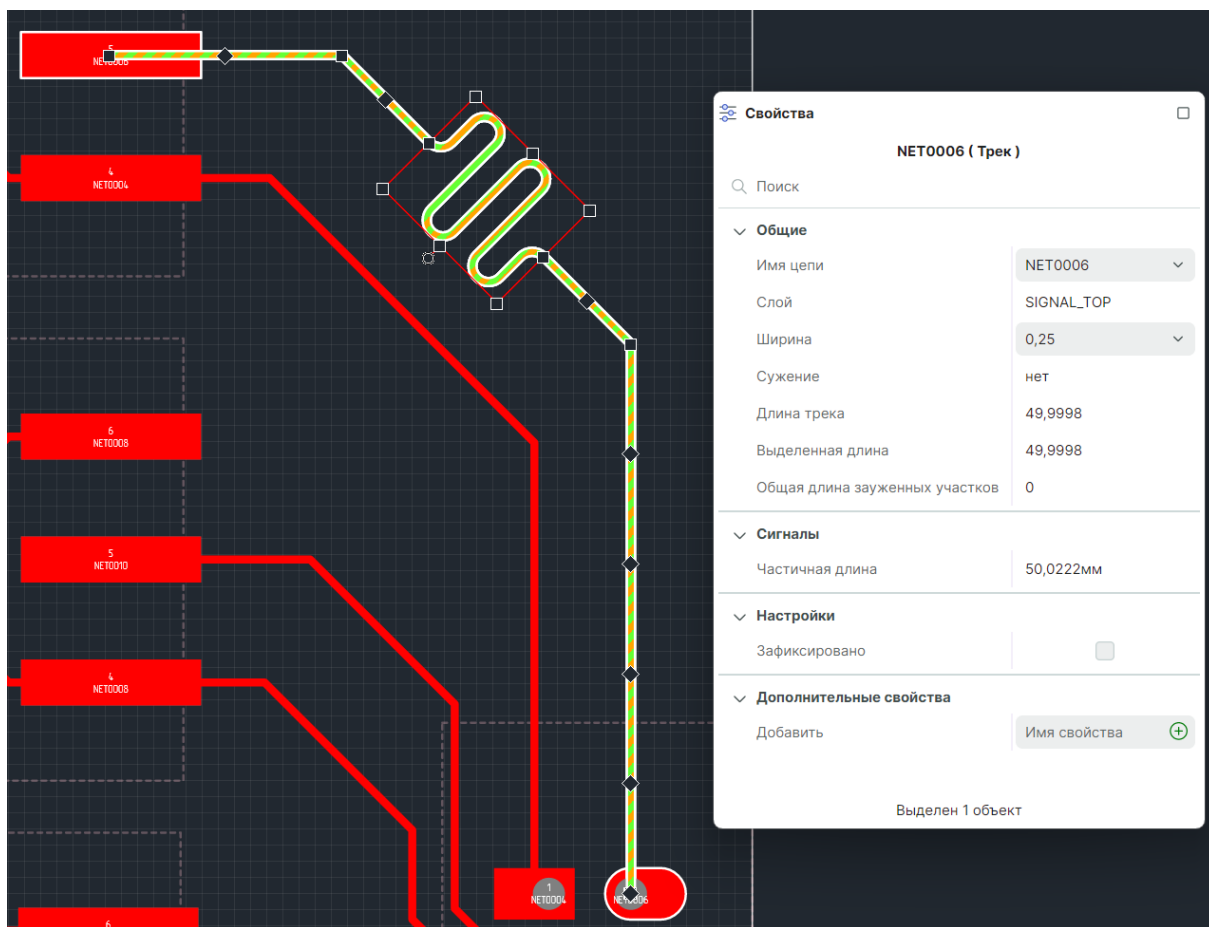


Рис. 383 Выравнивание задержки (длины) сигнала по заданному значению

11.11.7.2 Выравнивание в режиме «Автоматически»

Для обеспечения требуемого значения задержки/длины сигнала в режиме «Автоматически»:

1. Создайте сигнал. Подробнее о работе с сигналами см. раздел [Создание сигнала на печатной плате](#).
2. Добавьте правила, определяющие длину или задержку сигналов в редакторе правил, см. [Рис. 384](#). Подробнее о работе с правилами см. [Редактор правил](#).

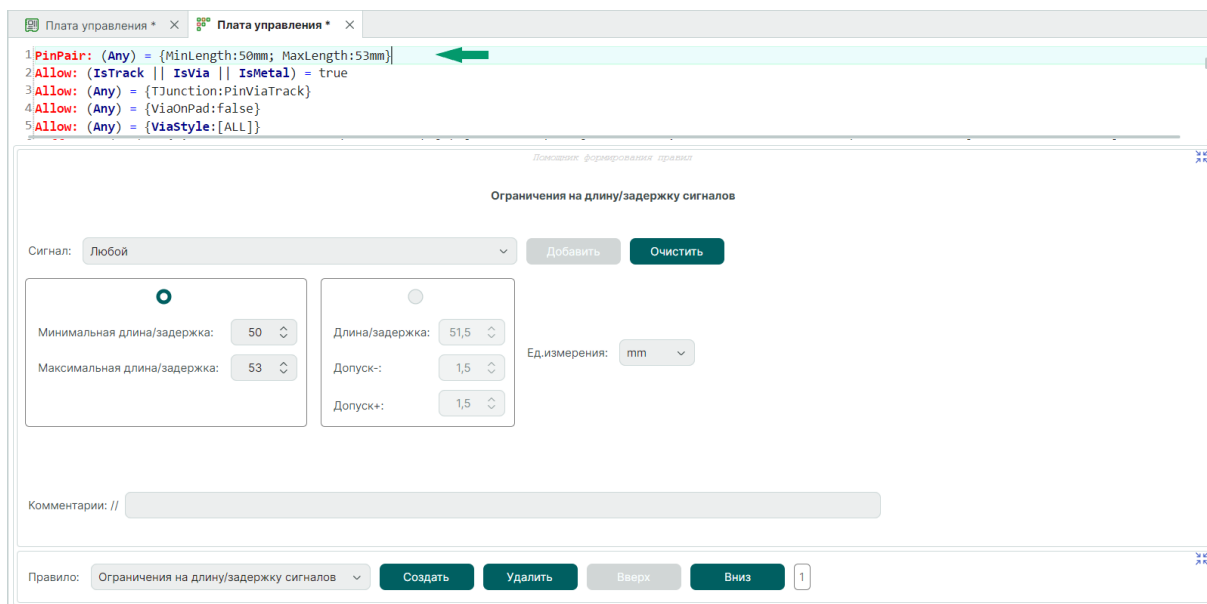


Рис. 384 Пример ограничения на длину/задержку сигналов

3. Выделите на печатной плате сигнал. Список всех существующих сигналов доступен в панели «Менеджер проекта» → «Цепи» → «Сигнальные цепи», см. [Рис. 385](#).

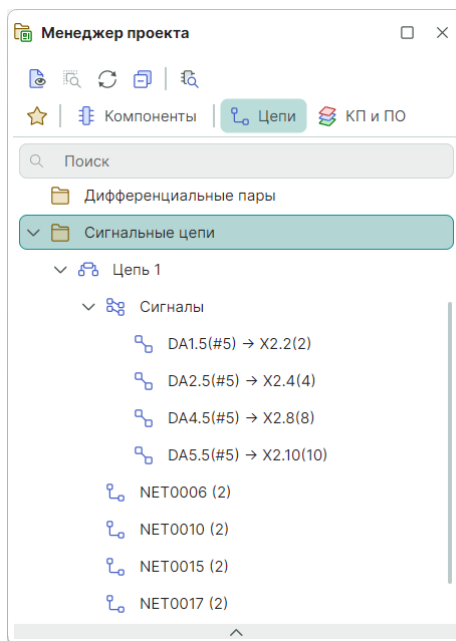


Рис. 385 Сигналы в панели «Менеджер проекта»

4. Из контекстного меню выберите пункт «Выравнивать длину трека/сигнала»;
5. Установите флаг в чек-бокс «Автоматически» и нажмите кнопку «ОК», см. [Рис. 386](#).

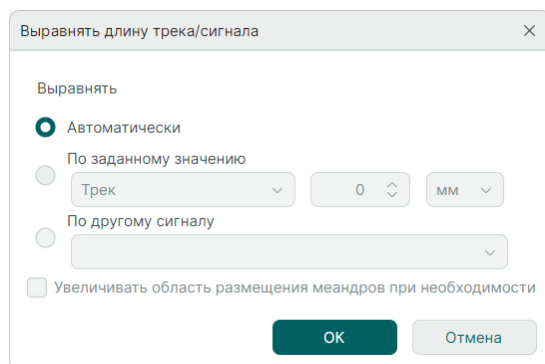


Рис. 386 Выбор режима «Автоматически»

В результате автоматического выравнивания путем добавления меандра(ов) значение задержки/длины сигнала будет соответствовать диапазону, разрешенному в правилах проекта, см. [Рис. 387](#).

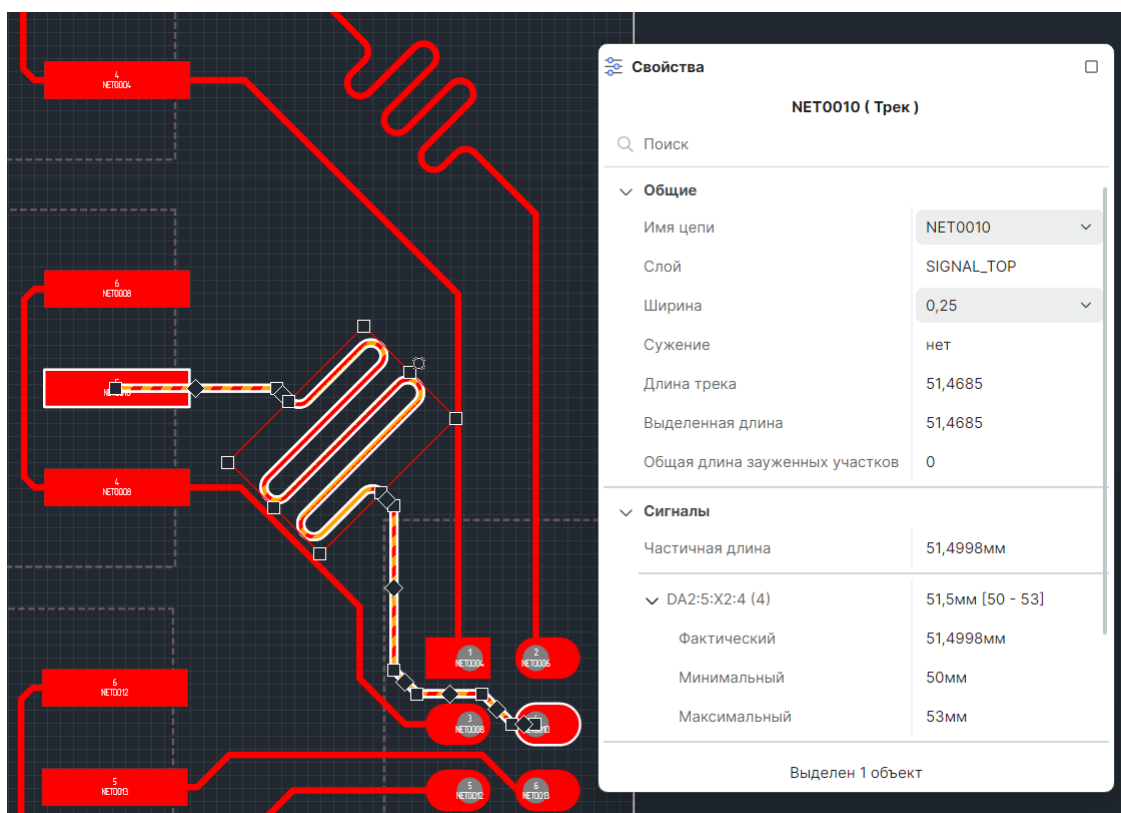


Рис. 387 Выравнивание длины сигнала в режиме «Автоматически»



Примечание! Инструмент «Выравнивать длину трека/сигнала» доступен для поочередного выравнивания длины треков или сигналов.

11.11.7.3 Выравнивание в режиме «По другому сигналу»

Для обеспечения требуемой задержки/длины сигнала в режиме «По другому сигналу»:

1. Добавьте правила, определяющие длину/задержку сигналов в группах в редакторе правил, см. [Рис. 388](#). Подробнее о работе с правилами см. [Редактор правил](#).

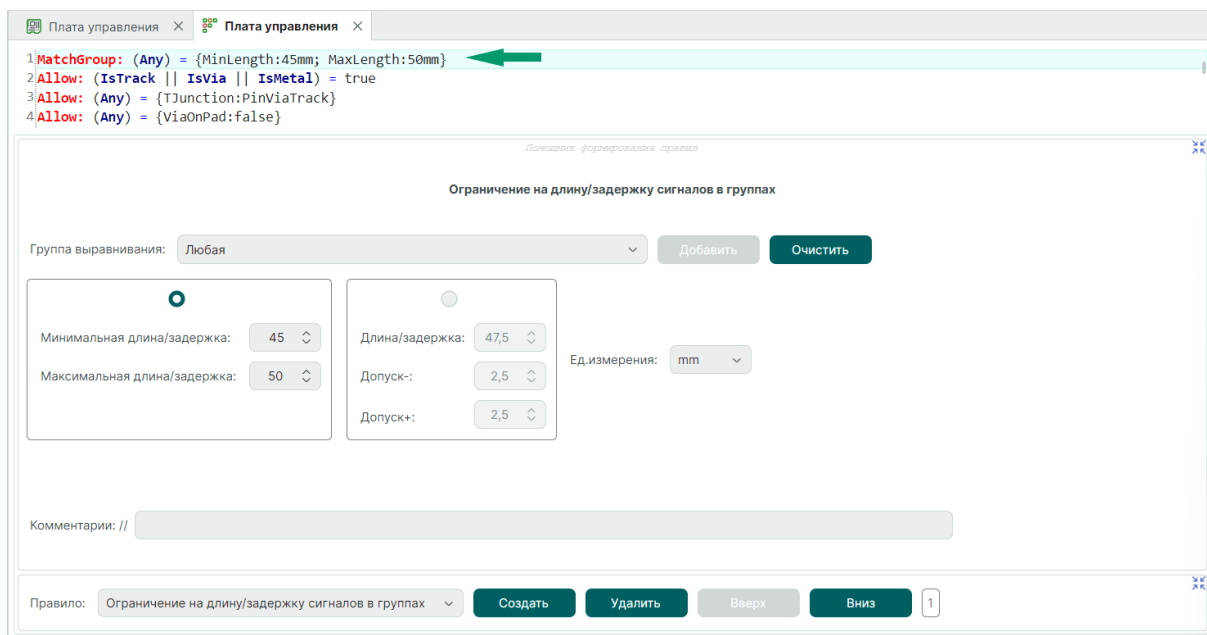


Рис. 388 Пример ограничения на длину/задержку сигналов в группах

2. Выделите на печатной плате сигнал, входящий в группу выравнивания. Подробнее см. [Создание группы выравнивания](#);
3. Из контекстного меню выберите «Выравнять длину трека/сигнала»;
4. Установите флаг в чек-бокс «По другому сигналу», выберите сигнал для выравнивания и нажмите кнопку «ОК», см. [Рис. 389](#).

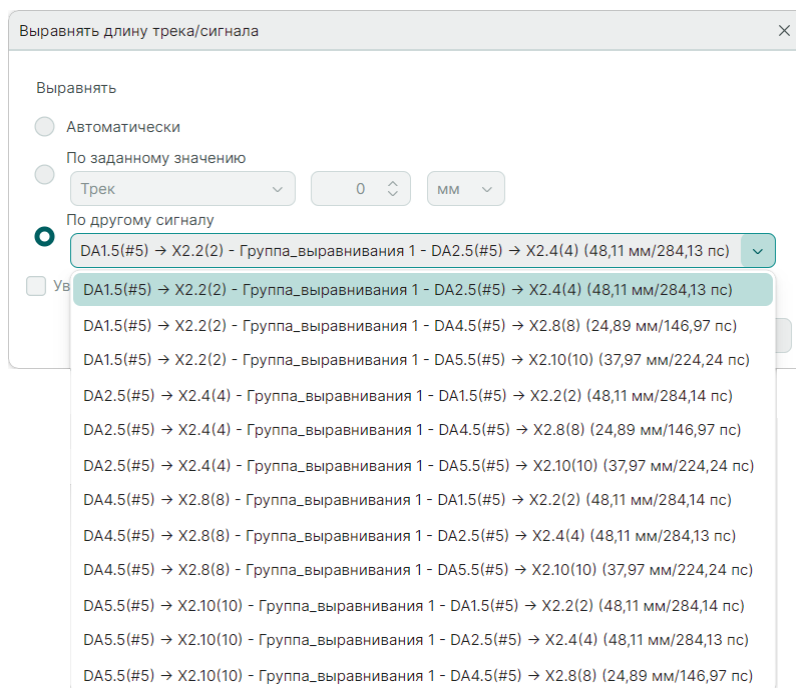


Рис. 389 Выбор сигнала для выравнивания

В результате поочередного выравнивания путем добавления меандра(ов) задержки/длины сигналов в группе будут соответствовать друг другу с отклонением, разрешенным в правилах проекта, см. [Рис. 390](#).

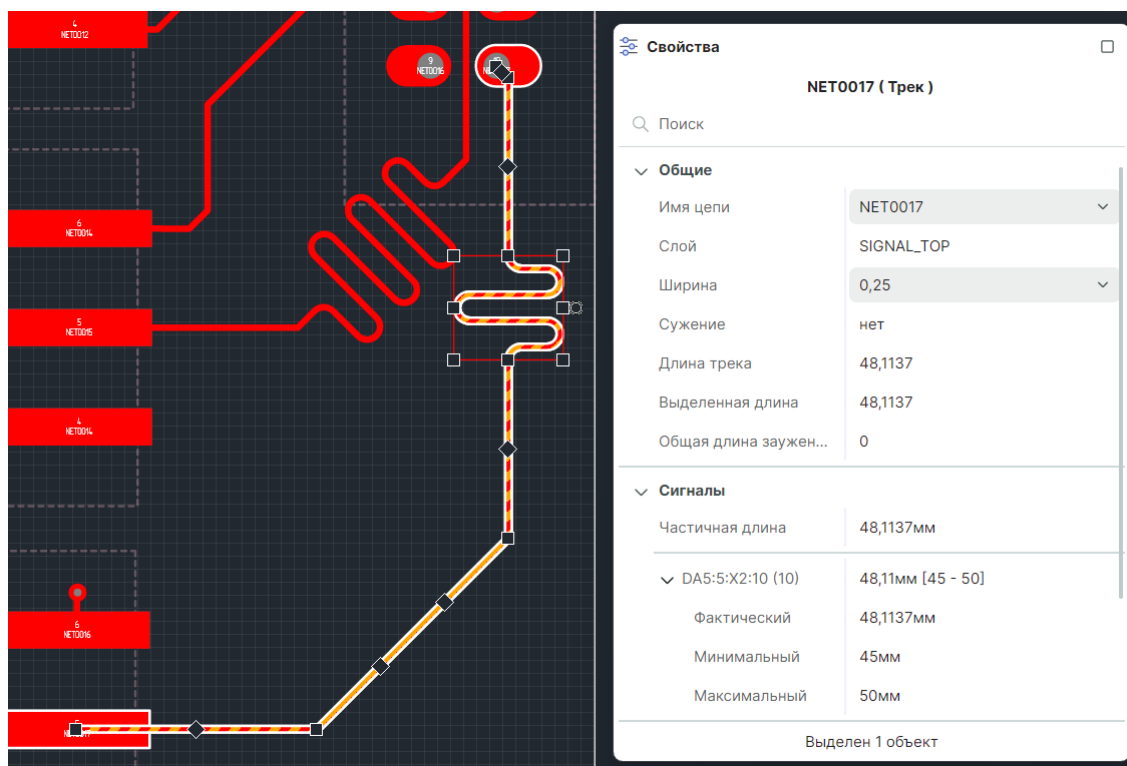


Рис. 390 Выравнивание длины сигнала в режиме «По другому сигналу»

11.11.7.4 Выравнивание дифференциальных пар

Работа инструмента «Выравнивать длину трека/сигнала» с дифференциальными парами аналогична работе инструмента с одиночными треками и сигналами, но имеет несколько особенностей, см. [Рис. 391](#):

- Запуск инструмента возможен только, если в диффпаре есть хотя бы один "застегнутый" участок;
- Выравнивание длин треков диффпары осуществляется путем размещения "застегнутых" меандров на "застегнутых" участках;
- Выравнивание осуществляется по длине трека диффпары с большим значением длины (наименование трека добавляется к названию диалогового окна «Выравнивать длину диффпарного трека/сигнала»);
- Сигнал парного трека диффпары (трек с меньшей длиной) не включается в список сигналов, доступных для выбора, в режиме «По другому сигналу».

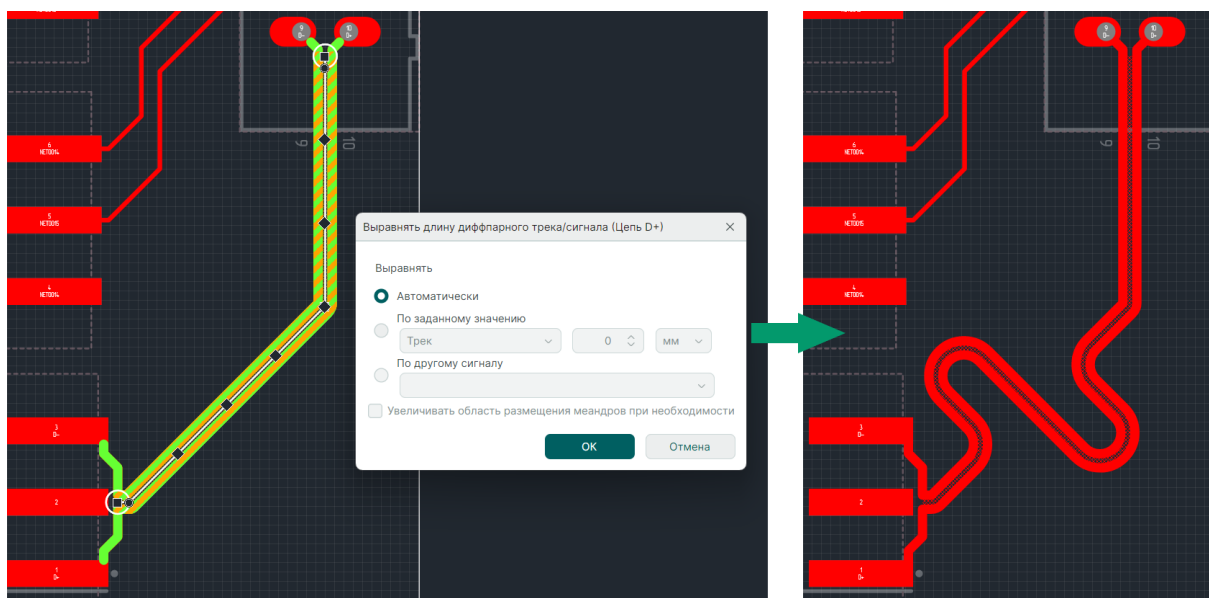


Рис. 391 Выравнивание дифференциальных пар

11.11.7.5 Особенности работы инструмента

Особенности использования инструмента «Выравнивать длину трека/сигнала» для треков/сигналов без меандра(ов):

- Для треков/сигналов, не имеющих меандра(ов), возможно только увеличение задержки/длины треков/сигналов;
- При выделении нескольких сегментов или трека целиком для максимального приближения к нужной задержке (длине) возможно размещение нескольких меандров, при выделении только одного сегмента трека возможен только один новый меандр.

- При выделении трека/сигнала целиком предпочтение при расположении меандра(ов) будет отдано сегменту трека с наибольшей длиной, при выделении сегмента трека/сигнала — меандр будет расположен на выбранном сегменте.

Использование инструмента «Выравнять длину трека/сигнала» также применимо к трекам и сигналам, на которых уже расположены меандры. В этом случае возможно выравнивание как с уменьшением, так и с увеличением длины трека/сигнала. Выравнивание длины за счет уменьшения размеров меандра аналогично выше описанным методам: при указании точной длины в режиме «По заданному значению» или при определении соответствующих правил в режимах «Автоматически» и «По другому сигналу», см. [Рис. 392](#).

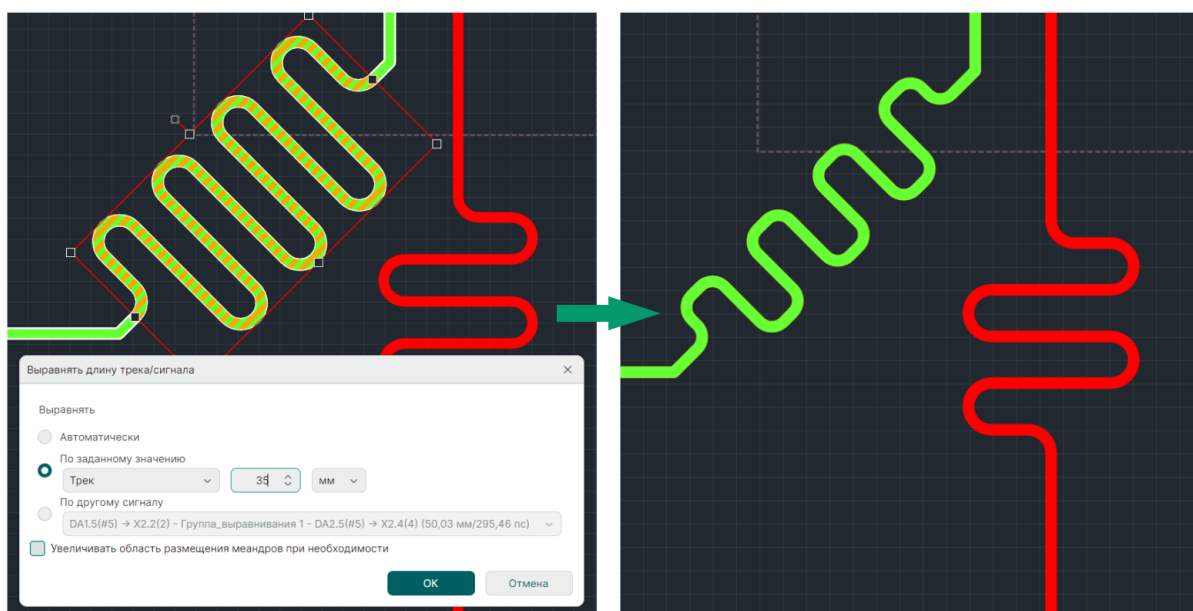


Рис. 392 Выравнивание длины трека/сигнала с уменьшением меандра

Особенности использования инструмента «Выравнять длину трека/сигнала» для треков/сигналов с меандром(ами):

- Увеличение задержки/длины трека/сигнала с уже расположенным меандром возможно посредством увеличения области размещения меандра или с помощью размещения дополнительного меандра на другом сегменте трека/сигнала.
- В частном случае при уменьшении задержки/длины трека/сигнала меандр(ы) может быть полностью удален.
- При выравнивании трека/сигнала, на котором уже расположен меандр(ы), в первую очередь, выполняется попытка изменить длину именно за счет уже расположенных меандров.
- Для коррекции расположенных меандров в сторону увеличения длины (высоты волн меандра) в чек-боксе «Увеличивать область размещения меандра при необходимости» должен быть установлен флаг.

Увеличение области размещения меандра по ширине (по количеству волн меандра) не производится, см. [Рис. 393](#).

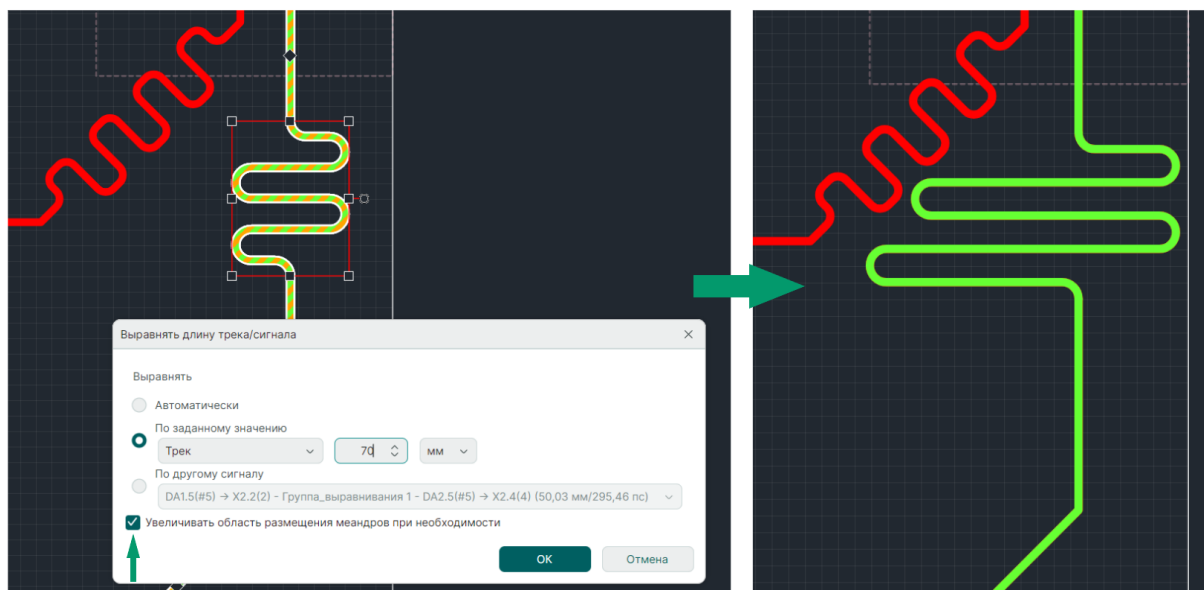


Рис. 393 Увеличение области размещения меандра

- Если флаг не установлен, то меандры могут меняться только в пределах области размещения, которую они имеют при старте команды.
- Для выравнивания длины трека/сигнала с размещением дополнительного меандра может быть выделен трек целиком или сегмент, предпочтительный для расположения меандра. В этом случае флаг в чек-боксе «Увеличивать область размещения меандра при необходимости» не имеет значения, см. [Рис. 394](#).

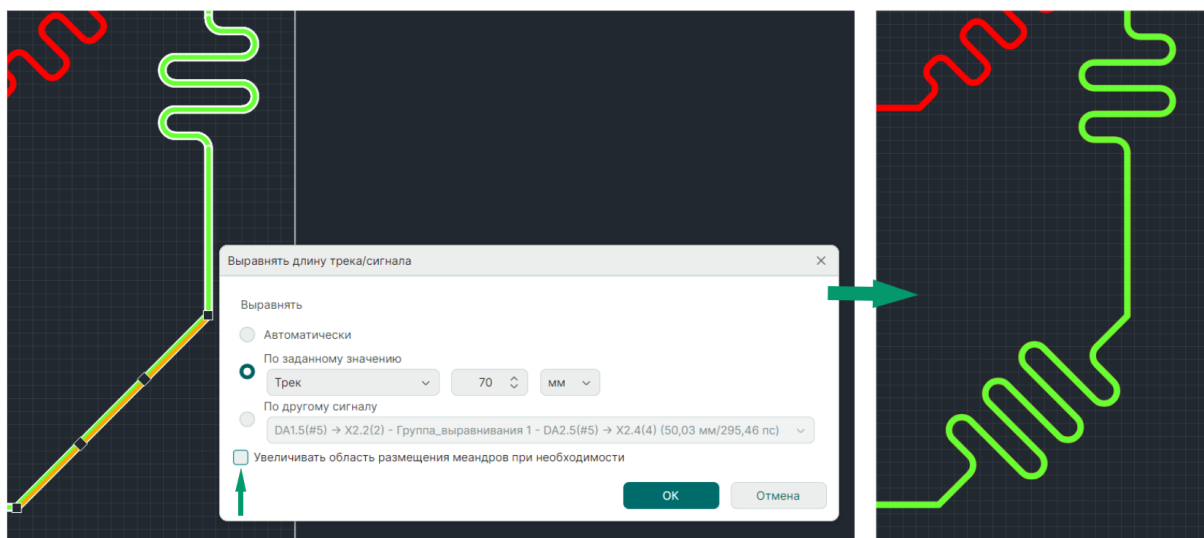


Рис. 394 Размещение дополнительного меандра

- В частных случаях возможны ситуации, когда при использовании всех возможностей (коррекции старых меандров, размещении новых) требуемые значения задержки/длины не будут достигнуты.
- В режимах без контроля DRC меандры могут быть расположены с нарушениями правил.

12 Трассировка платы в режиме «ТороR»

12.1 Запуск режима «ТороR»

PCB-редактор топологии «ТороR» имеет ряд уникальных автоматических процедур, среди которых:

- вычисление наилучшей геометрической формы проводников по топологическим путям;
- перемещение компонентов на разведённой плате без потери имеющейся разводки.

Выбор режима трассировки «RightPCB» и «ТороR» происходит из панели инструментов «ТороR» или из встроенной панели редактора печатной платы, см. [Рис. 395](#).

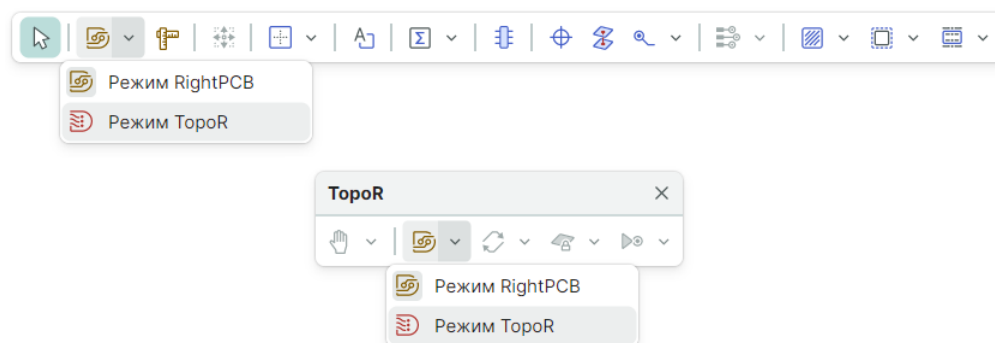


Рис. 395 Переключение между режимами трассировки

После включения режима трассировки «ТороR» при открытой в редакторе плат текущей плате запускается в режиме реального времени DRC-проверка текущей платы.

По завершении DRC-проверки текущей платы все выявленные нарушения отображаются в функциональной панели «Список ошибок».

[Навигация по списку нарушений](#) в функциональной панели «Список ошибок» происходит как при [работе в режиме RightPCB](#), то есть по двойному нажатию кнопки мыши по строке нарушения в функциональной панели «Список ошибок».

В редакторе «ТороR» проводники прокладывают вручную с использованием автоматических процедур (автопроцедур) вычисления формы

проводника, автоматической подвижки с сохранением целостности топологии, оптимизации путей проводников и других инструментов.

Кроме ручного способа трассировки в редакторе «ТороR» существует процедура автоматической трассировки «Автотрассировка».



Важно! Для трассировки "застегнутой" диффпары как единого целого в редакторе «ТороR» сигналы диффпары должны входить в заданный в правилах дифференциальный сигнал.

12.2 Главное меню режима «ТороR»

Перечень доступных функций в режиме «ТороR» отображается в главном меню «ТороR», см. [Рис. 396](#).

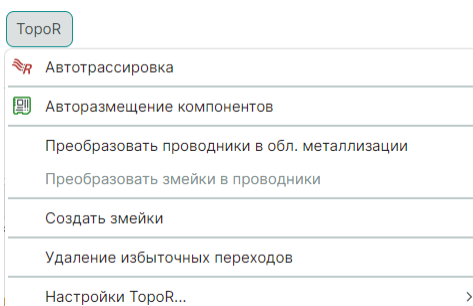


Рис. 396 Доступные функции из главного меню режима ТороR

Выбор пункта меню **«Автотрассировка»** вызывает процедуру [автоматической трассировки](#).

Выбор пункта меню **«Авторазмещение компонентов»** активирует инструмент [автоматического размещения компонентов](#).

Выбор пункта меню **«Преобразовать проводники в обл. металлизации»** вызывает процедуру [преобразования проводников в области металлизации](#).

Выбор пункта меню **«Создать змейки»** вызывает процедуру автоматического создания змейки. Процедура позволяет автоматически создавать змейки на проводниках, нуждающихся в выравнивании.

При автоматическом выравнивании в трапецию вписывается змейка необходимой длины в случае наличия достаточного пространства или максимально возможной длины в случае недостаточного пространства.

Команда **«Преобразовать змейки в проводники»** является обратной операцией и позволяет преобразовать змейки в проводники, а при пересчете геометрии проводников змейка становится прямым проводником. Команда становится доступной при выделении змейки или проводника, на котором расположена змейка.

Выбор пункта меню «Удаление избыточных переходов» вызывает процедуру удаления избыточных переходов без предварительного оповещения пользователя.

Избыточный переход – это переходное отверстие, к которому подключены проводники только одного слоя печатной платы или изолированное переходное отверстие, то есть не имеющее подключений.

Сообщения об обнаруженных избыточных переходах, выявленных DRC-проверкой, отображаются в функциональной панели «Список ошибок» в качестве предупреждения.

При выборе пункта меню «Настройки ТопоR...» отображается вложенная часть меню с опциями настройки режима «ТопоR».

12.3 Управление автотрассировкой

При выборе пункта меню «Автотрассировка» отображается окно «Автоматическая трассировка» с двумя вкладками.



Примечание! До первого запуска трассировки окно «Автоматическая трассировка» содержит две вкладки «Цепи» и «Настройки». После запуска трассировки появляется еще одна вкладка «Варианты».

Вкладка «Цепи» содержит информацию обо всех цепях и группах цепей текущего проекта, см. [Рис. 397](#).

Автоматическая трассировка						
Цепь	Трассировать	Назначение на опорный слой	Разведённость	Фиксация	Гибкая фиксация	
Всё цепи	☒		✓	🔒	🚩	
WD4064	☒		✓	🔒	🚩	
NET00000	☐		✓			
NET00001	☒					
NET00002	☒					
NET00005	☒					
NET00007	☒					
NET00008	☐		✓		🚩	
NET00009	☒					
NET00010	☒					
NET00011	☒		✓			
NET00012	☒	📄				
NET00013	☒		✓	🔒		
NET00014	☒					
NET00015	☐		✓	🔒		

▶ Запустить
Отмена

Рис. 397 Вкладка «Цепи»

Если включить/выключить флаг «Трассировать» в строке с именем группы цепей, то трассировка будет включена/выключена для всех цепей этой группы.

В колонке «Назначение на опорный слой» символом  отмечены цепи или группы цепей, назначенные на [опорный слой](#).

В колонке «Разведено» символом  отмечены частично или полностью разведенные цепи или группы цепей.

В колонке «Фиксация» символом  отмечены цепи или группы цепей, зафиксированные частично, символом  – цепи или группы цепей, зафиксированные полностью.

В колонке «Гибкая фиксация» приняты аналогичные обозначения: символ  – частичная гибкая фиксация цепи или группы цепей, символ  – полная гибкая фиксация.

Для удаления существующей трассировки цепей, а также управления фиксацией на плате вызовите контекстное меню для ячейки на пересечении строки выбранного объекта и столбца выбранного действия, см. [Рис. 398](#).

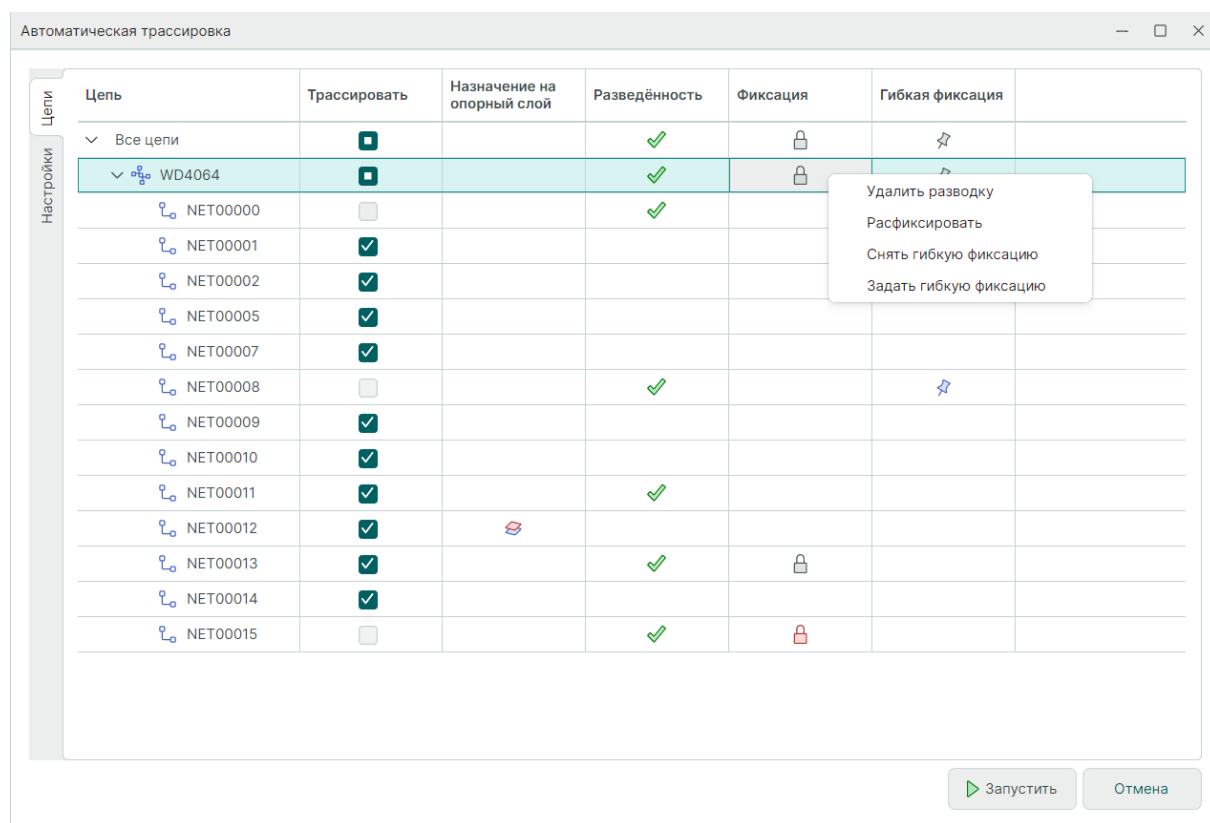


Рис. 398 Управление состоянием трассировки и фиксации

Вкладка «Настройки» содержит информацию о текущих настройках автоматической трассировки, см. [Рис. 399](#).

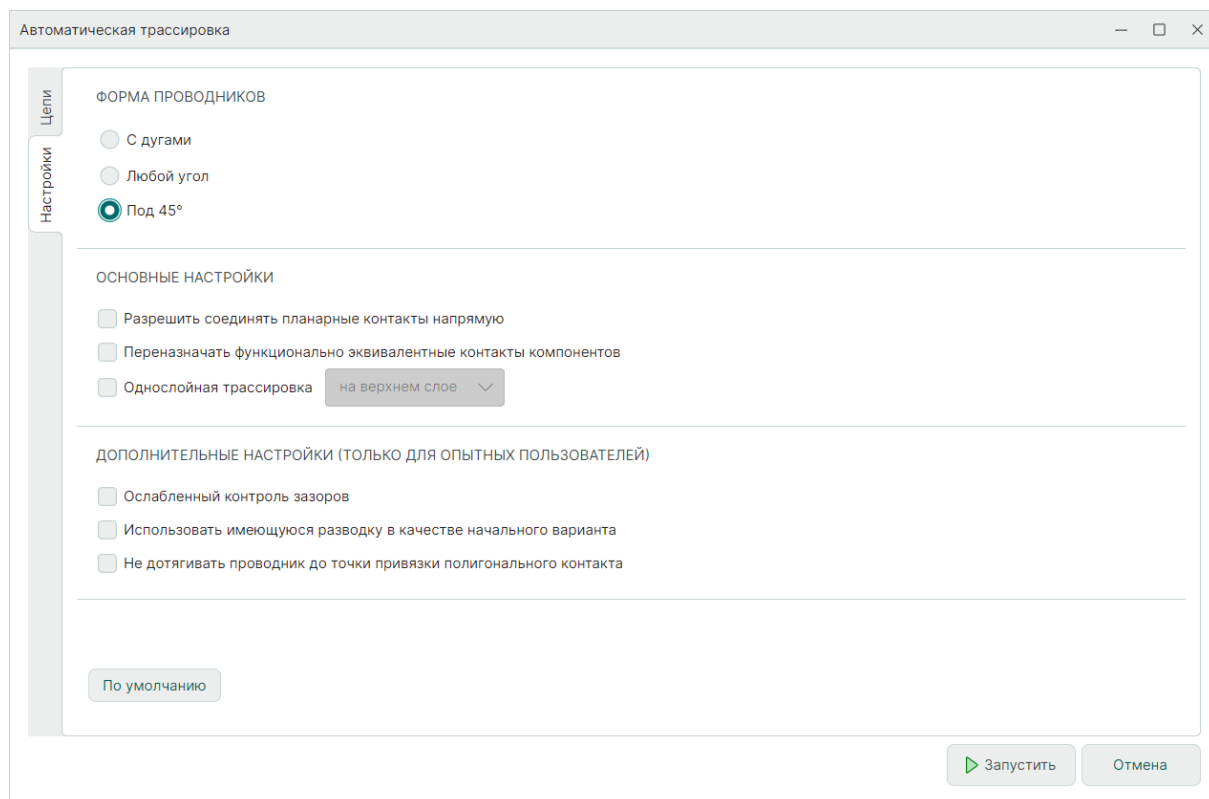


Рис. 399 Вкладка «Настройки»

Группа «Форма проводников» содержит варианты трассировки проводников во время автоматической трассировки.

