DeltaDesign

Комплексная среда сквозного проектирования электронных устройств

Руководство пользователя
Редактор печатных плат

Июнь, 2026



EREMEX

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.
Данный документ предназначен для продвинутого пользователя ПК, знакомого с поведением и механизмами операционной системы Windows, уверенно владеющего инструментарием операционной системы.
Последнюю версию документа можно получить в сети Интернет по ссылке:

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

Компания «ЭРЕМЕКС» не несёт ответственности за содержание, качество, актуальность и достоверность материалов, права на которые принадлежат другим правообладателям.
Обозначения ЭРЕМЕКС, EREMEX, Delta Design, TopoR, SimOne 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 12
1.1 Принципы проектирования плат в Delta Design 12
1.2 Возможности по созданию печатных плат 12
1.3 Работа редактора плат 13
1.4 Общие рекомендации по проектированию 13
2 Настройки редактора платы 14
2.1 Переход к настройкам редактора плат 14
2.2 Общие 16
2.3 Графика 16
2.4 Курсоры 18
2.5 Трассировка 19
2.6 Металлизация 20
2.7 Расширенные 21
3 Слои печатной платы 22
3.1 Конфигуратор набора слоев и переходных отверстий 22
3.2 Структура слоев платы 24
3.2.1 Формирование структуры слоев платы 24
3.2.2 Типы проводящих слоев 30
3.2.3 Добавление и изменение материала слоя 31
3.3 Дополнительные документирующие слои 35
3.4 Определение переходных отверстий 38
3.4.1 Общие сведения 38
3.4.2 Работа со стилями переходных отверстий 40
3.4.3 Свойства переходных отверстий 42
3.4.4 Расчет электрических свойств переходных отверстий 45
3.5 Калькулятор импеданса 51
3.5.1 Функциональные возможности 51

3.5.2 Общие сведения о калькуляторе импеданса 51
3.5.3 Расчет параметров одиночной линии передачи 55
3.5.4 Расчет параметров дифференциальной пары 63
3.5.5 Подбор материала и изменение структуры платы 68
3.5.6 Применение рассчитанных параметров в правилах 70
3.5.7 Применение рассчитанных параметров при трассировке 72
3.5.8 Настройки калькулятора 74
4 Редактор плат. Базовые возможности 76
4.1 Общие сведения о работе с платой 76
4.2 Создание вариантов платы 78
4.2.1 Копия варианта платы 78
4.2.2 Новый вариант платы 79
4.3 Перемещение начала координат 81
4.4 Слои редактора печатных плат 82
4.4.1 Общие сведения о слоях редактора плат 82
4.4.2 Настройка отображения слоев 82
4.4.3 Переключение слоев 84
4.5 Импорт DXF 85
4.6 Импорт IDF 92
4.7 Объекты на плате 94
4.8 Поиск похожих объектов на текущей плате 97
4.9 Фиксация объектов 99
4.10 Измерение расстояния (линейка) 101
4.11 Удаление трассировки 106
4.12 Отображение треков тонкими линиями 107
4.13 Перенос объектов на другую сторону 108
5 Граница платы 108
5.1 Создание границы платы 108
5.2 Создание границы платы с помощью инструментов задания границы 108

5.3 Создание вырезов ... 111
5.4 Создание границы платы с помощью графических инструментов ... 112
5.5 Создание сложной границы платы ... 118
5.6 Импорт границ платы ... 121
6 Объекты печатной платы ... 121
6.1 Размещение объектов на плате ... 122
6.2 Рекомендации по размещению объектов ... 122
7 Компоненты на плате ... 123
7.1 Общие сведения о размещении компонентов ... 123
7.2 Начальное размещение компонентов ... 126
7.2.1 Одиночное размещение ... 126
7.2.2 Групповое размещение ... 127
7.2.3 Групповое размещение в заданной области ... 132
7.2.4 Групповое размещение по одному ... 134
7.2.5 Поворот и перенос на другую сторону платы ... 134
7.3 Автоматическое размещение компонентов в режиме «ТороR» ... 135
7.4 Выбор посадочного места ... 140
7.5 Редактирование размещенного посадочного места ... 141
7.5.1 Перемещение посадочного места ... 141
7.5.2 Поворот посадочного места и перенос на другую сторону платы ... 143
7.5.3 Изменение обозначений ... 143
7.5.4 Изменение посадочного места ... 145
8 Регионы ... 149
8.1 Общие сведения о регионах на плате ... 150
8.2 Размещение регионов ... 150
8.3 Создание вырезов в регионах ... 154
8.4 Запреты размещения объектов ... 154
8.5 Запрет размещения монтажных отверстий и компонентов ... 154
8.6 Запрет размещения треков, ПО и областей металлизации ... 156

8.7 Регионы изменения правил ... 161
9 Вспомогательные объекты ... 162
9.1 Общие сведения о вспомогательных объектах ... 162
9.2 Переходные отверстия ... 162
9.2.1 Размещение ПО при трассировке ... 162
9.2.2 Размещение ПО на контактных площадках ... 165
9.2.3 Свойства переходного отверстия ... 168
9.2.4 Расчет электрических свойств переходного отверстия ... 172
9.3 Размещение монтажных отверстий ... 173
9.4 Размещение реперных точек ... 175
10 Графические объекты ... 177
10.1 Общие сведения о графических объектах ... 177
10.2 Размещение текста на металлизированных слоях ... 177
10.3 Размещение графических объектов ... 178
10.4 Разгруппировка графического объекта ... 179
11 Трассировка платы в режиме «RightPCB» ... 179
11.1 Электрические цепи, треки и линии соединения ... 179
11.2 Отображение надписей на контактных площадках ... 181
11.3 Свойства трека ... 182
11.4 Расчет электрических свойств трека ... 187
11.5 Задержка ... 188
11.6 Волновое сопротивление ... 189
11.7 Емкость ... 189
11.8 Индуктивность ... 190
11.9 Параметры трека ... 190
11.10 Размещение треков ... 192
11.10.1 Базовый механизм размещения ... 192
11.10.2 Формирование траектории трека ... 195
11.10.3 Завершение трека вне проводящего рисунка ... 201

11.10.4 Отмена размещения 201
11.10.5 Переход на другой слой 202
11.10.6 Ширина трека 206
11.11 Режимы работы инструмента «Разместить трек» 210
11.11.1 Общие сведения о режимах работы инструмента 210
11.11.2 Подключение трека к контактным площадкам 211
11.11.3 Проведение трека по плате 214
11.12 Редактирование трека 227
11.12.1 Общие сведения о редактировании трека 227
11.12.2 Выбор отдельных сегментов и целого трека 228
11.12.3 Удаление сегментов и трека 230
11.12.4 Завершение трека с удаленными сегментами 231
11.12.5 Изменение геометрии сегмента 232
11.12.6 Редактирование подключения к контактным площадкам 236
11.12.7 Натяжение трека 236
11.12.8 Спрямление трека 239
11.12.9 Перемещение межслойного перехода 240
11.12.10 Создание и редактирование меандра 241
11.12.11 Скругление трека 248
11.13 Трассировка пучка треков 259
11.13.1 Общие сведения о трассировке пучка треков 259
11.13.2 Трассировка пучка треков 260
11.13.3 Трассировка пучка треков (без эскиза) 269
11.13.4 Трассировка пучка треков (по эскизу) 270
11.14 Фанауты 273
11.14.1 Общие сведения о фанаутах 273
11.14.2 Построение фанаутов 273
11.14.3 Настройки построения фанаутов 275
11.15 Переназначение функционально-эквивалентных контактов 284
11.15.1 Общие сведения о назначении эквивалентности 284

11.15.2 Назначение эквивалентности в библиотеке 285
11.15.3 Назначение эквивалентности на схеме 286
11.15.4 Назначение эквивалентности на плате 287
11.16 Размещение дифференциальных пар 288
11.16.1 Общие сведения о диффпарах 288
11.16.2 Трассировка диффпары как единого целого 302
11.16.3 Переход диффпары на другой слой 313
11.16.4 Использование «расстегнутой» диффпары 313
11.16.5 Продолжение незавершенной диффпары 316
11.16.6 Редактирование диффпары 316
11.16.7 Скругление диффпары 317
11.16.8 Натяжение диффпары 317
11.16.9 Выравнивание фаз треков диффпары 318
11.17 Выравнивание длин проводников 320
11.17.1 Создание сигнальной цепи на печатной плате 320
11.17.2 Создание сигнала на печатной плате 324
11.17.3 Свойства сигнала 327
11.17.4 Создание группы выравнивания 331
11.17.5 Правила для сигналов и групп выравнивания 334
11.17.6 Трассировка сигналов группы выравнивания 337
11.17.7 Примеры индикаторов 339
11.17.8 Выравнивание длин треков/сигналов 343
11.17.9 Выравнивание в режиме «По заданному значению» 345
11.17.10 Выравнивание в режиме «Автоматически» 346
11.17.11 Выравнивание в режиме «По другому сигналу» 348
11.17.12 Выравнивание дифференциальных пар 351
11.17.13 Особенности работы инструмента 351
12 Трассировка платы в режиме «TopoR» 354
12.1 Запуск режима «TopoR» 354
12.2 Главное меню режима «TopoR» 355

12.3 Управление автотрассировкой ... 356
12.4 Преобразование проводников в области металлизации ... 362
12.5 Настройки режима «ТороR» ... 364
12.6 Панель инструментов «ТороR» ... 365
13 Копирование объектов ... 369
13.1 Общие сведения о копировании объектов ... 369
13.2 Копирование треков и дифференциальных пар ... 372
13.3 Копирование посадочных мест компонентов ... 376
13.4 Совместное копирование треков и компонентов ... 378
13.5 Копирование прочих объектов ... 379
13.6 Копирование регионов ... 379
13.7 Копирование областей металлизации ... 379
13.8 Копирование графической информации ... 380
14 Металлизированные области платы ... 380
14.1 Общие сведения об областях металлизации ... 380
14.2 Создание границ области металлизации ... 381
14.3 Особенности размещения областей металлизации ... 384
14.3.1 Общие сведения о размещения областей металлизации ... 384
14.3.2 Цветовая индикация границы ... 384
14.3.3 Режимы работы инструмента «Разместить область металлизации» ... 385
14.3.4 Отмена сформированных участков границ ... 386
14.4 Свойства области металлизации ... 386
14.5 Заполнение области металлизации ... 387
14.6 Сплошное заполнение области металлизации ... 389
14.7 Преобразования трека в область металлизации ... 391
14.8 Настройка параметров областей металлизации ... 391
14.8.1 Общие сведения о параметрах областей металлизации ... 391
14.8.2 Работа со стилями областей металлизации ... 393
14.8.3 Определение параметров области металлизации ... 394

14.9 Редактирование области металлизации ... 403
14.9.1 Общие сведения о редактировании областей металлизации ... 403
14.9.2 Островки металлизации ... 404
14.9.3 Изменение геометрии заполненной области металлизации ... 406
14.9.4 Изменение геометрии заполненного островка металлизации ... 407
14.10 Металлизация опорных слоев ... 409
15 Синхронизация схемы и платы ... 410
15.1 Общие сведения о синхронизации ... 410
15.2 Синхронизация компонентов ... 411
15.3 Синхронизация цепей ... 411
16 Навигация по компонентам и цепям платы ... 411
16.1 Общие сведения о навигации на плате ... 411
16.2 Навигация по списку цепей ... 412
16.2.1 Панель «Менеджер проекта» ... 412
16.2.2 Навигация по компонентам ... 416
16.2.3 Навигация по цепям ... 422
16.2.4 Навигация по объектам платы ... 427
16.3 Поиск компонентов в проекте ... 430
17 Проверка правил проектирования ... 433
17.1 Общие сведения о проверке правил ... 433
17.2 Виды и настройки проверок правил ... 434
17.2.1 Виды проверок ... 434
17.2.2 Настройки проверок ... 435
17.2.3 Отложенная проверка ... 437
18 3D модель платы ... 461
18.1 Общие сведения о 3D модели ... 461
18.2 3D модель платы ... 462
18.3 Управление прозрачностью компонента ... 465
18.4 Поиск и просмотр компонента по его модели ... 466

18.5 Отображение шелкографии 466
19 Изменение маски и пасты 467
19.1 Общие сведения о замене маски и пасты 467
19.2 Механизм изменения маски и пасты 467
20 Приложение А. Слои печатной платы 470
20.1 А.1 Список групп слоев 470
20.2 А.2 Описание слоев 470
20.3 А.3 Полный список групп слоев 472
21 Приложение Б. Правила проектирования 472
21.1 Б.1 Правила в проекте 472
21.2 Б.2 Типы правил проектирования 473
21.3 Б.3 Правила зазоров 473
21.4 Б.4 Правила ширин 474
21.5 Б.5 Правила параметров дифференциальных пар 475
21.6 Б.6 Правила запретов 476
21.7 Б.7 Правила ограничений на ПО и Т-соединения для цепей 477
21.8 Б.8 Правила ограничений на длины/задержки сигналов 478
21.9 Б.9 Правила для регионов посадочных мест 478

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

2.1 Переход к настройкам редактора плат

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

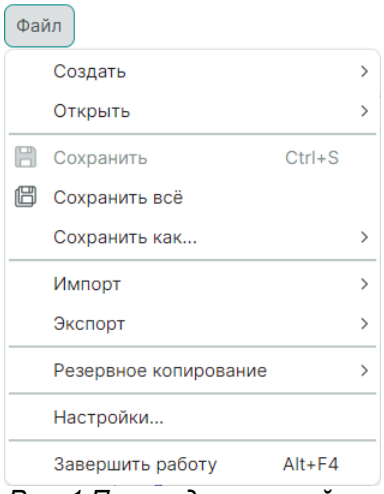


Рис. 1 Переход к настройкам из главного меню

Также переход к настройкам редактора платы осуществляется из контекстного меню рабочей области редактора, см. Рис. 2.

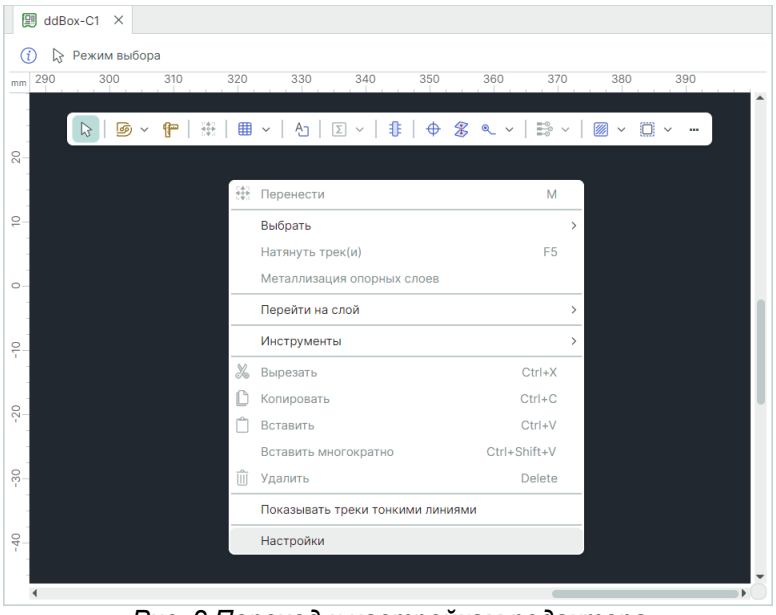


Рис. 2 Переход к настройкам редактора

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

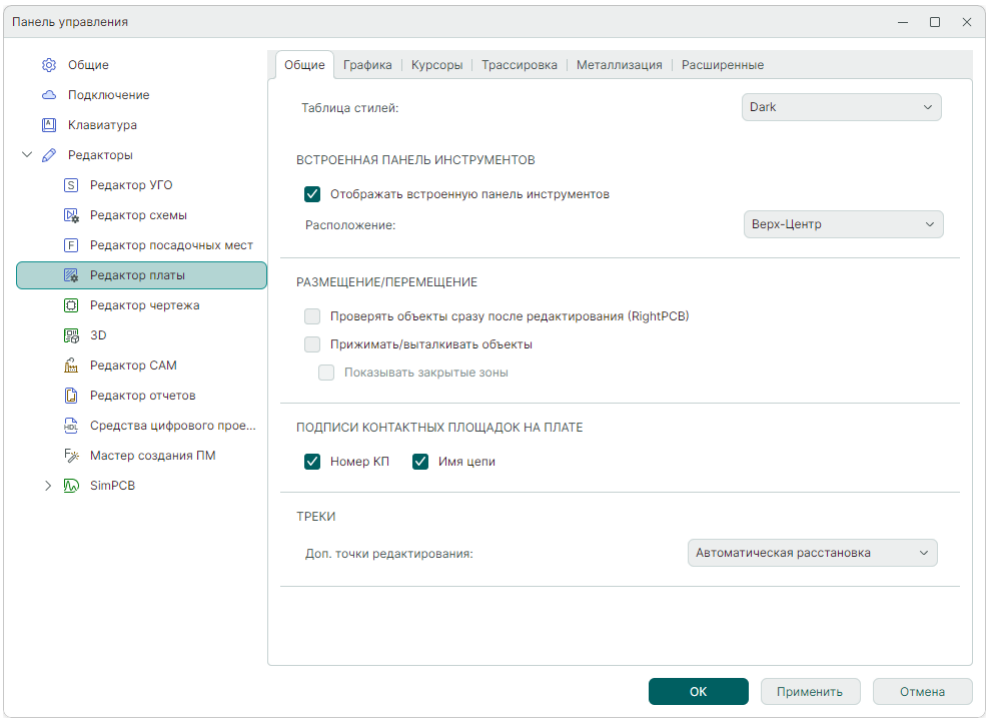


Рис. 3 Панель управления. Редактор платы

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

2.2 Общие

Внешний вид вкладки «Общие» представлен на рисунке в разделе Переход к настройкам редактора плат.

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. Стиль данных меток можно настроить в Стандартах системы;
- «Имя цепи» – настройка включает отображение имен цепей на плате. Стиль данных меток можно настроить в Стандартах системы;
- «Дополнительные точки редактирования» – настройка определяет количество дополнительных точек редактирования, выбор осуществляется в выпадающем меню.

2.3 Графика

Внешний вид вкладки «Графика» представлен на рисунке, см. Рис. 4.

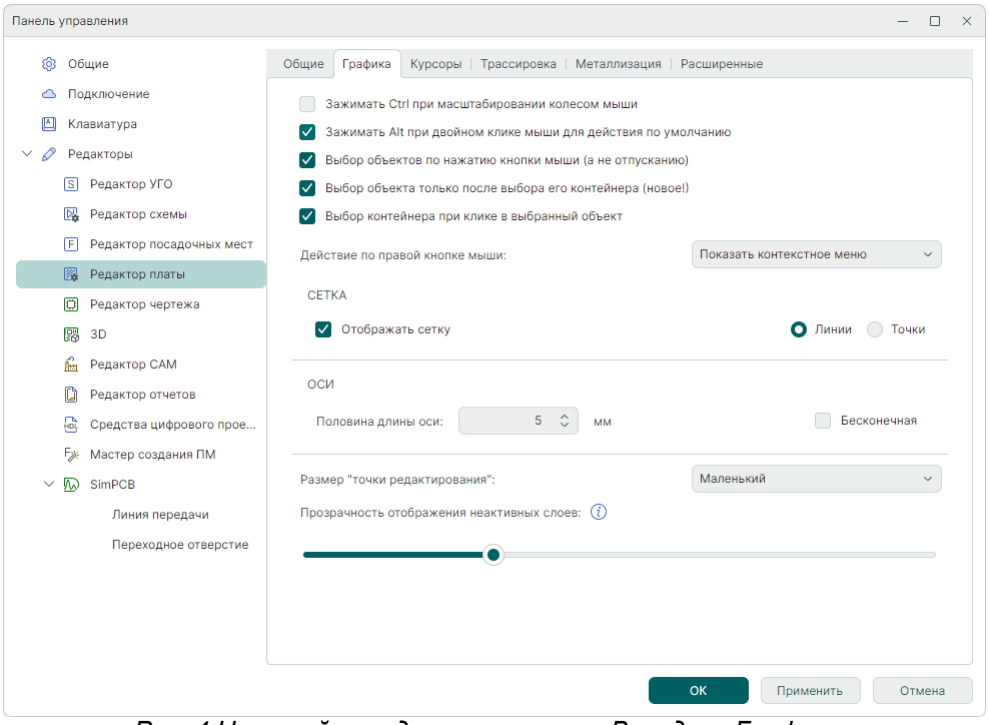


Рис. 4 Настройки редактора платы. Вкладка «Графика»

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.

2.4 Курсоры

Внешний вид вкладки «Курсоры» представлен на рисунке, см. Рис. 5.

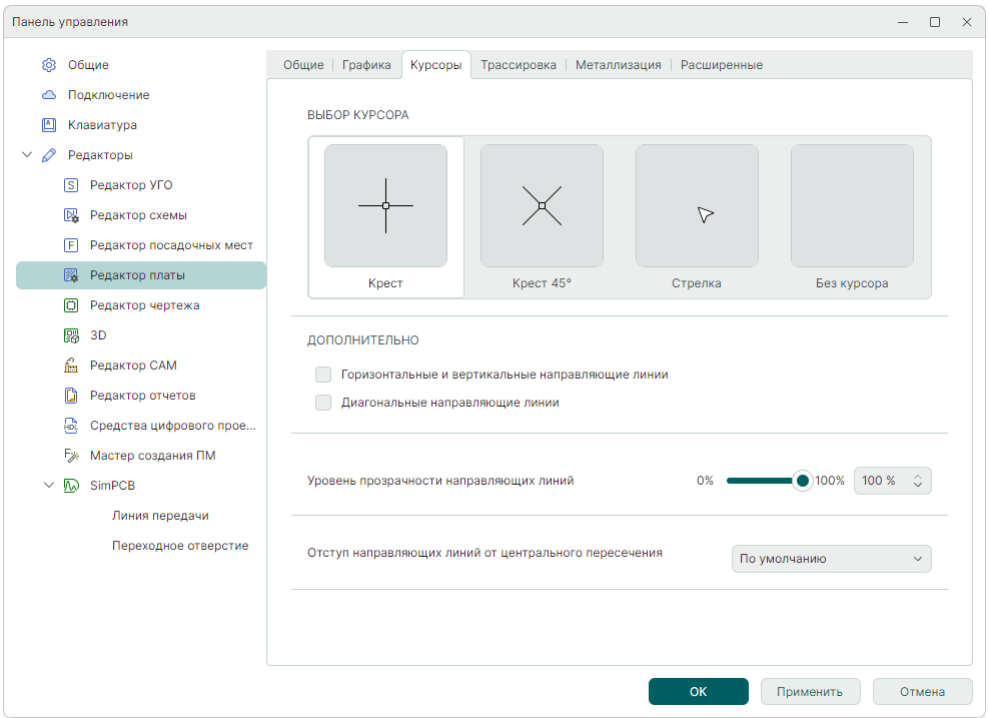


Рис. 5 Настройки редактора платы. Вкладка «Курсоры»

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.

2.5 Трассировка

Внешний вид вкладки «Трассировка» представлен на рисунке, см. Рис. 6.

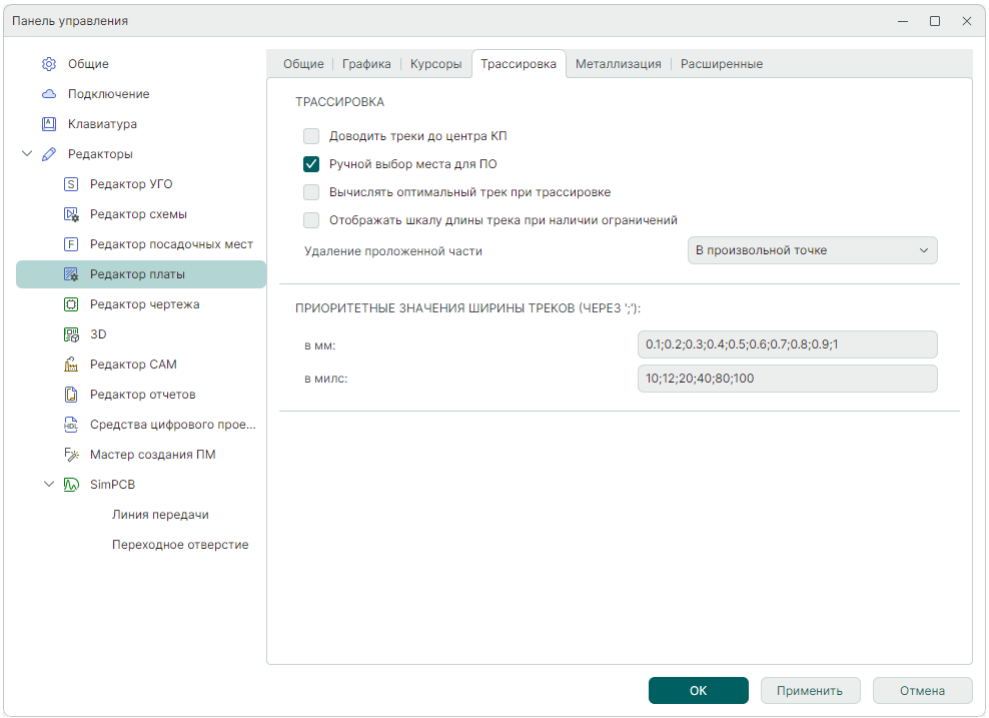


Рис. 6 Настройки редактора платы. Вкладка «Трассировка»

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.

2.6 Металлизация

Внешний вид вкладки «Металлизация» представлен на рисунке, см. Рис. 7.

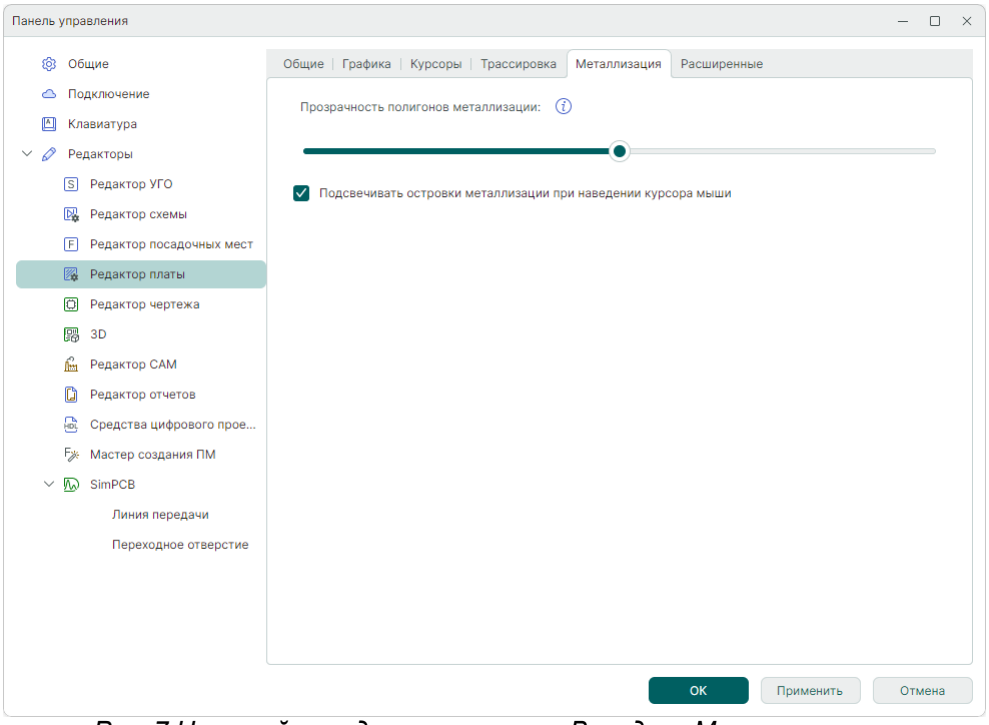


Рис. 7 Настройки редактора платы. Вкладка «Металлизация»

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.

2.7 Расширенные

Внешний вид вкладки «Расширенные» представлен на рисунке, см. Рис. 8.

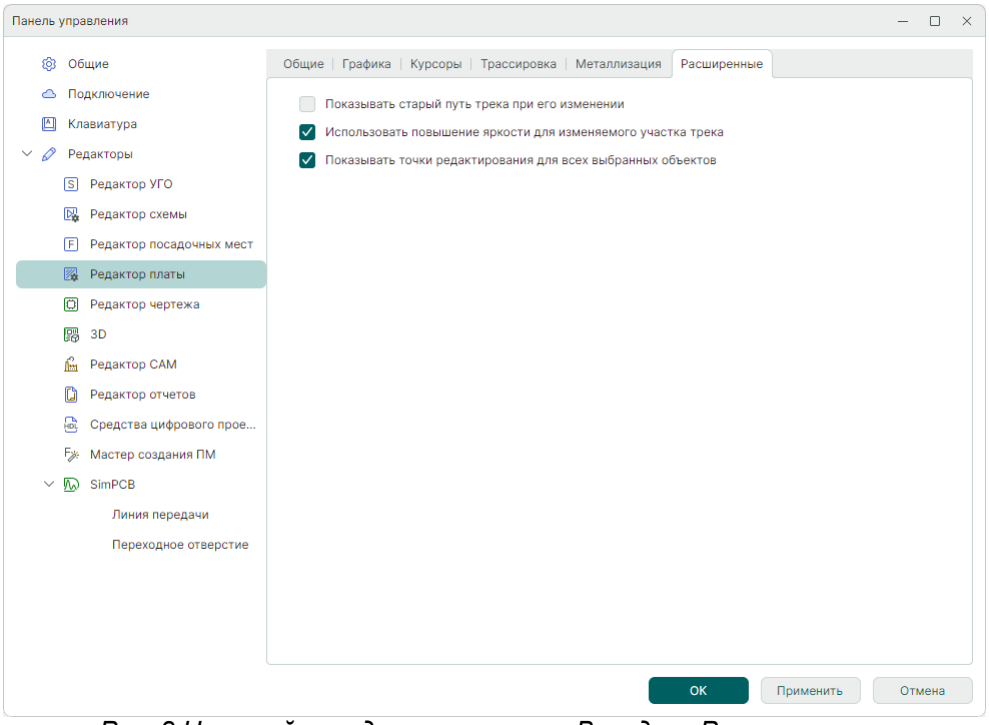


Рис. 8 Настройки редактора платы. Вкладка «Расширенные»

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. 9.

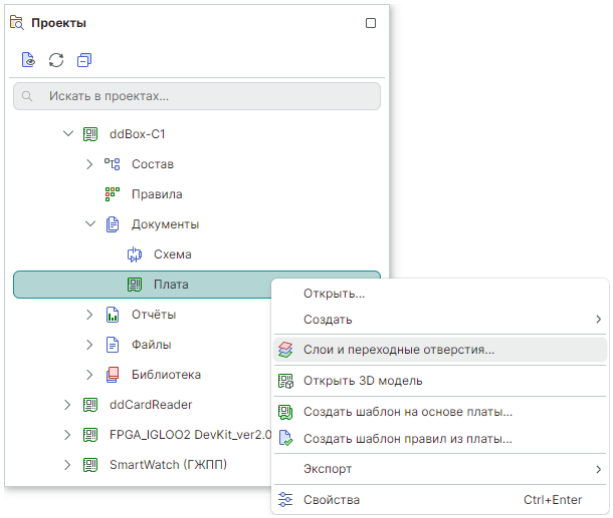


Рис. 9 Переход в редактор слоев

Вид окна «Конфигуратор набора слоев и переходных отверстий» представлен на Рис. 10.

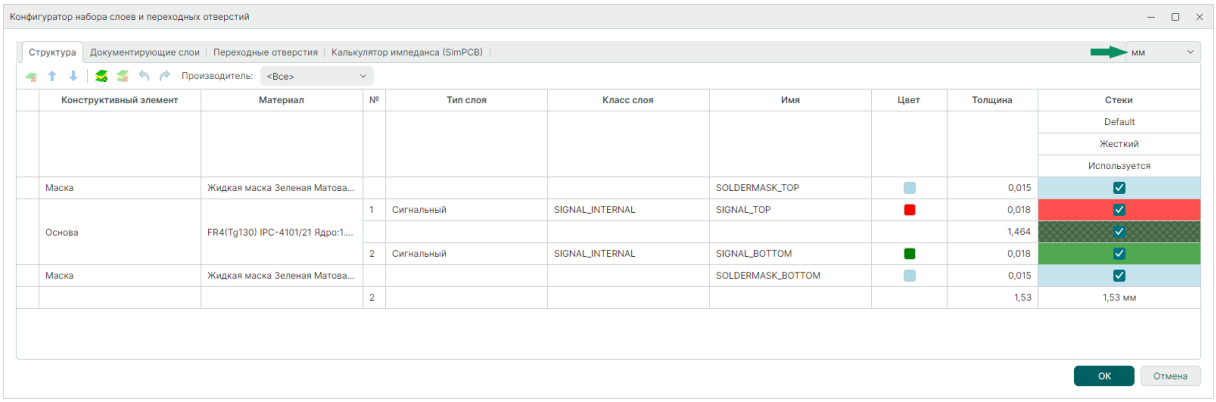


Рис. 10 Общий вид редактора слоев

В верхней части окна расположены вкладки:

- «Структура»;
- «Документирующие слои»;
- «Переходные отверстия»;
- «Калькулятор импеданса (SimPCB)».

Примечание! Единицы измерения устанавливаются с помощью выпадающего меню в верхней части окна «Конфигуратор набора слоев и переходных отверстий» и применяются ко всем вкладкам.

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 геометрических и электрических параметров одиночных линий передачи и дифференциальных пар. Подробное описание работы при расчете волнового сопротивления и других параметров линий передачи приведено в разделе «Калькулятор импеданса (SimPCB)».

Примечание! Вкладка «Калькулятор импеданса (SimPCB)» доступна при наличии лицензии системы анализа целостности сигналов SimPCB.

3.2 Структура слоев платы

3.2.1 Формирование структуры слоев платы

Формирование слоев платы выполняется во вкладке «Структура», см. Рис. 11.

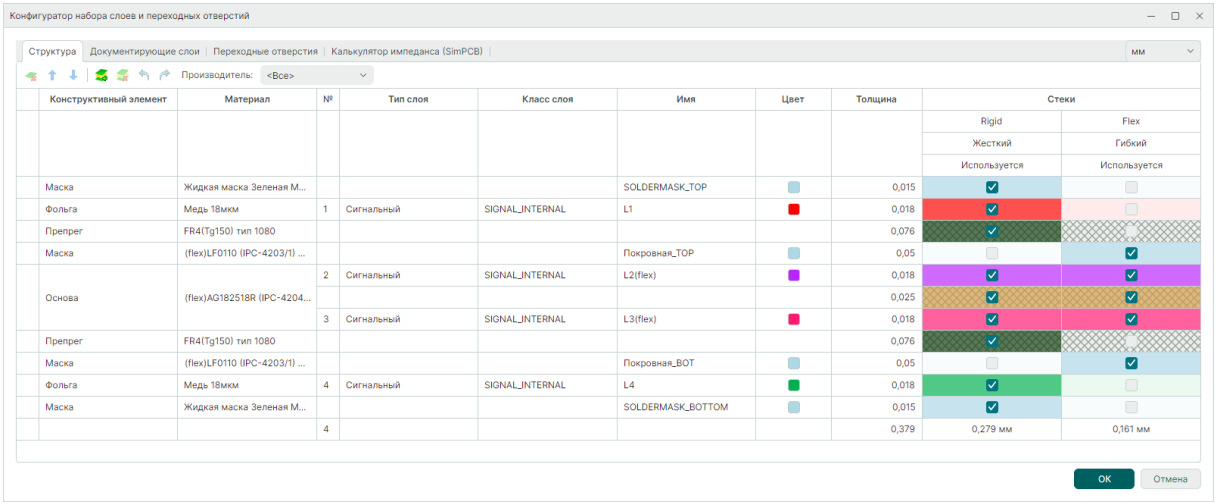


Рис. 11 Окно редактора слоев. Вкладка «Структура»

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. 12.

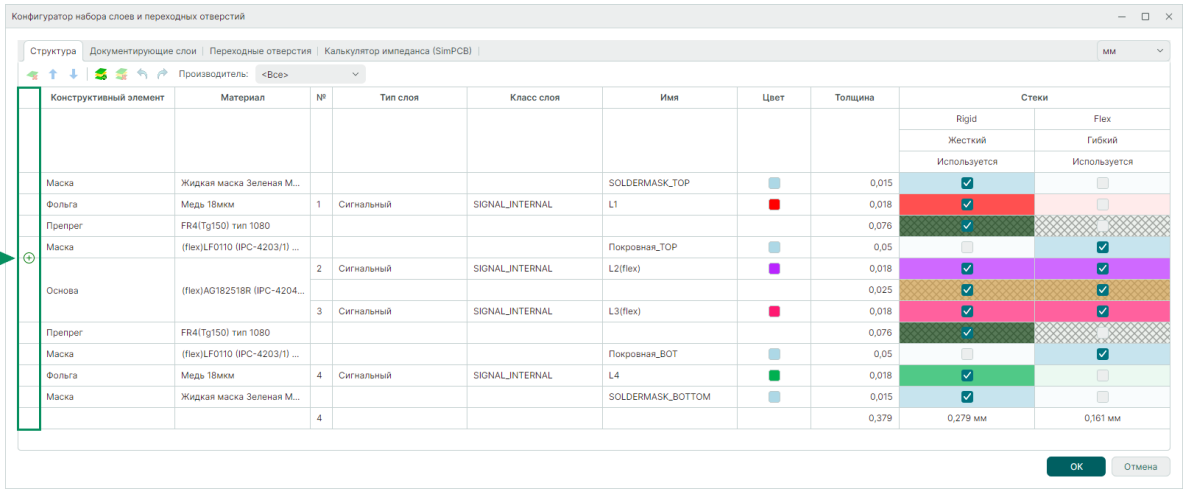


Рис. 12 Добавление конструктивного элемента платы

В выпадающем меню выберите один из представленных конструктивных элементов или заготовок, см. Рис. 13.

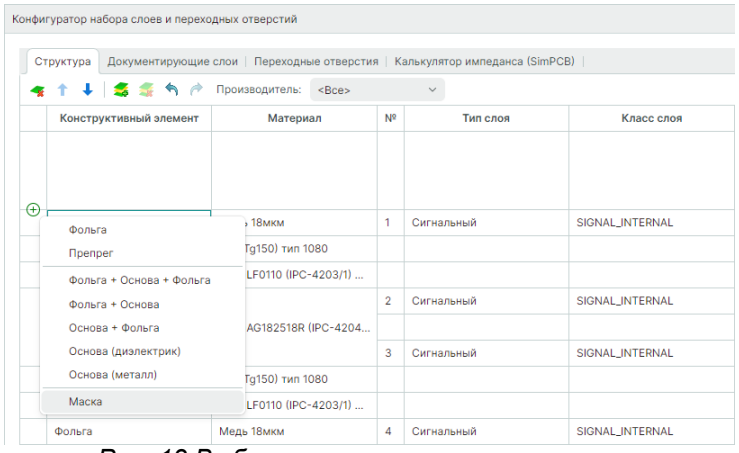


Рис. 13 Выбор конструктивного элемента

В выпадающем списке выберите материал добавленного конструктивного элемента, см. Рис. 14.

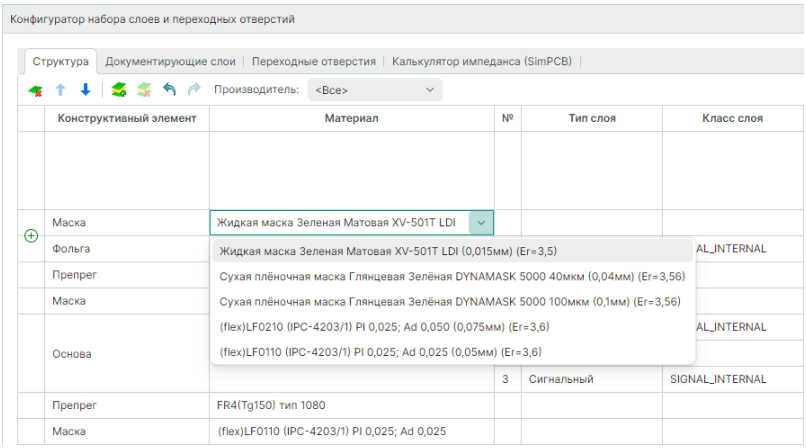


Рис. 14 Выбор материала

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. 15.

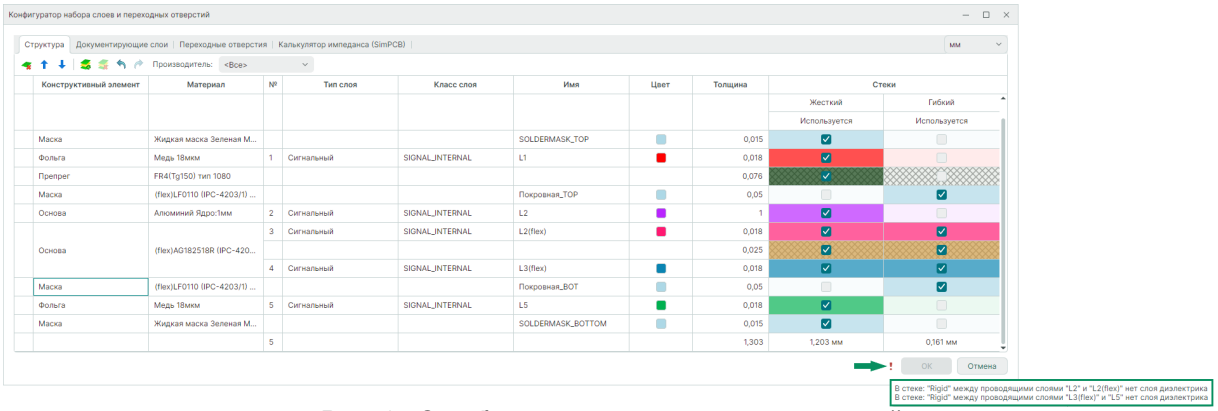


Рис. 15 Отображение выявленных нарушений

Введите с клавиатуры название слоя, см. Рис. 16.

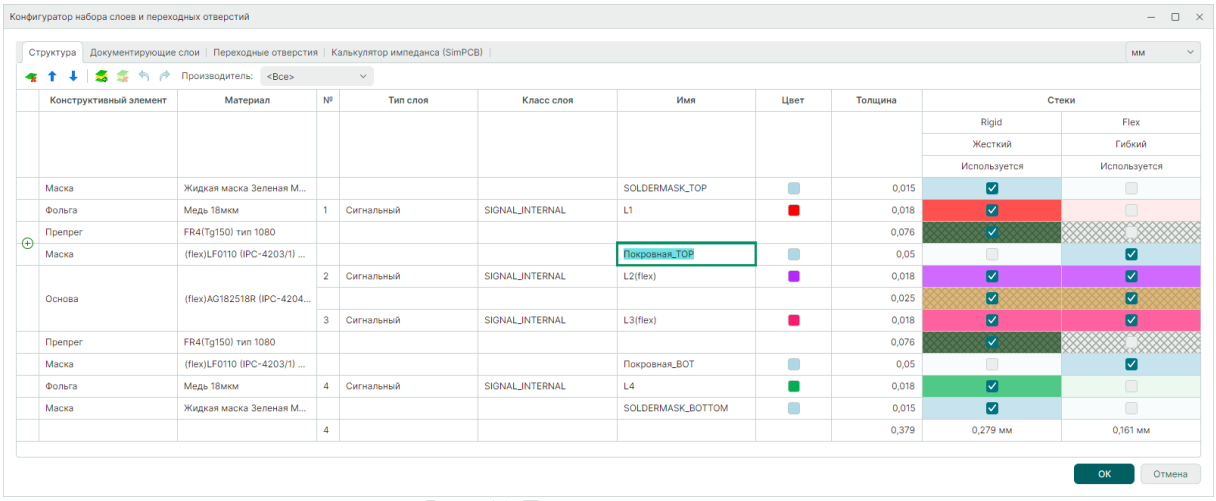


Рис. 16 Переименование слоя

Для использования добавленного конструктивного элемента в стеке печатной платы необходимо установить флаг в соответствующем столбце таблицы, см. Рис. 17.

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

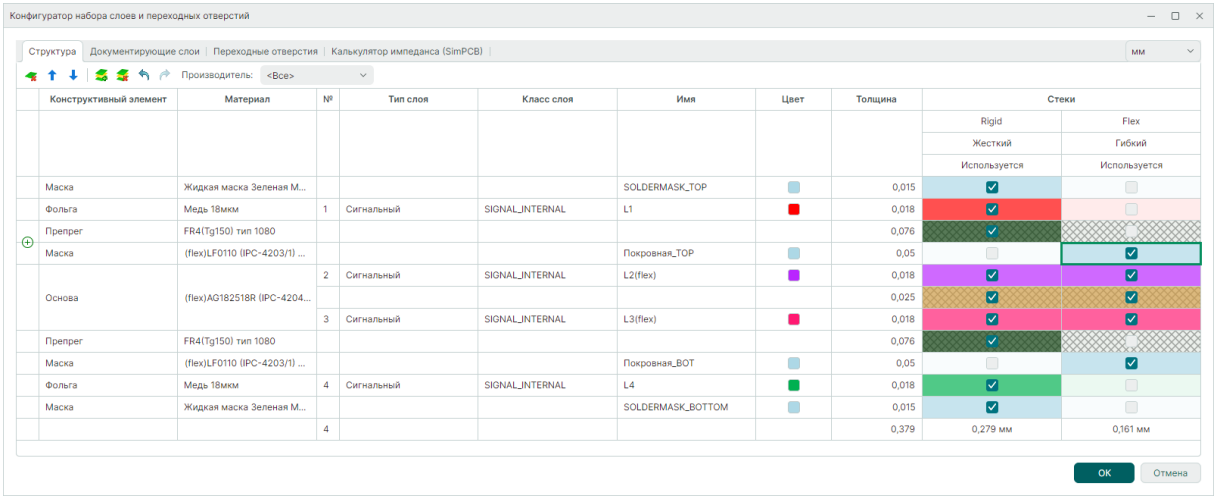


Рис. 17 Использование конструктивного элемента в гибком стеке

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

- Материал – материал, заданный для конструктивного элемента (слоя).
- Номер (№) – номер проводящего слоя. Нумерация начинается от верхнего проводящего слоя платы.

- Тип слоя – указание типа проводящего слоя (сигнальный или опорный). Тип проводящего слоя выбирается с помощью выпадающего списка. Для слоя «Опорный» доступен выбор цепи, при наличии в проекте.
- Класс слоя – выбор внутреннего сигнального класса слоя. Создание новых внутренних сигнальных классов слоев производится в панели «Стандарты» → «Классы слоев».
- Имя – имя (название) проводящего слоя используется в редакторе платы при выборе слоя для трассировки. Имя слоя должно быть уникальным. Введенное имя слоя будет отображаться на плате.
- Цвет – цвет, которым отображаются на плате элементы печатного монтажа (проводники, зоны металлизации), расположенные на данном слое.
- Толщина – толщина слоя платы, задается при создании конструктивного элемента в разделе «Материалы».

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

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. 18.

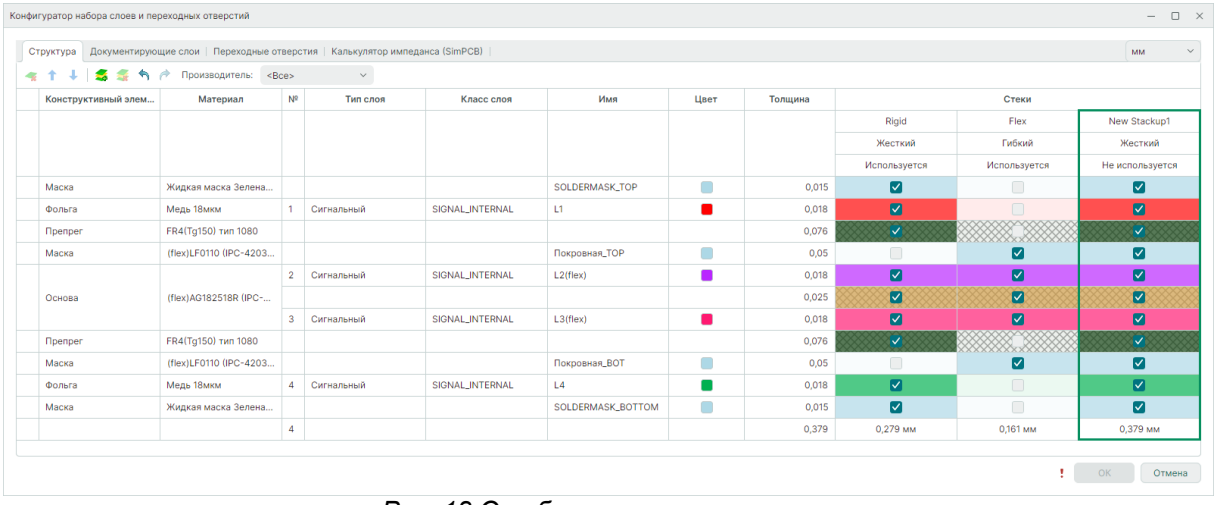


Рис. 18 Отображение нового стека

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. 19.

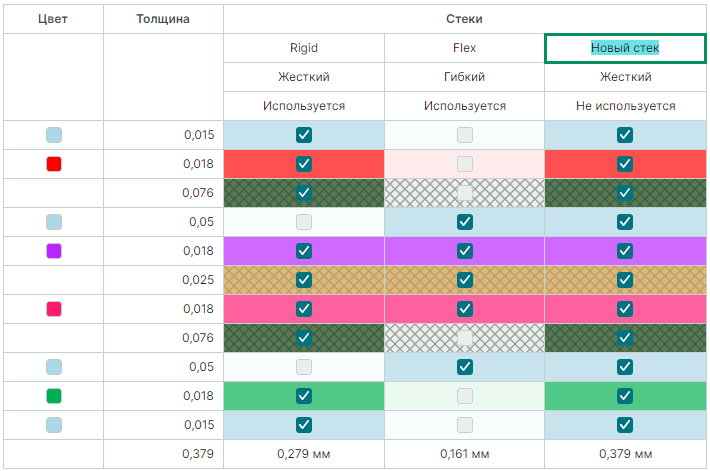


Рис. 19 Переименование стека

Изменение типа стека осуществляется в выпадающем меню, см. Рис. 20.

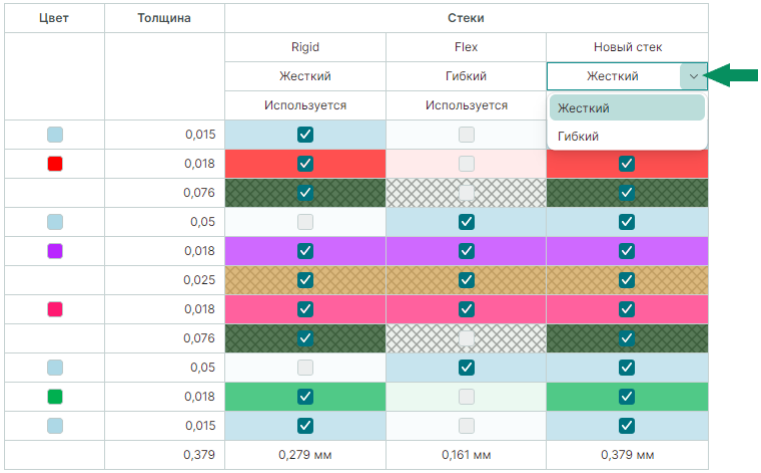


Рис. 20 Изменение типа стека

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

3.2.2 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. 21. В списке присутствуют все цепи, созданные в проекте.

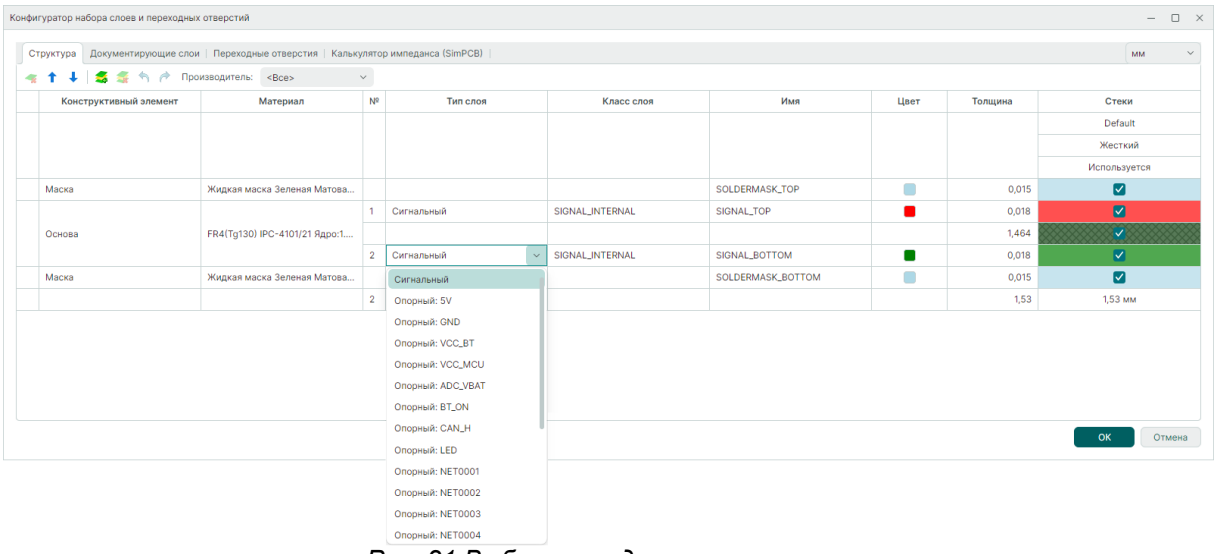


Рис. 21 Выбор цепи для опорного слоя

3.2.3 Добавление и изменение материала слоя

В системе 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. 22.

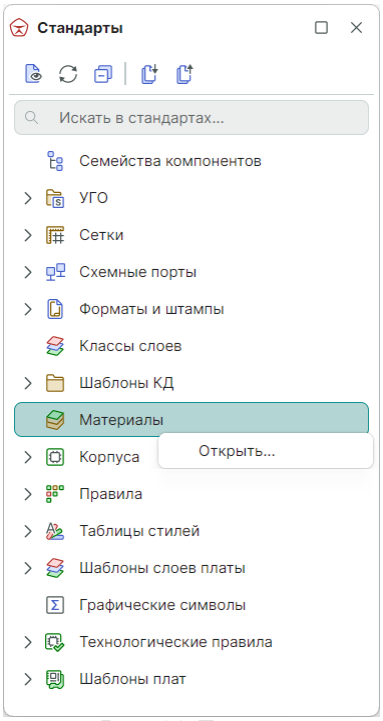


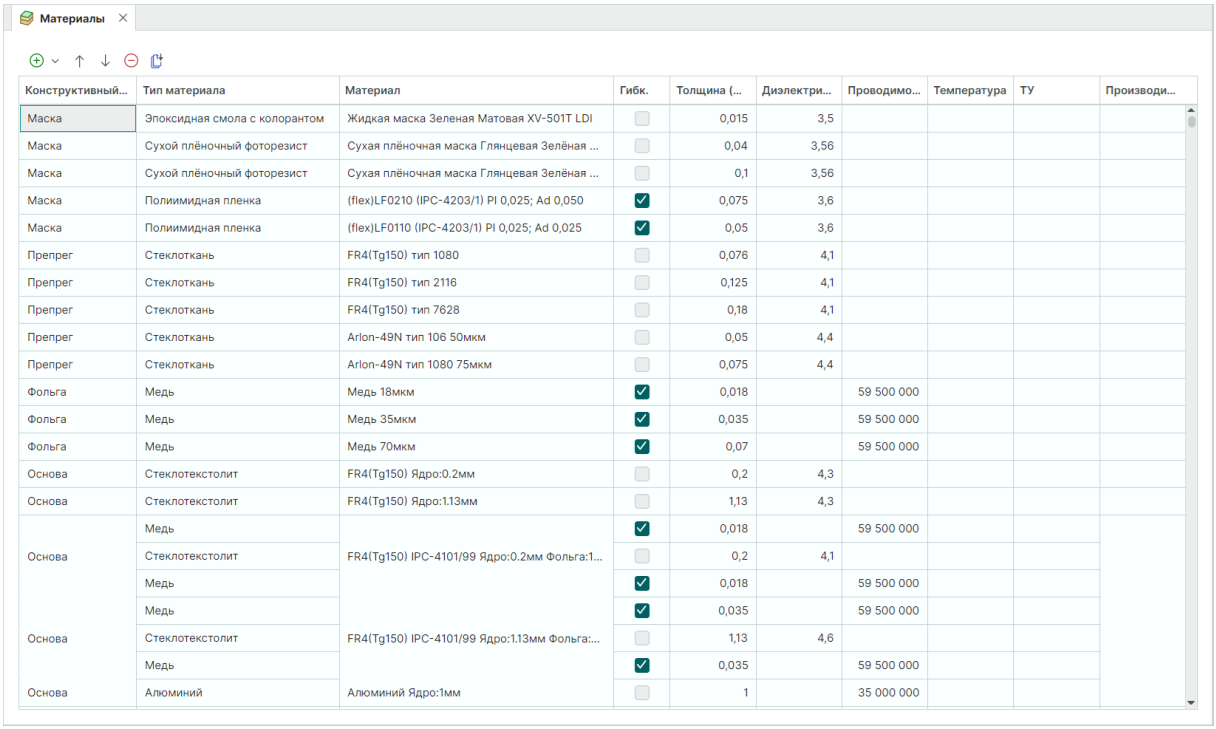
Рис. 22 Панель

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. 23.



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				
	Медь		☑	0,018		59 500 000			
Основа	Стеклотекстолит	FR4(Tg150) IPC-4101/99 Ядро:0.2мм Фольга:1...	☐	0,2	4,1				
	Медь		☑	0,018		59 500 000			
	Медь		☑	0,035		59 500 000			
Основа	Стеклотекстолит	FR4(Tg150) IPC-4101/99 Ядро:1.13мм Фольга:...	☐	1,13	4,6				
	Медь		☑	0,035		59 500 000			
Основа	Алюминий	Алюминий Ядро:1мм	☐	1		35 000 000			

Рис. 23 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. 24.