Установка флагов в чек-боксы группы «Основные настройки» активирует ряд опций:

- «Разрешить соединять планарные контакты напрямую» — опция соединения напрямую соседних планарных контактов одного компонента.
- «Переназначать функционально-эквивалентные контакты компонентов» — опция переназначения цепей, подходящих к [функционально-эквивалентным выводам](#).
- «Однослойная трассировка» — опция однослойной трассировки плат со штыревыми компонентами, когда один из слоёв металлизирован, а перемычки размещаются на стороне компонентов. Выбор «на нижнем слое» или «на верхнем слое» позволяет указать трассировщику металлизированный слой для трассировки.



Совет! При выборе однослойной трассировки рекомендуется установить флаг «Ослабленный контроль зазоров» и для корректировки использовать инструмент «С подталкиванием компонентов и переходов» в режиме «Freestyle».

Установка флагов в чек-боксы группы «Дополнительные настройки» активирует опции:

- «Ослабленный контроль зазоров» – опция игнорирования нарушений, возникающих между контактами разных (нефиксированных) компонентов. Предполагается, что эти нарушения будут устранены с помощью автопроцедуры автоматической поддвижки компонентов.



Примечание! Трассировка с ослабленным контролем обычно позволяет получать варианты с меньшей суммарной длиной соединений и меньшим числом переходов, однако ослабленный контроль не рекомендуется применять на платах с высокой плотностью размещения компонентов, когда нет возможности их подвинуть.

- «Использовать имеющуюся разводку в качестве начального варианта» – возможность использования при автотрассировке имеющуюся разводку в качестве начального варианта и позволяет продолжить прерванную оптимизацию трассировки.
- «Не дотягивать проводник до точки привязки полигонального контакта» – опция подключения проводников к контактным площадкам сложной полигональной формы.

Кнопка «По умолчанию» возвращает все флаги и переключатели в положения, установленные в режиме «ТороR» по умолчанию.

После запуска автотрассировки в окне «Автоматическая трассировка» отображается новая вкладка «Варианты», см. [Рис. 400](#).

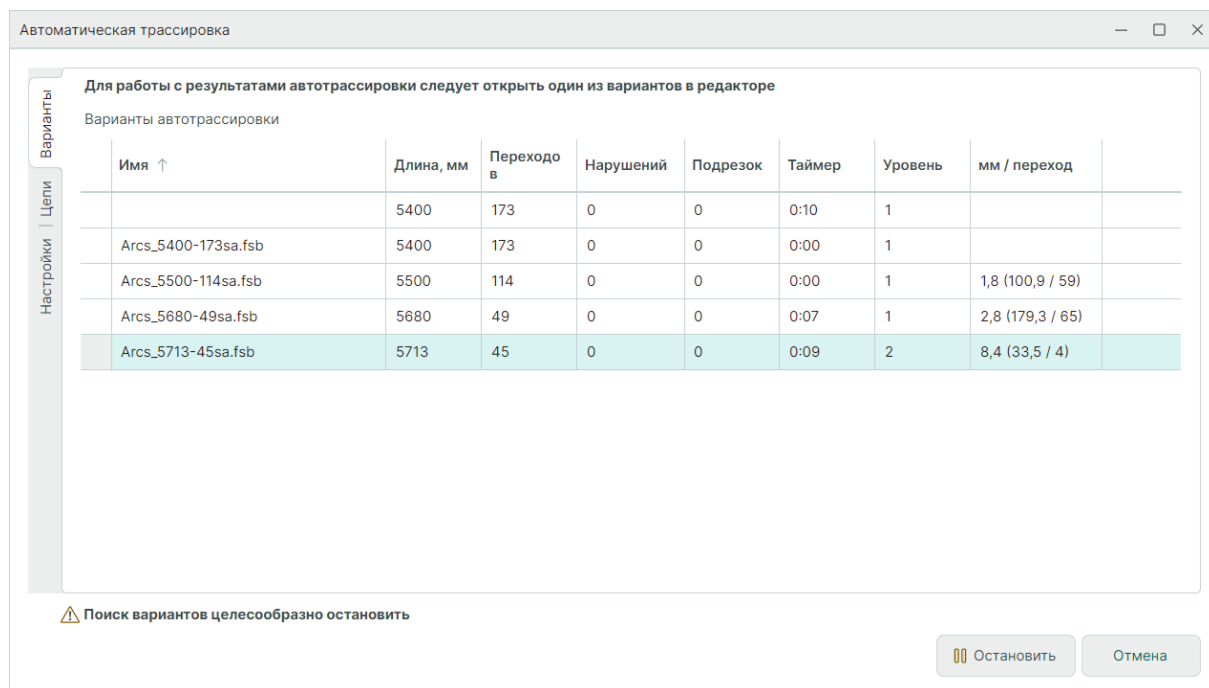


Рис. 400 Вкладка «Варианты»

Наиболее удачные варианты трассировки будут отобраны и представлены в виде таблицы, где каждая строка – это вариант трассировки с подробными параметрами:

- Имя – вариант трассировки сохраняется под именем по шаблону: *name_XXX-YYY.fsb*, где *name* – название платы, XXX – суммарная длина проводников (мм), YYY – количество переходных отверстий. Помимо информации о длине проводников и количестве переходных отверстий название варианта включает обозначение режима трассировки: «w» – режим с ослабленным контролем проектных норм («Weak check»), «s» – со строгим контролем проектных норм («Strict Check»), «a» в конце имени означает, что трассировка производилась с разрешением дугообразных участков проводников.
- Длина, мм – суммарная длина несглаженных соединений (обычно на 10-15% превышает длину, получаемую после сглаживания проводников).
- Переходов – число переходных отверстий.
- Нарушений – число нарушений проектных норм.
- Подрезок – число сужений проводников, имеющих номинальную ширину.
- Таймер – время, прошедшее от запуска автотрассировки до момента получения данного варианта.
- Уровень – значение счётчика цикла перекладки цепей, при котором получен данный вариант (уровень 1 соответствует первой перекладке).
- мм/переход – сравнение найденного варианта с «предыдущим».

Полученный список вариантов сортируется по числу нарушений, а для каждого числа нарушений – по возрастанию длины. Для самого «короткого» варианта столбец «мм/переход» обычно пуст, а для последующих вариантов с тем же числом нарушений и меньшим числом переходов в этом столбце указывается, на сколько увеличилась длина (в выбранных единицах длины) в пересчёте на один убранный переход.

После остановки процедуры автотрассировки при необходимости сохранения варианта выберите нужный и нажмите на символ , см. [Рис. 401](#).

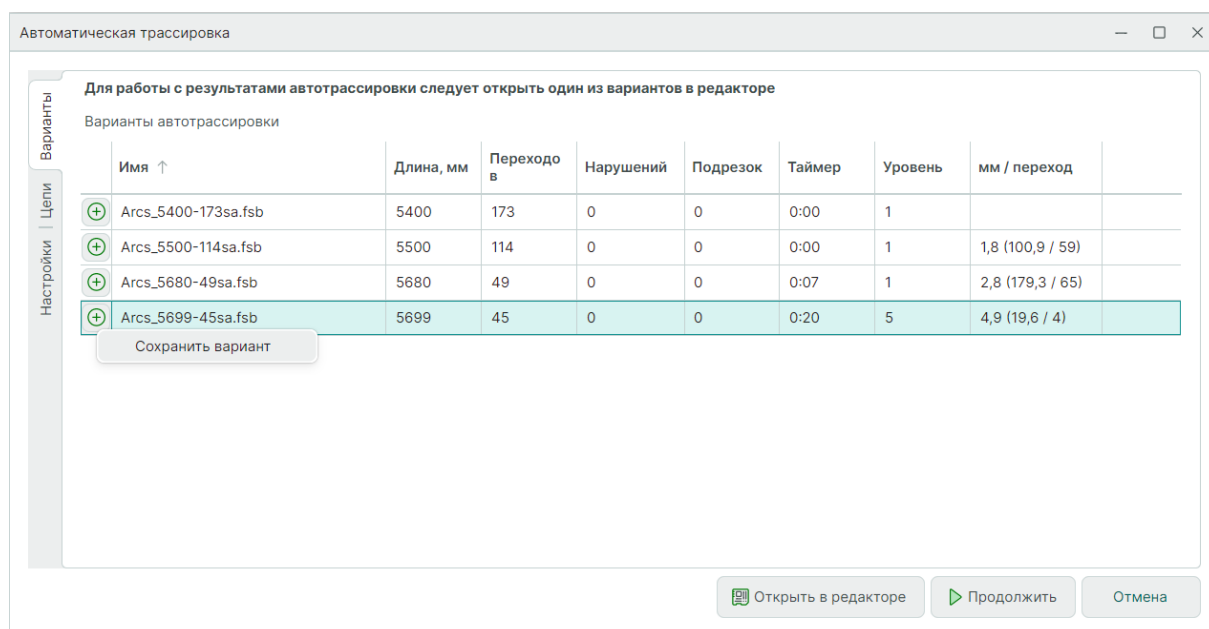


Рис. 401 Сохранение варианта автотрассировки

После сохранения варианта в дереве проекта в разделе «Платы» отображается новый вариант платы с выбранной трассировкой см. [Рис. 402](#).

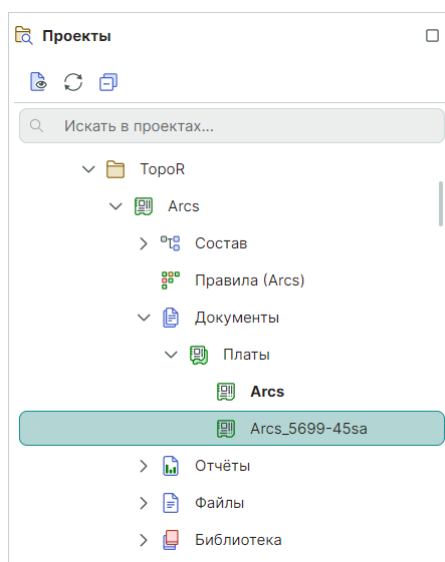


Рис. 402 Отображение варианта платы в дереве проекта

12.4 Преобразование проводников в области металлизации

Данная функция полезна для силовых плат.

Для преобразования проводников в области металлизации (полигоны) на плате после размещения трекров запустите инструмент «Преобразовать проводники в области металлизации».

При выборе пункта меню «Преобразовать проводники в области металлизации» отображается окно, см. [Рис. 403](#).

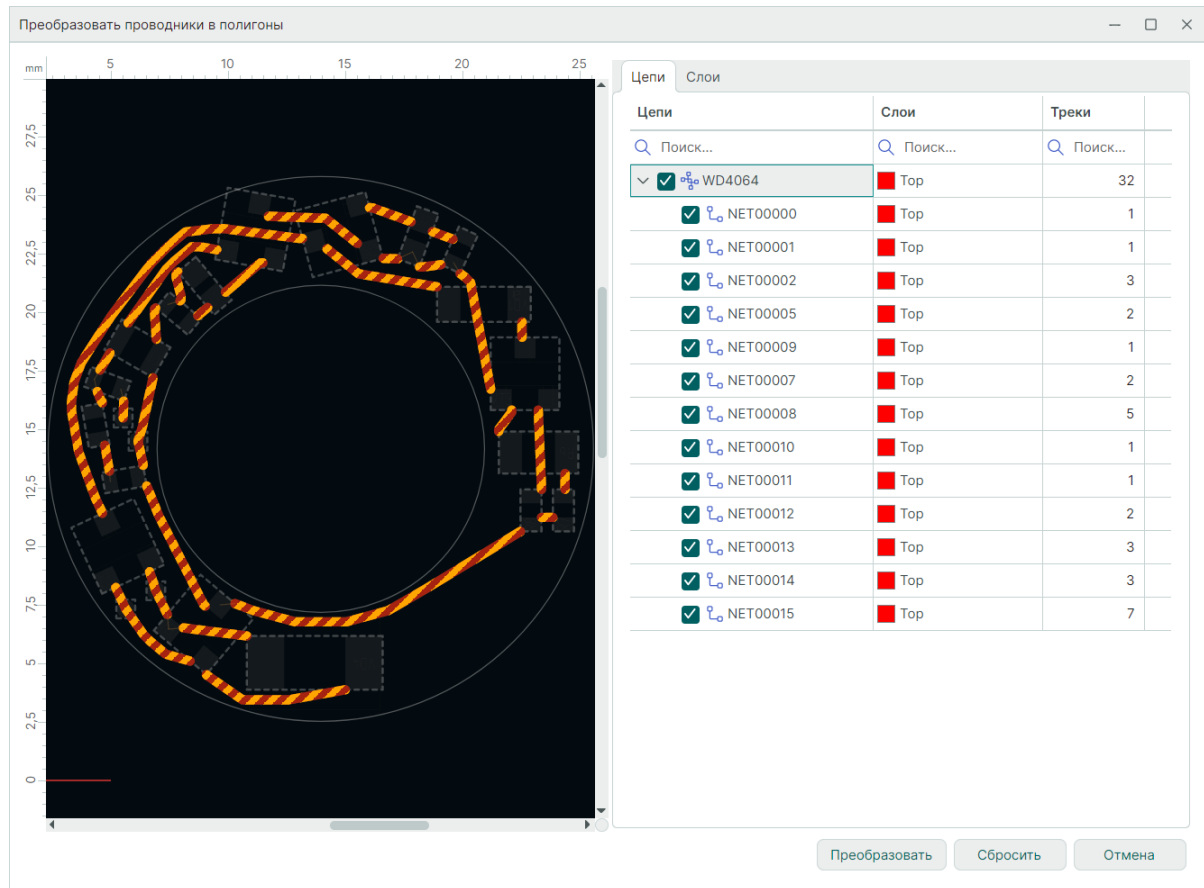


Рис. 403 Выбор проводников для преобразования в области металлизации

Выберите проводники, сгруппированные по цепям во вкладке «Цепи» или по слоям во вкладке «Слои».

Преобразование происходит после нажатия кнопки «Преобразовать», см. [Рис. 404](#).

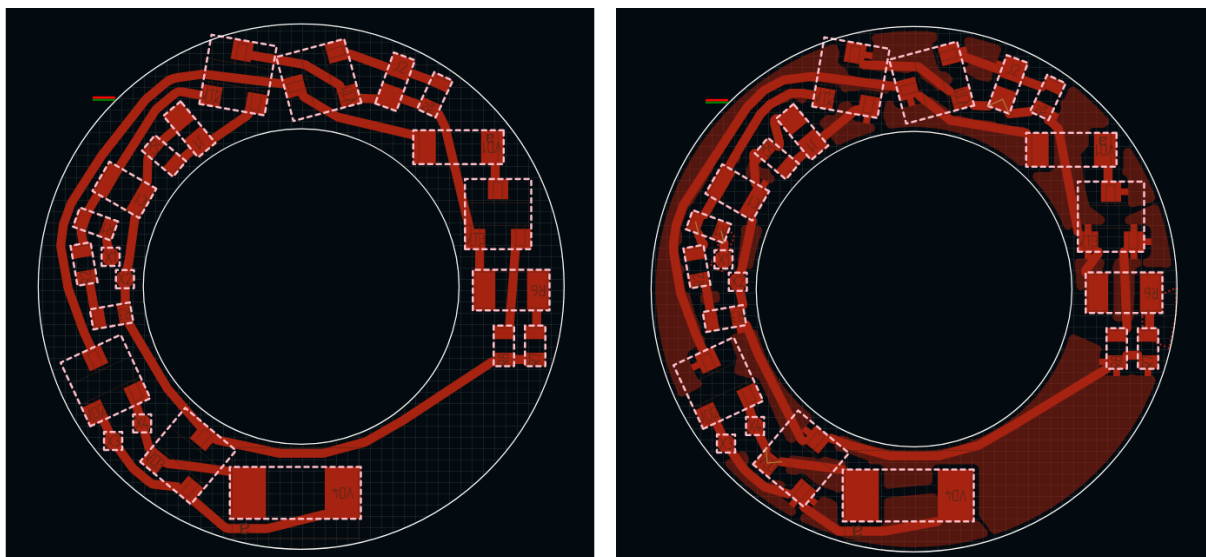


Рис. 404 Вид проводников до преобразования (слева) и после преобразования (справа) в области металлизации

12.5 Настройки режима «ТороR»

При выборе в главном меню «ТороR» → «Настройки ТороR...» отображается вложенная часть меню с опциями, см. [Рис. 405](#).

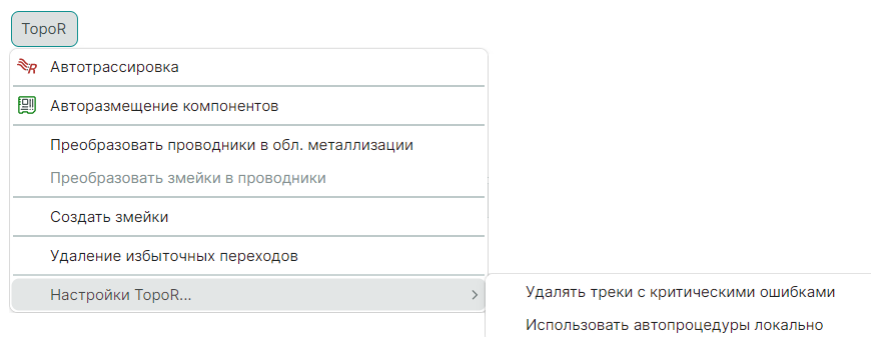


Рис. 405 Настройки ТороR

Выбор опции **«Удалять треки с критическими ошибками»** позволяет после активации автопроцедуры расчета формы проводников для устранения конфликтов у проводников с критическими ошибками автоматически удалять проводник, пересекающий проводник/проводники чужой цепи, или удалять проводник, пересекающий прямоугольный контакт. Данную опцию можно использовать как после автотрассировки, так и в процессе ручной трассировки.

Выбор опции **«Использовать автопроцедуры локально»** позволяет выполнять автопроцедуры на выделенных объектах при выделении их на печатной плате перед запуском автопроцедуры.



Важно! Опция «Использовать автопроцедуры локально» не распространяется на автопроцедуру подвижки компонентов.



Примечание! Отключение опции производится повторным выбором опции.

12.6 Панель инструментов «ТороR»

После переключения в режим «ТороR» на панели инструментов «ТороR» доступны:

1. Режим «Freestyle» для ручного перемещения проводников, см. [Рис. 406](#).

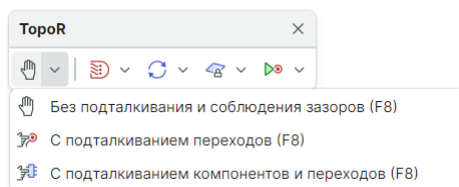


Рис. 406 Опции режима Freestyle

В режиме «Freestyle» для перемещения объектов существуют опции:

- Без подталкивания и соблюдения зазоров – возможно перемещение объектов без соблюдения заданных зазоров, при этом другие объекты подталкиваться не будут;
- С подталкиванием переходов – будут подталкиваться переходные отверстия и точки ветвления проводников с соблюдением заданных зазоров;
- С подталкиванием компонентов и переходов – будут подталкиваться компоненты, переходные отверстия и точки ветвления проводников с соблюдением заданных зазоров.

В режиме «Freestyle» при перемещении участка проводника за контакт после отпускания кнопки мыши, участок перемещается с возможностью перебрасывания через препятствия.

Для реализации перебрасывания проводника за контакт:

- 1.1. Выделите проводник, см. [Рис. 407](#).

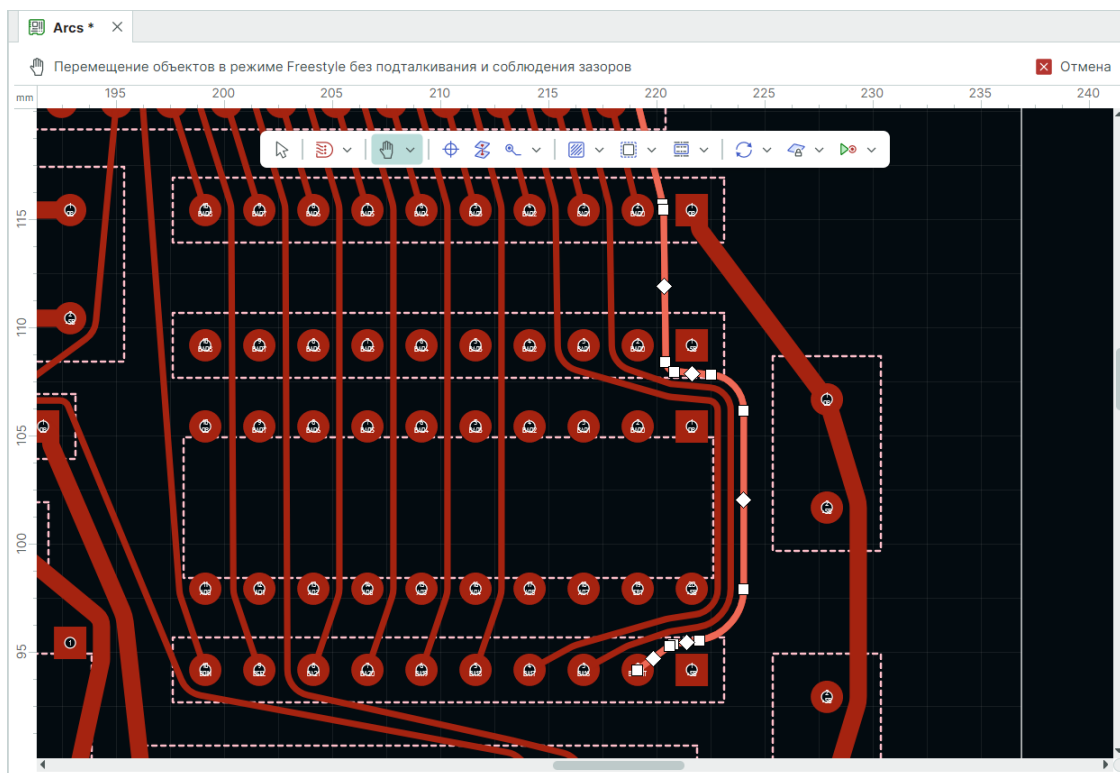


Рис. 407 Выделение проводника в режиме Freestyle

1.2. Выберите точку на проводнике и направление вектора перемещения, см. [Рис. 408](#).

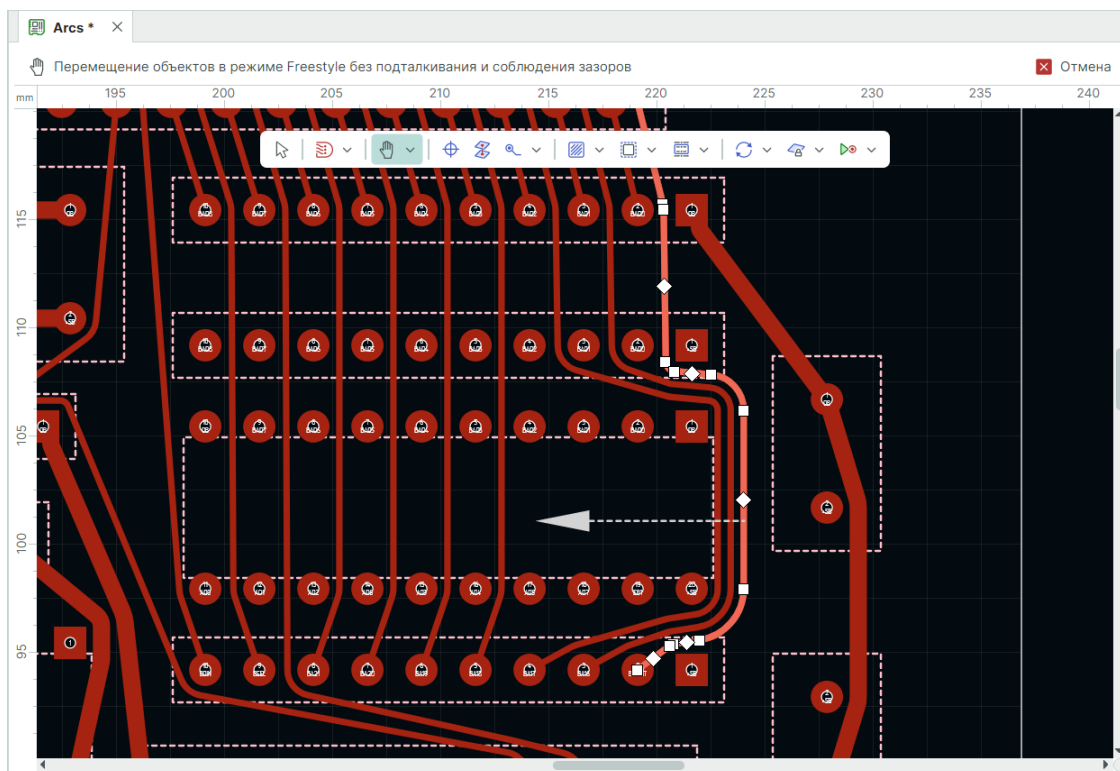


Рис. 408 Определение вектора перемещения проводника в режиме Freestyle

1.3. После отпускания кнопки мыши выделенный проводник и проводники перед ним будут переброшены за контакты, см. [Рис. 409](#).

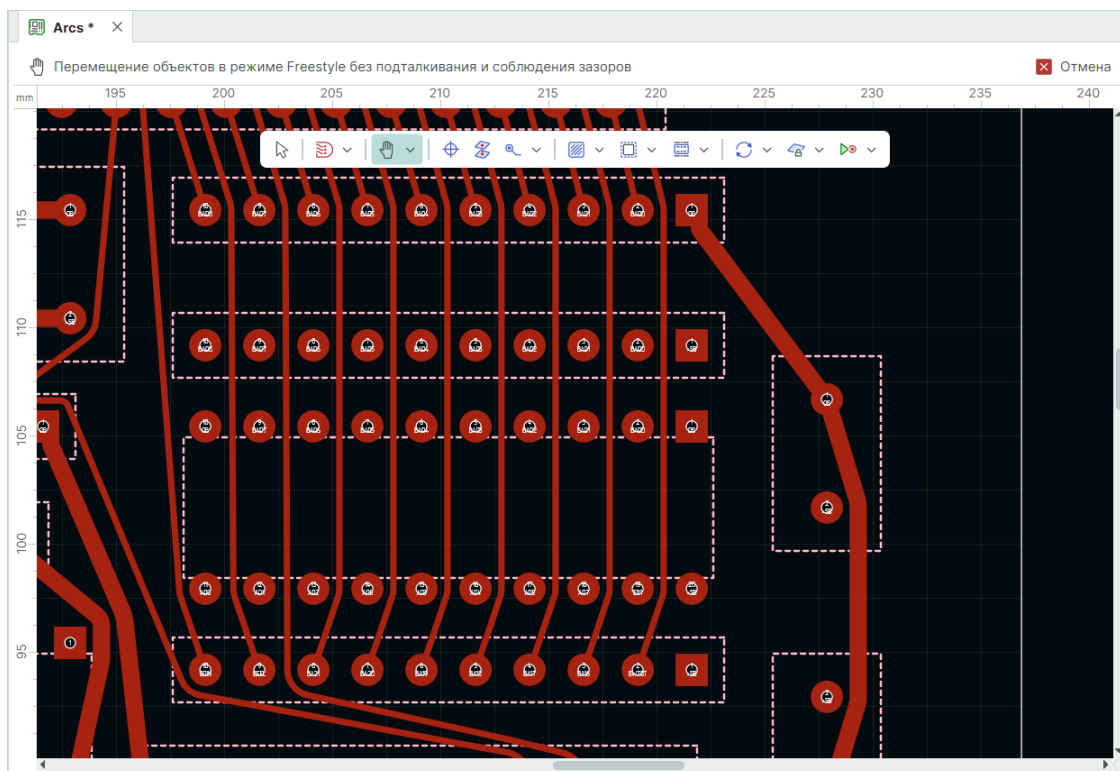


Рис. 409 Перемещение проводников в режиме Freestyle



Примечание! При ручном перемещении компонентов, переходов и ветвлений в режиме без подталкивания разрешается перемещение с нарушениями заданных зазоров. Например, можно переместить переходное отверстие между контактами микросхемы.



Примечание! Режим перемещения «Freestyle» может применяться для улучшения топологии разведённой платы, созданной не только при помощи трассировщика «ТороR», но и любого другого. Оптимальная форма проводников после каждого перемещения вычисляется автоматически.

2. Автопроцедура расчета формы проводника, см. [Рис. 410](#).

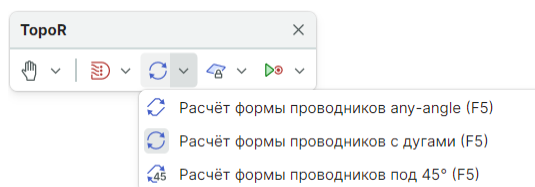


Рис. 410 Выбор формы проводника

- Расчет формы проводников any-angle – прокладка проводника под любым углом ломанными линиями;

- Расчет формы проводников с дугами – прокладка проводника с использованием дуг окружностей;
 - Расчет формы проводников под 45° – прокладка проводника с использованием изгиба проводника под углом 45°.
3. Автопроцедура перекладки проводника, см. [Рис. 411](#).

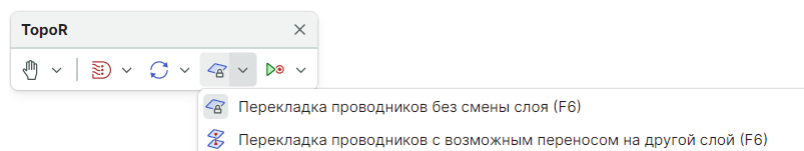


Рис. 411 Варианты перекладки проводников между слоями

- Перекладка проводников без смены слоя – автоматическая перекладка проводников только по текущему слою платы.
- Перекладка проводников с возможным переносом на другой слой – автоматическая перекладка проводников с возможностью изменения топологии пути проводника и его слоя, если проводник соединяет сквозные контактные площадки и/или переходные отверстия.



Совет! Использование этой автопроцедуры эффективно при проектировании многослойных печатных плат.

4. Автопроцедура подвижки элементов, см. [Рис. 412](#).

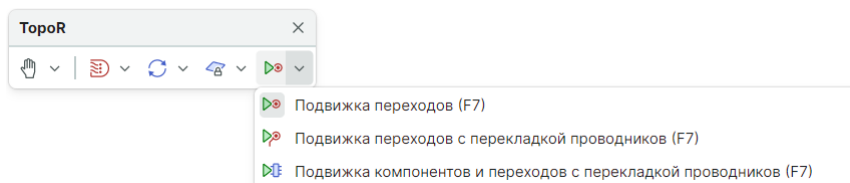


Рис. 412 Варианты подвижки переходов

Подвижка элементов выполняется автоматически, переходные отверстия и ветвления проводников перемещаются в вычисленные оптимальные положения. Если компонент не должен автоматически перемещаться, его необходимо [зафиксировать](#).

- Подвижка переходов – переходные отверстия перемещаются без перекладки проводников, все компоненты остаются на своих местах;
- Подвижка переходов с перекладкой проводников – перемещение переходных отверстий и при необходимости перекладка проводников;
- Подвижка компонентов и переходов с перекладкой проводников – перемещение распространяется на переходные отверстия и на компоненты платы с необходимой перекладкой проводников.

13 Копирование объектов

13.1 Общие сведения о копировании объектов

В Delta Design реализована возможность копирования объектов в редакторе плат и в редакторе посадочных мест. При копировании объекты помещаются в буфер обмена данных. Это позволяет использовать (вставлять) скопированные объекты в других проектах печатных плат. Операции копирования объектов предполагают создание копии выбранного объекта (независимого или входящего в состав группы выбранных объектов) для последующей работы с ним как независимым (от оригинала) объектом.



Важно! Если на плате размещены все компоненты, то скопировать компонент нельзя.

Редактор печатных плат позволяет копировать объекты всех типов:

- [Треков и дифференциальных пар](#);
- [Посадочных мест \(компонентов\)](#);
- [Составных элементов проводящего рисунка](#) (посадочные места с подключенными треками);
- [Прочих объектов](#);
- [Регионов](#);
- [Областей металлизации](#);
- [Графических объектов](#).



Важно! Операции копирования объектов не нарушают логику списка цепей (нетлиста проекта) – система запрещает появление на плате компонентов и цепей, которые отсутствуют на электрической схеме проекта.

Копирование и дальнейшую вставку объектов возможно выполнить следующими способами:

Способ 1) Вызовите контекстное меню для выбранного объекта и выберите пункт «Копировать», а затем вызовите контекстное меню в выбранном пустом месте платы и выберите пункт «Вставить», см. [Рис. 413](#). Скопированный объект будет отображен под курсором и будет следовать за ним до его размещения.

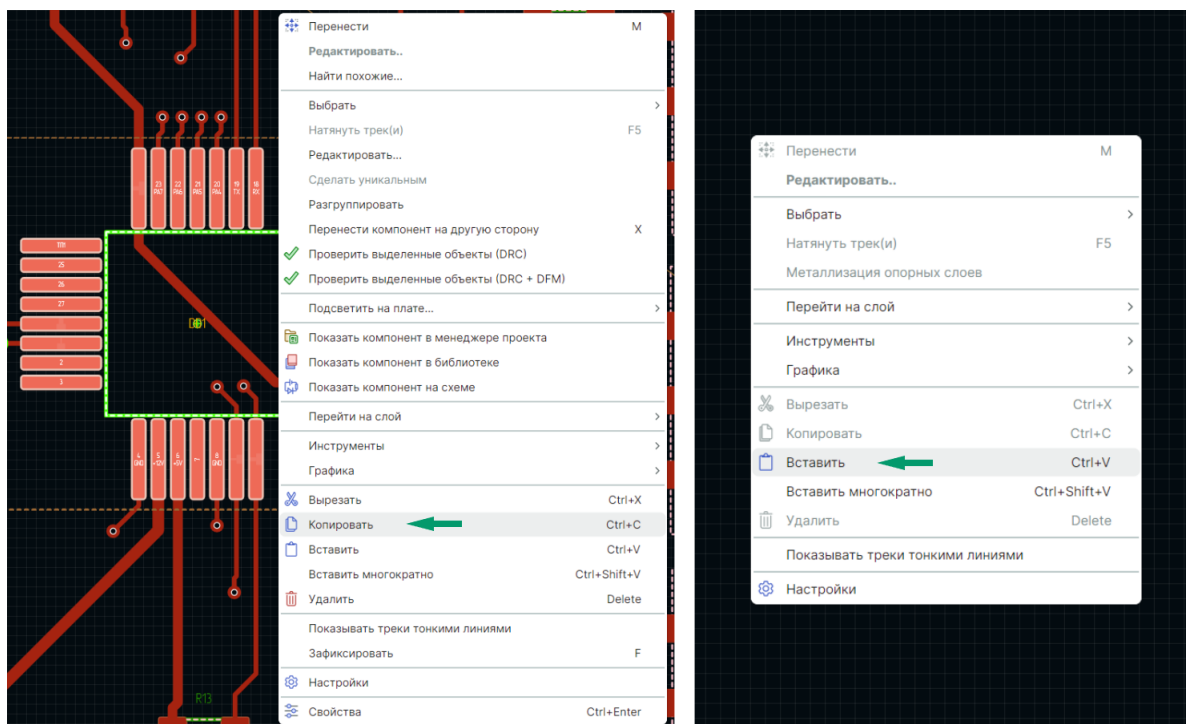


Рис. 413 Копирование объектов через контекстное меню

Способ 2) Путем использования комбинации клавиш «Ctrl+C» → «Ctrl+V». Скопированный объект будет отображен под курсором и будет следовать за ним до его размещения.

Способ 3) Путем «перетаскивания» выделенных объектов с зажатой клавишей «Ctrl». Скопированный объект будет отображен под курсором и будет следовать за ним до его размещения.

Способ 4) С помощью вызова функции копирования из главного меню. В разделе «Правка» главного меню выберите пункт «Копировать», предварительно выделив объект (объект будет скопирован в буфер обмена), а затем снова перейдите в раздел «Правка» главного меню и выберите пункт «Вставить», см. [Рис. 414](#). Скопированный объект будет отображен под курсором и будет следовать за ним до его размещения.

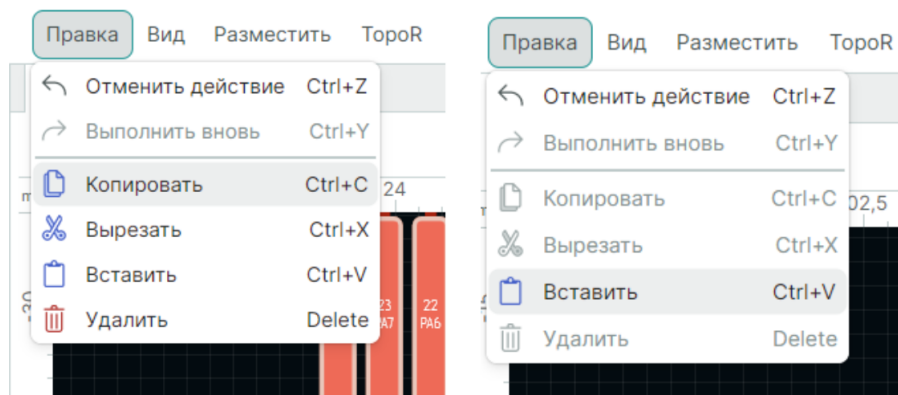


Рис. 414 Копирование объектов через главное меню

После размещения скопированных объектов при использовании любого из способов копирования, будет открыто окно «Соответствие элементов», см. [Рис. 415](#). В окне отображаются компоненты, которые скопированы (колонок «Исходный объект») и те, которые будут вставлены (колонок «Новый объект»). В колонке «Новый объект» необходимо выбрать компонент из еще неразмещенных на плату компонентов. Если все компоненты уже размещены, то поле будет пустым и скопировать исходный компонент не получится.

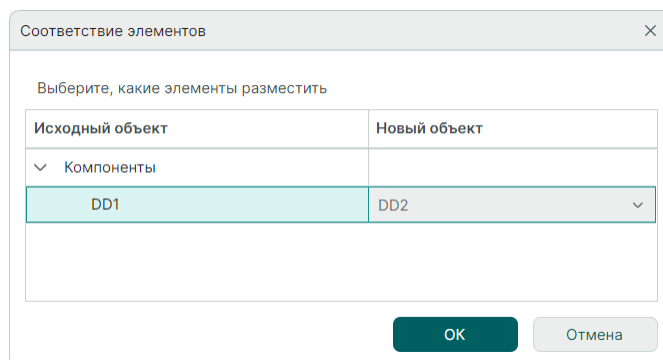


Рис. 415 Окно «Соответствие элементов»

При выполнении копирования объектов важно помнить:

- Все элементы копируются на тот слой, с которого они были скопированы (исключением являются треки (диффпары) и графические объекты).
- Во время копирования доступен поворот объектов на угол, кратный 90°.
- При размещении скопированных объектов (КП компонентов, ПО, МО, треков и т.п.) невозможно выполнить для них проверку правил DRC до тех пор, пока им не будут назначены цепи.
- Имеется возможность выполнять копирование и дальнейшее размещение только неизмененных объектов. К примеру, если объект был скопирован (помещен в буфер обмена), а затем было изменено его месторасположение, переназначены цепи и т.п., в таком случае вставка объекта выполнена не будет.
- Для последующей многократной вставки скопированного объекта, в контекстном меню доступна функция «Вставить многократно» («Ctrl+Shift+V»), см. [Рис. 416](#).

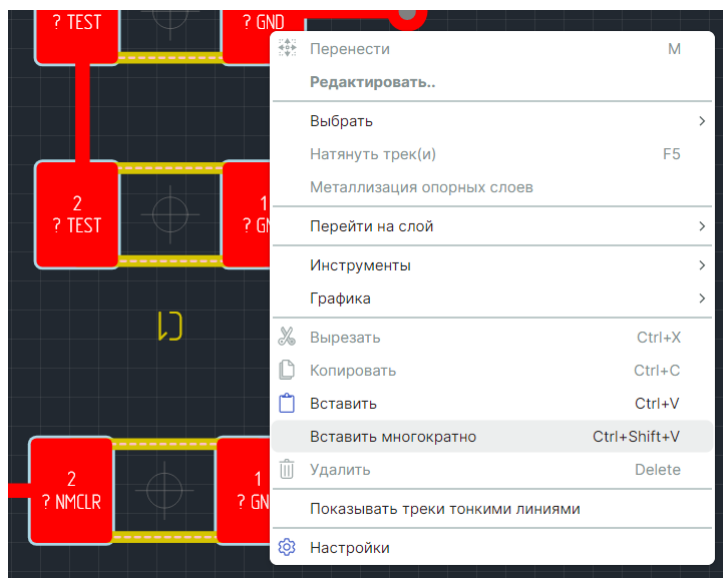


Рис. 416 Вызов функции «Вставить многократно»

13.2 Копирование треков и дифференциальных пар

Копирование и вставка треков и диффпар возможна только с сигнального слоя на сигнальный слой. Поддерживается копирование нескольких треков одновременно.

Чтобы скопировать трек:

1. Выделите сегменты трека, которые необходимо скопировать.
2. Воспользуйтесь пунктом «Копировать» контекстного меню или нажмите горячие клавиши «Ctrl+C», см. [Рис. 417](#). Копию выделенных сегментов трека можно получить, перемещая объект при нажатой клавише «Ctrl».

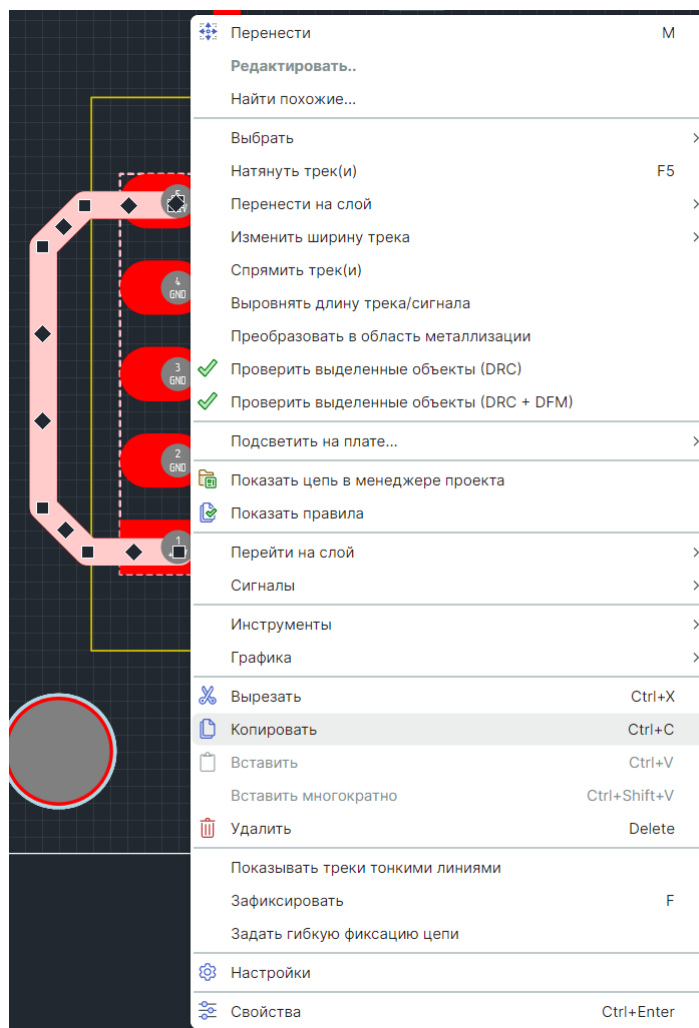


Рис. 417 Копирование трека

3. Перейдите к нужному месту платы, в том числе на другой проводящий слой и воспользуйтесь пунктом «Вставить» контекстного меню или используйте горячие клавиши «Ctrl+V», см. [Рис. 418](#).

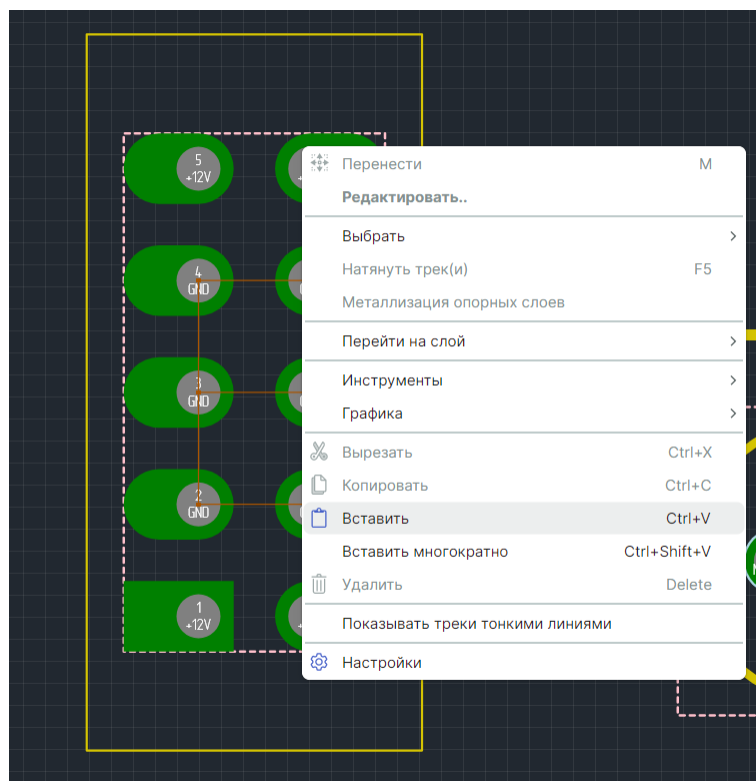


Рис. 418 Вставка скопированного трека



Важно! Если при размещении копии трека в редакторе будет выбран слой, на котором ее разместить нельзя (например, слой шелкографии), копия трека будет размещена на исходном слое.

4. Разместите скопированный трек, см. [Рис. 419](#).