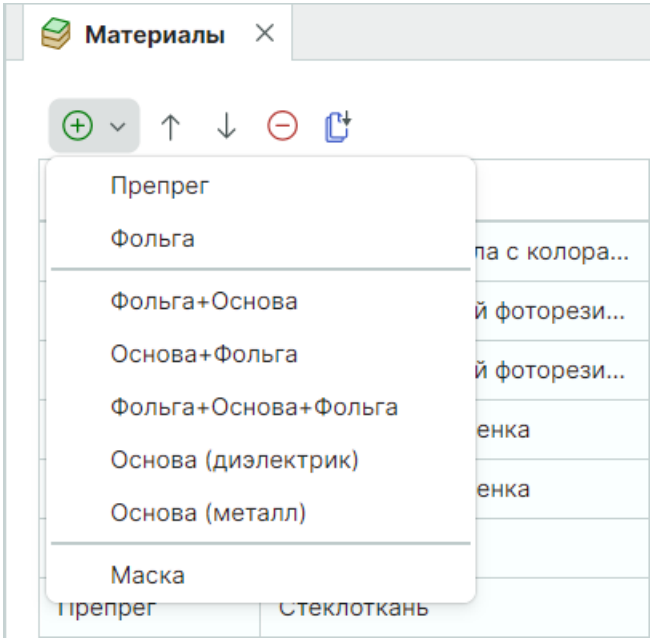


Рис. 24 Выбор конструктивного элемента

3. В поле «Тип материала» из выпадающего списка выберите материал добавленного конструктивного элемента, см. Рис. 25.

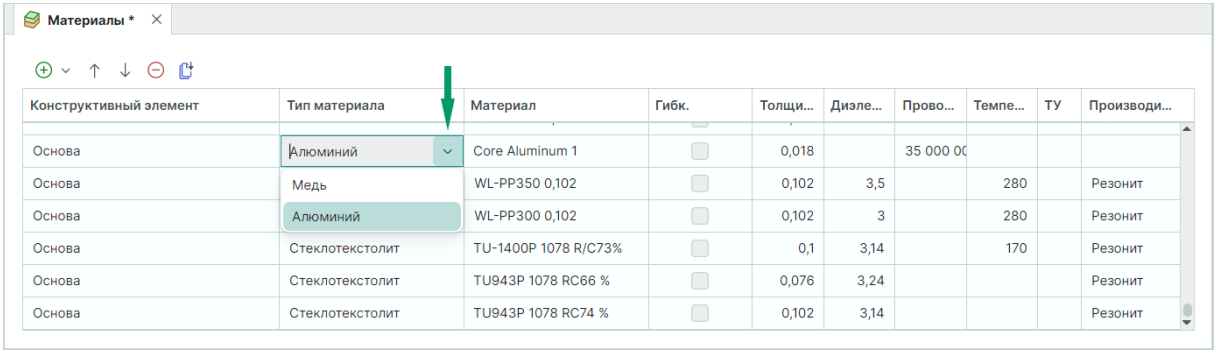


Рис. 25 Выбор материала

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. 26.

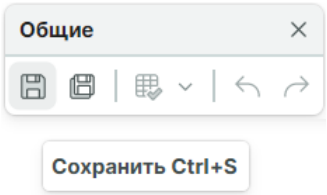


Рис. 26 Кнопка «Сохранить»

Перемещение конструктивных элементов в таблице:

1. Выберите в списке конструктивный элемент, который необходимо переместить.

2. Нажмите на символ ↑, расположенный в верхней части окна редактора, для перемещения конструктивного элемента вверх или нажмите на символ ↓ для перемещения вниз.

3. Сохраните изменения, нажав «Сохранить» или «Сохранить все» на панели инструментов «Общие», см. Рис. 26.

Удаление конструктивного элемента:

1. Выберите в списке конструктивный элемент, который необходимо удалить.

2. Нажмите на символ ⊖, расположенный в верхней части окна редактора.

3. Сохраните изменения, нажав «Сохранить» или «Сохранить все» на панели инструментов «Общие», см. Рис. 26.

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. 27.

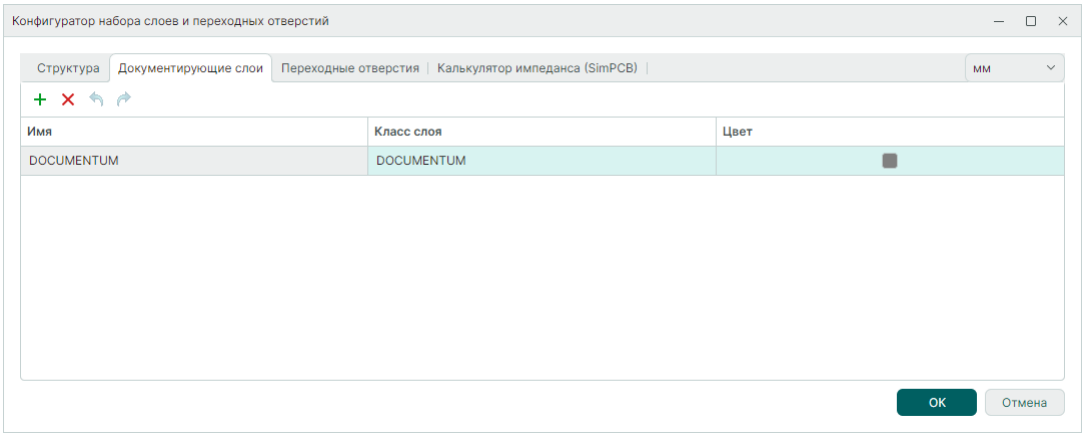


Рис. 27 Вкладка «Документирующие слои»

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. 28.

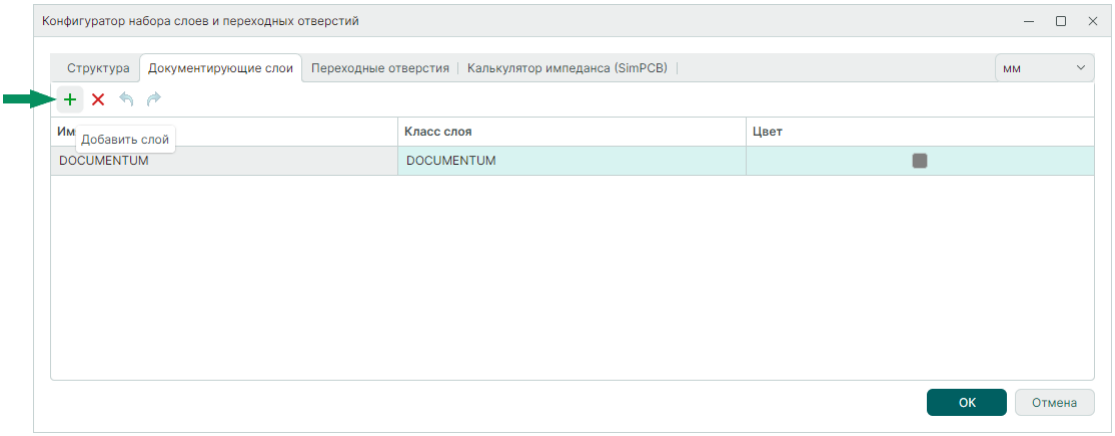


Рис. 28 Добавление документирующего слоя

3. Новый документирующий слой будет создан и добавлен в таблицу, см. Рис. 29.

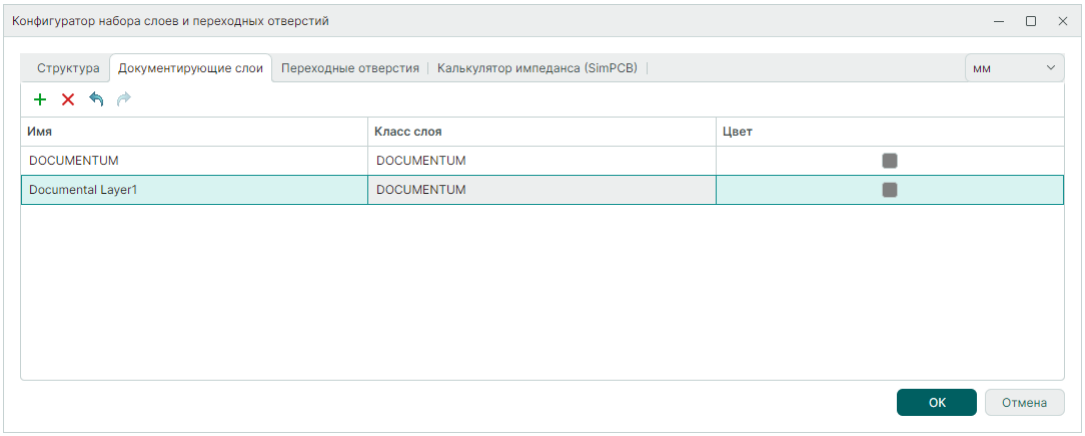


Рис. 29 Новый документирующий слой

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. 30.

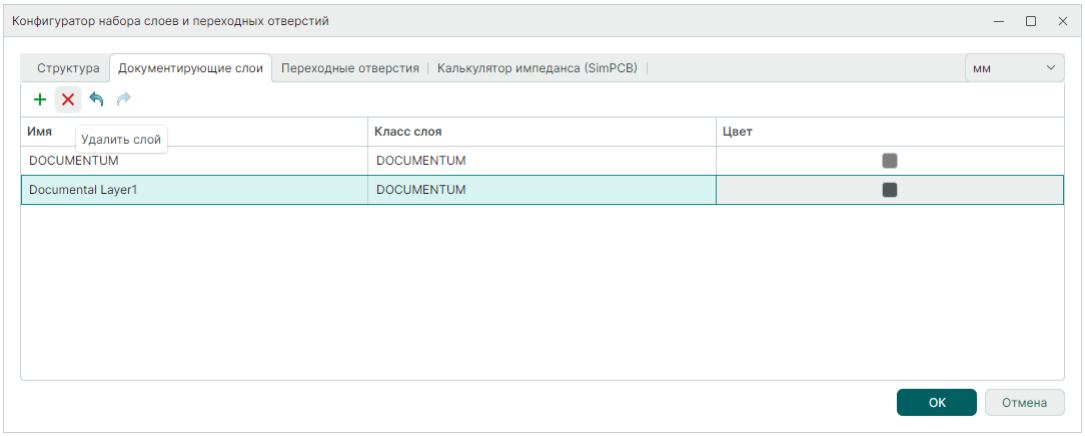


Рис. 30 Удаление документирующего слоя

3.4 Определение переходных отверстий

3.4.1 Общие сведения

Определение типов переходных отверстий выполняется во вкладке «Переходные отверстия».

По умолчанию на вкладке отображается один стиль сквозных переходных отверстий для первого используемого стека.

Внешний вид окна представлен на Рис. 31.

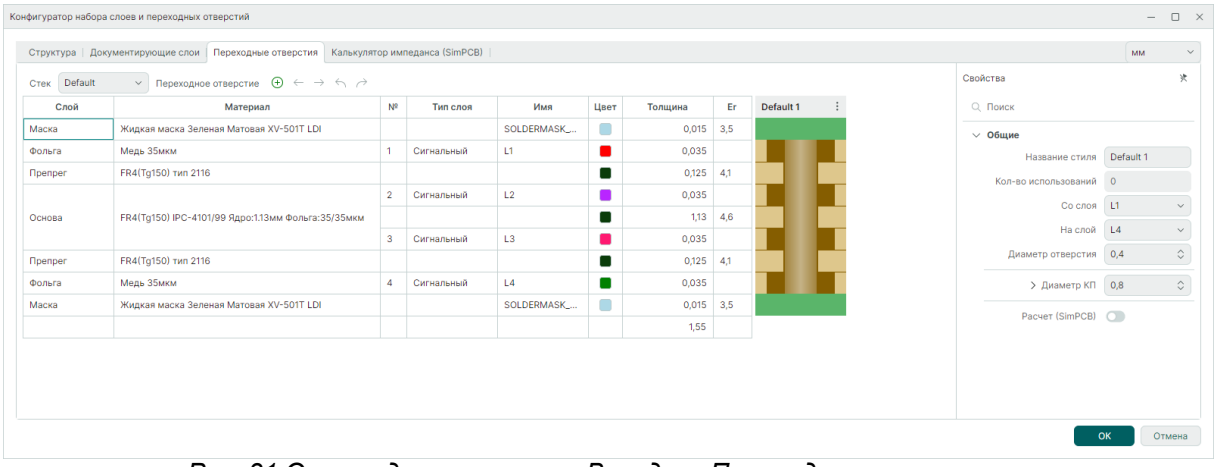


Рис. 31 Окно редактора слоев. Вкладка «Переходные отверстия»

Вкладка «Переходные отверстия» состоит из нескольких функциональных областей (Рис. 32):

1. Область выбора стека, панель инструментов;

2. Структура слоев платы, определенная во вкладке «Структура»;

3. Область просмотра созданных стилей переходных отверстий;

4. Область ввода параметров стилей отверстий и отображения результатов расчета – панель «Свойства».

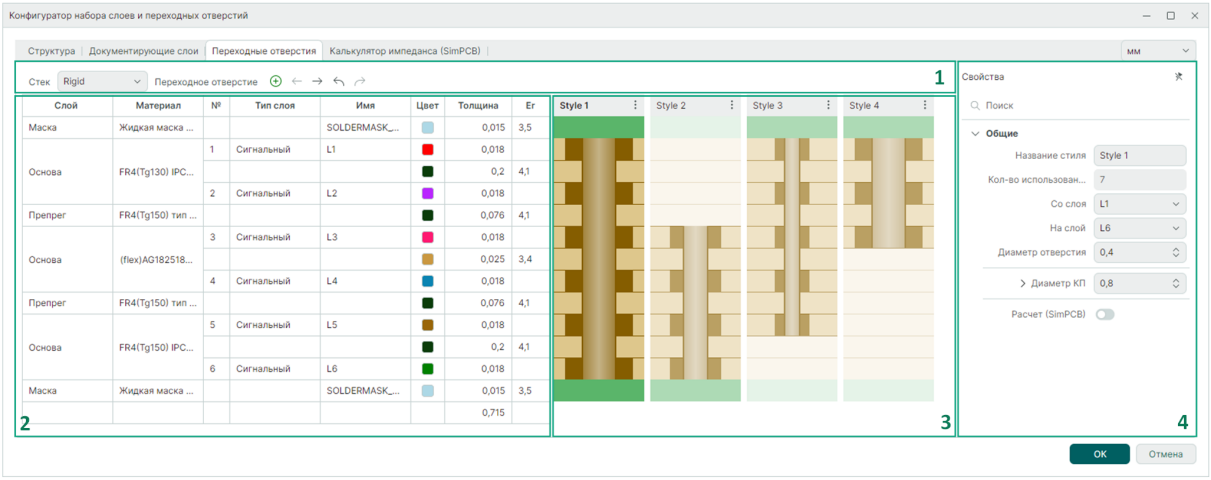


Рис. 32 Функциональные области вкладки

Выбор стека осуществляется из выпадающего меню «Стек» в случае, если во вкладке «Структура» определены два и более стека платы, например, для гибко-жестких печатных плат. По умолчанию выбирается первый стек во вкладке «Структура», см. Рис. 33.

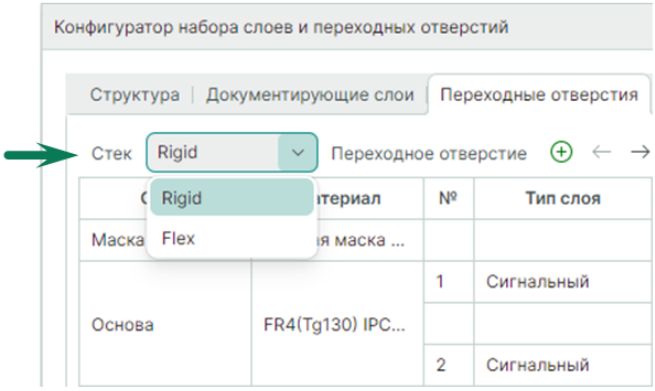


Рис. 33 Выбор стека

Описание инструментов вкладки «Переходные отверстия» представлено в Табл. 2.

Таблица 2 Панель инструментов вкладки «Переходные отверстия»

Вид	Название	Описание
⊕	Добавить переходное отверстие	Кнопка находится в активном состоянии. Нажатие на кнопку добавляет новый стиль переходных отверстий.
←	Сдвинуть влево	Кнопка становится активной при выборе второго и последующих стилей переходных отверстий.
→	Сдвинуть вправо	Кнопка становится активной при выборе предпоследнего и предыдущих стилей переходных отверстий.

Вид	Название	Описание
	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.

Примечание! Установленный порядок переходных отверстий определяет какой стиль ПО будет применяться автоматически при трассировке.

3.4.2 Работа со стилями переходных отверстий

В ходе работы со стилями переходных отверстий доступны следующие операции:

- создание нового стиля ПО;
- дублирование стиля ПО;
- удаление стиля ПО.

Для **создания нового стиля** переходных отверстий:

1. Выберите стек, для которого будет создан стиль ПО;

2. Нажмите на кнопку  «Добавить переходное отверстие» на панели инструментов;

3. Настройте параметры созданного стиля в панели «Свойства», подробнее см. Свойства переходных отверстий и Расчет электрических свойств переходных отверстий.

Дублирование стиля переходных отверстий позволяет создать точную копию выбранного стиля с новым именем. Для этого:

1. Выберите нужный стиль переходных отверстий;

2. Нажмите на кнопку напротив наименования стиля и выберите команду «Дублировать стиль», см. Рис. 34.

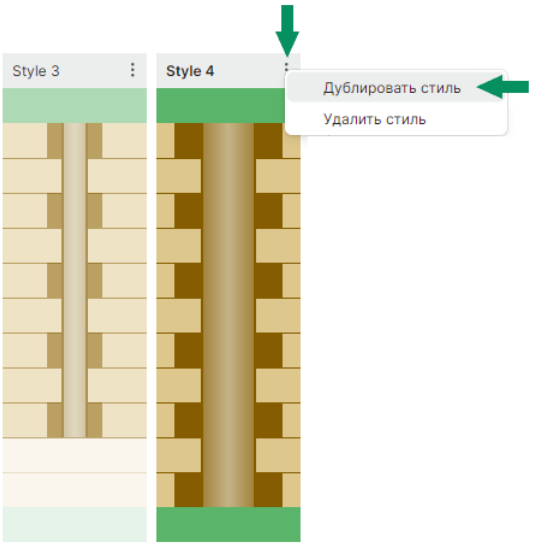


Рис. 34 Дублирование стиля ПО

Для **удаления стиля** переходных отверстий:

1. Выберите нужный стиль переходных отверстий;

2. Нажмите на кнопку ⋮ напротив наименования стиля и выберите команду «Удалить стиль», см. Рис. 35.

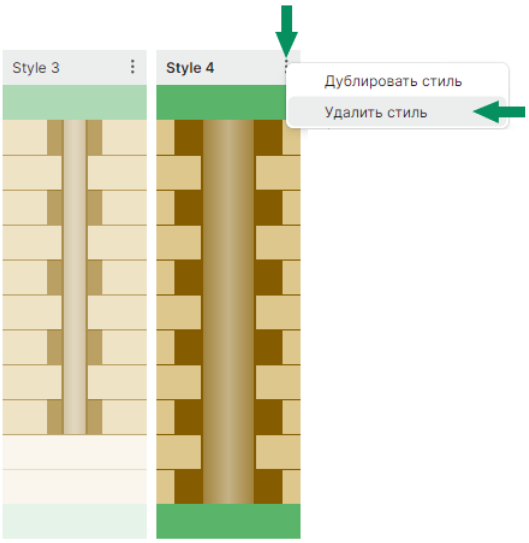


Рис. 35 Удаление стиля ПО

Удаление стиля переходных отверстий, которые не задействованы в проекте печатной платы, будет произведено незамедлительно.

Если переходные отверстия выбранного стиля используются в проекте печатной платы, после применения команды «Удалить стиль» в диалоговом окне следует выбрать действия, которые нужно выполнить (Рис. 36):

- для замены стиля переходных отверстий установите флаг в чек-бокс «Заменить на стиль», выберите подходящий стиль из выпадающего меню ниже, нажмите «ОК»;
- для удаления переходных отверстий выбранного стиля установите флаг в чек-бокс «Удалить переходные отверстия», нажмите «ОК»;
- для отмены операции удаления стиля нажмите «Отмена».

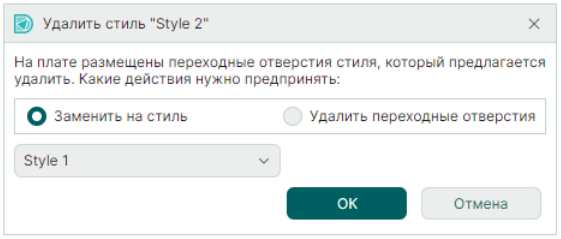


Рис. 36 Выбор действий при удалении стиля ПО

3.4.3 Свойства переходных отверстий

По умолчанию на вкладке уже создан один стиль сквозных переходных отверстий для первого используемого стека, настройка параметров стиля по умолчанию и всех последующих стилей переходных отверстий осуществляется в панели «Свойства».

Выберите стиль ПО в области просмотра и в панели «Свойства» отобразятся его текущие параметры. Выбранный стиль ПО будет отображаться более ярким цветом, см. Рис. 37.

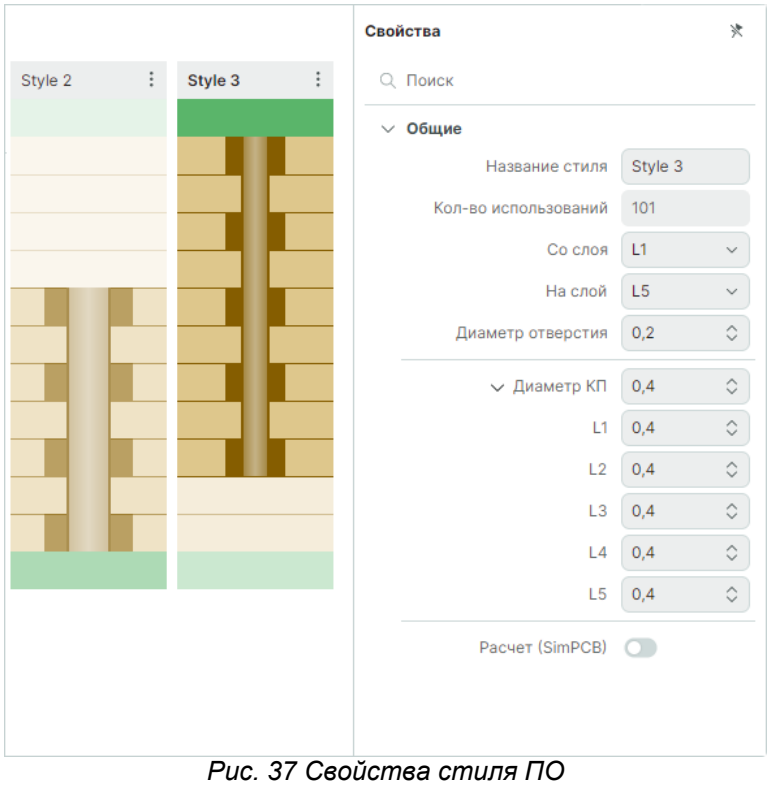


Рис. 37 Свойства стиля ПО

Группа «Общие»:

- Название стиля – ввод имени, под которым в проекте будет использоваться данный стиль переходных отверстий. Созданный по умолчанию стиль имеет имя «Default 1», последующим создаваемым стилям будут присваиваться имена по шаблону «Style N», где N – порядковый номер.
- Кол-во использований – отображение количества размещенных переходных отверстий в проекте печатной платы. Поле является нередактируемым.
- Со слоя – слой, с которого осуществляется переход. Выбор стартового слоя осуществляется с помощью выпадающего списка. Нижний проводящий слой в списке отсутствует. По умолчанию выбран верхний слой.
- На слой – слой, на который осуществляется переход. Выбор конечного слоя осуществляется с помощью выпадающего списка. Верхний проводящий слой в списке отсутствует. По умолчанию выбран нижний слой.
- Диаметр отверстия – ввод значения диаметра переходного отверстия.
- Диаметр КП – ввод значений внешнего диаметра контактных площадок переходного отверстия на всех слоях одновременно. Значение

внешнего диаметра контактной площадки не должно быть меньше значения диаметра переходного отверстия.

Примечание! При отсутствии лицензии Системы анализа целостности сигналов SimPCB указание индивидуальных значений внешнего диаметра контактных площадок для каждого слоя недоступно.
Диаметр контактных площадок переходных отверстий определяется на (Рис. 38):

- начальном слое;
- всех промежуточных слоях одновременно;
- конечном слое.

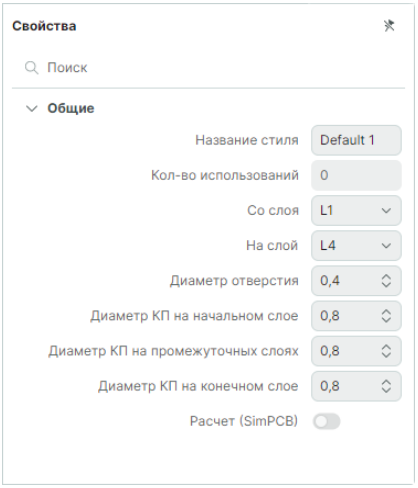


Рис. 38 Диаметр КП

Для указания индивидуальных значений внешнего диаметра контактных площадок для каждого слоя в структуре платы раскройте выпадающий список «Диаметр КП» и введите необходимые значения. При этом поле «Диаметр КП» становится нередактируемым и отображает значения диаметров от первого до последнего слоя в структуре, см. Рис. 39.

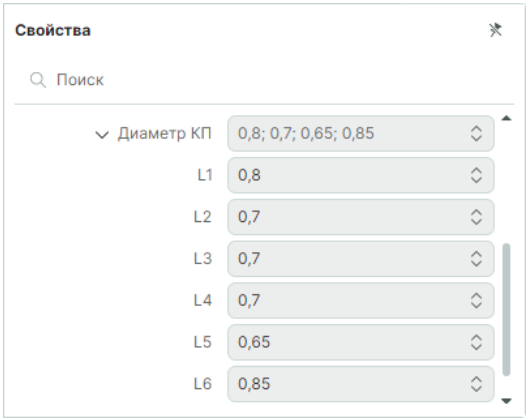


Рис. 39 Диаметр КП на разных слоях

- Расчет (SimPCB) – активация группы свойств «Параметры расчета» и доступ к расчету электрических параметров переходных отверстий. Подробнее о настройках и результатах расчета, см. Расчет электрических свойств переходных отверстий.

Примечание! Доступ к расчету электрических параметров переходных отверстий возможен при приобретении отдельной лицензии Системы анализа целостности сигналов SimPCB.

Если в параметрах стиля переходных отверстий допущены ошибки, то некорректный стиль и параметры, в которых выявлены несоответствия будут обозначены предупреждающим символом !, см. Рис. 40.

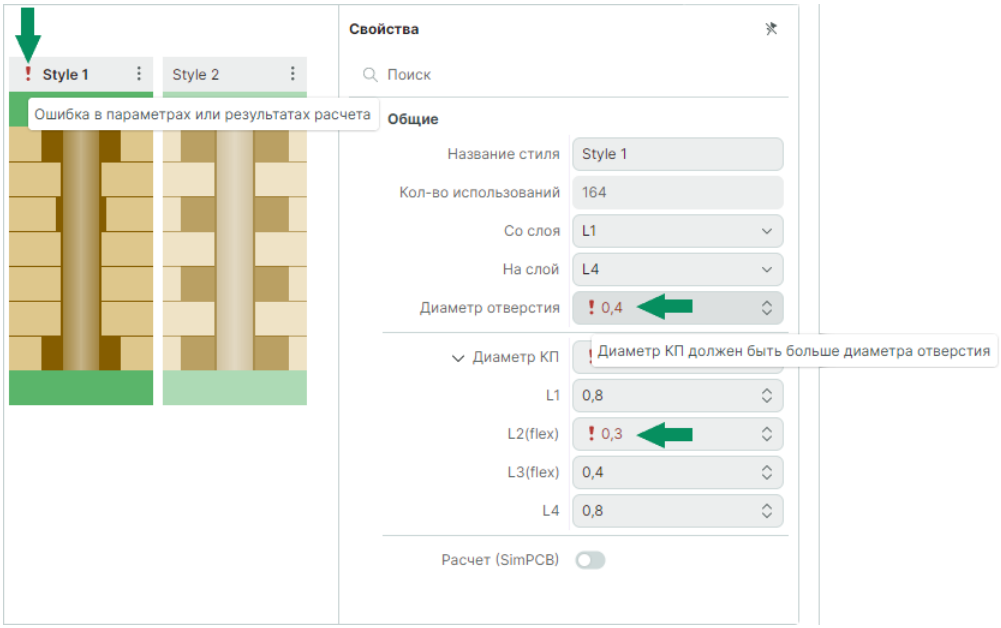


Рис. 40 Некорректные параметры ПО

3.4.4 Расчет электрических свойств переходных отверстий

Расчет электрических свойств переходных отверстий выполняется после определения общих свойств стиля ПО и параметров расчета:

1. Внесите необходимые данные в группу свойств «Общие» панели «Свойства», подробнее см. Свойства переходных отверстий;

2. Включите отображение группы свойств «Параметры расчета» с помощью переключателя «Расчет (SimPCB)», см. Рис. 41.

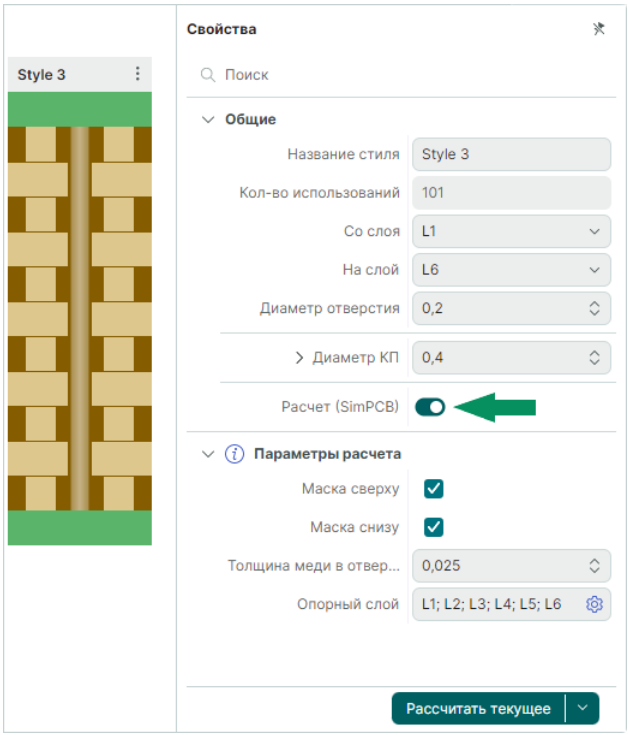


Рис. 41 Активация расчета электрических свойств

3. Заполните данные для расчета в группе свойств «Параметры расчета» (Рис. 42):

- Маска сверху/Маска снизу – чек-боксы доступны, если в структуре платы существуют соответствующие слои и выбранный стиль ПО соединяет внешний слой с другим внешним или внутренним слоем. По умолчанию флаги установлены.
- Толщина меди в отверстии – ввод значения толщины медного слоя в переходных отверстиях стиля.
- Опорный слой – выбор опорных слоев для переходных отверстий выбранного стиля.

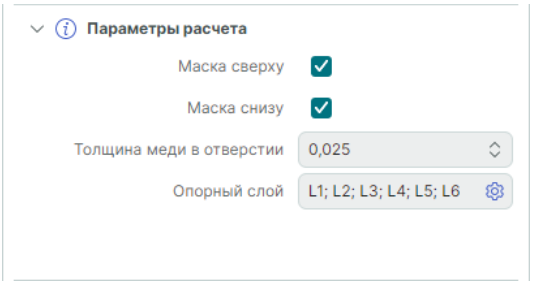


Рис. 42 Параметры расчета

Выбор опорных слоев и величины антипада, т.е. величины зазора между контактной площадкой переходного отверстия и областью металлизации опорного слоя, производится в отдельном диалоговом окне. Для перехода в окно «Выбор опорного слоя и антипада» нажмите кнопку ⚙ в правой части поля «Опорный слой», см. Рис. 43.

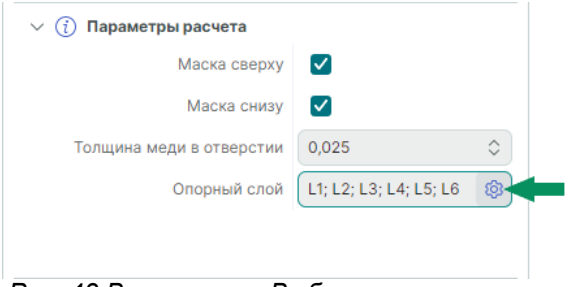


Рис. 43 Вызов окна «Выбор опорного слоя и антипада»

В столбце «Слой» выберите опорные слои, установив флаги в чек-боксы, по умолчанию выбраны все слои ПО. Для осуществления расчета доложен быть выбран как минимум один опорный слой.

В столбце «Диаметр антипада» введите значение зазора между КП переходного отверстия и областью металлизации для выбранных опорных слоев. Диаметр антипада должен быть больше диаметра контактной площадки, см. Рис. 44.

Нажмите «ОК».

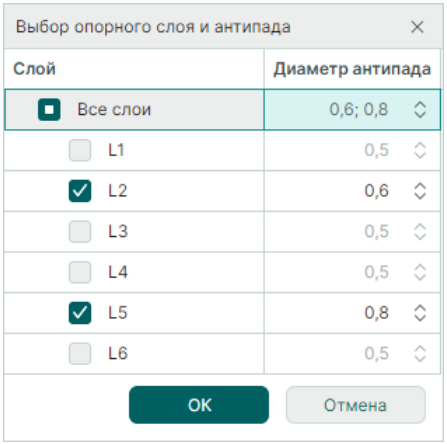


Рис. 44 Выбор опорного слоя и антипада

Если в параметрах расчета допущены ошибки, то некорректный стиль и параметры, в которых выявлены несоответствия будут обозначены предупреждающим символом ❗, см. Рис. 45.

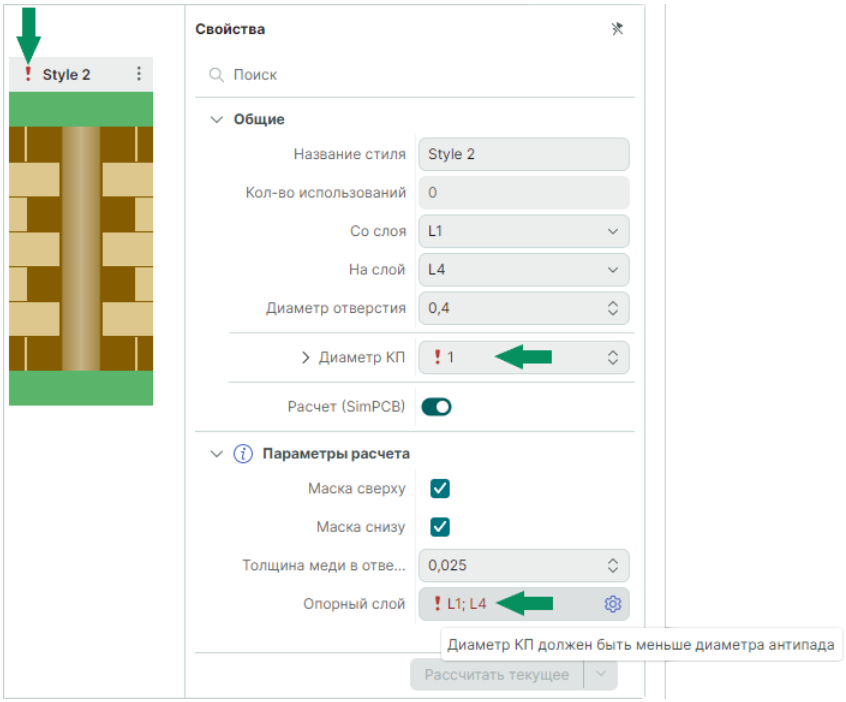


Рис. 45 Некорректные параметры ПО

Примечание! Значения и настройки, определенные в группе свойств «Параметры расчета» используются только для расчета электрических свойств и не влияют на созданную структуру печатной платы и параметры переходного отверстия.

4. Запустите расчет электрических свойств переходных отверстий с необходимыми параметрами из выпадающего меню (Рис. 46):

- «Рассчитать текущее» – расчет электрических свойств для выбранного переходного отверстия;
- «Рассчитать все» – расчет электрических свойств всех созданных стилей переходных отверстий.

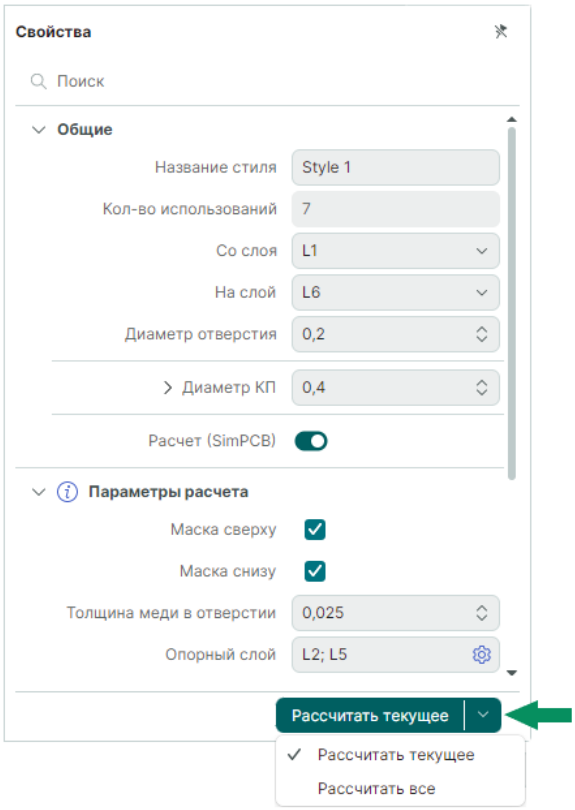


Рис. 46 Запуск расчета

5. Дождитесь окончания расчета, значения электрических свойств ПО будут представлены в группе свойств «Результаты» (Рис. 47):

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

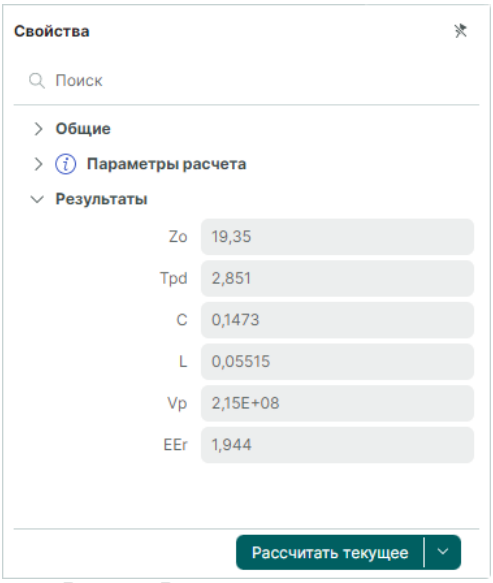


Рис. 47 Результаты расчета

При изменении свойств стиля переходных отверстий в группах «Общие» и/или «Параметры расчета» результаты расчета теряют свою актуальность. Группа свойств «Результаты расчета» будет обозначена предупреждающим символом ⚠, см. Рис. 48.

Запустите расчет повторно с помощью кнопки «Рассчитать текущее»/«Рассчитать все».

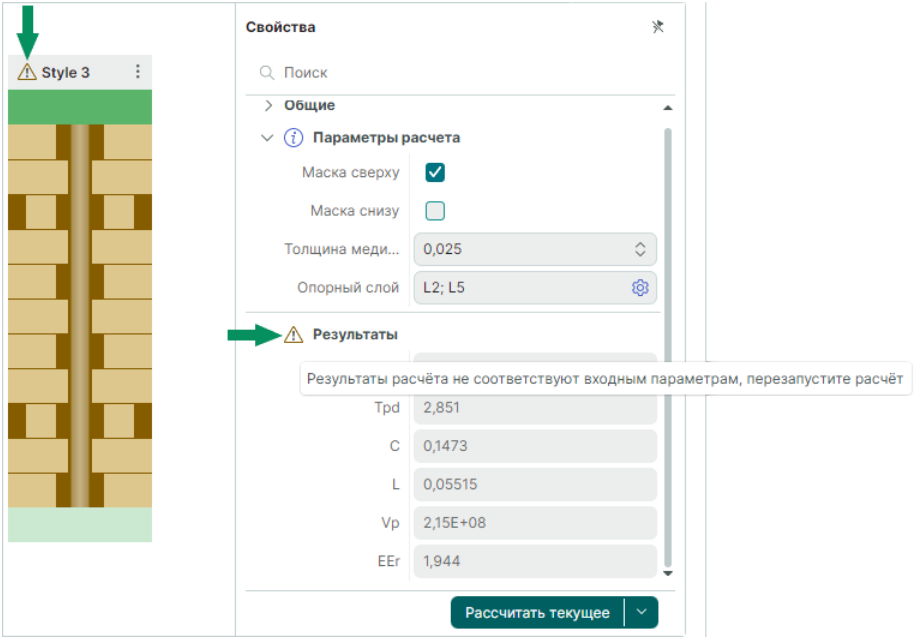


Рис. 48 Изменение входных параметров

Примечание! Все данные стилей переходных отверстий: параметры и результаты расчета электрических свойств переходных отверстий — сохраняются даже после экспорта/импорта проекта в формате *.ddc.

3.5 Калькулятор импеданса

3.5.1 Функциональные возможности

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.

3.5.2 Общие сведения о калькуляторе импеданса

Калькулятор расположен на отдельной вкладке «Конфигуратора набора слоев и переходных отверстий». Работа в калькуляторе осуществляется с профилями импеданса.

Профиль импеданса представляет собой совокупность настроенных входных параметров для расчетов (выбор материалов и их характеристик, выбор опорных слоев и т.д.) и выходных данных: геометрических и электрических параметров одиночной линии передачи или диффпары. Полученные параметры передаются в редактор правил и редактор печатной платы.

По умолчанию на вкладке задается профиль импеданса для одиночной линии передачи с волновым сопротивлением 50 Ом.

Внешний вид окна представлен на Рис. 49.

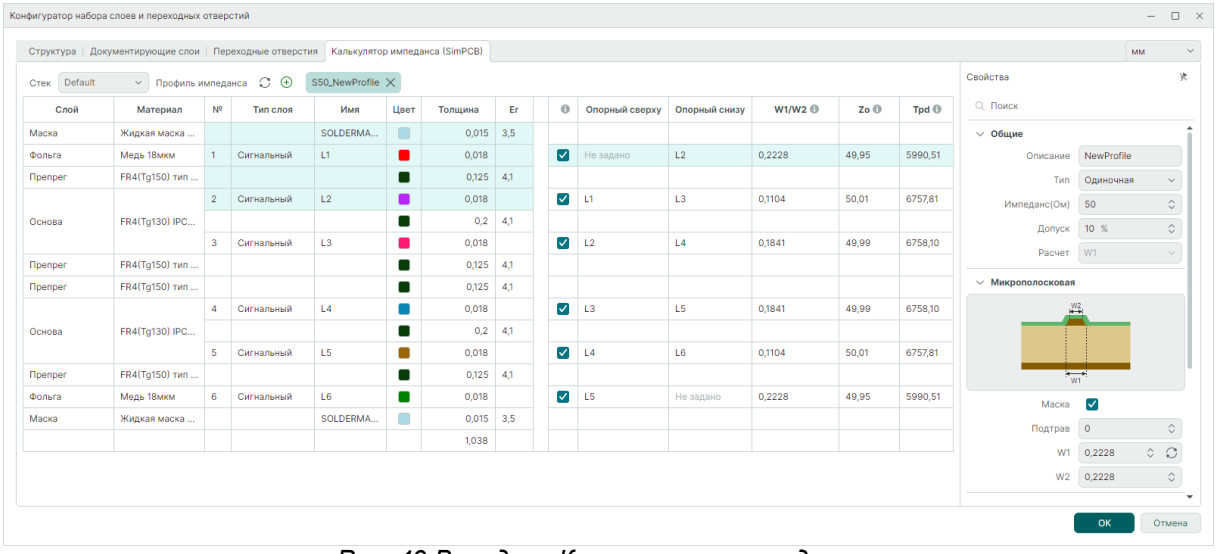


Рис. 49 Вкладка «Калькулятор импеданса»

Для создания нового профиля импеданса используйте иконку ⊕ в верхней области вкладки, см. Рис. 50.

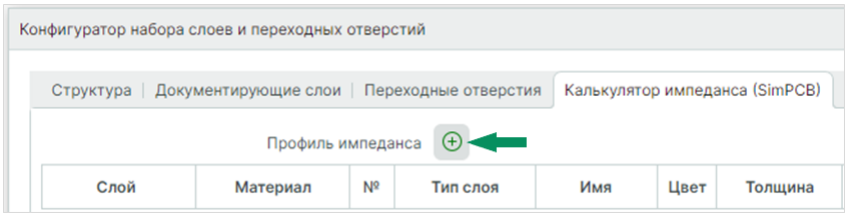


Рис. 50 Создание нового профиля импеданса

После создания одного или нескольких профилей отобразятся вкладки каждого из них, активная вкладка профиля импеданса будет подсвечена, см. Рис. 51.

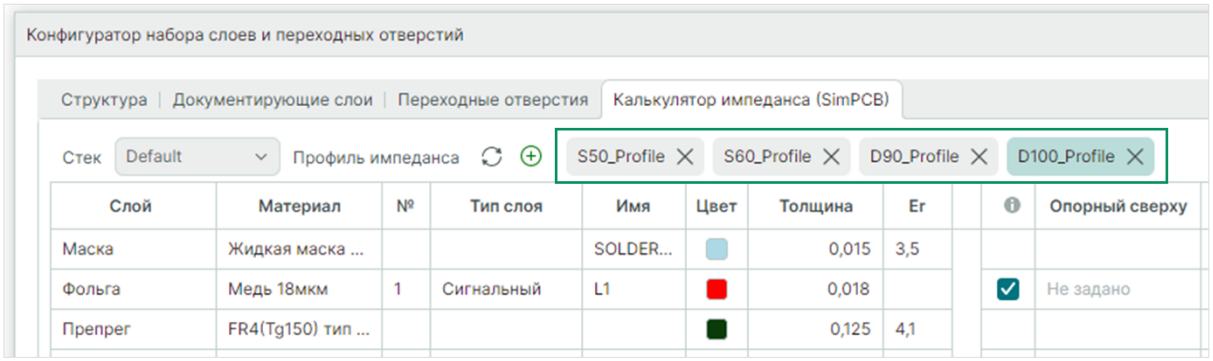


Рис. 51 Вкладки профилей импеданса

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», для диффпары – «D». 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» панели «Профиль импеданса», см. Рис. 52.

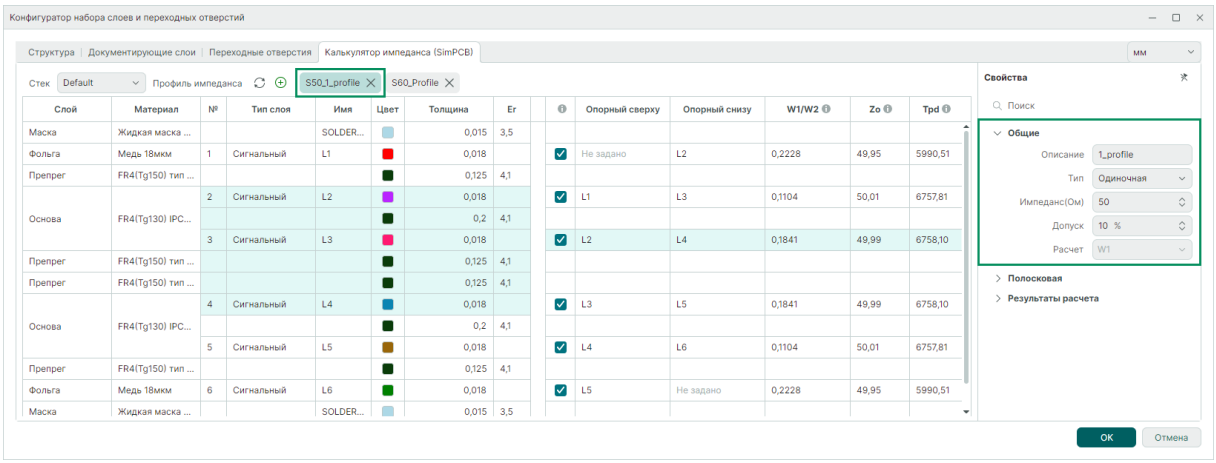


Рис. 52 Наименование профиля импеданса

Примечание! Рекомендуется присваивать названия профилей буквами латинского алфавита, не использовать пробелы для дальнейшего использования в правилах проекта и избежания ошибок.

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 (Рис. 53):

1. Область выбора стека, добавления и переключения между вкладками профилей;

2. Структура слоев платы, определенная во вкладке «Структура»;

3. Область выбора слоев расположения линий передачи и опорных слоев, расчета геометрических параметров линий передачи, волнового сопротивления и задержки сигнала;

4. Область ввода параметров и отображения дополнительных результатов расчета – панель «Профиль импеданса».

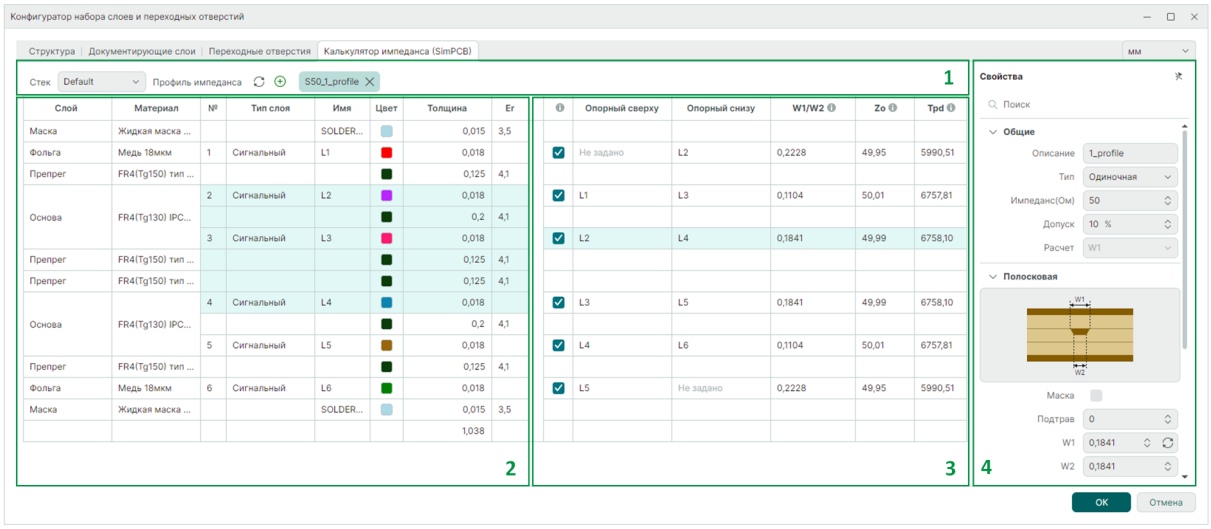


Рис. 53 Профиль импеданса

В панели «Профиль импеданса» в группе «Общие» производится определение наименования профиля импеданса и типа линии передачи, целевого значения импеданса, величины допуска и выбор рассчитываемого параметра (для диффпар).

Следующая группа параметров будет иметь название в соответствии с выбранной структурой и расположением линии передачи. Здесь производится ввод значений ширины проводников до и после подтрава, величины подтрава, зазора между проводниками (для диффпар), наличия маски (для внешних слоев).

Область просмотра отображает выбранную структуру линии передачи, см. Рис. 54.

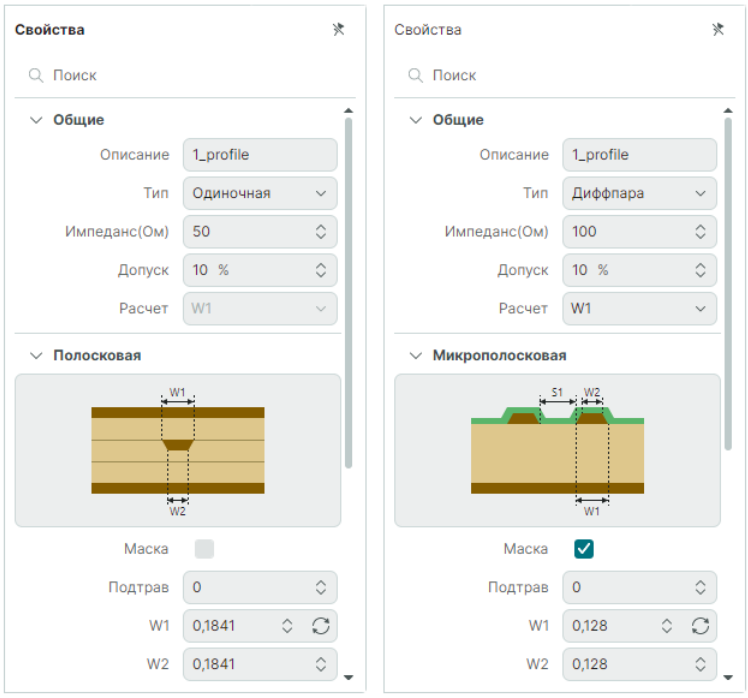


Рис. 54 Определение параметров ЛП

Группа «Результаты расчета» отображает основные и дополнительные рассчитанные параметры линии передачи, см. Рис. 55.

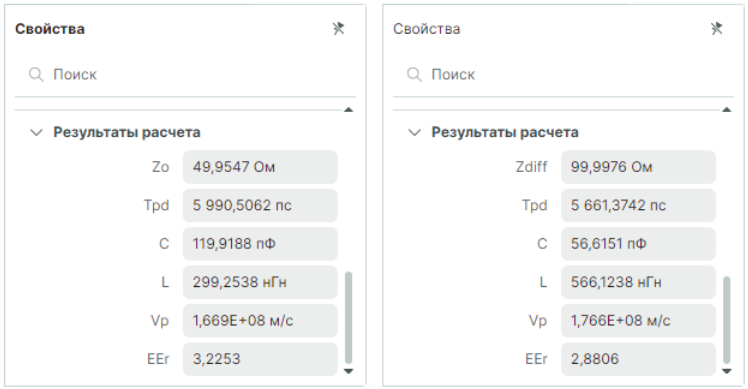


Рис. 55 Результаты расчета

3.5.3 Расчет параметров одиночной линии передачи

Для расчета геометрических и электрических параметров одиночной линии передачи:

1. Создайте новый профиль импеданса с помощью иконки ⊕;

2. Выберите стек печатной платы из выпадающего меню «Стек», см. Рис. 56.

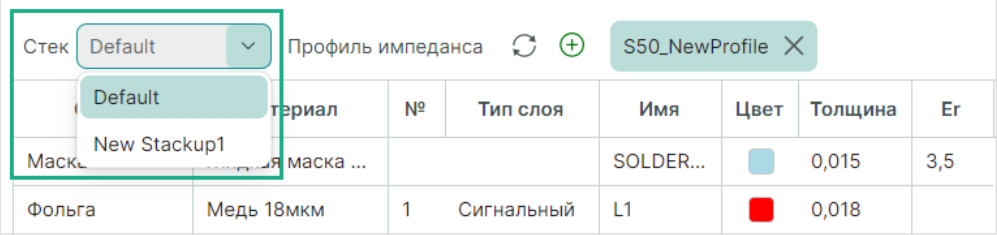


Рис. 56 Выбор стека

Выбор стека возможен при определении во вкладке «Структура» двух или более стеков платы, например, для гибко-жестких печатных плат. По умолчанию выбран вариант «Default».

3. Внесите необходимые настройки в поля панели «Профиль импеданса» (Рис. 57):

- Описание – пользовательское описание профиля, 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. Для одиночной линии возможен только расчет ширины проводника (W1).
- Маска – включение/выключение учета маски при расчете с помощью установки/снятия флага в чек-бокс, доступно для внешних слоев.
- Подтрав – ввод значения подтрава проводника. По умолчанию значение W2 совпадает со значением W1, измененное значение ширины проводника после подтрава влияет на рассчитанное значение импеданса (Zo).

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

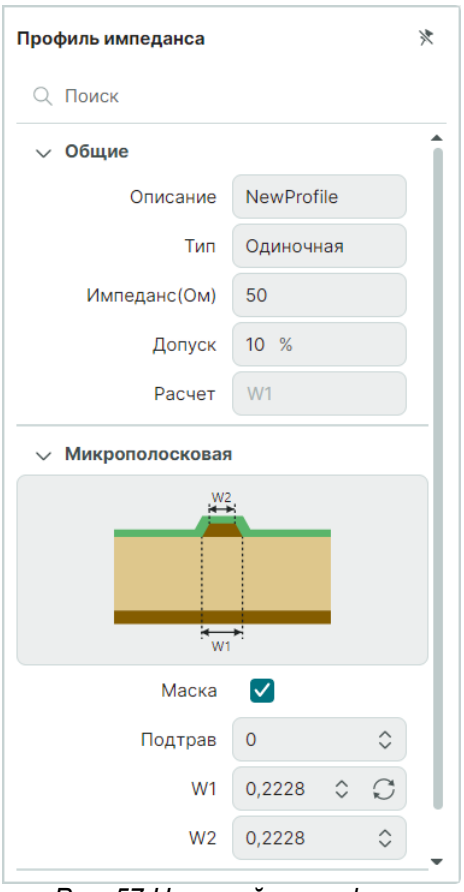


Рис. 57 Настройки профиля импеданса

4. В левой области вкладки «Калькулятор импеданса» доступными к редактированию являются ячейки «Толщина» и «Er» (Диэлектрическая проницаемость материала), остальные изменения вносятся во вкладке «Структура». Принцип работы при изменении значений толщины и диэлектрической проницаемости материла подробно описан в разделе «Подбор материала и изменение структуры платы», см. Рис. 58.

Слой	Материал	№	Тип слоя	Имя	Цвет	Толщина	Er
Маска	Жидкая маска...			SOLDER...		0,015	3,5
Фольга	Медь 18мкм	1	Сигнальный	L1		0,018	
Препрег	FR4(Tg150) ти...					0,125	4,1
Основа	FR4(Tg130) IP...	2	Сигнальный	L2		0,018	
						0,2	4,1
		3	Сигнальный	L3		0,018	
Препрег	FR4(Tg150) ти...					0,125	4,1
Препрег	FR4(Tg150) ти...					0,125	4,1
Основа	FR4(Tg130) IP...	4	Сигнальный	L4		0,018	
						0,2	4,1
		5	Сигнальный	L5		0,018	
Препрег	FR4(Tg150) ти...					0,125	4,1
Фольга	Медь 18мкм	6	Сигнальный	L6		0,018	
Маска	Жидкая маска...			SOLDER...		0,015	3,5
						1,038	

Рис. 58 Структура слоев печатной платы

5. В правой области вкладки «Калькулятор импеданса» (Рис. 59):

- 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».

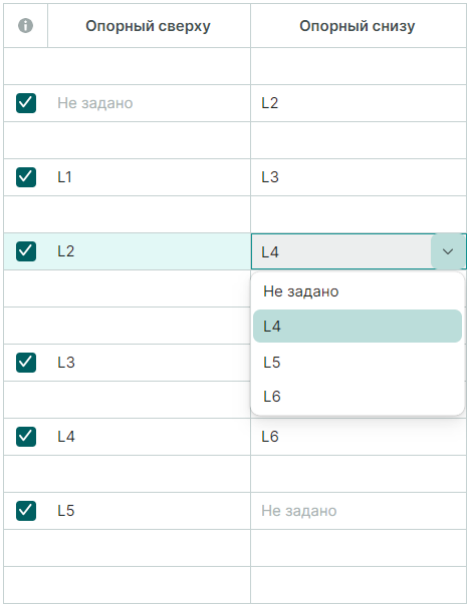


Рис. 59 Выбор сигнальных и опорных слоев

Примечание! При выборе сигнального слоя или ячеек таблицы, относящихся к сигнальному слою, будет отображена подсветка, акцентирующая сигнальный слой линии передачи и выбранные для нее опорные слои.

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.

6. 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 подтрава производится расчет импеданса, задержки сигнала, емкости, индуктивности, скорости распространения сигнала и эффективной диэлектрической проницаемости.

В правой области вкладки в соответствующих колонках будут представлены рассчитанные значения, ячейки являются нередактируемыми (Рис. 60):

- W1 - ширина проводника. Значение, рассчитанное под заданное волновое сопротивление.
- W2 - ширина проводника после подтрава.
- Zo - импеданс (Ом). Значение, рассчитанное по параметрам проводника.
- Tpd - задержка (пс/м). Значение, рассчитанное по параметрам проводника.

W1/W2	Zo	Tpd
0,2228	49,95	5990,51
0,1104	50,01	6757,81
0,1841	49,99	6758,10
0,1841	49,99	6758,10
0,1104	50,01	6757,81
0,2228	49,95	5990,51

Рис. 60 Рассчитанные значения

7. Дополнительные результаты расчета отображаются в панели «Профиль импеданса» (Рис. 61):

- Zo - волновое сопротивление (Ом).
- Tpd - задержка (пс/м);
- C - погонная емкость (пФ/м);
- L - погонная индуктивность (нГн/м);
- Vp - скорость распространения сигнала (м/с);
- EEr - эффективная диэлектрическая проницаемость.

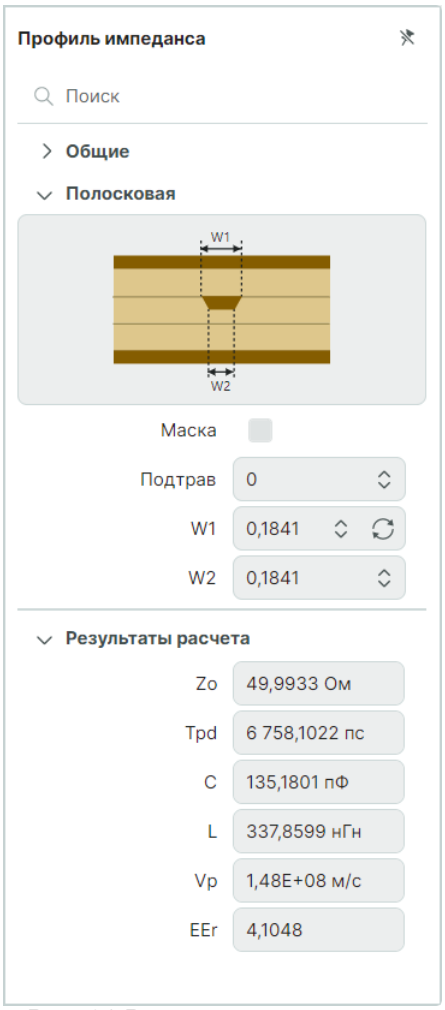


Рис. 61 Результаты расчета в панели «Профиль импеданса»

Для обратного расчета, т.е. расчета волнового сопротивления под заданные геометрические параметры проводника в панели «Профиль импеданса» определите учет маски, ширину проводника (W1), ширину проводника после подтрава (W2), величину подтрава. Эти параметры имеют математическую взаимосвязь и пересчитываются автоматически, см. Рис. 62.

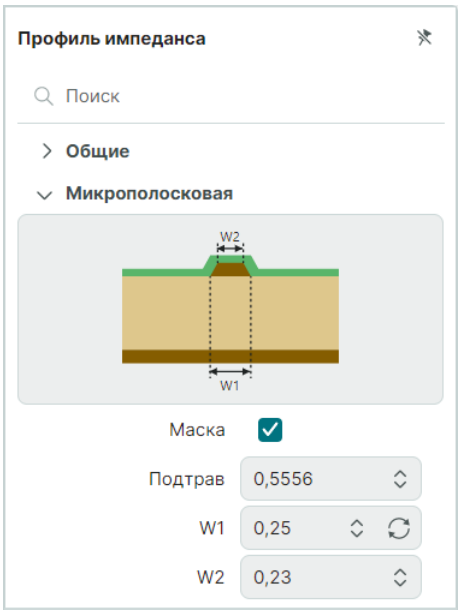


Рис. 62 Параметры проводника

Расчеты производятся автоматически на каждом этапе введения параметров.

Рассчитанные значения волнового сопротивления и задержки сигнала отобразятся в соответствующих колонках, дополнительные параметры в панели «Профиль импеданса». 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. 63.

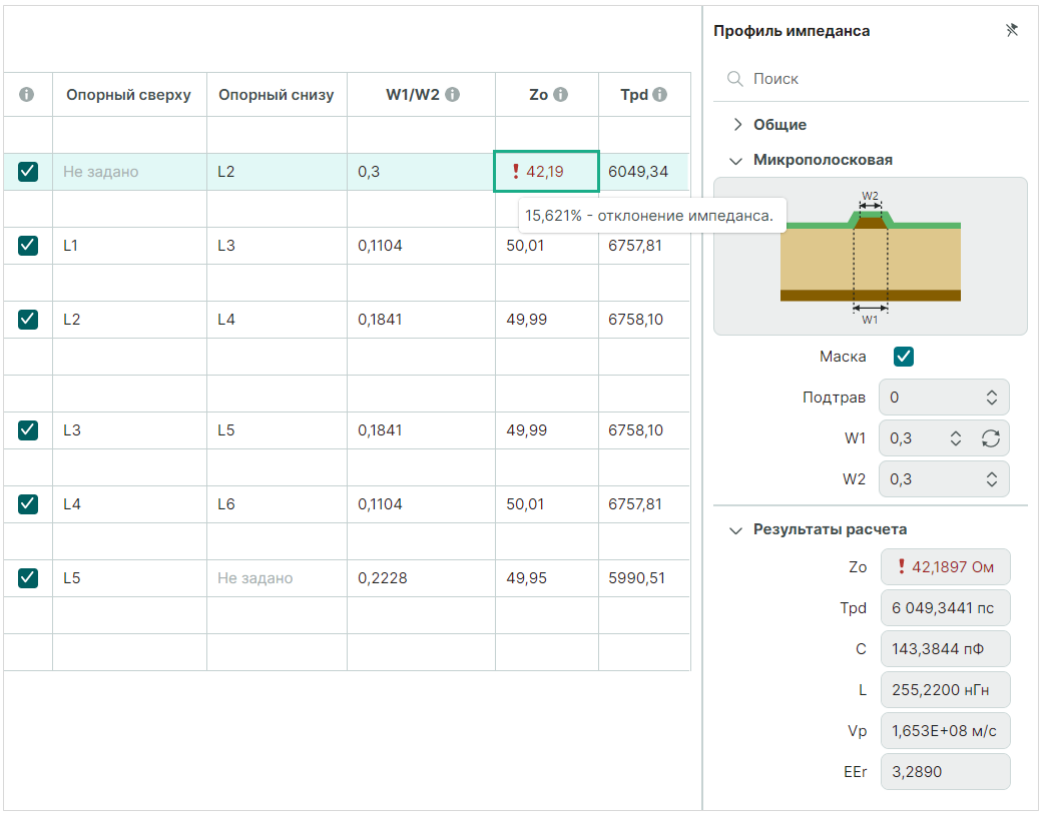


Рис. 63 Рассчитанные значения параметров

В этом случае требуется корректировка или значения заданного волнового сопротивления, или значений ширины проводника до и после подтрава, 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».

3.5.4 Расчет параметров дифференциальной пары

Для расчета геометрических и электрических параметров дифференциальной пары:

1. Создайте новый профиль импеданса;

2. Выберите стек печатной платы из выпадающего меню «Стек»;

3. Внесите необходимые настройки в поля панели «Профиль импеданса» (Рис. 64):

- 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.
- Учет маски, доступен для внешних слоев.
- Подтрав. По умолчанию значение ширины проводника после подтрава (W2) совпадает со значением W1, измененное значение W2 на рассчитанное значение импеданса (Zdiff)).

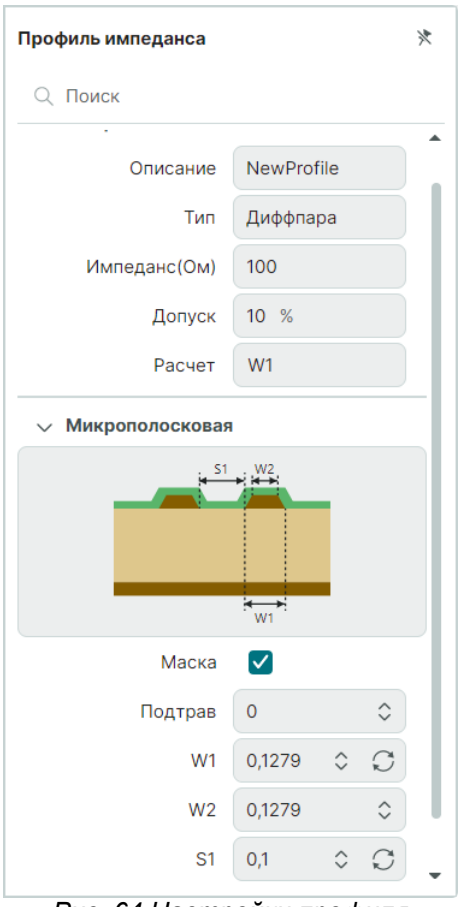


Рис. 64 Настройки профиля импеданса

4. 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.

5. 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.

6. Расчет параметров дифференциальной пары 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 подтрава и зазора между ними производится расчет импеданса, задержки сигнала, емкости, индуктивности, скорости распространения сигнала и эффективной диэлектрической проницаемости.

Рассчитанные значения будут представлены в правой области вкладки в соответствующих колонках, ячейки являются нередактируемыми (Рис. 65):

- W1 - ширина проводника. Значение, рассчитанное под заданное волновое сопротивление при выборе расчета W1.
- W2 - ширина проводника после подтрава.
- S1 - зазор диффпары. Значение, рассчитанное под заданное волновое сопротивление при выборе расчета S1.
- Zdiff - импеданс (Ом). Значение, рассчитанное по параметрам проводников и зазора.
- Tpd - задержка (пс/м). Значение, рассчитанное по параметрам проводников и зазора.

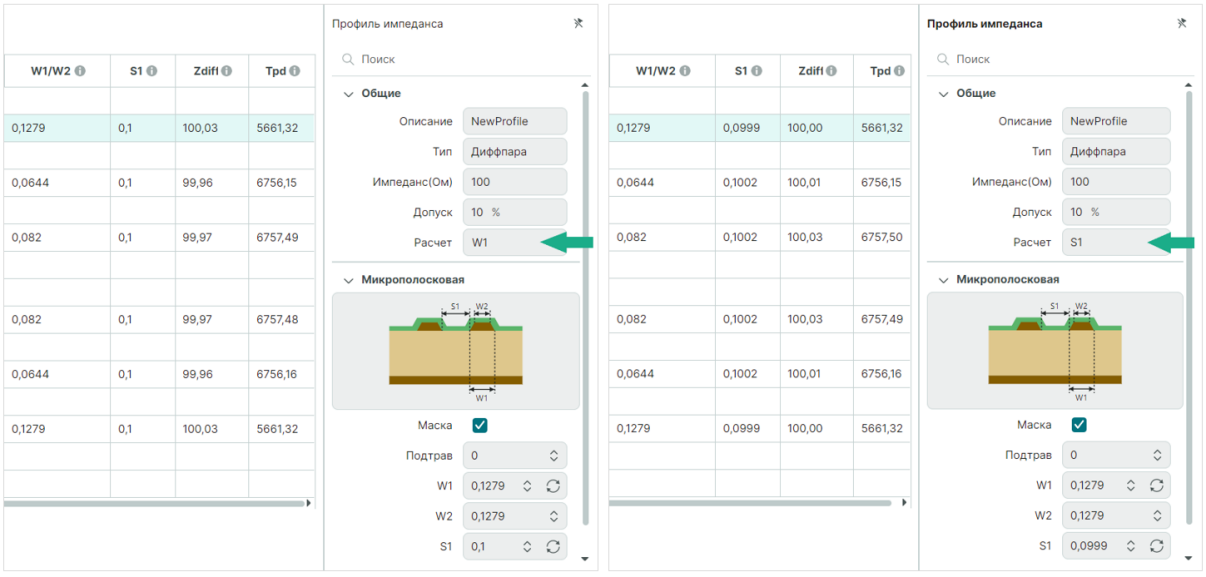


Рис. 65 Рассчитанные значения для диффпары

Дополнительные результаты расчета отображаются в панели «Профиль импеданса» (Рис. 66):

- Zdiff - дифференциальное волновое сопротивление (Ом).
- Tpd - задержка (пс/м);
- C - погонная емкость (пФ/м);
- L - погонная индуктивность (нГн/м);
- Vp - скорость распространения сигнала (м/с);
- EEr - эффективная диэлектрическая проницаемость.

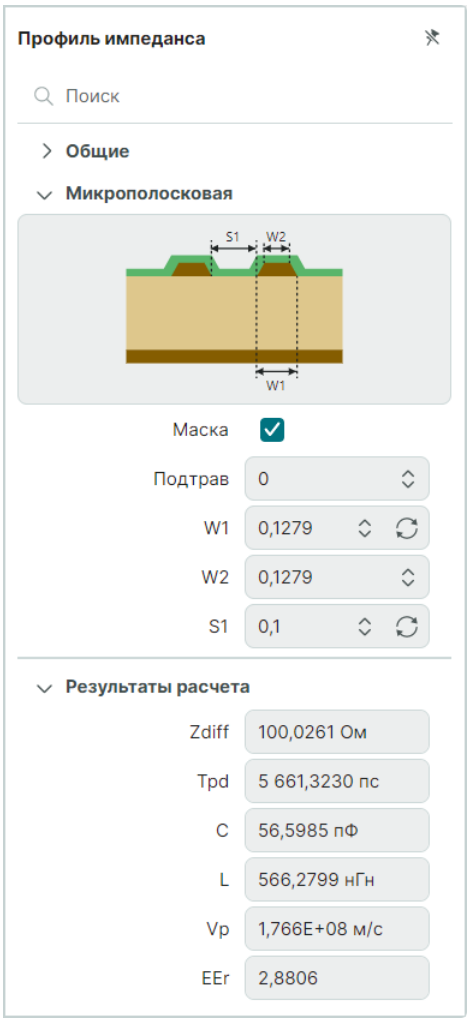


Рис. 66 Результаты расчета в панели «Профиль импеданса»

Для обратного расчета, т.е. расчета волнового сопротивления под заданные геометрические параметры диффпары, определите в любом сочетании:

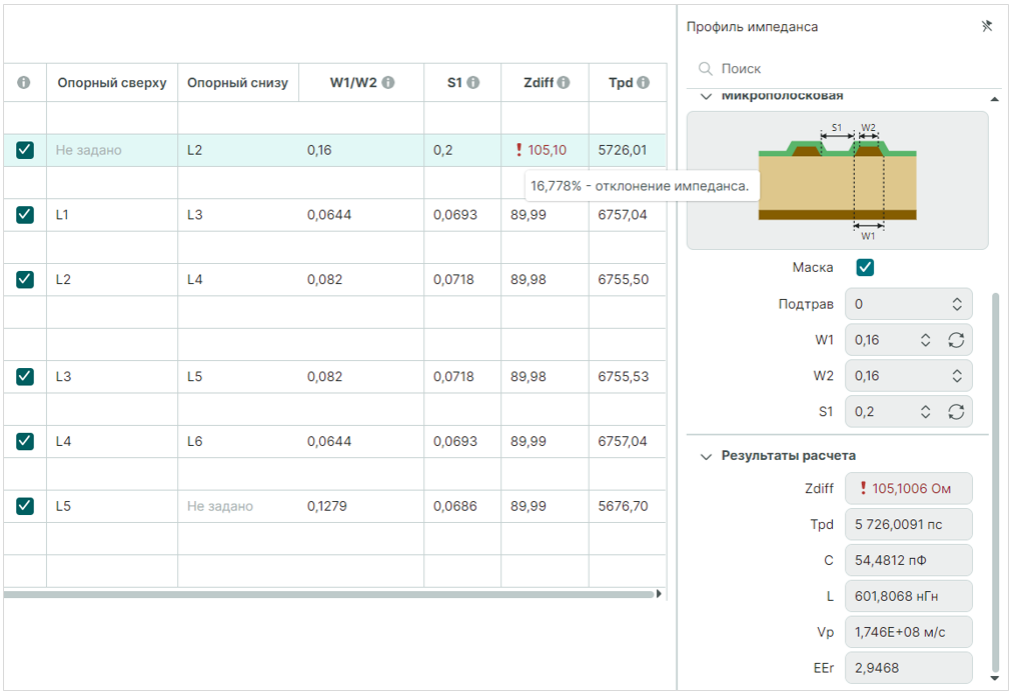
- учет маски;
- ширину проводника (W1);

- ширину проводника после подтрава (W2);
- величину подтрава;
- зазор между проводниками диффпары (S1).

Расчеты производятся автоматически на каждом этапе введения параметров.

Рассчитанные значения импеданса и задержки сигнала отобразятся в соответствующих колонках, дополнительные параметры в панели «Профиль импеданса». 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. 67.



	Опорный сверху	Опорный снизу	W1/W2	S1	Zdiff	Tpd
☑	Не задано	L2	0,16	0,2	! 105,10	5726,01
☑	L1	L3	0,0644	0,0693	89,99	6757,04
☑	L2	L4	0,082	0,0718	89,98	6755,50
☑	L3	L5	0,082	0,0718	89,98	6755,53
☑	L4	L6	0,0644	0,0693	89,99	6757,04
☑	L5	Не задано	0,1279	0,0686	89,99	5676,70

Рис. 67 Рассчитанные значения параметров

В этом случае требуется корректировка или значения заданного волнового сопротивления, или значений ширины проводников до и после подтрава 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».

3.5.5 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 необходимые параметры в панели «Профиль импеданса»:

- значение целевого волнового сопротивления в поле «Импеданс (Ом)» и величину допуска;
- значения ширины проводника до и после подтрава (W1, W2) или значение ширины проводника (W1) и величину подтрава для одиночной линии передачи;
- значения ширины проводников (W1, W2) или значение ширины проводника (W1) и величину подтрава и зазора для дифференциальной пары (S1);
- определите наличие маски для внешних слоев.

3. Расчет импеданса будет произведен автоматически.

4. Если рассчитанное значение импеданса (Zo или Zdiff) превышает разрешенное отклонение от заданного значения волнового сопротивления, система оповестит об ошибке, см. Рис. 68.

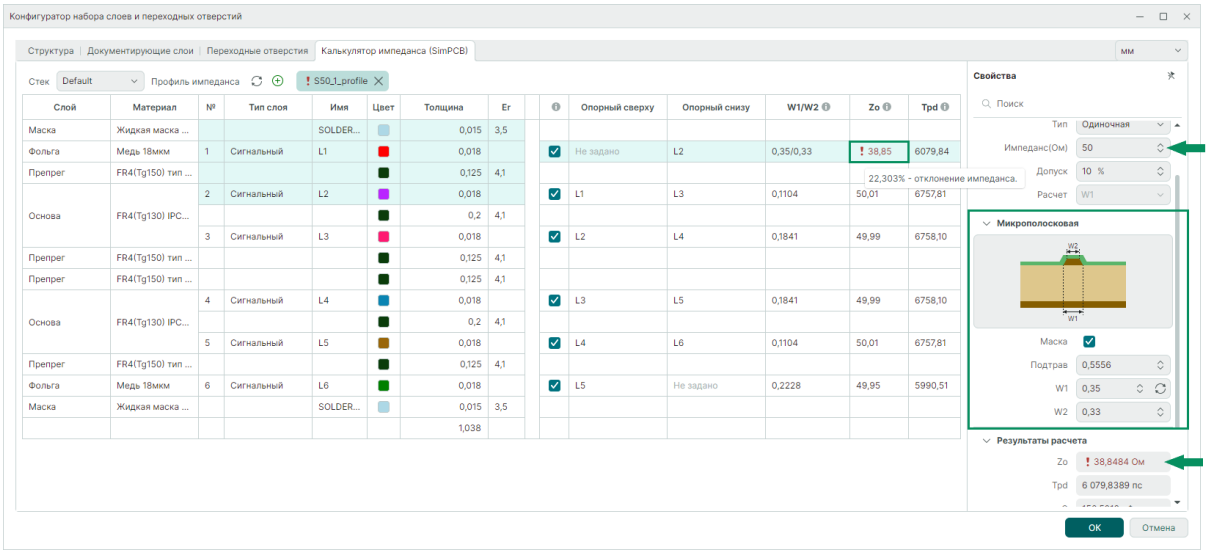


Рис. 68 Профиль импеданса с заданными значениями волнового сопротивления и ширины проводника

5. В области структуры печатной платы для редактирования доступны ячейки в колонках «Толщина» и «Er» (диэлектрическая проницаемость). С помощью ввода значений в данные ячейки 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. 69.

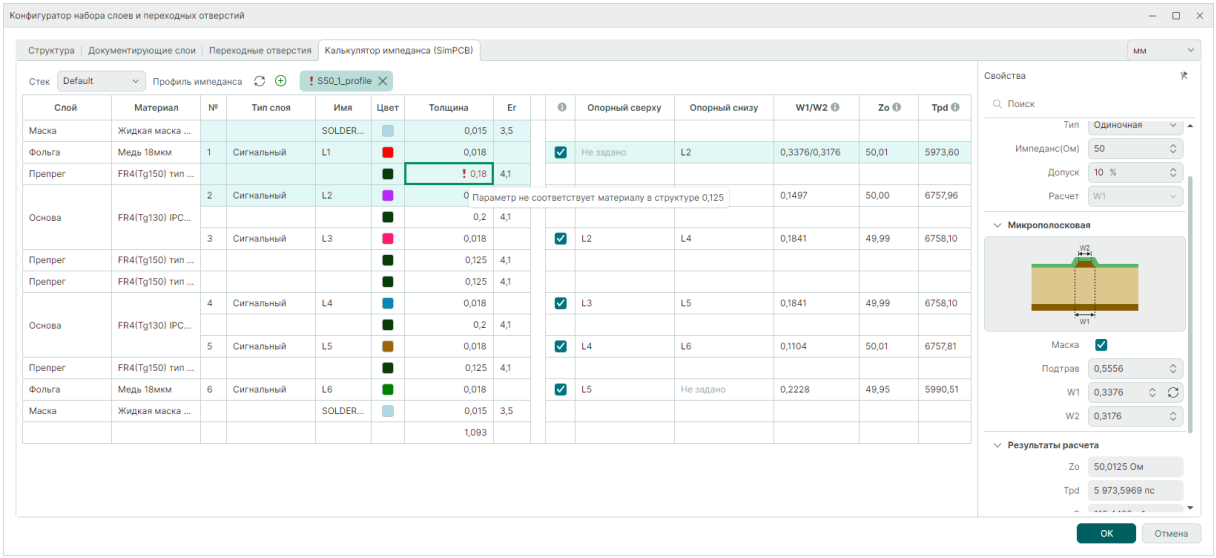


Рис. 69 Подбор толщины материала

6. 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. 70. Подробнее смотри раздел Формирование структуры слоев платы.

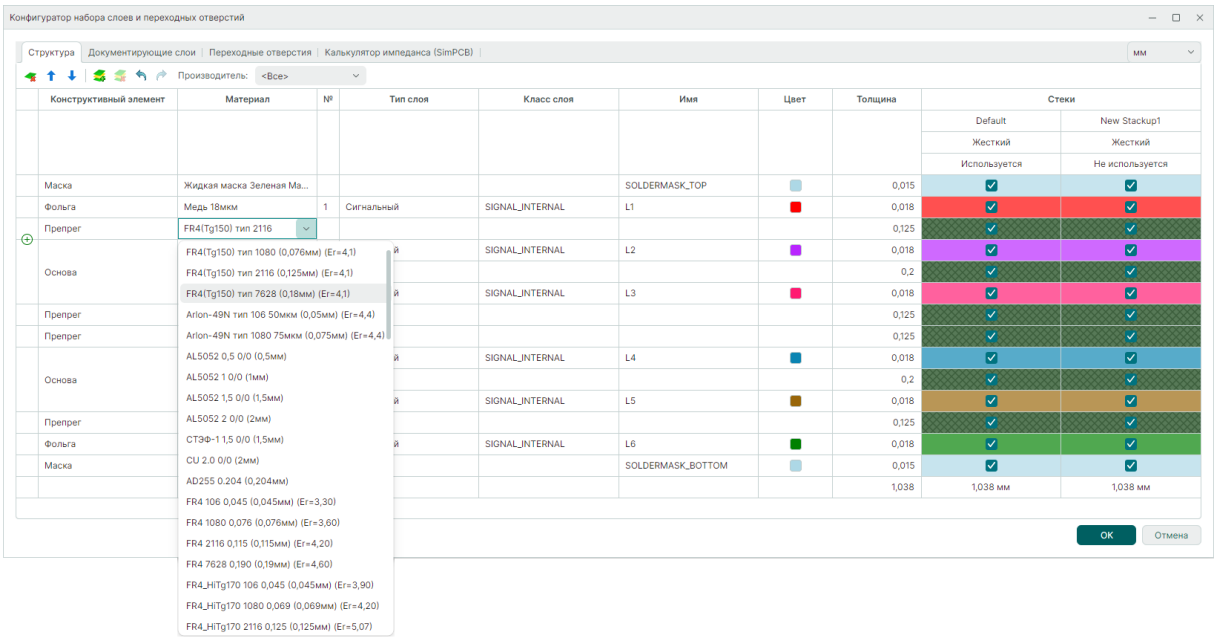


Рис. 70 Изменение материала в структуре платы

7. Вернитесь во вкладку «Калькулятор импеданса» для контроля рассчитанных параметров и сохранения профиля, см. Рис. 71.

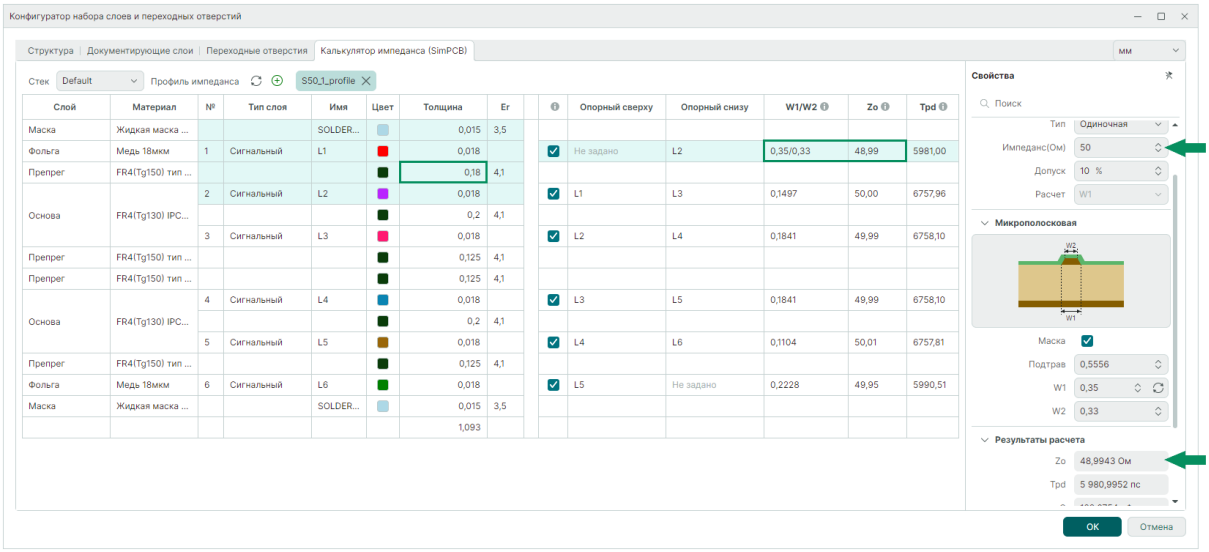


Рис. 71 Контроль рассчитанных параметров после изменения стека

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.

3.5.6 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. 72.

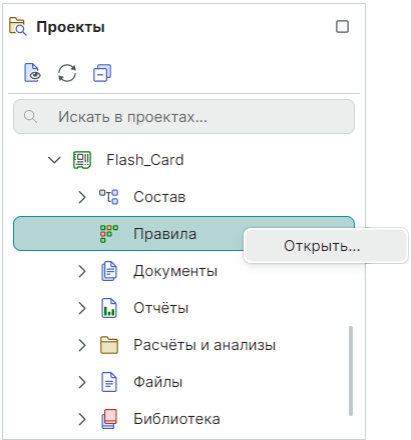


Рис. 72 Переход к правилам проекта

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. 73.

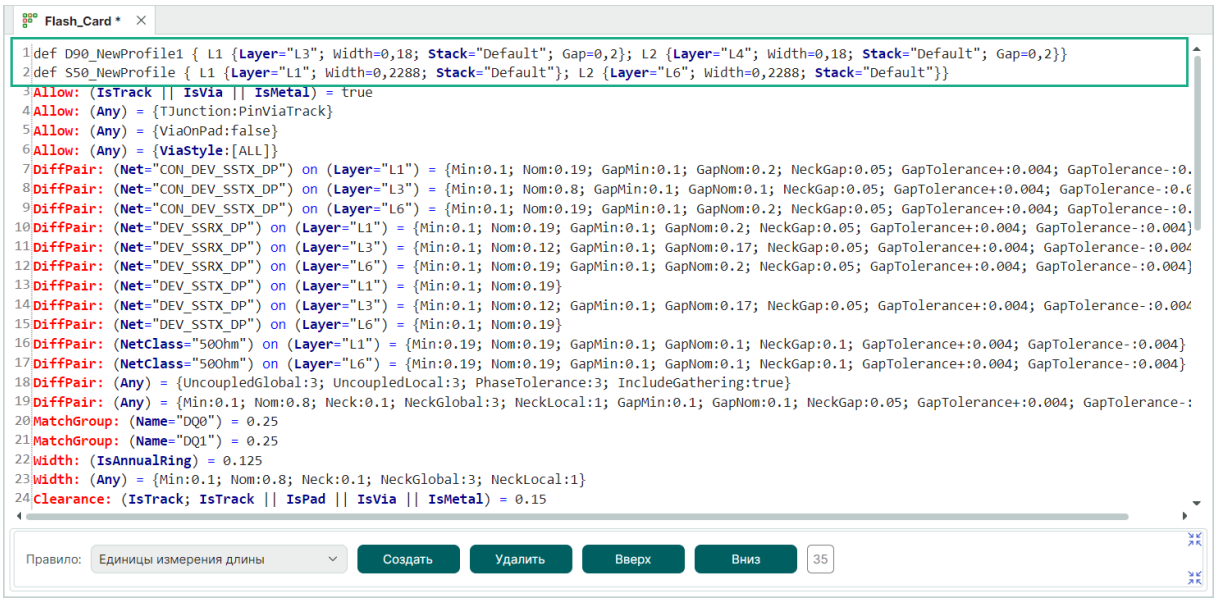


Рис. 73 Редактор правил проекта

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

Одиночная линия передачи: **def S50_NewProfile { L1 {Layer="L1"; Width=0,2288; Stack="Default"}; L2 {Layer="L6"; Width=0,2288; Stack="Default"}}**, где:

S50_NewProfile – 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.

Дифференциальная пара: **def D90_NewProfile1 {L1 {Layer="L3"; Width=0,18; Stack="Default"; Gap=0,2}; L2 {Layer="L4"; Width=0,18; Stack="Default"; Gap=0,2}}**, где:

D90_NewProfile1 – 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;

Gap=0,2 – зазор между проводниками диффпары.

Подробнее о назначении правил цепям и классам цепей см. "Редактор правил" раздел Формат описания применения профиля импеданса.

3.5.7 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 представлен пример применения рассчитанных параметров профиля импеданса при трассировке одиночной линии передачи (Рис. 74).

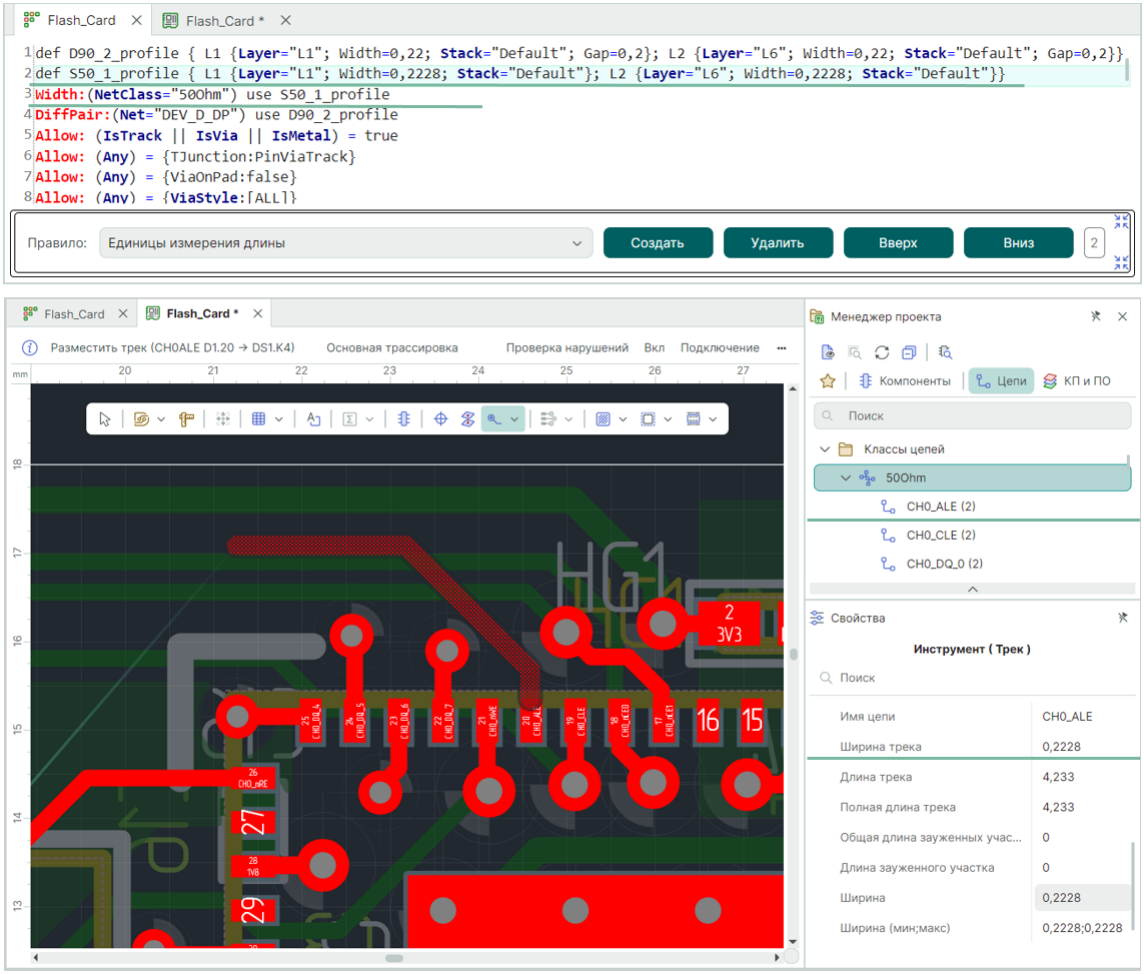


Рис. 74 Пример применения рассчитанных параметров к одиночной линии передачи в составе класса цепей

Пример применения рассчитанных параметров профиля импеданса при трассировке дифференциальной пары представлен на Рис. 75.

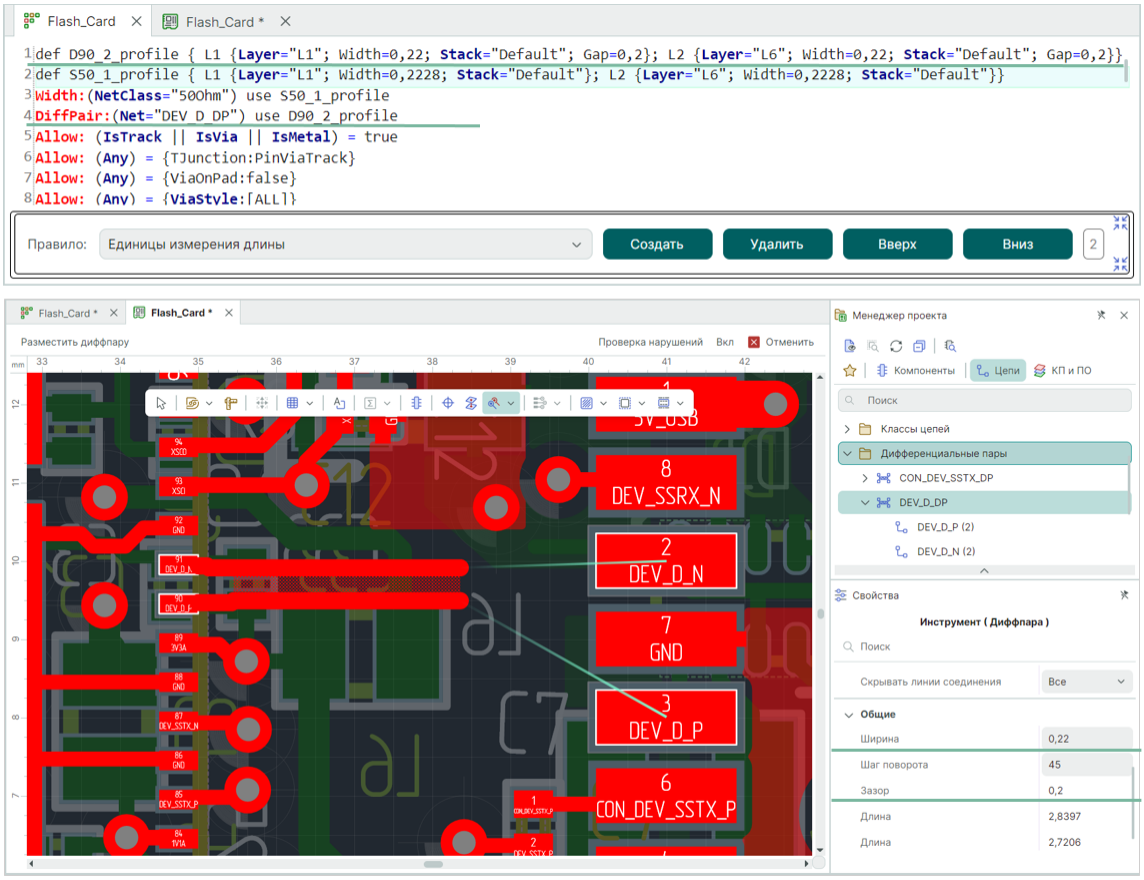


Рис. 75 Пример применения рассчитанных параметров к дифференциальной паре

3.5.8 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. 76.

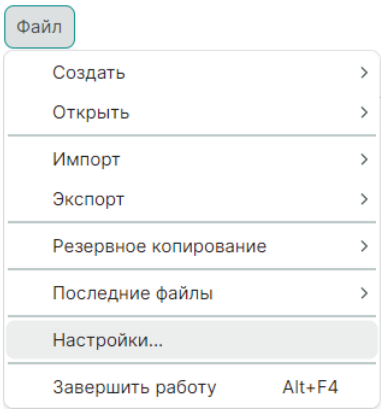


Рис. 76 Переход к настройкам системы

В окне «Панель управления» выберите раздел «SimPCB» → «Линия передачи».

В табличном виде представлены: список параметров, условные обозначения, минимальные и максимальные значения, в пределах которых определяется значение параметров под заданный импеданс. Определение диапазона минимальных и максимальных значений параметров необходимо для ограничения объемов расчетов и обеспечения высокой скорости математических операций, см. Рис. 77.

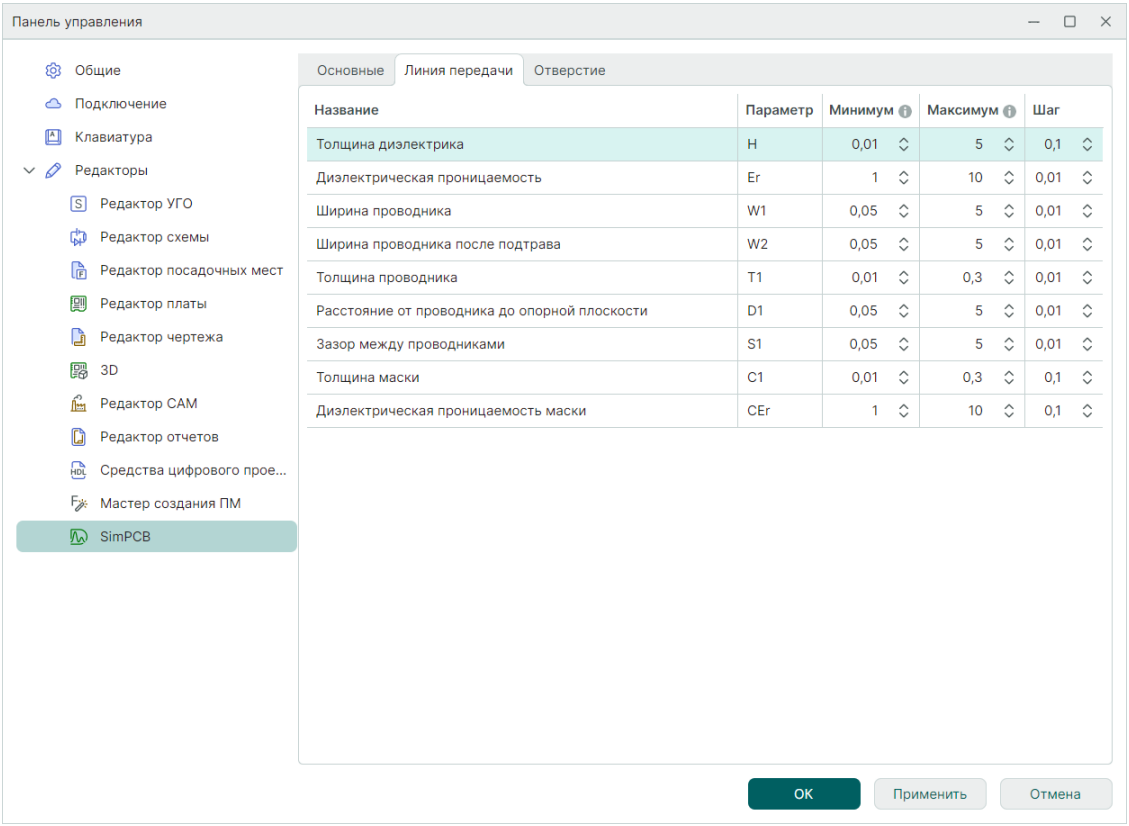


Рис. 77 Панель управления. Вкладка «Линия передачи»

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. 78.



Рис. 78 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. 79.

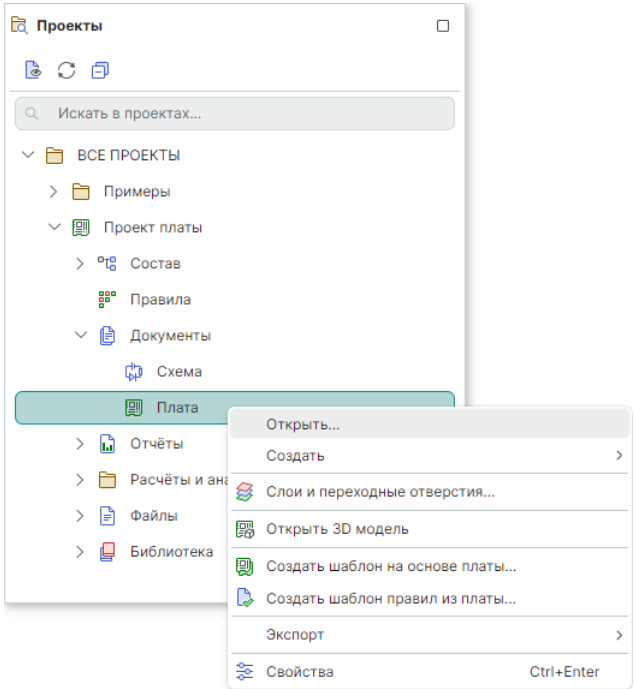


Рис. 79 Вызов редактора платы

Общий вид окна редактора показан на Рис. 80.

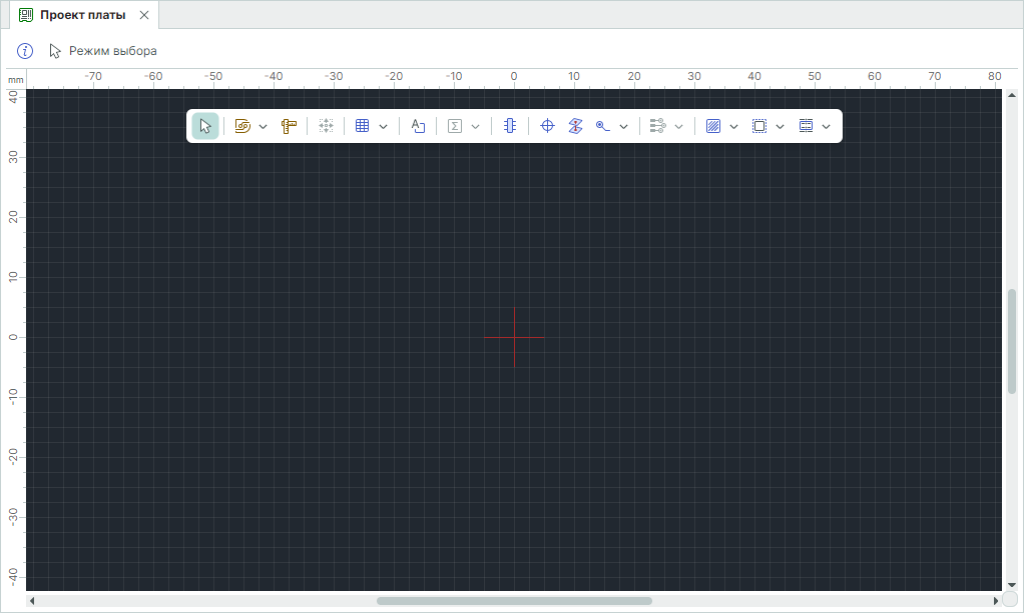


Рис. 80 Общий вид редактора печатных плат

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. 81.



Рис. 81 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. 82.

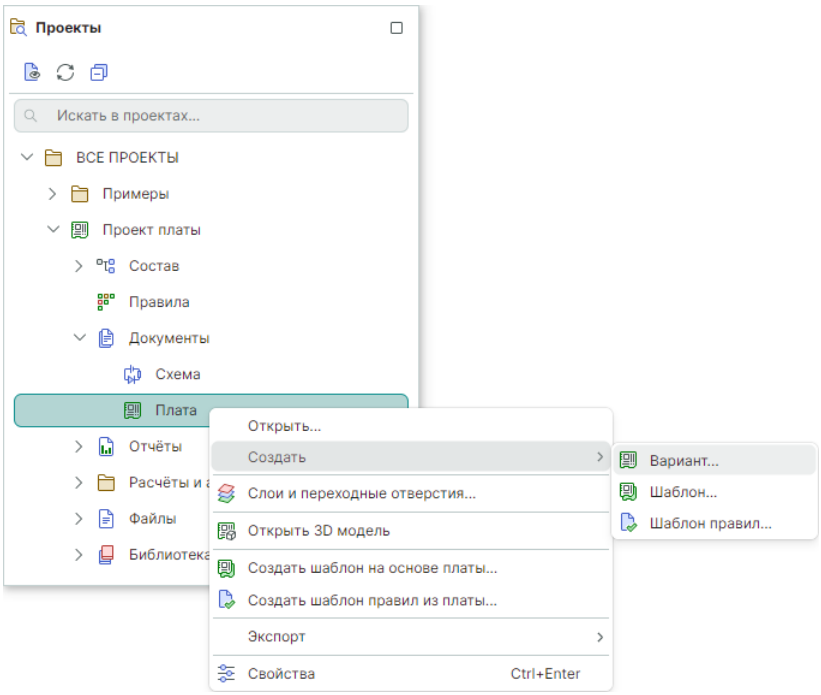


Рис. 82 Переход к созданию копии варианта платы

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. 83.

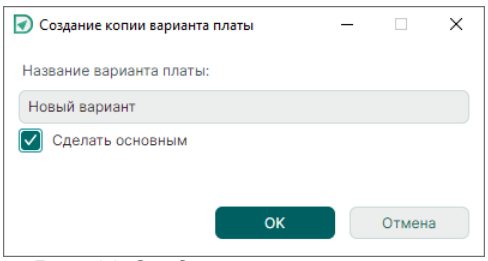


Рис. 83 Создание копии варианта платы

После завершения процедуры создания копии варианта платы, созданный вариант отобразится в дереве проекта, см. Рис. 84.

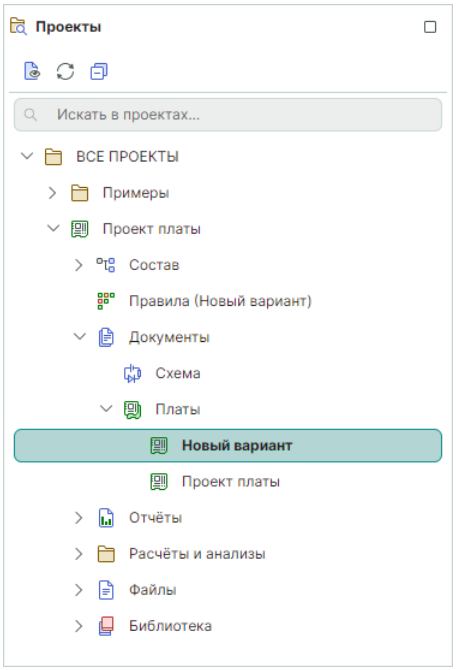


Рис. 84 Отображение созданного варианта платы

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. 85.

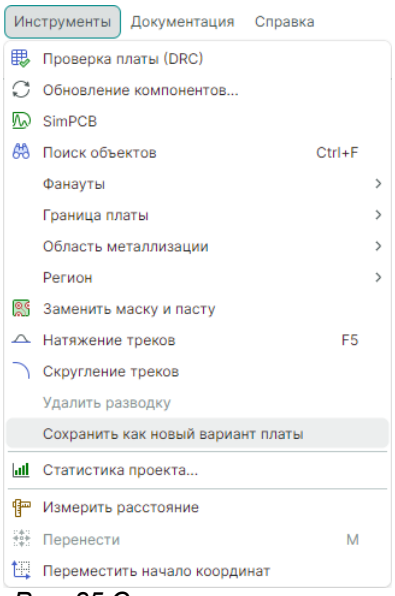


Рис. 85 Сохранение текущих изменений в новом варианте платы

В открывшемся окне впишите имя варианта состояния текущей платы, см. Рис. 86.

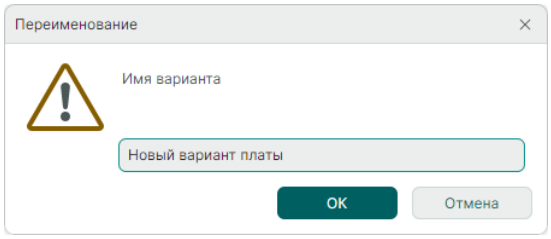


Рис. 86 Наименование нового варианта платы

В результате, после нажатия кнопки «ОК», в дереве проекта отобразится новый вариант платы, см. Рис. 87.

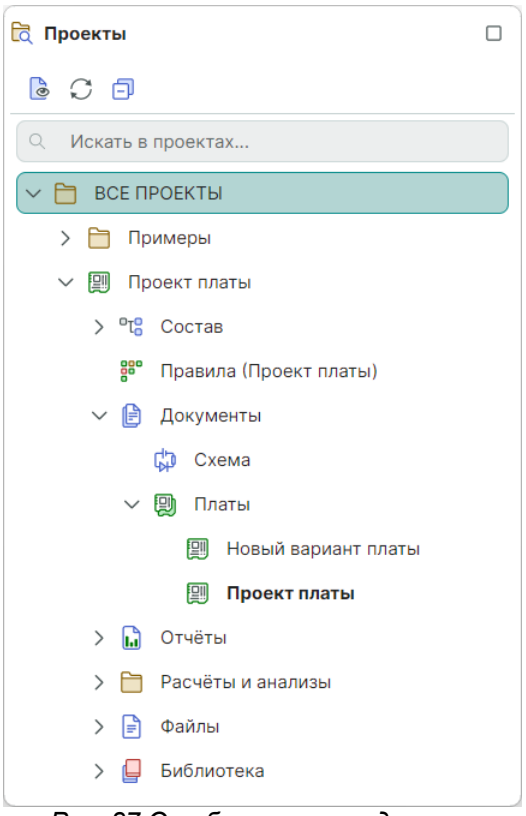


Рис. 87 Отображение созданного варианта текущего состояния платы

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. 88.

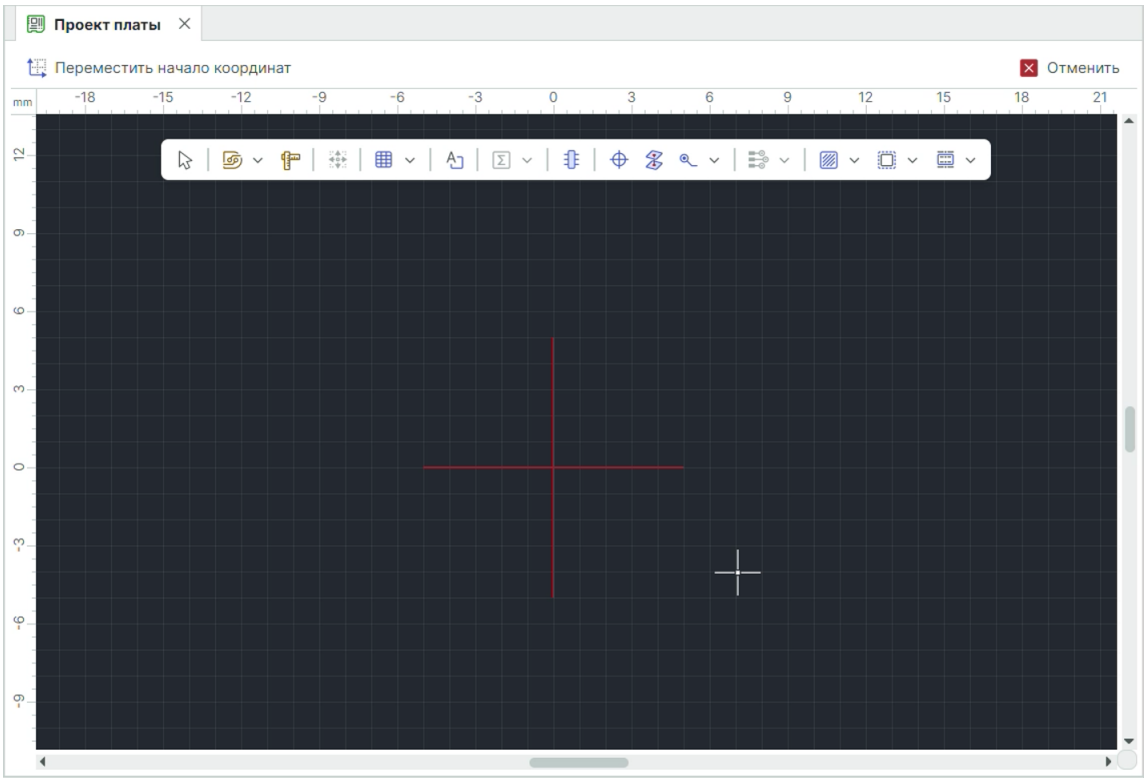


Рис. 88 Перемещение начала координат

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. 89.

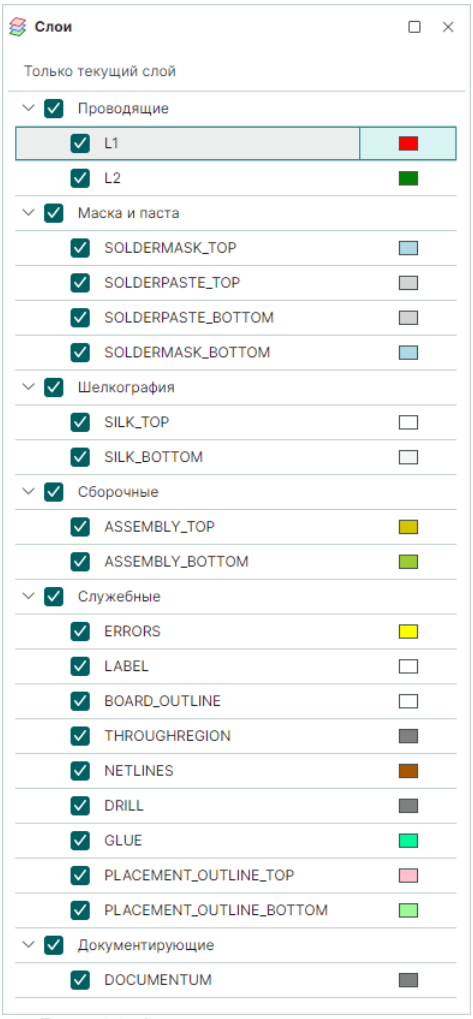


Рис. 89 Функциональная панель «Слои»

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. 90.