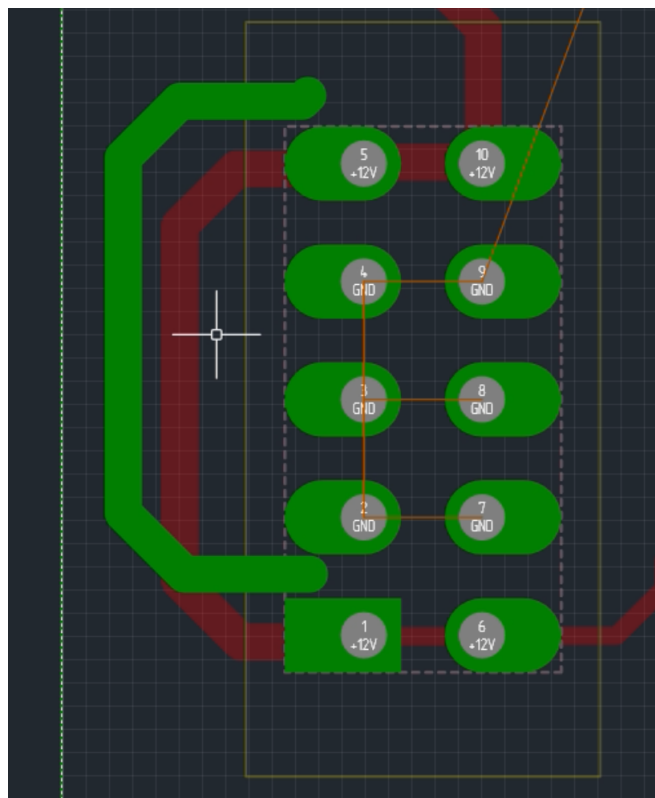


Рис. 419 Размещение скопированного трека

Система позволяет размещать (вставлять) несколько копий скопированного трека. Для этого после размещения первой копии нужно повторить команду «Вставить», и новая копия будет доступна для размещения, см. [Рис. 420](#).

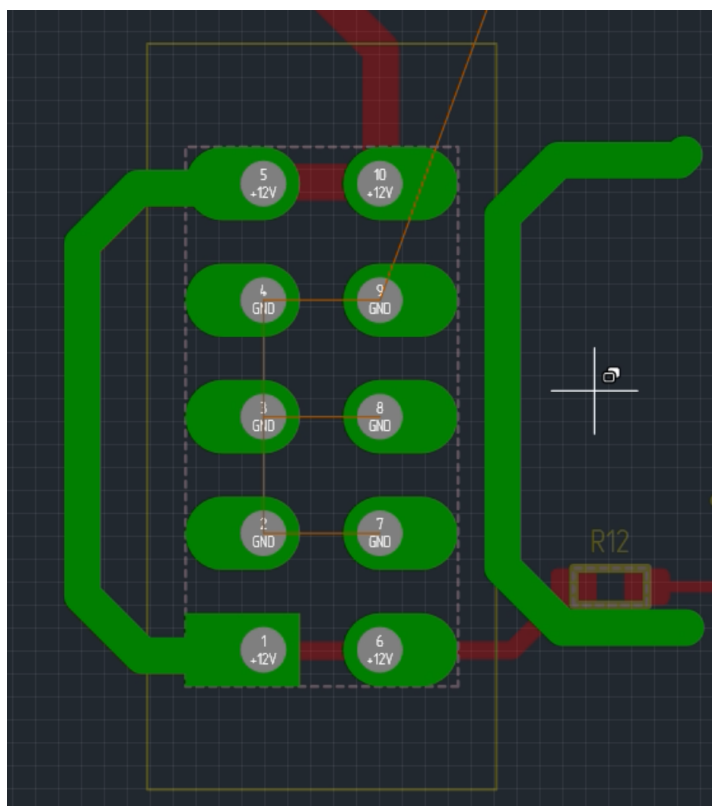


Рис. 420 Размещение нескольких копий трека

При размещении копии ее можно поворачивать относительно центра на угол, кратный 90° . Поворот выполняется с помощью клавиш, назначенных для этого действия (по умолчанию это клавиши «R» и «Shift+R»), см. [Рис. 421](#).

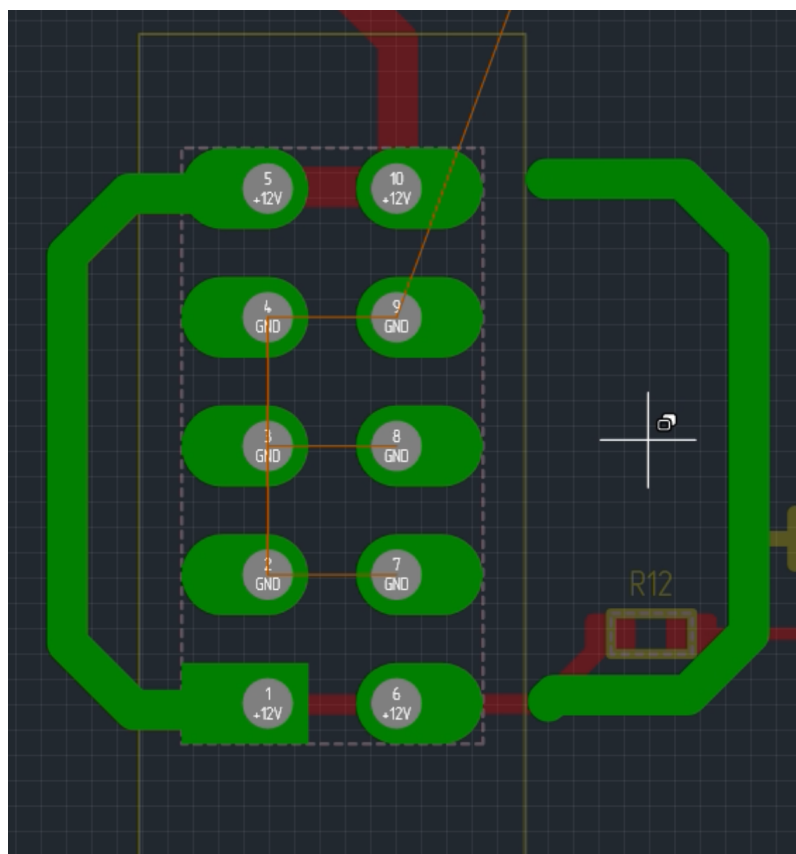


Рис. 421 Вращение копии трека при размещении

Когда копируемые треки размещаются в пустом пространстве, они будут принадлежать той же цепи, что и исходные. В случае, когда копия трека при размещении образует контакт с каким-либо элементом проводящего рисунка, для нее будет назначена та же цепь, которой принадлежит данный элемент.



Пример! Копируемый трек принадлежал цепи «OSC2», а после размещения его копия принадлежит цепи «OSC1», так как при размещении копия объекта была совмещена с контактными площадками, принадлежащими цепи «OSC1», см. [Рис. 422](#).

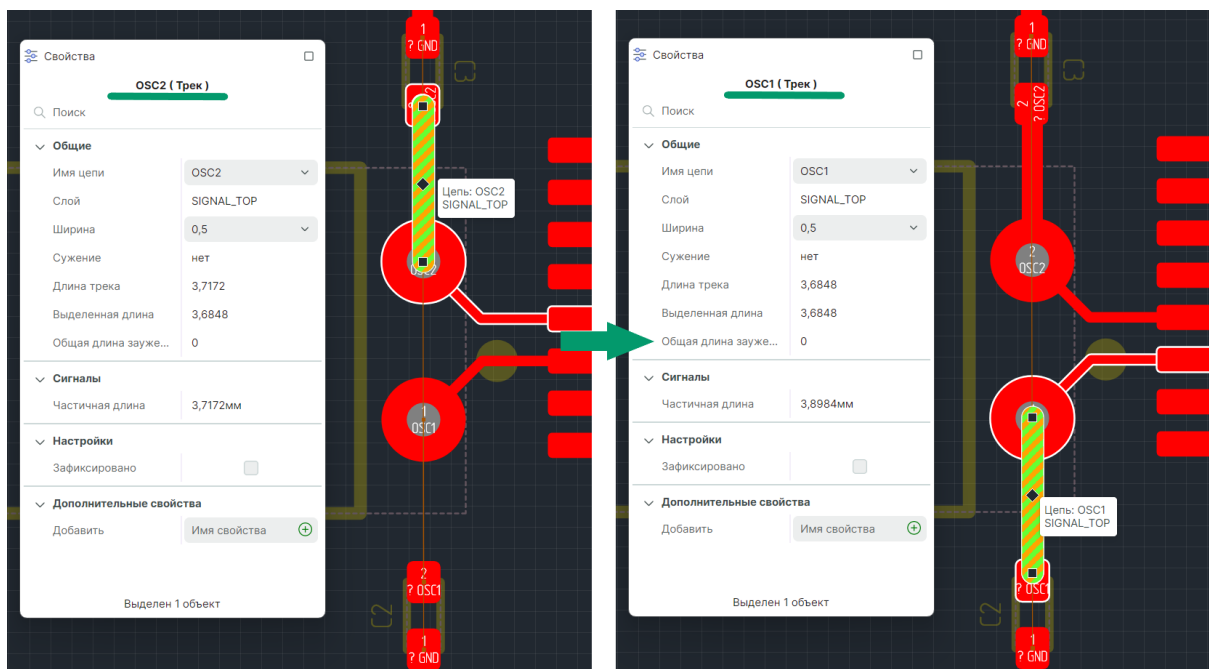


Рис. 422 Изменение цепи копии объекта при вставке с наложением на другой элемент печатного монтажа

13.3 Копирование посадочных мест компонентов

Копирование посадочных мест выполняется аналогично [копированию трек](#)ов с тем лишь ограничением, что копия посадочного места должна соответствовать, по крайней мере, одному посадочному месту из списка неразмещенных компонентов.

Чтобы скопировать посадочное место компонента:

1. Выберите посадочные места, которые необходимо скопировать.
2. Воспользуйтесь пунктами контекстного меню «Копировать» и «Вставить» для размещения копии компонента. Также можно воспользоваться клавишами «Ctrl+C» и «Ctrl+V». Копию объекта можно получить, перемещая объект при нажатой клавише «Ctrl».
3. Выберите место для размещения копии посадочного места и нажмите левую кнопку мыши.
4. Выберите в окне «Соответствие элементов» компонент, которому будет соответствовать размещаемая копия посадочного места компонента, и нажмите кнопку «ОК», см. [Рис. 423](#). При одновременном копировании нескольких посадочных мест соответствие должно быть установлено для каждого из них.

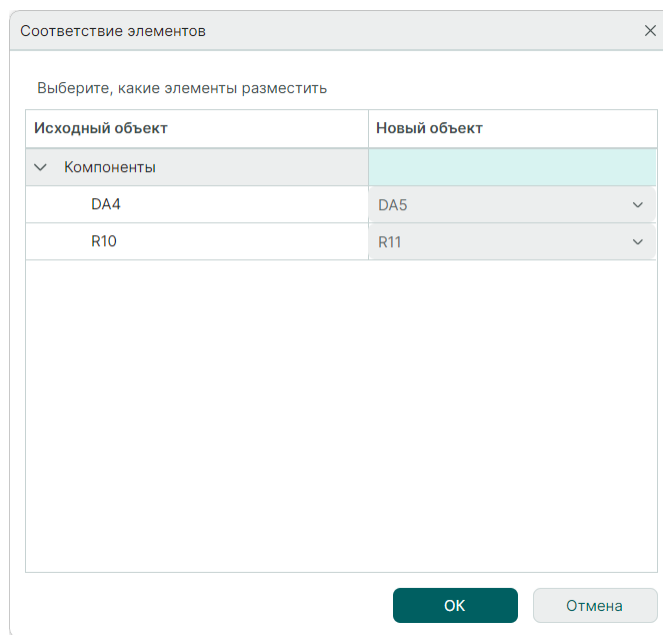


Рис. 423 Выбор компонента, соответствующего копии посадочного места

В случае, когда копируются несколько посадочных мест и хотя бы для одного из них нельзя указать соответствующий неразмещенный компонент, операция копирования не будет завершена. Кнопка «ОК» в окне «Соответствие элементов» будет недоступна, а в нижней части окна будет отображаться соответствующее сообщение, см. [Рис. 424](#).

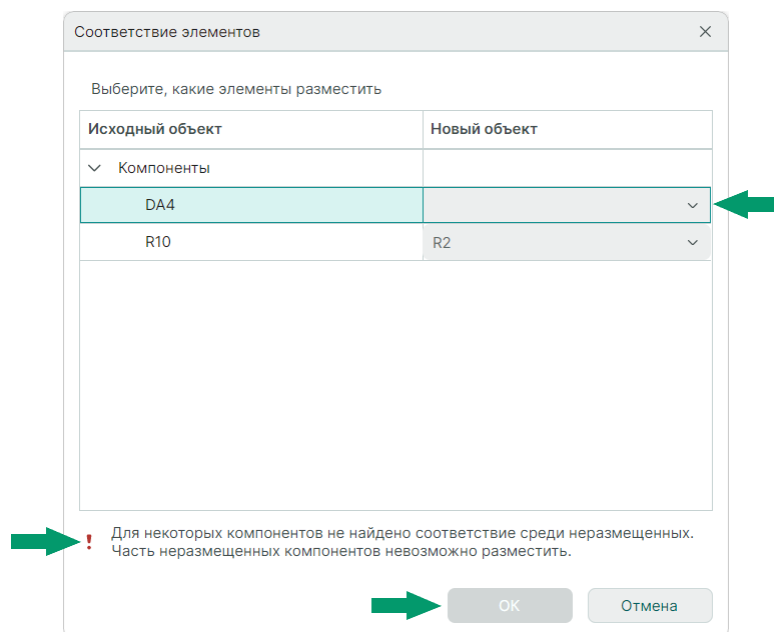


Рис. 424 Запрет копирования при отсутствии соответствия для копий

13.4 Совместное копирование треков и компонентов

Копирование компонентов с подключенными трекками в целом аналогично [копированию посадочных мест компонентов](#).

Следует учесть, что при размещении на плате копии компонентов и трекков для копий трекков будут назначаться именно те цепи, которые, в соответствии со списком соединений, подключены к выбранным компонентам.

В процессе копирования нескольких соединенных между собой компонентов возможна ситуация, когда назначенные для копии трекков цепи будут не соответствовать списку цепей. Это возможно, когда исходные компоненты соединены между собой, а компоненты, которые соответствуют копиям, не входят в состав одной цепи. В этом случае для копий трекков не будут назначены цепи, и при проверке данные трекки будут помечены как некорректные, см. [Рис. 425](#).



Рис. 425 Ошибка при размещении копии

13.5 Копирование прочих объектов

Копирование прочих объектов (таких как переходные, монтажные отверстия и реперные точки) выполняется аналогично [копированию трекков](#).

Если для копируемого объекта была назначена какая-либо цепь, то его копии будут соответствовать тем же цепям, что и оригинал.



Пример! При копировании переходных отверстий, принадлежащих цепям «Net0010» и «LSTI», их копии будут включены в состав тех же цепей «Net0010» и «LSTI» соответственно.

13.6 Копирование регионов

При копировании регионов должны копироваться и настройки в Редакторе правил. Также поддерживается копирование классов цепей в регионе.

13.7 Копирование областей металлизации

При копировании областей металлизации (залитых или нет) происходит копирование и последующее размещение только контура области металлизации. При выборе для копирования островка области металлизации скопирован и размещен будет контур всей области металлизации целиком.

13.8 Копирование графической информации

Копирование графической информации выполняется аналогично [копированию треков](#).

Графические объекты можно копировать со слоя на слой (SILK_TOP, SILK_BOTTOM, ASSEMBLY_TOP, ASSEMBLY_BOTTOM, DOCUMENTUM и BOARD_OUTLINE), для вставки на нужный слой его необходимо сделать текущим.

Если при вставке будет выбран слой, на котором их разместить нельзя (например, проводящий), то копия объекта будет вставлена на исходный слой.

Если выделенные объекты находились на разных слоях, то вставка будет происходить на те же слои, с которых они были скопированы, вне зависимости от того какой слой будет выбран как активный в момент размещения копий.



Примечание! На слой BOARD_OUTLINE не могут быть скопированы овалы и текст. Графические объекты будут размещены на том же слое, с которого были скопированы.

14 Металлизированные области платы

14.1 Общие сведения об областях металлизации

Области металлизации на слоях печатных плат используются для создания экранирования, трассировки силовых цепей и создания опорных слоев.

Система Delta Design позволяет создавать области металлизации, обеспечивая следующие возможности:

- автоматическое создание термобарьеров, в том числе с возможностью предварительной настройки параметров термобарьеров для отдельных контактных площадок;
- использование различных шаблонов (текстур) штрихового заполнения области металлизации, включая сплошную заливку;
- предварительную настройку параметров области металлизации и их многократное применение для других областей металлизации;
- поддержку областей металлизации, состоящих из двух и более несвязанных зон (островков области металлизации);
- указание очередности заполнения пересекающихся областей металлизации (приоритет заполнения).

Порядок работы с областями металлизации в системе Delta Design включает в себя следующие этапы:

- [Создание границ области металлизации](#).
- [Заполнение области металлизации](#) в соответствии с [набором предустановленных правил](#) и установленными [свойствами области](#).
- [Работа с островками области металлизации](#).
- [Редактирование области металлизации](#) путем изменения конфигурации границ и правил заполнения области.



Важно! Корректное размещение треков, пересекающих область металлизации (одну или несколько), возможно только через незаполненную область металлизации. Для этого необходимо отменить заполнение области металлизации после размещения треков и [заполнить область металлизации повторно](#).

14.2 Создание границ области металлизации

14.2.1 Базовый механизм размещения областей металлизации

Области металлизации размещаются на плате с помощью инструмента «Разместить область металлизации», который обозначается символом  и расположен:

- на встроенной панели редактора;
- на панели инструментов «Плата»;
- в главном меню «Инструменты» → «Область металлизации».



Примечание! В системе Delta Design существует три встроенных формы области металлизации: прямоугольник, круг, многоугольник. Форма размещаемого контура области металлизации отображается на

соответствующей иконке инструмента «Разместить область металлизации».

Чтобы разместить область металлизации:

1. Выберите текущим слой, на котором требуется разместить область металлизации.
2. Активируйте инструмент «Разместить область металлизации» с выбором фигуры контура области металлизации, см. [Рис. 426](#).

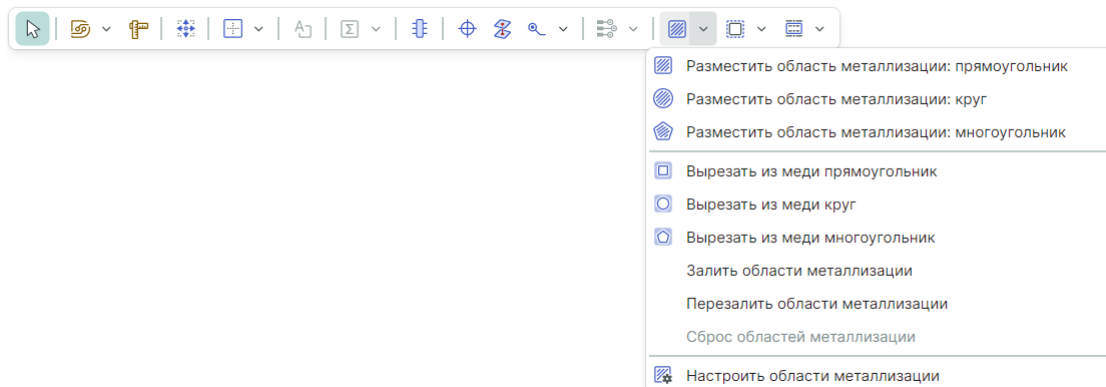


Рис. 426 Включение инструмента «Разместить область металлизации» из встроенной панели редактора с выбором формы контура

3. Выберите точку, которая будет принадлежать границе размещаемой области металлизации, нажмите левую кнопку мыши.
4. Удерживая левую кнопку мыши зажатой, переведите курсор на другую точку печатной платы, которая так же будет принадлежать границе размещаемой области металлизации, и отпустите левую кнопку мыши, при этом между точками будет построена замкнутая фигура, см. [Рис. 427](#).

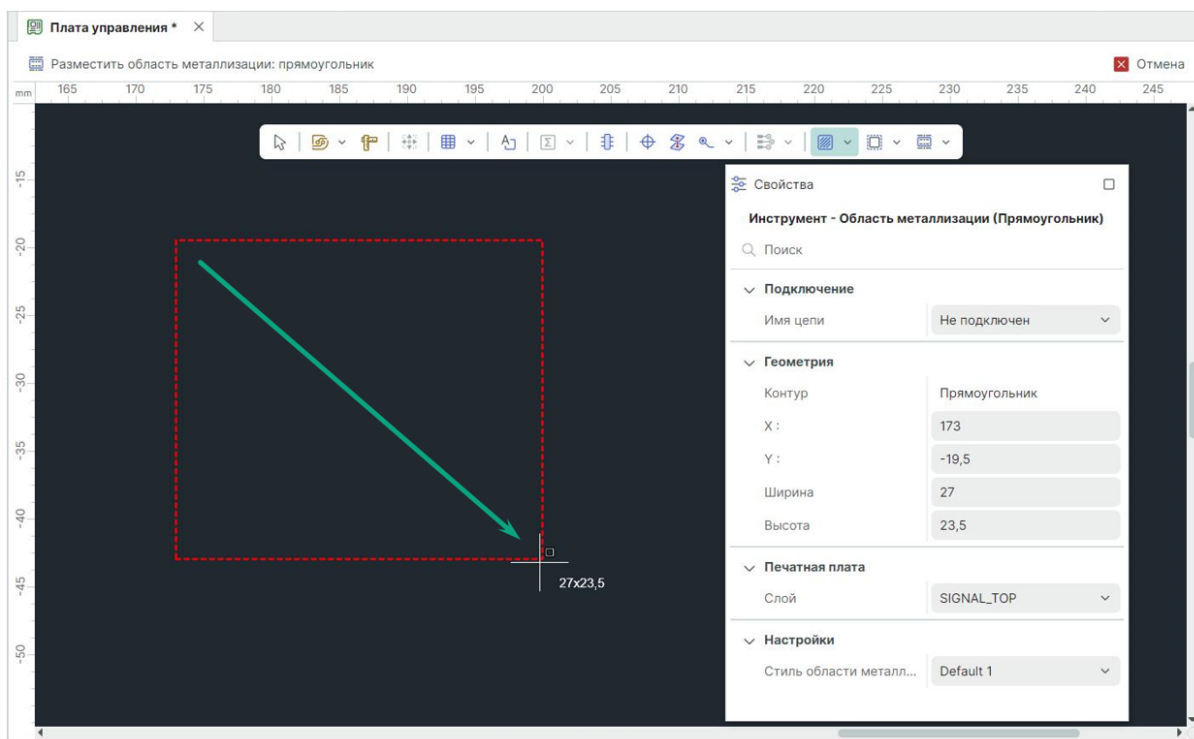


Рис. 427 Построение области металлизации с контуром прямоугольник и свойства инструмента

В процессе создания контура области металлизации в окне «Свойства» → «Инструмент - Область металлизации» отображаются текущие параметры геометрической фигуры.

5. При необходимости создайте несколько областей металлизации повторяя [п.3](#) и [п.4](#).
6. Для завершения работы инструмента «Разместить область металлизации» в контекстном меню выберите «Отменить», см. [Рис. 428](#).

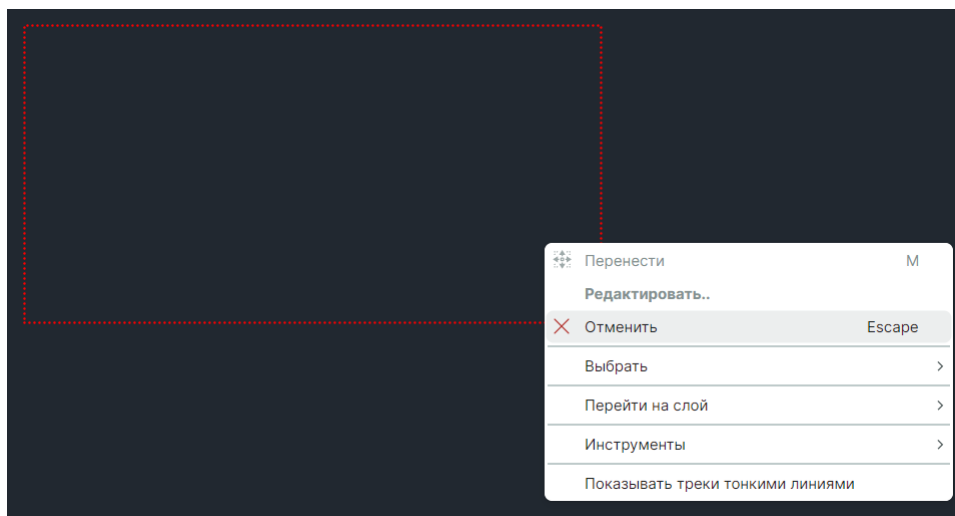


Рис. 428 Завершение работы инструмента



Примечание! Для завершения работы инструмента можно воспользоваться горячей клавишей «Отменить текущую операцию инструмента» («Escape»).

7. По завершении построения области металлизации в окне «Свойства» отображаются текущие [параметры области металлизации](#), см. [Рис. 429](#).

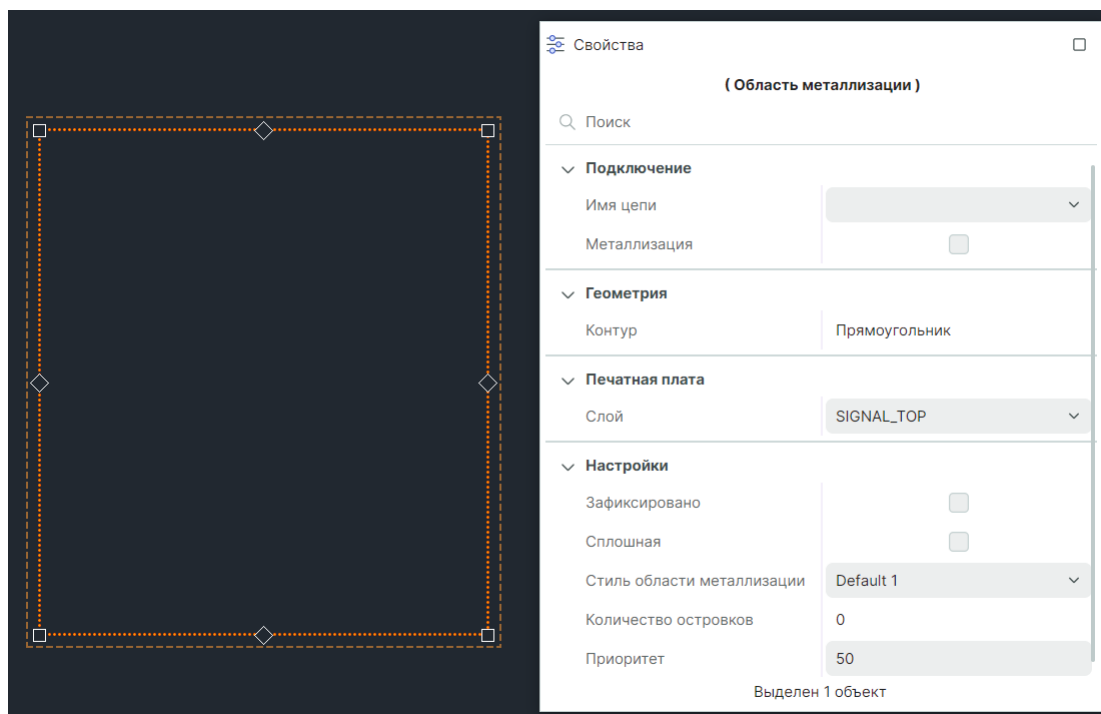


Рис. 429 Область металлизации с контуром прямоугольник и свойства области металлизации

После создания области металлизации отображаются только ее границы.

Дальнейшие действия с заполнением и редактированием области металлизации описаны в разделах [Заполнение области металлизации](#) и [Редактирование области металлизации](#).

14.2.2 Особенности размещения областей металлизации

14.2.2.1 Общие сведения о размещении областей металлизации

Для оптимизации создания областей металлизации в работе инструмента предусмотрены:

- [Цветовая индикация границы размещаемой области](#).
- [Режимы работы инструмента](#).
- [Отмена сформированных участков границ](#).

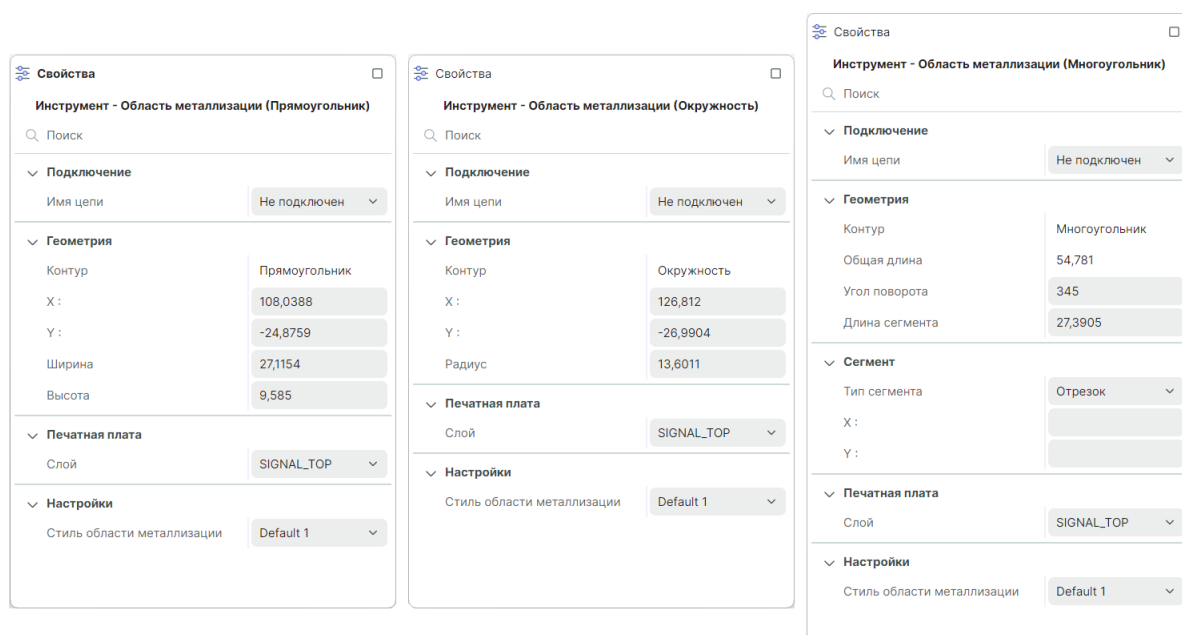
14.2.2.2 Цветовая индикация границы

Области металлизации всегда располагаются на проводящих слоях печатной платы и отображаются цветом, который выбран для соответствующего слоя.

14.2.2.3 Режимы работы инструмента «Разместить область металлизации»

Инструмент «Разместить область металлизации» имеет три режима работы по числу встроенных форм области металлизации: прямоугольник, круг, многоугольник.

Для каждой из трех встроенных форм области металлизации отображается набор параметров, см. [Рис. 430](#).



The figure shows three instances of the 'Properties' dialog for the 'Place Metal Area' tool, each configured for a different mode: Rectangle, Circle, and Polygon.

- Rectangle Mode:**
 - Подключение:** Имя цепи: Не подключен
 - Геометрия:**
 - Контур: Прямоугольник
 - X: 108,0388
 - Y: -24,8759
 - Ширина: 27,1154
 - Высота: 9,585
 - Печатная плата:** Слой: SIGNAL_TOP
 - Настройки:** Стиль области металлизации: Default 1
- Circle Mode:**
 - Подключение:** Имя цепи: Не подключен
 - Геометрия:**
 - Контур: Окружность
 - X: 126,812
 - Y: -26,9904
 - Радиус: 13,6011
 - Печатная плата:** Слой: SIGNAL_TOP
 - Настройки:** Стиль области металлизации: Default 1
- Polygon Mode:**
 - Подключение:** Имя цепи: Не подключен
 - Геометрия:**
 - Контур: Многоугольник
 - Общая длина: 54,781
 - Угол поворота: 345
 - Длина сегмента: 27,3905
 - Сегмент:**
 - Тип сегмента: Отрезок
 - X:
 - Y:
 - Печатная плата:** Слой: SIGNAL_TOP
 - Настройки:** Стиль области металлизации: Default 1

Рис. 430 Режимы инструмента «Область металлизации»

Раздел «Подключение» – имя цепи, в состав которой входит область металлизации. Выбор цепи осуществляется из выпадающего списка соединений проекта.

Раздел «Геометрия» – информация о форме контура области металлизации.

Раздел «Сегмент» (для режима работы инструмента «Многоугольник») – информация о сегменте контура области металлизации. Выбор формы сегмента доступен из выпадающего списка встроенных форм: отрезок, дуга, Безье.

Раздел «Печатная плата» – слой, на котором расположена область металлизации. Выбор слоя осуществляется из выпадающего списка.

Раздел «Настройки» – стиль области металлизации. Выбор стиля области металлизации из выпадающего [списка определенных стилей](#) настраиваемых параметров.

Построение границы области металлизации аналогично [построению границы региона](#).

14.2.2.4 Отмена сформированных участков границ

При размещении областей металлизации сложной формы может возникнуть необходимость изменить геометрию сформированных участков контура.

Для того чтобы отменить фиксацию предыдущего участка необходимо использовать горячую клавишу «Назад» («Backspace»).

После каждого нажатия клавиши «Назад» последний зафиксированный участок границы будет удален.

Операцию можно повторять многократно – количество отменяемых участков определяется количеством повторов нажатия клавиши «Назад».

14.3 Свойства области металлизации

После размещения область металлизации представлена только в виде контура. Чтобы создать полноценную область металлизации, необходимо правильно задать ее свойства.

Область металлизации обладает рядом свойств, см. [Рис. 431](#).

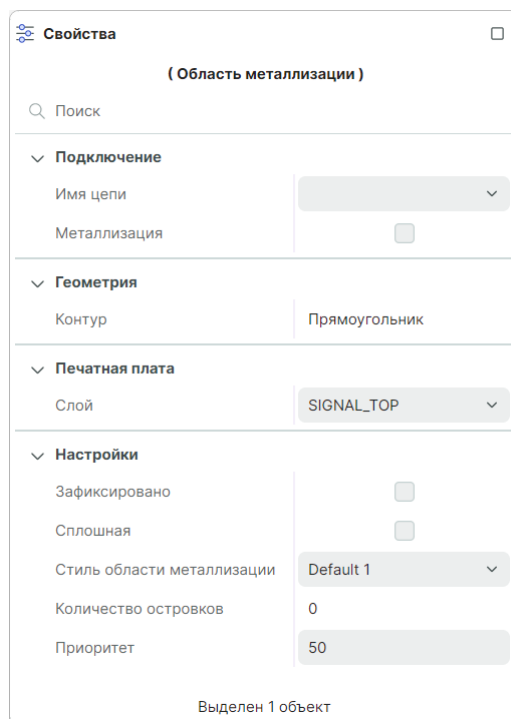


Рис. 431 Свойства области металлизации

Раздел «Подключение»:

- «Имя цепи» – имя цепи, в состав которой входит область металлизации. Выбор цепи осуществляется из выпадающего списка соединений проекта.
- «Металлизация» – при установке флага в чек-боксе производится заполнение области металлизации проводящим рисунком.

Раздел «Геометрия» – информация о форме контура области металлизации.

Раздел «Печатная плата» – слой, на котором расположена область металлизации. Выбор слоя осуществляется из выпадающего списка.

Раздел «Настройки»:

- «Зафиксировано» – параметры области металлизации не активны для изменений при установке флага в чек-боксе.
- «Сплошная» – выполнение сплошной заливки области металлизации при установке флага в чек-бокс.
- «Стиль области металлизации» – выбор стиля области металлизации из выпадающего [списка определенных стилей](#) настраиваемых параметров.

- «Количество островков» – количество отдельных элементов области металлизации. Это справочное свойство, которое изменяется только при изменении области металлизации.
- «Приоритет» – порядковый номер, указывающий какой по счету будет заполняться данная область металлизации при одновременном заполнении нескольких областей. Первой заполняется область металлизации, которой присвоен наименьший номер.



Примечание! Отдельные элементы областей металлизации появляются при наложении области металлизации и других объектов печатной платы. Так, например, трек, пересекающий область металлизации, делит ее на два островка (если область и трек относятся к разным цепям).

14.4 Заполнение области металлизации

Прежде чем заполнить область металлизации, предварительно необходимо [задать ее границы](#).

Для заполнения области металлизации:

1. Выберите текущим слой, на котором размещена граница области металлизации, выделите границу этой области.
2. В контекстном меню выберите «Перезалить область металлизации» или установите флаг в чек-бокс «Свойства» → «Подключение» → «Металлизация», см. [Рис. 432](#).

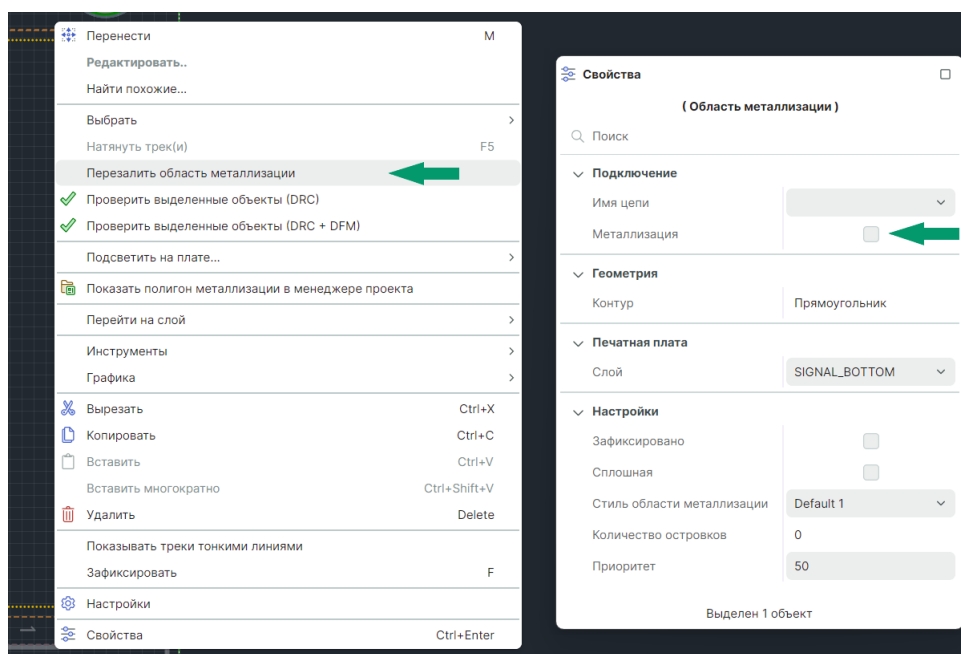


Рис. 432 Способы заполнения области металлизации

В случае если область металлизации не может быть заполнена, система проинформирует о невозможности заливки области металлизации, укажет на

возможные причины и предоставит рекомендации по решению проблемы, см. [Рис. 433](#).

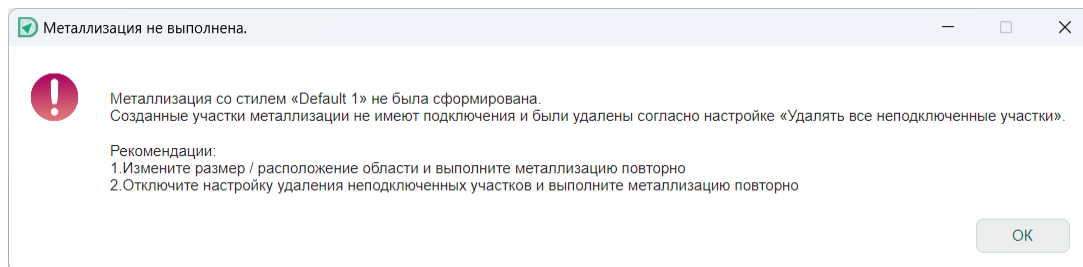


Рис. 433 Информационное окно о невозможности выполнения заливки области металлизации



Примечание! Область металлизации заполняется в соответствии со стилем, который указан «Свойства» → «Настройки» → «Стиль области металлизации».

Если производится одновременное заполнение нескольких областей металлизации, то заполнение будет происходить в порядке возрастания параметра «Свойства» → «Настройки» → «Приоритет». Таким образом, сначала заполнится область с наименьшим значением приоритета.

Порядок заполнения областей важен в случае, когда одновременно заполняемые области металлизации пересекаются.

Заполнить все области металлизации и отменить их заполнение можно с помощью пунктов «Залить области металлизации», «Перезалить области металлизации» и «Сброс областей металлизации» из главного меню «Инструменты» → «Область металлизации», см. [Рис. 434](#).

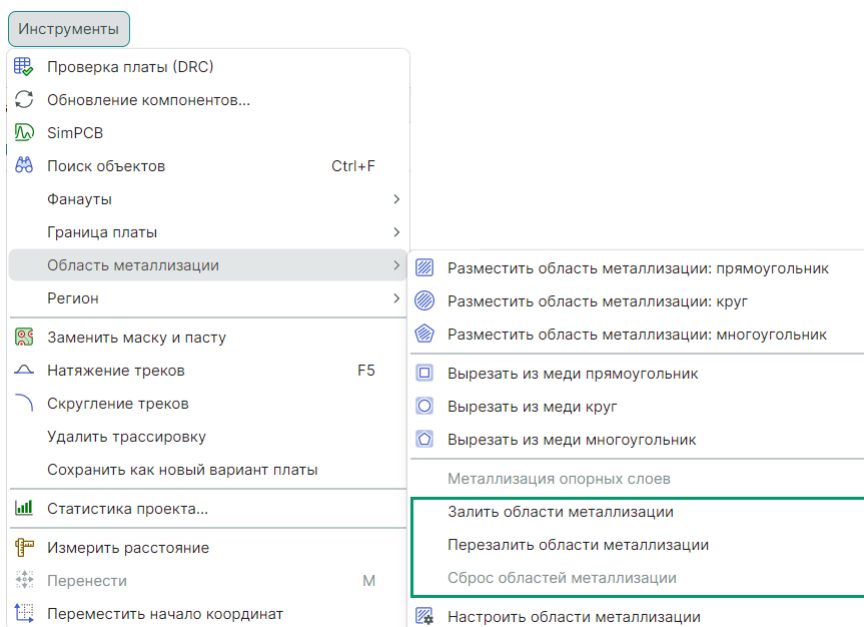


Рис. 434 Заливка, перезаливка и сброс всех областей металлизации платы



Примечание! В случае если в редакторе выделены области металлизации, команды «Залить области металлизации» и «Перезалить области металлизации» будут выполнены только для выделенных областей.

Также вызов этих функций доступен из панели инструментов «Плата» и из встроенной панели редактора.



Важно! Заполнение всех областей металлизации платы занимает некоторое время, которое зависит от производительности рабочей станции. Рекомендуется дожидаться заполнения всех областей, не завершая работу системы Delta Design и/или операционной системы.

Взаимодействие области металлизации с другими объектами на плате возможно настроить при помощи регионов. Подробнее см. раздел [Регионы](#).



Примечание! Для подключения объектов (контактной площадки, переходного и монтажного отверстий) к области металлизации необходимо, чтобы центры объектов находились внутри границы области. Перед заливкой области рекомендуется проверить настройки области металлизации.

14.4.1 Сплошное заполнение области металлизации

Для заполнения области металлизации заливкой с такой же геометрией как и размещенный контур области, выделите область металлизации и установите флаг в чек-бокс «Свойства» → «Настройки» → «Сплошная», см. [Рис. 435](#).

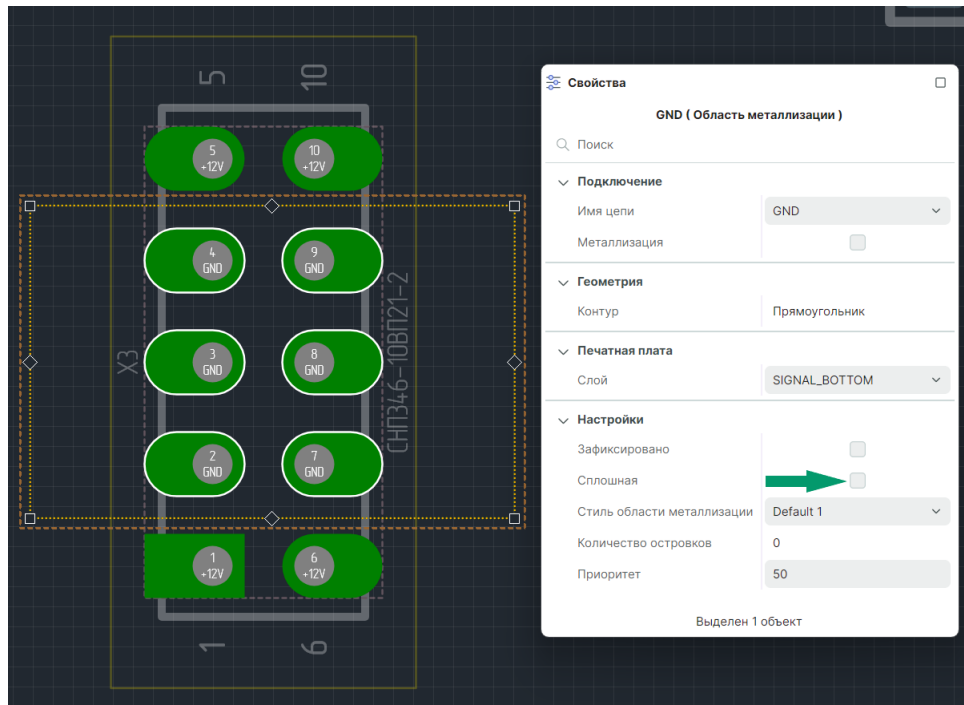


Рис. 435 Переход к сплошной заливке области металлизации

Пример отображения сплошной заливки области металлизации представлен на [Рис. 436](#).



Рис. 436 Сплошная заливка области металлизации

При использовании сплошной заливки области металлизации игнорируется приоритет заливки.

Созданный островок металлизации накладывается на любые объекты, которые попали под него.

При использовании сплошной заливки доступно изменение геометрии области металлизации без сброса заливки области металлизации.

14.4.2 Преобразования трека в область металлизации

Для преобразования трека в область металлизации:

1. Выделите трек;
2. Из контекстного меню выберите пункт «Преобразование в область металлизации», см. [Рис. 437](#).