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.

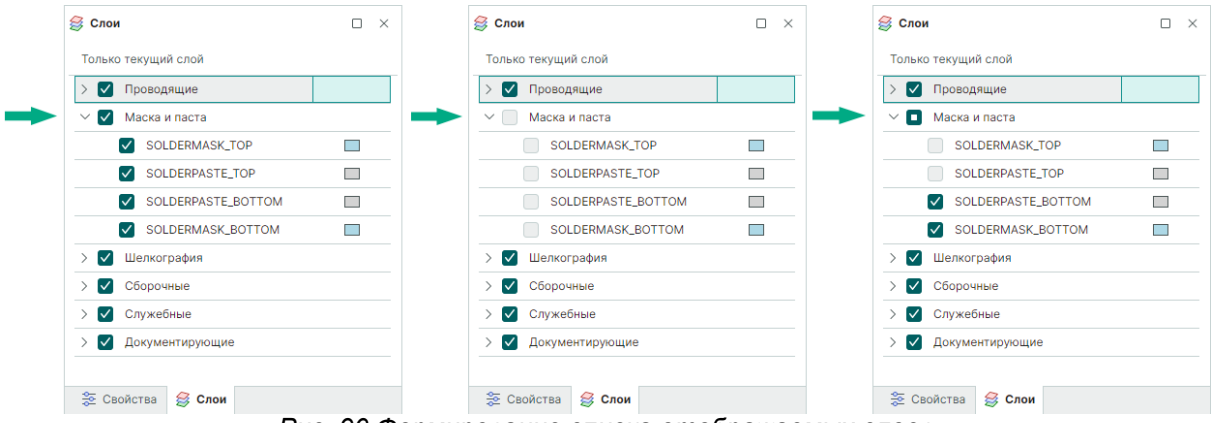


Рис. 90 Формирование списка отображаемых слоев

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. 91. В этом списке только те слои, которые выбраны для отображения в панели «Слои».

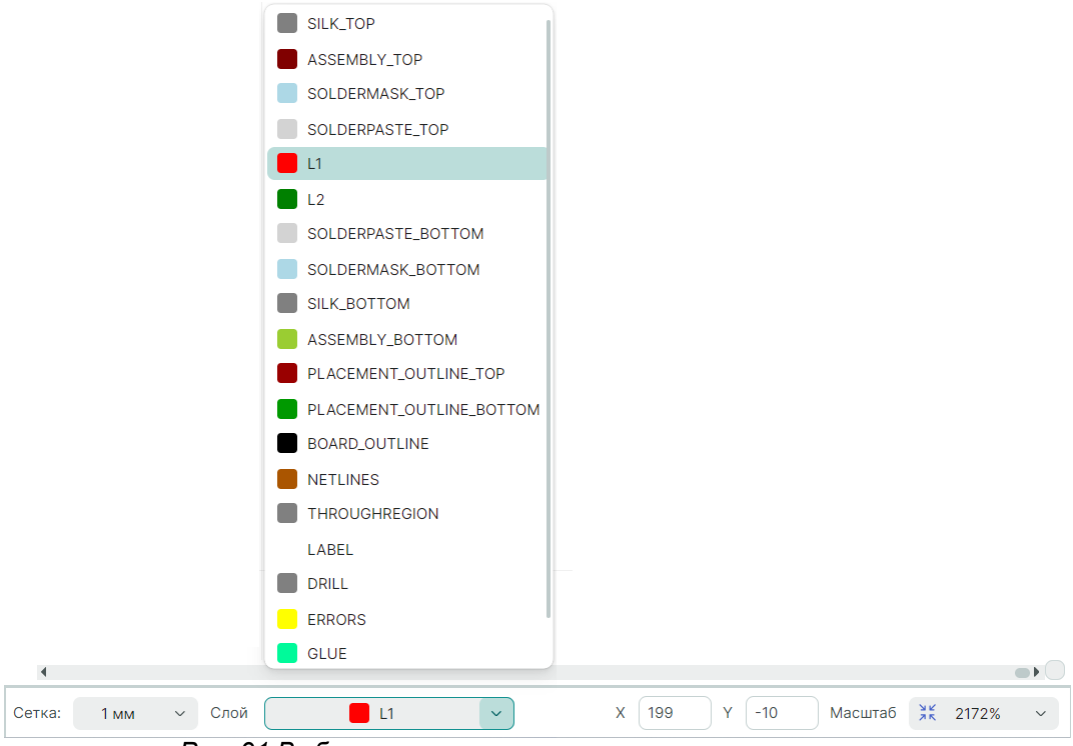


Рис. 91 Выбор текущего слоя из списка активных слоев

Переключение между активными слоями осуществляется с помощью контекстного меню в редакторе платы, см. Рис. 92.

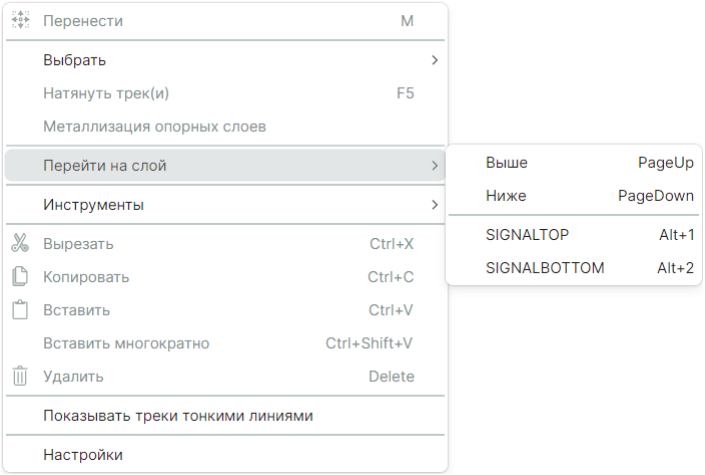


Рис. 92 Переход на слой

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/ASSEMLY_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. 93.

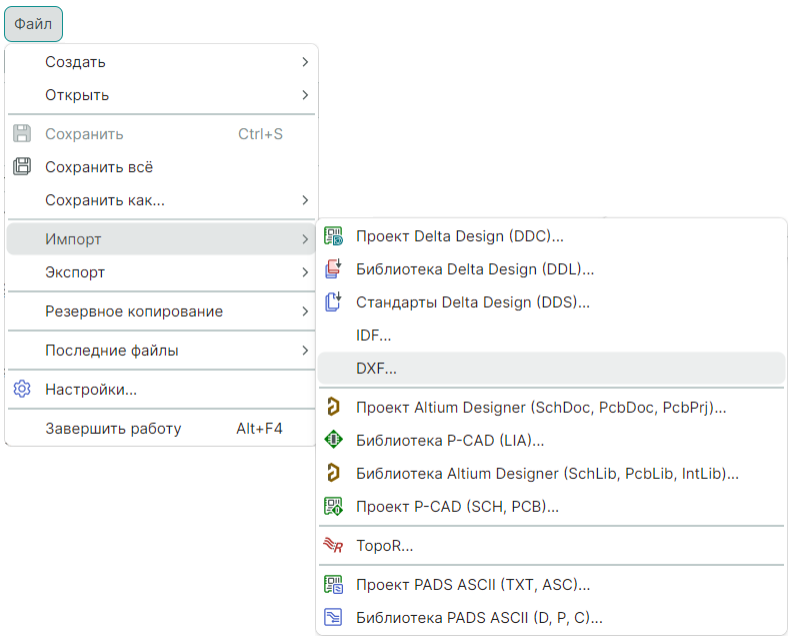


Рис. 93 Вызов импорта из главного меню

3. Воспользуйтесь пунктом «Импорт из DXF…» в контекстном меню, см. Рис. 94.

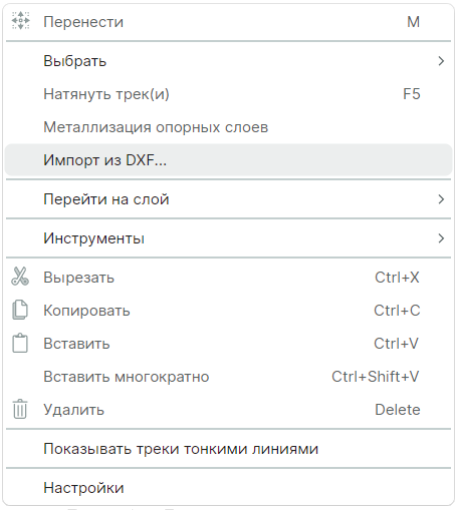


Рис. 94 Вызов импорта из контекстного меню

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

1. Нажмите кнопку «Далее» в стартовом окне, см. Рис. 95.

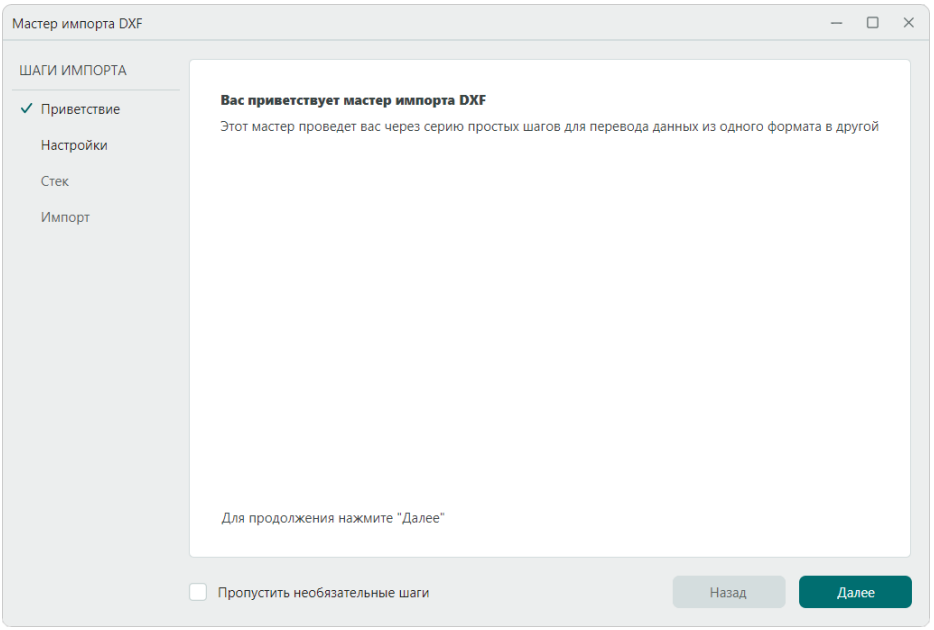


Рис. 95 Стартовое окно мастера импорта .dxf

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. 96.

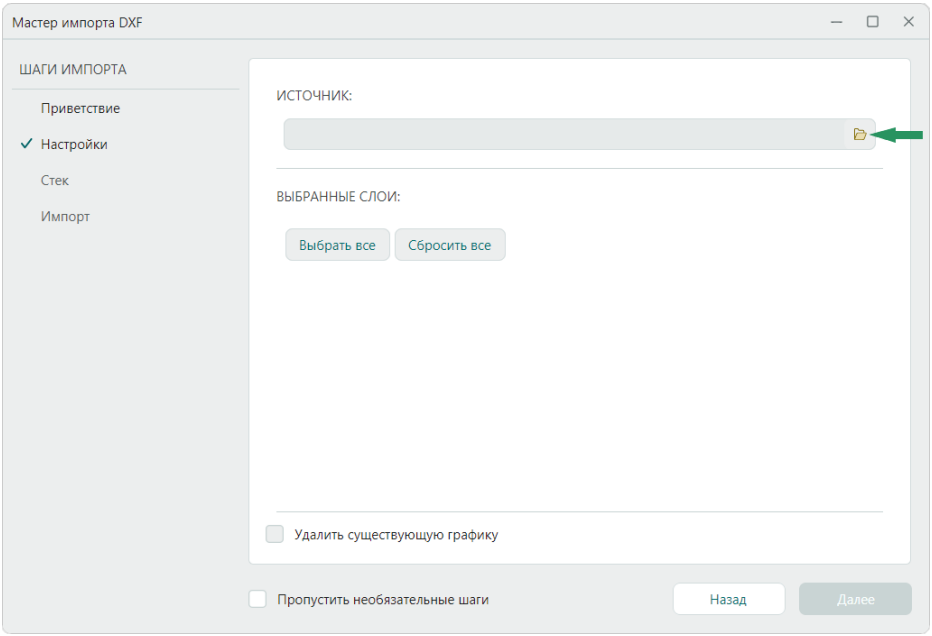


Рис. 96 Выбор файла для импорта .dxf

3. Выберите и откройте нужный файл в формате .dxf через окно проводника, см. Рис. 97.

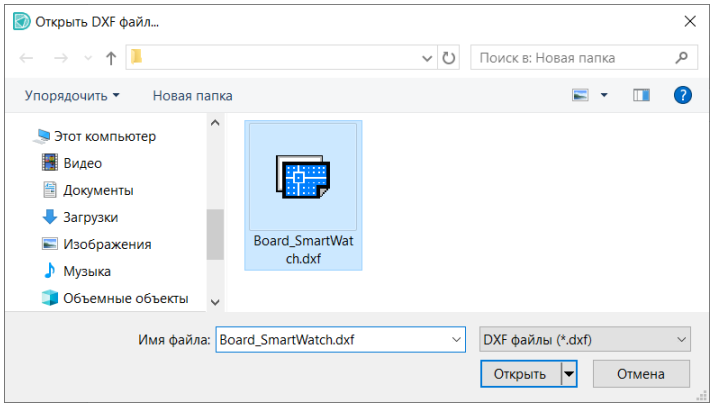


Рис. 97 Окно выбора файла для импорта .dxf

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. 98.

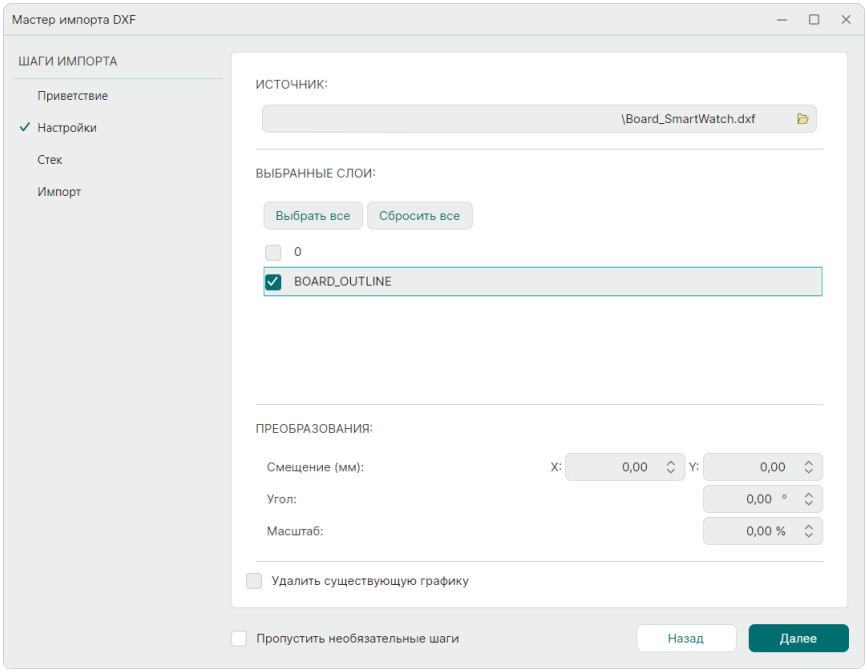


Рис. 98 Выбор слоев для импорта

5. При необходимости внесения изменений в импортируемые объекты установите соответствующие параметры в разделе «Преобразования» и нажмите «Далее», см. Рис. 99.

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.

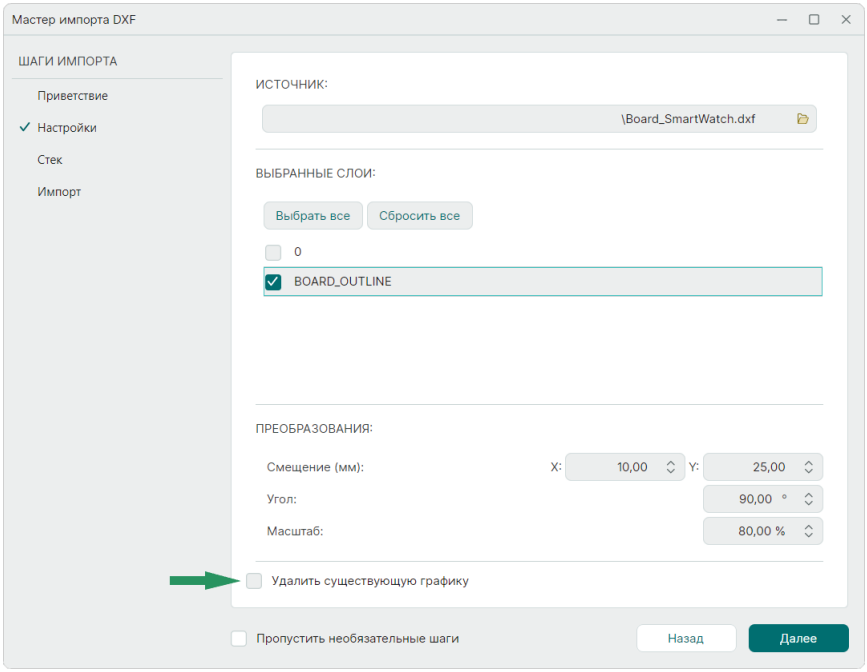


Рис. 99 Преобразование графических объектов

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

6. 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. 100.

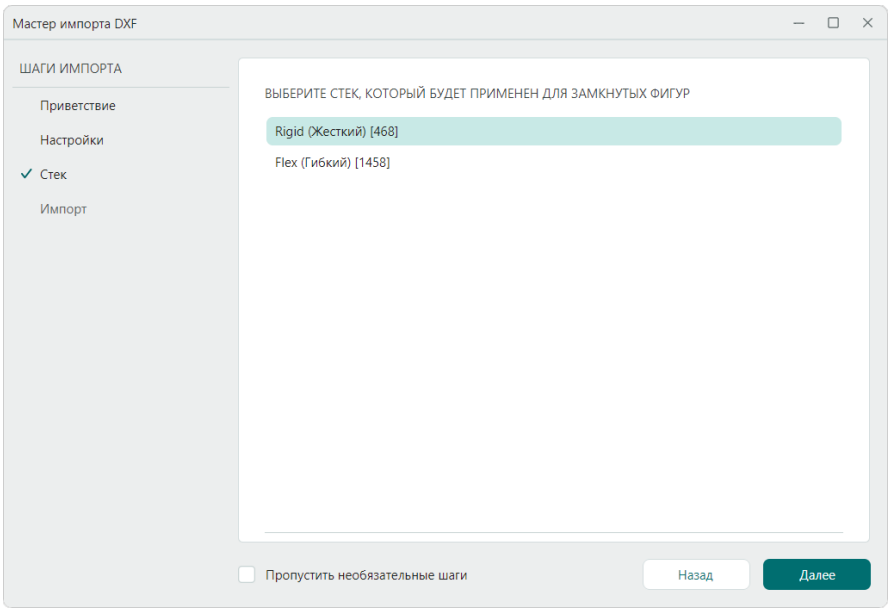


Рис. 100 Шаг мастера импорта «Стек»

7. Для запуска процесса импорта нажмите кнопку «Импортировать», см. Рис. 101.

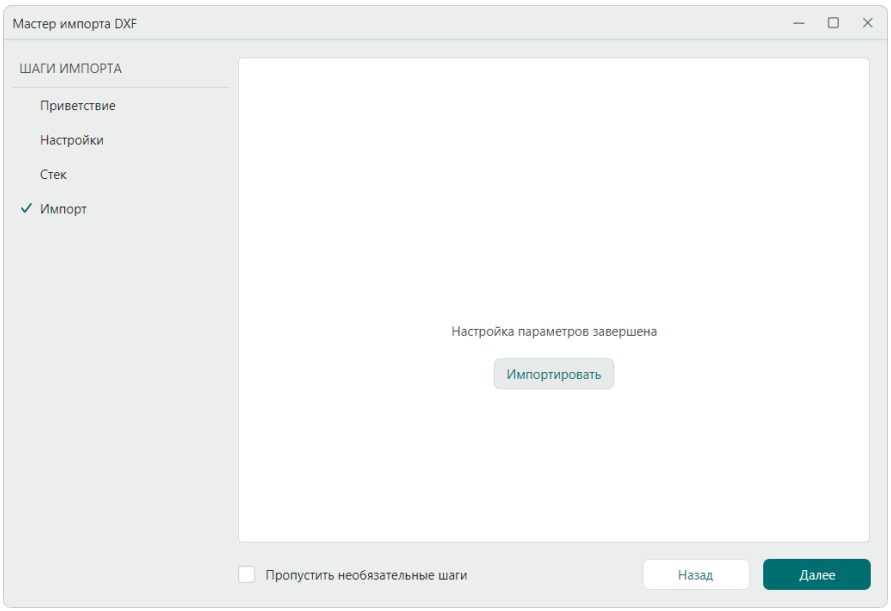


Рис. 101 Запуск импорта

После завершения процесса импорта в окне мастера будет представлено сообщение с информацией о количестве импортированных объектов, а также возможные предупреждения и ошибки, см. Рис. 102.

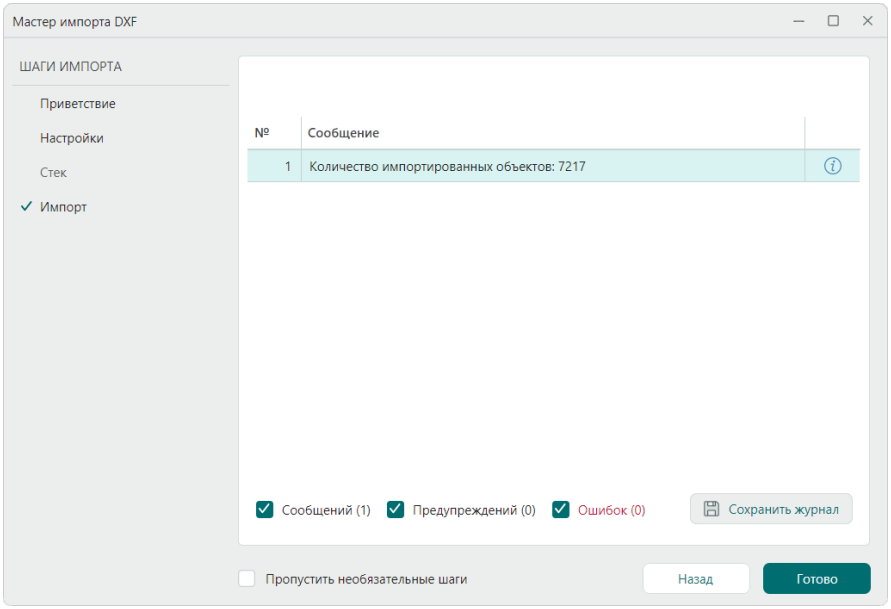


Рис. 102 Заключительное окно мастера импорта

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. 103.

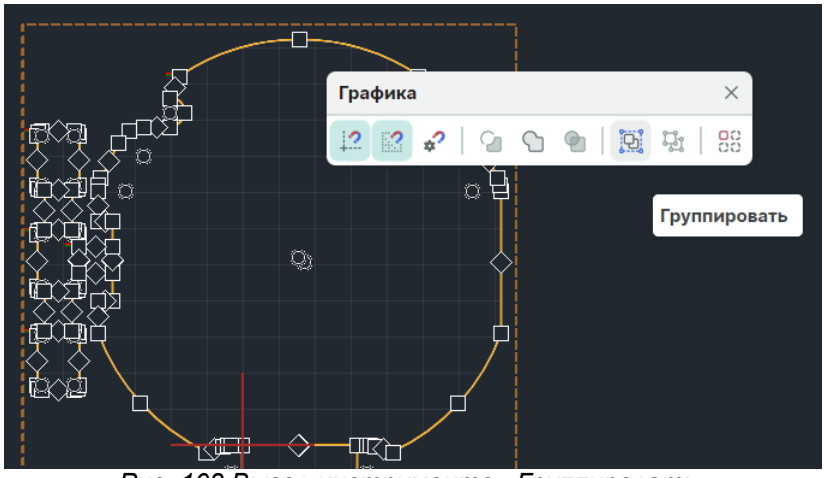


Рис. 103 Вызов инструмента «Группировать»

4.6 Импорт IDF

Формат IDF (Intermediate Data Format) используется для взаимодействия систем механического проектирования (MCAD) и электронного проектирования (ECAD).

IDF позволяет осуществлять двунаправленный обмен данными, например, в MCAD-системе может быть создана сложная конструкция платы и передана в Delta Design или, наоборот, файлы IDF после размещения компонентов на плате передаются MCAD-систему для проверки соответствия сборки конечного изделия.

Файлы IDF могут содержать информацию о контуре платы, запрещённых зонах, параметрах отверстий и расположении элементов (.brd или .emn), а также сведения о контуре и высоте компонентов (.pro или .emp), подробнее см. "Проекты" раздел Экспорт IDF.

Для импорта файлов формата IDF:

1. Откройте плату проекта, в который необходимо осуществить импорт;

2. Выберите тип источника импорта из главного меню «Файл» → «Импорт» → «IDF…», см. Рис. 104.

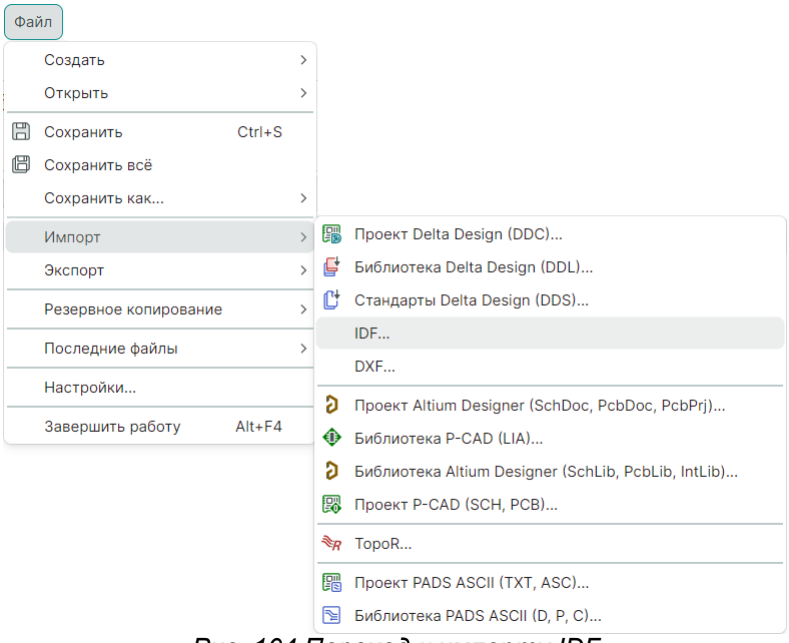


Рис. 104 Переход к импорту IDF

3. Для выбора файла нажмите , после выбора импортируемого файла в окне проводника нажмите «Открыть», см. Рис. 105.

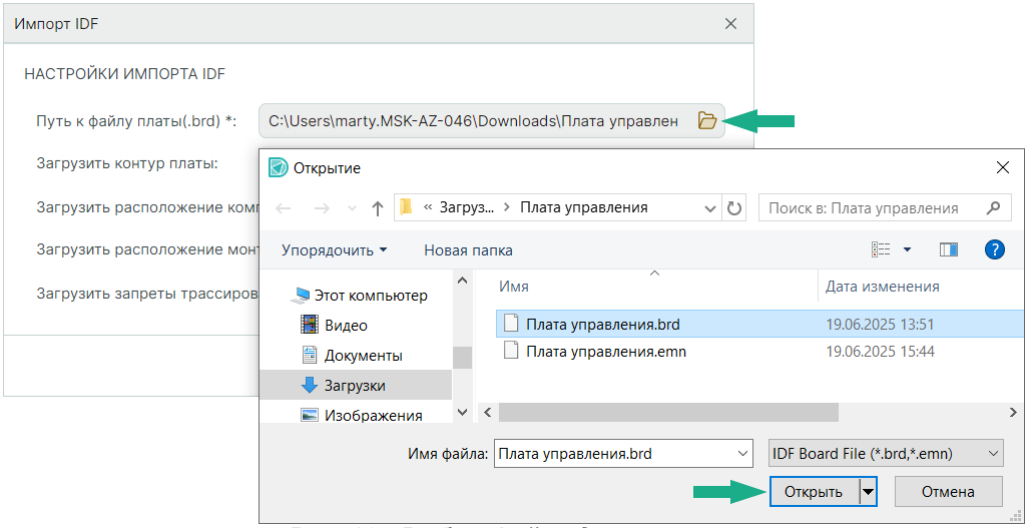


Рис. 105 Выбор файла для импорта

4. Задайте параметры импорта. Установите флаги в поля рядом с наименованиями объектов платы, информация о которых должна быть загружена, см. Рис. 106:

- Контур платы;
- Расположение компонентов;
- Расположение монтажных отверстий;
- Области запрета трассировки.

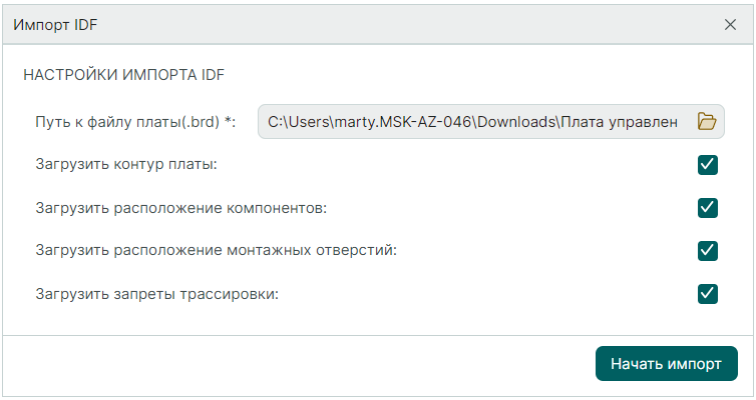


Рис. 106 Параметры импорта

Примечание! При импорте границ платы следует отметить только пункт «Загрузить контур платы», другие пункты не должны быть отмечены.

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

Отчет по импорту будет отображен в панели «Журналы», см. Рис. 107.

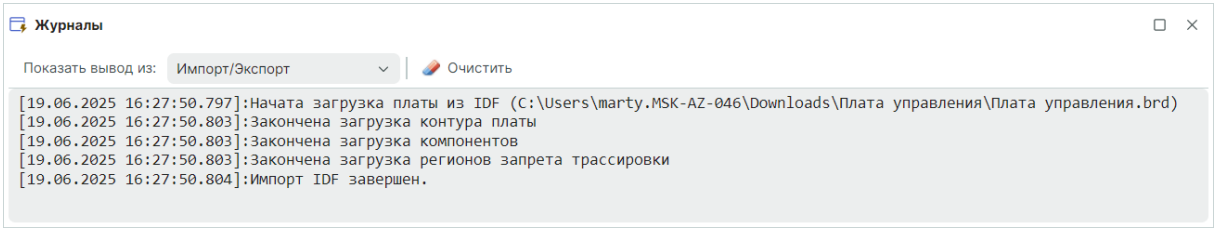


Рис. 107 Отчет по импорту в панели «Журналы»

4.7 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 группы, в заголовке отображается название текущего объекта, см. Рис. 108.

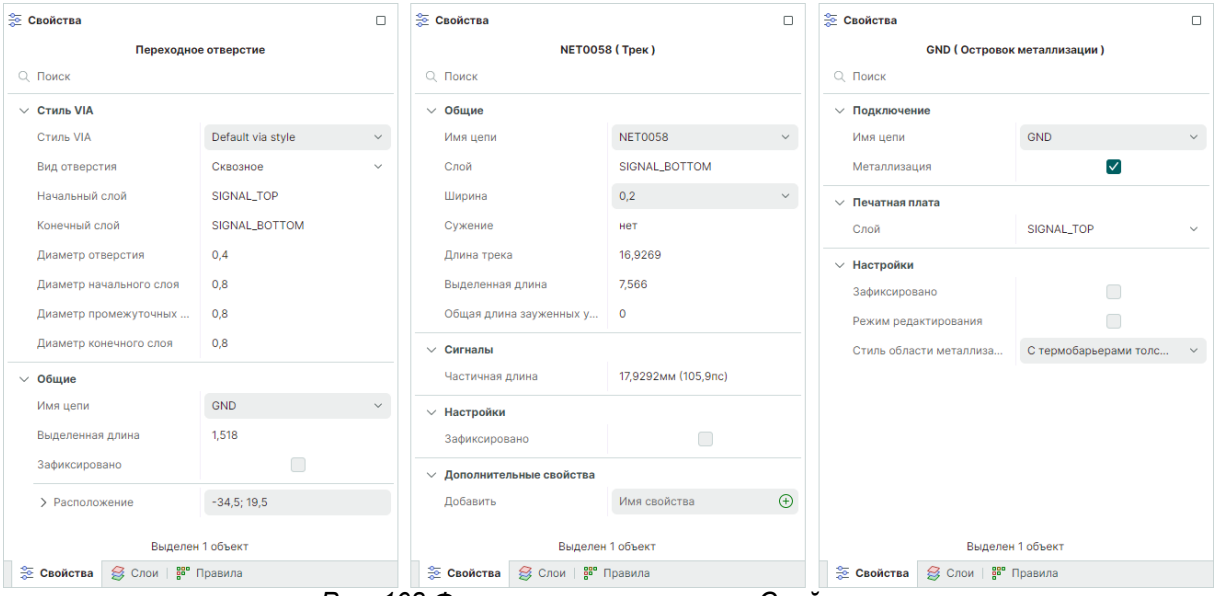


Рис. 108 Функциональная панель «Свойства»

В группе «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. 109.

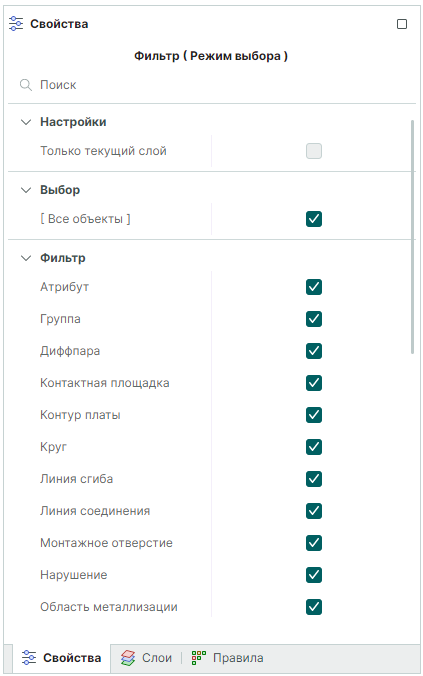


Рис. 109 Типы объектов для выбора

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. 110.

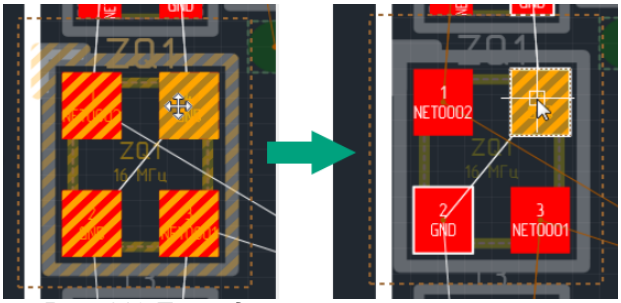


Рис. 110 Последовательное переключение между объектами для их выбора

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 (левая часть рисунка). 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 (правая часть рисунка), см. Рис. 111.



Рис. 111 Вариативность инструмента «Выбрать» от направления движения курсора при создании области выбора

4.8 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. 112.

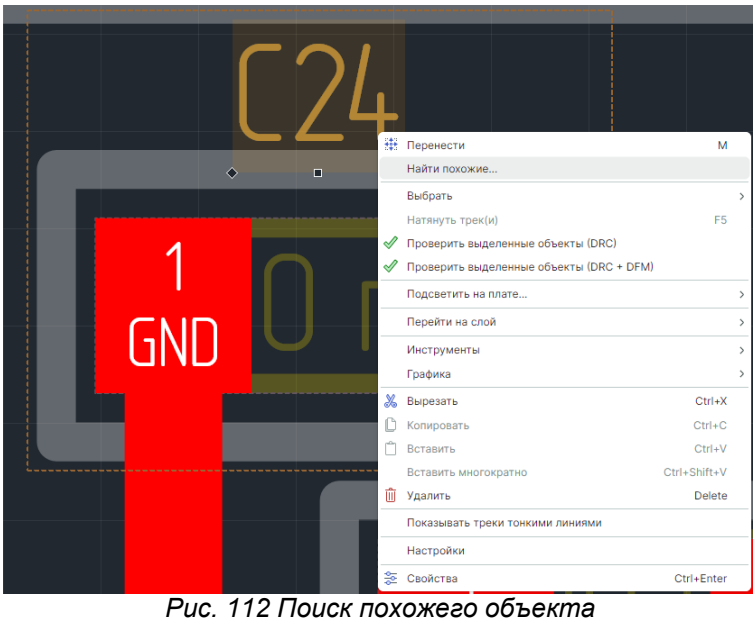


Рис. 112 Поиск похожего объекта

В диалоговом окне «Поиск похожих объектов» в поле «Тип объекта» отобразится тип выбранного объекта, см. Рис. 113.

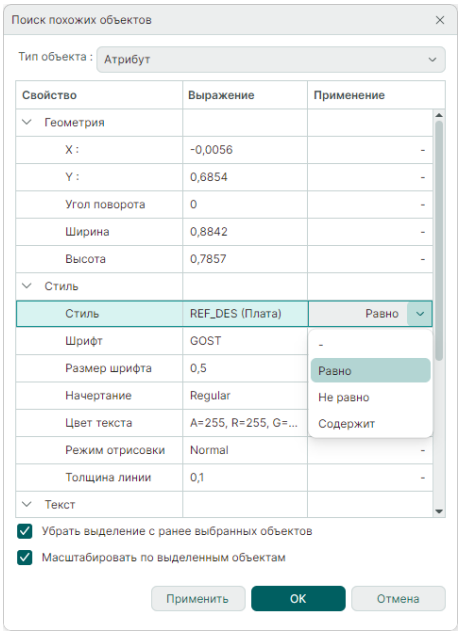


Рис. 113 Окно «Поиск похожих объектов»

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.

4.9 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. 114.

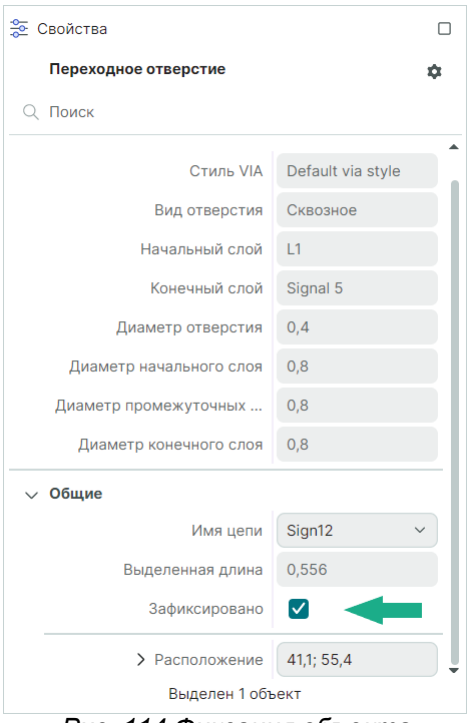


Рис. 114 Фиксация объекта

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

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

В режиме TopoR доступна гибкая фиксация цепи и гибкая фиксация проводника (от контакта до контакта), см. Рис. 115.

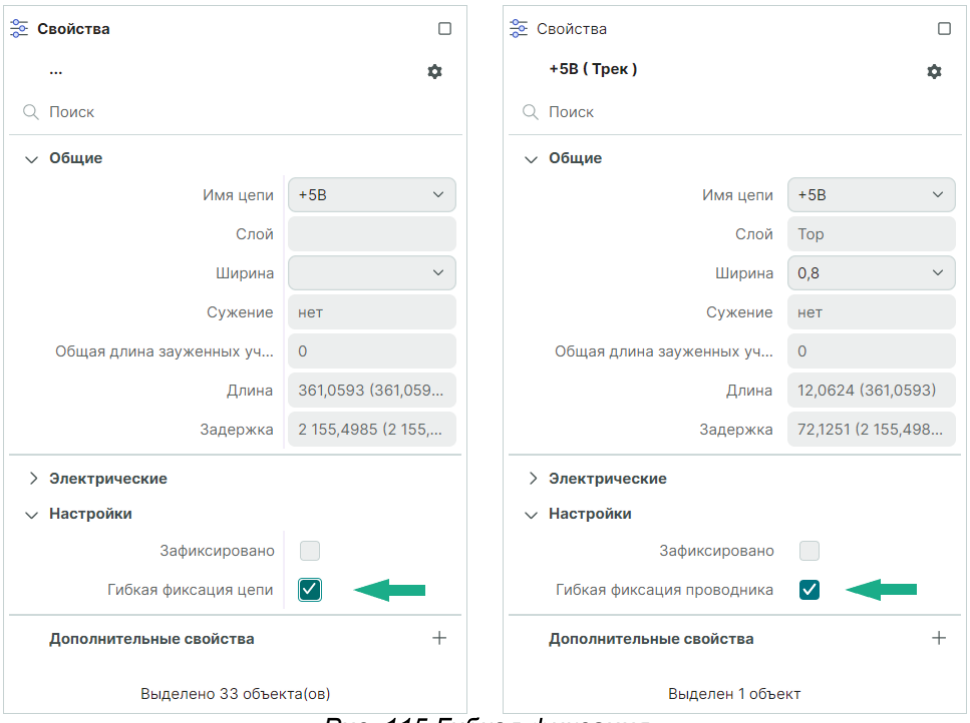


Рис. 115 Гибкая фиксация

Гибкая фиксация цепи позволяет зафиксировать топологию цепи, в том числе, расположение переходов, но не фиксирует геометрическую форму проводников.

Автотрассировщик не изменяет топологию гибко фиксированных цепей и не трассирует их до конца, если цепь разведена не полностью.

Гибкая фиксация проводника применяется к проводникам между КП, между ПО или между КП и ПО.

Точки ветвления не являются конечным пунктом для гибкой фиксации.

При автотрассировке гибкая фиксация проводника сохраняет топологию проводника и позволяет трассировать частично разведенную цепь.

Примечание! В режиме TopoR 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» → «TopoR» → «Задать гибкую фиксацию цепи».

4.10 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. 116.

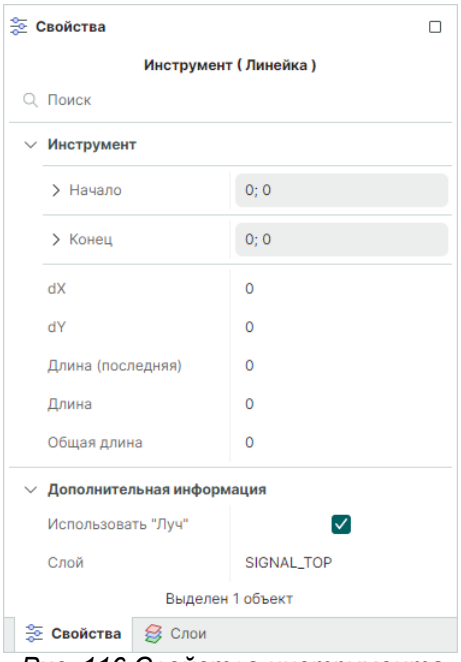


Рис. 116 Свойства инструмента «Измерить расстояние/Линейка»

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. 117.

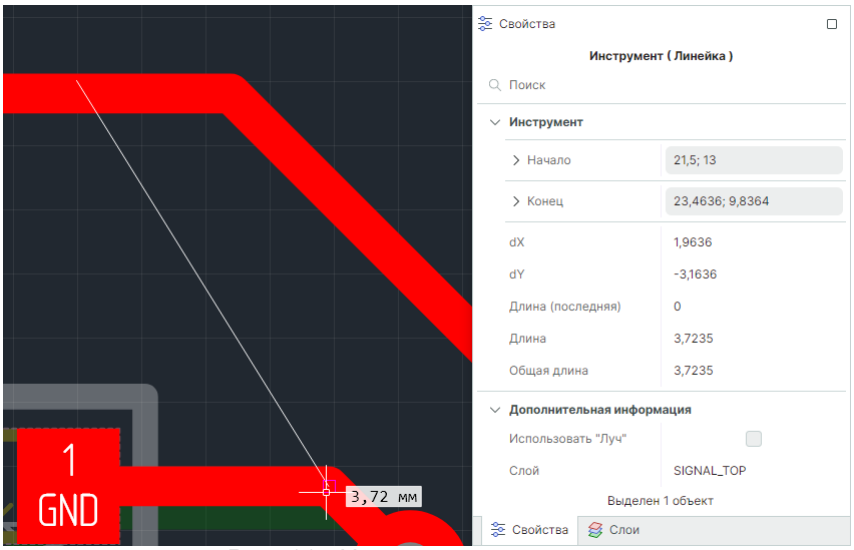


Рис. 117 Измерение расстояния

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. 118.



Рис. 118 Измерение расстояния с использованием «Луча»

Если курсор помещается внутри объекта, то инструмент «Измерить расстояние» отображает информацию о размере данного объекта, см. Рис. 119.

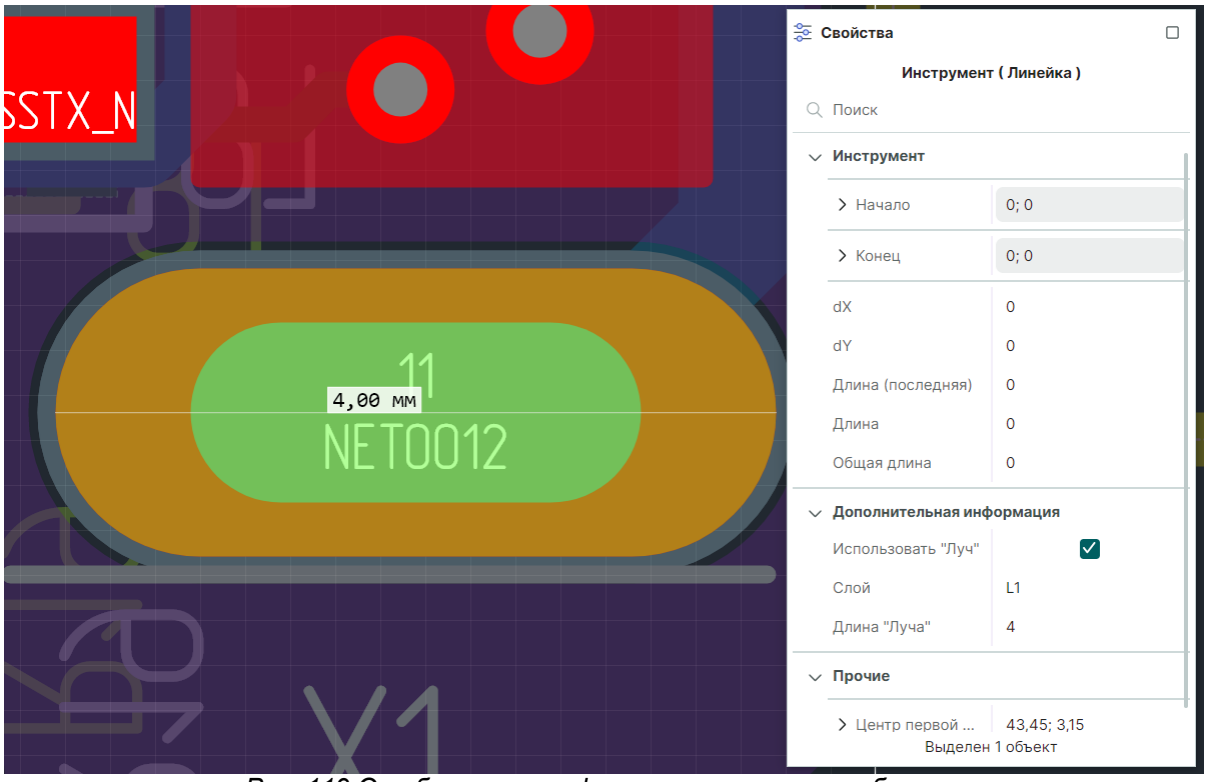


Рис. 119 Отображение информации о размерах объекта

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. 120.

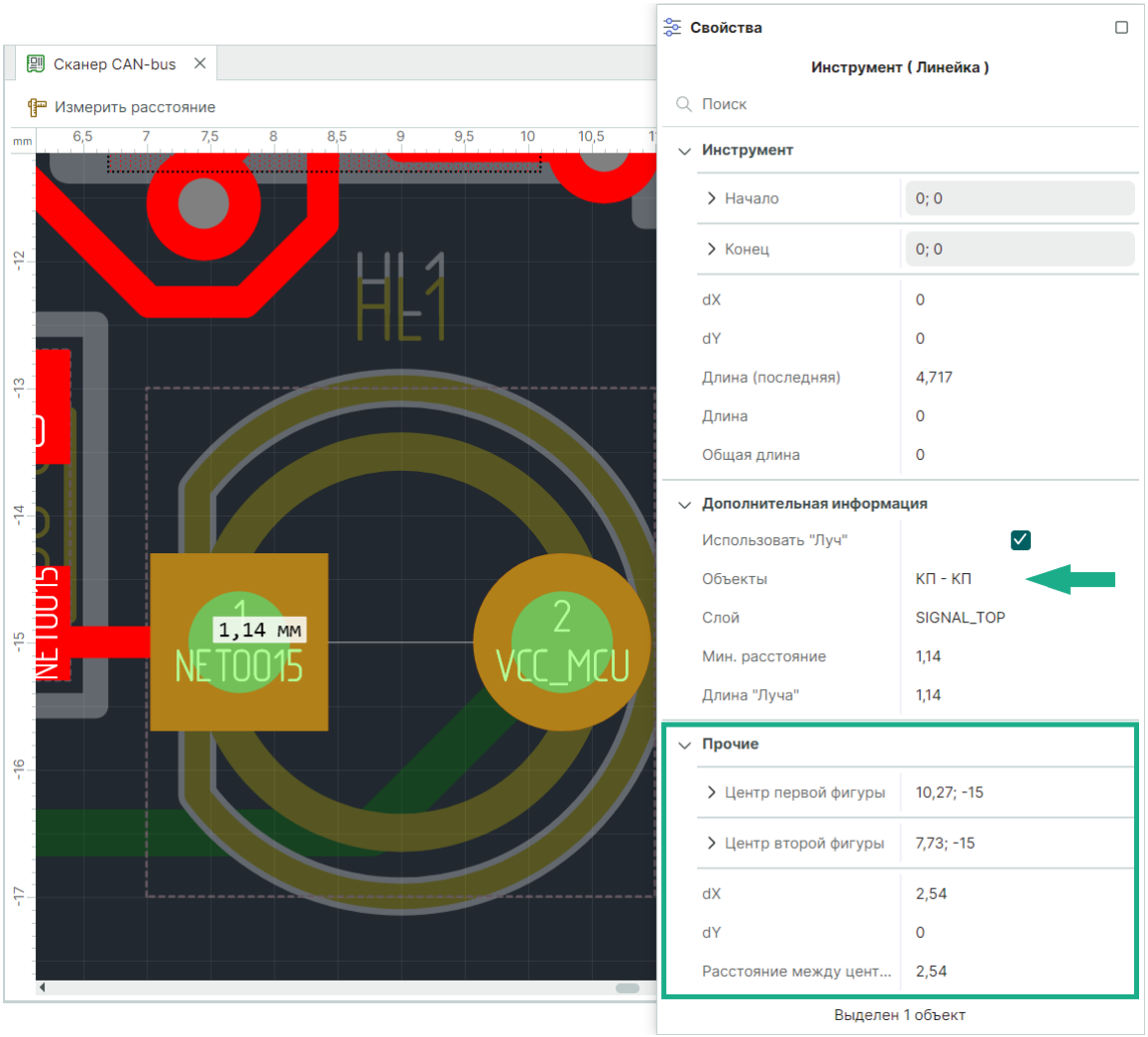


Рис. 120 Дополнительные данные об объекте при измерении расстояний

4.11 Удаление трассировки

Для удаления всех треков, переходных отверстий, медной заливки областей металлизации выбрать в главном меню «Инструменты» → «Удалить разводку», см. Рис. 121.

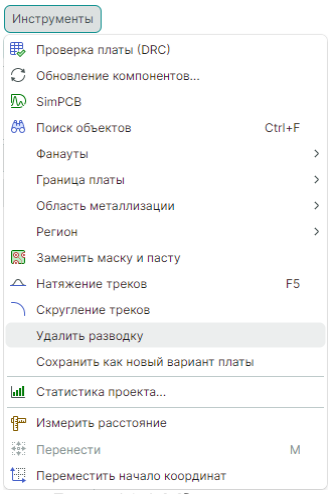


Рис. 121 Удаление трассировки

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.

4.12 Отображение треков тонкими линиями

Для включения режима отображения треков тонкими линиями перейдите в контекстное меню редактора печатной платы и выберите пункт «Показывать треки тонкими линиями», см. Рис. 122.

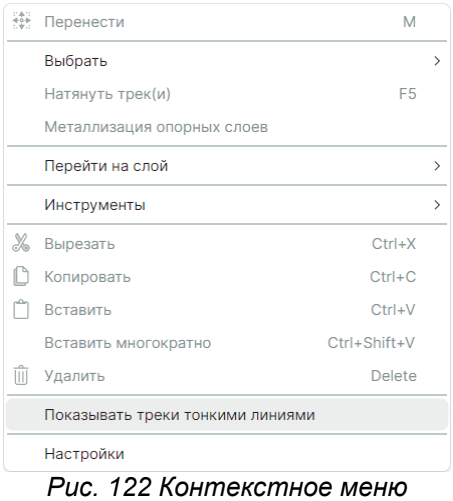


Рис. 122 Контекстное меню редактора

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

4.13 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. 123.

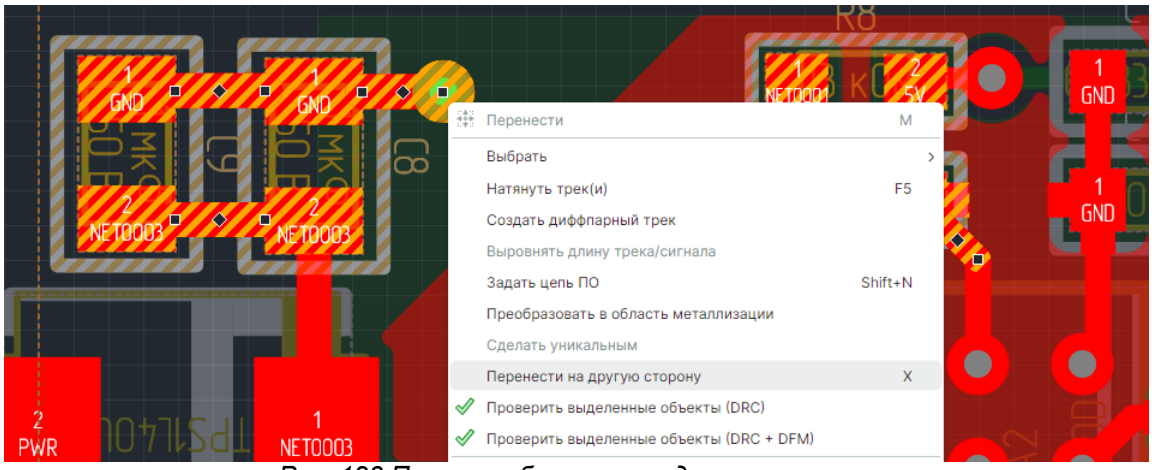


Рис. 123 Перенос объектов на другую сторону

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.

5.2 Создание границы платы с помощью инструментов задания границы

Для создания границ печатной платы реализован набор инструментов, доступный из главного меню «Инструменты» → «Граница платы», см. Рис. 124.

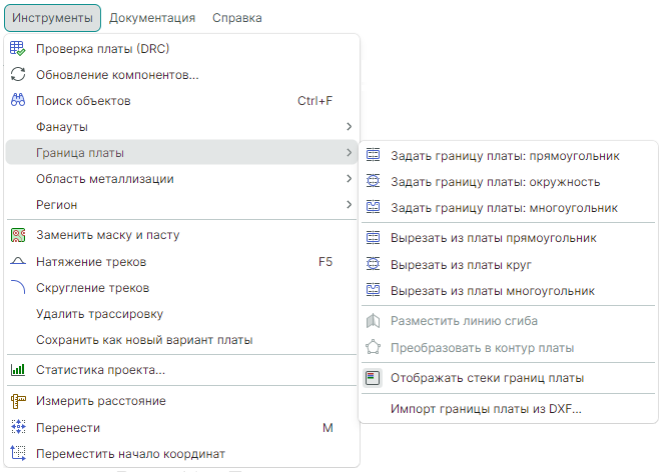


Рис. 124 Главное меню программы «Инструменты» → «Граница платы»

Также данный набор инструментов доступен на панели инструментов «Плата», см. Рис. 125.

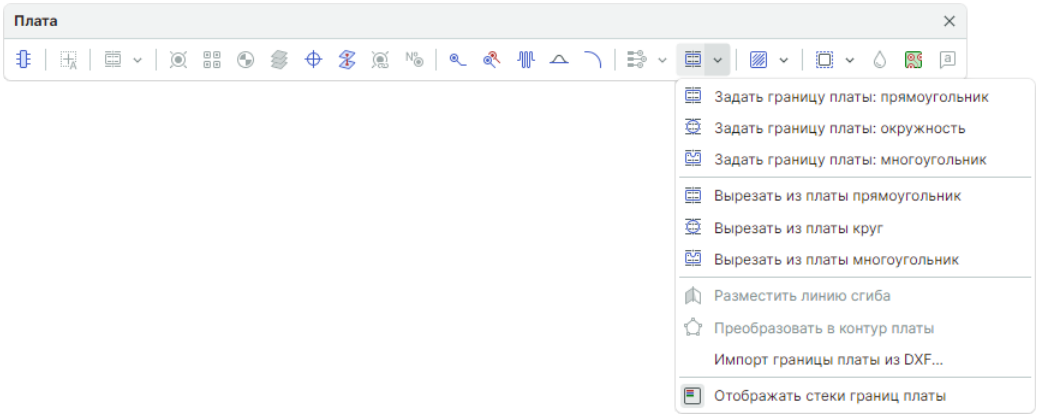


Рис. 125 Панель инструментов «Плата» → «Граница платы»

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. 126.

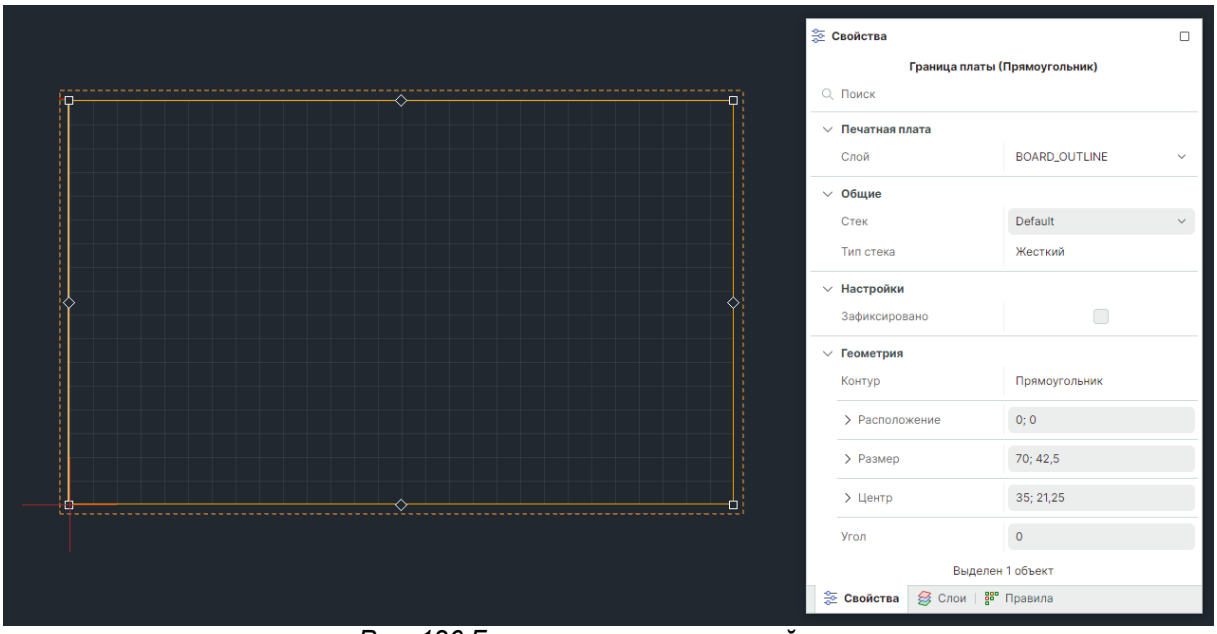


Рис. 126 Граница платы и ее свойства

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. 125.

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. 127.

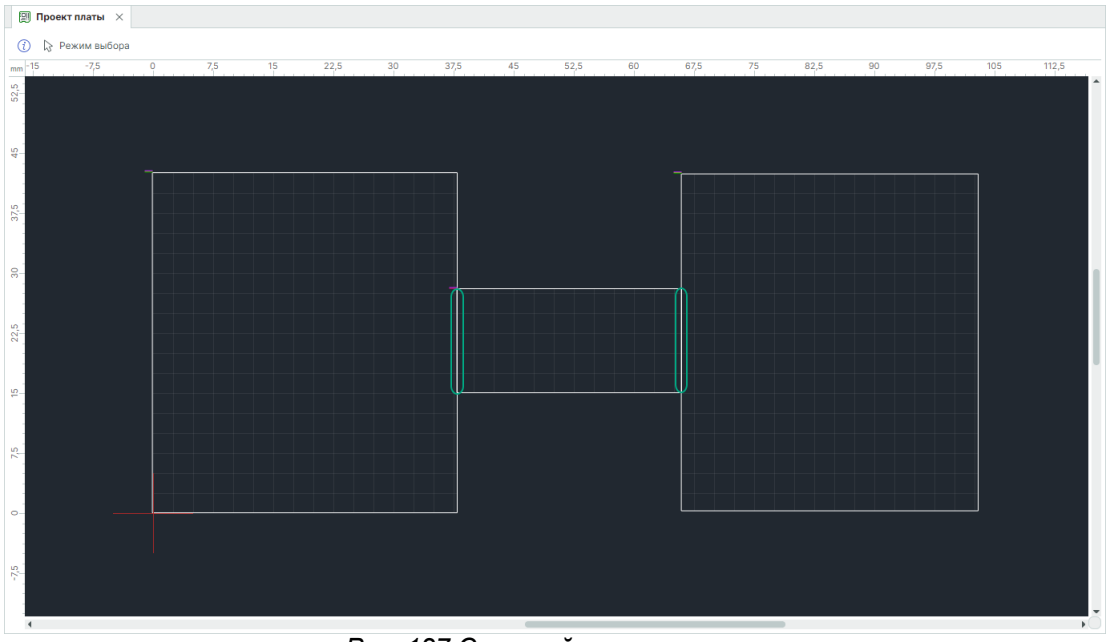


Рис. 127 Сложный контур платы

5.3 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. 128.

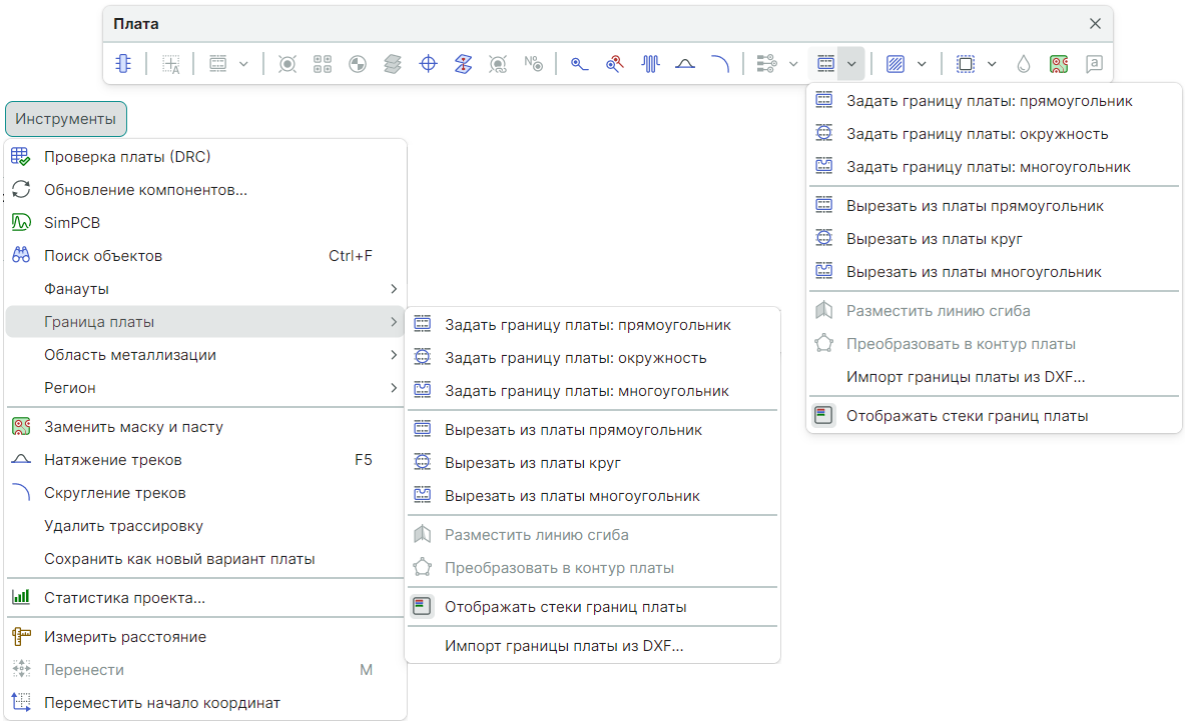


Рис. 128 Инструменты создания вырезов

Создание сложной границы печатной платы доступно при помощи графических инструментов.

5.4 Создание границы платы 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. 129.

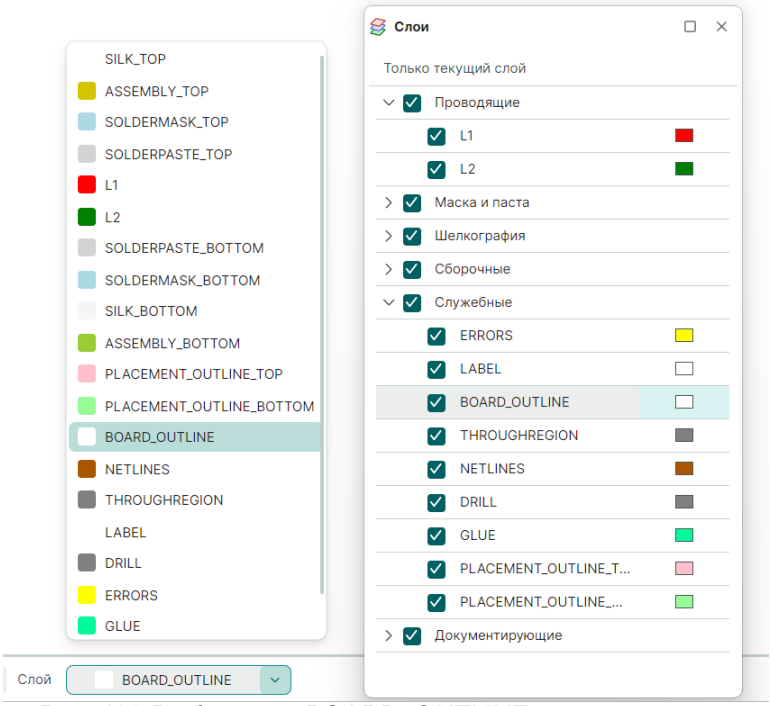


Рис. 129 Выбор слоя BOARD_OUTLINE текущим слоем

2. Постройте замкнутый контур, используя инструменты графического редактора, см. Рис. 130.

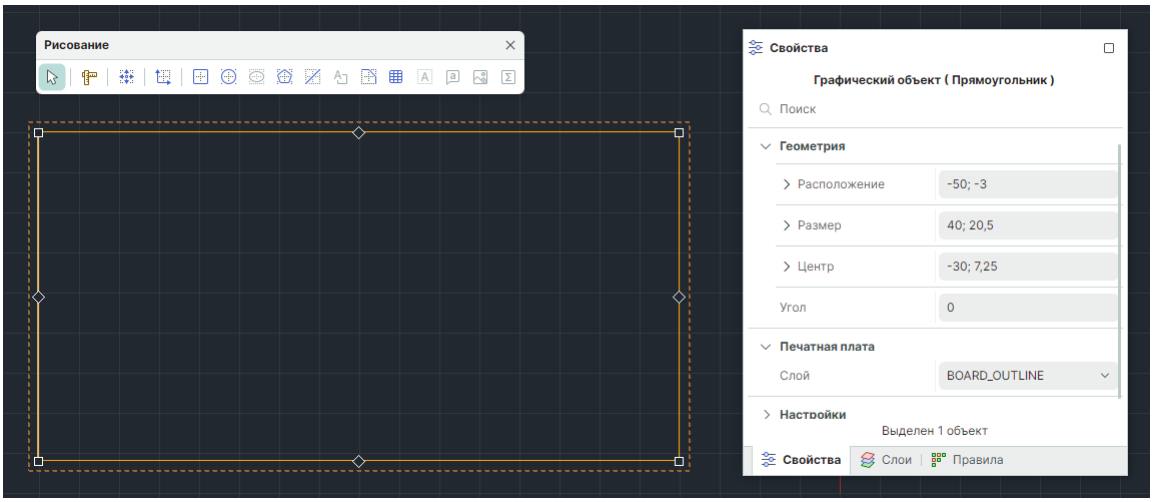


Рис. 130 Создание границ платы графическими инструментами

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 соответствующей группе «Свойства» → «Геометрия», см. правую часть Рис. 131.

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

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

Подгруппа «Центр» содержит параметры центра геометрического объекта.

Подгруппа «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. 131.

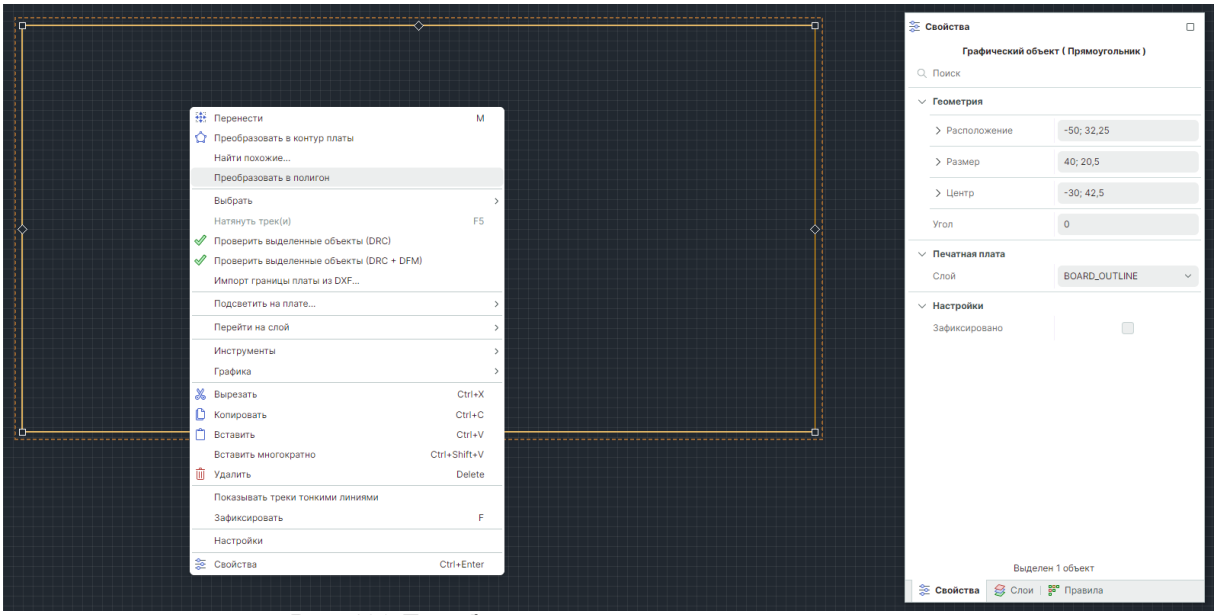


Рис. 130 Преобразование прямогольника в полигон

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. 132.

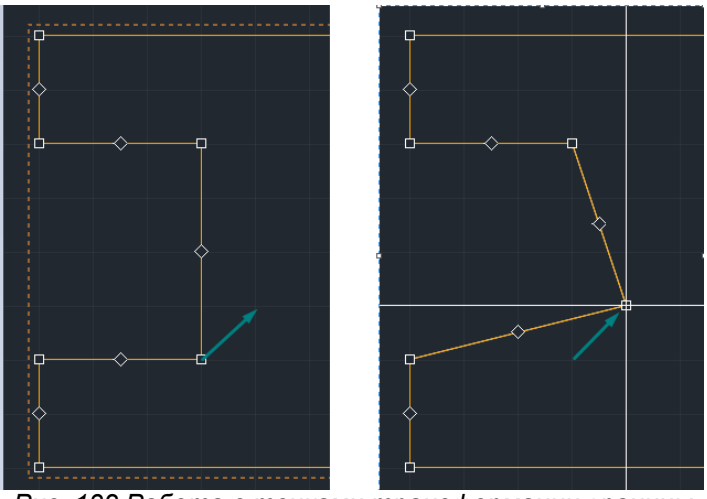


Рис. 132 Работа с точками трансформации границы отрезка

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. 133.

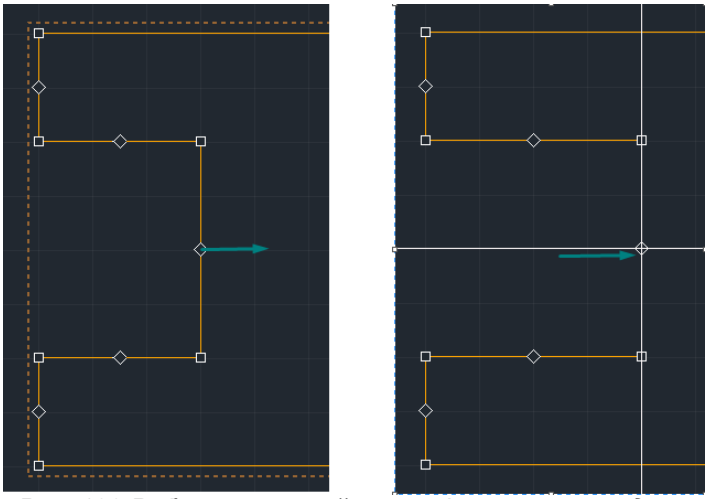


Рис. 133 Работа с точкой трансформации середины отрезка

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. 134.

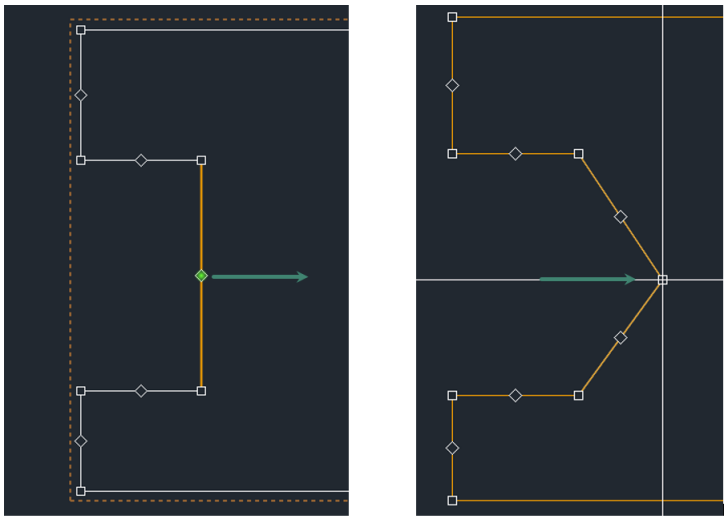


Рис. 134 Работа с точкой трансформации середины отрезка и клавишей «Ctrl»

При перемещении одной точки на границе отрезка с горячей клавишей «Ctrl» в другую, возможно их объединение и перестроение двух сегментов в один, см. Рис. 135.

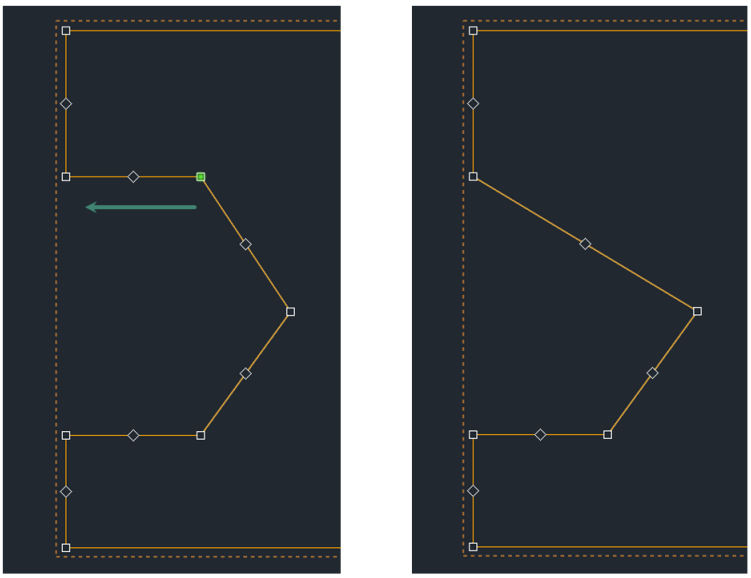


Рис. 135 Работа с точкой трансформации границы отрезка и клавишей «Ctrl»

Редактирование геометрии отрезков возможно через панель «Свойства», см. Рис. 136.

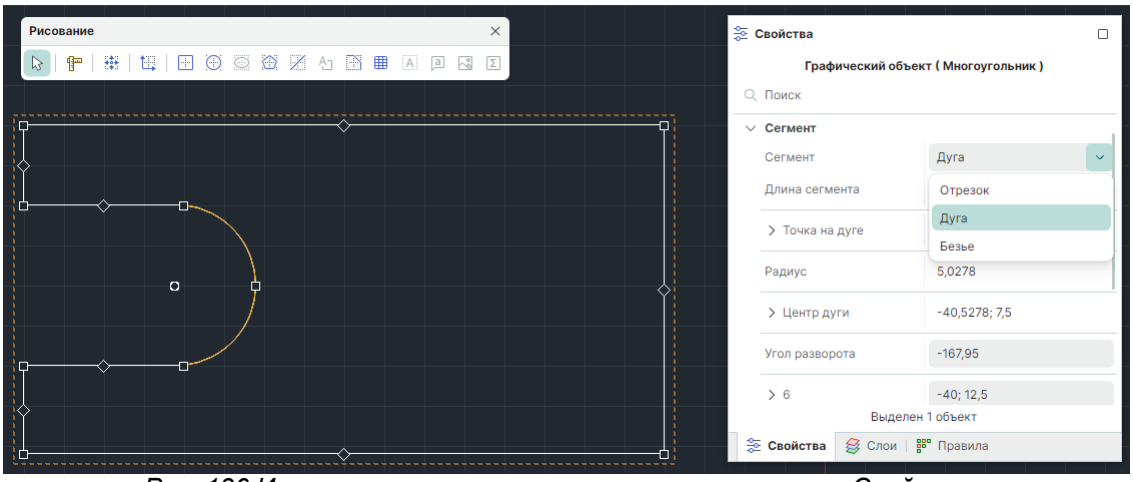


Рис. 136 Изменение геометрии отрезка через панель «Свойства»

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. 137.

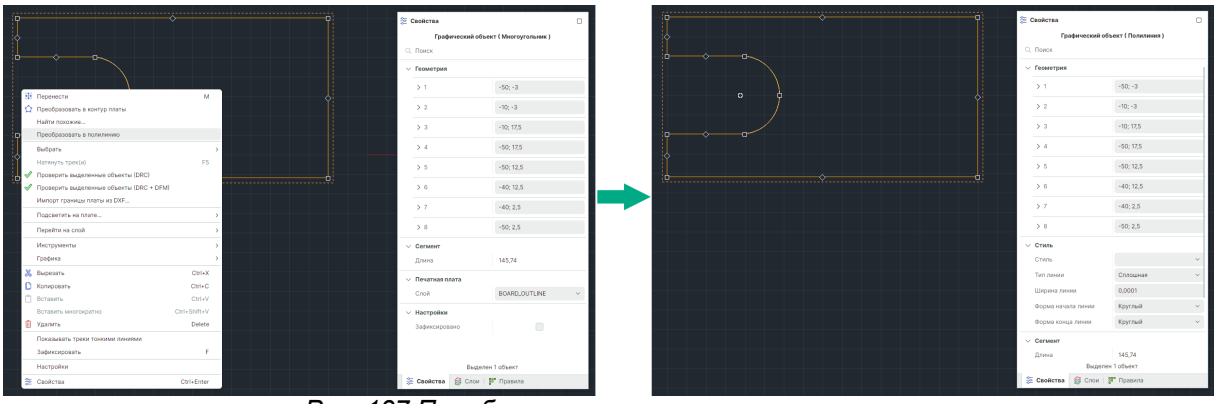


Рис. 137 Преобразование полигона в полилинию

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 контекстное меню «Преобразовать в контур платы», см. Рис. 138.

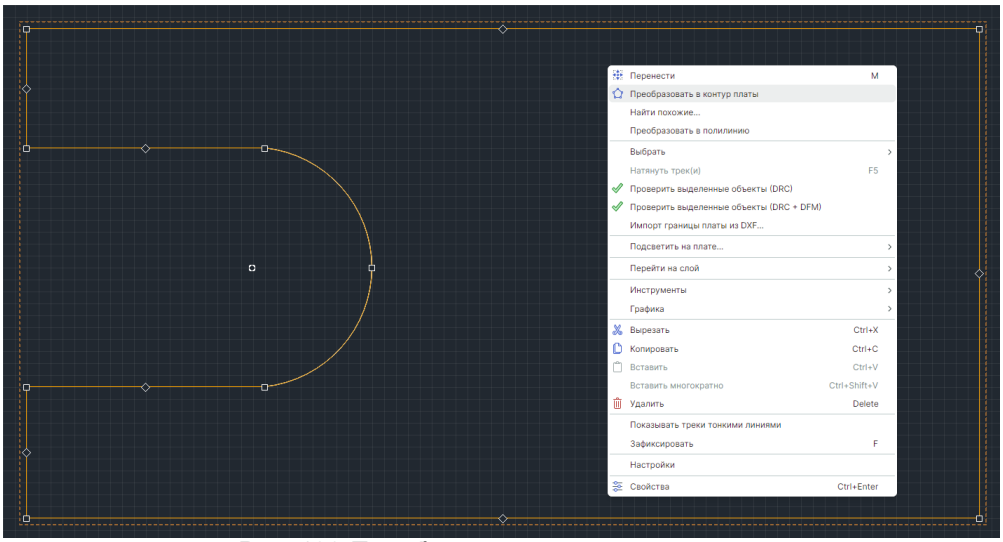


Рис. 138 Преобразование в контур платы

5.5 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. 139.

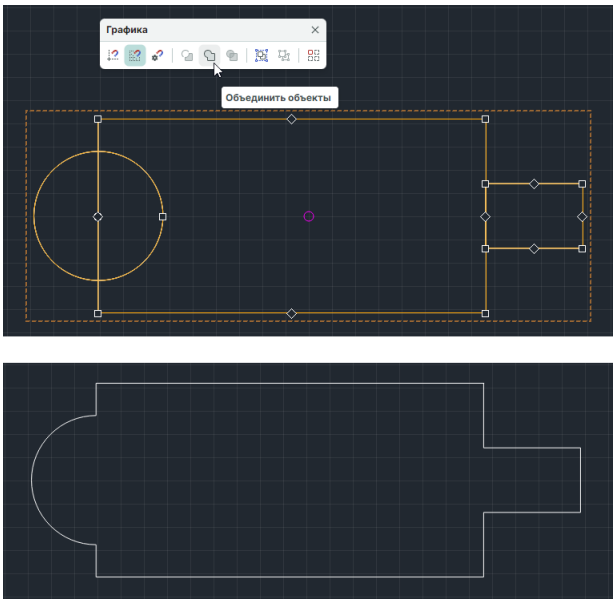


Рис. 139 Работа инструмента «Объединить объекты»

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. 140.

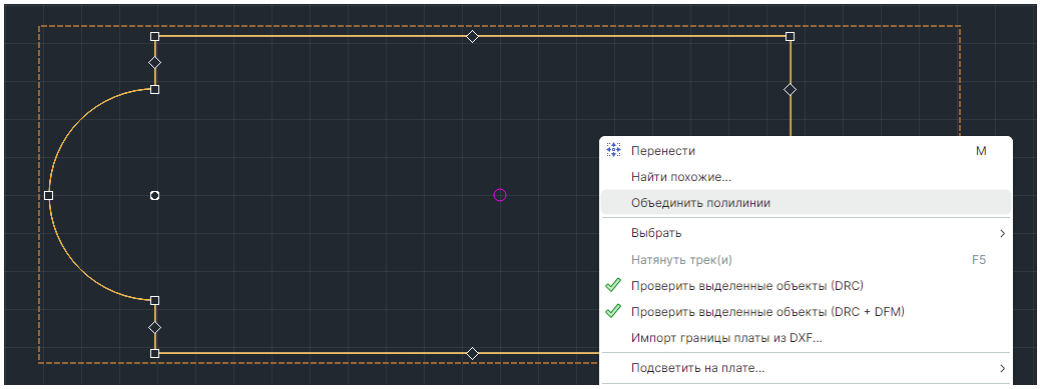


Рис. 140 Объединение полилиний

7. Преобразуйте объединенную полилинию в полигон инструментом «Преобразовать в полигон» из контекстного меню , см. Рис. 141.

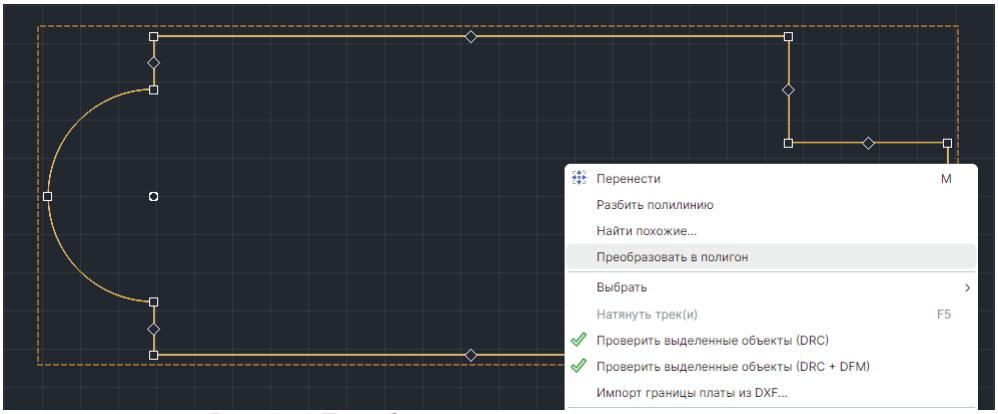


Рис. 141 Преобразование полилинии в полигон

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. 142. Использование данного инструмента возможно только при работе с двумя графическими объектами.

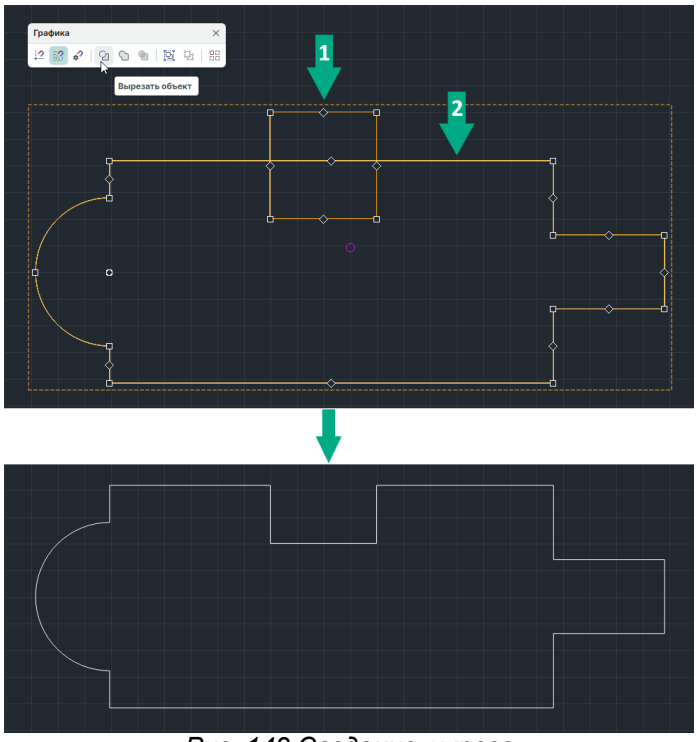


Рис. 142 Создание выреза

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.

5.6 Импорт границ платы

Границы платы могут быть импортированы из следующих источников:

- из 3D модели, файла стандарта IDF;
- из 2D модели, файла формата *.DXF.

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 предопределенном 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 треков (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. 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. 143.

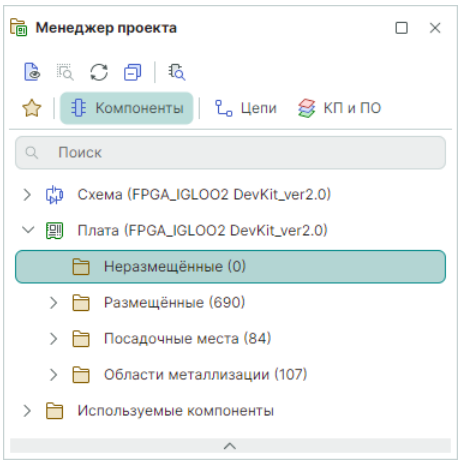


Рис. 143 Панель «Менеджер проекта». Неразмещенные компоненты

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. 144.

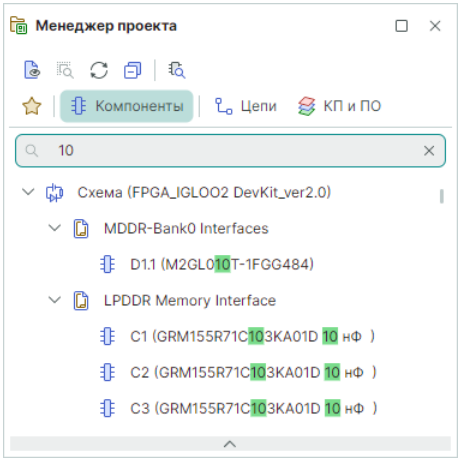


Рис. 144 Поиск и фильтрация компонентов

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 неразмещенных 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 Выбор группы компонентов.

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. 145. Подробнее см. раздел Настройки проверок.

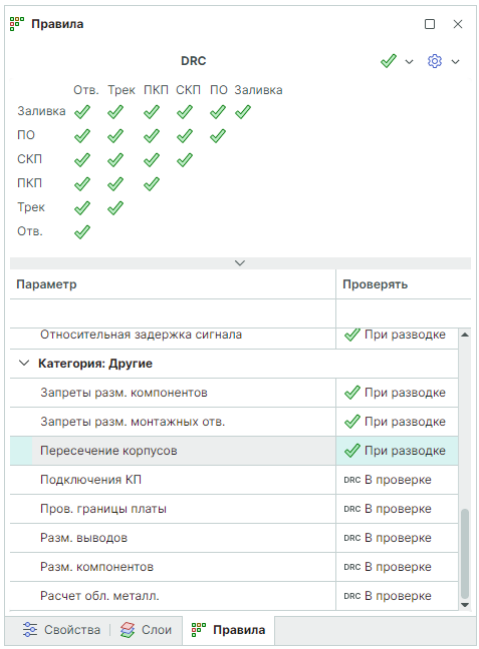


Рис. 145 Включение контроля пересечения границ корпусов компонентов

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. 146.

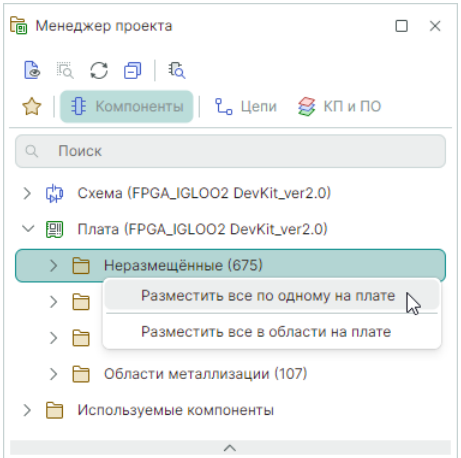


Рис. 146 Начало одиночного размещения

3. Переместите курсор в рабочую область, при этом на плате будет отображен вид посадочного места, см. Рис. 147.

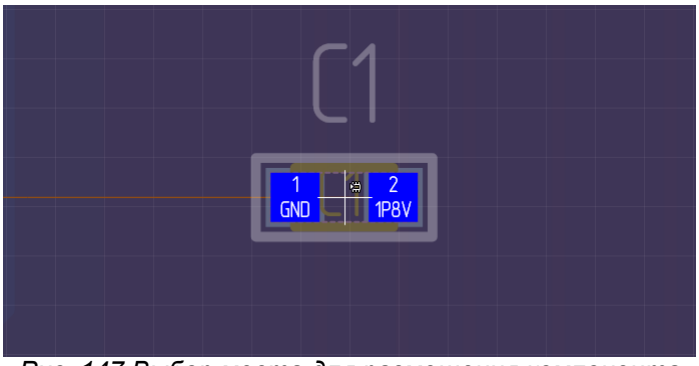


Рис. 147 Выбор места для размещения компонента

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

7.2.2 Групповое размещение

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. 148.

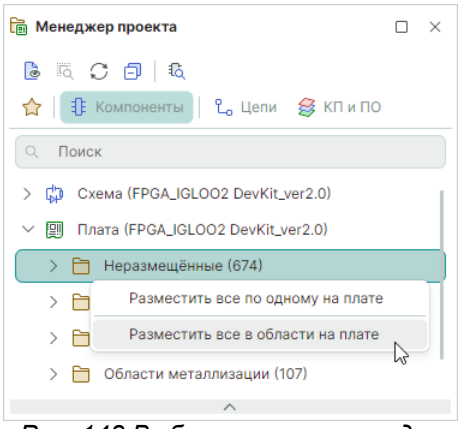


Рис. 148 Выбор компонентов для размещения

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. 149. При выборе нескольких листов одновременно команды размещения компонентов недоступны.

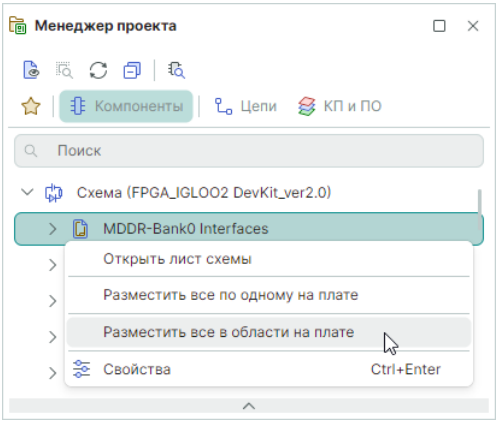


Рис. 149 Выбор компонентов, расположенных на листе схемы

Также лист можно раскрыть и с помощью клавиш «Ctrl» и «Shift» выбрать в рамках одного листа нужную группу компонентов, см. Рис. 150. Если в выбранную группу вошел один или нескольких блоков, то в группе для размещения окажутся все компоненты выбранных блоков.

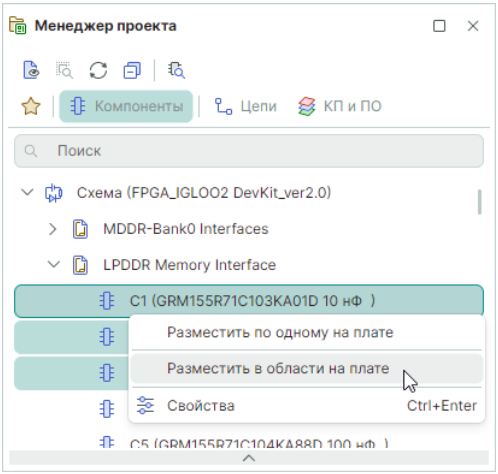


Рис. 150 Выбор группы в рамках

Групповое размещение не будет доступно, если одновременно выбраны:

- Блок(и) и компоненты вне блока, см. Рис. 151.

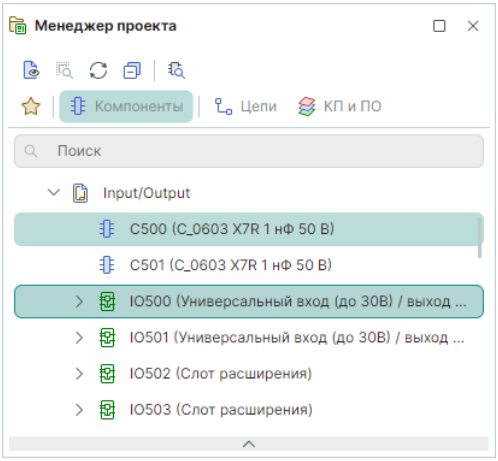


Рис. 151 Блок и компоненты вне блока

- Компонент внутри блока и вне блока, см. Рис. 152.

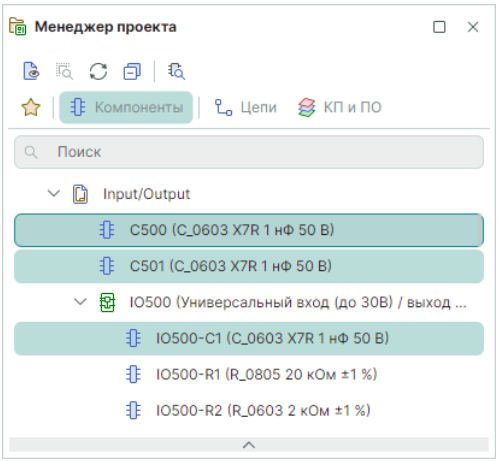


Рис. 152 Компоненты вне блока и внутри блока

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. 153.

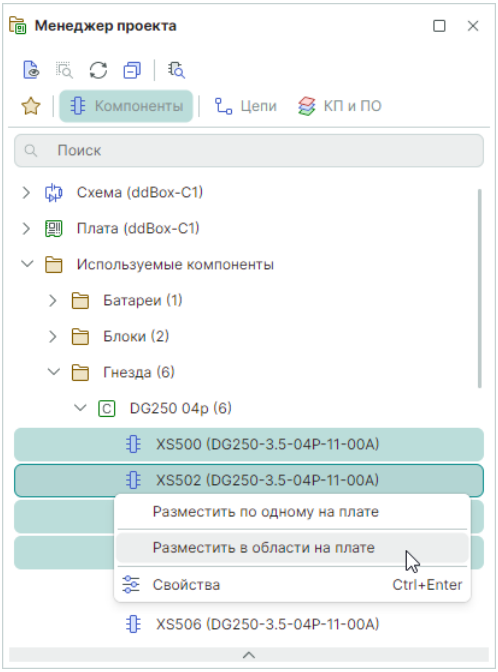


Рис. 153 Выбор группы радиодеталей компонента

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. 154. При этом система откроет плату проекта в редакторе печатных плат.

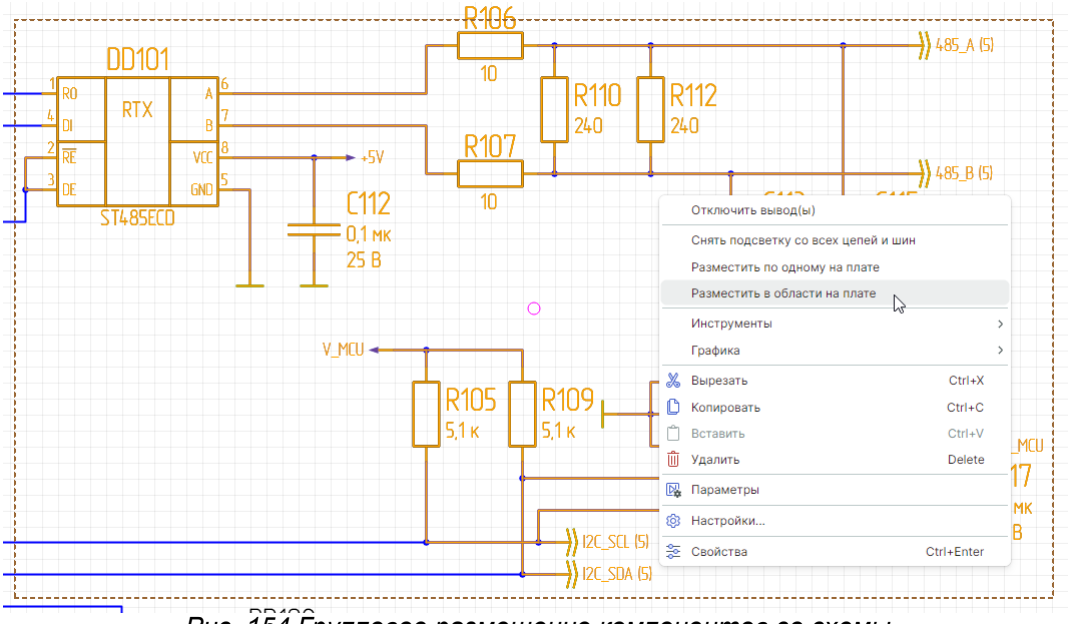


Рис. 154 Групповое размещение компонентов со схемы

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. 155.

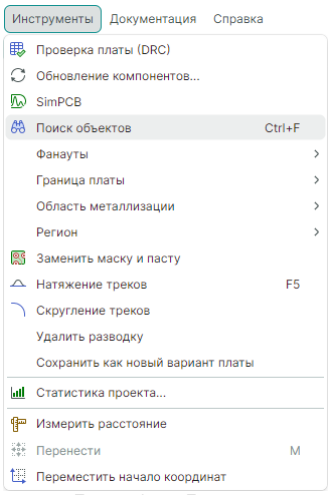


Рис. 155 Вызов инструмента «Поиск объектов»

2. Снимите все отметки в строке фильтра колонки «Размещено», чтобы отобразить только неразмещенные компоненты, см. Рис. 156.

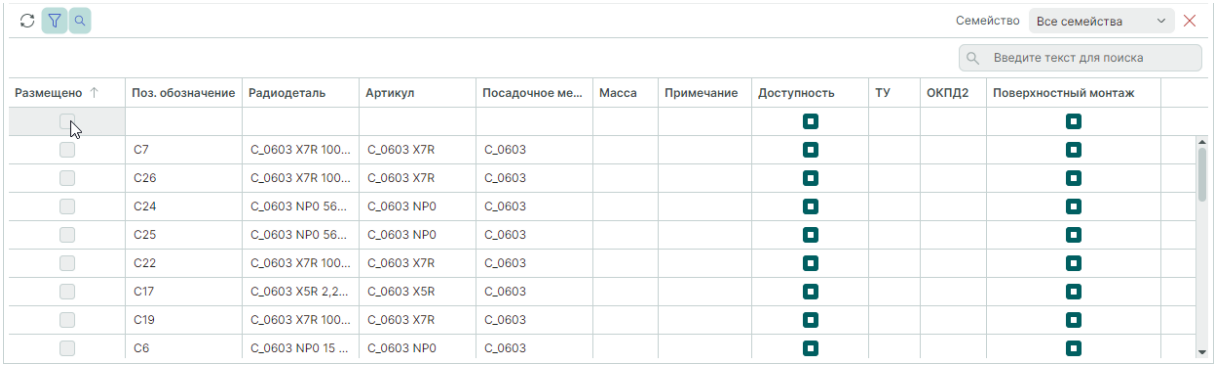


Рис. 156 Отображение неразмещенных компонентов

3. Выберите компоненты.

4. Вызовите контекстное меню и выберите одну из команд группового размещения, см. Рис. 157.

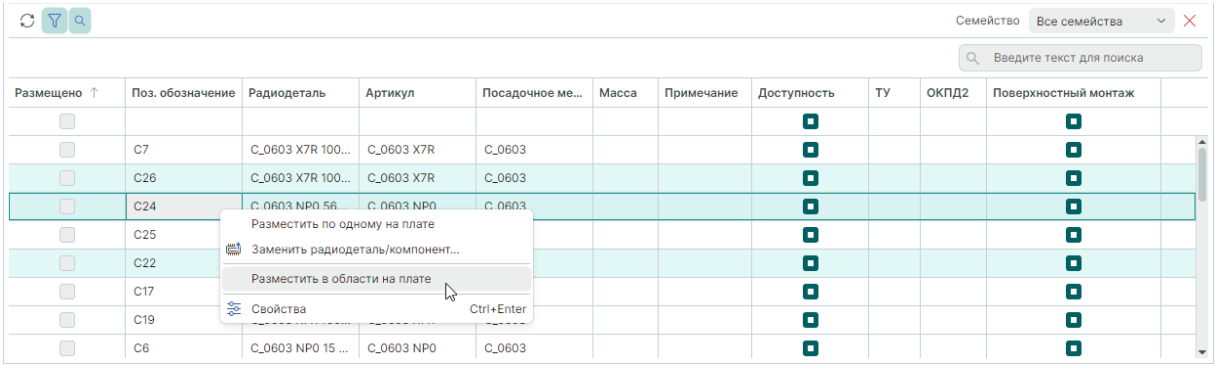


Рис. 157 Выбор группы компонентов для размещения на плате

7.2.3 Групповое 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. 158.

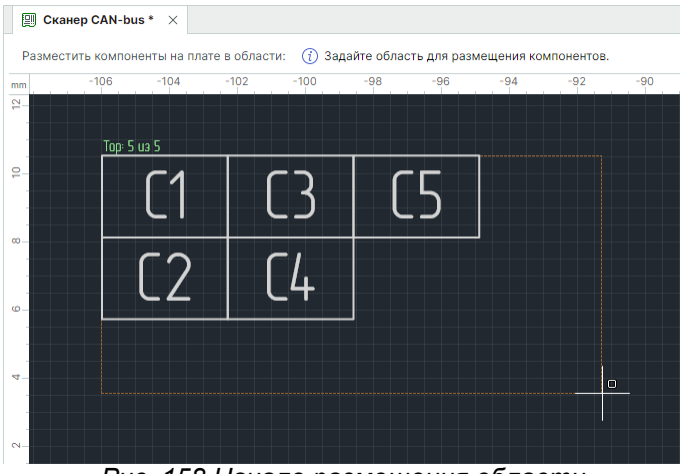


Рис. 158 Начало размещения области

Изменить отступы можно во время создания области размещения, используя горячие клавиши «+» и «-», или с помощью команд контекстного меню, Рис. 159. По умолчанию шаг изменения отступа равен 0,2 мм.

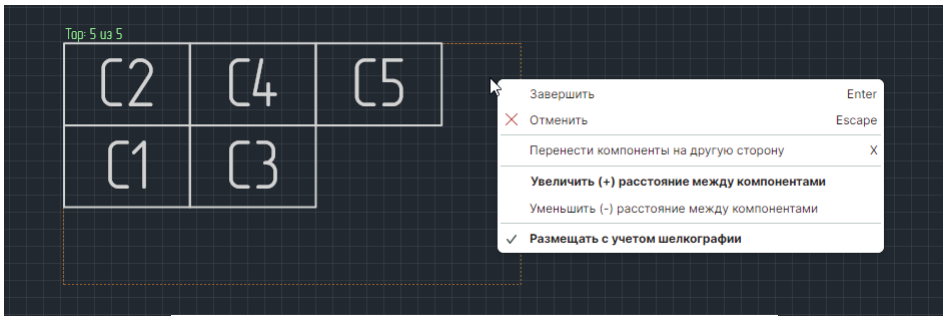


Рис. 159 Контекстное меню инструмента

Для размещения компонентов в выбранной области нажмите левую кнопку мыши, см. Рис. 160.

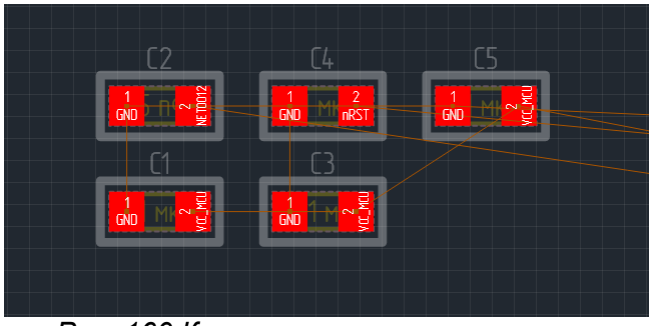


Рис. 160 Компоненты, размещенные в области

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.

Для инструмента «Разместить в области на плате» доступны настройки, см. Рис. 161:

- «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).

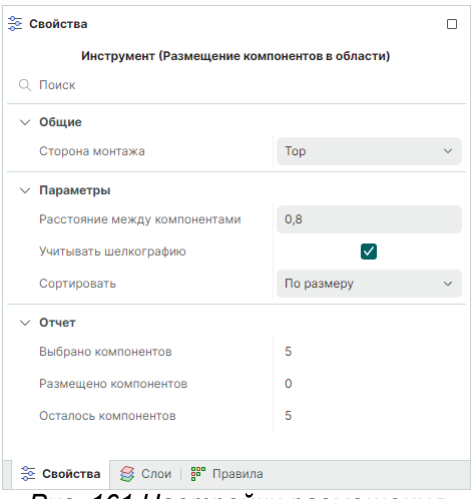


Рис. 161 Настройки размещения компонентов в области

7.2.4 Групповое 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.

7.2.5 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. 162. По умолчанию для переноса на другую сторону и поворота посадочного места заданы клавиши «X», «R», «Shift+R».

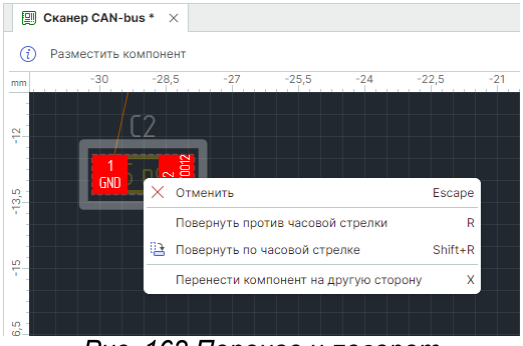


Рис. 162 Перенос и поворот посадочного места

Также перенос на другую сторону доступен из панели «Свойства» в выпадающем меню «Сторона монтажа», см. Рис. 163.

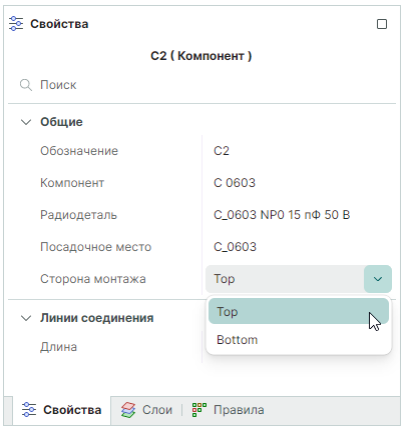


Рис. 163 Выбор стороны монтажа

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. 164.

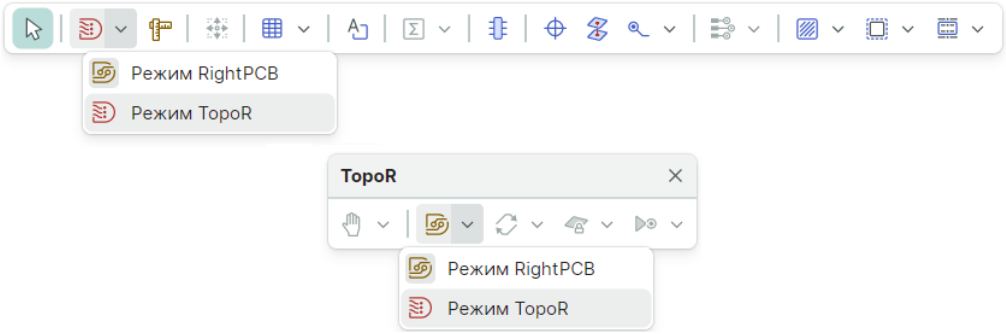


Рис. 164 Переход в режим «ТороR»

Запуск процедуры авторазмещения компонентов производится из главного меню «ТороR» → «Авторазмещение компонентов», см. Рис. 165.

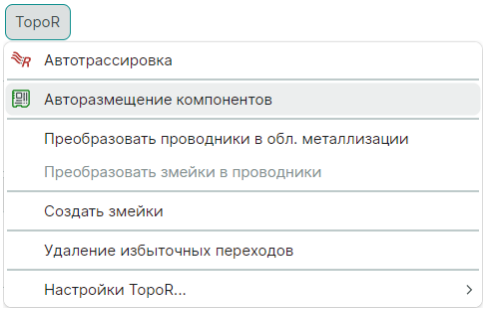


Рис. 165 Запуск процедуры авторазмещения

В открывшемся окне «Автоматическое размещение компонентов» до запуска процедуры расстановки компонентов присутствует одна вкладка — «Главная», см. Рис. 166.

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.

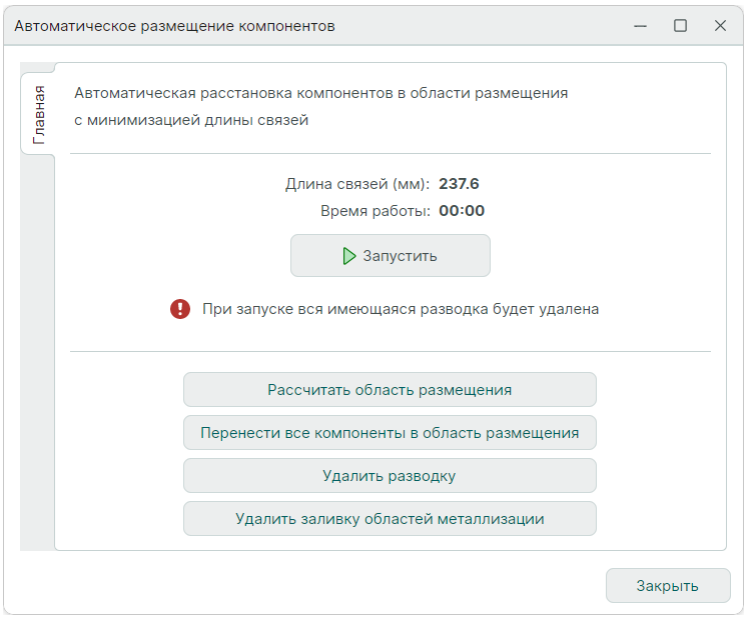


Рис. 166 Окно «Автоматическое размещение компонентов»

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. 167.

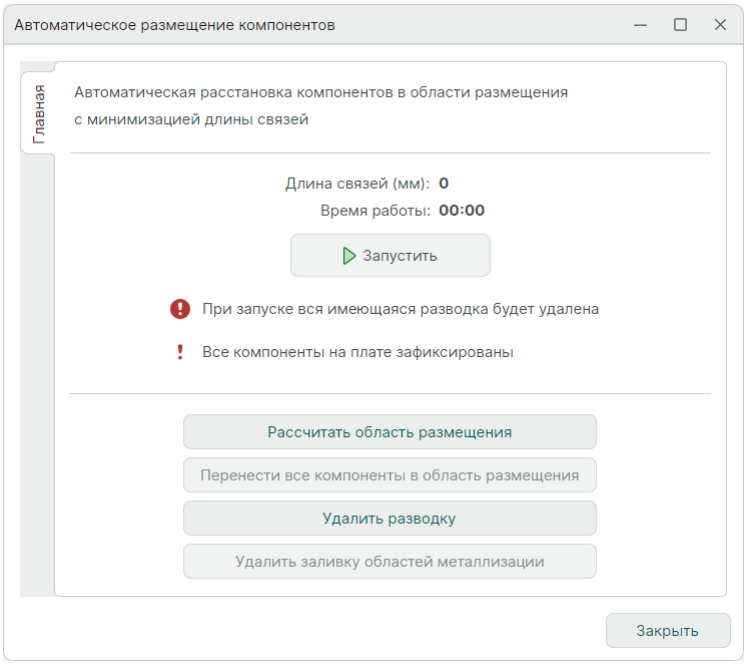


Рис. 167 Возможные предупреждения

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. 168.