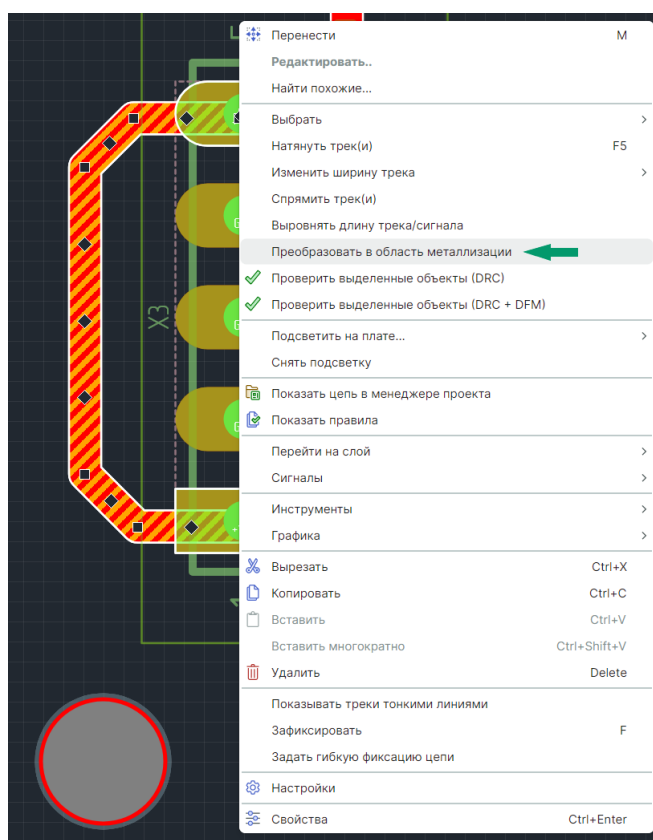


Рис. 437 Преобразование выделенного трека в область металлизации

14.5 Настройка параметров областей металлизации

14.5.1 Общие сведения о параметрах областей металлизации

Области металлизации обладают большим количеством настраиваемых параметров.

Для установки всех настраиваемых параметров областей металлизации реализовано окно «Настройки областей металлизации». Окно вызывается с

помощью инструмента «Настроить область металлизации», который обозначен символом  и расположен:

- на встроенной панели редактора;
- на панели инструментов «Плата»;
- в главном меню «Инструменты» → «Область металлизации» → «Настроить области металлизации».

Общий вид окна «Настройки областей металлизации» представлен на [Рис. 438](#).

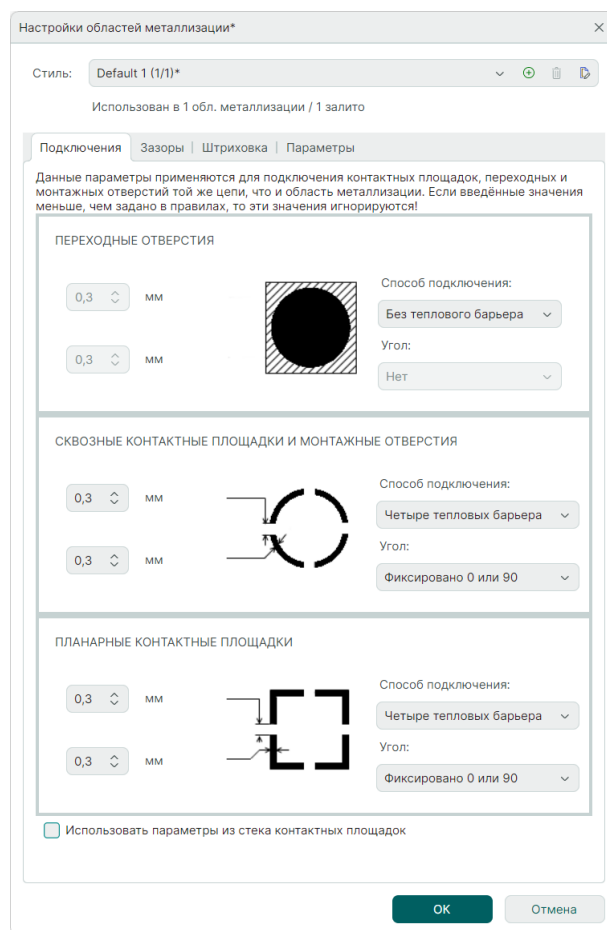


Рис. 438 Окно «Настройки областей металлизации»

В верхней части окна расположено поле для управления группами настроек (стилей) областей металлизации.

Ниже следуют вкладки, на которых определяются параметры областей металлизации.

Настройка области металлизации выполняется поэтапно:

1. Выбирается из существующих стилей или [создается новый стиль области металлизации](#).
2. На вкладках окна «Настройки областей металлизации» задаются необходимые [значения параметров металлизации](#).
3. Созданный стиль сохраняется.
4. Выбранный стиль применяется к текущей области металлизации.

14.5.2 Работа со стилями областей металлизации

Области металлизации, размещенные на печатной плате, заполняются на основе выбранного *стиля* – группы параметров, которые описывают подключение к объектам той же цепи, что и область металлизации, зазоры от объектов отличной цепи, использование и стиль штриховки, а также параметры удаления островков металлизации. Выбранный стиль является одним из [свойств области металлизации](#).

Выбор стиля для области металлизации производится из списка, формируемого с помощью окна «Настройки областей металлизации».

Прежде чем приступить к заданию параметров нового стиля, его необходимо создать.

Для создания стиля нажмите на символ  в поле «Настройки областей металлизации» → «Стиль», см. [Рис. 439](#).

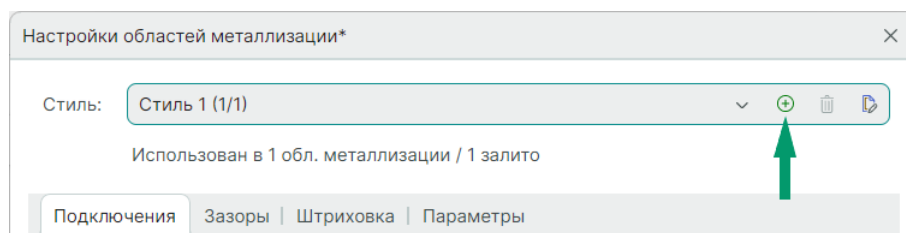


Рис. 439 Создание нового стиля области металлизации

Созданному стилю автоматически присваивается уникальное имя вида «Default N», где *N* – натуральное число.

Для того чтобы переименовать стиль, нажмите на символ  и введите новое имя стиля в окне «Сменить имя», см. [Рис. 440](#).

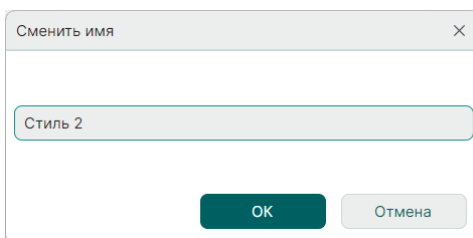


Рис. 440 Переименование стиля области металлизации

Для удаления стиля области металлизации выберите его с помощью выпадающего списка и нажмите символ , см. [Рис. 441](#).

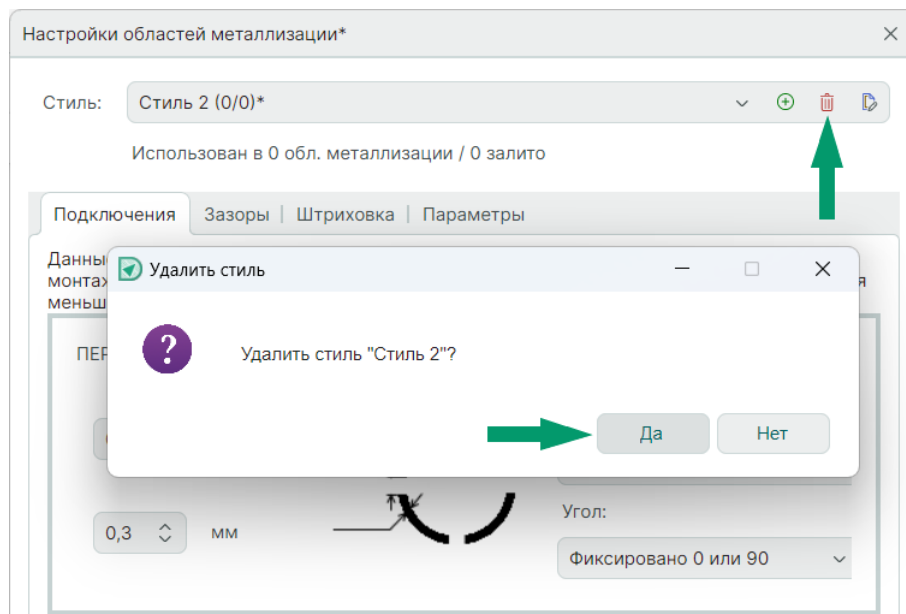


Рис. 441 Удаления стиля области металлизации



Примечание! Стиль не может быть удален, если он был назначен для заполнения хотя бы одной области металлизации на плате. Таким образом, перед удалением стиля области металлизации необходимо убедиться, что он не используется в проекте.

При нажатии кнопки «ОК» в окне «Настройки областей металлизации» созданный стиль сохраняется и будет доступен для применения и/или редактирования, в том числе в свойствах областей металлизации.

14.5.3 Определение параметров области металлизации

14.5.3.1 Группировка параметров областей металлизации

Параметры областей металлизации в окне «Настройки областей металлизации» сгруппированы в следующие вкладки, см. [Рис. 442](#):

- [Подключения](#);
- [Зазоры](#);
- [Штриховка](#);
- [Параметры](#).

Настройки областей металлизации*

Стиль: Стил 1 (1/1)*

Использован в 1 обл. металлизации / 1 залито

Подключения | Зазоры | Штриховка | Параметры

Данные параметры применяются для подключения контактных площадок, переходных и монтажных отверстий той же цепи, что и область металлизации. Если введенные значения меньше, чем задано в правилах, то эти значения игнорируются!

ПЕРЕХОДНЫЕ ОТВЕРСТИЯ

0,3 мм

0,3 мм

Способ подключения: Без теплового барьера

Угол: Нет

СКВОЗНЫЕ КОНТАКТНЫЕ ПЛОЩАДКИ И МОНТАЖНЫЕ ОТВЕРСТИЯ

0,3 мм

0,3 мм

Способ подключения: Два тепловых барьера

Угол: Фиксировано 0 или 90

ПЛАНАРНЫЕ КОНТАКТНЫЕ ПЛОЩАДКИ

0,3 мм

0,3 мм

Способ подключения: Два тепловых барьера

Угол: Фиксировано 0 или 90

☐ Использовать параметры из стека контактных площадок

OK Отмена

Рис. 442 Вкладки окна «Настройки областей металлизации»

Каждая вкладка предназначена для установки значений определенной группы параметров.

14.5.3.2 Вкладка «Подключения»

На вкладке «Подключения» представлены параметры, определяющие геометрию термобарьеров в области металлизации.

Термобарьеры могут создаваться для контактных площадок и переходных отверстий, расположенных внутри области металлизации и подключенных к той же электрической цепи, что и область металлизации.

Параметры термобарьеров переходных отверстий, сквозных контактных площадок и монтажных отверстий, планарных контактных площадок задаются независимо.

По умолчанию данная вкладка имеет вид как на [Рис. 443](#).

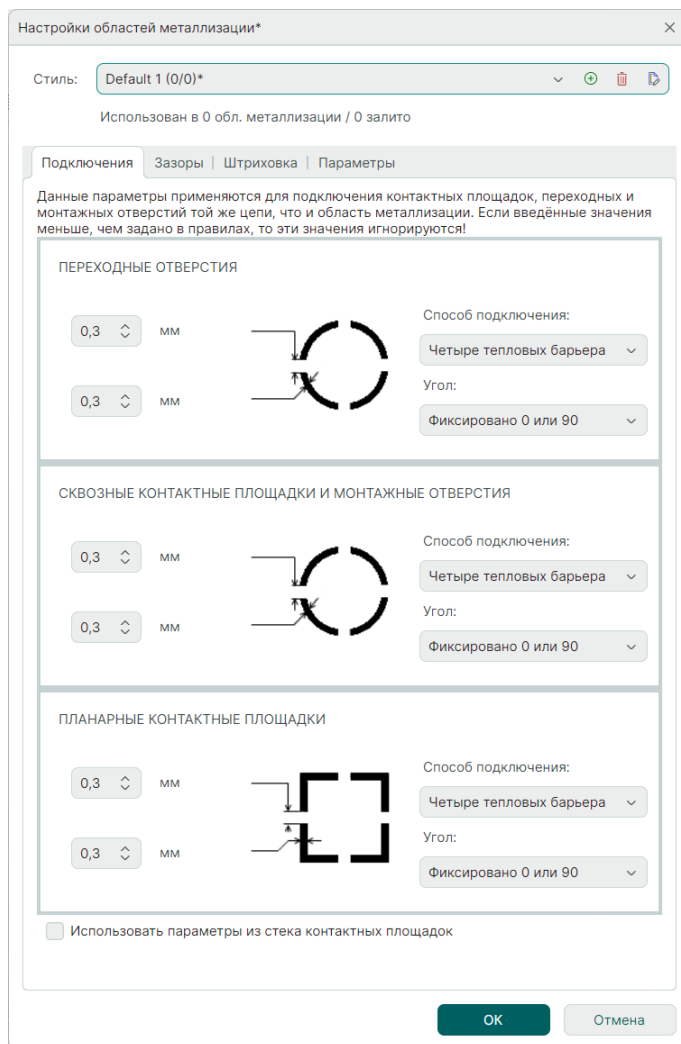


Рис. 443 Параметры термобарьеров по умолчанию

Тип термобарьера устанавливается с помощью выпадающего списка «Способ подключения», см. [Рис. 444](#).

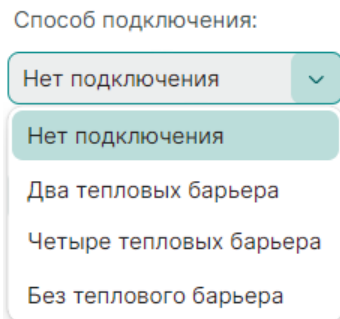


Рис. 444 Выбор типа подключения

Выбранный тип термобарьера схематически показан в центральной части окна.

Для объектов доступны следующие типы термобарьеров:

- «Нет подключения» – подключение к области металлизации отсутствует (сплошной термобарьер);
- «Два тепловых барьера» – подключение к области металлизации выполняется через две «спицы»;
- «Четыре тепловых барьера» – подключение к области металлизации выполняется через четыре «спицы»;
- «Без теплового барьера» – термобарьер отсутствует.

Возможные варианты расположения «спиц» термобарьера выбираются с помощью выпадающего списка в поле «Угол», см. [Рис. 445](#).

Угол:



Рис. 445 Возможные варианты расположения «спиц» термобарьера

В левой части окна задаются размеры термобарьера: ширина «спиц» и ширина термобарьера, см. [Рис. 446](#).

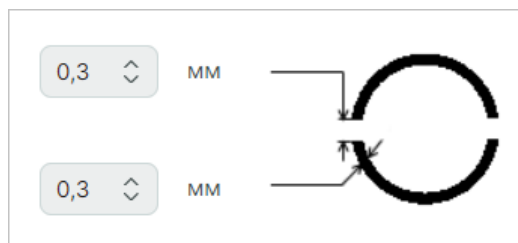


Рис. 446 Размеры термобарьера

Для контактных площадок в системе Delta Design может быть установлен свой тип термобарьера, заданный на этапе проектирования контактной площадки в рамках библиотеки ЭРИ.

Чтобы в области металлизации использовались заранее заданные библиотечные термобарьеры, необходимо установить флаг в чек-боксе «Использовать параметры из стека контактных площадок», см. [Рис. 447](#).

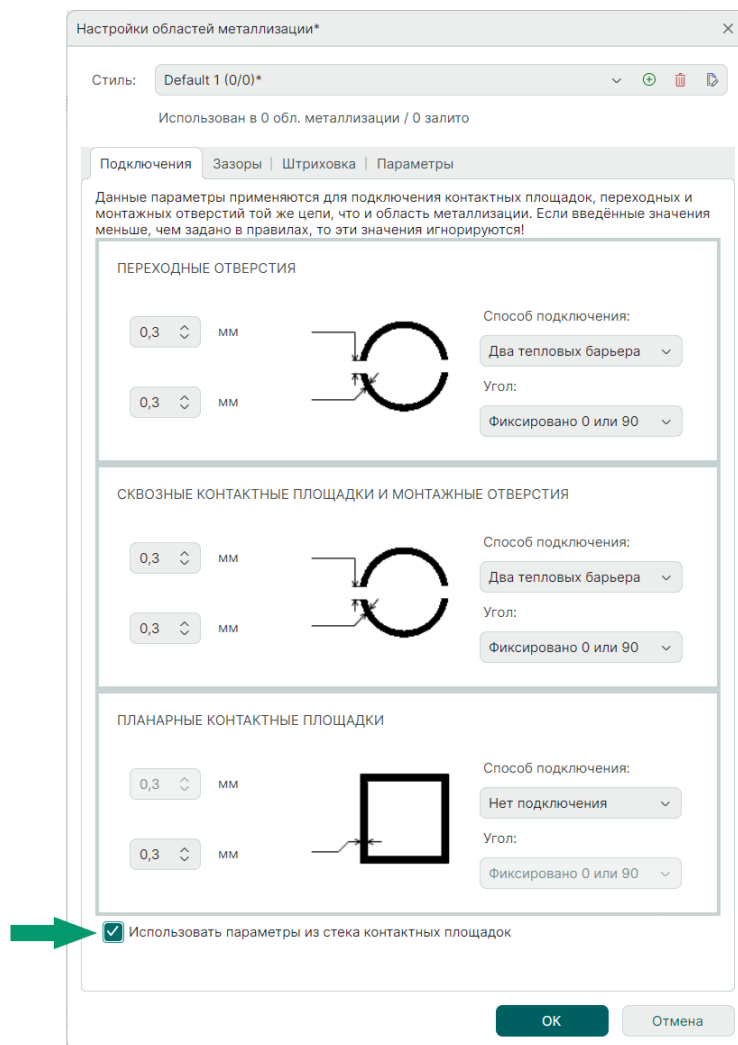


Рис. 447 Использование заранее заданных параметров термобарьеров



Совет! После изменения параметров в окне «Настройки областей металлизации» рекомендуется снять заливку всех областей металлизации и залить их повторно.

14.5.3.3 Вкладка «Зазоры»

На вкладке «Зазоры» сгруппированы параметры, определяющие ширину зазора между объектами и границей области металлизации.

При проверке введенные значения в «Настройки областей металлизации» → «Зазоры» сравниваются с существующими значениями правил проектирования. Если значение в «Настройки областей металлизации» → «Зазоры» меньше значения заданного в правилах, то соответствующее

значение заданное в «Настройки областей металлизации» → «Зазоры» игнорируется.

По умолчанию данная вкладка имеет вид как на [Рис. 448](#).

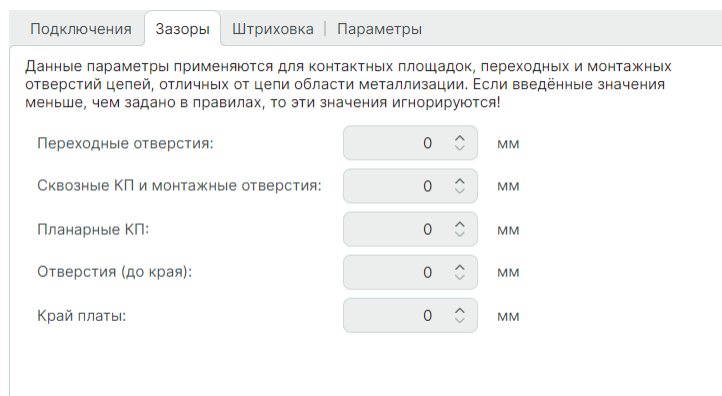


Рис. 448 Вкладка «Зазоры»



Совет! После изменения параметров в окне «Настройки областей металлизации» рекомендуется снять заливку всех областей металлизации и залить их повторно.

14.5.3.4 Вкладка «Штриховка»

Сплошная заливка области металлизация обеспечивает лучшие электрические свойства платы, но для уменьшения тепловыделения рекомендуется использовать заливку области металлизации в виде штриховки.

На вкладке «Штриховка» представлены параметры, описывающие заполнение области металлизации.

По умолчанию данная вкладка имеет вид как на [Рис. 449](#).

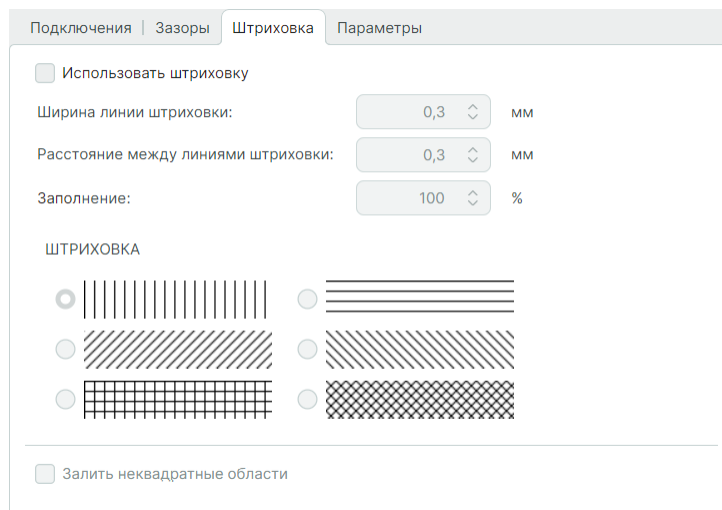


Рис. 449 Вкладка «Штриховка»

Настройки заполнения области металлизации делятся на следующие группы:

- «Использовать штриховку» – управляет параметрами штриховки при установленном флаге;
- «Штриховка» – состоит из вариантов заполнения области металлизации;
- дополнительный параметр «Залить неквадратные области» для управления заливкой неквадратных областей металлизации при установленном флаге.

В группе «Использовать штриховку» задаются соответствующие значения ширины линий штриховки, расстояния между ними и процент заполнения области металлизации, см. [Рис. 450](#).

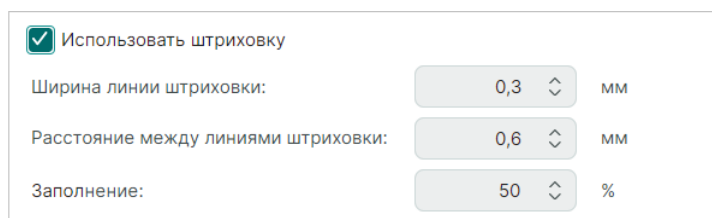


Рис. 450 Установка значений параметров штриховки

Все значения параметров штриховки являются зависимыми, т.е. при изменении одного значения будут изменяться и остальные значения.



Примечание! Параметр «Расстояние между линиями штриховки» определяет расстояние между осями линий. Поэтому, в случае, когда ширина линии равна расстоянию между линиями, область металлизации будет заполняться на 100%.

В группе «Штриховка» определяется вариант, в соответствии с которым будет заполнена область металлизации. Для заполнения доступны различные варианты прямой и наклонной под углом 45° штриховки, см. [Рис. 451](#).

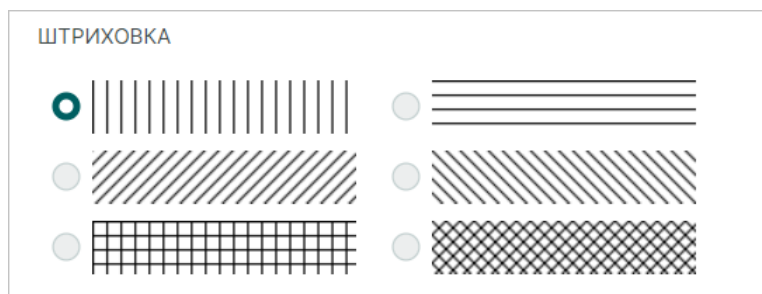


Рис. 451 Выбор способа заполнения области металлизации

На [Рис. 452](#) приведен пример заполнения области металлизации одним из вариантов прямой штриховки с заданными параметрами.

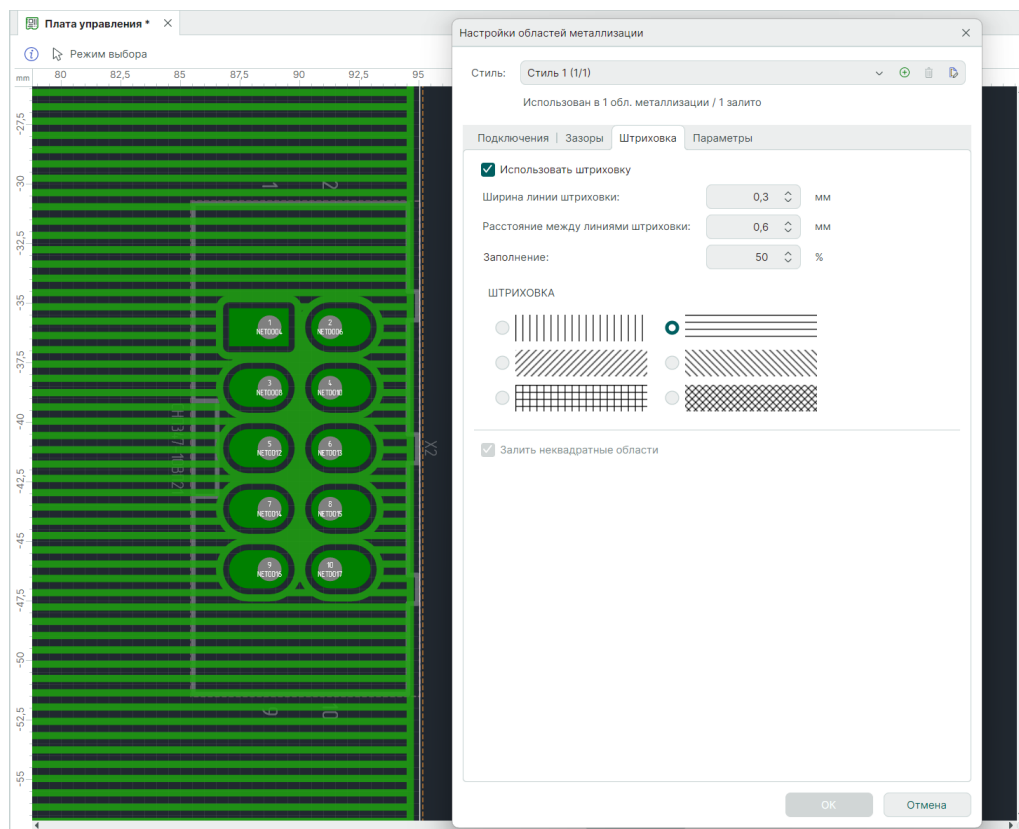


Рис. 452 Пример горизонтального штрихового заполнения области металлизации

Для двойных штриховок, образующих квадратный рисунок, доступен параметр «Залить неквадратные области», который включается установкой флага в чек-бокс, см. [Рис. 453](#).

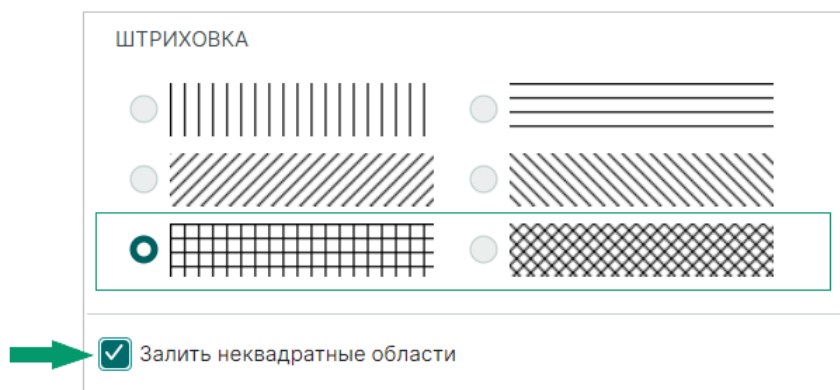


Рис. 453 Дополнительный параметр «Залить неквадратные области»

Этот параметр включает сплошное заполнение областей металлизации на тех участках, где невозможно разместить целые элементы сеточной штриховки.

На [Рис. 454](#) приведен пример использования различных установок параметра, где в левой части рисунка параметр «Залить неквадратные области» включен, а в правой – отключен.

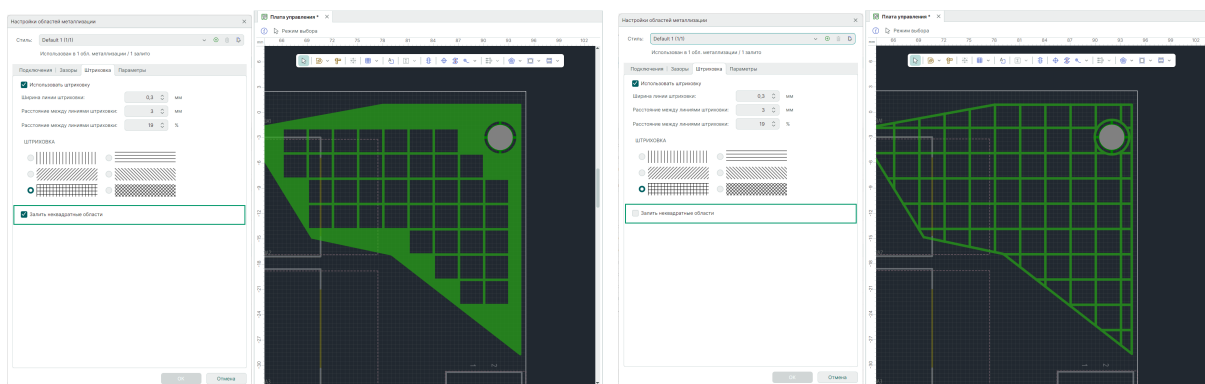


Рис. 454 Применение параметра «Залить неквадратные области»



Совет! После изменения параметров в окне «Настройки областей металлизации» рекомендуется снять заливку всех областей металлизации и залить их повторно.

14.5.3.5 Вкладка «Параметры»

На вкладке «Параметры» представлены настройки, определяющие правила автоматического удаления фрагментов областей металлизации, размеры которых не превышают заданных значений или не соответствуют иным устанавливаемым параметрам, например, наличию/отсутствию электрической связи с другими элементами проводящего рисунка, принадлежащим той же цепи, что и область металлизации.

По умолчанию данная вкладка имеет вид как на [Рис. 455](#).

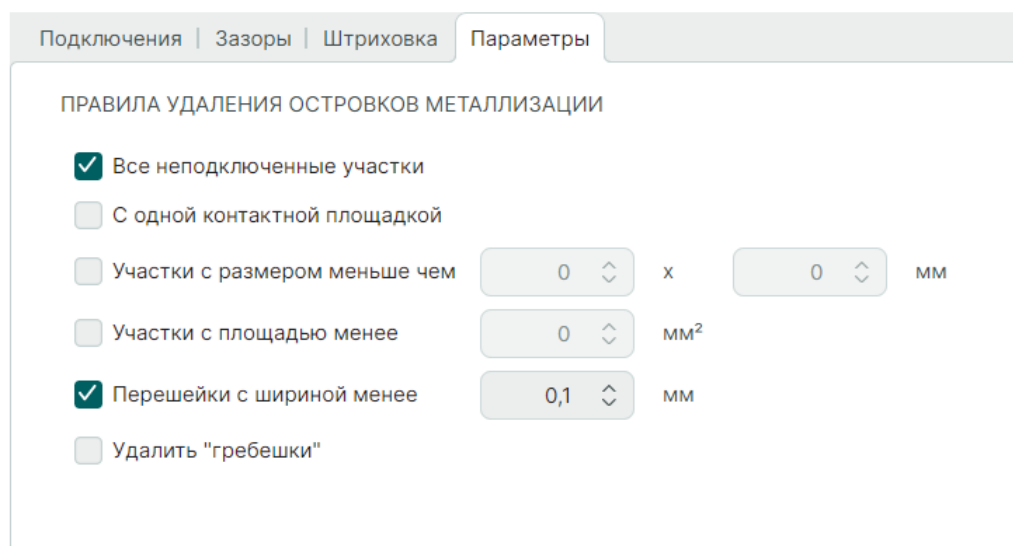


Рис. 455 Вкладка «Параметры»

К числу параметров, определяющих правила автоматического удаления островков (участков) металлизации, относятся:

- «Все неподключенные участки» – удаление всех участков металлизации, которые изолированы от других объектов.
- «С одной контактной площадкой» – удаление всех участков металлизации, которые имеют электрическую связь только с одной контактной площадкой, при этом электрическая связь с другими объектами отсутствует.
- «Участки с размером меньше чем» – удаление всех участков областей металлизации, размеры по координатным осям которых не превышают заданную величину.
- «Участки с площадью менее» – удаление всех участков металлизации, площадь которых не превышает заданную величину.
- «Перешейки с шириной менее» – удаление элемента области металлизации, максимальный линейный размер которого не превышает указанного значения. Перешеек обычно образуется в узком месте между двумя участками области металлизации.
- «Удалить "гребешки"» – удаление фрагментов области металлизации, имеющих соединение с крупными участками области металлизации только в одном месте.



Совет! После изменения параметров в окне «Настройки областей металлизации» рекомендуется снять заливку всех областей металлизации и залить их повторно.

14.6 Редактирование области металлизации

14.6.1 Общие сведения о редактировании областей металлизации

Редактирование областей металлизации выполняется двумя способами:

[Способ первый](#) - выполняется сброс заливки области металлизации, далее ее редактирование и последующая повторная заливка области.

[Способ второй](#) - выполняется редактирование существующего заполнения области металлизации.

Рекомендуется применять первый способ, так как он гарантирует сохранение геометрии металлизации при повторных заливках областей металлизации и передаче информации в другие системы, например, для автотрассировки.

Второй способ позволяет быстрее скорректировать область металлизации по сравнению с первым способом. Однако, следует обратить

внимание, что внесенные изменения не сохраняются при отмене и повторной заливке области металлизации. Соответственно, вторым способом рекомендуется пользоваться только на финальных стадиях разработки платы.

Островок металлизации может быть перемещен или повернут по аналогии с другими графическими объектами, однако, при повторном заполнении области металлизации изменение положения островка будет потеряно.

После заливки области металлизации важно учитывать, что при перемещении/повороте заливки выбранного островка перемещается/поворачивается только сама заливка, а границы области металлизации не изменяются, т.е. если снять металлизацию, а потом залить повторно, то заливка островка металлизации вернется на прежнее место.

При перемещении/повороте металлизации, выбранной в качестве области металлизации, перемещается/поворачивается и заливка, и границы области металлизации.

14.6.2 Островки металлизации

Область металлизации может быть разделена другими элементами проводящего рисунка на отдельные, не связанные друг с другом части области металлизации. Такие части области металлизации в системе Delta Design называются островки металлизации.

Наиболее частой причиной разбиения области металлизации на островки является трек, проходящий через область металлизации и относящийся к другой электрической цепи. Так как между различными цепями должен быть зазор, область металлизации разделяется, см. [Рис. 456](#).

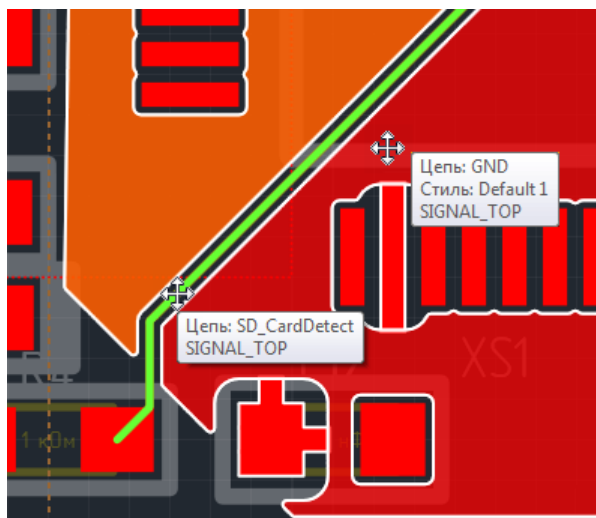


Рис. 456 Пример разделения области металлизации треком

Кроме треков, область металлизации может быть разделена на островки и другими элементами проводящего рисунка, например, группой контактных площадок.

При работе с областями металлизации важно помнить, что заполненная область всегда содержит островки.

В простейшем случае границы области и единственного островка совпадают.

Выбор островка или области металлизации происходит при нажатии левой кнопки мыши на участке металлизации. Для выделения целой области, в которую входит выделенный островок, нажать клавишу «Space».

Различить область и островок можно с помощью панели «Свойства», см. [Рис. 457](#).

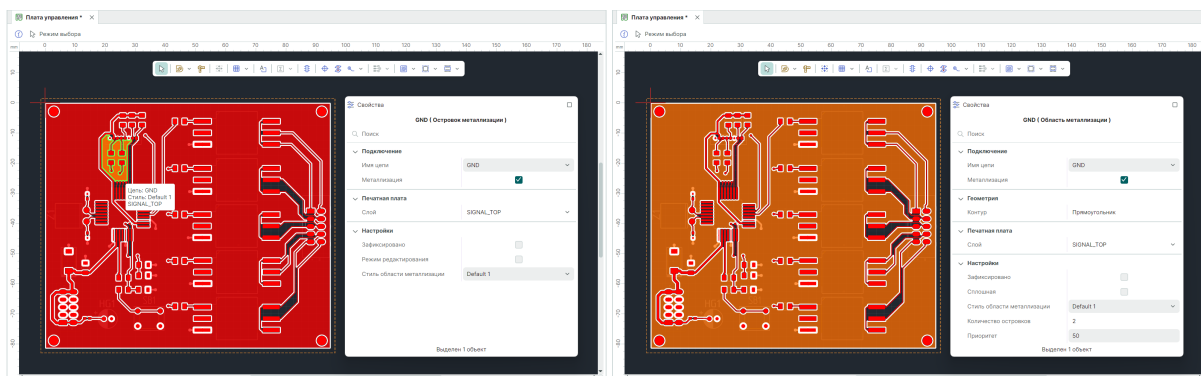


Рис. 457 Выбор островка и области металлизации целиком

Кроме того, можно настроить [инструмент «Фильтр \(Режим выбора\)»](#) таким образом, чтобы он был нечувствителен к областям или островкам металлизации.

Для областей, состоящих из одного островка, также существует разница, может быть выбран как островок так и область.

14.6.3 Изменение геометрии заполненной области металлизации

Для изменения геометрии заполненной области металлизации:

1. Выберите заполненную область металлизации или ее островок, который необходимо отредактировать.
2. Снимите флаг в чек-боксе «Свойства» → «Подключение» → «Металлизация», см. [Рис. 458](#).

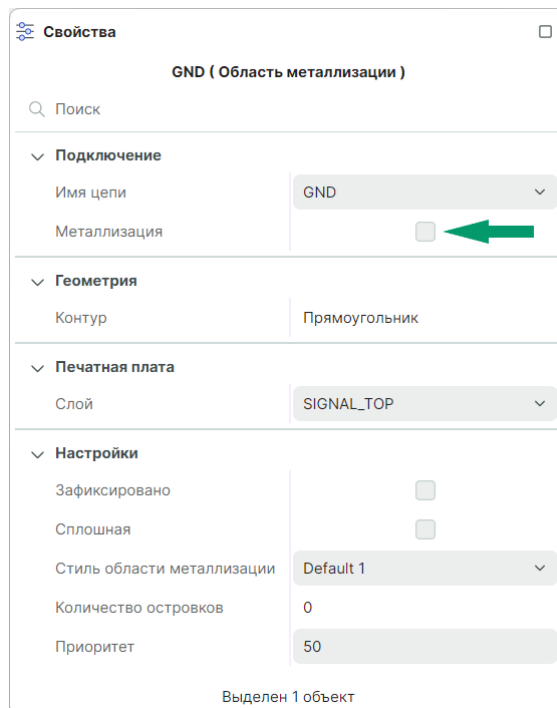


Рис. 458 Отмена заполнения области металлизации

3. Отредактируйте границы области металлизации, например, с помощью перемещения точек трансформации, см. [Рис. 459](#).

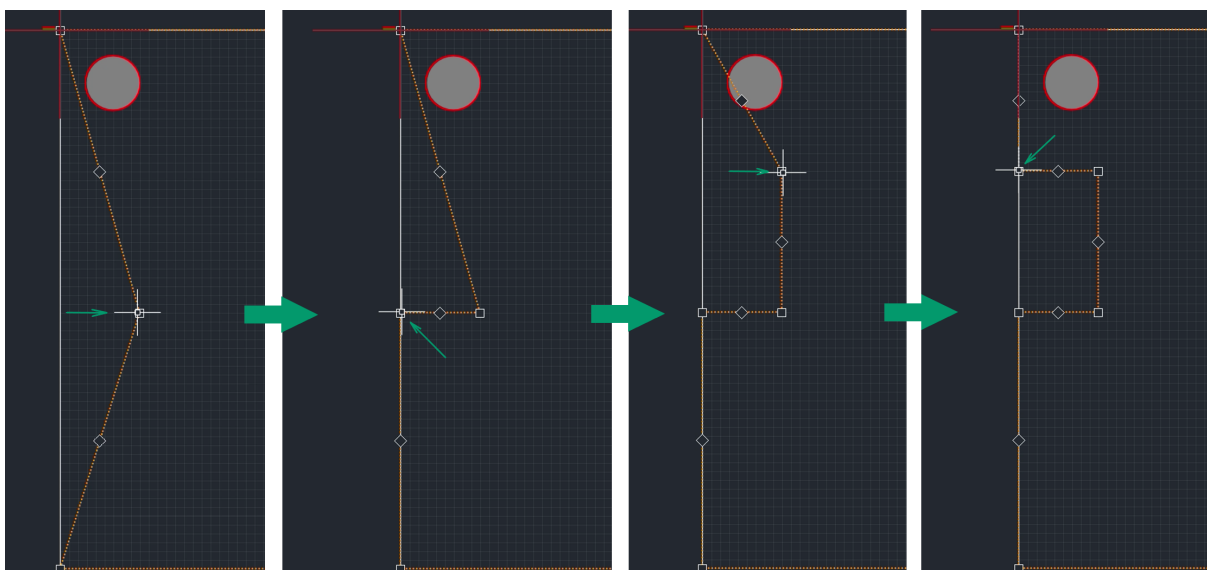


Рис. 459 Редактирование границ области металлизации



Примечание! Работа с границами областей металлизации и их свойствами аналогична редактированию графических объектов. Подробнее см. раздел [Точки редактирования графических объектов](#).

4. [Заполните](#) повторно отредактированную область металлизации.

14.6.4 Изменение геометрии заполненного островка металлизации

Изменение геометрии заполненной области металлизации применимо только для отдельных островков.



Важно! При повторном заполнении области металлизации все изменения геометрии какого-либо островка будут утеряны.

В системе существует ряд действий, которые приводят к отмене заполнения области металлизации, поэтому перед редактированием геометрии островка следует убедиться, что в дальнейшем данная область металлизации не будет заполнена повторно, чтобы избежать утраты внесенных изменений.

К числу действий, требующих повторное заполнение области металлизации, относятся:

- изменение цепи, частью которой является область металлизации;
- изменение стиля области металлизации.

Для того чтобы изменить геометрию островка металлизации:

1. Выделите островок металлизации, геометрию которого требуется изменить, см. [Рис. 460](#).

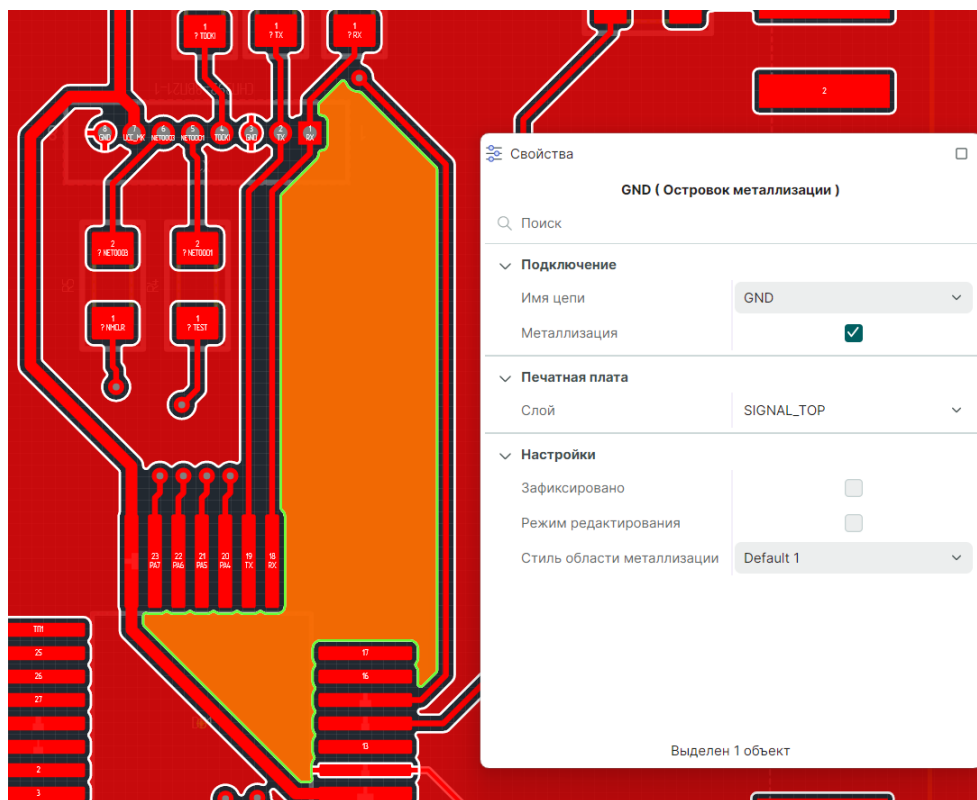


Рис. 460 Выделение островка области металлизации

2. Отметьте флагом чек-бокс «Свойства» → «Настройки» → «Режим редактирования», см. [Рис. 461](#).