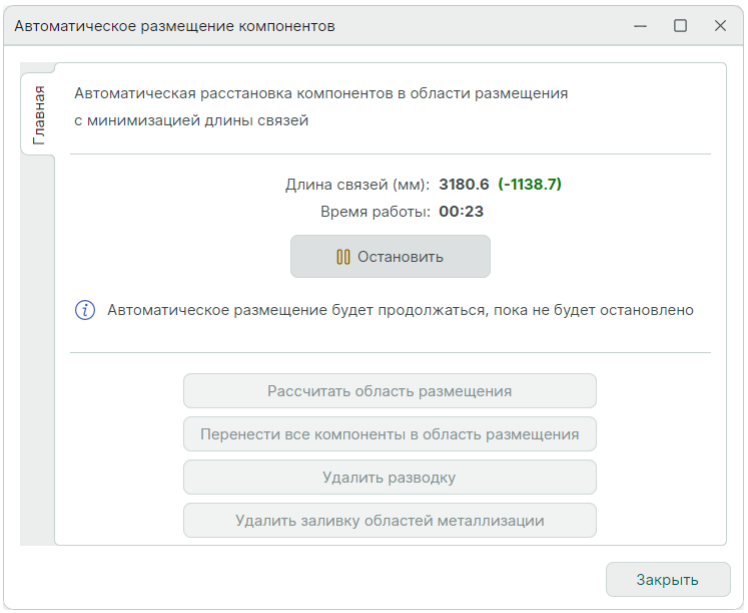


Рис. 168 Запуск авторазмещения компонентов

Остановка производится с помощью кнопки «Остановить». После остановки работы инструмента в окне отобразиться 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. 169.

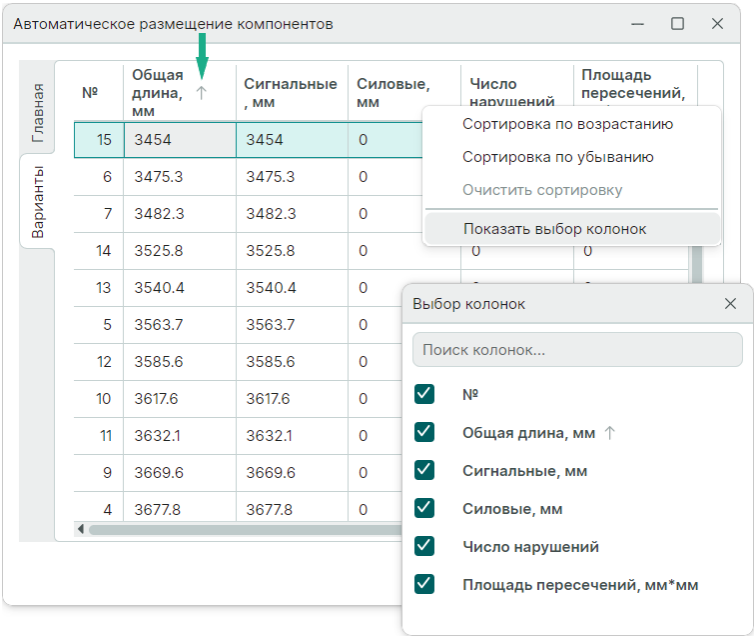


Рис. 169 Сортировка вариантов размещения и выбор колонок

При выделении нужного варианта во вкладке «Варианты» в редакторе плат будет отображен соответствующий вариант размещения, см. Рис. 170.

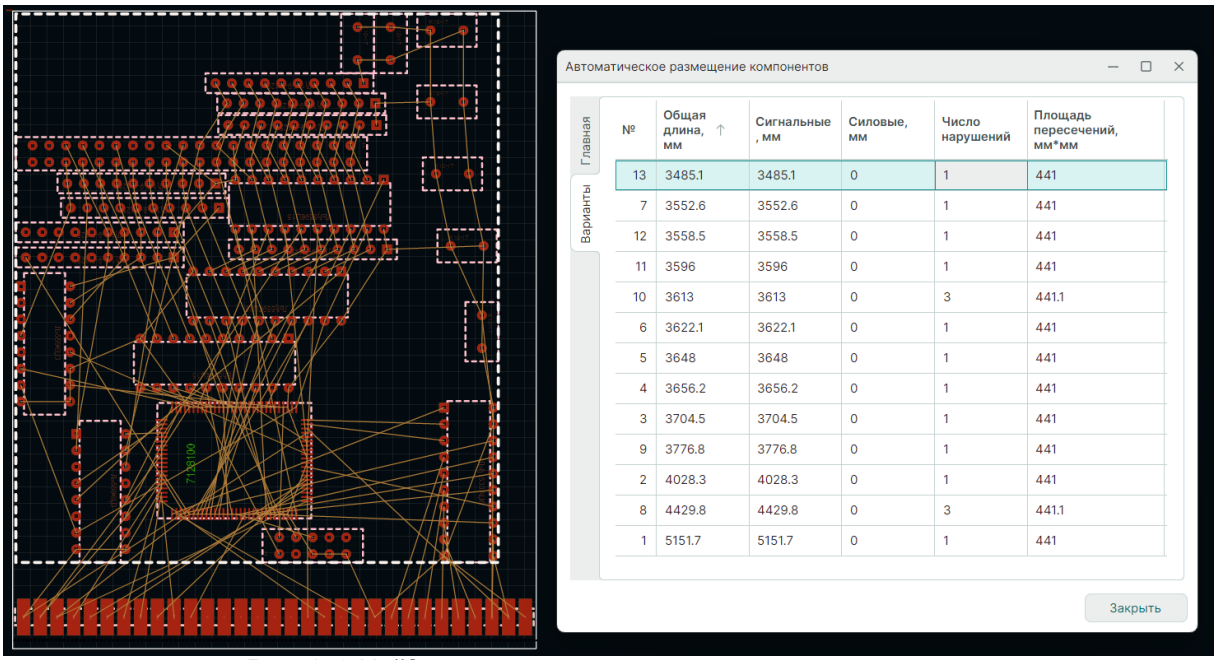


Рис. 170 Найденные варианты размещения компонентов

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

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

или до запуска процедуры, то никакого дополнительного запроса отображено не будет, см. Рис. 171.

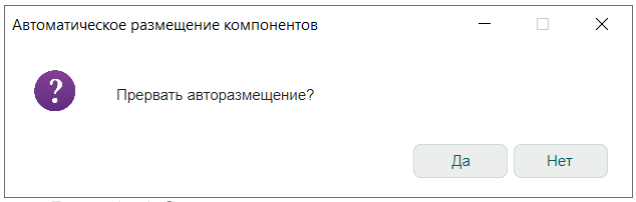


Рис. 171 Запрос о прерывании размещения

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 находится 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 панели «Свойства» → «Радиодеталь» → «Посадочное место», выберите нужное посадочное место из выпадающего меню, см. Рис. 172.

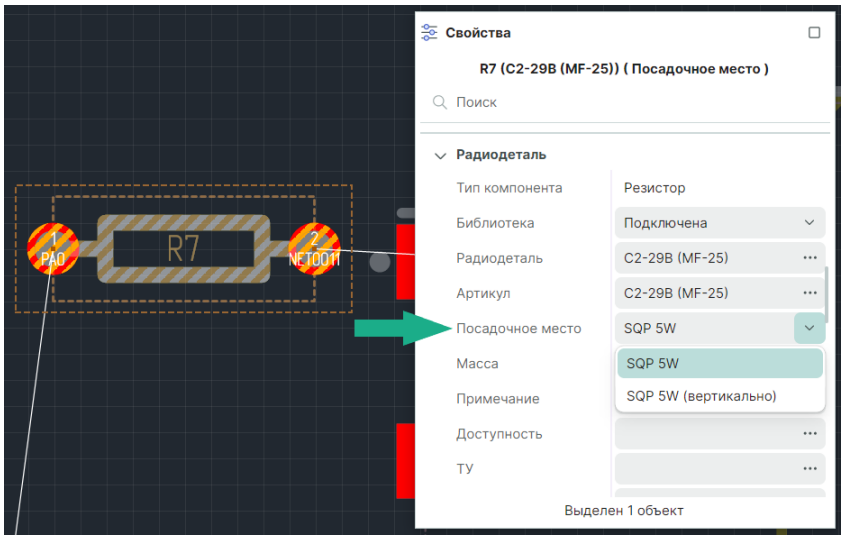


Рис. 172 Выбор посадочного места

2. Посадочное место компонента будет изменено, см. Рис. 173.

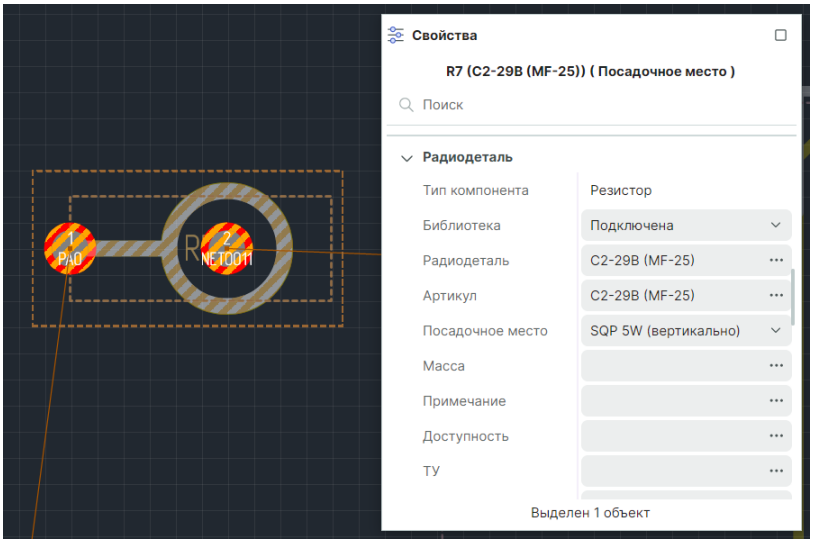


Рис. 173 Измененное посадочное место

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 визуально 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. 174.

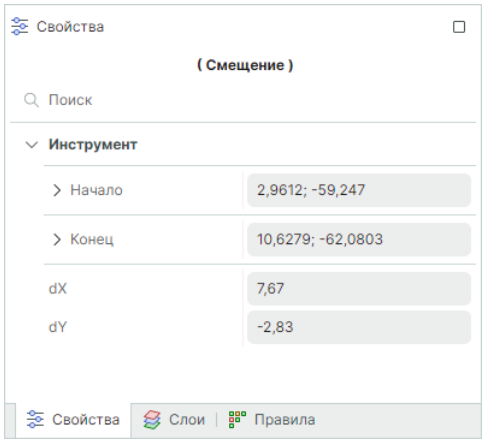


Рис. 174 Информация о смещении

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. 175. Пункт

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

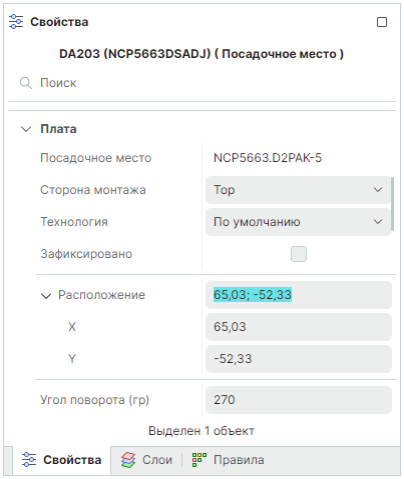


Рис. 175 Ввод координат для перемещения посадочного места

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 (компонентном), 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 плате в рамках одного конкретного проекта, см. Рис. 176.



Рис. 176 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 группы «Атрибуты» в панели «Свойства», см. Рис. 177. Атрибут, который отмечен флагом, будет отображен на плате.



Рис. 177 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. 178.

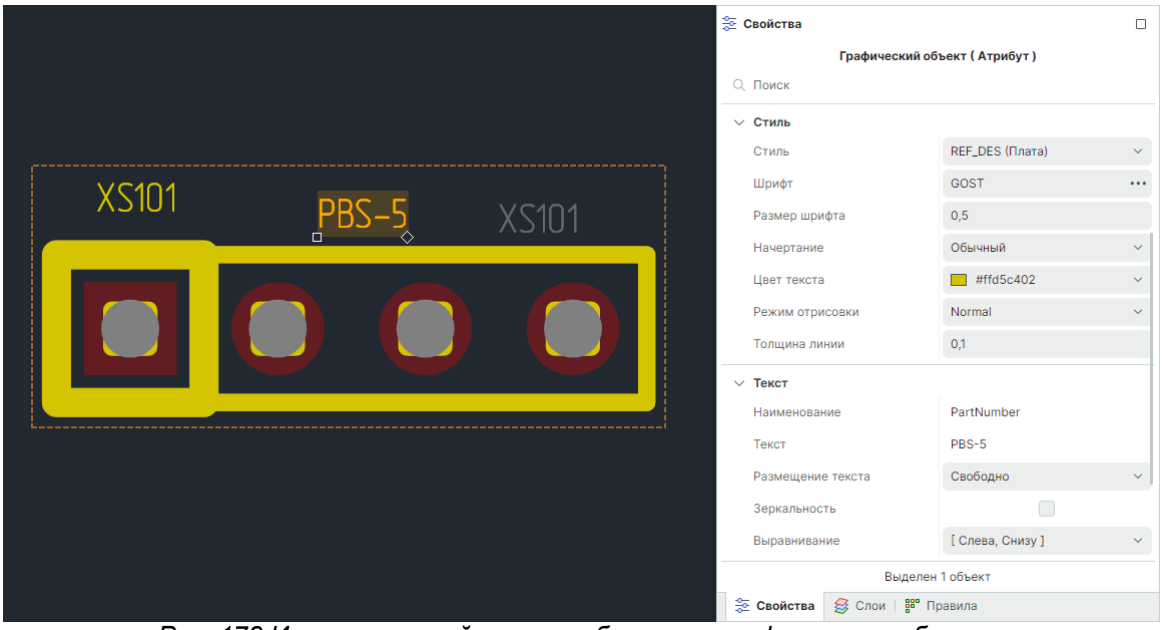


Рис. 178 Изменение свойств атрибута как графического объекта

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. 179.

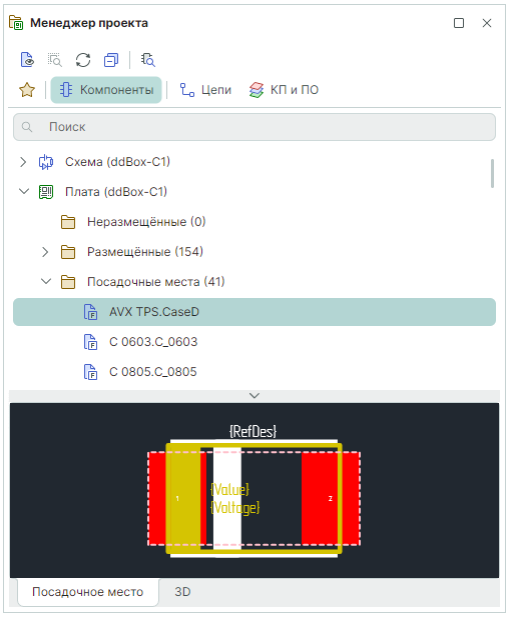


Рис. 179 Посадочные места в панели «Менеджер проекта»

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. 180.

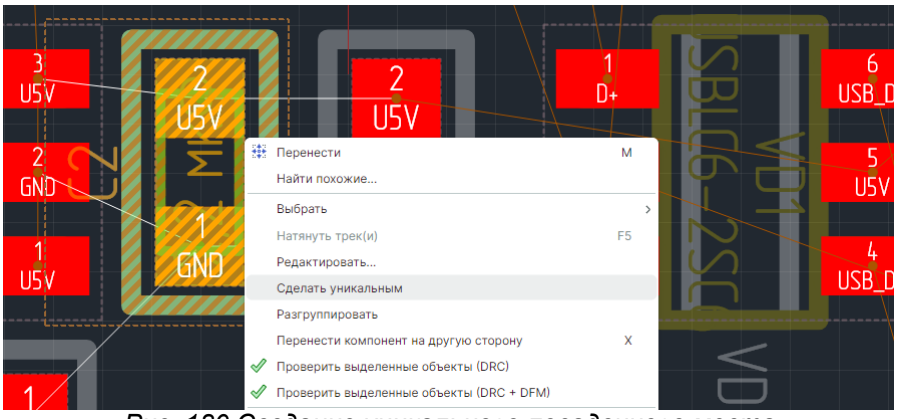


Рис. 180 Создание уникального посадочного места

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. 181.

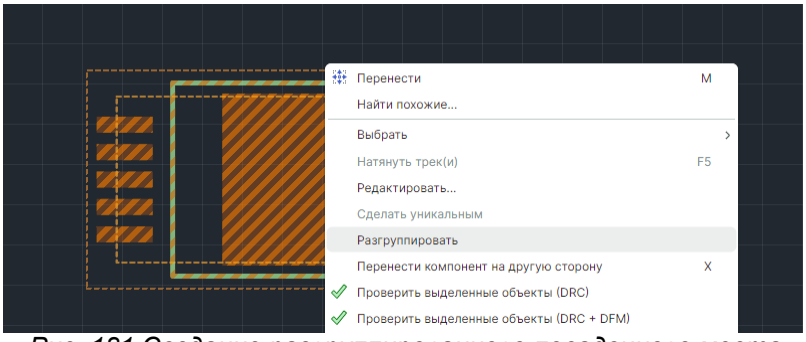


Рис. 181 Создание разгруппированного посадочного места

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. 182.

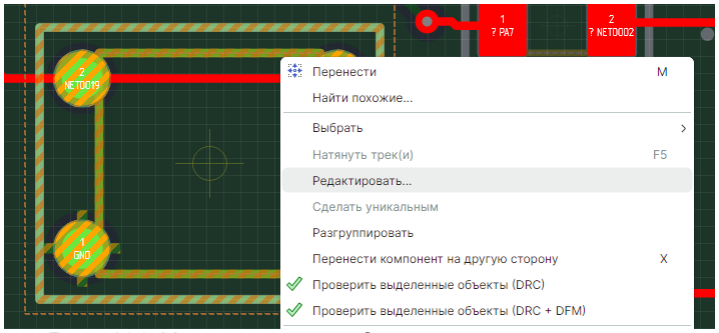


Рис. 182 Изменение посадочного места на плате

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. 183.

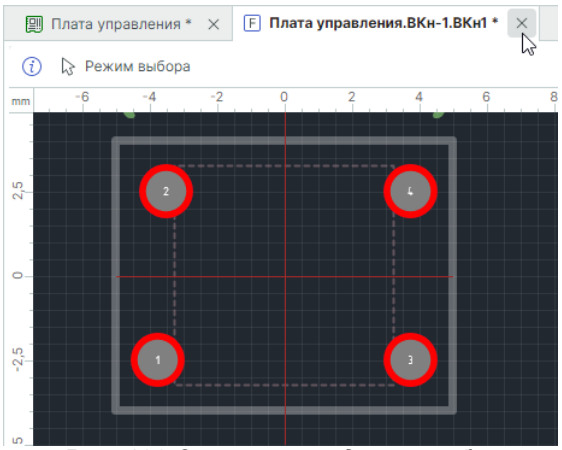


Рис. 183 Закрытие редактора без сохранения

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. 184.

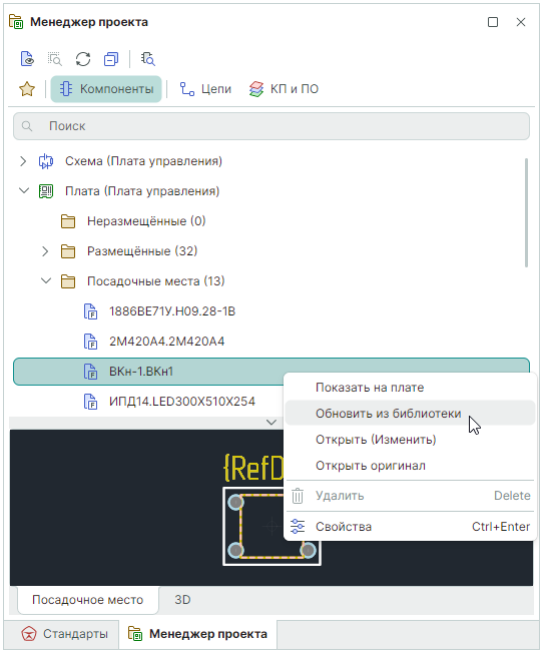


Рис. 184 Приведение посадочного места в соответствие с библиотекой ЭРИ

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. 185.

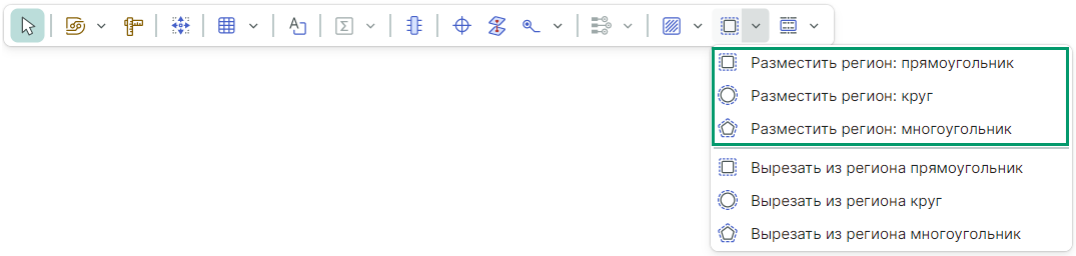


Рис. 185 Вызов инструмента «Разместить регион» из встроенной панели редактора

2. Переместите курсор в рабочую область и отметьте первую точку, см. Рис. 186.

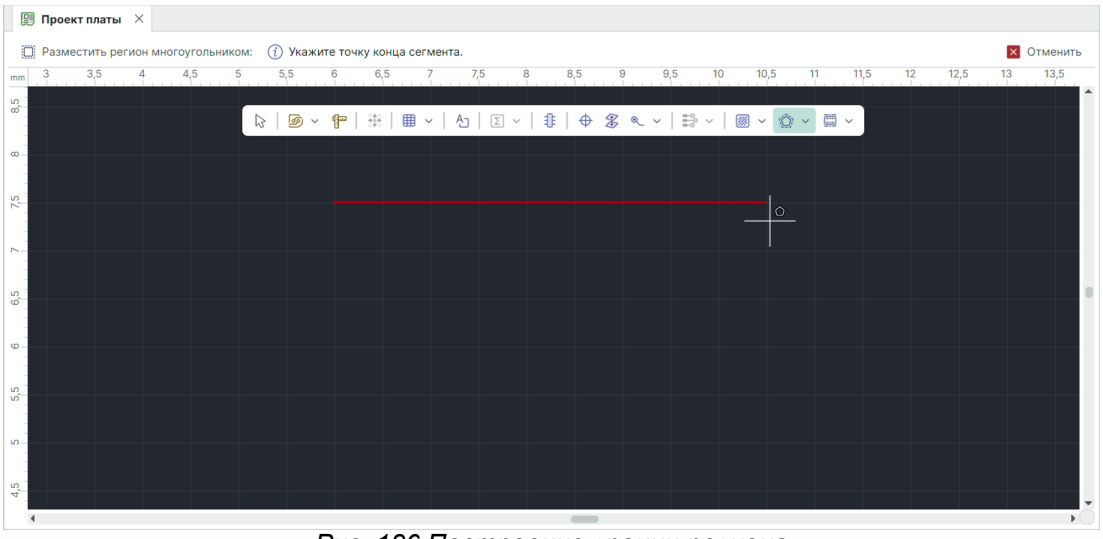


Рис. 186 Построение границ региона

При построении границы региона доступны несколько типов сегментов, позволяющие по-разному задавать геометрию границы региона. Выбор типа сегмента производится в панели «Свойства», см. Рис. 187. Построение границы региона аналогично построению границы области металлизации.

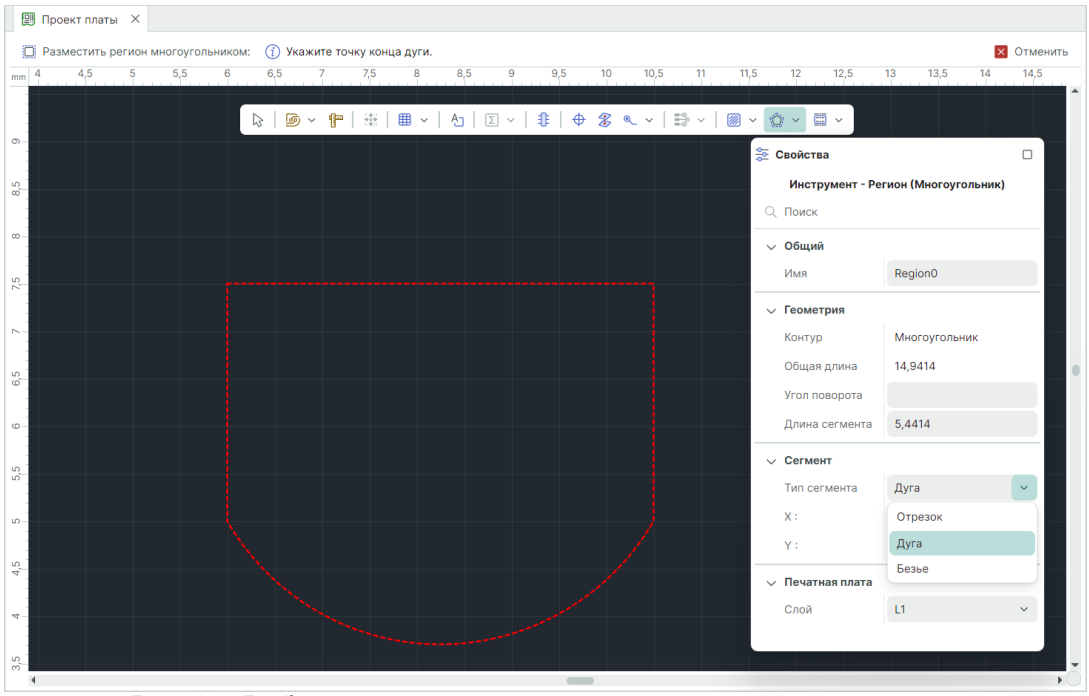


Рис. 187 Выбор типа сегмента при построении границы региона

3. Для завершения построения границы региона нажмите клавишу «Ввод» («Enter») или выберите в контекстном меню пункт «Завершить», см. Рис. 188.

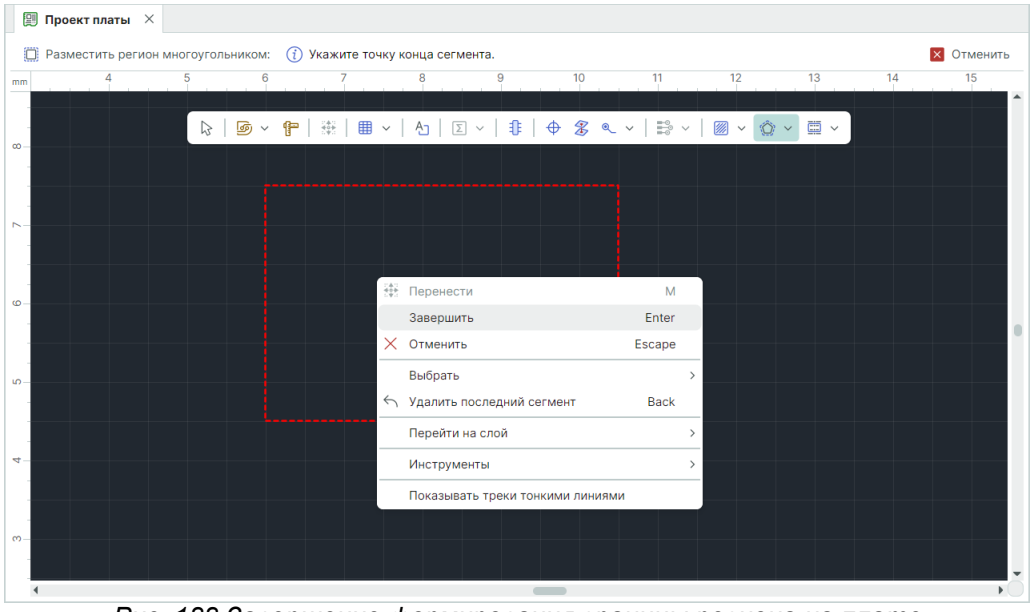


Рис. 188 Завершение формирования границы региона на плате

4. Выберите слой, на котором будет размещен регион, в панели «Свойства» → «Печатная плата» → «Слой», см. Рис. 189. При выборе слоя THROUGHREGION регион будет использоваться на всех проводящих слоях печатной платы сразу.

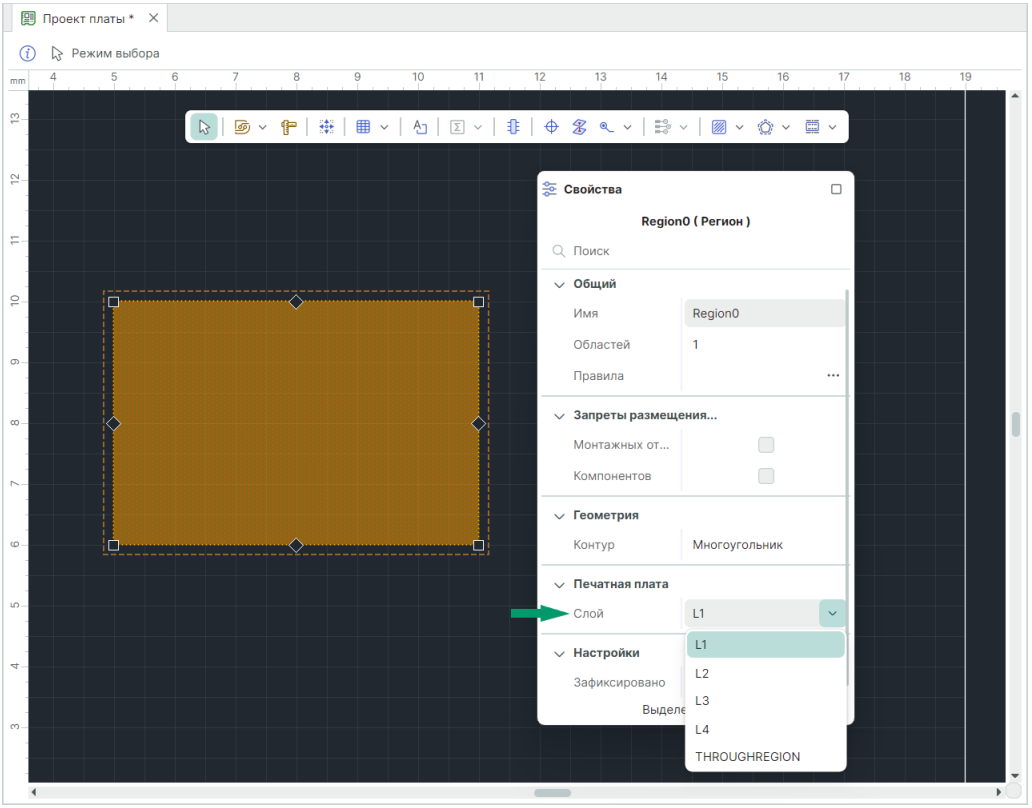


Рис. 189 Выбор слоя для региона

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. 190.

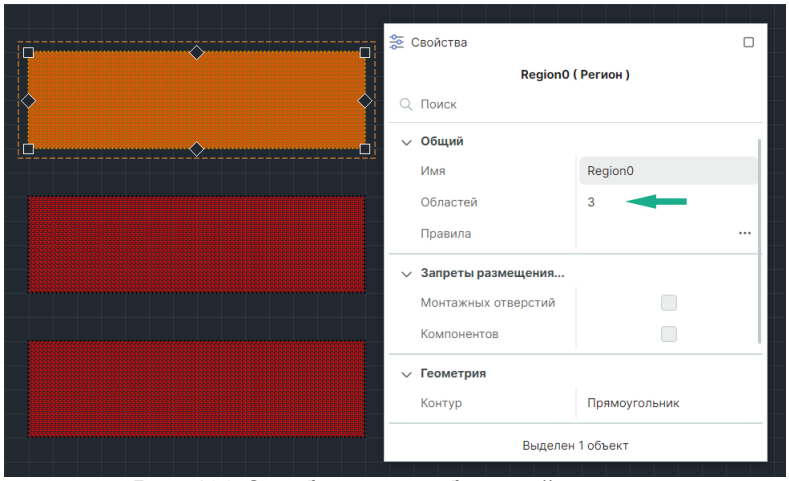


Рис. 190 Отображение областей региона

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

8.3 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. 191:

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

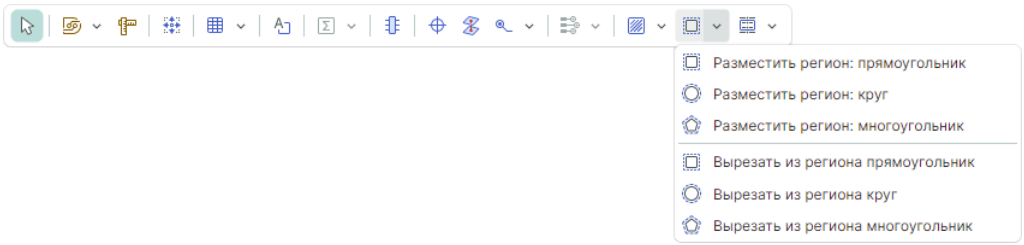


Рис. 191 Вызов инструментов создания вырезов в регионах из встроенной панели

8.4 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 треков, ПО и областей металлизации формируются в редакторе правил.

8.5 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. 192.

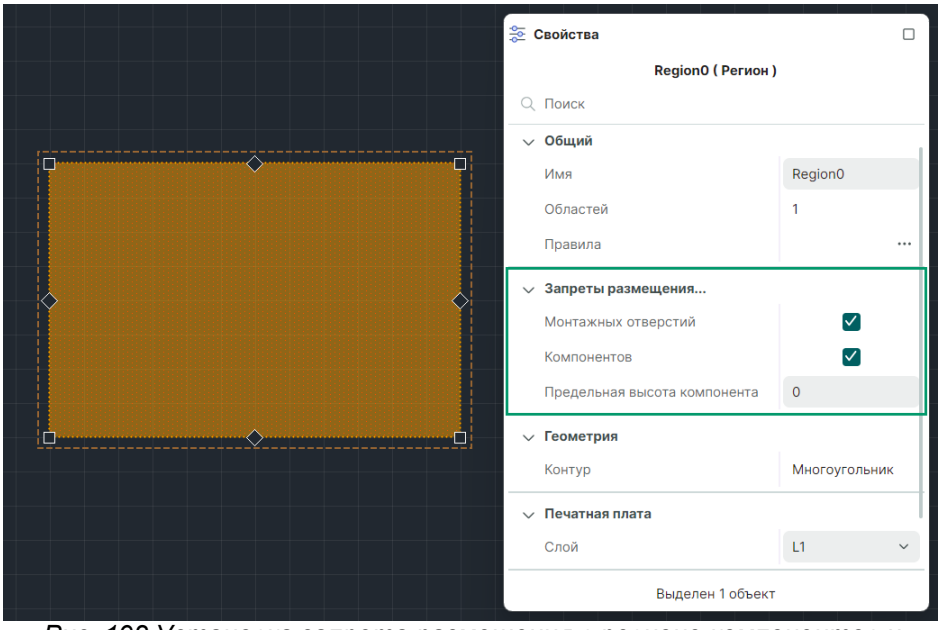


Рис. 192 Установка запрета размещения в регионе компонентов и монтажных отверстий

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. 193. Значение устанавливается в тех единицах измерения, которые используются в данном проекте.

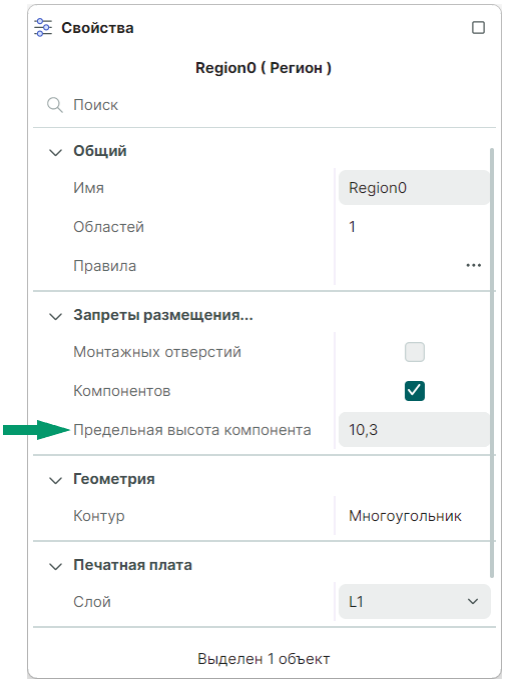


Рис. 193 Предельное значение высоты для компонента в регионе

8.6 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. 194;
- при выборе пункта «Правила» главного меню «Настройки»;
- с помощью команды контекстного меню «Открыть» для узла «Правила» в дереве проекта.

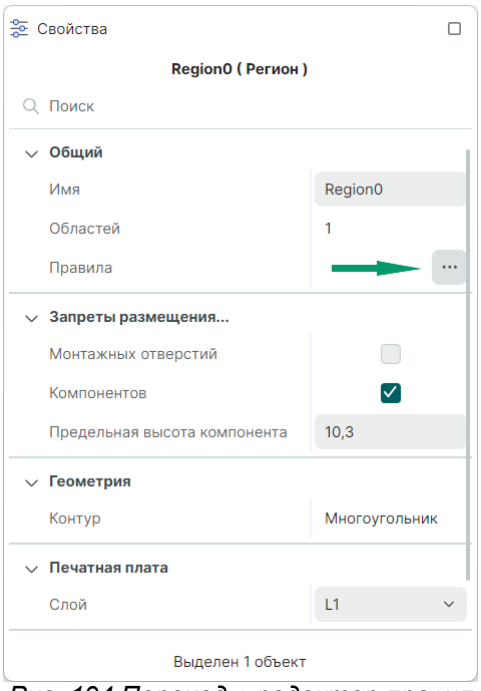


Рис. 194 Переход в редактор правил из панели «Свойства»

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. 195;

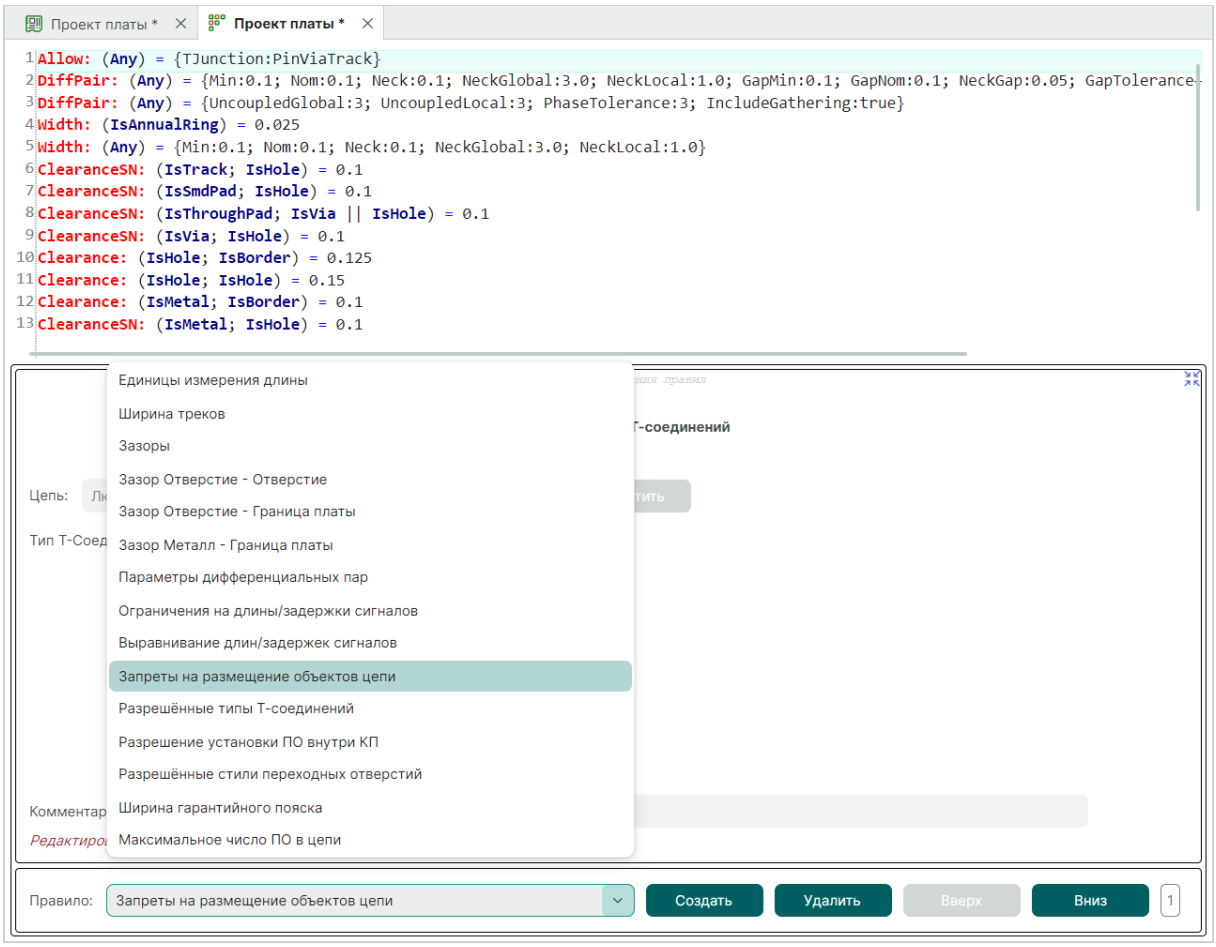


Рис. 195 Выбор типа ограничения

3. В редакторе правил появится новая строка, выделенная желтым цветом, см. Рис. 196.

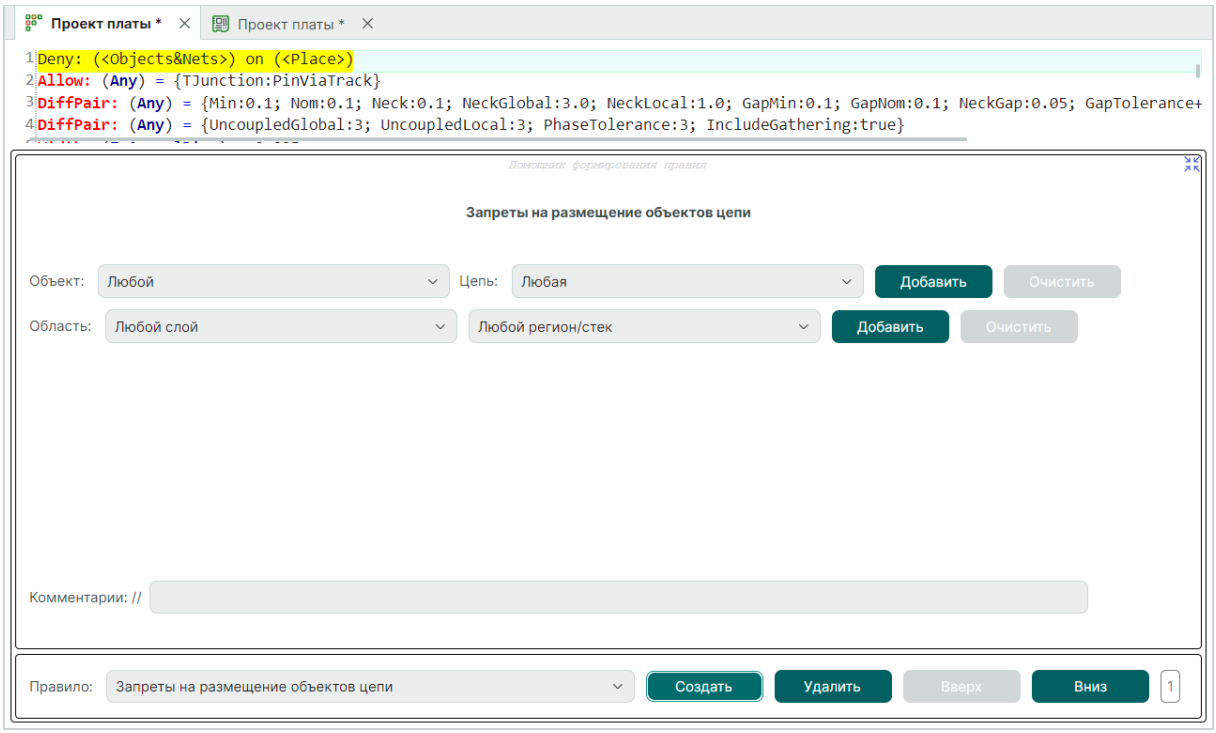


Рис. 196 Новое правило, созданное помощником

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. 197.

- 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.

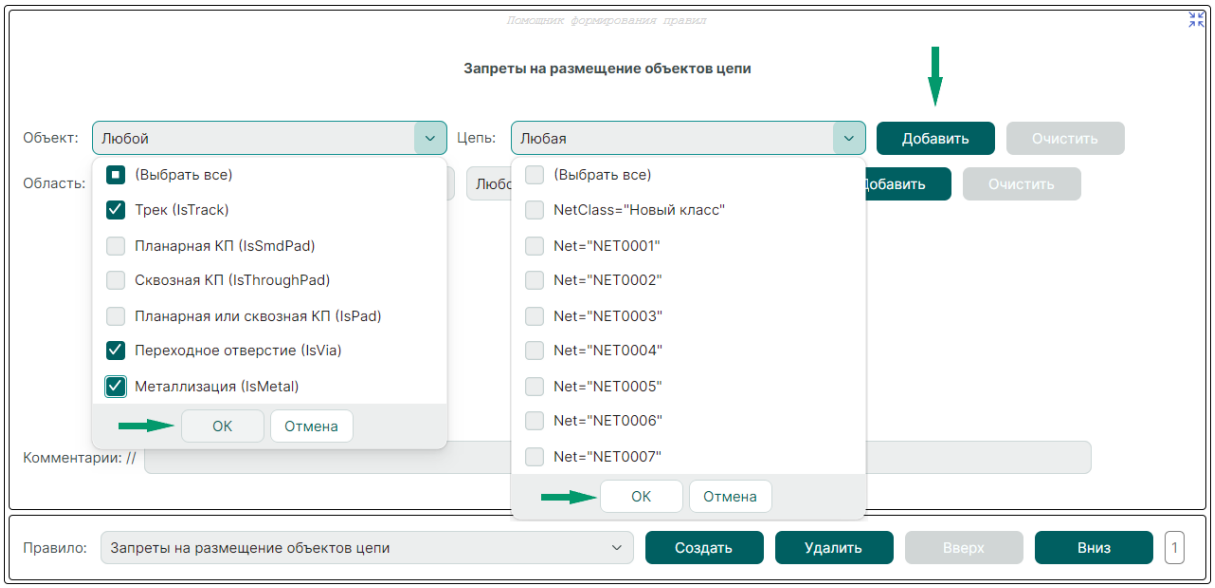


Рис. 197 Выбор объектов, запрещенных к размещению

5. В выпадающих меню «Область» определите область действия запрета, см. Рис. 198.

- 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.

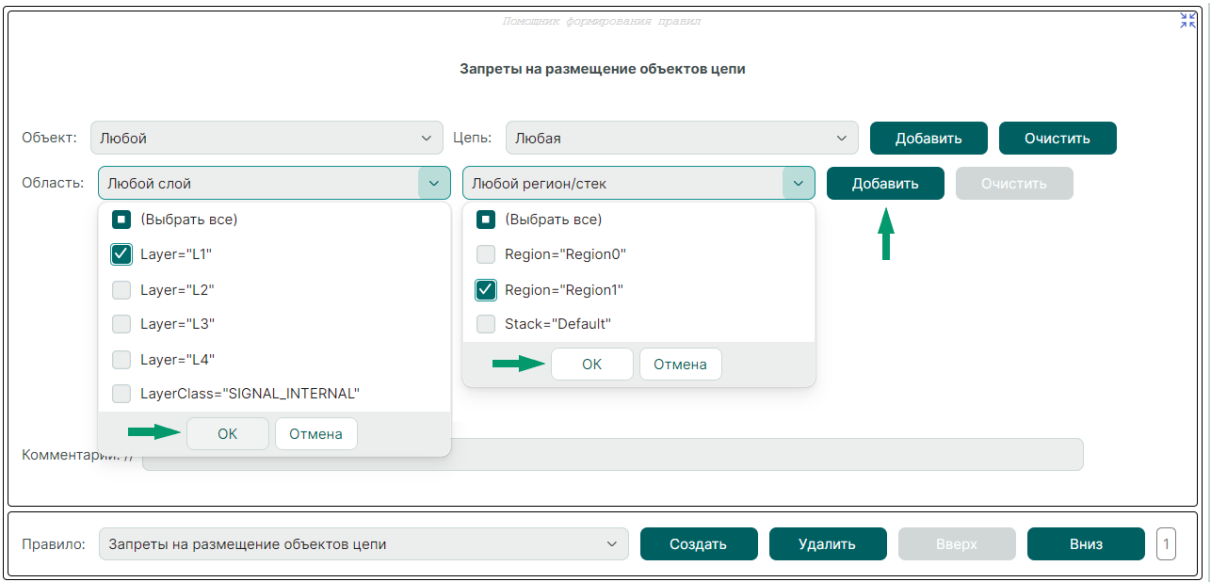


Рис. 198 Выбор области действия запрета

6. При необходимости измените положение строки правила, добавьте комментарий. Подробнее о работе с правила 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».

8.7 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 Переходные отверстия

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 главном меню «Разместить», во встроенной панели редактора и в пункте «Инструменты» в контекстном меню, см. Рис. 199.

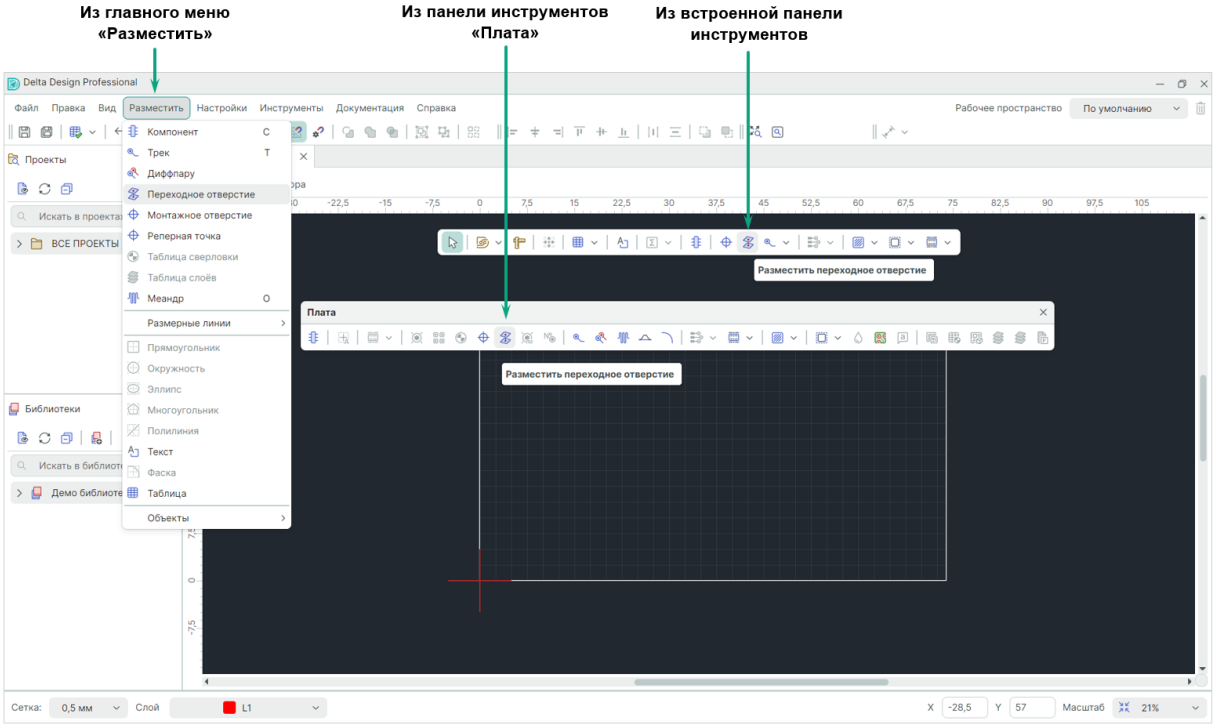


Рис. 199 Вызов инструмента «Разместить переходное отверстие»

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. 200 и Рис. 201 .

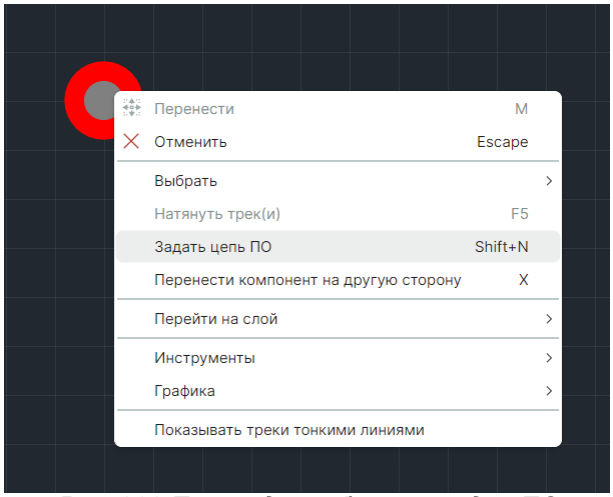


Рис. 200 Переход к выбору цепи для ПО

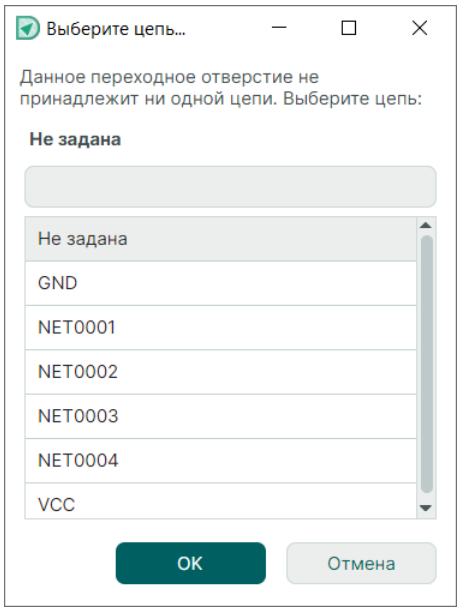


Рис. 201 Выбор цепи для нового ПО из списка существующих

2. Выберите стиль ПО в панели «Свойства» → «Общие» → «Стиль VIA», см. Рис. 202. 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».

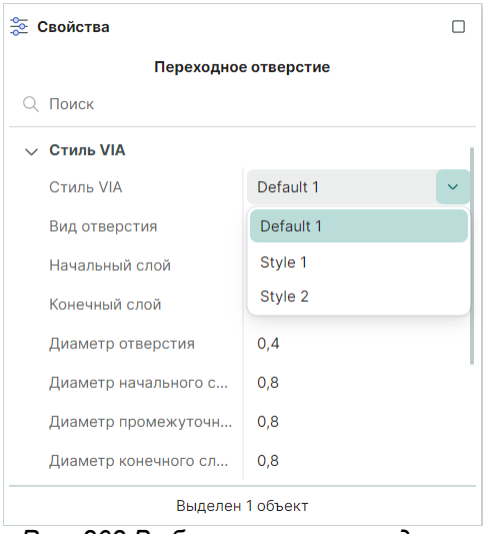


Рис. 202 Выбор стиля переходного отверстия

3. Переведите курсор в нужную точку рабочей области редактора и нажмите левую кнопку мыши. Переходное отверстие будет размещено в указанной точке, см. Рис. 203.

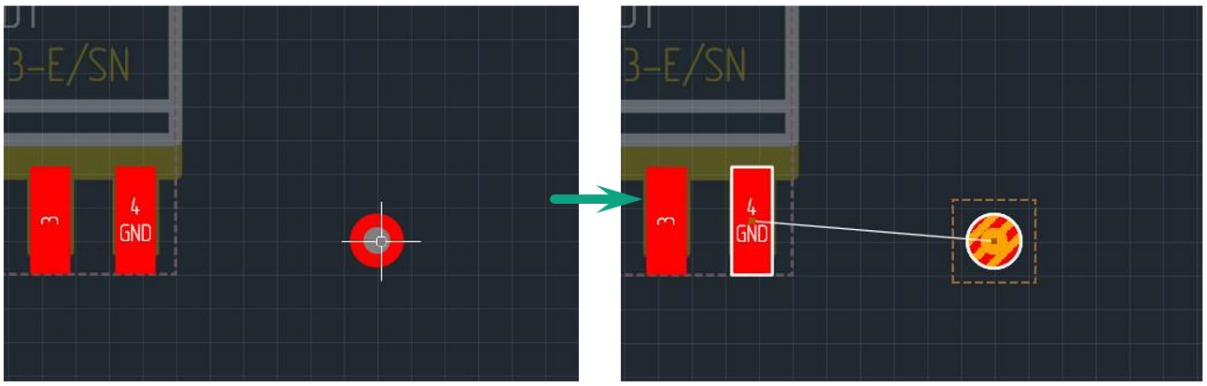


Рис. 203 Переходное отверстие размещено

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.

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. 204.

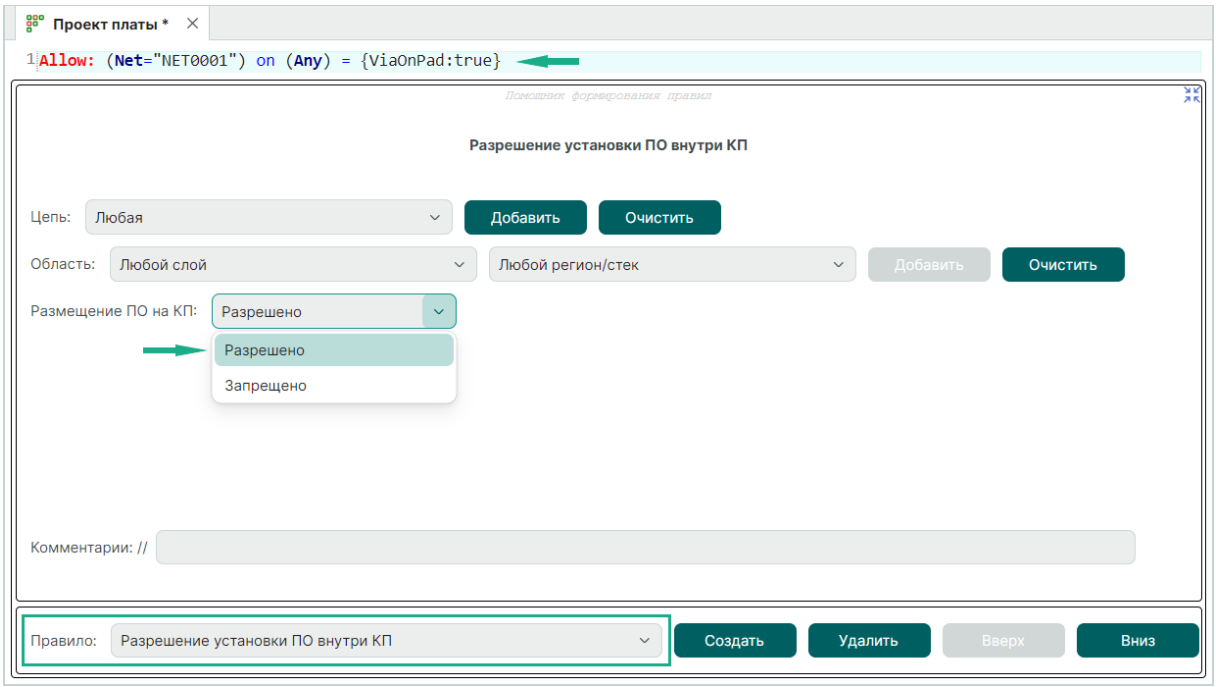


Рис. 204 Формирование разрешения на размещение ПО на КП в рамках проекта

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. 205. Такое расположение ПО на КП исключает случаи образования острых углов «кислотных ловушек».

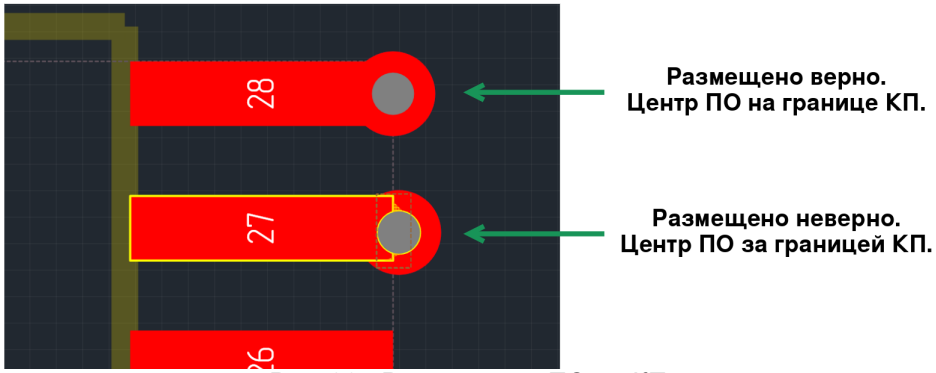


Рис. 205 Размещение ПО на КП

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. 206.

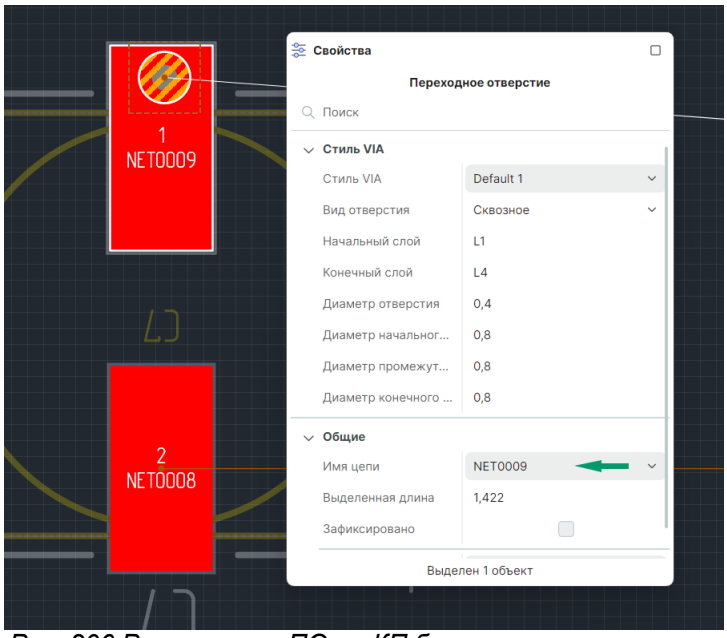


Рис. 206 Размещение ПО на КП без начала трассировки

- Соединение двух КП. В режиме размещения трека инициируем 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. 207.

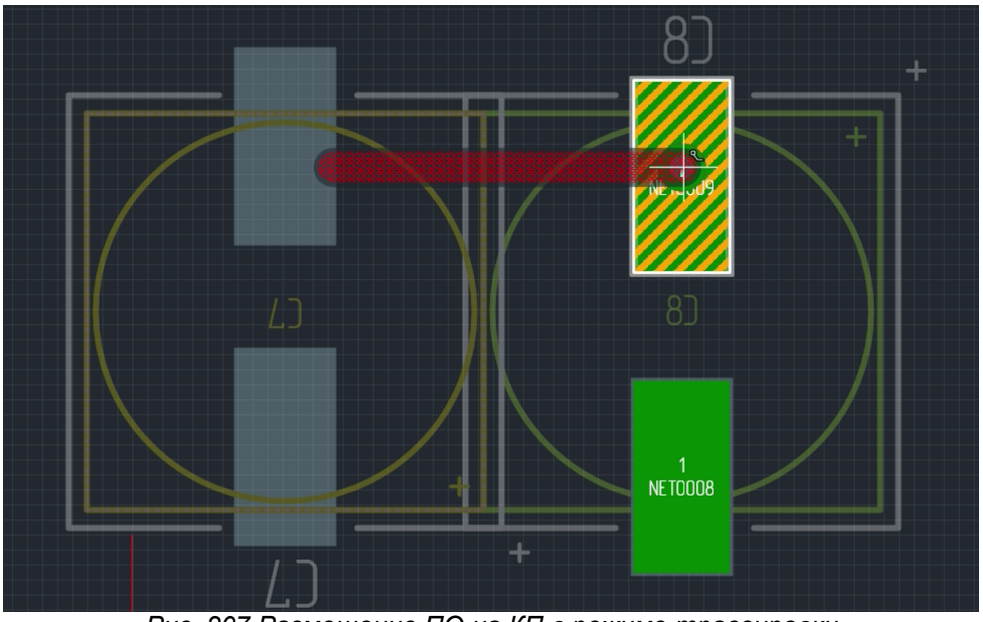


Рис. 207 Размещение ПО на КП в режиме трассировки

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

9.2.3 Свойства переходного отверстия

В системе Delta Design переходные отверстия обладают рядом свойств, которые отображаются в панели «Свойства» при выборе ПО на плате, см. Рис. 208.



Рис. 208 Свойства переходного отверстия

В строке «Поиск» возможно осуществить поиск свойства по его названию.

Группа «**Стиль VIA**» отображает параметры переходного отверстия, установленные в «Конфигураторе набора слоев и переходных отверстий», для редактирования доступен выбор стиля ПО в выпадающем меню «Стиль VIA», см. Рис. 209.

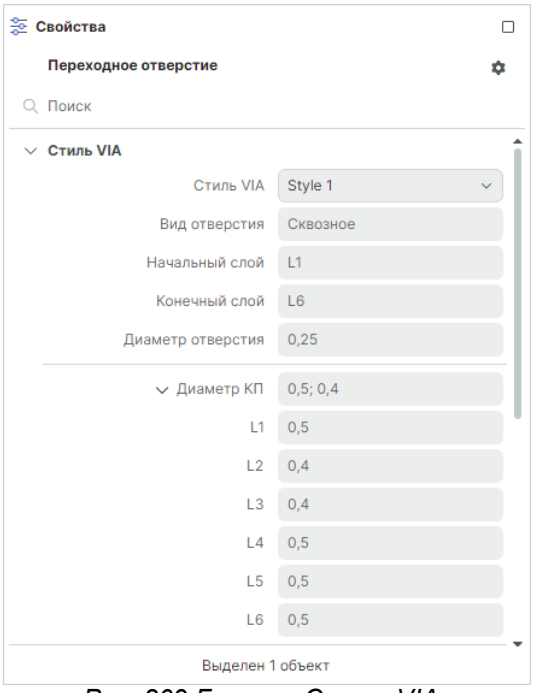


Рис. 209 Группа «Стиль VIA»

Группа «**Общие**» (Рис. 210):

- «Имя цепи» – имя цепи, к которой относится переходное отверстие. В выпадающем списке отображается список всех цепей платы.
- «Задержка» – рассчитанное значение задержки сигнала на выбранном переходном отверстии (пс), значение в скобках – сумма задержек сигнала на всех участках цепи (пс). При выборе нескольких ПО значения длин на выбранных переходных отверстиях суммируются.

- «Трек» – значение задержки сигнала на треках цепи (пс);

- «ПО (SimPCB)» – значение задержки сигнала на выбранном переходном отверстии (пс), значение в скобках – сумма задержек сигнала на всех ПО цепи (пс).

Примечание! Доступ к расчету и отображению параметров переходных отверстий возможен при приобретении отдельной лицензии Системы анализа целостности сигналов SimPCB.

- «КП» – сумма всех установленных задержек на всех КП выбранной цепи (пс) (значение в скобках).

- «Зафиксировано» – при установке флага в чек-бокс активируется запрет на перемещение переходного отверстия.
- «Расположение» – координаты переходного отверстия.

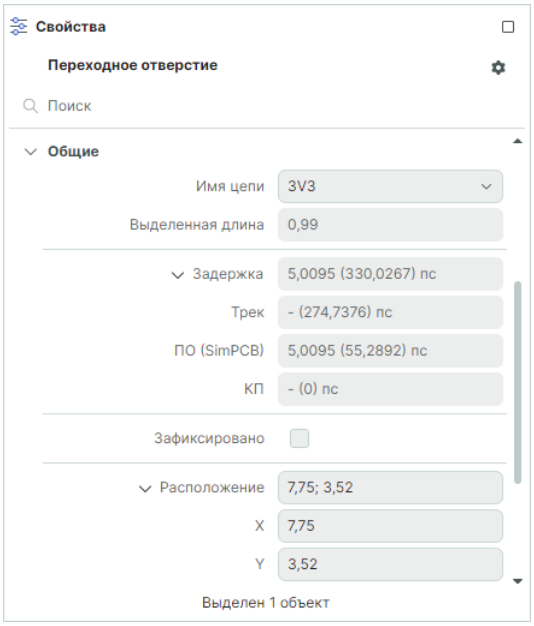


Рис. 210 Группа «Общие»

Значение задержки КП может быть определено:

- в редакторе компонента: вкладка «Контакты» → столбец «Задержка (пс)», подробнее см. Общие сведения о контактах;
- в редакторе схемы: панель «Свойства» для выбранного вывода → поле «Задержка (пс)», подробнее см. Свойства вывода;
- в редакторе платы: панель «Свойства» для выбранной КП → поле «Задержка (пс)».

Примечание! Для отдельных свойств переходного отверстия отображаются только суммарные значения (например длина или задержка КП и т.д.), т.к. выбранным объектом является ПО.

Группа «**Электрические**» (Рис. 211):

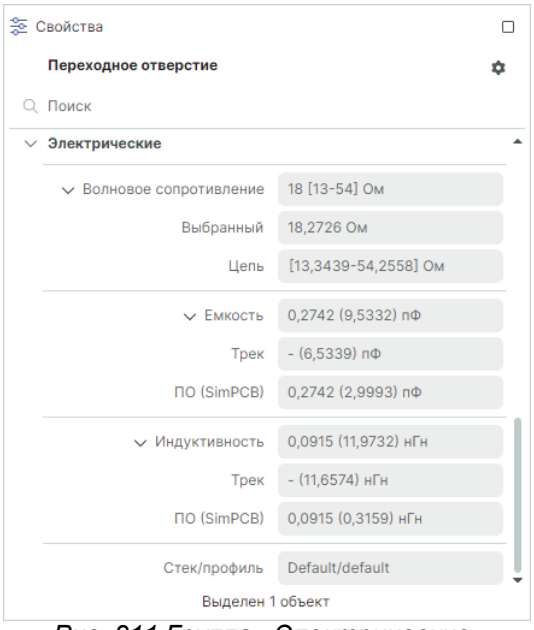


Рис. 211 Группа «Электрические»

- «Волновое сопротивление» – округленное значение волнового сопротивления выбранного переходного отверстия (Ом), значение в скобках – волновое сопротивление всей цепи (Ом).

- «Выбранный» – точное рассчитанное значение волнового сопротивления выбранного переходного отверстия (Ом);

- «Цепь» – диапазон точных рассчитанных значений волнового сопротивления цепи (Ом).

- «Емкость» – рассчитанное значение емкости с учетом реальных параметров выбранного ПО (пФ), значение в скобках – значение емкости всей цепи (пФ).

- «Индуктивность» – рассчитанное значение индуктивности с учетом реальных параметров выбранного ПО (нГн), значение в скобках – значение индуктивности всей цепи (нГн).

- «Стек/профиль» – стек платы и профиль импеданса, используемый в расчетах.

Примечание! При одновременном выборе нескольких переходных отверстий параметры в панели «Свойства» будут отображать суммарные значения задержки, индуктивности и емкости ПО. Волновое сопротивление будет представлено в виде диапазона минимального и максимального значений.
При выборе переходного отверстия и объекта другого типа (трека, КП и т.д.) в панели «Свойства» будут отображены только общие свойства двух объектов.

9.2.4 Расчет электрических свойств переходного отверстия

Расчеты электрических свойств переходного отверстия производятся на базе расчетов во вкладке «Переходные отверстия» с учетом стека слоев печатной платы, подробное описание см. Конфигуратор набора слоев и переходных отверстий.



Важно! Наличие границы печатной платы является необходимым условием для проведения расчетов электрических свойств переходных отверстий и отображения их в панели «Свойства».

Особенности проведения расчетов:

1. Если для переходного отверстия установлены индивидуальные настройки: выбраны опорные слои, параметры антипадов, наличие маски и т.д. — расчет электрических свойств ПО будет произведен с установленными настройками.

2. Если прохождение сигнала не соответствует структуре, заданной в Конфигураторе набора слоев и переходных отверстий, то задержка сигнала рассчитывается пропорционально слоям, на которых ПО соединяет треки.

3. Расчет емкости для несквозного отверстия основывается на расчете емкости сквозного отверстия, т.е. емкость несковозного отверстия равна произведению емкости сквозного отверстия на коэффициент пропорциональности (K):

Сотв = Сскотв*K.

Коэффициент пропорциональности (K) равен отношению высоты отверстия к высоте слоев в стеке платы:

K= Нотв/Нсл.

4. Расчет индуктивности несквозного отверстия производится аналогично расчету емкости:

Lотв=Lскотв*K.

5. Волновое сопротивление для всех типов отверстий рассчитывается как для сквозного отверстия.

6. При расчете параметров трека, содержащего ПО и расположенного на одном слое, общие значения рассчитываются по формулам:

Собщ=Свх+Сисх+Спо,

где Собщ – общая емкость трека и переходного отверстия, Свх – емкость входящего трека, Сисх – емкость исходящего трека, Спо – емкость переходного отверстия;

Lобщ=Lвх+Lисх,

где Lобщ – общая индуктивность трека и переходного отверстия, Lвх – индуктивность входящего трека, Lисх – индуктивность исходящего трека,

Тобщ=√(Свх+Сисх+Спо)*(Lвх+Lисх+Lпо/Nсл)),

где Тобщ – общая задержка трека и переходного отверстия, Lпо – индуктивность переходного отверстия, Nсл – количество сигнальных слоев в ПО.

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. 212.

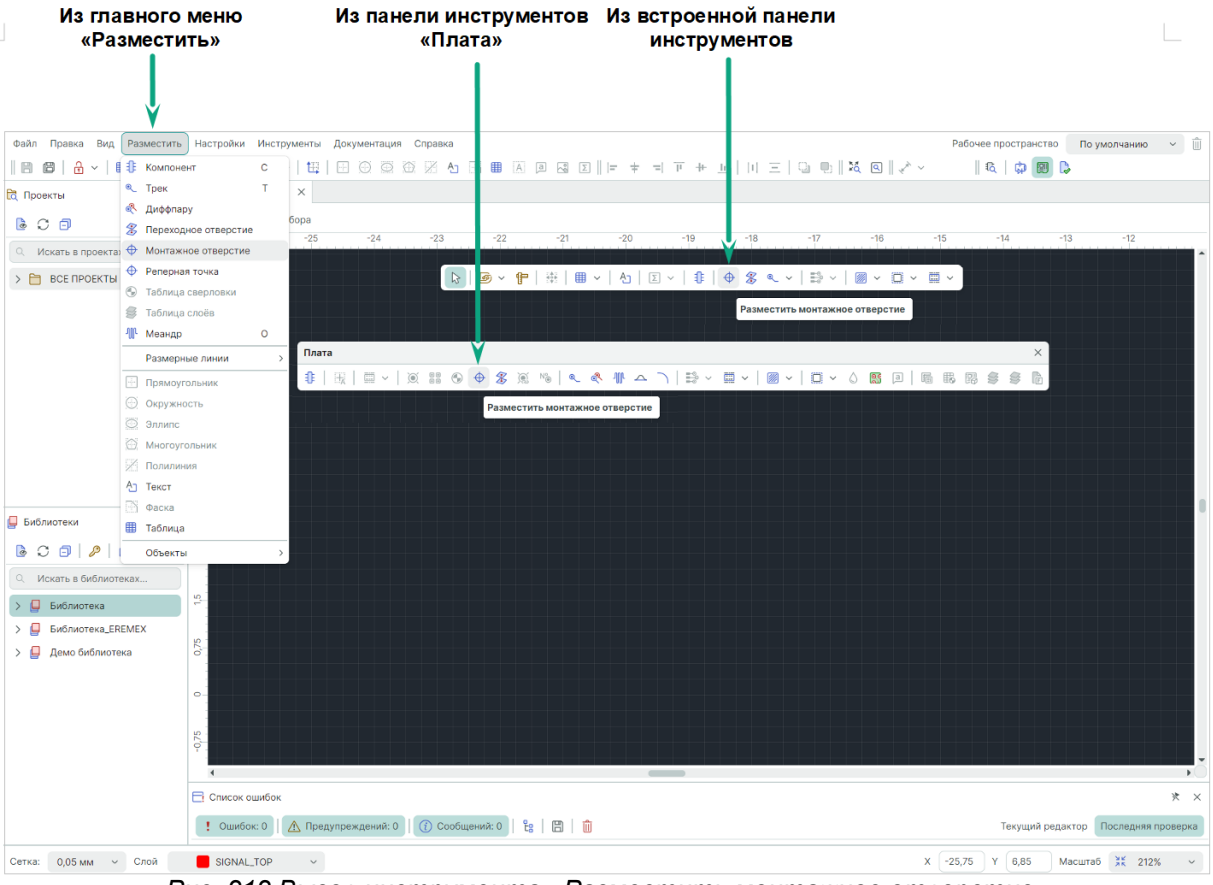


Рис. 212 Вызов инструмента «Разместить монтажное отверстие»

2. Выберите тип монтажного отверстия в окне «Выбор контактной площадки» и нажмите кнопку «Выбор», см. Рис. 213. В окне отображаются монтажные отверстия, созданные во всех доступных библиотеках.

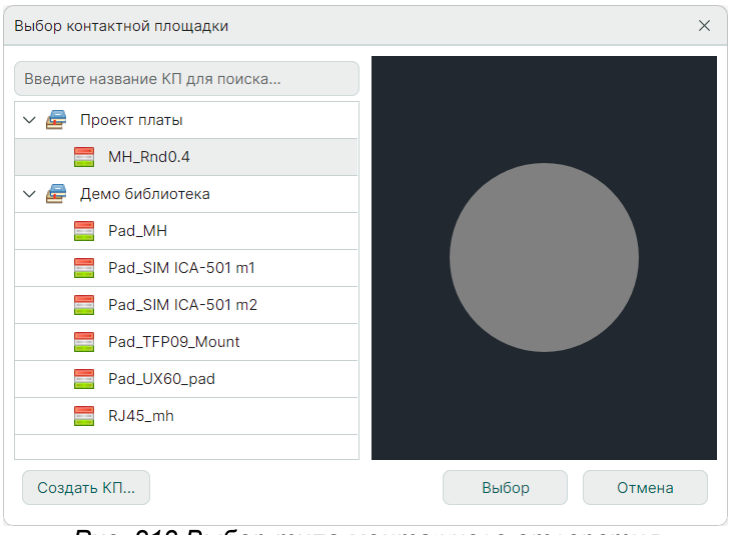


Рис. 213 Выбор типа монтажного отверстия

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. 214. При этом кнопка «Создать КП», позволяющая создать особое монтажное отверстие в рамках проекта, будет отсутствовать.

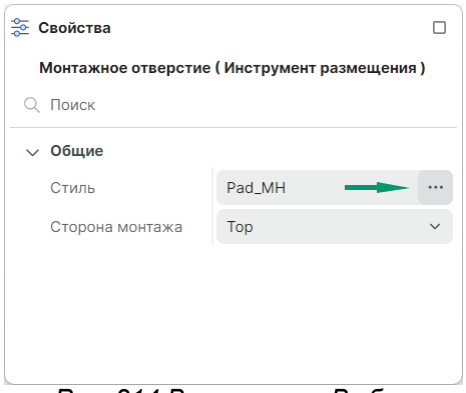


Рис. 214 Вызов окна «Выбор контактной площадки»

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. 215.

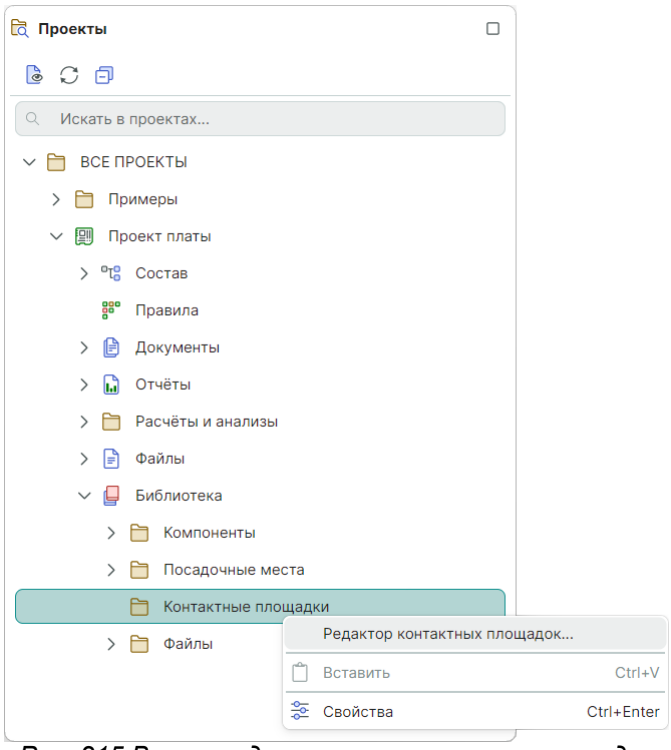


Рис. 215 Вызов редактора контактных площадок для проекта

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. 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. 216.

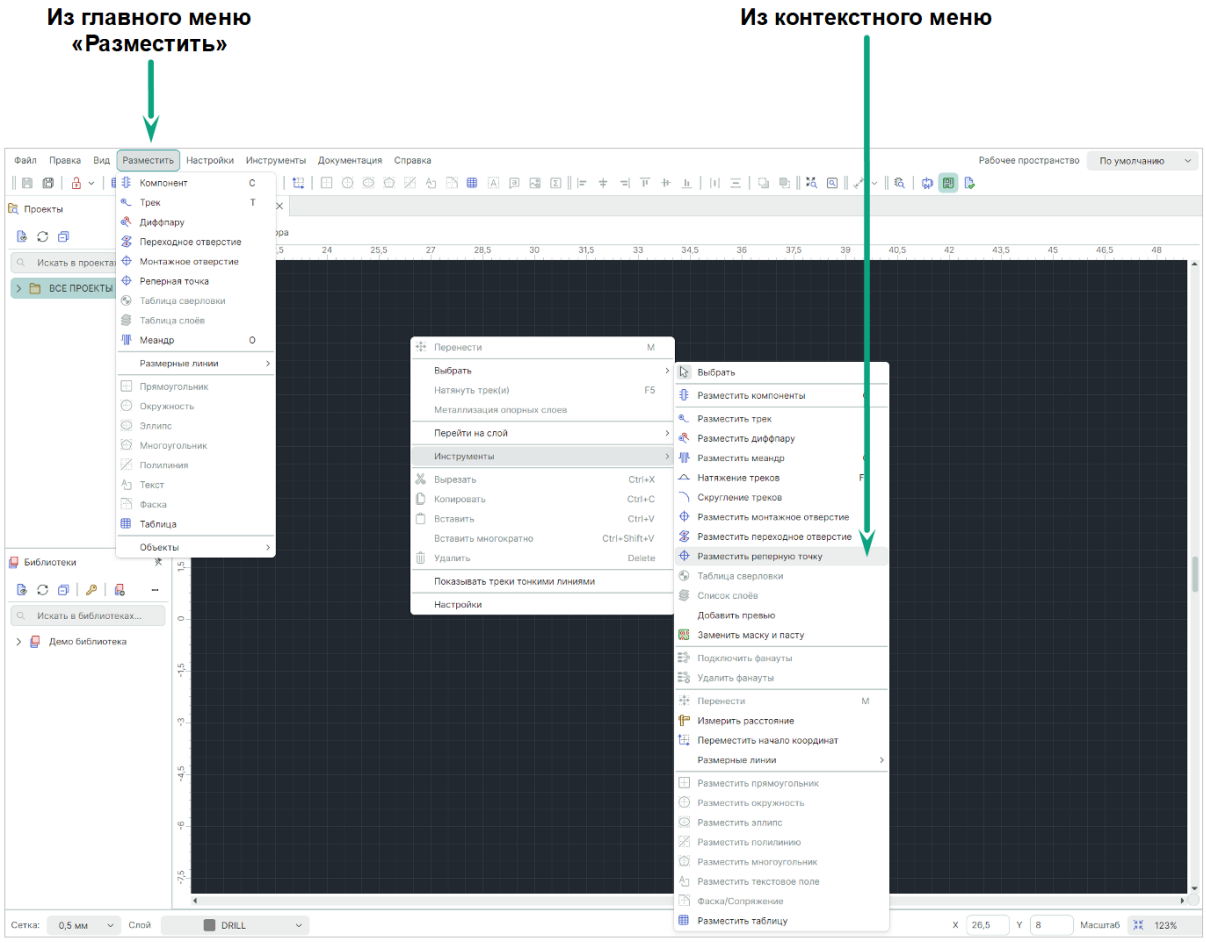


Рис. 216 Вызов инструмента «Разместить реперную точку»

2. Выберите тип реперной точки в окне «Выбор контактной площадки» и нажмите кнопку «Выбор», см. Рис. 217. В окне отображаются реперные точки, созданные во всех доступных библиотеках.

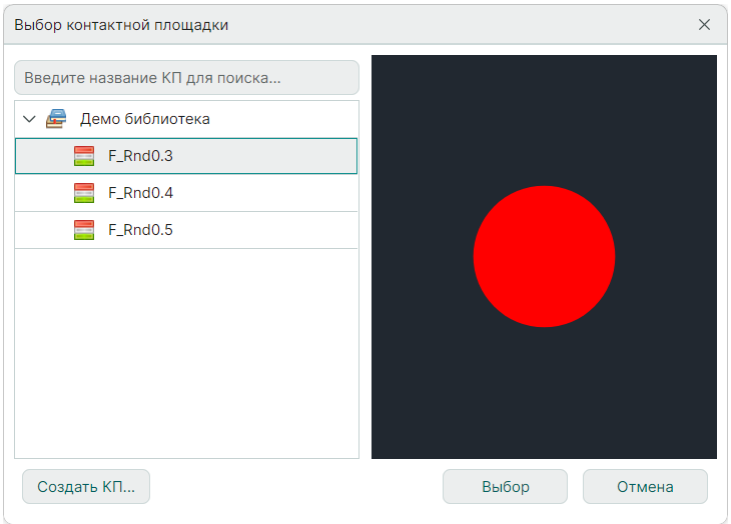


Рис. 217 Выбор типа реперной точки

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 на 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.

Совет! При размещении текста на металлизированных слоях рекомендуется использовать шрифт Arial. Шрифт Arial легко читается благодаря чётким линиям и пропорциям, не имеет засечек, обладает достаточной толщиной линий для предотвращения разрывов при травлении.

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, ASSEMLY_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. 218. При этом для слоев, не предназначенных для размещения графической информации, инструменты графического редактора будут недоступны.

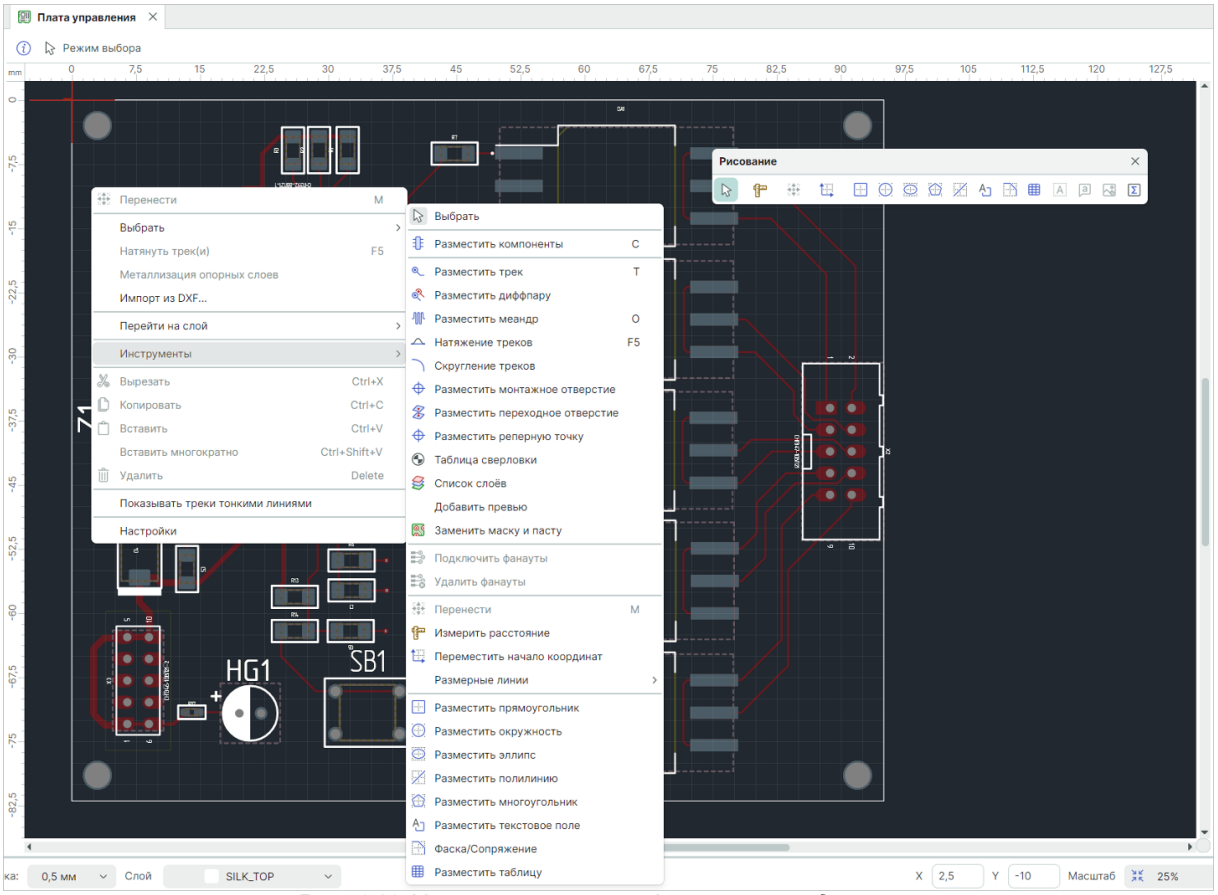


Рис. 218 Инструменты графического редактора

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. 219;

3. Отредактируйте/удалите элемент графического объекта, при этом редактирование контактных площадок **не допускается**.

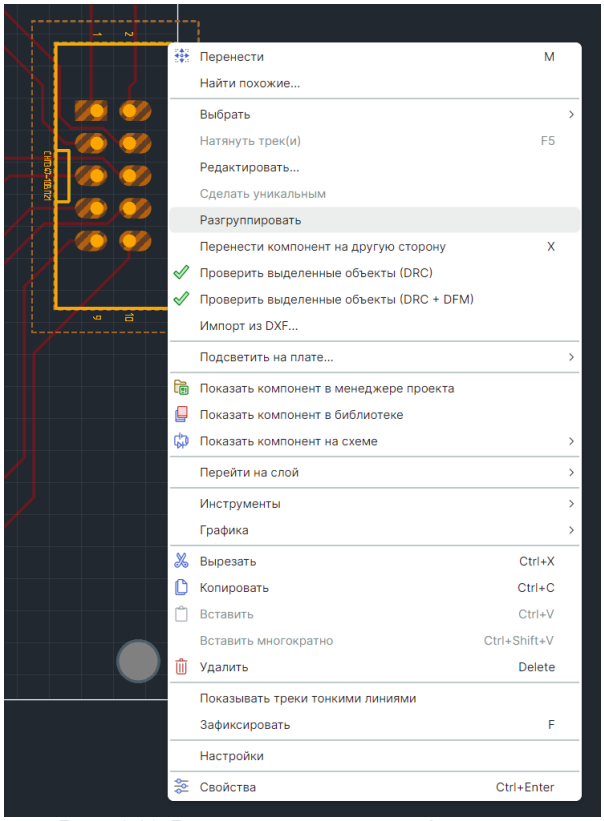


Рис. 219 Разгруппировка графического

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. 220.

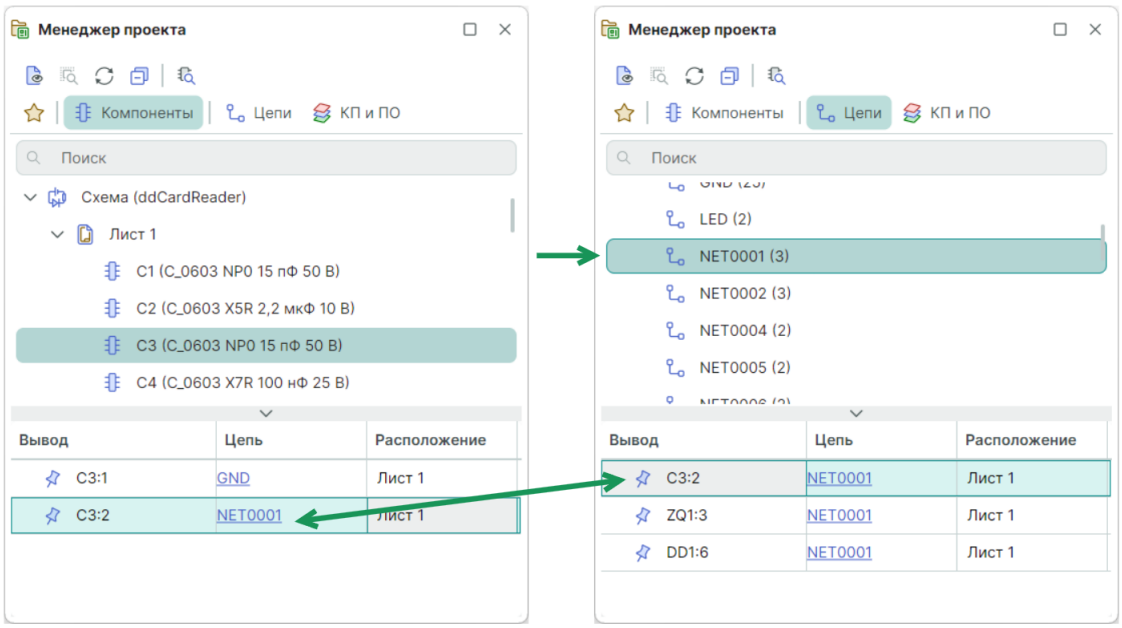


Рис. 220 Список цепей (нетлист) в системе Delta Design

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.

Контактные площадки, между которыми необходимо проложить треки, связаны между собой линиями соединения, которые показаны темно-оранжевым цветом на Рис. 221.

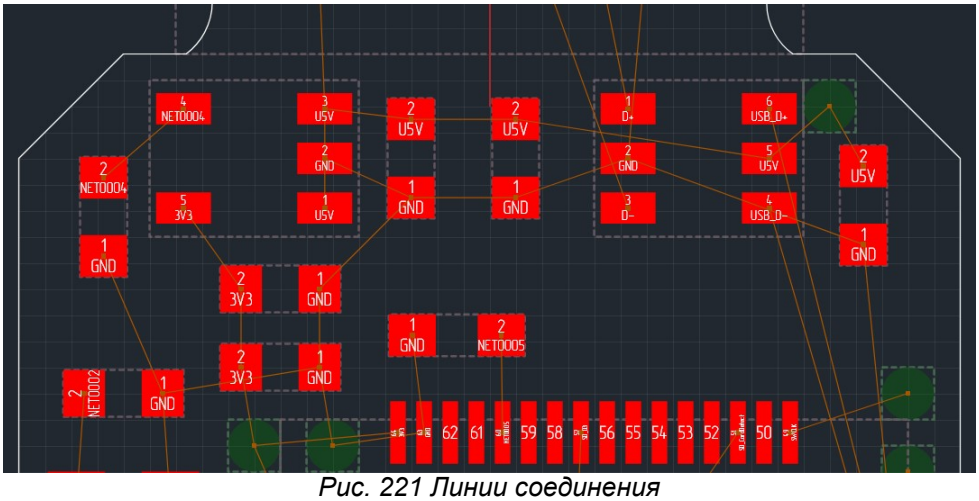


Рис. 221 Линии соединения

По мере формирования проводящего рисунка количество отображаемых линий соединения уменьшается, см. Рис. 222.

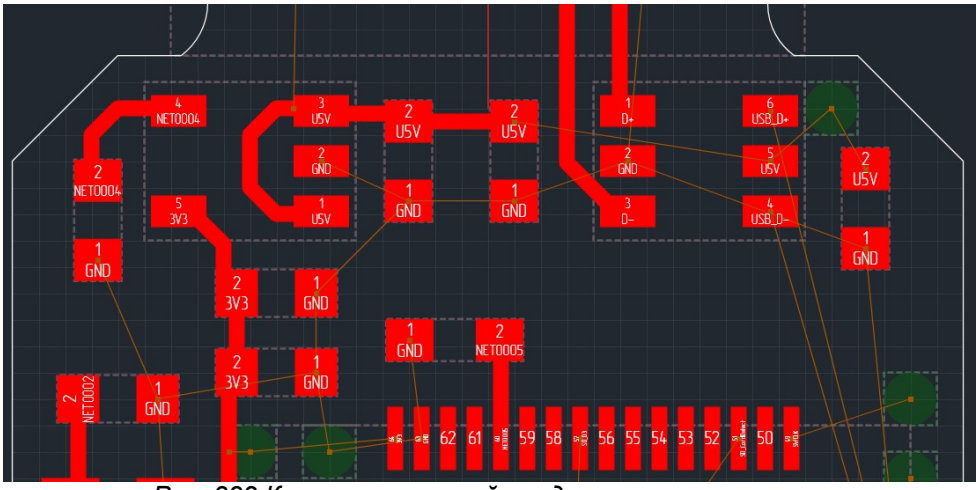


Рис. 222 Количество линий соединения уменьшилось

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. 223. Имена цепей и номера контактных площадок отображаются на слое «LABEL».

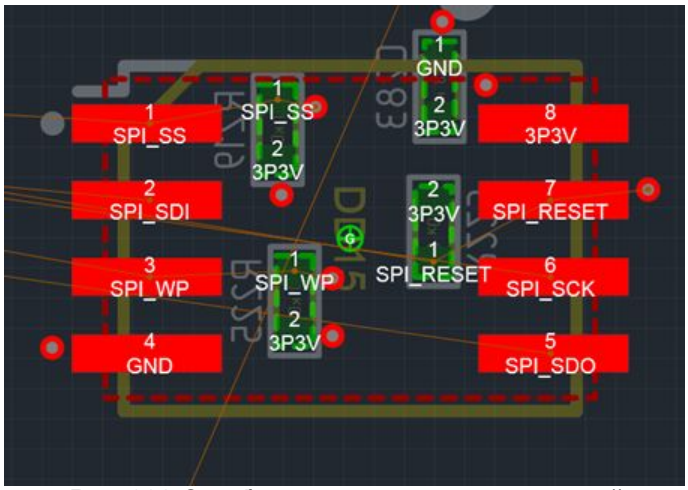


Рис. 223 Отображение номера контактной площадки и имени цепи

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. 224.

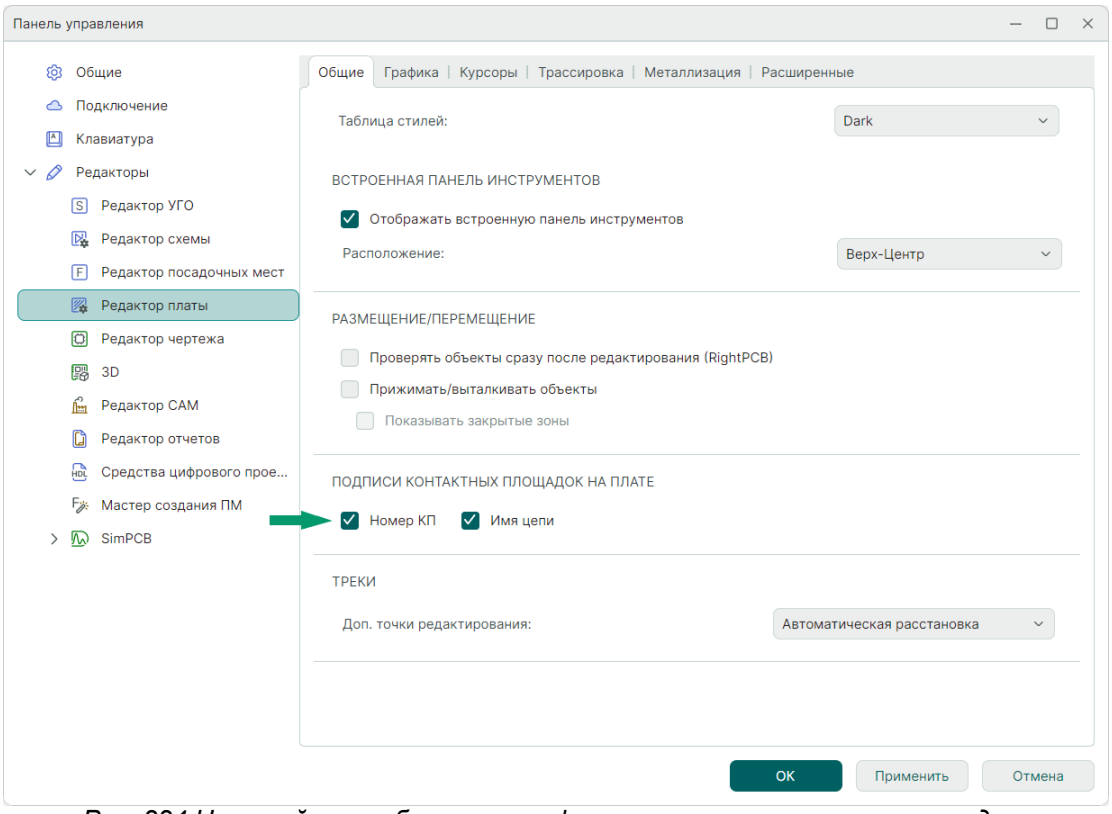


Рис. 224 Настройка отображения информации на контактных площадках

11.3 Свойства трека

В системе Delta Design трек и сегменты трека обладают рядом свойств, которые отображаются в панели «Свойства» при выделении на плате трека (сегмента), см. Рис. 225.

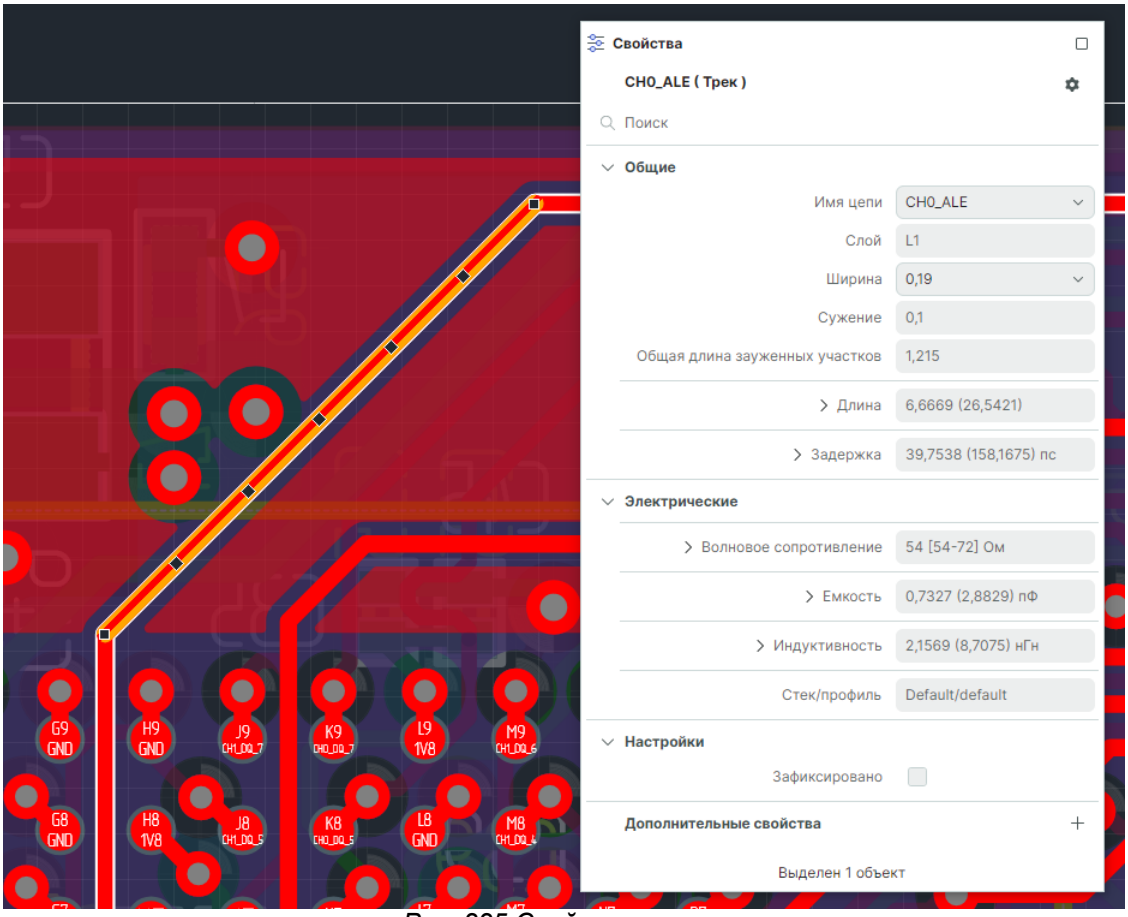


Рис. 225 Свойства трека

В строке «Поиск» возможно осуществить поиск свойства по его названию.

Группа «**Общие**» (Рис. 226):

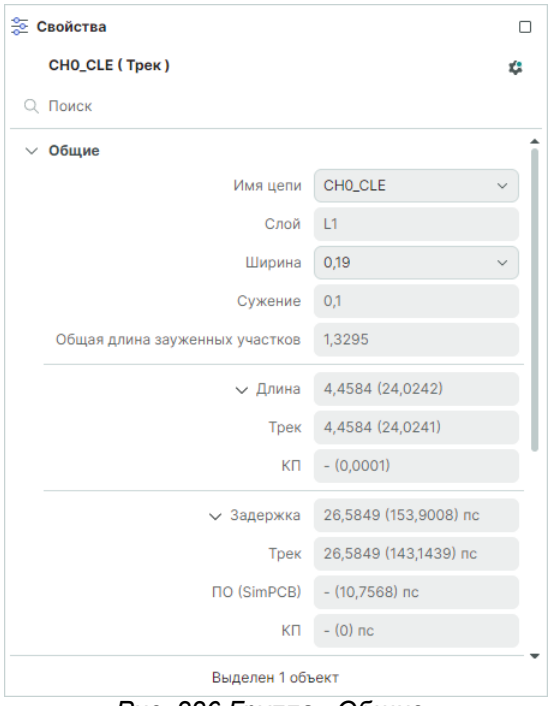


Рис. 226 Группа «Общие»

- «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 или сегмента в единицах измерения, установленных в системе. При выборе трека, имеющего разную ширину сегментов, поле будет пустым. В выпадающем списке отображаются возможные значения ширины трека от минимальной до номинальной ширины трека.
- «Сужение» – отображается значение(я) ширины сегмента(ов) в режиме зауженния на выбранном треке. Режим зауженния трека определяется, если хотя бы один сегмент трека – зауженный, т.е. ширина сегмента трека меньше минимальной.
- «Общая длина зауженных участков» – сумма длин всех зауженных участков на треке в единицах измерения, установленных в системе.
- «Длина» – значение длины выбранного участка в единицах измерения, установленных в системе; значение в скобках – сумма длин всех участков цепи. При выборе треков или сегментов разных цепей значения длины суммируются.

- «Трек» – значение длины выбранного участка в единицах измерения, установленных в системе; значение в скобках – сумма длин всех треков цепи.

- «КП» – сумма половин длин КП, к которым подключается трек, если в Настройках системы не установлена опция «Доводить треки до центра КП» (значение в скобках). Если опция выбрана, то отображаемая длина КП будет равна нулю.

- «Задержка» – рассчитанное значение задержки сигнала на выбранном участке трека (пс), значение в скобках – сумма задержек сигнала на всех участках цепи (пс).

- «Трек» – рассчитанное значение задержки выбранного участка трека (пс); значение в скобках – сумма задержек сигнала на всех треках цепи (пс).

- «ПО (SimPCB)» – значение задержки всех переходных отверстий цепи (пс) (значение в скобках).

- «КП» – сумма заданных значений задержки КП цепи, подробнее см. раздел Задержка (значение в скобках).

Примечание! Для отдельных свойств трека (сегмента) отображаются только суммарные значения (например длина или задержка КП и т.д.), т.к. выбранным объектом является трек (сегмент).

Группа «**Электрические**» (Рис. 227):

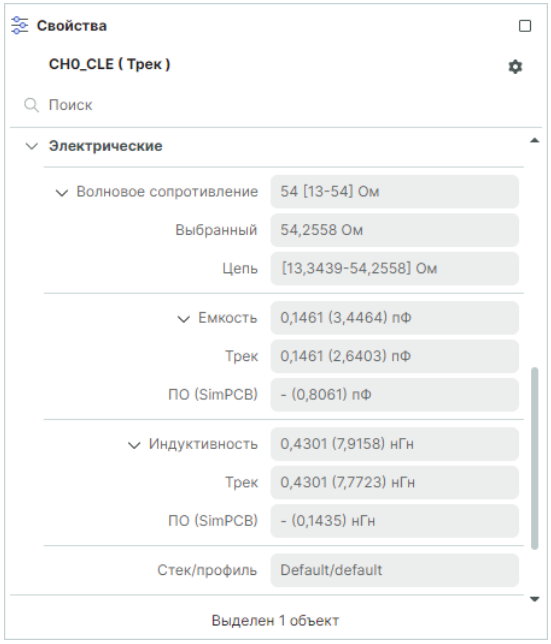


Рис. 227 Группа «Электрические»

Примечание! Доступ к расчету и отображению электрических параметров трека (сегмента) возможен при приобретении отдельной лицензии Системы анализа целостности сигналов SimPCB.

- «Волновое сопротивление» – округленное значение волнового сопротивления выбранного трека или сегмента (Ом), значение в скобках – волновое сопротивление всей цепи (Ом).

- «Выбранный» – точное рассчитанное значение волнового сопротивления выбранного трека или сегмента (Ом);

- «Цепь» – точное рассчитанное значение волнового сопротивления цепи (Ом).

- «Емкость» – рассчитанное значение емкости с учетом реальной длины и ширины выбранного трека или сегмента (пФ), значение в скобках – значение емкости всей цепи (пФ).

- «Трек» – рассчитанное значение емкости выбранного трека или сегмента (пФ); значение в скобках – значение емкости всех треков цепи (пФ).

- «ПО (SimPCB)» – значение емкости всех переходных отверстий цепи (пФ) (значение в скобках).

- «Индуктивность» – рассчитанное значение индуктивности с учетом реальной длины и ширины выбранного трека или сегмента (нГн), значение в скобках – значение индуктивности всей цепи (нГн).

- «Трек» – рассчитанное значение индуктивности выбранного трека или сегмента (нГн); значение в скобках – значение индуктивности всех треков цепи (нГн).

- «ПО (SimPCB)» – значение индуктивности всех переходных отверстий цепи (нГн) (значение в скобках).

- «Стек/профиль» – стек платы и профиль импеданса, используемый в расчетах.

Группа «**Настройки**»:

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

Группа «**Дополнительные свойства**», см. Рис. 228.

Для создания «Дополнительного свойства» трека нажмите иконку +, заполните поля в открывшейся форме, указав имя свойства и его значение, нажмите «ОК». Дополнительное свойство будет отображено и применено ко всей цепи.

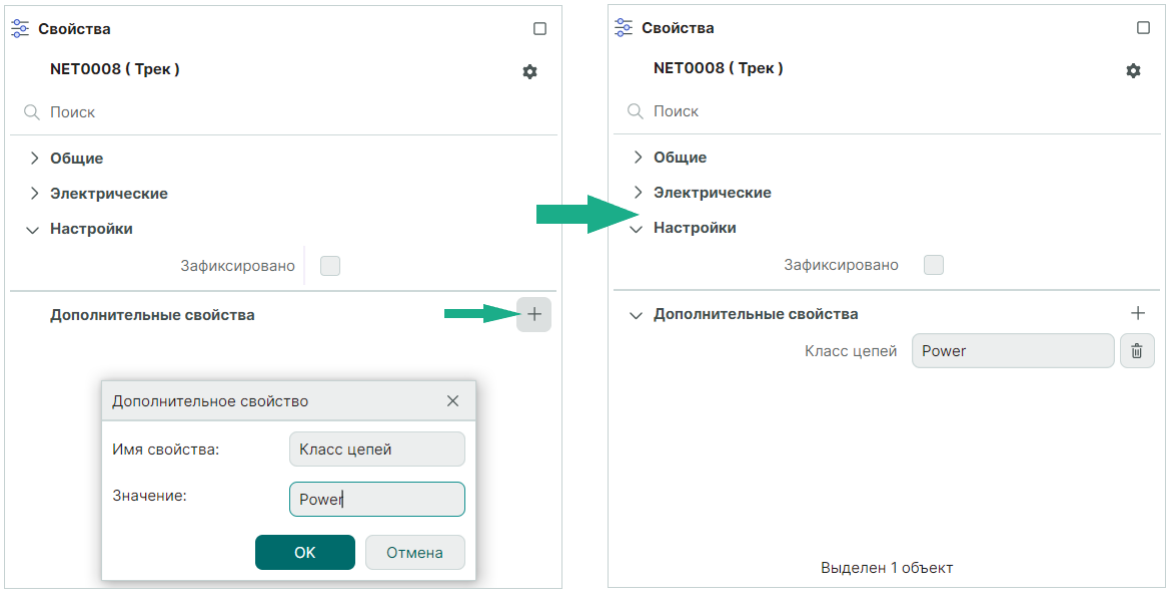


Рис. 228 Создание дополнительного свойства трека

Примечание! При одновременном выборе трека (сегмента) и диффпары (сегмента диффпары) в панели «Свойства» будут отображены только общие свойства двух объектов, а поля рассчитываемых свойств («Волновое сопротивление», «Емкость», «Индуктивность» и т.д.) останутся незаполненными.

11.4 Расчет электрических свойств трека

Расчеты электрических свойств трека: «Задержка», «Волновое сопротивление», «Емкость», «Индуктивность» — производятся на базе калькулятора импедансов с учетом стека слоев печатной платы, подробное описание см. Конфигуратор набора слоев и переходных отверстий.

Важно! Наличие границы печатной платы является необходимым условием для проведения расчетов электрических свойств треков и отображения их в панели «Свойства».

Особенности проведения расчетов:

1. В случае отсутствия профиля импеданса («default») используется стек платы, созданный в «Конфигураторе набора слоев и переходных отверстий», с учетом назначенных опорных слоев. Если опорные слои в стеке не определены, то в качестве опорных слоев будут приняты ближайшие к слою, где располагается трек;

2. Если профиль импеданса создан и назначен в правилах для цепи (класса цепей, группы), то расчет выполняется с учетом опорных слоев, указанных в данном профиле;

3. Если в профиле присутствует слой, для которого не назначена структура линии передачи, то есть для данного слоя в калькуляторе импедансов не выполняется расчет волнового сопротивления (флаг для использования слоя снят), и трек расположен на данном слое, расчет будет выполнен аналогично отсутствию профиля импеданса – пункт 1.

11.5 Задержка

Значение задержки (T) для одиночного трека, сегмента или меандра трека определяется как произведение погонной задержки и длины трека: **T=Tp*Ltl**, где:

- Tp – значение погонной задержки с учетом ширины трека на плате, рассчитанное в калькуляторе импедансов;
- Ltl – фактическая длина трека (сегмента) на плате.

Значения задержки, отображаемые в панели «Свойства», представляют собой сумму задержек всех выбранных элементов, принадлежащих одной или разным цепям (Рис. 229):

- треков, сегментов и меандров треков одинаковой или разной ширины;
- переходных отверстий одного или разных стилей;
- контактных площадок (если оно задано).

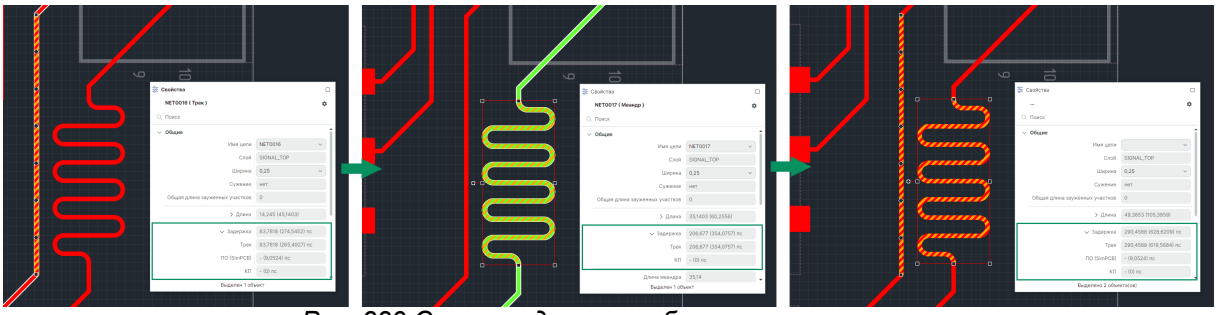


Рис. 229 Сумма задержек выбранных элементов

Значение задержки КП может быть определено:

- в редакторе компонента: вкладка «Контакты» → столбец «Задержка (пс)», подробнее см. Общие сведения о контактах;
- в редакторе схемы: панель «Свойства» для выбранного вывода → поле «Задержка (пс)», подробнее см. Свойства вывода;
- в редакторе платы: панель «Свойства» для выбранной КП → поле «Задержка (пс)».