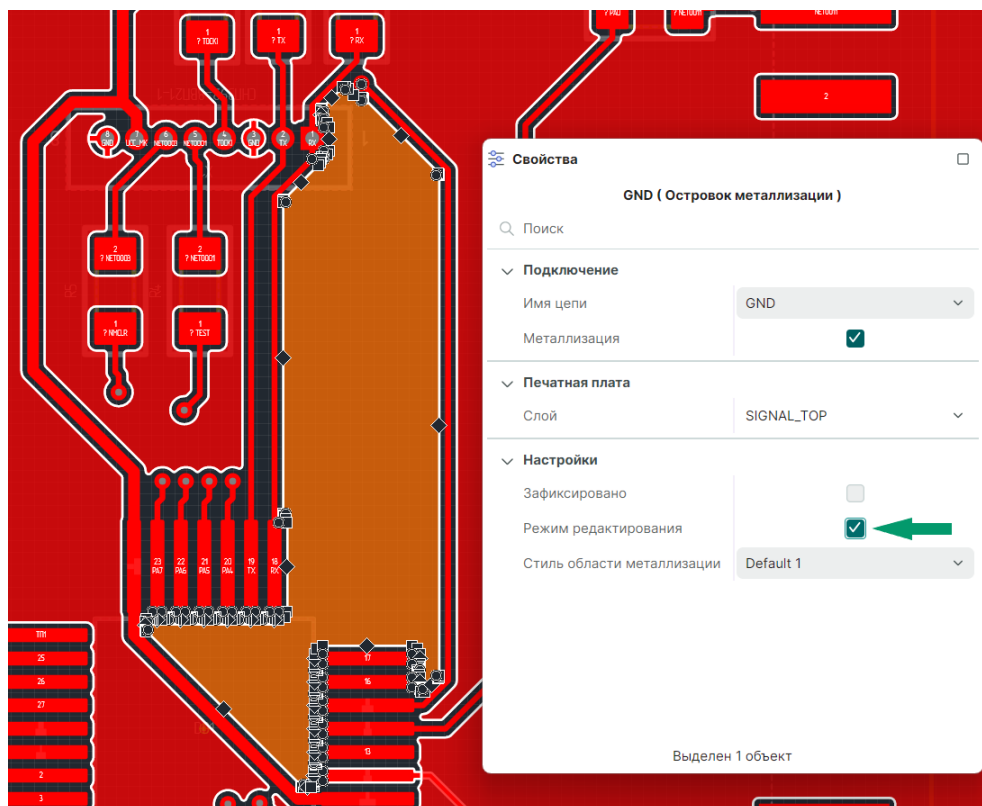


Рис. 461 Разрешение редактирования островка металлизации

По контуру островка металлизации отображаются точки трансформации.

3. Измените геометрию островка, перемещая точки трансформации, см. [Рис. 462](#).

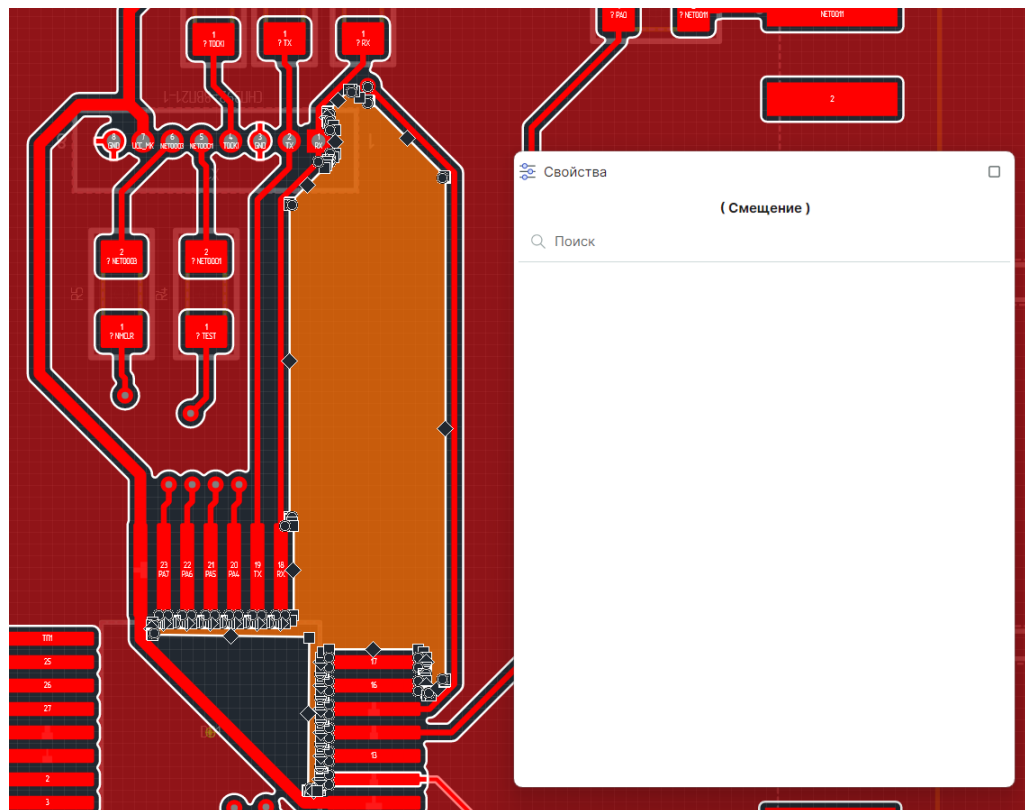


Рис. 462 Изменение геометрии островка металлизации

4. Завершите перемещение точек трансформации, геометрия островка изменена, см. [Рис. 463](#).

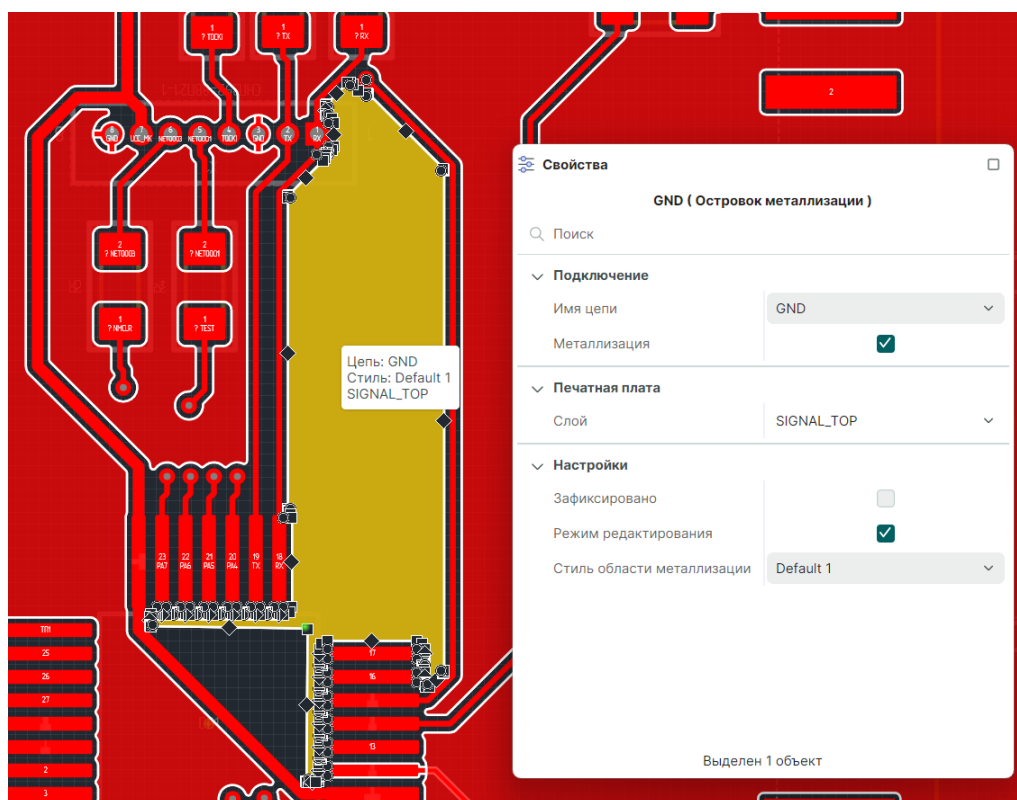


Рис. 463 Измененная геометрия островка металлизации

14.7 Металлизация опорных слоев

Опорные слои - это слои печатаной платы, на которых располагается только область металлизации, для которой назначена определенная цепь, например, питание. При этом трассировка каких-либо других цепей на данном слое запрещена.

Система Delta Design позволяет расположить области металлизации на всех опорных слоях одновременно, заполнение областей на опорных слоях производится в соответствии со стилем, установленным по умолчанию, аналогично заполнению областей металлизации.

Для создания границ областей металлизации опорных слоев в редакторе плат на свободном участке платы из контекстного меню выберите «Металлизация опорных слоев», см. [Рис. 464](#).

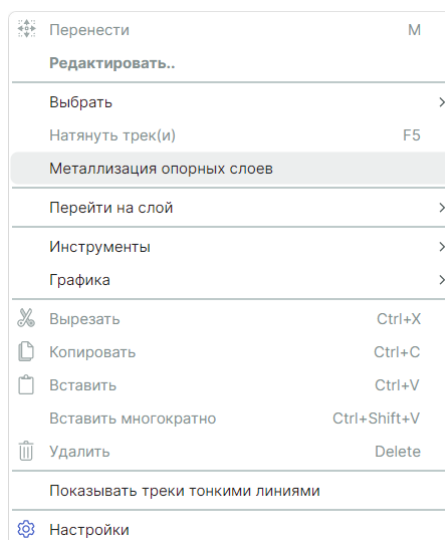


Рис. 464 Металлизация опорных слоев

15 Синхронизация схемы и платы

15.1 Общие сведения о синхронизации

Компоненты и цепи на схеме и плате должны соответствовать списку цепей (нетлисту). В системе Delta Design управление нетлистом осуществляется в рамках работы с электрической схемой. При загрузке проектов из сторонних САПР необходимо редактировать импортируемые данные (нетлист).

Работа с платой не изменяет список цепей проекта, поэтому, если требуется добавить в проект (или удалить из него) какие-либо компоненты или цепи, то необходимо открыть электрическую схему и внести в нее необходимые изменения. При этом изменения на печатной плате будут выполнены автоматически.



Важно! При синхронизации схемы и платы недоступна команда «Отменить действие», поэтому перед внесением изменений в список цепей проекта рекомендуется сохранить проект и/или создать его копию.

Изменения в списке цепей проекта, которые приводят к синхронизации схемы и платы, можно разделить на две группы:

- [Изменение состава компонентов](#) – добавление и удаление компонентов;
- [Изменение состава цепей](#) – добавление или удаление цепей.

15.2 Синхронизация компонентов

После добавления в проект новых компонентов при работе с печатной платой они появятся в списке неразмещенных в панели «Менеджер проекта».

Если какой-либо компонент будет удален со схемы, то и в редакторе плат его посадочное место будет удалено. Стоит обратить внимание, что команда «Отменить действие» отменяет только удаление компонента на схеме, а в редакторе плат компонент будет помещен в список неразмещенных компонентов.

При изменении позиционных обозначений компонентов на схеме соответствующие изменения будут выполнены и на плате.

15.3 Синхронизация цепей

Удаление цепей из списка цепей не приводит к удалению треков на плате. Оставшиеся участки проводников не будут соответствовать какой-либо цепи, поэтому для них необходимо назначить какую-либо цепь или удалить их.

При изменении имени цепи ее новое имя будет автоматически отображено в редакторе плат.

При добавлении в проект новой цепи в редакторе плат появится новая неразмеченная цепь.

16 Навигация по компонентам и цепям платы

16.1 Общие сведения о навигации на плате

Основой для навигации по проекту и, в частности, плате является список цепей (нетлист). Нетлист – это общий список, в котором указывается перечень компонентов (с учетом контактов каждого компонента), входящих в проект и перечень цепей, соединяющих контакты компонентов. Список цепей отображается в панели «Менеджер проекта», см. раздел [Навигация по списку соединений](#).

На плате также возможна навигация по размещенным на ней контактным площадкам, переходным и монтажным отверстиям, реперным точкам, см. раздел [Навигация по объектам платы](#).

Дополнительным способом навигации является возможность поиска объектов в проекте. После того, как объект (компонент) будет найден, его можно разместить на плате. [Поиск компонентов](#) осуществляется с помощью панели «Поиск объектов».

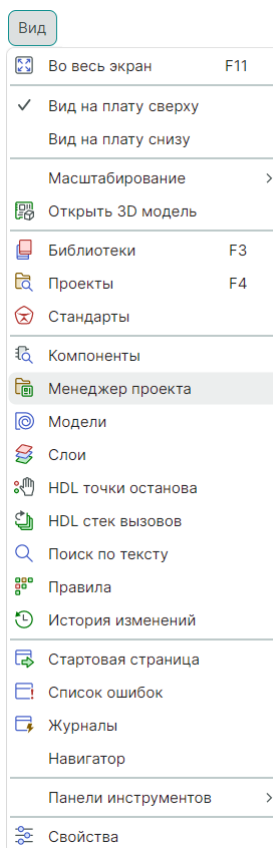
16.2 Навигация по списку цепей

16.2.1 Панель «Менеджер проекта»

Панель «Менеджер проекта» может быть использована для навигации по проекту. В ней отображается список цепей и дополнительные варианты

группировки данных о цепях, компонентах и размещенных на плате объектах. Кроме того, в панели реализован механизм поиска и синхронизированного выделения объектов.

По умолчанию панель «Менеджер проекта» отображается в системе, однако, если панель по каким-либо причинам не активна, то ее можно вызвать, воспользовавшись разделом главного меню «Вид» → «Менеджер проекта», см. [Рис. 465](#).



*Рис. 465 Вызов
панели «Менеджер
проекта»*

Список цепей может быть рассмотрен двумя способами:

Способ 1) Как список компонентов, осуществляя [поиск по наименованию компонента](#), далее находя цепи, которые подключены к данному компоненту;

Способ 2) Как список цепей, осуществляя [поиск по имени цепи](#), далее находя компоненты, входящие в ее состав.

В дополнение к этому поиск может осуществляться [по объектам платы](#): контактным площадкам, отверстиям и реперным точкам.

Чтобы использовать все существующие подходы поиска, в панели «Менеджер проекта» представлены вкладки «Компоненты», «Цепи» и «КП и ПО», см. [Рис. 466](#).

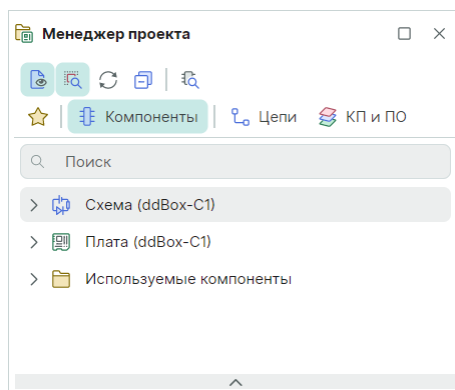


Рис. 466 Вкладки в панели
«Менеджер проекта»

Кроме этого, в панели инструментов в «Менеджере проекта» для использования доступен инструмент «Синхронизированное выделение», который позволяет синхронизировать выделение цепей или компонентов на плате, на схеме и в панели «Менеджер проекта», см. [Рис. 467](#).

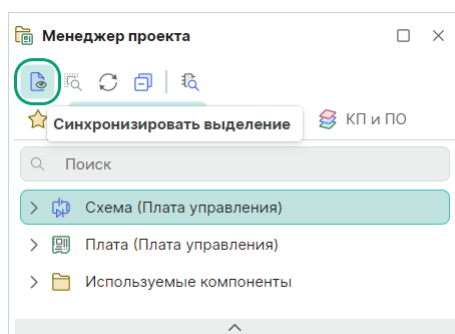


Рис. 467 Инструмент
«Синхронизированное выделение»

Т.е. при выделении компонента, трека, цепи или другого объекта на плате или на схеме этот же элемент будет выделен в панели «Менеджер проекта» и, наоборот, выделение в «Менеджере проекта» обеспечит выделение элемента в редакторах документов, см. [Рис. 468](#).

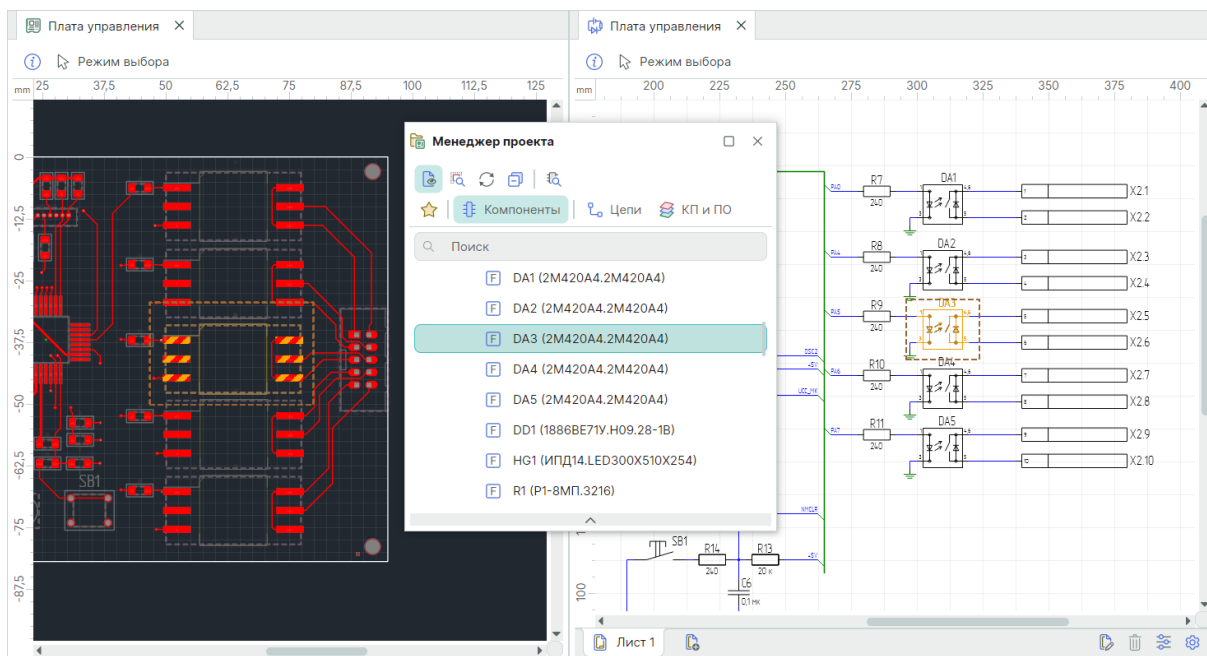


Рис. 468 Синхронизированное выделение

При активном инструменте «Синхронизировать выделение» в панели инструментов «Менеджера проекта» становится доступной кнопка «Позиционирование выделенного», которая обеспечивает расположение выделенного элемента по центру рабочей области, см. [Рис. 469](#).

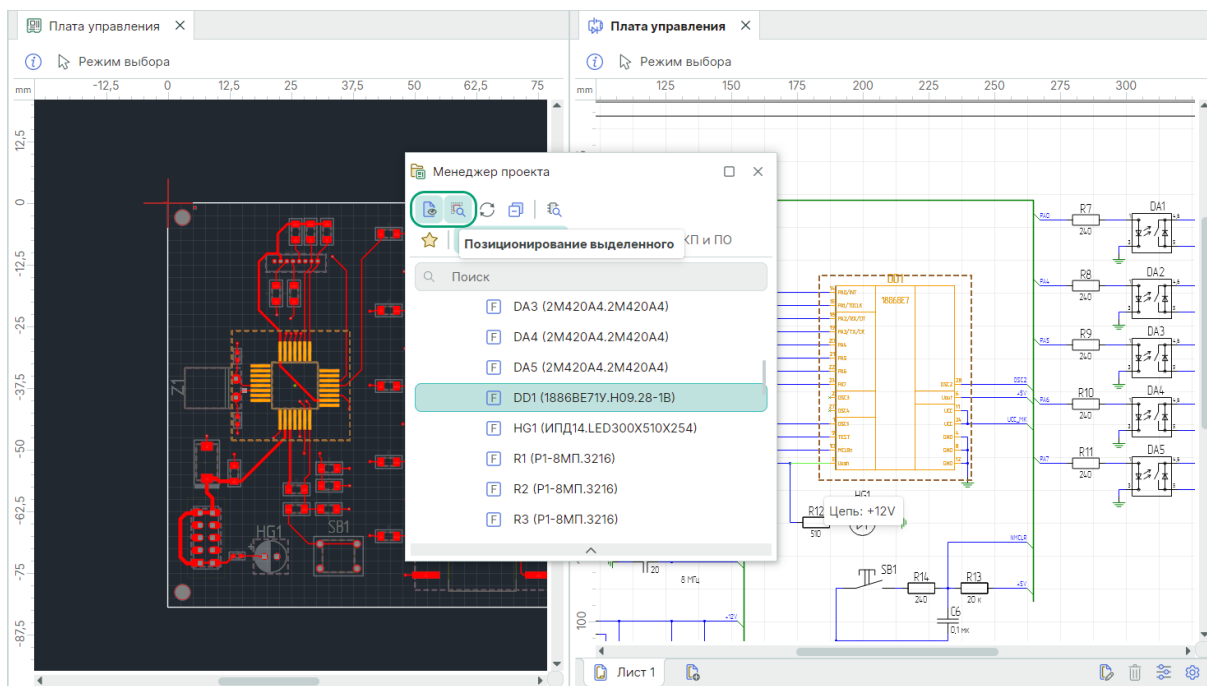


Рис. 469 Синхронизированное выделение и позиционирование выделенного

Возможности описанных выше инструментов рассчитаны также на синхронизированное выделение и позиционирование группы объектов как

одного, так и разных типов. Для выбора группы объектов используйте горячую клавишу «Ctrl», см. [Рис. 470](#).

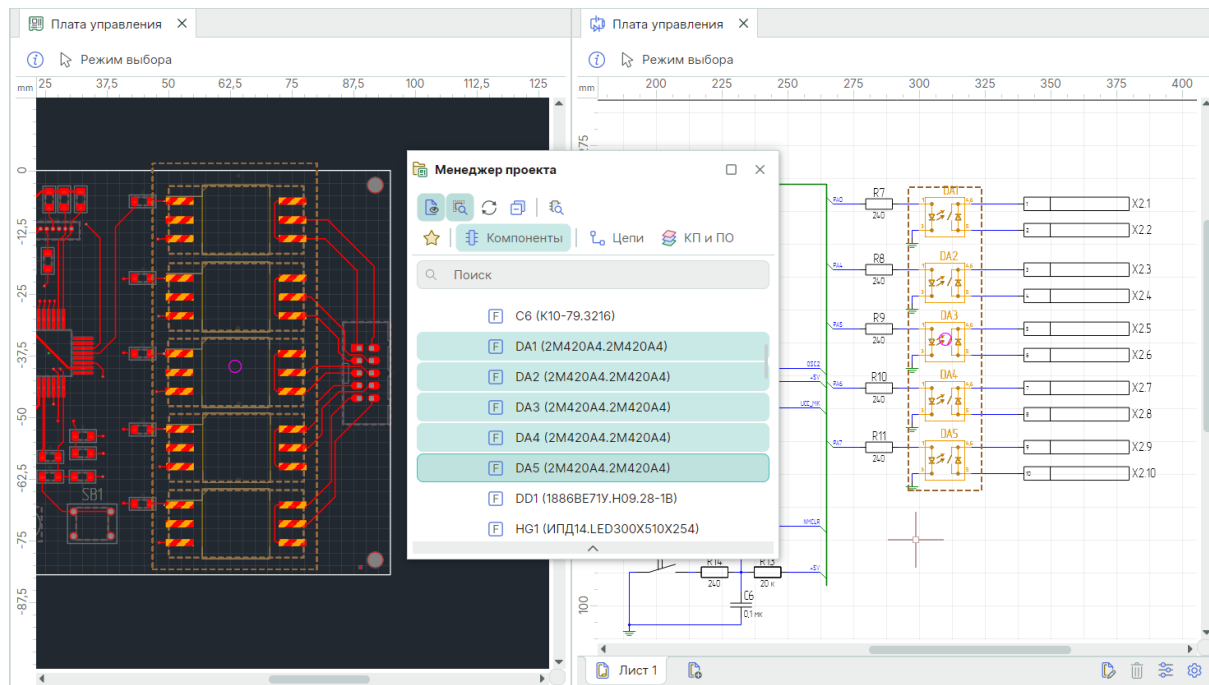


Рис. 470 Выделение и позиционирование группы объектов

16.2.2 Навигация по компонентам

16.2.2.1 Общие сведения о навигации по компонентам

На вкладке «Компоненты» в «Менеджере проекта» отображается список компонентов проекта. Список представлен в трех разных вариантах (см. [Рис. 471](#)):

- [Схема](#) – группирует компоненты на основе листов электрической схемы проекта;
- [Плата](#) – отображает размещенные и не размещенные на плате компоненты, дополнительно отображая типы посадочных мест, размещенных на плате;
- [Используемые компоненты](#) – группирует компоненты по их принадлежности к семействам.

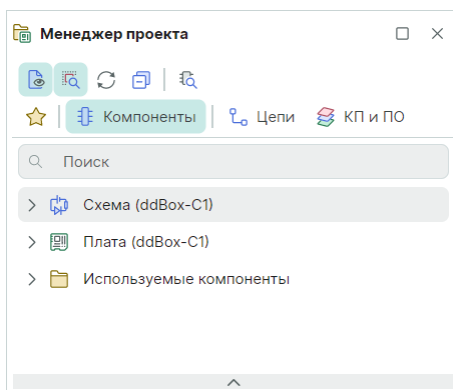


Рис. 471 Варианты группировки компонентов

Любую группу можно развернуть и свернуть. Для этого необходимо нажать на символ, стоящий слева от названия. Форма значка показывает вид отображения: «» – группа развернута, «» – группа свернута.

В верхней части панели расположена поисковая строка, которая позволяет найти компоненты во всех вариантах представления. Поиск осуществляется по имени. В панели «Менеджере проекта» будут отображаться только те компоненты, в именах которых присутствует введенная последовательность символов, см. [Рис. 472](#).

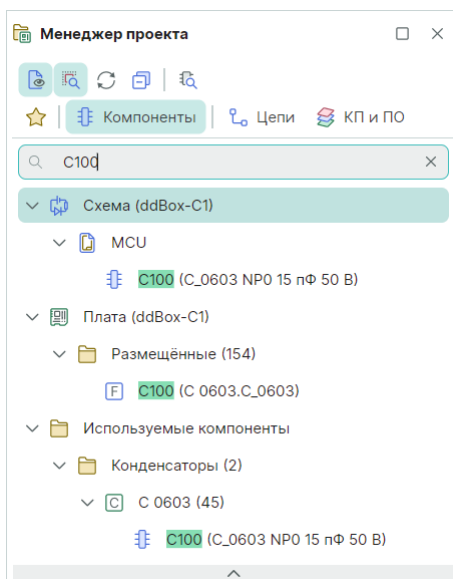


Рис. 472 Поиск компонентов в панели «Менеджер проекта»

16.2.2.2 Представление «Схема»

В раздел «Схема» входят узлы, соответствующие листам электрической схемы, см. [Рис. 473](#).

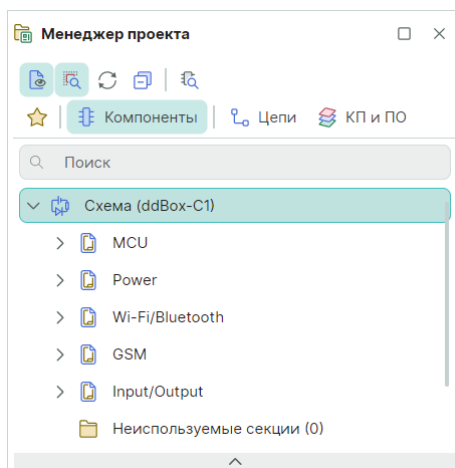


Рис. 473 Раздел «Схема»

В составе каждого листа компоненты отображаются в порядке возрастания позиционного обозначения. С помощью контекстного меню реализована возможность перехода к компоненту на схему и на плату. В случае если компонент не размещен на плате, то доступна команда для выполнения его размещения, см. [Рис. 474](#). Также имеются возможности группового размещения компонентов на плате, см. раздел [Групповое размещение](#).

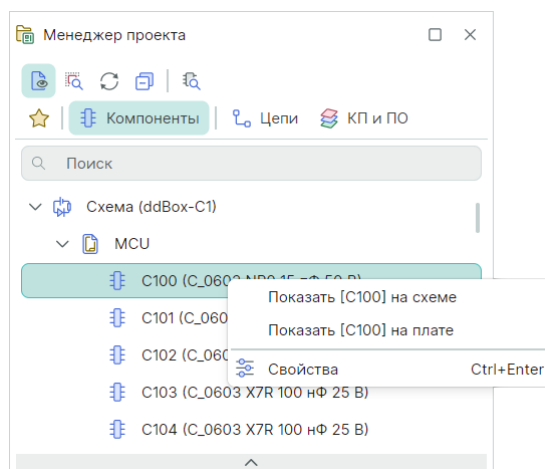


Рис. 474 Контекстное меню для компонента в разделе «Схема»

16.2.2.3 Представление «Плата»

В раздел «Плата» входят следующие узлы, см. [Рис. 475](#):

- **Неразмещенные** – узел, в котором отображаются неразмещённые компоненты (их необходимо разместить на плате). Компоненты отображаются в порядке возрастания позиционных обозначений.
- **Размещенные** – узел, в котором отображаются размещенные на плате компоненты. Компоненты отображаются в порядке возрастания позиционных обозначений.

- Посадочные места – узел, в котором отображаются типы посадочных мест из числа размещенных на плате. То есть посадочное место в данном списке будет отображаться только после того, как на плате размещен соответствующий компонент. Посадочные места сгруппированы по имени в алфавитном порядке.
- Области металлизации – узел, в котором отображаются области металлизации, размещенные на плате. Все области металлизации сгруппированы по стилю, по слою, на котором расположены, и по цепи, которой они принадлежат.

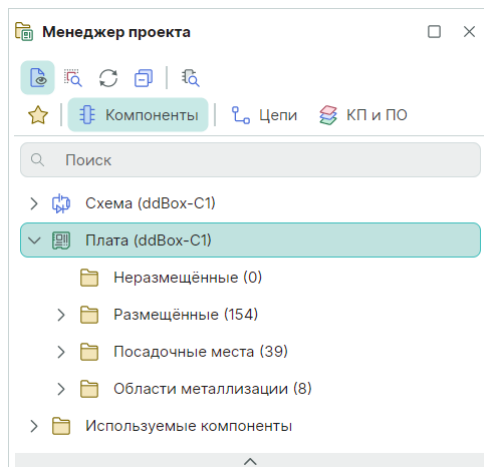


Рис. 475 Узлы раздела «Плата»

Для неразмещённых компонентов существует возможность просмотра компонента на схеме и размещения на плате. Данные возможности реализуются с помощью контекстного меню, см. [Рис. 476](#).

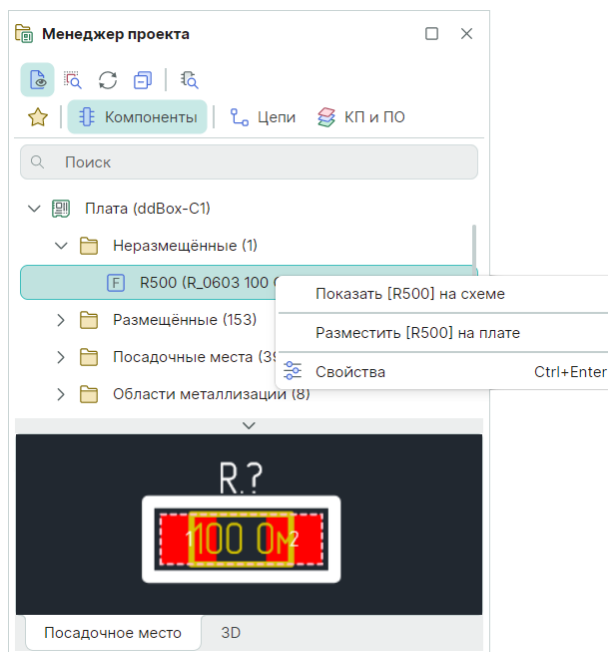


Рис. 476 Возможности для работы с неразмещёнными компонентами

Для размещённых компонентов доступен переход на схему и на плату. Данные возможности реализованы с помощью контекстного меню. При переходе на плату редактор подсвечивает выбранный компонент (посадочное место), затемняя все остальные объекты, см. [Рис. 477](#).

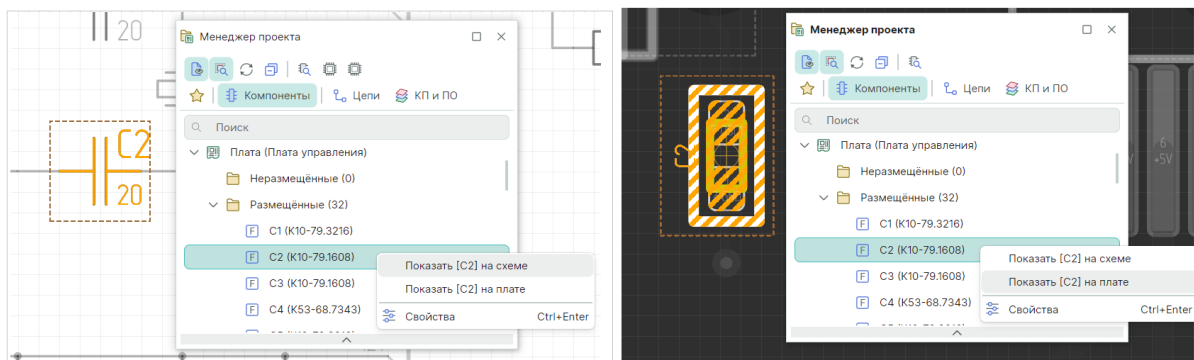


Рис. 477 Переход к компоненту (посадочному месту) на схеме и на плате

Для посадочных мест есть возможность отображения на плате всех размещённых компонентов с посадочными местами данного типа. Для этого выберите тип посадочного места и воспользуйтесь пунктом «Показать на плате» из контекстного меню, см. [Рис. 478](#).

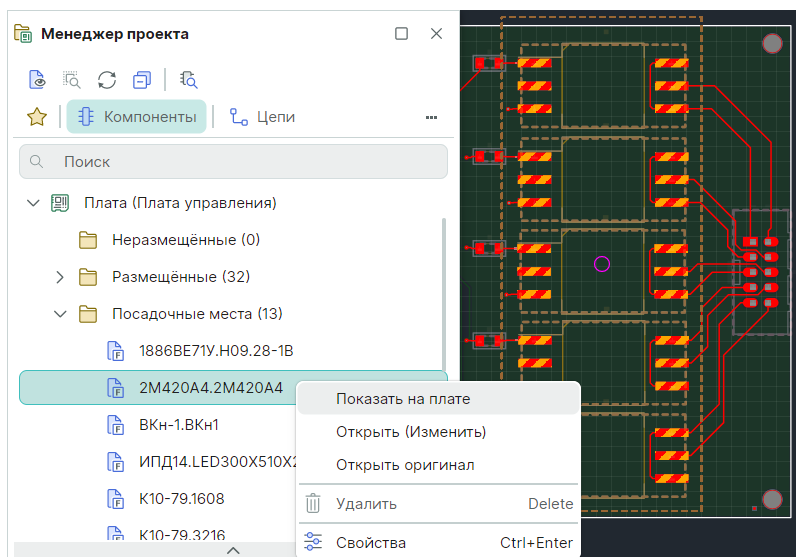


Рис. 478 Переход ко всем посадочным местам одного типа

Для областей металлизации доступно отображение на плате, для этого выберите команду «Показать на плате» из контекстного меню для области металлизации из списка любой сортировки. Выбранная область металлизации будет подсвечена, остальные объекты – затемнены, см. [Рис. 479](#).

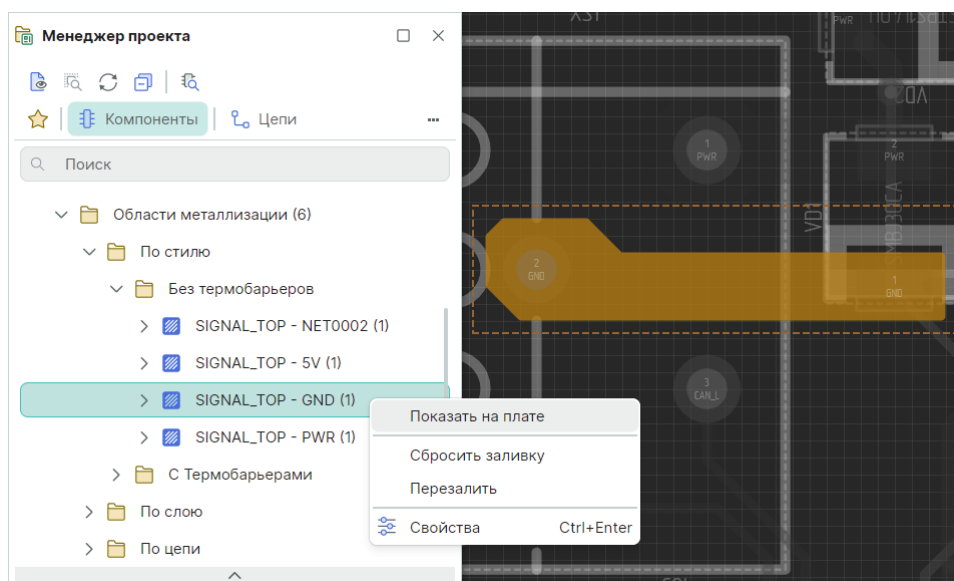


Рис. 479 Переход к области металлизации на плате

16.2.2.4 Используемые компоненты

В разделе «Используемые компоненты» отображаются компоненты, сгруппированные по семействам. В этом представлении реализована только возможность повторного размещения на схеме.

16.2.3 Навигация по цепям

В разделе «Цепи» в «Менеджере проекта» отображаются следующие группы данных, см. [Рис. 480](#):

- Все цепи – узел, в котором показаны все цепи проекта;
- Цепи питания – узел, в котором отображаются только цепи земли и питания;
- Шины – узел, в котором отображаются шины, созданные в проекте, и цепи, входящие в состав каждой шины;
- Классы цепей – узел, в котором отображаются классы цепей, объявленные в проекте, и цепи, входящие в каждый класс;
- Дифференциальные пары – узел, в котором отображаются созданные диффпары, и отдельные цепи, входящие в их состав;
- Сигнальные цепи – узел, в котором отображаются созданные сигналы;
- Блоки – узел, в котором отображаются цепи, созданные в рамках схмотехнических блоков (узел отображается, если проект содержит схмотехнические блоки).
- Группы выравнивания – узел, в котором отображаются созданные группы выравнивания.

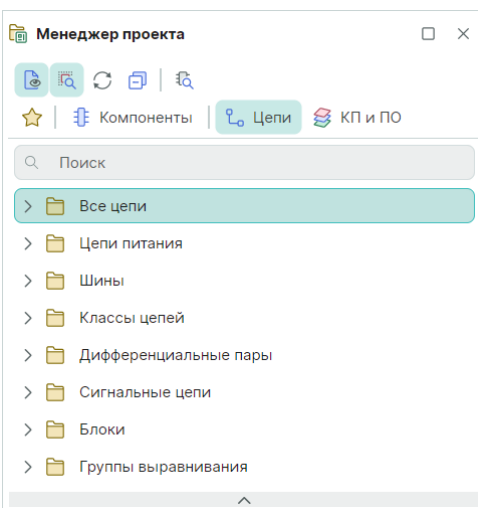


Рис. 480 Вкладка «Цепи» в панели «Менеджер проекта»

Каждый узел можно разворачивать и получать доступ к конкретным цепям. Форма значка показывает вид отображения: «» – группа развернута, «» – группа свернута.

В верхней части панели расположена строка поиска, которая позволяет найти все цепи, в именах которых присутствует введенная последовательность символов, см. [Рис. 481](#).

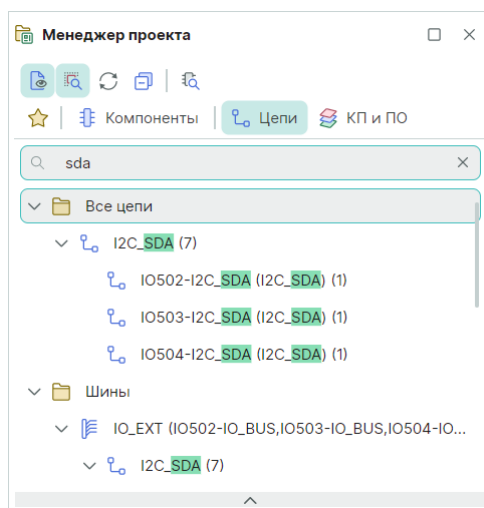


Рис. 481 Поиск цепей в панели «Менеджер проекта»

Панель «Менеджер проекта» предоставляет для работы с цепями следующие возможности, которые доступны с помощью контекстного меню, см. [Рис. 482](#):

- Показать цепь на схеме;
- Показать цепь на плате;
- Включить/исключить цепь в состав сигнальной цепи;
- Подсветить/снять особый цвет для отображения элементов проводящего рисунка, соответствующие цепи;
- Включить/исключить цепь в состав одного из классов цепей, объявленных в проекте;
- Просмотреть свойства цепи.

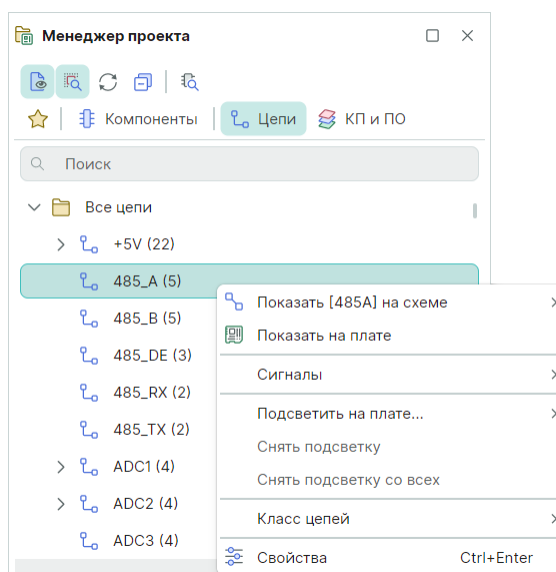


Рис. 482 Возможности для работы с цепями в панели «Менеджер проекта»

Для перехода к цепи на плате выберите цепь и воспользуйтесь пунктом контекстного меню «Показать на плате». В редакторе плат отобразится выбранная цепь, остальные элементы будут затемнены, см. [Рис. 483](#).

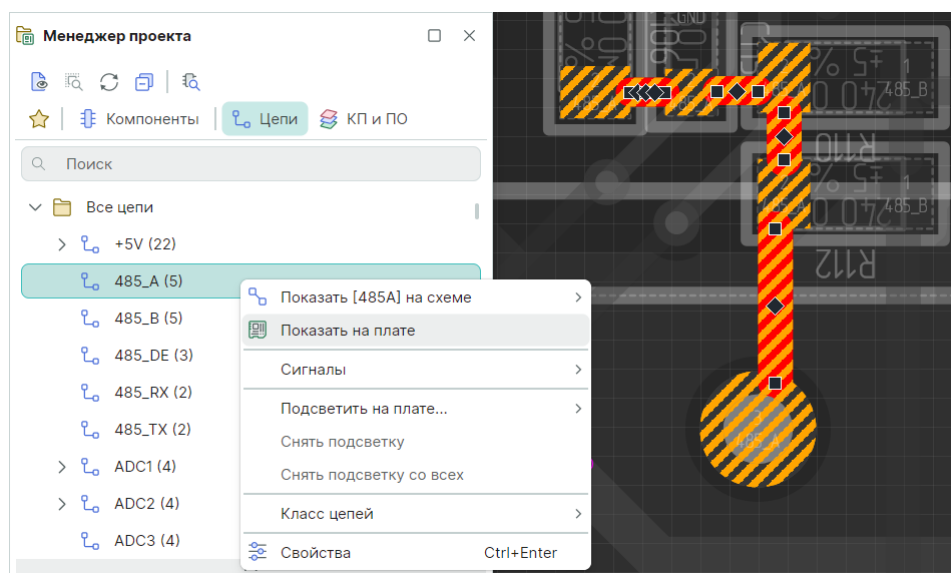


Рис. 483 Переход к расположению цепи на плате

В некоторых случаях бывает полезным назначить особый цвет для отображения цепи на плате. Для этого:

1. Выберите цепь в «Менеджере проекта» и воспользуйтесь пунктом контекстного меню «Подсветить на плате», см. [Рис. 484](#).

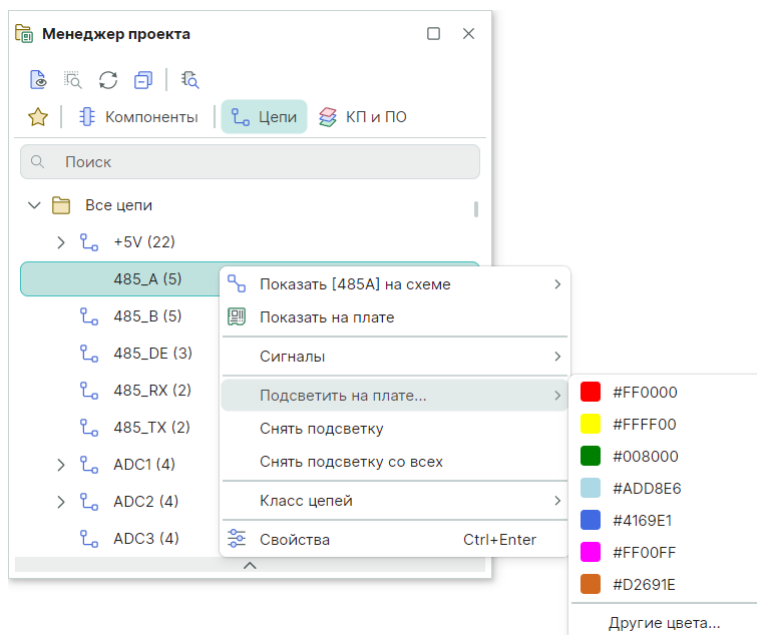


Рис. 484 Включение особого цвета отображения для цепи



Примечание! Команда «Подсветить на плате» доступна в контекстном меню объектов печатной платы, которые могут быть подключены к цепи.

2. Выберите цвет для отображения цепи из списка предложенных или используйте команду «Другие цвета», и в появившемся окне «Выбор цвета» определите необходимый цвет, см. [Рис. 485](#).

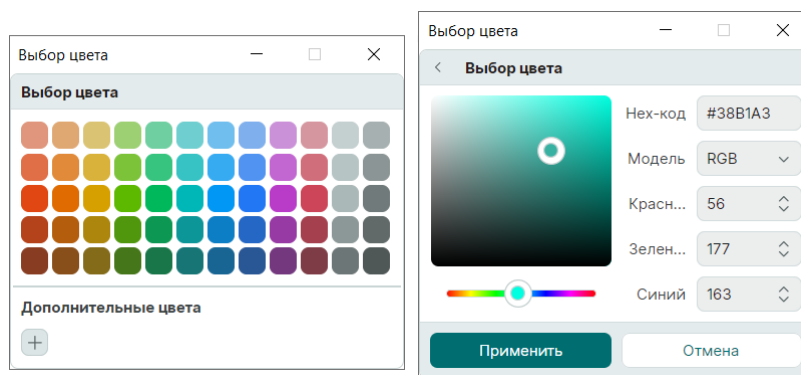


Рис. 485 Выбор цвета для отображения цепи на плате

В редакторе печатных плат будет изменен цвет элементов проводящего рисунка, входящих в состав цепи, а в панели «Менеджер проекта» данная цепь будет обозначена значком выбранного цвета, см. [Рис. 486](#).

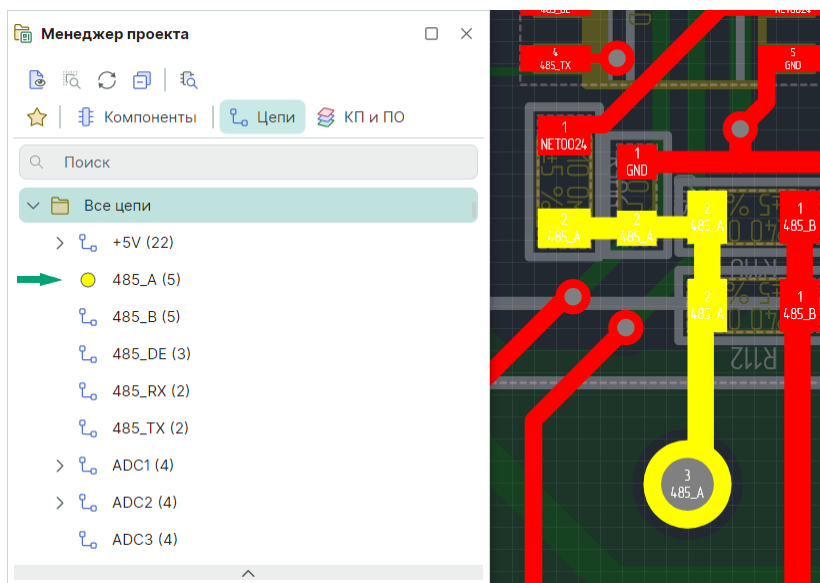


Рис. 486 Измененный цвет цепи на плате и в панели «Менеджер проекта»

Особый цвет, назначенный для цепи, отменяется через панель «Менеджер проекта». Для этого выберите цепь, отмеченную цветовым значком, вызовите для нее контекстное меню и воспользуйтесь пунктом «Снять подсветку», см. [Рис. 487](#).

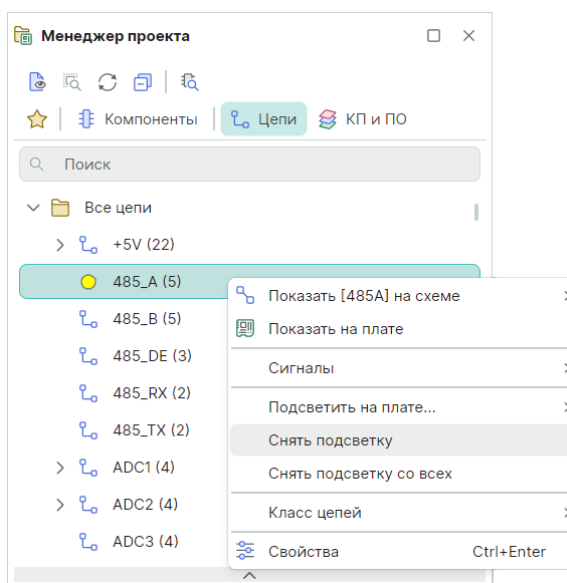


Рис. 487 Отмена особого цвета отображения для цепи на плате

Каждый раз при выборе на панели «Менеджер проекта» какой-либо цепи в нижней части панели будут отображаться выходы компонентов, входящие в ее состав, см. [Рис. 488](#). Выберите вывод, и «Менеджер проекта» перейдет к компоненту, которому принадлежит выбранный контакт.

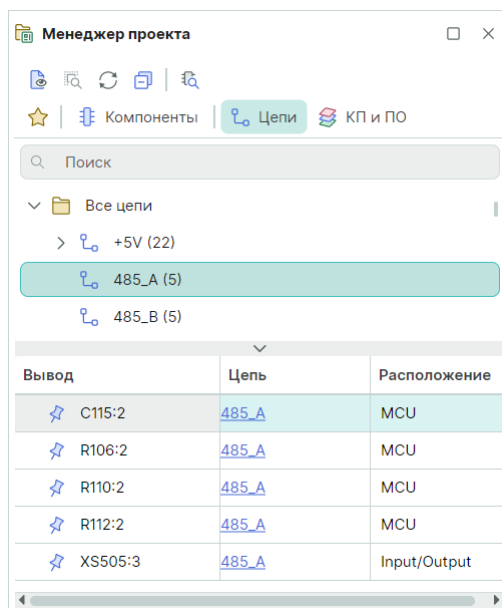


Рис. 488 Выводы компонентов, входящие в состав цепи

Для цепей реализована возможность обратного перехода от проводящего рисунка на плате к соответствующей строке в панели «Менеджер проекта». Для этого выберите цепь (весь трек или сегмент), вызовите контекстное меню и воспользуйтесь пунктом «Показать в менеджере проекта», см. [Рис. 489](#).

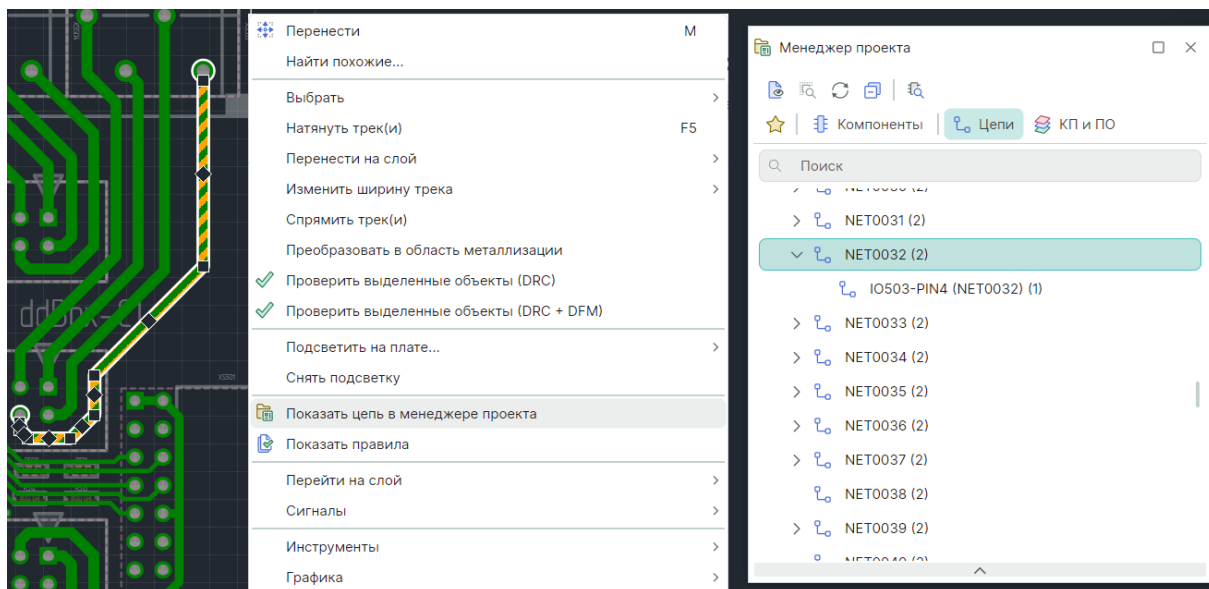


Рис. 489 Переход к цепи в панели «Менеджер проекта»

16.2.4 Навигация по объектам платы

Во вкладке «КП и ПО» в «Менеджере проекта» отображаются следующие группы объектов, см. [Рис. 490](#):

- Контактные площадки;
- Монтажные отверстия;
- Переходные отверстия;
- Реперные точки.

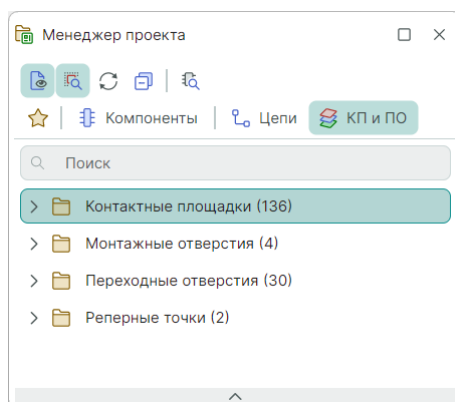


Рис. 490 Вкладка «КП и ПО» в панели «Менеджер проекта»

Каждый узел можно разворачивать и получать доступ к объекту или группе объектов одного стиля. Форма значка показывает вид отображения: «» – группа развернута, «» – группа свернута. Кроме того, каждый узел содержит информацию об общем количестве объектов каждого типа и количестве объектов одного типа, см. [Рис. 491](#).

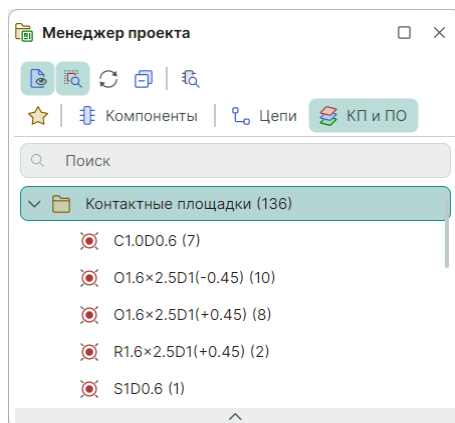


Рис. 491 Группы объектов внутри выбранного типа

В верхней части панели расположена строка поиска, которая позволяет найти все объекты, в именах которых присутствует введенная последовательность символов. Механизм выполнения поиска аналогичен поиску компонентов и цепей, см. [Рис. 492](#).

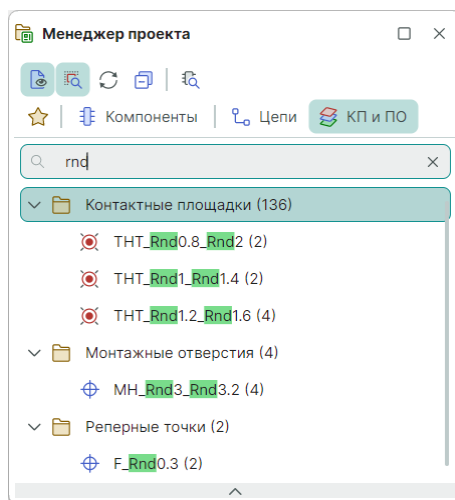


Рис. 492 Поиск объектов в панели «Менеджер проекта»

В нижней части панели отображаются сведения о выбранном объекте, указанные в редакторе контактных площадок, см. [Рис. 493](#).

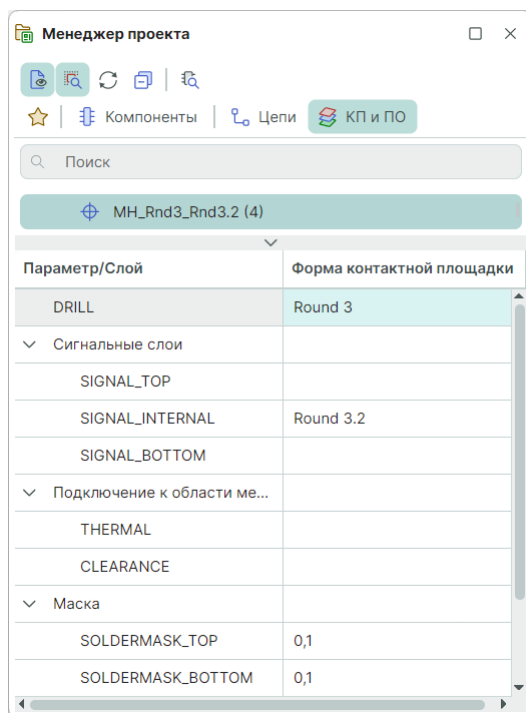


Рис. 493 Сведения о выбранном объекте

Панель «Менеджер проекта» с помощью контекстного меню предоставляет возможность перехода к нужному объекту или группе объектов на плате. В редакторе отобразятся выбранные объекты, остальные элементы будут затемнены, см. [Рис. 494](#).

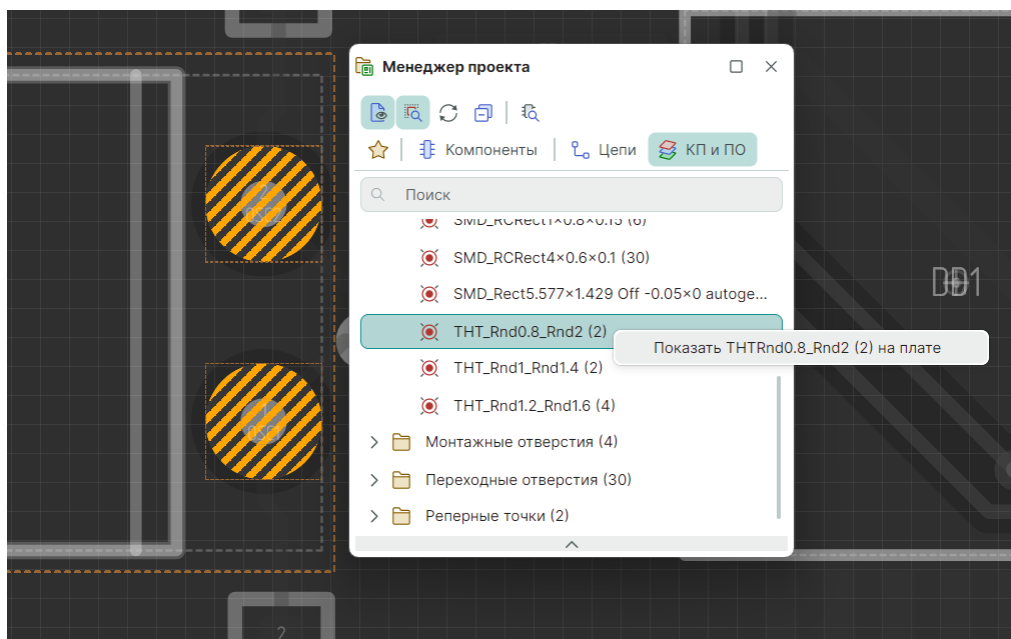


Рис. 494 Переход к расположению объекта на плате

16.3 Поиск компонентов в проекте

Другим возможным способом поиска компонентов в проекте является поиск с использованием панели «Поиск объектов». Ее ключевая особенность заключается в том, что она позволяет осуществлять поиск компонентов, удовлетворяющих одновременно нескольким заданным условиям. Это особенно актуально для плат с большим количеством компонентов.

Вызов панели «Поиск объектов» при активном редакторе платы производится из главного меню «Инструменты» → «Поиск объектов» или сочетанием горячих клавиш «Ctrl+F», см. [Рис. 495](#).

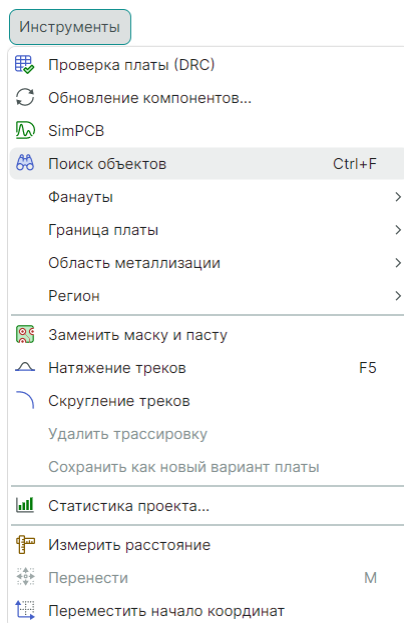


Рис. 495 Вызов панели «Поиск объектов»

Панель отображается в нижней части главного окна, ее общий вид представлен на [Рис. 496](#).

Семейство Все семейства									
Размещено ↑	Поз. обозначение	Радиодеталь	Артикул	Посадочное ме...	Масса	Примечание	Доступность	ТУ	ГОСТ
☒	C1	K10-79-25 В-0,1 мк...	K10-79	3216	0,15		☒	АЖЯР.673511.004 ...	
☒	C2	K10-79-100 В-20 пФ...	K10-79	1608	0,03		☒	АЖЯР.673511.004 ...	
☒	C3	K10-79-100 В-20 пФ...	K10-79	1608	0,03		☒	АЖЯР.673511.004 ...	
☒	C4	K53-68-16 В- 150 м...	K53-68	7343	0,6		☒	АЖЯР.673546.007...	
☒	C5	K10-79-25 В-0,1 мк...	K10-79	3216	0,15		☒	АЖЯР.673511.004 ...	
☒	C6	K10-79-25 В-0,1 мк...	K10-79	3216	0,15		☒	АЖЯР.673511.004 ...	
☒	DD1	1886BE71Y	1886BE71Y	H09.28-1B	0,69		☒	АЕЯР.431200.459ТУ	
☒	DA1	2M420A4	2M420A4	2M420A4	0,93		☒	АЕЯР.432170.564ТУ	
☒	DA2	2M420A4	2M420A4	2M420A4	0,93		☒	АЕЯР.432170.564ТУ	
☒	DA3	2M420A4	2M420A4	2M420A4	0,93		☒	АЕЯР.432170.564ТУ	
☒	DA4	2M420A4	2M420A4	2M420A4	0,93		☒	АЕЯР.432170.564ТУ	
☒	DA5	2M420A4	2M420A4	2M420A4	0,93		☒	АЕЯР.432170.564ТУ	

Рис. 496 Общий вид панели «Поиск объектов»

В верхней части панели расположены кнопки активации различных типов поиска, в нижней – компоненты, соответствующие введенному поисковому запросу. В правой части расположено выпадающее меню «Семейство», позволяющее произвести выбор семейства для отображения, см. [Рис. 497](#).

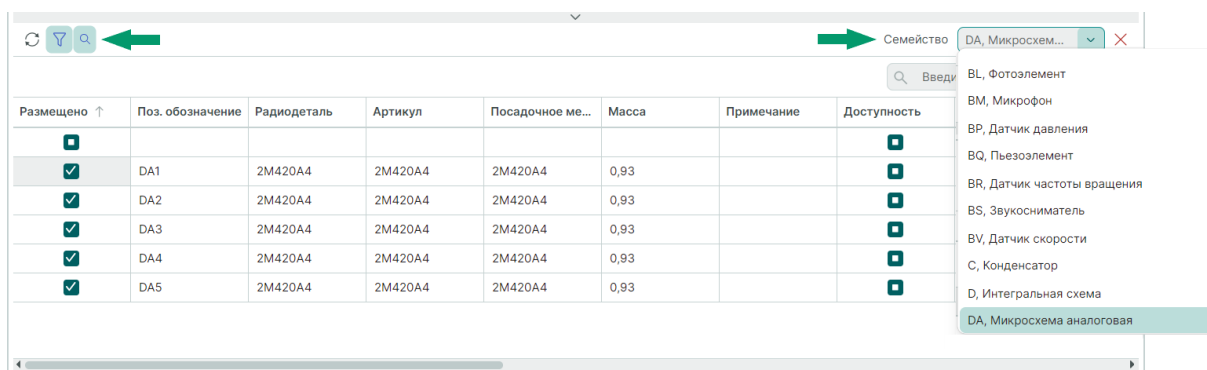


Рис. 497 Различные типы поиска в панели «Поиск объектов»

Кнопка, обозначенная символом , включает/скрывает поисковую строку, которая осуществляет поиск среди всех компонентов, включающих введенные символы во всех столбцах одновременно, см. [Рис. 498](#).

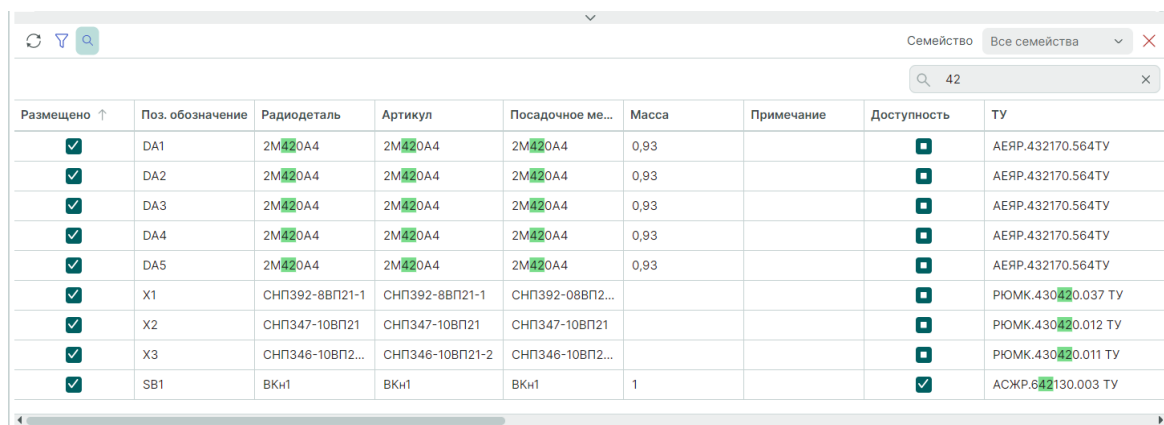


Рис. 498 Использование панели поиска

Кнопка, обозначенная символом , включает/скрывает строку, которая обеспечивает поиск компонентов внутри каждого столбца, см. [Рис. 499](#).

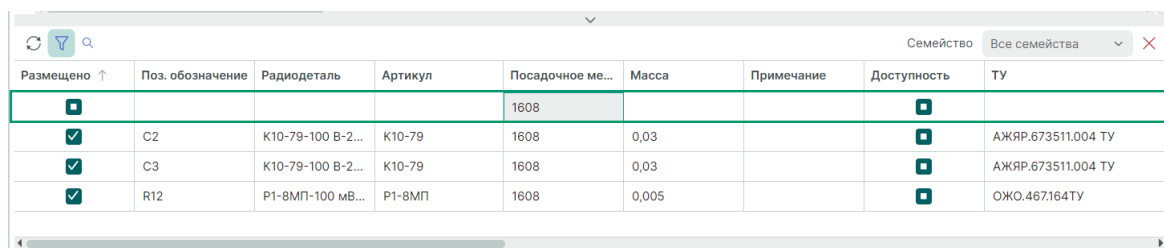


Рис. 499 Использование строки фильтрации

Внутри каждого столбца данные могут быть отсортированы по возрастанию и убыванию, для этого выберите тип сортировки из контекстное меню для заголовка колонки. Текущий способ сортировки будет обозначен символами «Сортировка по возрастанию»  и «Сортировка по убыванию» .

Выбор столбцов для отображения осуществляется в окне «Выбор колонок». Для этого вызовите контекстное меню на заголовке колонки и выберите команду «Показать выбор колонок». Для включения/отключения отображения колонок в окне «Выбор колонок» установите/снимите флаг напротив наименования нужного столбца, см. [Рис. 500](#).

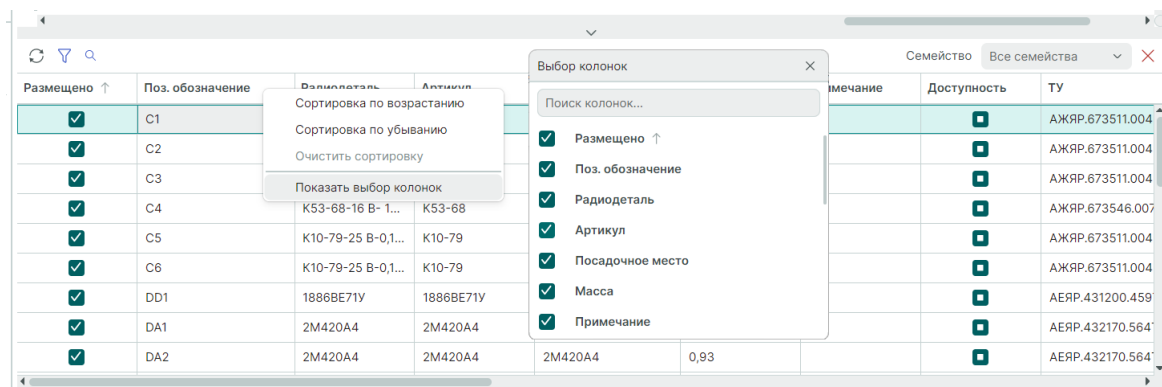


Рис. 500 Сортировка и выбор колонок

Для каждого найденного компонента можно перейти к месту его расположения на плате. Для этого выберите соответствующую строку в таблице и воспользуйтесь пунктом контекстного меню «Показать на плате», см. [Рис. 501](#). Система перейдет к редактору плат и отметит выбранный компонент.

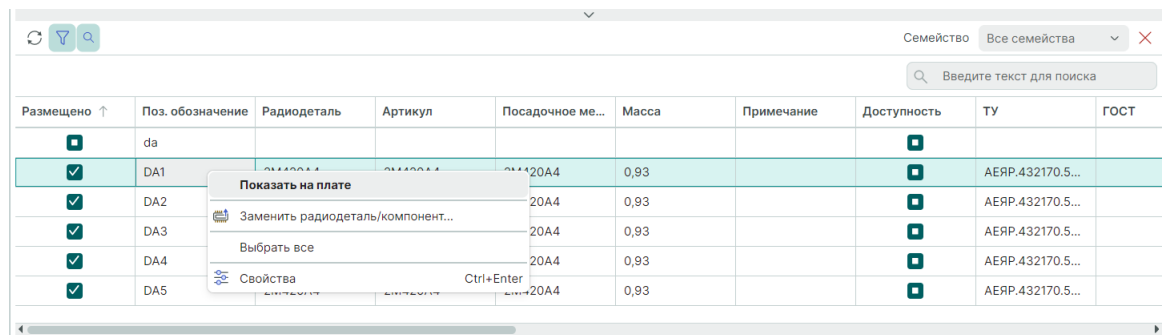


Рис. 501 Переход к расположению компонента на плате



Примечание! При таком переходе редактор плат не меняет текущий масштаб изображения печатной платы. Чтобы отобразить найденный компонент в крупном масштабе, следует предварительно увеличить масштаб в редакторе плат, а затем осуществить переход.

17 Проверка правил проектирования

17.1 Общие сведения о проверке правил

Любая плата, создаваемая в Delta Design, создается в соответствии с правилами проектирования. Конкретные значения правил проектирования задаются в редакторе правил.

Правила проектирования можно разделить на следующие группы:

- Зазоры между различными объектами – группа правил, описывающих минимальные расстояния между объектами на плате.
- Ограничения на трассировку цепей – группа правил, описывающих значения ширины треков, длины соединений, возможность размещения ПО и Т-соединений и т.д.
- Запреты на размещения треков, ПО и металлизации на определенных слоях и регионах.

Описание правил проектирования приведено в разделе [Приложение Б](#).

В системе Delta Design реализована возможность выбирать различные варианты проверки правил проектирования.

Разработчику доступны следующие возможности:

- Выполнение проверок непосредственно в процессе проектирования проводящего рисунка платы.
- Выполнение проверок по запросу, когда правила проверяются только после выполнения соответствующей команды.
- Блокировка процедуры выполнения проверок, которая применима ко всем правилам проектирования или к выбранному подмножеству.

Проверки нарушений правил проектирования позволяют не допускать и/или своевременно выявлять и исправлять ошибки проектирования, возникающие в процессе разработки печатной платы. На завершающем этапе проектирования перед генерацией производственных файлов рекомендуется проводить детальную проверку нарушений правил проектирования и, при наличии, исправлять все обнаруженные ошибки.

17.2 Виды и настройки проверок правил

17.2.1 Виды проверок

Эффективное проектирование печатной платы невозможно без проверок соответствия между проводящим рисунком и заданными правилами проектирования. Система Delta Design предоставляет разработчикам широкий спектр возможностей по управлению средствами контроля правил проектирования.

В частности, любое правило имеет несколько градаций проверки:

- Правило не проверяется;
- Правило проверяется только в рамках общей проверки, проводимой по запросу;
- Правило проверяется как в процессе проектирования платы, так и в рамках общей проверки, проводимой по запросу.

Таким образом, каждый разработчик может сформировать собственный набор правил, выполнение которых будет контролироваться в процессе проектирования или же проверяться по запросу.

Контроль правил проектирования непосредственно во время разработки платы называется динамической проверкой (правил). Проверка правил по запросу называется отложенной или статической проверкой.

17.2.2 Настройки проверок

Определение состава (списка правил) динамической и отложенной проверок выполняется с помощью панели «Правила», доступной из главного меню «Вид». Панель становится доступной при работе с редактором схемы или редактором платы, см. [Рис. 502](#). Подробнее о работе с правилами, см. [Редактор правил](#).

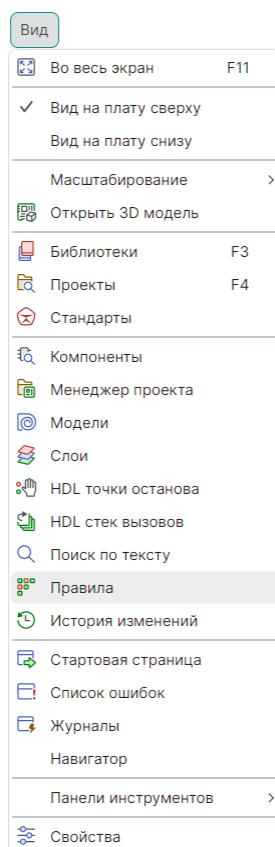


Рис. 502 Вызов панели «Правила»

Для каждого правила может быть установлено одно из следующих значений, которое задает режим контроля данного правила, см. [Рис. 503](#):

- Проверять данное правило в составе динамической проверки. Обозначается символом ;

- Проверять данное правило в составе отложенной проверки. Обозначается символом **DRC**;
- Не проверять данное правило. Обозначается символом .

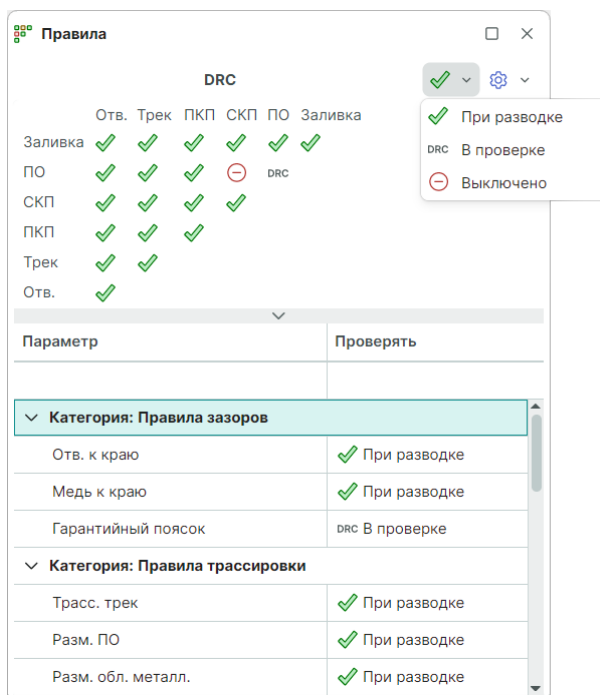


Рис. 503 Панель «Правила»



Примечание! В режиме отложенной проверки контролируются все правила, как отмеченные для динамической проверки, так и для отложенной. Исключения составляют правила, проверка которых полностью отменена.

Для того чтобы установить режим контроля для правила:

1. В верхней области наведите курсор на значок, отображающий текущий статус проверки правила, кликните левой кнопкой мыши для смены статуса.
2. В нижней области из выпадающего меню выберите требуемый режим контроля, см. [Рис. 504](#).

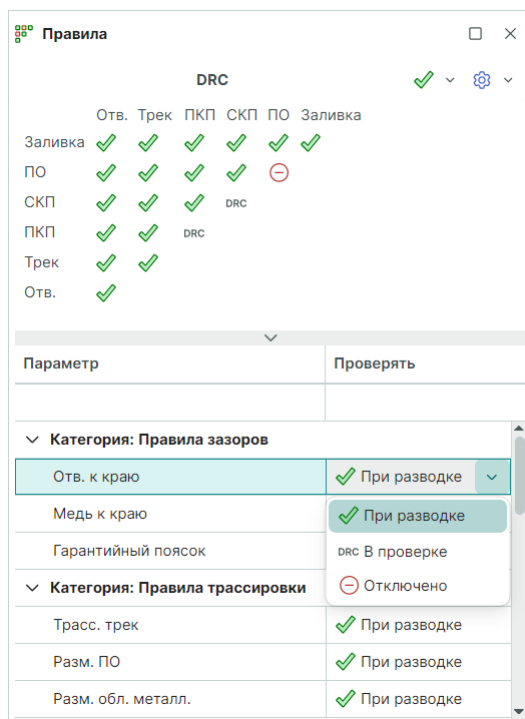


Рис. 504 Изменение типа проверки правила

17.2.3 Отложенная проверка

17.2.3.1 Общие сведения

В системе Delta Design реализованы следующие типы отложенных проверок платы:

- [DRC](#) (Design Rule Checking) – проверка, верифицирующая логическую и физическую целостность платы или выбранных на плате объектов.
- [DFM](#) (Design For Manufacturability) – проектирование с учетом пригодности для производства или проверка платы на технологичность. Данная проверка осуществляется до отправки платы на производство. Проверка платы на технологичность позволяет существенно сократить количество замечаний со стороны производителей печатных плат, что в свою очередь сокращает цикл подготовки платы на производстве. DFM-проверки являются дополнением DRC-проверок и они также выполняются на технологических слоях.
- [DRC+DFM](#).

Отложенная проверка может выполняться как для всей платы в целом, так и ограничиваться группой выбранных элементов платы.

Для запуска проверки платы целиком необходимо, чтобы ни один объект на плате не был выбран, после чего выбирается требуемый тип проверки и запускается.

Для проверки группы объектов выберите их, вызовите контекстное меню и воспользуйтесь пунктом «Проверить выделенные объекты (DRC)» или «Проверить выделенные объекты (DRC+DFM)», см. [Рис. 505](#).

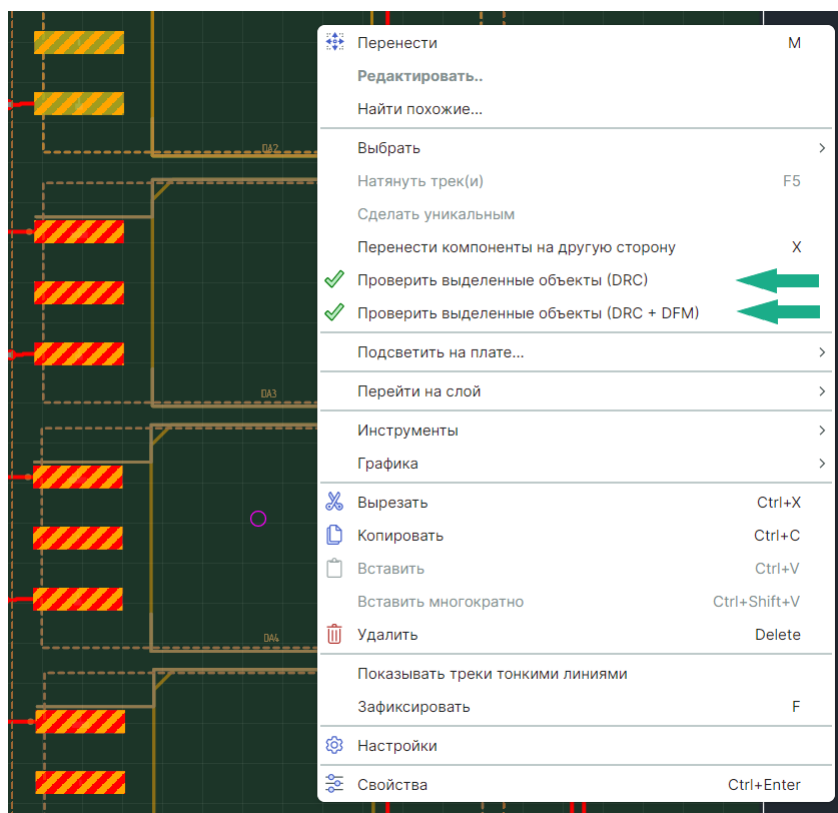


Рис. 505 Запуск проверки группы выбранных объектов

17.2.3.2 Запуск DRC-проверки

Для того чтобы выполнить общую проверку платы воспользуйтесь любым из способов, см. [Рис. 506](#):

- нажмите на символ  на панели инструментов «Общие» (по умолчанию данный инструмент вызывает запуск общей проверки платы);
- выберите пункт «Проверка платы (DRC)» из выпадающего списка (символ ) на панели инструментов «Общие»;
- воспользуйтесь пунктом главного меню «Инструменты» → «Проверка платы (DRC)».

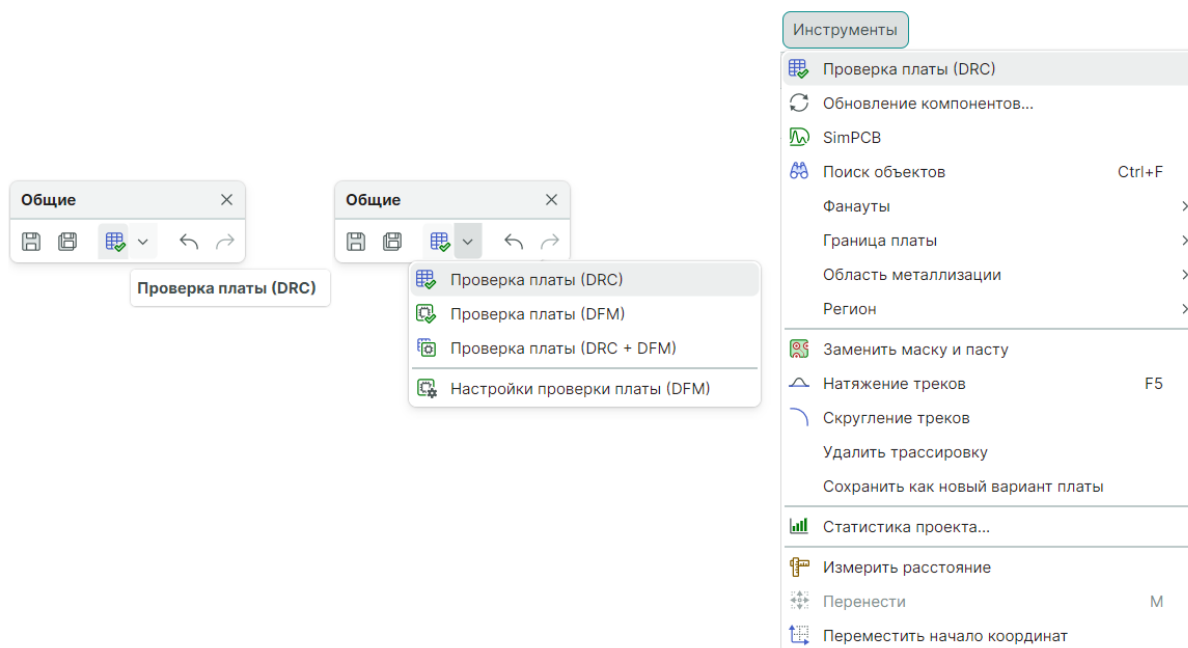


Рис. 506 Запуск DRC-проверки платы



Примечание! Проверка выполняется только для активного окна редактора плат, поэтому перед началом проверки рекомендуется убедиться, что окно с нужной платой активно.

17.2.3.3 Запуск и настройка DFM-проверки

Для того чтобы выполнить проверку платы на технологичность (DFM-проверку):

1. На панели инструментов «Общие» вызовите выпадающий список с помощью символа  и выберите пункт «Проверка платы (DFM)», см. [Рис. 507](#).

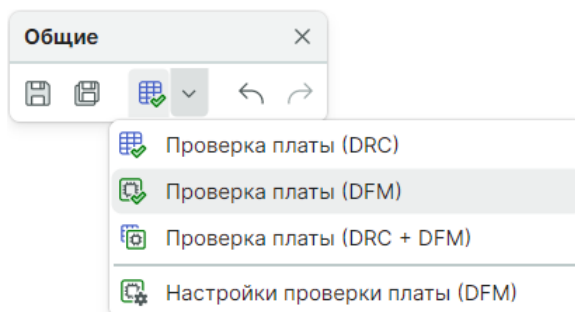


Рис. 507 Запуск DFM-проверки платы



Примечание! Проверка выполняется только для активного окна редактора плат, поэтому перед началом проверки рекомендуется убедиться, что окно с нужной платой активно.

2. В открывшемся окне будет отображен процесс выполнения DFM-проверки платы, см. [Рис. 508](#).

Проверка правил DFM			
Название	Завершено	Время	Примечание
Медь - кислотные ловушки	0%	00:05.097	Найдено 32 ош...
Диаметр сверла	100%	00:00.043	Найдено 1487 о...
Шелкография - минимальная шири...	0%	00:05.096	
Медь - минимальная ширина	0%	00:05.095	
Медь - минимальный зазор	0%	00:05.094	
Паяльная маска - минимальный зазор	0%	00:05.093	
Паяльная паста - минимальный зазор	50%	00:05.087	Найдено 7 ошиб...
Шелкография - позиционное обозна...	50%	00:05.086	
Сборочный слой - позиционное обо...	0%	00:05.085	
Наложение объектов шелкографии ...	0%	00:05.071	Найдено 190 ош...
Шелкография - отступ от КП на сигн...	0%	00:05.052	
Шелкография - отступ от слоя маски	0%	00:05.042	
Шелкография - отступ от границы п...	0%	00:05.022	
Расстояние маски до КП	0%	00:05.007	
Настройка правил	100%	00:00.000	

20%

Отмена

Рис. 508 Отображение процесса DFM-проверки платы

3. По завершении процесса нажмите кнопку «Заккрыть», см. [Рис. 509](#).

Проверка правил DFM			
Название	Завершено	Время	Примечание
Медь - кислотные ловушки	100%	00:15.791	Найдено 114 ош...
Диаметр сверла	100%	00:00.058	Найдено 1487 о...
Шелкография - минимальная шири...	100%	00:09.956	Найдено 3211 о...
Медь - минимальная ширина	100%	00:14.692	Найдена 1 ошиб...
Медь - минимальный зазор	100%	00:25.964	Найдено 45 ош...
Паяльная маска - минимальный зазор	100%	00:10.129	Найдено 14 оши...
Паяльная паста - минимальный зазор	100%	00:07.058	Найдено 7 ошиб...
Шелкография - позиционное обозна...	100%	00:02.128	Найдено 4 ошиб...
Сборочный слой - позиционное обо...	100%	00:06.869	Найдено 538 о...
Наложение объектов шелкографии ...	100%	00:02.591	Найдено 709 ош...
Шелкография - отступ от КП на сигн...	100%	00:09.683	Найдено 2035 о...
Шелкография - отступ от слоя маски	100%	00:09.112	Найдено 1366 о...
Шелкография - отступ от границы п...	100%	00:09.428	Найдено 4 ошиб...
Расстояние маски до КП	100%	00:05.080	Найдено 2876 о...
Настройка правил	100%	00:00.000	

100%

Заккрыть

Рис. 509 Заккрытие окна DFM-проверки

4. При выявлении ошибок в ходе выполнения проверки в панели «Список ошибок» будут отображены все нарушения, см. [Рис. 510](#). Также все выявленные нарушения будут подсвечены на плате.

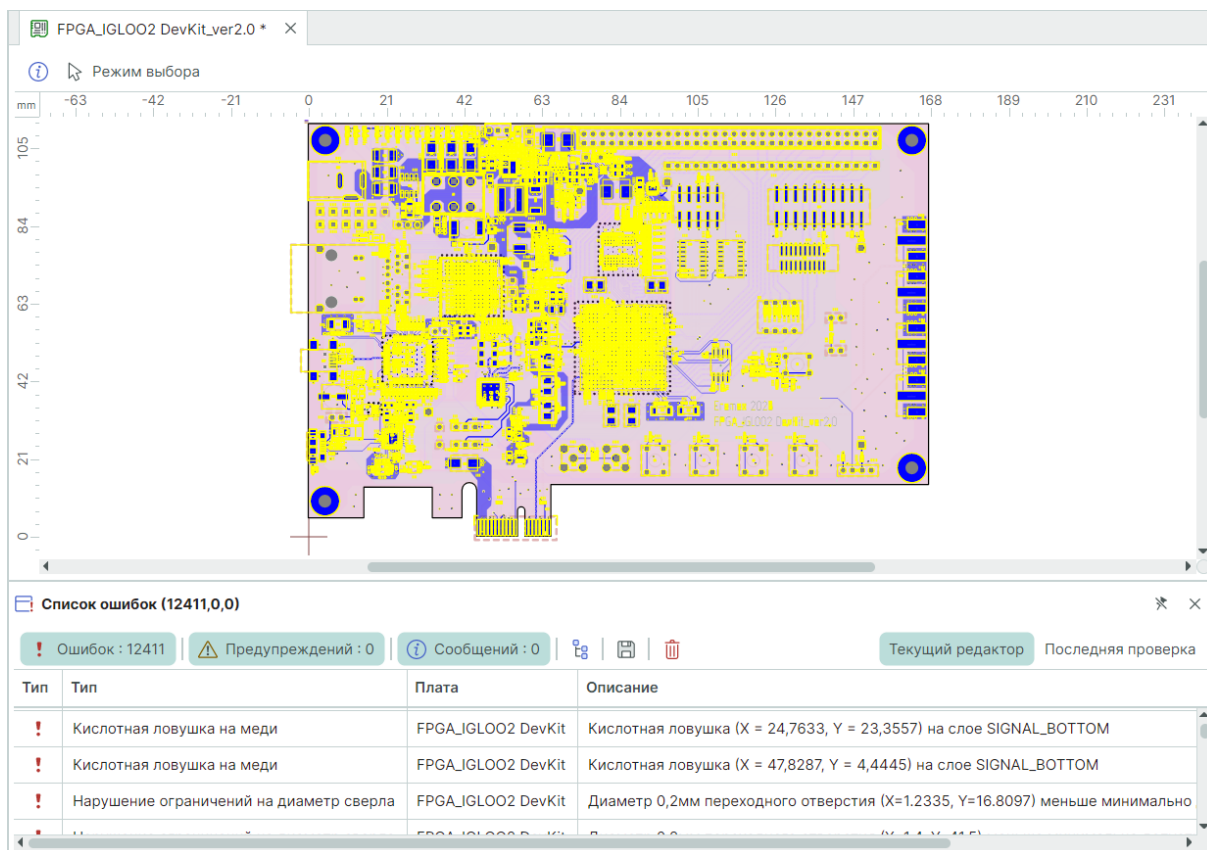


Рис. 510 Отображение выявленных нарушений по итогу выполнения проверки платы на технологичность

В силу того, что у каждого предприятия на производстве могут быть свои требования к соблюдению технологических правил, и сами правила могут отличаться, в Delta Design реализована настройка DFM-проверки правил.

При запуске DFM-проверки выбирается шаблон правил, который используется по умолчанию («Default»). Также в базу данных Delta Design уже включены некоторые шаблоны проверок на технологичность, см. [Рис. 511](#).

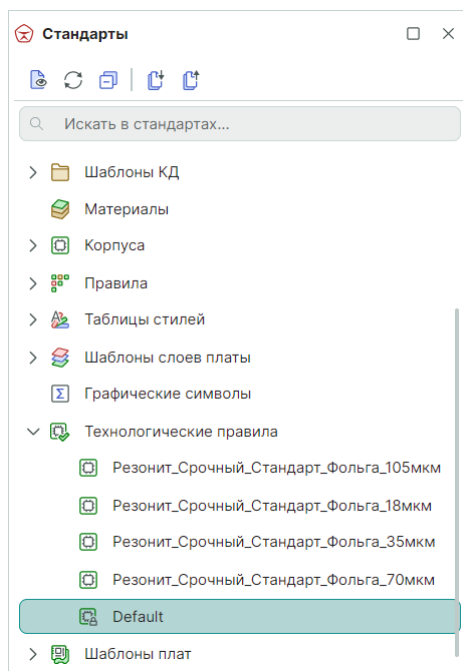


Рис. 511 Шаблоны технологических правил



Важно! Правила «Default» нельзя удалить или переименовать, но можно изменять значения параметров в таблице правил. Созданные правила можно «Открыть», «Удалить» или «Переименовать».

Перед проведением проверки DFM на плате необходимо настроить DFM-правила для проверки. Для этого в панели «Стандарты» в узле «Технологические правила» необходимо создать набор Технологических правил и сохранить в виде шаблона для многократного использования. Наборов правил может быть несколько – для каждого производства свой набор правил.

Для создания новых правил:

1. В панели «Стандарты» для узла «Технологические правила» вызовите контекстное меню и выберите пункт «Создать новые технологические правила», см. [Рис. 512](#).

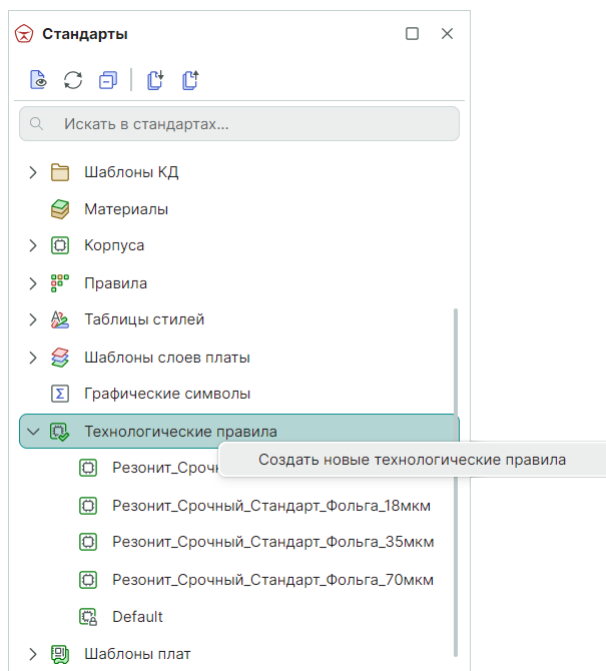


Рис. 512 Создание новых технологических правил

Подробнее см. [Стандарты системы](#) раздел [Технологические правила](#).

- В открывшемся окне «Новый набор технологических правил» ведите наименование новых правил (шаблона правил), в выпадающем списке шаблонов существующих правил выберите шаблон, на основе которого будут созданы новые правила, нажмите кнопку «Создать». По умолчанию выбран шаблон правил «Default», см. [Рис. 513](#).

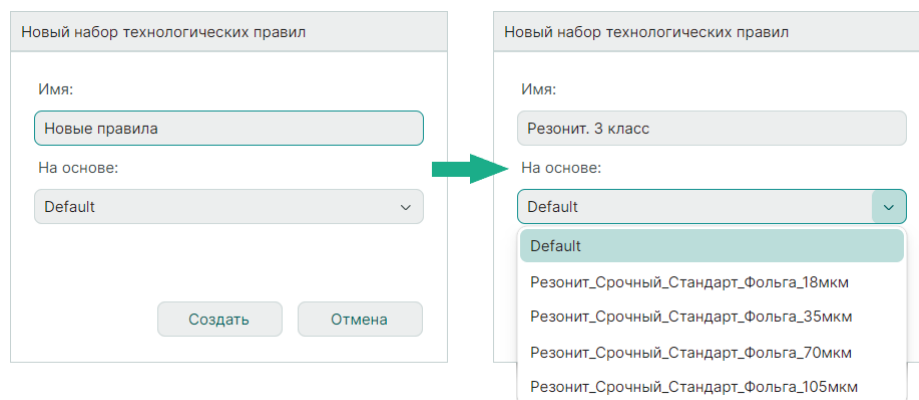


Рис. 513 Окно ввода имени новых технологических правил и выбора шаблона

- Далее будет открыт редактор технологических правил, см. [Рис. 514](#).

Правило	Значение	☒
Категория: Медь - кислотные ловушки		
Минимальный угол, °	45	☒
Минимальная длина фаски	0,2	☒
Категория: Медь - минимальная ширина		
Минимальная ширина меди	0,1	☒
Максимальный угол острия (0° - 180°)	89	☒
Шум: отношение площади острия к квадрату минимальной ширины (0% - 100%)	10	☒
Категория: Медь - минимальный зазор		
Минимальный зазор между объектами на меди	0,1	☒
Максимальный угол выреза (0° - 180°)	89	☒
Шум: отношение площади выреза к квадрату минимального зазора между объектами (0% - 100%)	10	☒
Категория: Паяльная маска		
Припуск паяльной маски	0,2	☒
Минимальное расстояние между объектами на слое маски	0,1	☒
Категория: Паяльная паста		
Минимальное расстояние между объектами на слое пасты	0,2	☒
Категория: Сборочный слой - позиционное обозначение		

Рис. 514 Окно редактора технологических правил

В таблице редактора необходимо настроить ряд правил, по которым будет проводиться DFM-проверка платы. Значение каждого параметра можно изменять в колонке «Значение» вводом с клавиатуры или выбором варианта из выпадающего списка, который откроется при клике на соответствующей ячейке, см. [Рис. 515](#).

Правило	Значение	☒
Категория: паяльная паста		
Минимальное расстояние между объектами на слое пасты	0,2	☒
Категория: Сборочный слой - позиционное обозначение		
Допустимый угол	0°, 90°, 180°, 270°	☒
Минимальное расстояние до границы компонента	☒ (Выбрать все)	☒
Категория: Сверло		
	☒ 0°	☒
Минимальный диаметр	☒ 90°	☒
Максимальный диаметр	☒ 180°	☒
Категория: Шелкография		
	☒ 270°	☒
Отступ от границы платы	OK Отмена	☒
Отступ от КП на сигнальных слоях	0,1	☒

Рис. 515 Ввод параметров технологических правил

В колонке «Проверять при запуске» доступны два режима проверки:

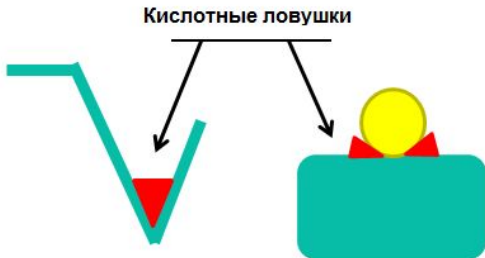
- ☐ – при снятом флаге правило не проверяется;
- ☒ – при установленном флаге правило проверяется только по запуску от пользователя.

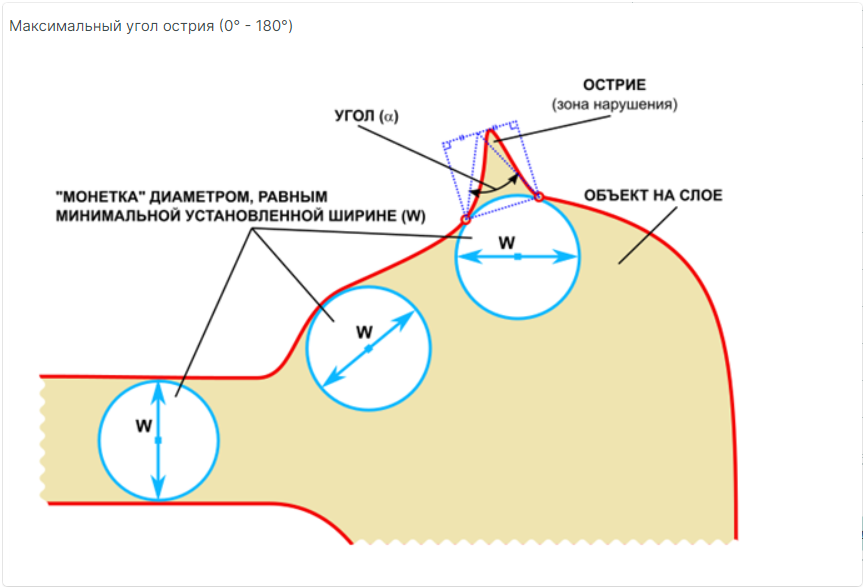
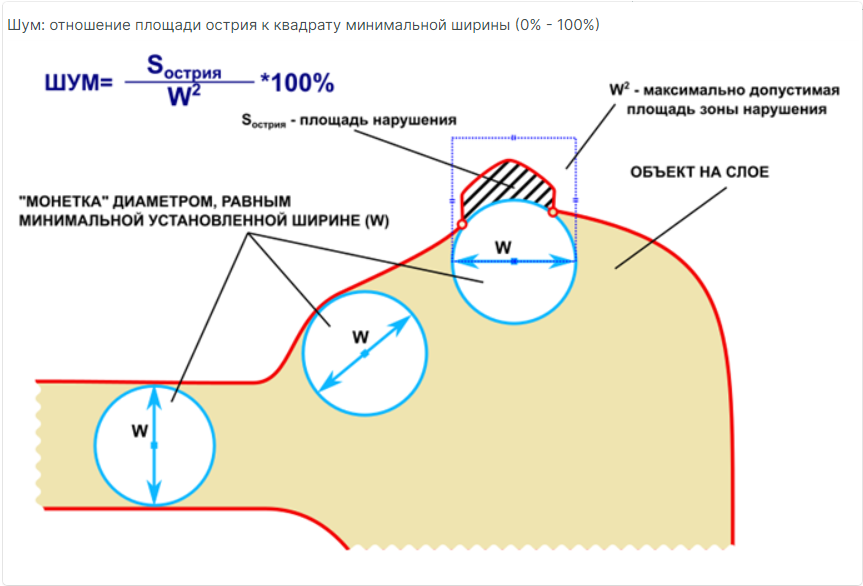


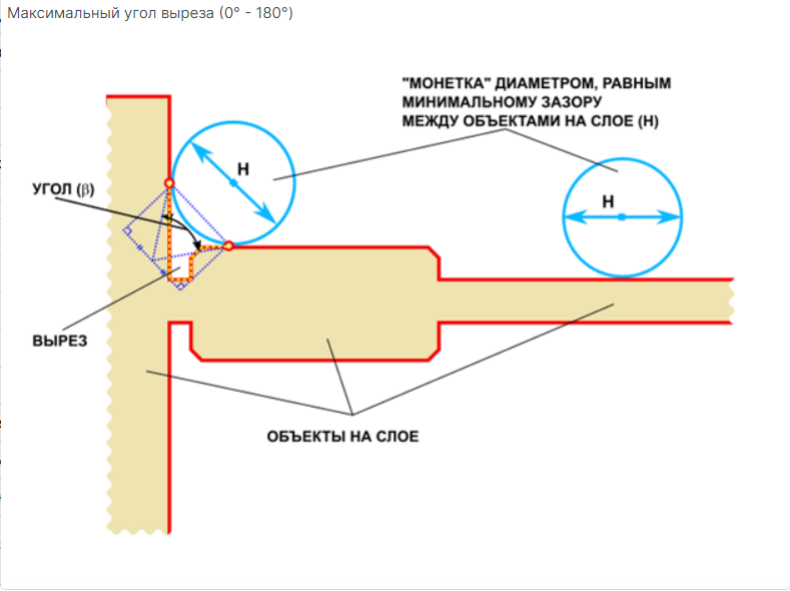
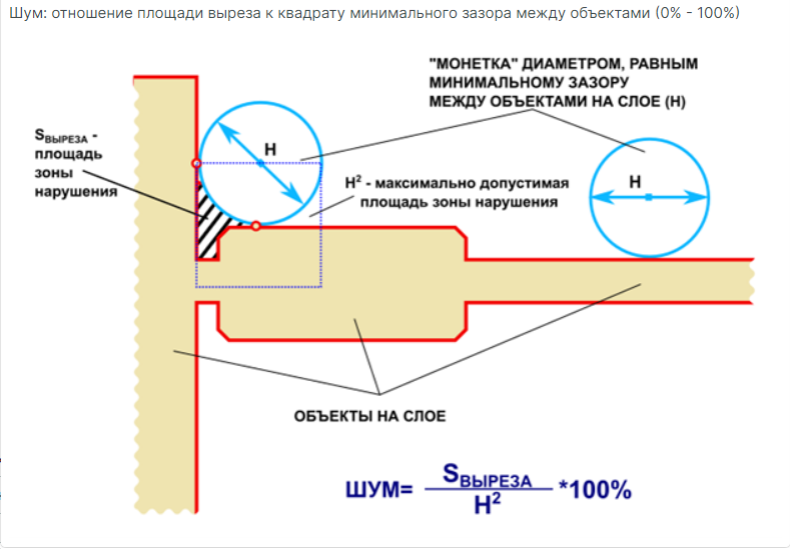
Важно! В полях необходимо вводить только положительные значения (0 - допускается). Точность значений после запятой: 3-и знака.

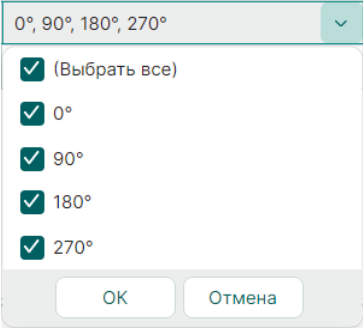
Подробно параметры настроек окна редактора технологических правил приведены в [Табл. 3](#). Некоторые параметры сопровождаются поясняющими рисунками. Рисунок открывается при наведении курсора на наименование пункта настроек.

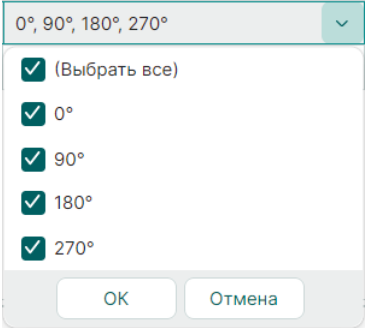
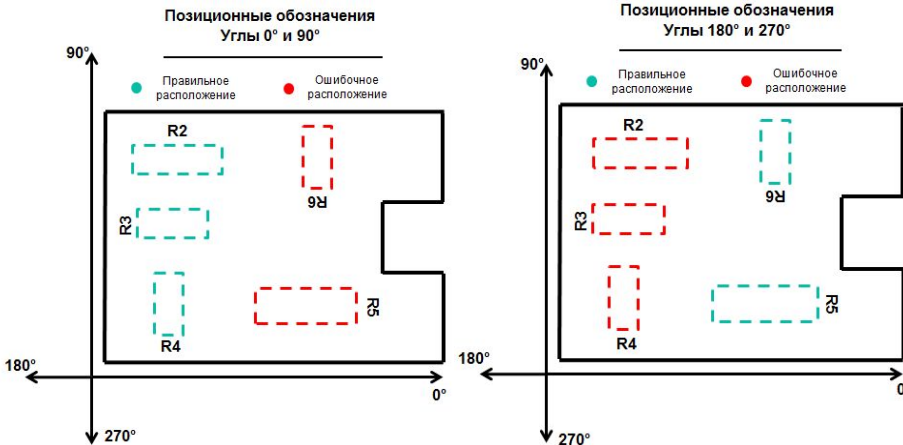
[Таблица 3](#) Настройки правил проверки

Наименование параметра	Описание
Медь – кислотные ловушки	- Минимальный угол, ° - Минимальная длина фаски Проверка «Кислотные ловушки» или «Острые углы». Данная проверка осуществляется на всех проводящих слоях (сигнальных, опорных) и является независимой от проверки Цепь к себе (Same Net). Имеется возможность задать настраиваемый параметр: «Углы меньше __ град.» 
Медь – минимальная ширина	- Минимальная ширина меди - Максимальный угол острия (0°-180°)

Наименование параметра	Описание
	Максимальный угол острия (0° - 180°)  Шум: отношение площади острия к квадрату минимальной ширины (0%-100%) Шум: отношение площади острия к квадрату минимальной ширины (0% - 100%) $\text{ШУМ} = \frac{S_{\text{острия}}}{W^2} * 100\%$ $S_{\text{острия}}$ - площадь нарушения W^2 - максимально допустимая площадь зоны нарушения  Это проверка узких мест всех элементов (трек, КП, ПО, медная заливка) расположенных на сигнальных слоях печатной платы.
Медь – минимальный зазор	- Минимальный зазор между объектами на меди - Максимальный угол выреза (0°-180°)

Наименование параметра	Описание
	Максимальный угол выреза (0° - 180°)  • Шум: отношение площади выреза к квадрату минимального зазора между объектами (0%-100%) Шум: отношение площади выреза к квадрату минимального зазора между объектами (0% - 100%)  $\text{ШУМ} = \frac{S_{\text{ВЫРЕЗА}}}{H^2} * 100\%$ Это проверка между всеми элементами (трек, КП, ПО, медная заливка) расположенных на сигнальных слоя печатной платы.
Паяльная маска	• Припуск паяльной маски (минимальное расстояние от КП до границ масочного окна) • Минимальное расстояние между объектами на слое маски

Наименование параметра	Описание
	Данная проверка выявляет «вскрыта» ли маска над объектами (СКП, ПКП, монтажные отверстия) сигнальных слоев (SIGNAL_TOP и SIGNAL_BOTTOM).
Паяльная паста	Минимальное расстояние между объектами на слое пасты
Сборочный слой – позиционное обозначение	- Допустимый угол – значения выбираются из выпадающего списка. В списке необходимо установить флаг в поле «Показать все» или выбрать определенные углы из предложенных: 0°, 90°, 180° и 270°.  - Минимальное расстояние до границы компонента (на слоях PLACEMETN_OUTLINE_TOP и PLACEMETN_OUTLINE_BOTTOM).
Сверло	- Минимальный диаметр - Максимальный диаметр
Шелкография (SILK_TOP и SILK_BOTTOM)	- Отступ от границы платы - контроль пересечения шелкографии с границей платы (на слое BOARD_OUTLINE) - Отступ от КП на сигнальных слоях - данная проверка контролирует пересечение объектов шелкографии с объектами (СКП, ПКП, монтажные отверстия) на сигнальных слоях (SIGNAL_TOP и SIGNAL_BOTTOM) - Отступ от слоя маски - данная проверка контролирует пересечение объектов шелкографии с объектами (СКП, ПКП, монтажные отверстия) на слоях SOLDERMASK_TOP и SOLDERMASK_BOTTOM. - Минимальная ширина линии - данная проверка контролирует минимальную ширину объектов, созданных на слоях группы «Шелкография» - Наложение объектов шелкографии друг на друга
Шелкография –	Допустимый угол – значения выбираются из выпадающего списка. В списке необходимо установить флаг в поле «Показать все» или

Наименование параметра	Описание
позиционное обозначение	выбрать определенные углы из предложенных: 0°, 90°, 180° и 270°.  Допустимыми являются углы: 0°, 90°, 180° и 270°.  • Минимальное расстояние до границы компонента

Режим проверки выставляется сразу для всей категории правил:

- Медь – кислотные ловушки;
- Медь – минимальная ширина;
- Медь – минимальный зазор.

Режим проверки выставляется отдельно на каждый параметр раздела:

- Паяльная маска;
- Паяльная паста;
- Сборочный слой – позиционное обозначение;
- Сверло;

- Шелкография;
 - Шелкография – позиционное обозначение.
4. По завершении сохраните настроенные параметры с помощью команды «Сохранить» на панели «Общие» или используйте горячие клавиши «Ctrl+S», новый шаблон появится в дереве панели «Стандарты», см. [Рис. 516](#).

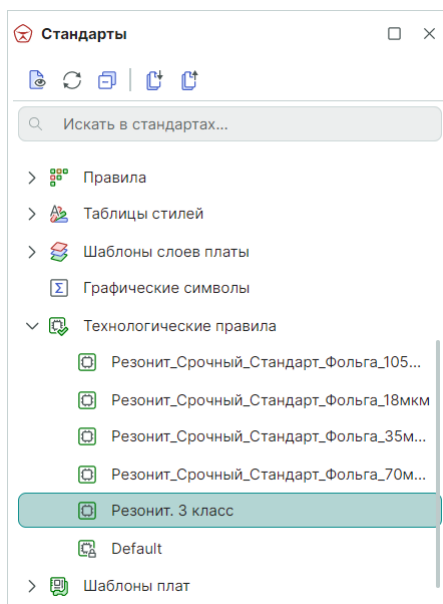


Рис. 516 Отображение созданного шаблона правил

Созданные правила можно удалять, переименовывать и открывать для редактирования, [Рис. 517](#).

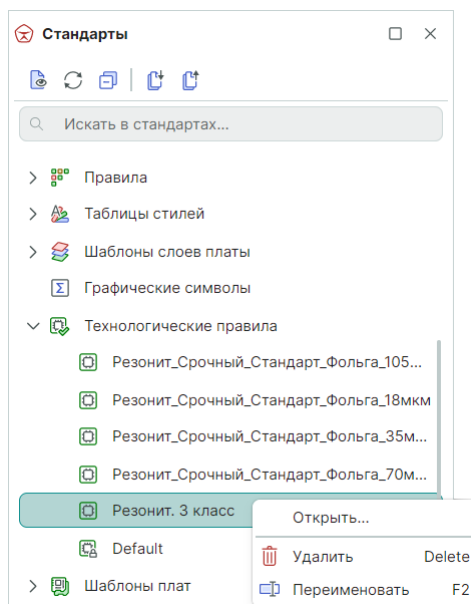


Рис. 517 Доступные действия с созданными шаблонами правил

Для выбора набора (шаблона) правил, по которому будет выполняться проверка, в панели инструментов «Общие» вызовите выпадающего меню с помощью символа ▼ и выберите пункт «Настройки проверки платы (DFM)», см. [Рис. 518](#).

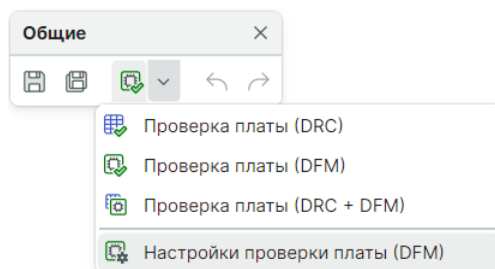


Рис. 518 Выбор набора правил

В открывшемся окне можно установить флаги в чек-боксы рядом с наименованиями набора правил для выбора правил, по которым (одному или нескольким) будет выполняться проверка платы, см. [Рис. 519](#).

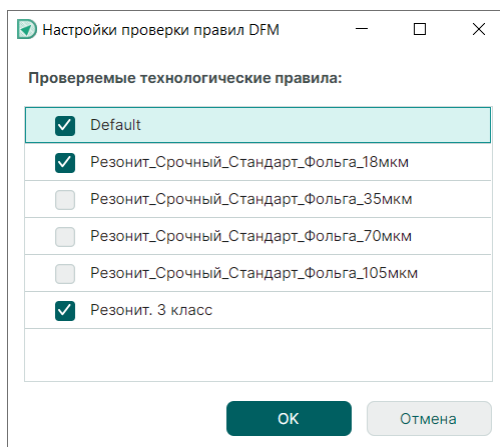


Рис. 519 Выбор набора правил проверки платы

17.2.3.4 Запуск совместной проверки (DRC+DFM) платы

Для того чтобы выполнить совместную проверку платы (DRC+DFM), на панели инструментов «Общие» вызовите выпадающий список с помощью символа ▼ и выберите пункт «Проверка платы (DRC+DFM)», см. [Рис. 520](#).

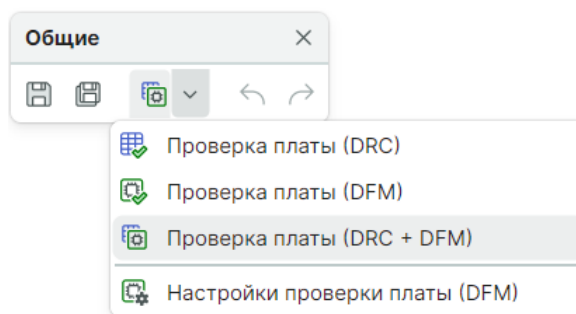


Рис. 520 Запуск совместной проверки платы



Примечание! Проверка выполняется только для активного окна редактора плат, поэтому перед началом проверки рекомендуется убедиться, что окно с нужной платой активно.

17.2.3.5 Список обнаруженных нарушений

17.2.3.5.1 Общие сведения о списке нарушений (ошибок)

При обнаружении нарушений правил проектирования они будут отображены с пояснениями в панели «Список ошибок», см. [Рис. 521](#).

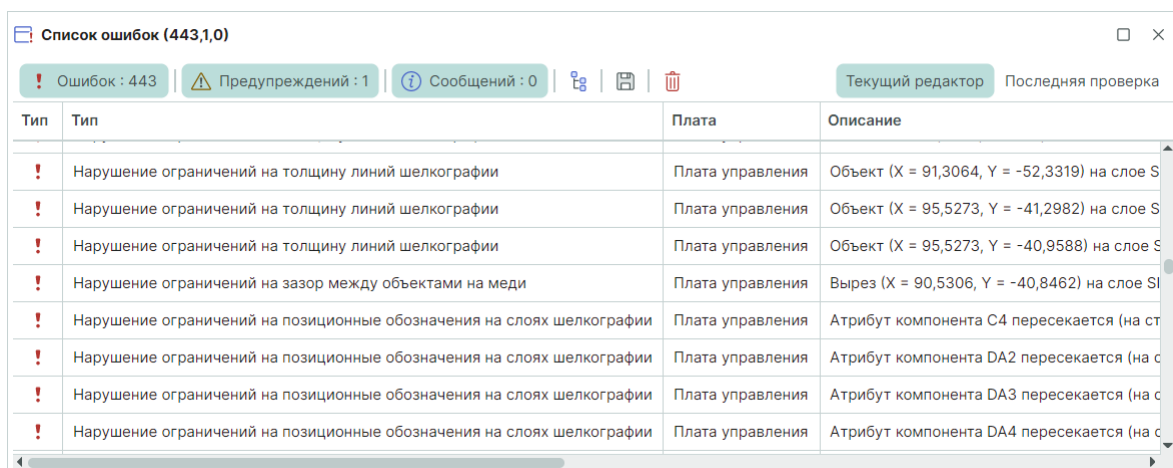


Рис. 521 Список нарушений в панели «Список ошибок»

Панель «Список ошибок» содержит набор инструментов для управления отображаемыми данными (сообщениями). Кнопки вызова инструментов расположены в верхней части панели, см. [Рис. 522](#).



Рис. 522 Инструменты в панели «Список ошибок»

Инструменты панели позволяют:

- [Фильтровать информационные сообщения](#), отображаемые в панели;
- [Группировать сообщения по типам](#);
- [Сортировать сообщения](#);
- [Экспортировать список сообщений](#);
- [Очищать список сообщений](#);
- [Сохранять отображение списка нарушений при переключениях между различными частями системы](#).

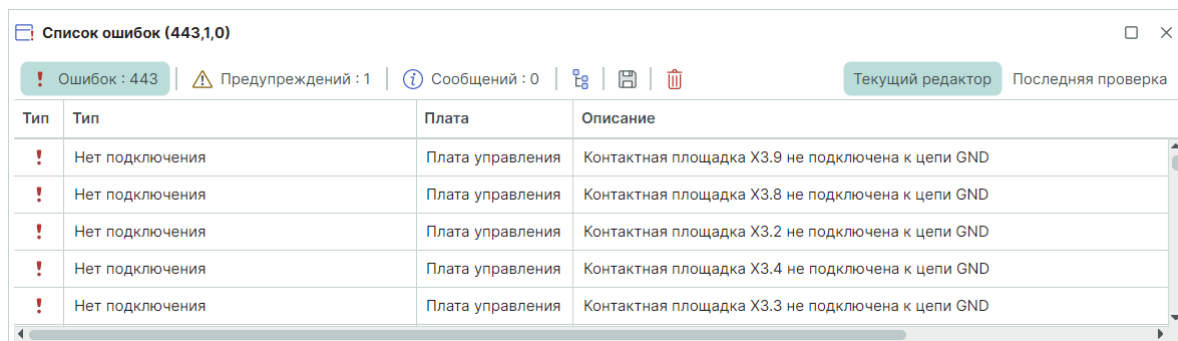
17.2.3.5.2 Фильтрация сообщений по типам

В панели «Список ошибок» могут отображаться сообщения различного типа:

- «Ошибки» – сообщения о нарушениях проектных правил, обозначены символом !;
- «Предупреждения» – сообщения о несоответствиях в проектных данных, которые не являются критичными, обозначены символом ⚠;

- «Сообщения» – информационные сообщения, обозначены символом .

В панели отображаются записи сообщений только выбранных типов. Выбранный тип сообщений подсвечен цветом, см. [Рис. 523](#). Нажатием мыши по кнопкам инструментов можно активировать/деактивировать отображение типов сообщений.



Список ошибок (443,1,0)

! Ошибка : 443 | ⚠ Предупреждений : 1 | ⓘ Сообщений : 0 | 🛠 | 💾 | 🗑

Текущий редактор | Последняя проверка

Тип	Тип	Плата	Описание
!	Нет подключения	Плата управления	Контактная площадка X3.9 не подключена к цепи GND
!	Нет подключения	Плата управления	Контактная площадка X3.8 не подключена к цепи GND
!	Нет подключения	Плата управления	Контактная площадка X3.2 не подключена к цепи GND
!	Нет подключения	Плата управления	Контактная площадка X3.4 не подключена к цепи GND
!	Нет подключения	Плата управления	Контактная площадка X3.3 не подключена к цепи GND

Рис. 523 Выбранный вид записей

17.2.3.5.3 Группировка сообщений

Сообщения, отображаемые в панели «Список ошибок», могут быть сгруппированы по категориям. Для группировки по типу используйте инструмент «Группировать», обозначенный значком , см. [Рис. 524](#).

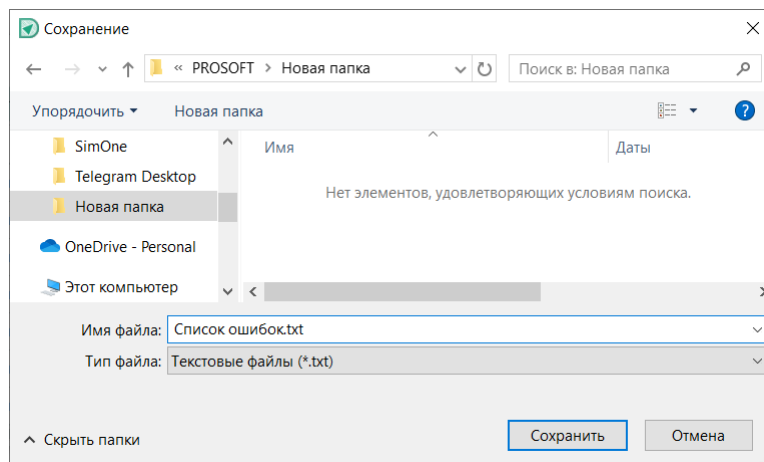


Рис. 524 Группировка записей в панели «Список ошибок»

Для группировки по другим категориям выберите в контекстном меню для любого заголовка столбца пункт «Показать панель группировки», воспользуйтесь механизмом «drag-and-drop» и перетащите заголовок нужного столбца (одного или нескольких) в открывшуюся панель группировки, см. [Рис. 525](#).

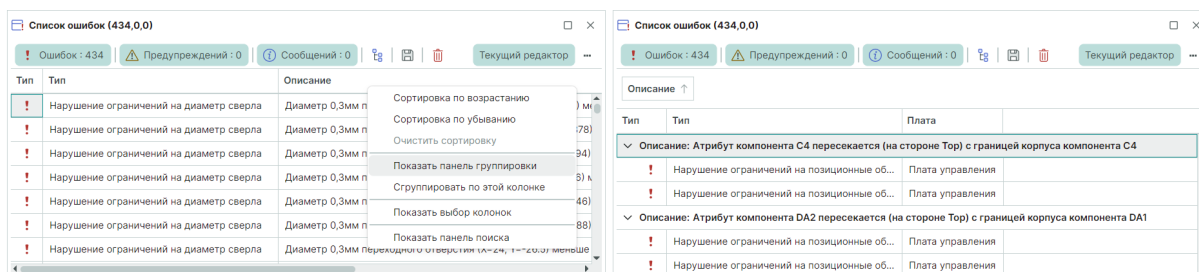


Рис. 525 Вызов панели группировки и результат группировки

Для группировки по интересующему столбцу используйте команду контекстного меню «Сгруппировать по этой колонке», см. [Рис. 526](#).

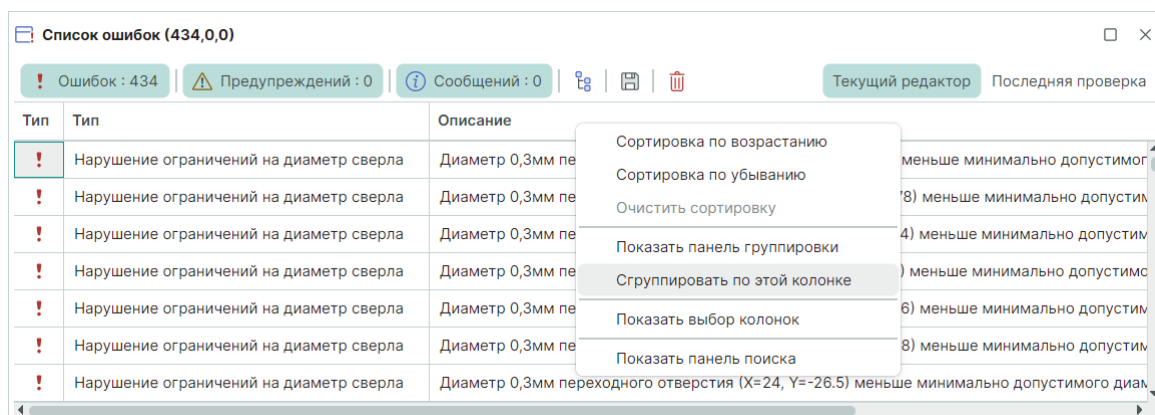


Рис. 526 Группировка по выбранной колонке

17.2.3.5.4 Сортировка списка сообщений

Сообщения в панели «Список ошибок» могут быть отсортированы. Для того чтобы отсортировать записи по одному из параметров, необходимо навести курсор на столбец с его названием и нажать левую кнопку мыши. Символы «↑» и «↓» указывают направление сортировки, см. [Рис. 527](#).

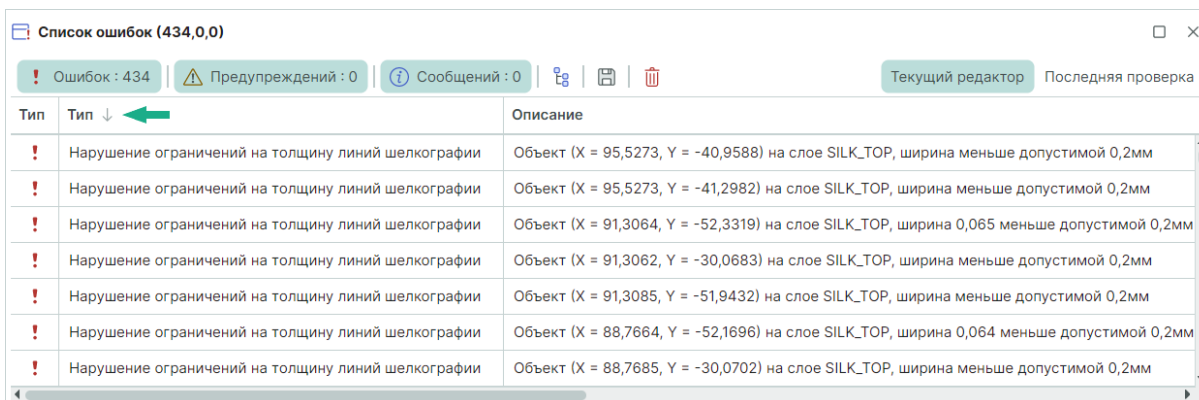


Рис. 527 Сортировка записей в панели «Список ошибок»

17.2.3.5.5 Экспорт списка сообщений

Список сообщений может быть экспортирован в виде файла формата .txt. Для этого:

1. Вызовите инструмент «Сохранить...», обозначенный символом , см. [Рис. 528](#).

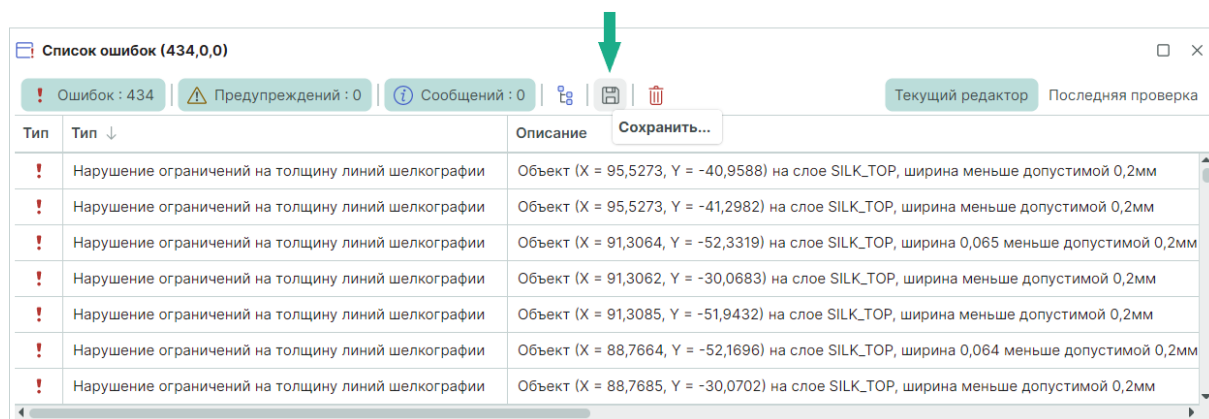


Рис. 528 Экспорт списка нарушений

2. В открывшемся окне проводника укажите место для сохранения файла и его имя, нажмите кнопку «Сохранить», см. [Рис. 529](#).

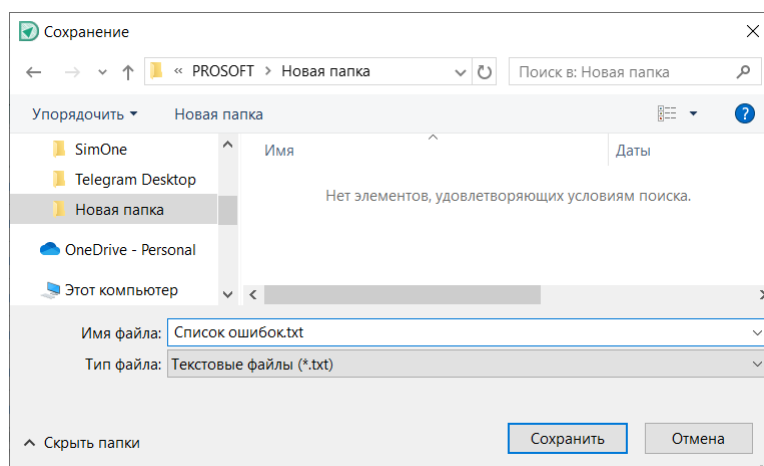


Рис. 529 Сохранение экспортируемого списка нарушений

17.2.3.5.6 Очистка списка сообщений

Для того чтобы очистить список нарушений, используйте инструмент «Очистить», обозначенный символом , см. [Рис. 530](#).

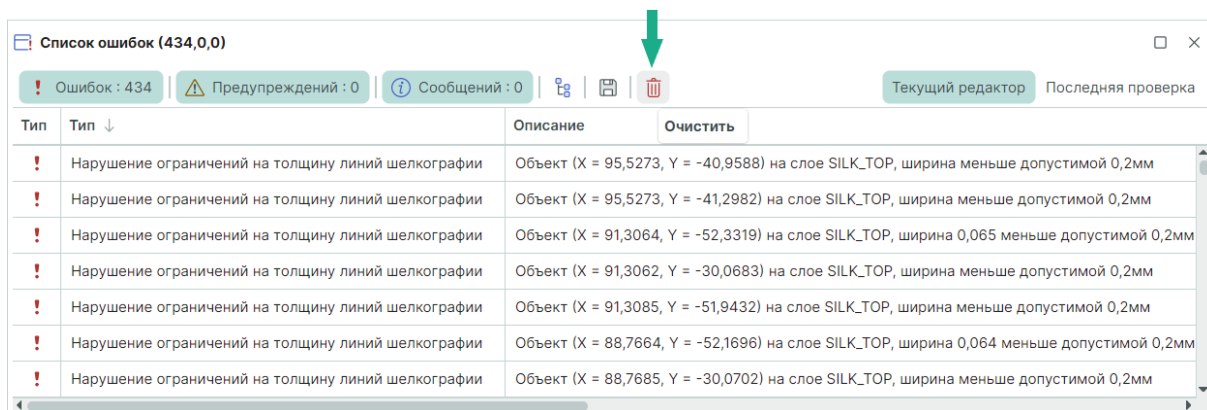


Рис. 530 Очистка списка ошибок



Примечание! При очистке списка нарушений в редакторе плат будут удалены все отметки о нарушениях, показанных для проверяемой платы.

17.2.3.5.7 Список сообщений и переключение между частями системы

При переключении на другую часть системы (в другой редактор или при переходе к другому проекту) отображаемый список сообщений может очищаться или сохраняться. Для того чтобы отображаемый список сохранялся, необходимо выбрать режим «Последняя проверка», см. [Рис. 531](#).

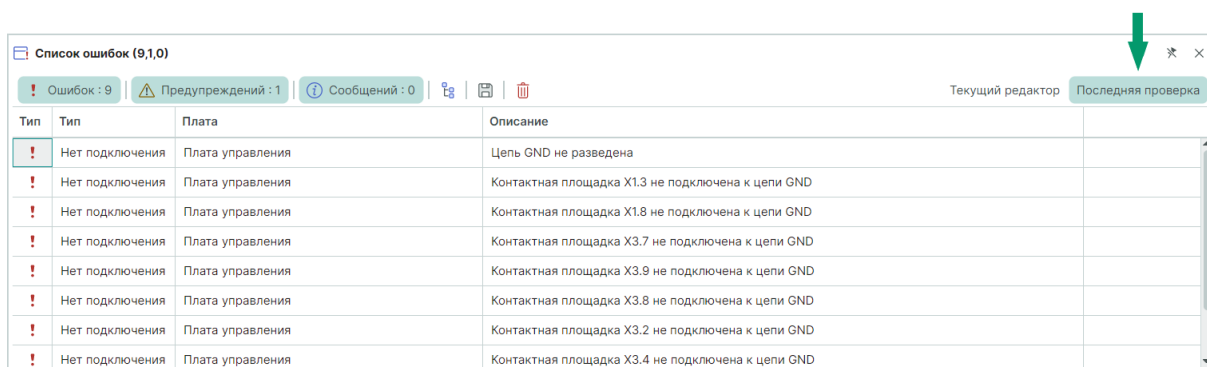


Рис. 531 Настройка отображения списка при переходе между частями системы



Примечание! Если выбран режим «Текущий редактор», то при переходе в другую часть программы отображаемый список сообщений будет потерян, даже если после перехода будет выбран пункт «Последняя проверка».

17.2.3.6 Обработка выявленных нарушений правил проектирования

Управление сообщениями о нарушениях правил проектирования предполагает оперативный доступ к описанию нарушения в панели «Список ошибок» и участку печатной платы, на котором выявлено нарушение. Для этих целей используются:

- Сообщения о нарушении правил проектирования, отображаемые в панели «Список ошибок»;
- Визуальное отображение с помощью дополнительного графического объекта участка платы, на котором выявлено нарушение;

Сообщение в панели «Список ошибок» позволяет быстро перейти на тот участок платы, где выявлено нарушение. Для этого необходимо навести курсор на запись о нарушении и дважды кликнуть левой кнопкой мыши – нарушение будет показано в редакторе плат, см. [Рис. 532](#).

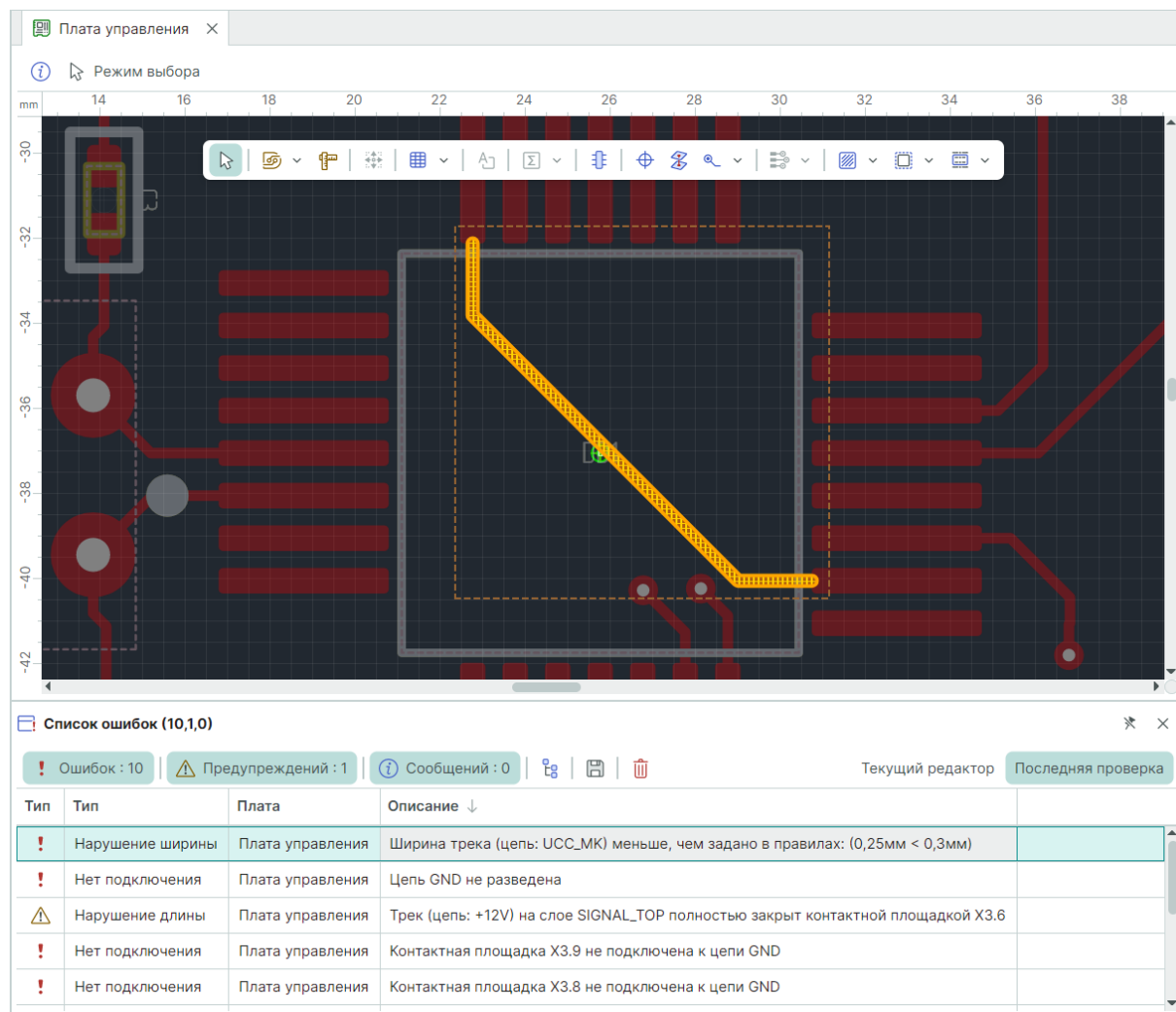


Рис. 532 Переход к нарушению в редакторе плат

Для эффективной работы с нарушениями, слой «ERRORS» должен быть включен в список отображаемых слоев, а для инструмента «Выбрать» должны быть доступны объекты «Нарушение», см. [Рис. 533](#).

Кроме того, инструмент «Выбрать» должен взаимодействовать с объектами на всех слоях (пункт «Только текущий слой» не отмечен флагом) или слой «ERRORS» должен быть активным.

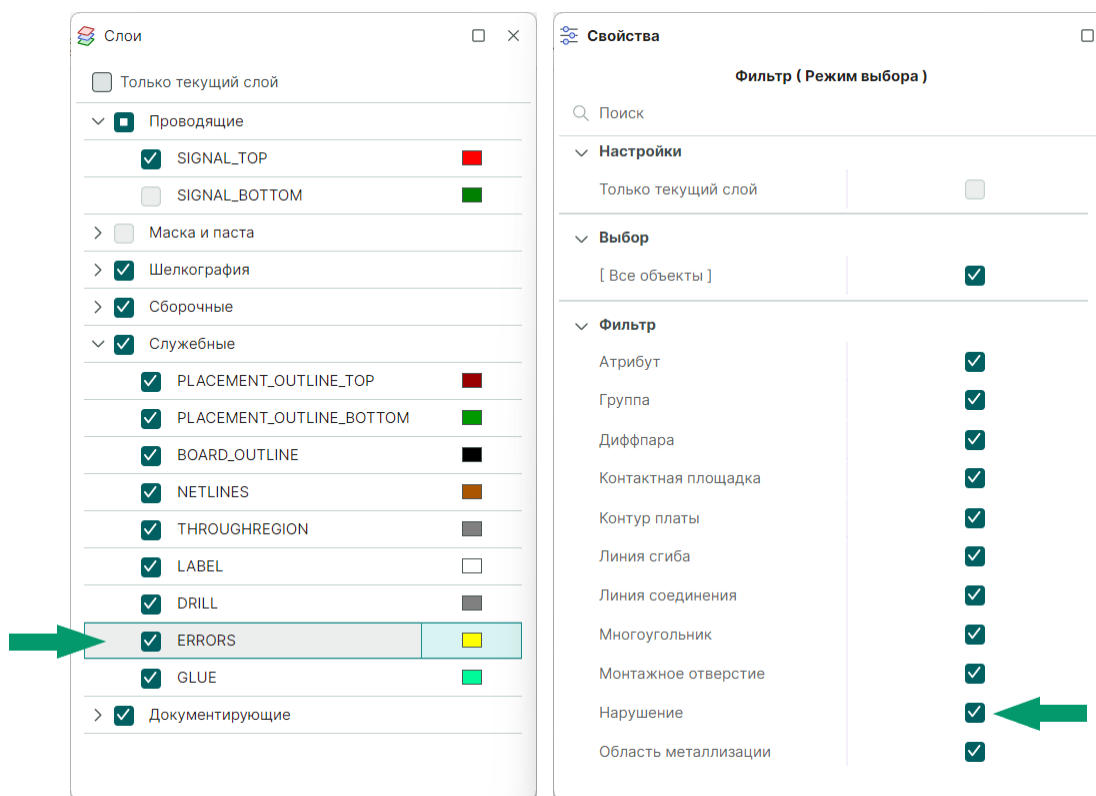


Рис. 533 Настройка редактора плат для отображения нарушений

Нарушения, которые могут быть четко локализованы на плате, (например, нарушение величины зазоров, пересечение посадочных мест, нарушение ширины трека) обозначаются штриховкой и являются отдельными объектами, которые можно выбрать, см. [Рис. 534](#). Подобные объекты обозначаются штриховкой того цвета, который назначен для слоя «ERRORS».

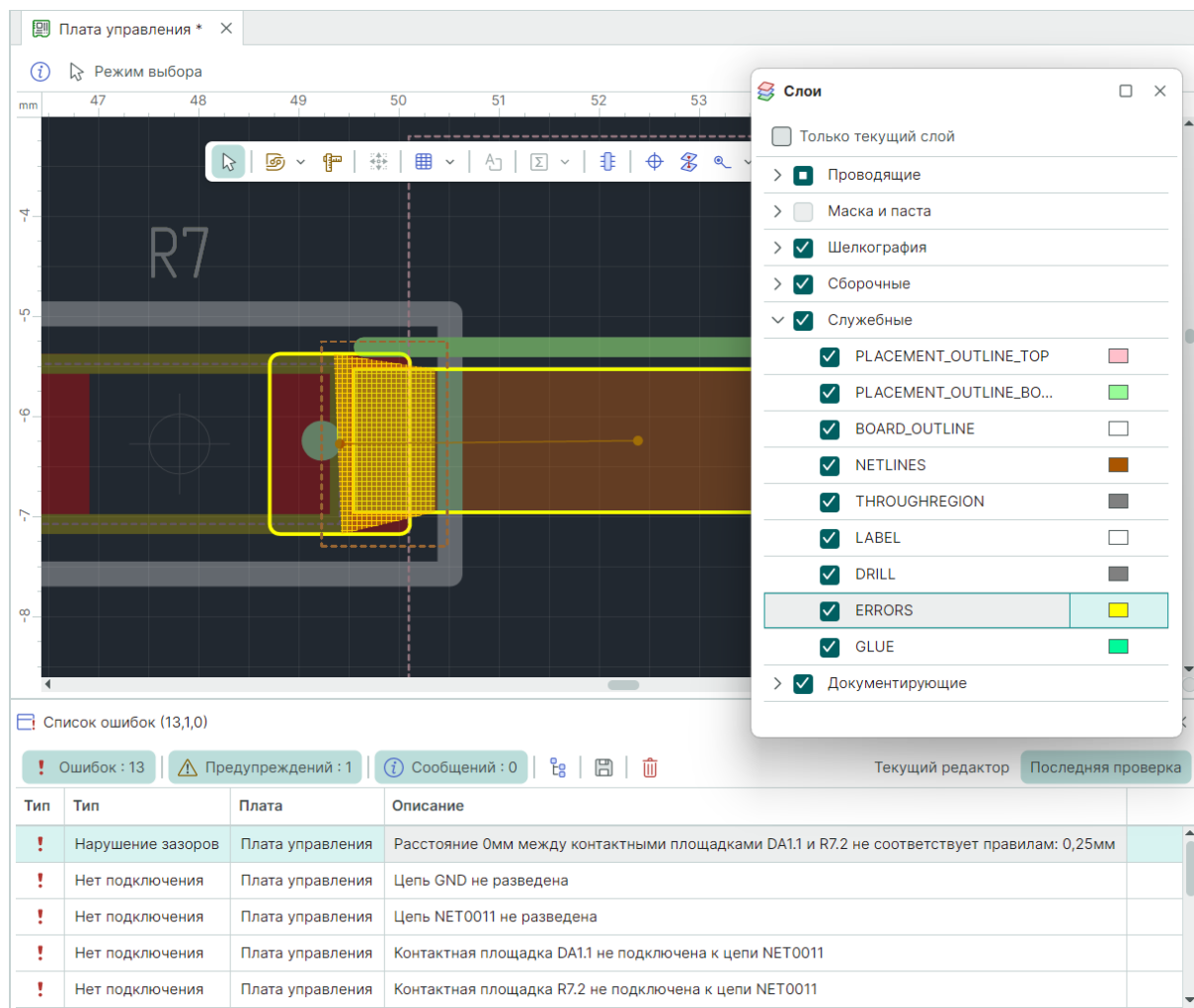


Рис. 534 Объект «Нарушение» на плате

В тех случаях, когда нарушение не может быть однозначно локализовано (например, отсутствие необходимого соединения между контактными площадками), будут отмечены только объекты, между которыми выявлено нарушение, см. [Рис. 535](#).

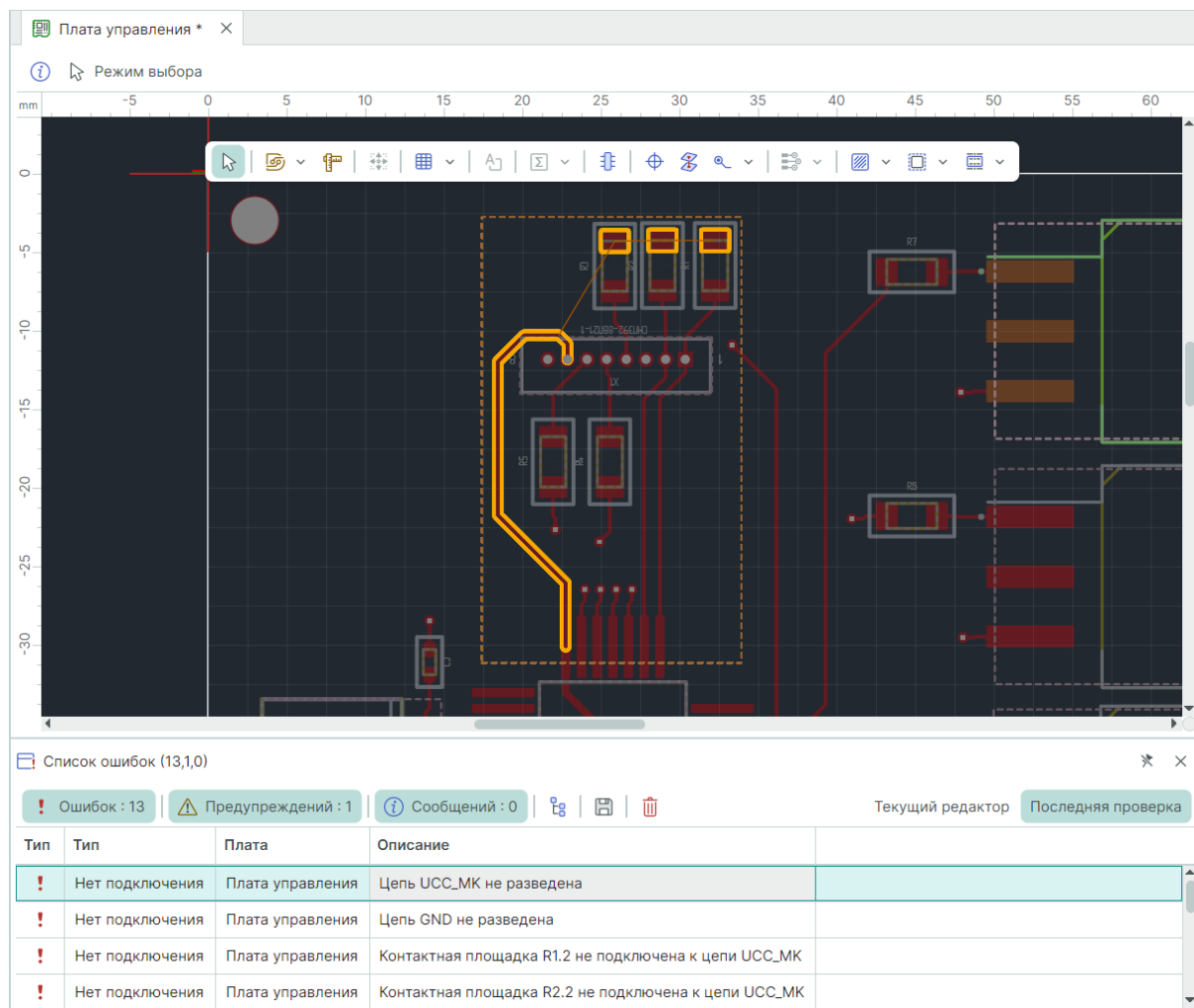


Рис. 535 Объекты, между которыми выявлено нарушение

18 3D модель платы

18.1 Общие сведения о 3D модели

В системе Delta Design реализована возможность просмотра платы с размещенными компонентами в виде 3D модели. Созданная 3D модель платы может быть сохранена в различных форматах и использоваться в сторонних средствах проектирования.

3D модель платы создается на основе конструкции печатной платы и 3D моделей компонентов, при этом 3D модели компонентов подгружаются из библиотеки. Если для какого-либо компонента не задана 3D модель, то она будет построена в виде параллелепипеда на основе границ компонента, задаваемых с помощью слоя «PLACEMENT_OUTLINE». Высота параллелепипеда вычисляется на основе атрибутивных данных компонента. В случае если высота не указана, ее значение принимается равным 1 мм.



Примечание! Настройки отображения 3D модели платы производятся «Файлы» → «Настройки» → «Панель управления» → «Редакторы» → «3D», подробнее см. [Интерфейс и общие механизмы системы](#), раздел [3D](#).

18.2 3D модель платы

Вызов 3D модели платы осуществляется:

- С помощью команды контекстного меню «Открыть 3D модель» для узла «Плата», см. [Рис. 536](#).

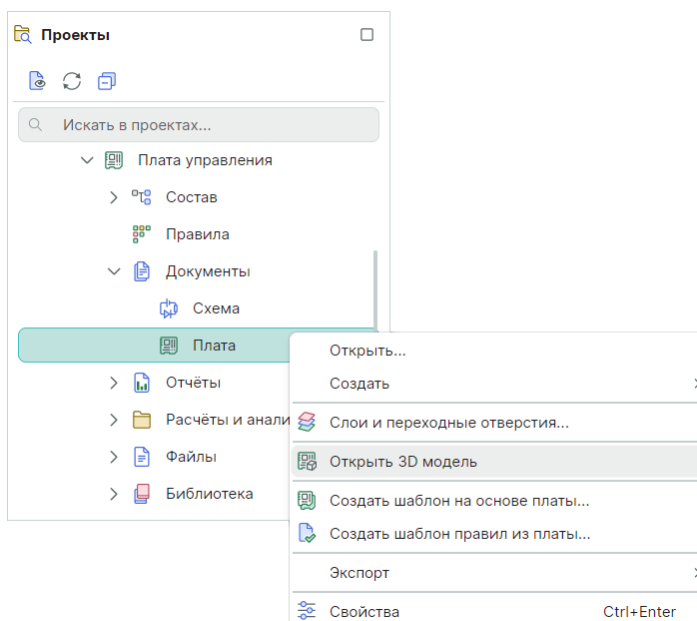


Рис. 536 Открытие 3D модели платы

- С помощью пункта «Открыть 3D модель» в разделе «Вид» главного меню, см. [Рис. 537](#). Для вызова данной функции в главном меню документ «Плата» должен быть активен.

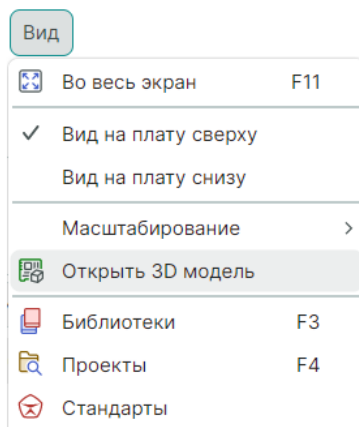


Рис. 537 Открытие 3D модели платы через главное меню



Примечание! 3D модель платы строится на основе последней сохраненной версии проекта. Перед созданием 3D модели можно не сохранять текущие изменения проекта, и модель будет построена без учета изменений.

3D модель платы отображается в отдельном окне редактора, см. [Рис. 538](#). В верхней части окна расположены кнопки включения различных режимов и видов отображения модели.

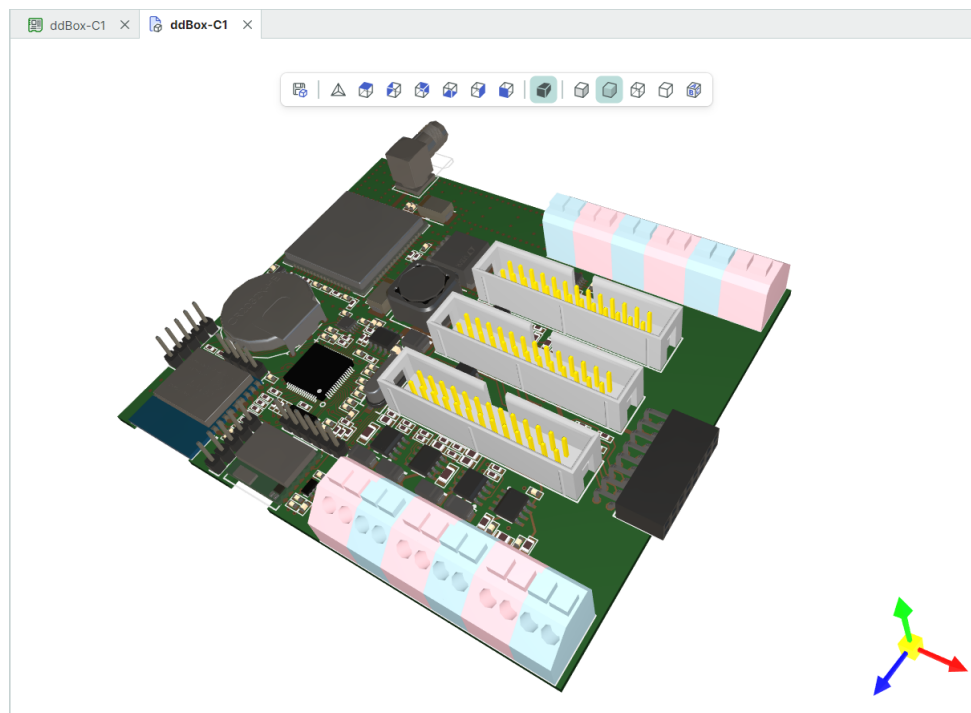


Рис. 538 Окно представления 3D модели платы



Примечание! Количество одновременно построенных 3D моделей платы ограничено. Фактическое количество 3D моделей плат зависит от характеристик рабочей станции.

Кроме стандартных режимов отображения модель можно вращать правой кнопкой мыши вокруг точки начала координат, заданной в редакторе плат. Для того чтобы переместить модель без вращения, необходимо зажать левую кнопку мыши и перемещать курсор. Масштабирование изображения осуществляется путем вращения колеса мыши.

Компоненты, для которых не задана 3D модель, на 3D модели платы представлены в виде прозрачных синих параллелепипедов, см. [Рис. 539](#).

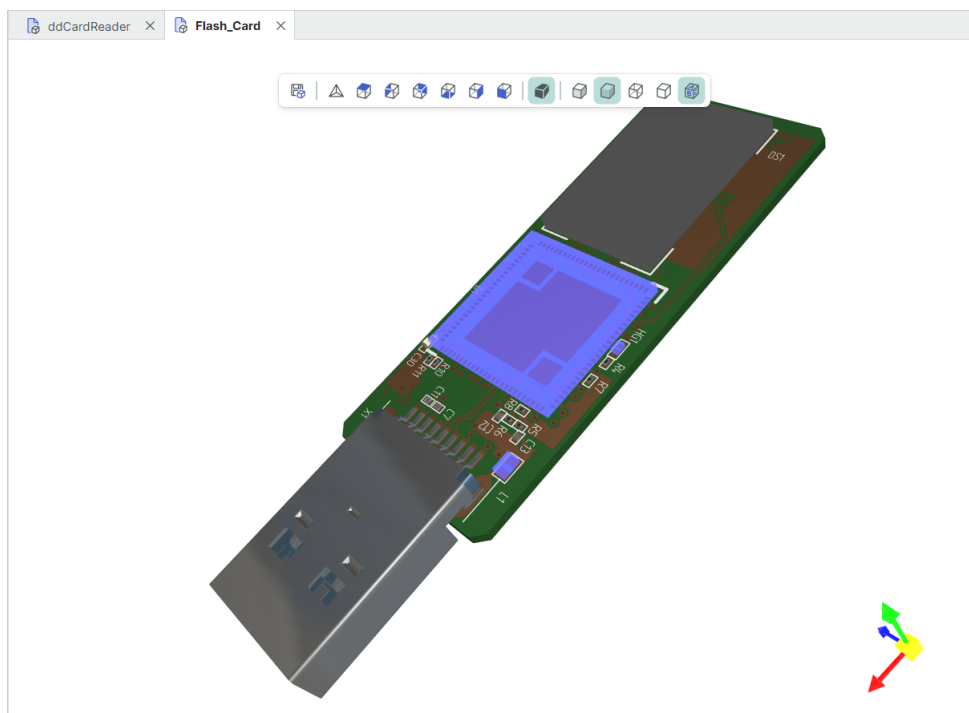


Рис. 540 Визуализация компонентов, к которым не привязана 3D модель

Чтобы сохранить 3D модель платы:

1. Нажмите на кнопку  «Сохранить 3D модель как...», расположенную в верхней части окна редактора, см. [Рис. 541](#).

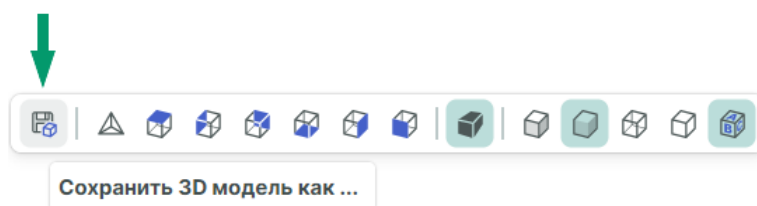


Рис. 541 Сохранение 3D модели

2. Укажите в окне проводника место, где будет сохранена 3D модель платы, и имя файла для модели, выберите формат, в котором она будет сохранена, см. [Рис. 542](#).

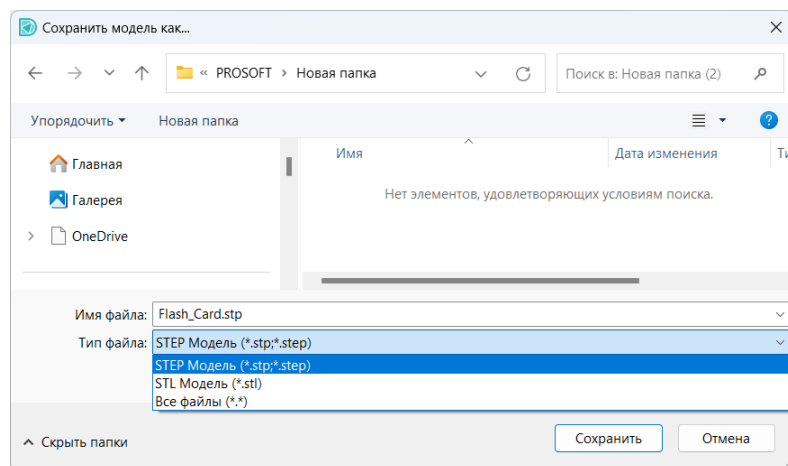


Рис. 542 Выбор формата сохранения 3D модели

3. Нажмите кнопку «Сохранить».

3D модель платы может быть сохранена в следующих форматах:

- STP;
- STEP;
- STL.

18.3 Отображение шелкографии

При первичном вызове 3D модели платы по умолчанию отображается слой шелкографии.

Для интерактивного включения/отключения отображения слоя шелкографии на 3D модели платы используйте инструмент «Отображать шелкографию», обозначенный символом , см. [Рис. 543](#).

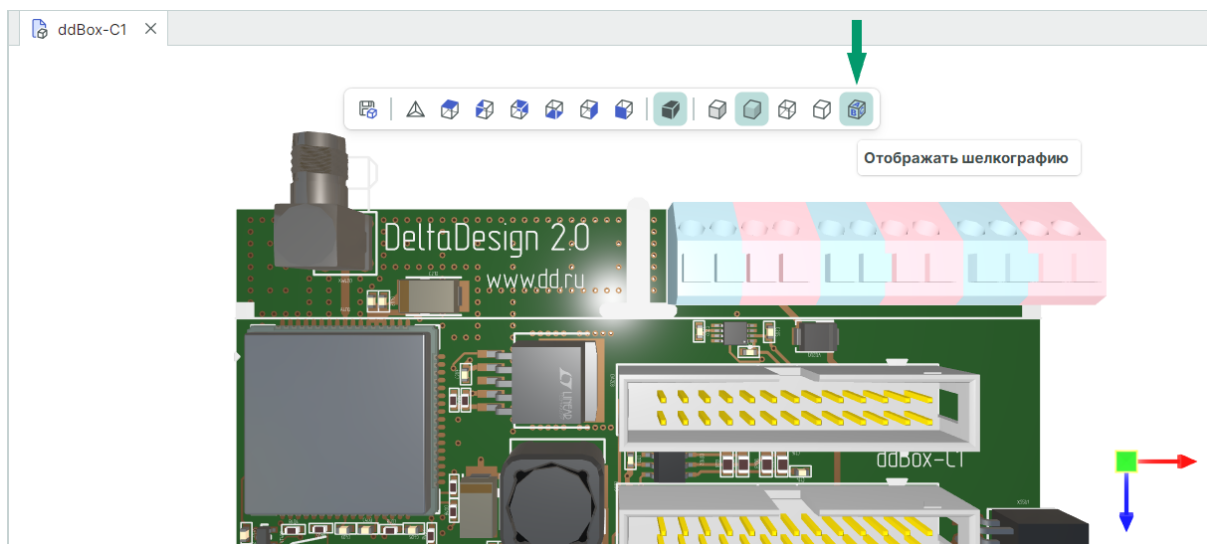


Рис. 543 Отключение отображения слоя шелкографии на 3D модели платы

19 Изменение маски и пасты

19.1 Общие сведения о замене маски и пасты

Система позволяет устанавливать новые параметры маски и пасты относительно контактных площадок на проводящем слое. Замена выполняется как для всех компонентов, так и только для выбранной группы компонентов.

19.2 Механизм изменения маски и пасты

Для того чтобы изменить параметры маски и пасты:

1. Выберите компоненты, для посадочных мест которых необходимо изменить параметры маски и пасты.



Примечание! Если компоненты не выбраны, то операция замены будет применена ко всем компонентам на плате. При установке параметров обращайте внимание на пометку в названии окна инструмента, которая проинформирует, будет ли применено действие ко всем компонентам на плате или же только к ранее выбранным.

2. Нажмите на кнопку «Заменить маску и пасту», обозначенную символом  на панели инструментов «Плата», или в главном меню «Инструменты» → «Заменить маску и пасту», см. [Рис. 544](#).

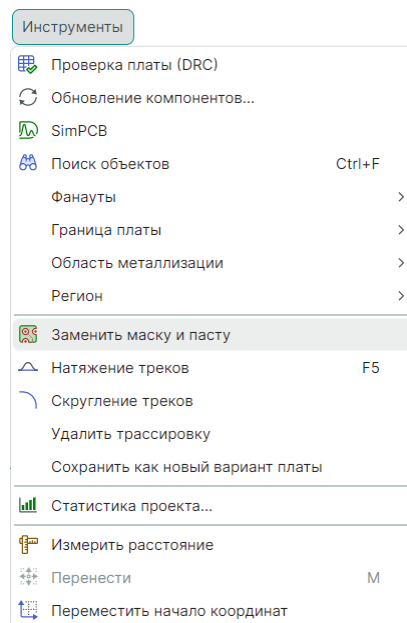


Рис. 544 Вызов инструмента
«Заменить маску и пасту» из
главного меню

3. Вид окна «Заменить маску и пасту» представлен на см. [Рис. 545](#).

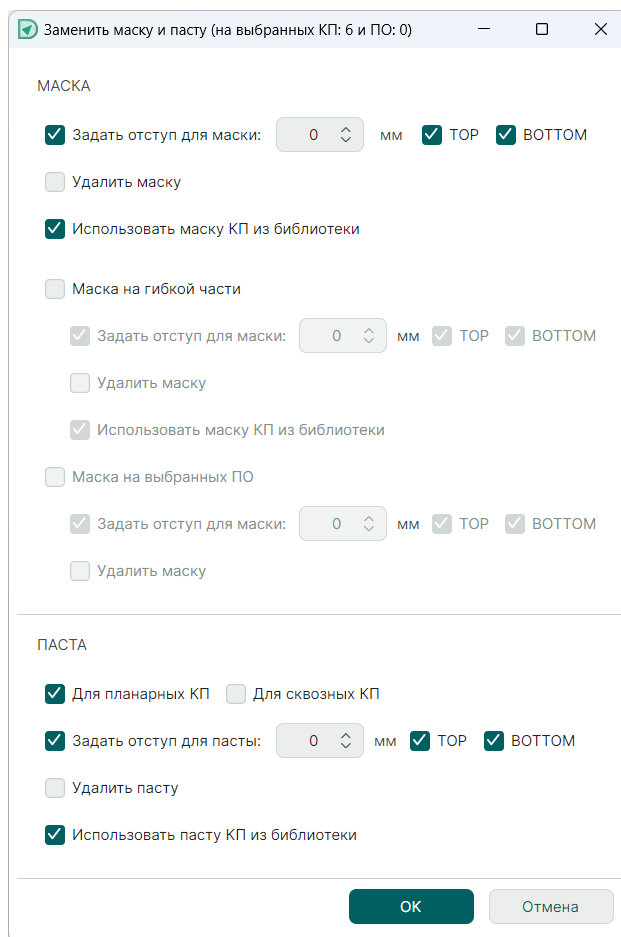


Рис. 545 Параметры замены маски и пасты

Установите параметры отступов маски/пасты от границы контактных площадок в соответствующем поле **«Задать отступ для маски/пасты»**.

Для установки параметров отступов, находящихся на гибкой части печатной платы, установите флаг в чек-бокс **«Маска на гибкой части»**.

Для маски обычно устанавливается положительный отступ (наружу от контактной площадки), для пасты – отрицательный (внутри контактной площадки).

Имеется возможность отдельного назначения отступов для **ТОР** и **БОТТОМ** сторон.

Выбор режима **«Использовать маску/пасту КП из библиотеки»**, подгружает параметры отступов маски/пасты для тех КП, у которых такие параметры указаны в библиотеке.

При совместной активации опций:

- **«Удалить маску/пасту»** – сбрасывает параметры отступов маски/пасты для КП, у которых в библиотеке такие параметры отсутствуют.

- «**Задать отступ для маски/пасты**» – задает параметры отступов маски/пасты для КП, у которых в библиотеке такие параметры не указаны.

Имеется возможность выбора типа контактных площадок (планарных или сквозных), для которого будет применяться новое значение. Выбор осуществляется путем установки флага в соответствующий чек-бокс: «**Для планарных КП**» или «**Для сквозных КП**».

4. Нажмите «ОК» для запуска операции замены или «Отмена» для отмены операции.

В результате выполнения процедуры на экране отобразится сообщение об успешном завершении процесса замены маски и пасты с информацией о количестве и перечне объектов, с которыми были произведены изменения, см. [Рис. 546](#). Подробные сведения о выполняемых операциях замены маски и пасты отображаются в панели «Журналы».

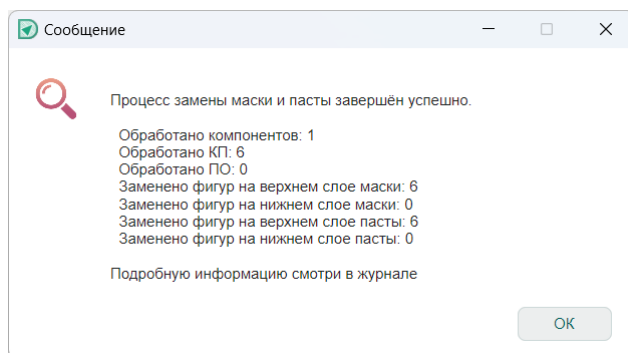


Рис. 546 Сообщение о завершении процесса



Важно! Операция замены маски и пасты не предполагает обычной отмены действия. Поэтому, если вы не уверены в параметрах замены, сохраните проект до начала операции.

20 Приложение А. Слои печатной платы

20.1 А.1 Список групп слоев

В системе Delta Design при разработке печатных плат используются слои, объединенные в несколько групп. Для работы доступны следующие группы:

- Проводящие;
- Маска и паста;
- Шелкография;
- Сборочные;

- Служебные;
- Документирующие.

20.2 A.2 Описание слоев

Все слои имеют названия, записываемые заглавными латинскими буквами.

Проводящие

Слои группы «Проводящие» предназначены для создания проводящих слоев платы. В состав группы входят следующие слои:

- SIGNAL_BOTTOM – нижний проводящий слой;
- SIGNAL_INTERNAL – внутренний проводящий слой;
- SIGNAL_TOP – верхний проводящий слой;

Количество внутренних слоев SIGNAL_INTERNAL не ограничено.

Маска и паста

Слои группы «Маска и паста» предназначены для определения конфигурации маски и конфигурации нанесения паяльной пасты. В состав группы входят следующие слои:

- SOLDERMASK_BOTTOM – нижний слой маски;
- SOLDERMASK_TOP – верхний слой маски;
- SOLDERPASTE_BOTTOM – нижний слой пасты;
- SOLDERPASTE_TOP – верхний слой пасты.

Шелкография

Слои группы «Шелкография» предназначены для нанесения маркировки на плату. В состав слоев группы входят следующие слои:

- SILK_BOTTOM – нижний слой шелкографии;
- SILK_TOP – верхний слой шелкографии.

Сборочные

Слои группы «Сборочные» предназначены для размещения данных, используемых при создании сборочного чертежа платы. В состав слоев группы входят следующие слои:

- ASSEMBLY_BOTTOM – нижний сборочный слой;

- ASSEMBLY_TOP – верхний сборочный слой.

Служебные

Группа «Служебные» предназначена для отображения сопутствующей графической информации. Это различные графические данные, которые не существуют на реальной плате (например, зоны нарушения правил, линии соединения). В состав группы входят следующие слои:

- PLACEMENT_OUTLINE_BOTTOM – слой для отображения границ корпуса компонента (радиодетали) на нижней стороне платы;
- PLACEMENT_OUTLINE_TOP – слой для отображения границ корпуса компонента (радиодетали) на верхней стороне платы;
- BOARD_OUTLINE - слой, предназначенный для проектирования и отображения границ платы;
- NETLINES – слой, служащий для отображения линий соединения (линий, указывающих между какими элементами проводящего рисунка необходимо проложить проводник);
- THROUGHREGION - слой, который предназначен для отображения регионов, влияющих на все проводящие слои платы;
- LABEL – слой на котором отображаются номера контактных площадок;
- DRILL - слой, который предназначен для отображения отверстий;
- ERRORS - слой, на котором отображаются зоны нарушения, выявленные в ходе проверки платы;
- GLUE - слой, который предназначен для отображения позиций нанесения капель клея.

Документирующие

Группа «Документирующие» предназначена для размещения дополнительной информации о плате, которая может быть использована, в том числе, на чертеже платы. Слои группы определяются разработчиком и задаются в стандартах системы.

В базовом варианте настроек системы задан всего один документационный слой – «DOCUMENTUM». При необходимости разработчик может добавить неограниченное количество дополнительных документационных слоев.

20.3 А.3 Полный список групп слоев

Полный список слоев в Delta Design:

- ASSEMBLY;

- BOARD_OUTLINE;
- DOCUMENTUM;
- DRILL;
- ERRORS;
- GLUE;
- LABEL;
- NETLINE;
- PLACEMENT_OUTLINE;
- SIGNAL;
- SILK;
- SOLDERMASK;
- SOLDERPASTE;
- THROUGHREGION.

21 Приложение Б. Правила проектирования

21.1 Б.1 Правила в проекте

Правила проектирования являются неотъемлемой частью проекта и задаются при его создании на основе выбираемого шаблона правил. В процессе проектирования первоначально заданные правила могут редактироваться и дополняться. Управление правилами в Delta Design выполняется с использованием специализированного редактора правил. Подробнее о работе с правилами см. [Редактор правил](#).

21.2 Б.2 Типы правил проектирования

В системе Delta Design с помощью текстовых правил поддерживается возможность задания:

- зазоров между различными объектами с учетом их принадлежности цепям и расположения на плате (слои, регионы);
- ограничений на трассировку цепей (ширины треков, длины соединений, возможность размещения ПО и Т-соединений);
- запретов на размещения треков, ПО и металлизации на определенных слоях и регионах.

21.2.1 Б.2.1 Правила зазоров

Правила зазоров делятся на следующие категории:

- Зазоры (между объектами разных цепей);
- Зазоры (между объектами одной цепи);
- Зазоры «Отверстие - Отверстие»;
- Зазоры «Отверстие - Граница платы»;
- Зазоры «Металл - Граница платы».

Объектами для создания правил зазоров могут выступать:

- Треки;
- Переходные отверстия;
- Планарные или сквозные контактные площадки;
- Заливки областей металлизации;
- Отверстия;
- Граница платы.

Объекты при определении зазоров могут принадлежать:

- Цепям;
- Дифференциальным цепям;
- Классам цепей.

В качестве области действия правила зазоров могут быть выбраны:

- Слои;
- Классы слоев;
- Регионы;
- Стеки (жестких и гибких слоев).

21.2.2 Б.2.2 Правила ширин

Правила, задающие значения ширины, делятся на следующие категории:

- Ширина треков;
- Ширина треков (на базе профилей импеданса);

- Ширина гарантийного пояса.

Набор параметров ширины трека:

- Минимальная ширина трека;
- Номинальная ширина трека;
- Ширина зауженного трека;
- Максимально допустимая суммарная длина зауженных участков;
- Максимально допустимая длина одного зауженного участка.



Примечание! При создании правил ширины трека может задаваться не весь набор параметров.

Треки при определении параметров ширины и отверстия при указании ширины гарантийного пояса могут принадлежать:

- Цепям;
- Классам цепей.

В качестве области действия правила ширины трека и ширины гарантийного пояса могут быть выбраны:

- Слои;
- Классы слоев;
- Регионы;
- Стеки (жестких и гибких слоев).

Параметры линий передачи (треков), рассчитанные в «Калькуляторе импеданса», автоматически попадают в редактор правил в виде командных строк. Такие строки начинаются с обозначения «def» и включают в себя информацию о наименовании профиля, стеке печатной платы, слоях расположения и геометрических параметрах линии передачи. Подробнее о работе по созданию профиля импеданса см. раздел [Калькулятор импеданса](#).

21.2.3 Б.2.3 Правила параметров дифференциальных пар

Правила, задающие значения параметров дифференциальных пар, делятся на следующие категории:

- Параметры дифференциальных пар;
- Параметры дифференциальных пар (на базе профилей импеданса).

Набор параметров дифференциальных пар может состоять:

- Минимальная ширина трека;
- Минимальный диффпарный зазор;
- Номинальный диффпарный зазор;
- Ширина зауженного трека;
- Значение зазора, соответствующего ширине зауженного трека;
- Максимально допустимая суммарная длина зауженных участков;
- Максимально допустимая длина одного зауженного участка;
- Разрешенный допуск на увеличение зазора;
- Разрешенный допуск на уменьшение зазора;
- Допустимая разность длин/задержек в парных трассах;
- Максимально допустимая общая длина/задержка незастёгнутых участков;
- Максимально допустимая локальная длина незастёгнутого участка;
- Учёт выходов из контактных площадок.



Примечание! При определении параметров дифференциальных пар может задаваться не весь набор параметров.

Дифференциальные пары могут принадлежать:

- Дифференциальным цепям;
- Классам цепей.

В качестве области действия правила параметров дифференциальных пар могут быть выбраны:

- Слои;
- Классы слоев;
- Регионы;
- Стеки (жестких и гибких слоев).

Параметры дифференциальных пар, рассчитанные в «Калькуляторе импеданса», автоматически попадают в редактор правил в виде командных

строк. Такие строки начинаются с обозначения «def» и включают в себя информацию о наименовании профиля, стеке печатной платы, слоях расположения и геометрических параметрах линии передачи. Подробнее о работе по созданию профиля импеданса см. раздел [Калькулятор импеданса](#).

21.2.4 Б.2.4 Правила запретов

Объектами для создания правил запретов могут выступать:

- Треки;
- Переходные отверстия;
- Стили переходных отверстий;
- Заливки областей металлизации;

Объекты при определении запретов могут принадлежать:

- Цепям;
- Дифференциальным цепям;
- Классам цепей.

В качестве области действия правила запретов могут быть выбраны:

- Слои;
- Классы слоев;
- Регионы;
- Стеки (жестких и гибких слоев).

21.2.5 Б.2.5 Правила ограничений на ПО и Т-соединения для цепей

Правила ограничений на ПО и Т-соединения для цепей делятся на категории:

- Разрешенные типы Т-соединений - производится выбор разрешенного типа Т-соединения;
- Разрешенные стили переходных отверстий - определяется список имён разрешённых стилей ПО;
- Максимальное число ПО в цепи - устанавливается максимально разрешённое число ПО в цепи;
- Разрешение установки ПО внутри КП - определяется разрешение или запрет на установку ПО внутри КП.

Варианты разрешенных типов Т-соединений:

- КП;
- КП+ПО;
- КП+ПО+Трек.

Выбор цепей при определении правил ограничений на ПО и Т-соединения может быть произведен из:

- Цепей;
- Дифференциальных цепей;
- Классов цепей.

В качестве области действия правил ограничений могут быть выбраны:

- Слои;
- Классы слоев;
- Регионы;
- Стеки (жестких и гибких слоев).

21.2.6 Б.2.6 Правила ограничений на длины/задержки сигналов

Правила ограничений на длины/задержки сигналов делятся на категории:

- Ограничения на длину/задержку сигналов;
- Ограничения на длину/задержку сигналов в группах;
- Выравнивание длин/задержек сигналов внутри группы;
- Взаимное выравнивание сигналов/групп.

Выбор устанавливаемых параметров при ограничении на длину/задержку сигналов и сигналов в группах производится из вариантов:

- минимальная и максимальная длина/задержка сигналов;
- абсолютная длина/задержка сигнала, положительный и отрицательный допуск.

При выравнивании длин/задержек сигналов внутри группы устанавливается значения максимального отклонения длины/задержки сигналов внутри группы.

Выбор устанавливаемых параметров при взаимном выравнивании сигналов/групп производится из вариантов:

- минимальная и максимальная разность длин/задержек;
- разность длин/задержек, положительный и отрицательный допуск.

21.2.7 Б.2.7 Правила для регионов посадочных мест

Для каждого региона могут быть определены:

- зазоры между объектами цепей по типам (включая треки, переходные отверстия, сквозные и планарные контактные площадки, отверстия);
- минимальная и номинальная ширина треков;
- минимальный и номинальный зазор для диффпар;
- запреты на размещение треков, ПО и металлизации.

Правила внутри региона посадочного места настраиваются при создании посадочного места в соответствии с различными технологиями монтажа (По умолчанию (Default), Низкая плотность (Low), Средняя плотность (Medium), Высокая плотность (High)). При установке посадочного места правила на запреты размещения объектов внутри региона посадочного места и блок правил, соответствующий выбранной технологии, добавляются в общий пул правил с учётом переименования регионов.



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.