11.6 Волновое сопротивление

Значение волнового сопротивления для одиночного трека, сегмента или меандра трека определяется в калькуляторе импедансов на основе параметров стека платы (толщины проводников, диэлектрической проницаемости, выбранных опорных слоев) и ширины трека на плате.

Значения волнового сопротивления (округленные и точные рассчитанные), отображаемые в панели «Свойства», будут представлены в виде диапазона от минимального до максимального значения в случае, если (Рис. 230):

- Выбраны треки, сегменты или меандры трека одной цепи с разными значениями ширины;
- Выбраны треки, сегменты или меандры трека различных цепей с разными значениями ширины.

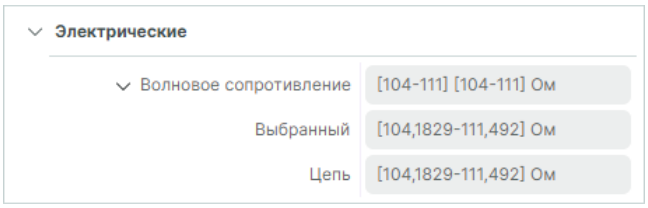


Рис. 230 Диапазоны значений волнового сопротивления

11.7 Емкость

Значение емкости (C) для одиночного трека, сегмента или меандра трека определяется как произведение погонной емкости и длины трека: **C=Cp*Ltl**, где:

- Cp – значение погонной емкости с учетом ширины трека на плате, рассчитанное в калькуляторе импедансов;
- Ltl – фактическая длина трека (сегмента) на плате.

Значения емкости, отображаемые в панели «Свойства», представляют собой сумму емкостей всех выбранных элементов, принадлежащих одной или разным цепям (Рис. 231):

- треков, сегментов и меандров треков одинаковой или разной ширины;
- переходных отверстий одного или разных стилей.

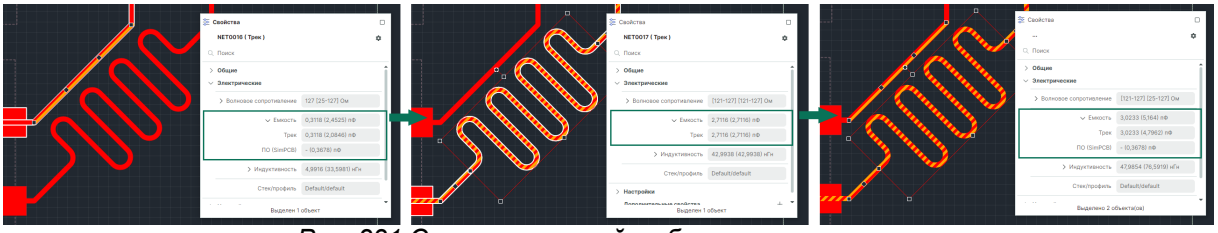


Рис. 231 Сумма емкостей выбранных элементов

11.8 Индуктивность

Значение индуктивности (L) для одиночного трека, сегмента или меандра трека определяется как произведение погонной индуктивности и длины трека: **L=Lp*Ltl**, где:

- Lp – значение погонной индуктивности с учетом ширины трека на плате, рассчитанное в калькуляторе импедансов;
- Ltl – фактическая длина трека (сегмента) на плате.

Значения индуктивности, отображаемые в панели «Свойства», представляют собой сумму индуктивностей всех выбранных элементов, принадлежащих одной или разным цепям (Рис. 232):

- треков, сегментов и меандров треков одинаковой или разной ширины;
- переходных отверстий одного или разных стилей.

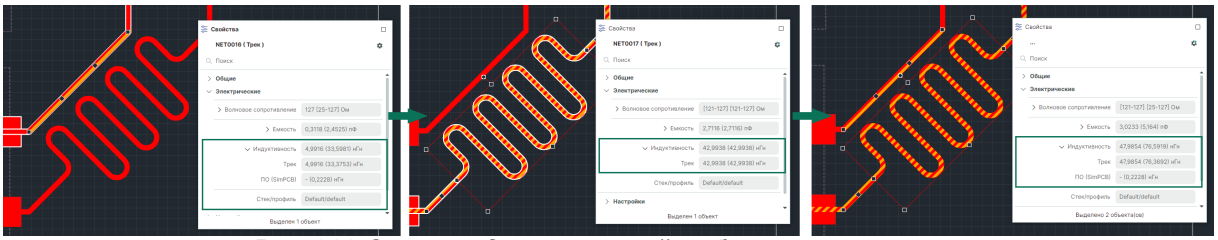


Рис. 232 Сумма индуктивностей выбранных элементов

11.9 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 такие расхождения будут указываться как нарушения.

Набор значений ширины треков представлен на Рис. 233, описание приведено ниже.

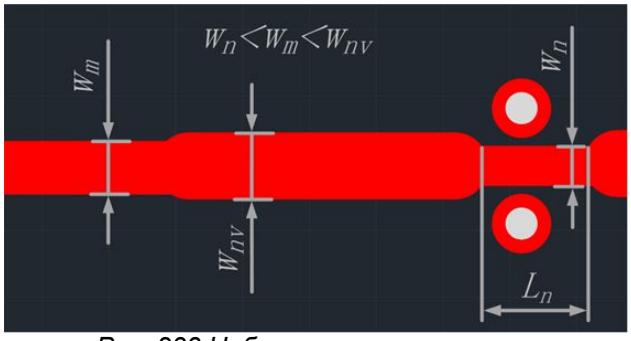


Рис. 233 Набор параметров трека

- Номинальная ширина трека (***Wnv***) – типовая ширина печатного проводника, используемая для размещения трассы. При первом старте размещения конкретного проводника система будет предлагать использовать данное значение.

Примечание! В системе Delta Design номинальное значение ширины трека является также максимальным значением.

- Минимальная ширина трека (***Wm***) – типовое нижнее ограничение ширины проводника. Данный параметр указывает минимальную ширину проводника, которая может быть использована без дополнительных проверок.

- Ширина зауженного трека (***Wn***) – значение, которое может принимать ширина трека для прохода в узком месте, должно быть меньше минимальной ширины трека. Длина участков трека с использованием данного значения ширины ограничена.

- Максимально допустимая длина одного зауженного участка (***Ln***) – верхнее ограничение значения длины одного зауженного участка. Значение должно быть меньше или равно значению суммарной длины зауженных участков.

- Максимально допустимая суммарная длина зауженных участков (***Σ(Ln)***) – верхнее ограничение значения всех длин зауженных участков.

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

- расположение Т-соединений;

- возможность трассировки по определенному слою;

- наличие подключаемых областей металлизации;

- количество переходных отверстий.

11.10 Размещение треков

11.10.1 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. 234. Текущие координаты курсора отображаются в строке состояния.

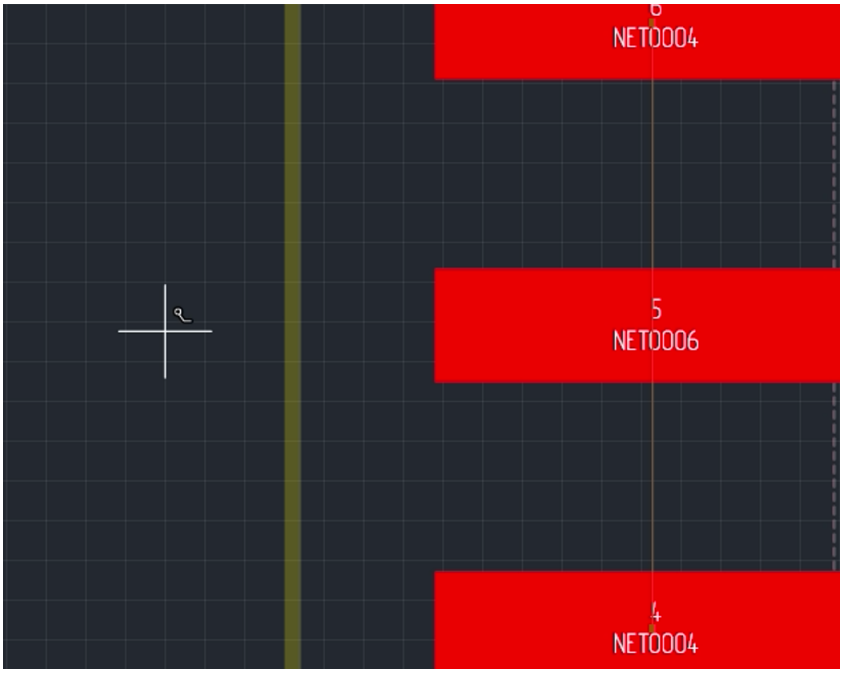


Рис. 234 Вид курсора при использовании инструмента «Разместить трек»

Примечание! По умолчанию для вызова инструмента «Разместить трек» назначена клавиша «T» (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. 235 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.

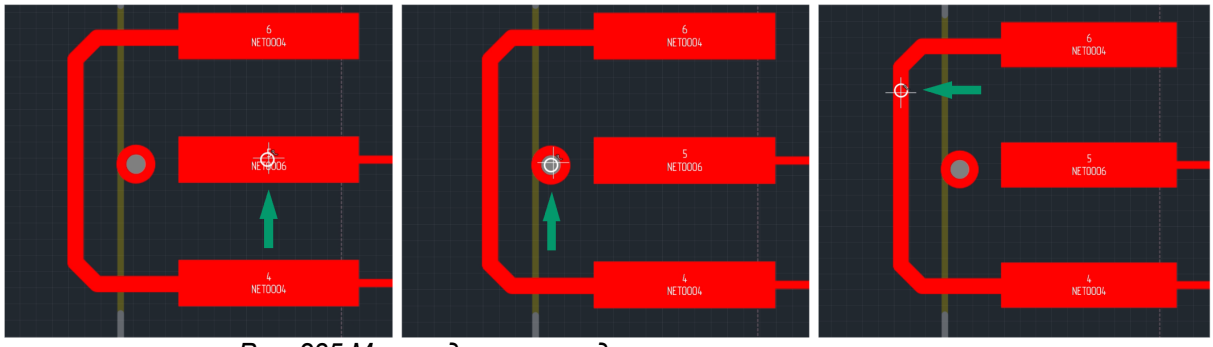


Рис. 235 Места доступные для начала размещения трека

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. 236.

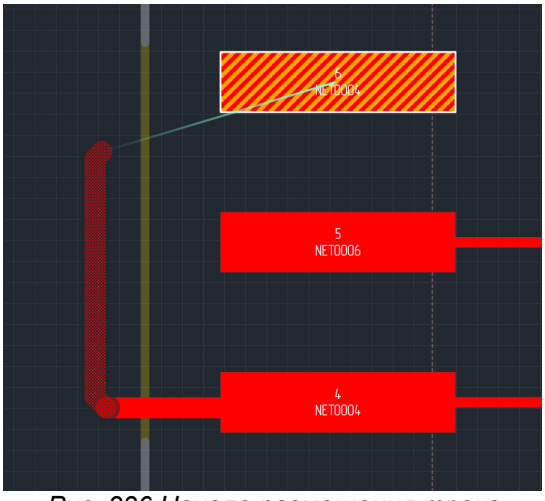


Рис. 236 Начало размещения трека

При размещении трека в информационной строке, расположенной в верхней части окна редактора, см. Рис. 237 отображается:

- имя цепи с названиями компонентов, соединяемых данным треком;
- вид трассировки (основная или эскизная);

- включение/отключение проверки нарушений;
- опции вида подключений;
- включение/отключение режима «расталкивания»;
- отмена размещения трека и выход из инструмента.

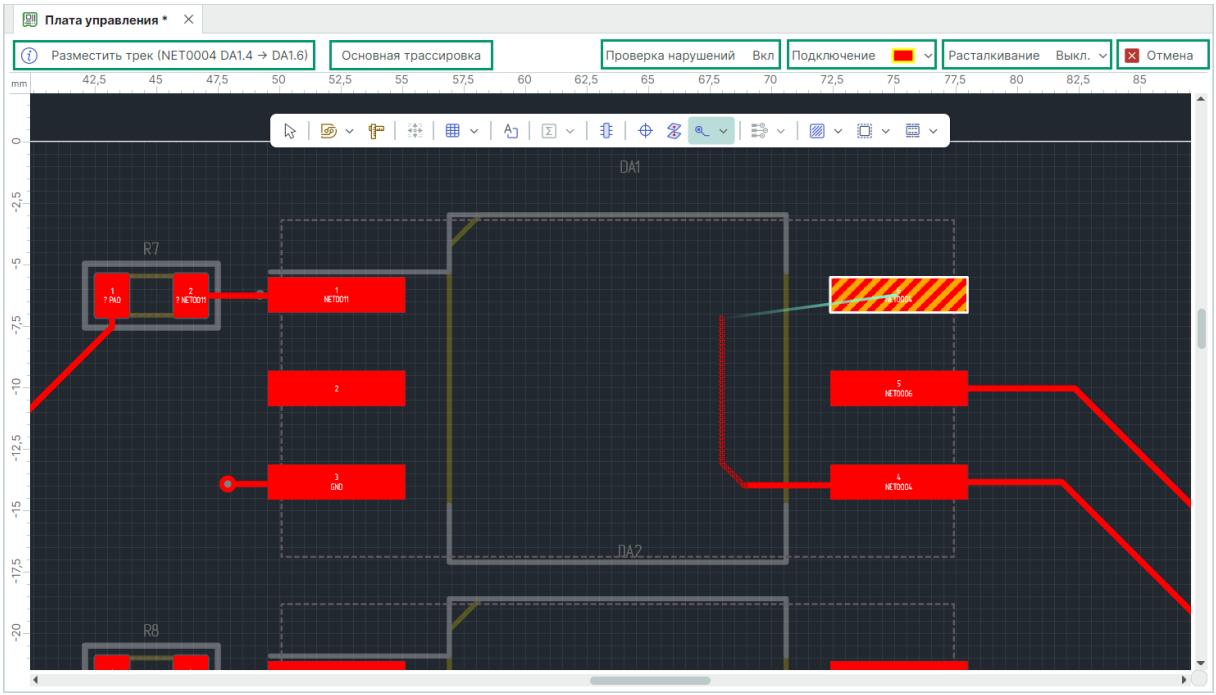


Рис. 237 Информационная строка при размещении трека

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. 238.

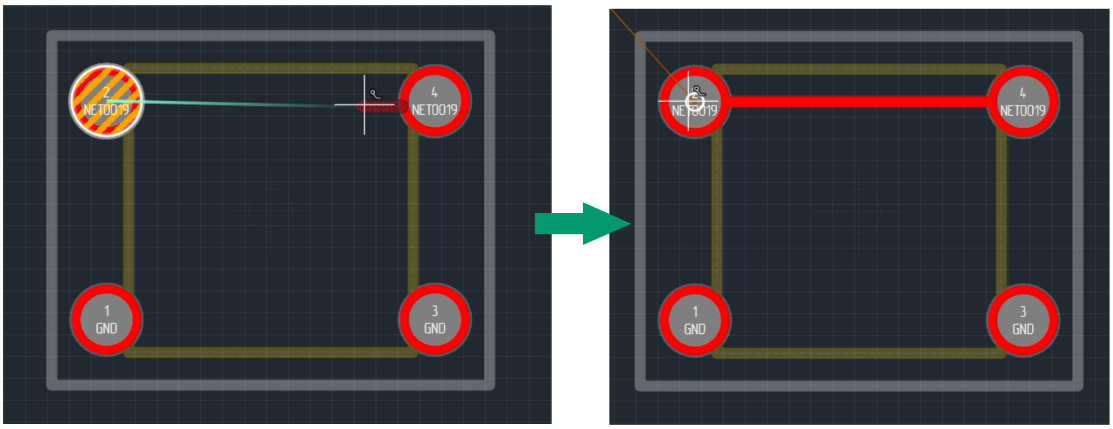


Рис. 238 Размещение трека

Примечание! Для завершения размещения трека в указанном месте на плате (не на объекте проводящего рисунка) используйте 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. 239.

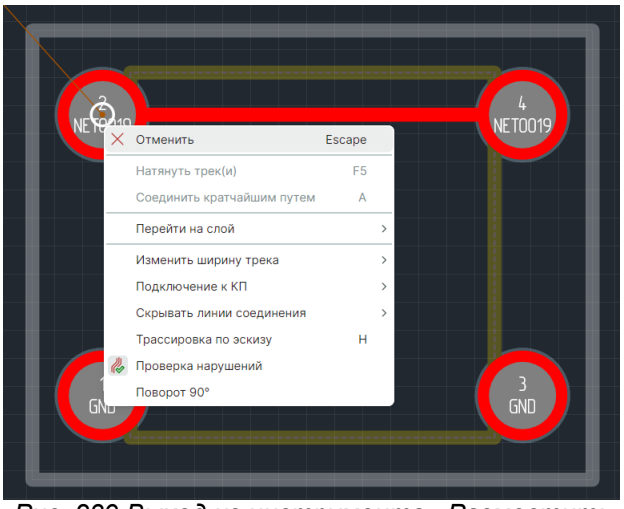


Рис. 239 Выход из инструмента «Разместить трек»

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

11.10.2 Формирование траектории трека

11.10.2.1 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. 240. Два таких отрезка называются "клюшка".

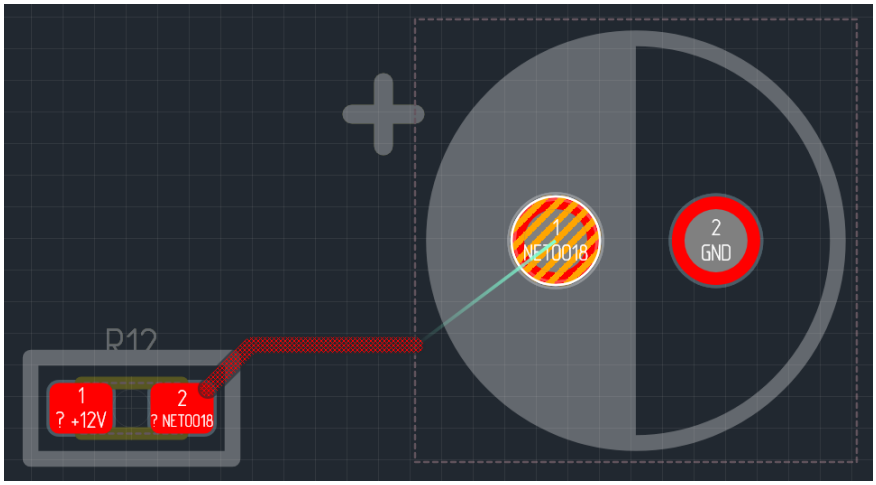


Рис. 240 Соединение двух точек треком

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. 241.

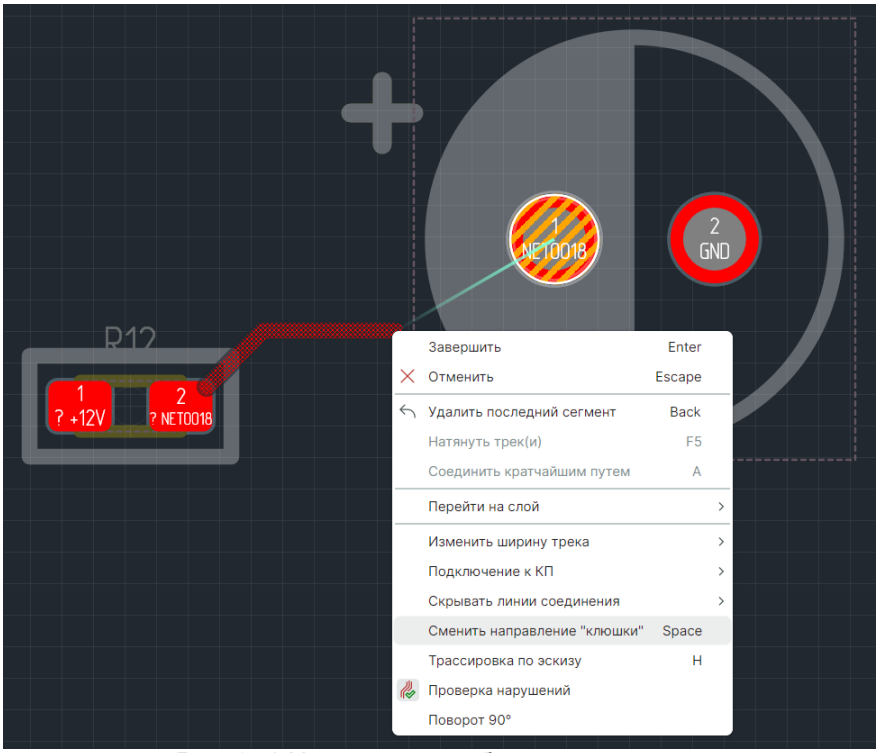


Рис. 241 Изменение комбинации отрезков

После выполнения команды комбинация отрезков (направление “клюшки”) будет изменена, см. Рис. 242.

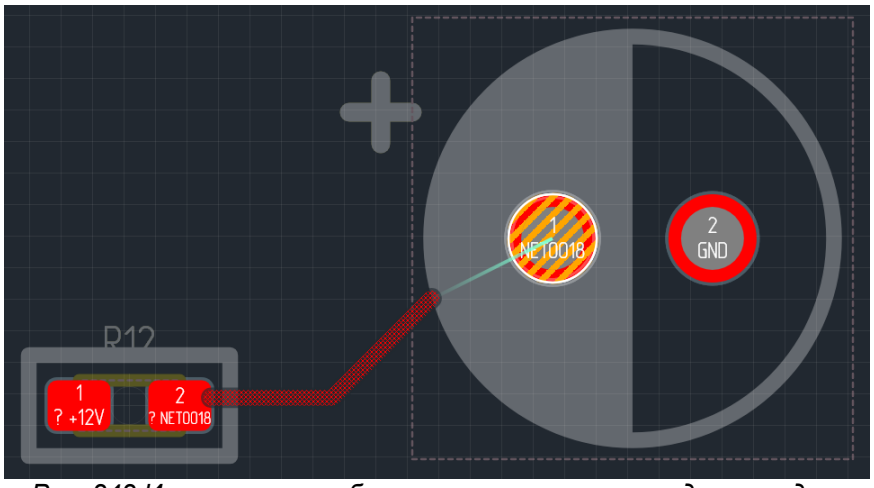


Рис. 242 Измененная комбинация отрезков при соединении двух точек треком

11.10.2.2 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. 243.

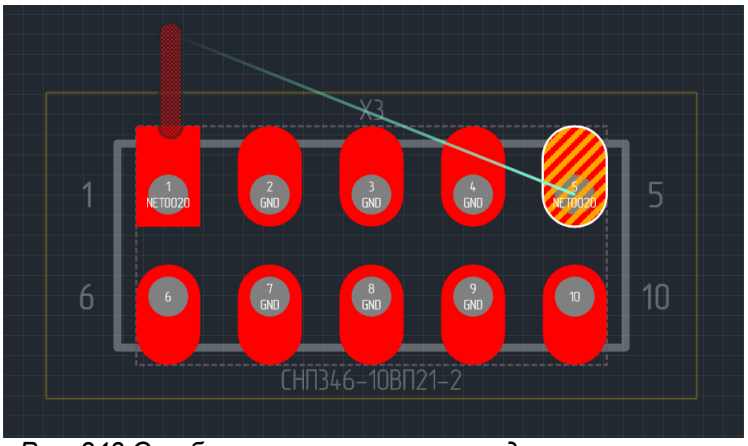


Рис. 243 Отображение возможного вида участка трека

2. Подтвердите выбор точки, через которую будет проложен трек. Для этого нажмите левую кнопку мыши, чтобы зафиксировать предлагаемый участок, см. Рис. 244.

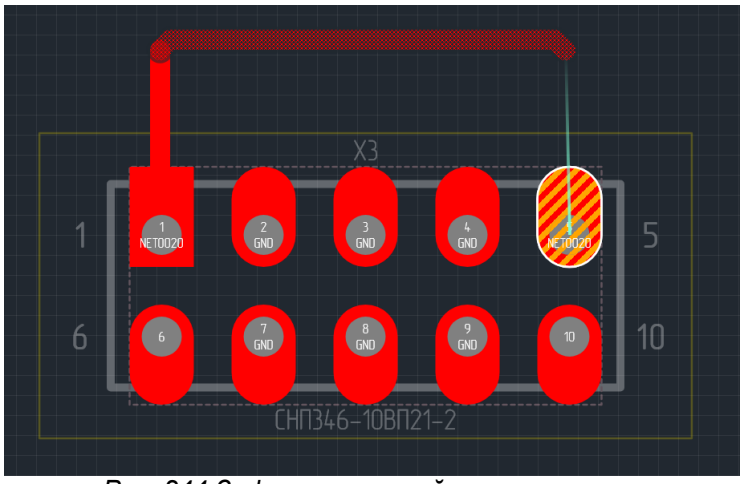


Рис. 244 Зафиксированный участок трека

3. Повторите действия, описанные в пунктах 1 и 2, пока не будет сформирована требуемая траектория трека, см. Рис. 245.

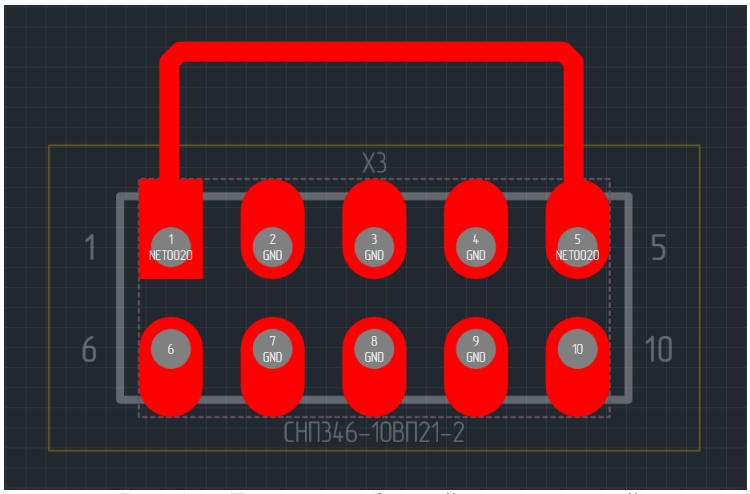


Рис. 245 Трек с требуемой траекторией

11.10.2.3 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. 246.

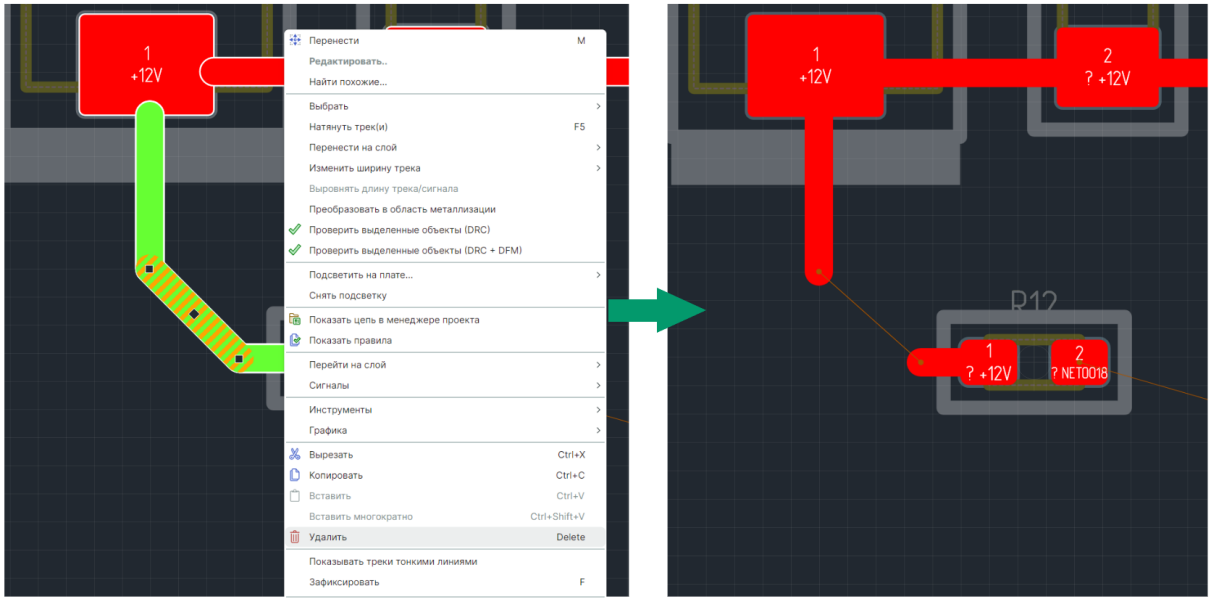


Рис. 246Удаление сегмента трека

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. 247.

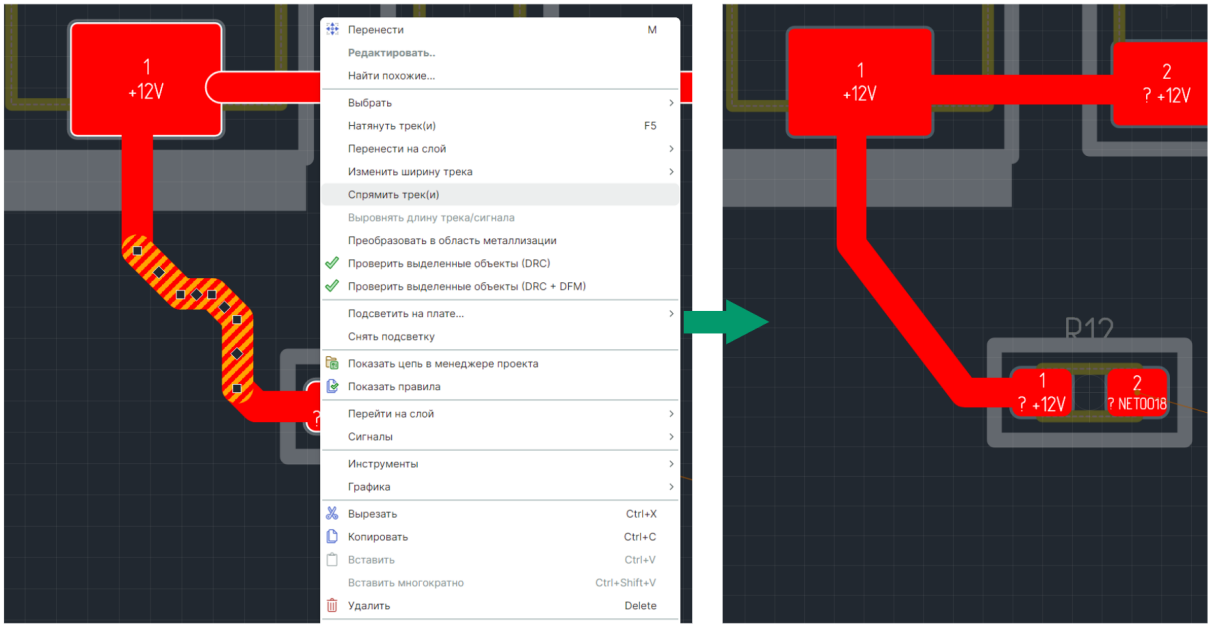


Рис. 247 Спрямление участка трека

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. 248.

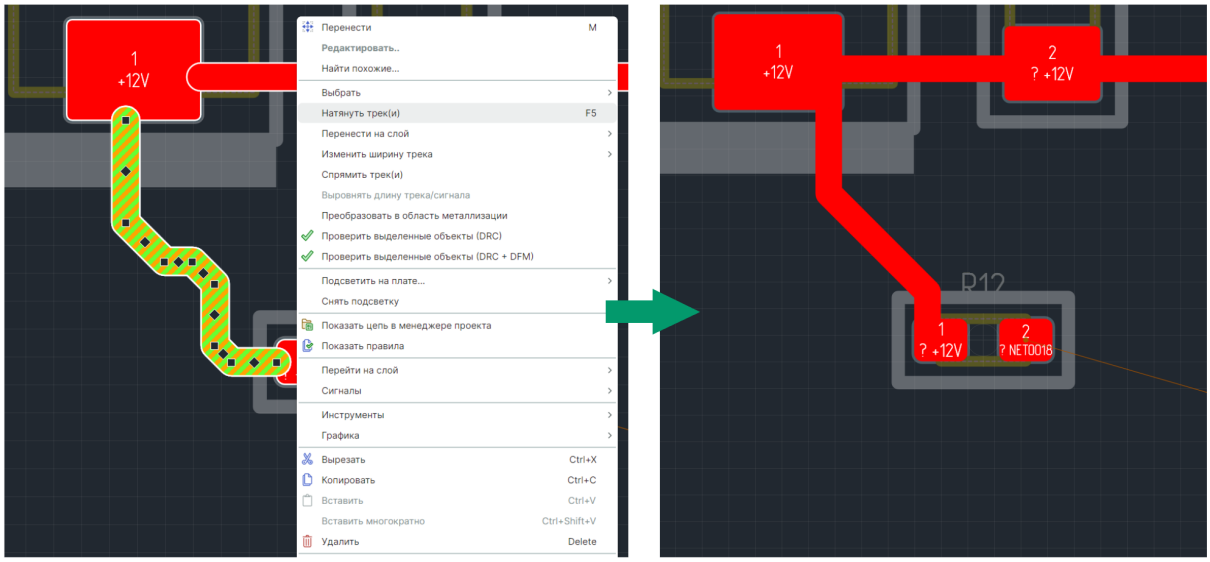


Рис. 248 Натяжение трека

11.10.3 Завершение трека вне проводящего рисунка

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

В дальнейшем, при проверке платы, 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. 249.



Рис. 249 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.

11.10.4 Отмена размещения

При отмене размещения трека будет удален весь проводящей 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. 250.

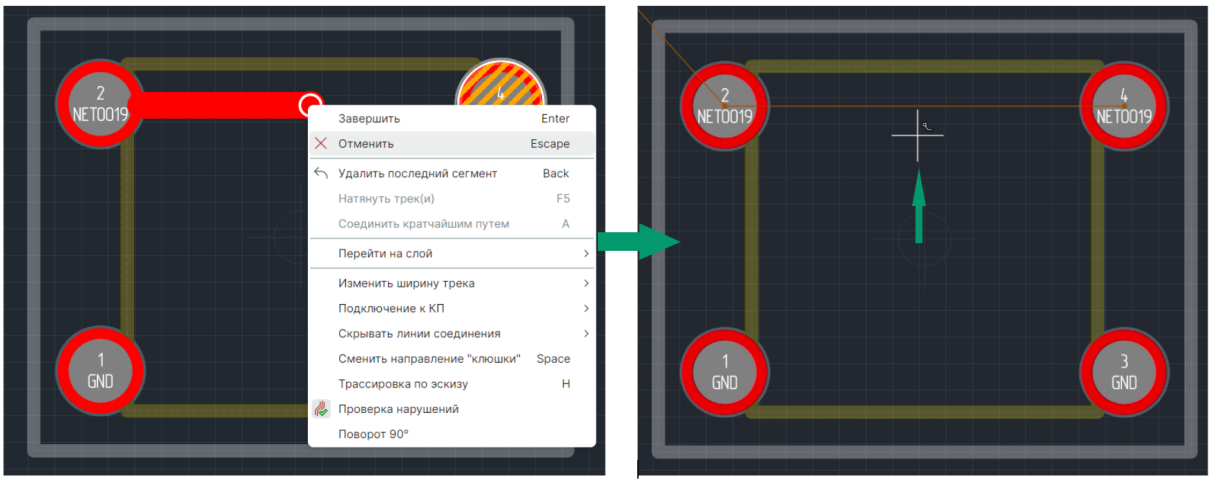


Рис. 250 Отмена размещения трека

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.

11.10.5 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. 251.

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

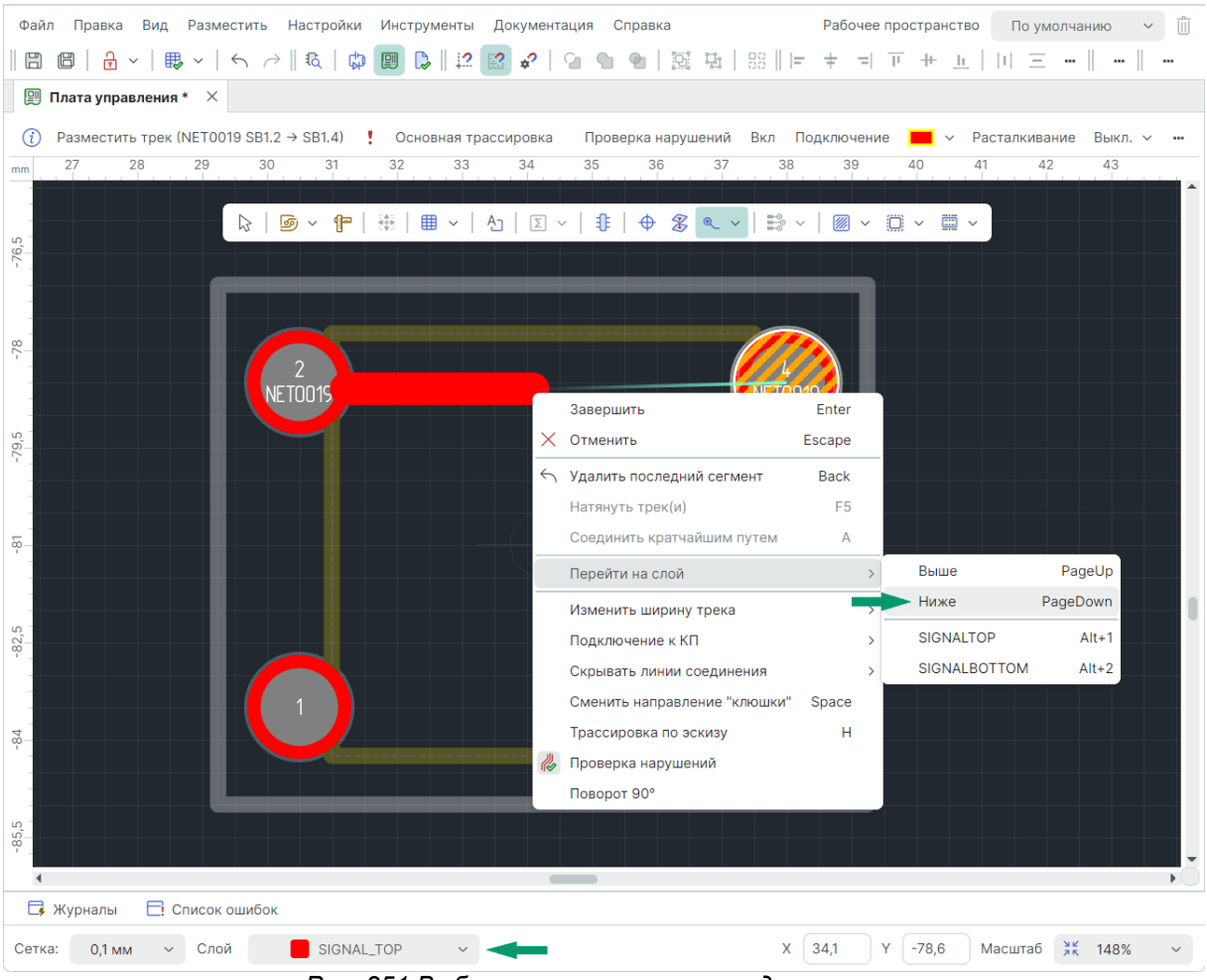


Рис. 251 Выбор направления перехода по слоям

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. 252.

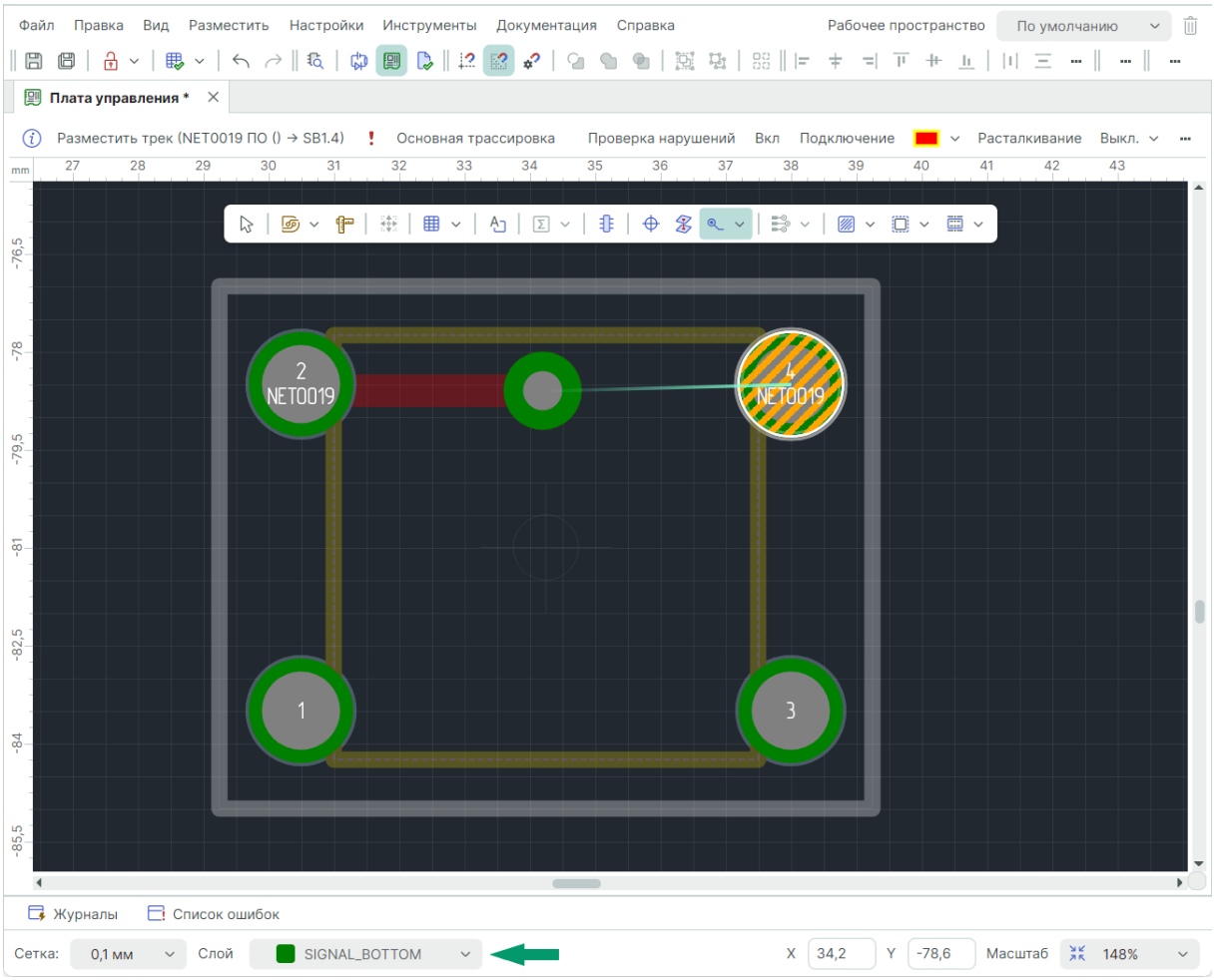


Рис. 252 Размещение перехода на другой слой

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. 253.

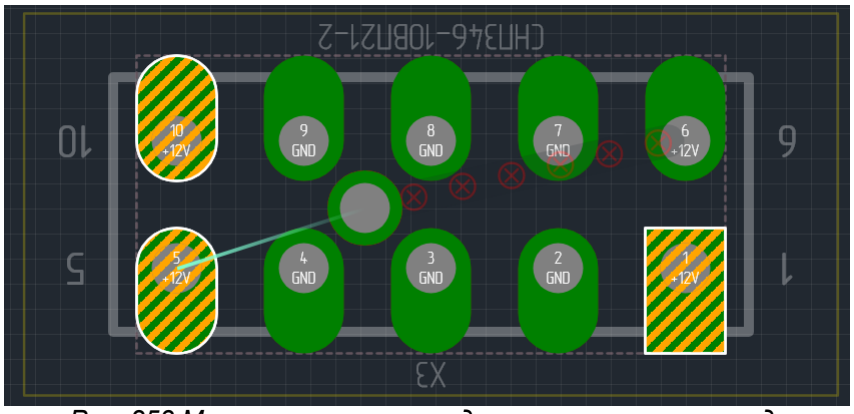


Рис. 253 Место, запрещенное для размещения перехода

Для изменения стиля переходного отверстия перейдите «Свойства» → «Стиль VIA» и выберите нужный стиль ПО из выпадающего списка, доступного при нажатии символа «⌄» 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. 254.

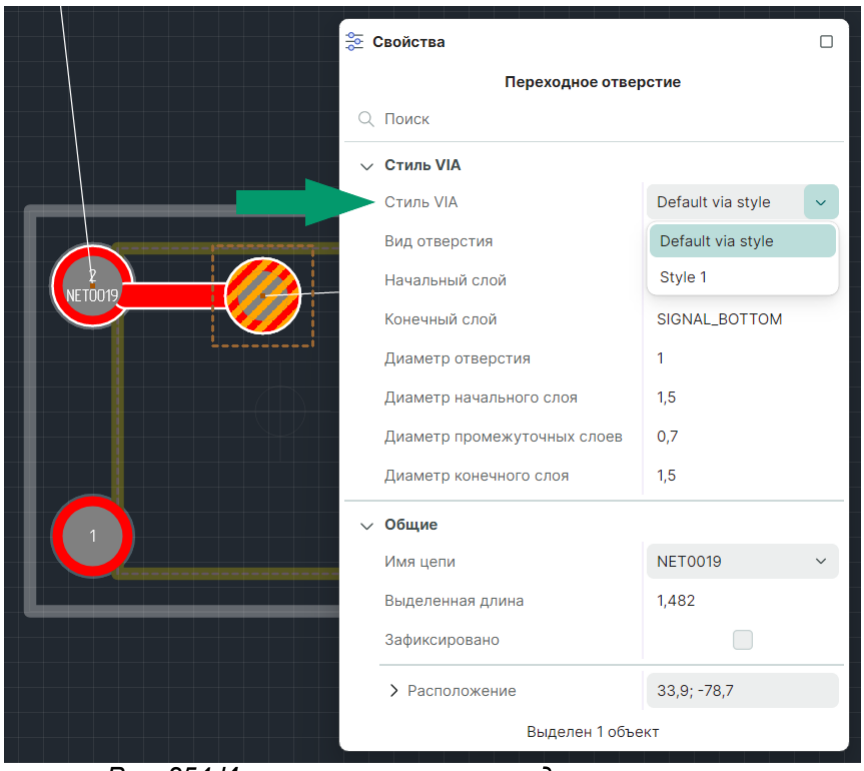


Рис. 254 Изменение стиля переходного отверстия

4. 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.

11.10.6 Ширина трека

11.10.6.1 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. 255.

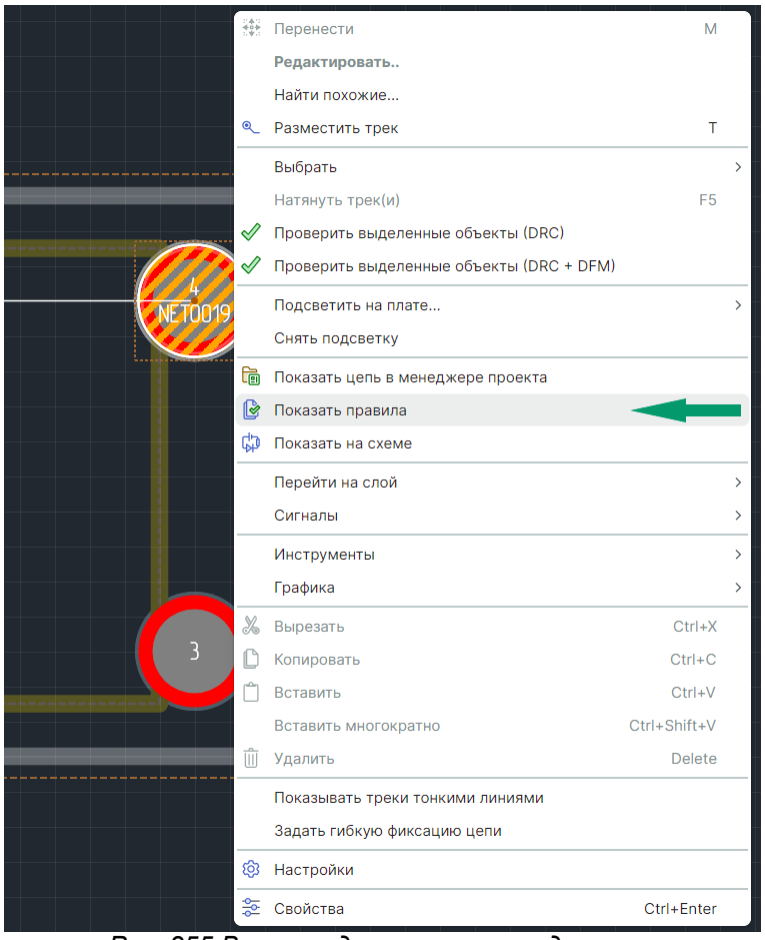


Рис. 255 Вызов редактора правил для цепи

3. При необходимости измените или дополните правила для ширины трека, созданные на основе шаблонов правил в стандартах системы, см. Рис. 256.

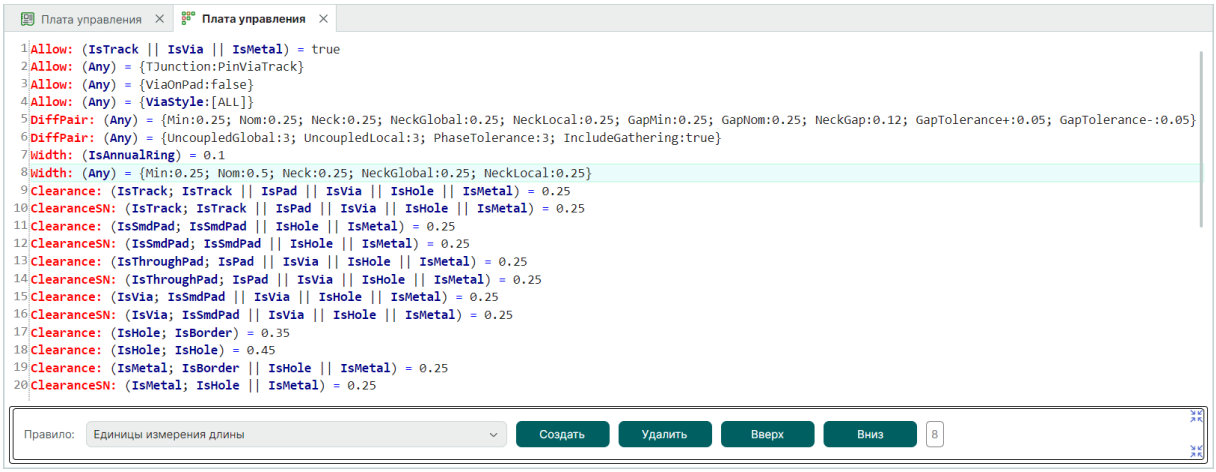


Рис. 256 Значения ширины трека для цепи

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.

11.10.6.2 Установка приоритеного 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. 257. Дробная часть значений отделяется символом «.». Друг от друга значения разделяются символом «;», например, «0.1;0.2;0.3».

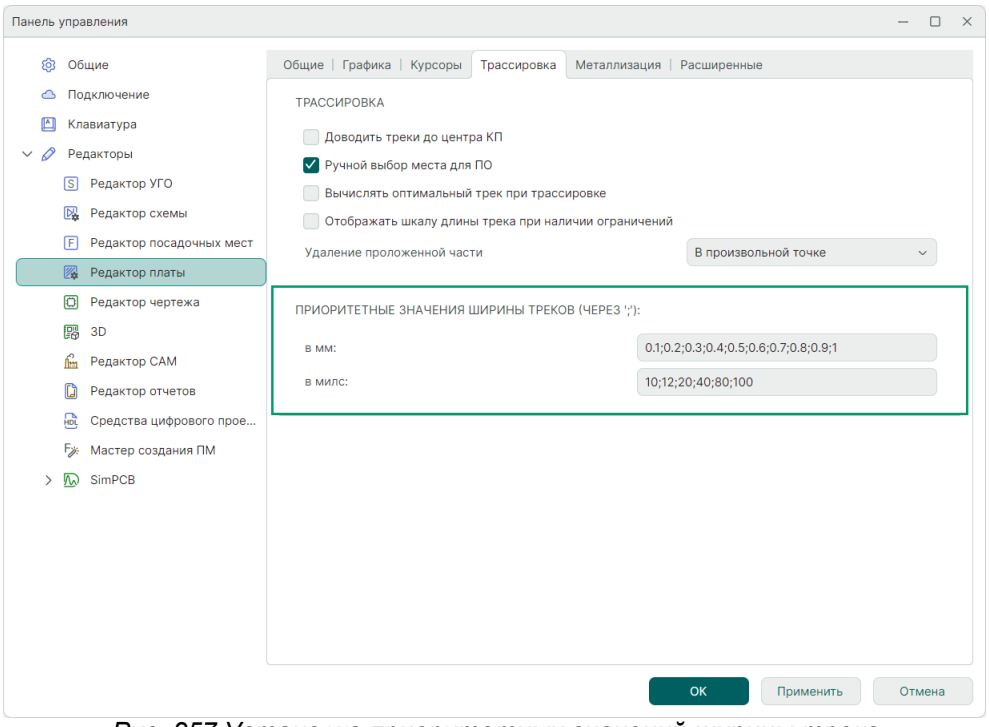


Рис. 257 Установка приоритетных значений ширины трека

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. 258.

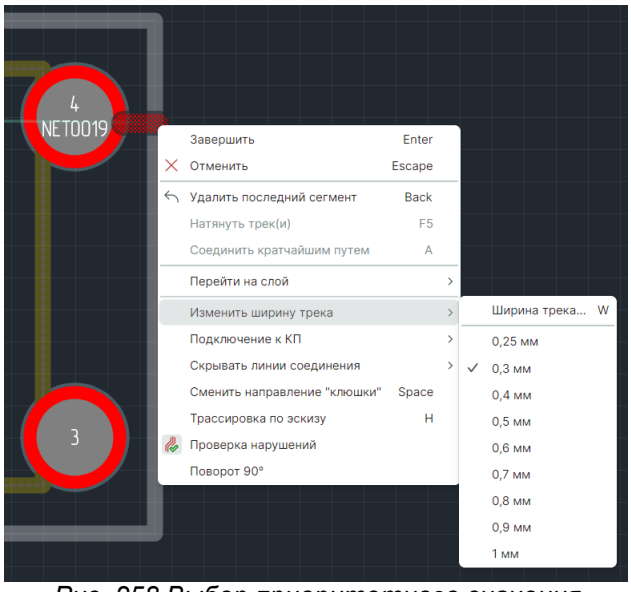


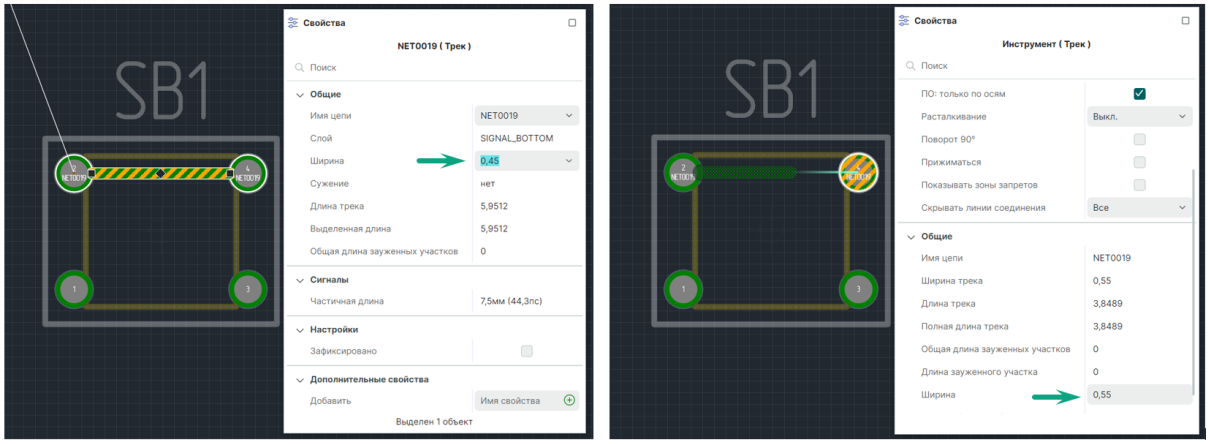
Рис. 258 Выбор приоритетного значения ширины трека

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».

11.10.6.3 Установка произвольного значения ширины

Произвольное значение ширины трека может устанавливаться с помощью пункта «Ширина» панели «Свойства», см. Рис. 259. 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».

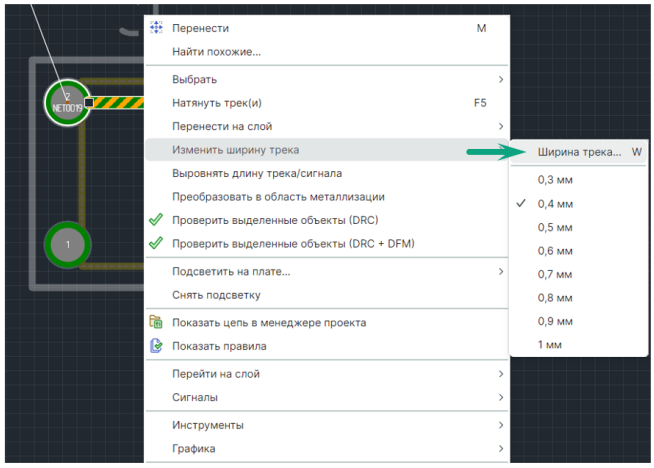


Установка произвольного значения ширины для размещенного трека

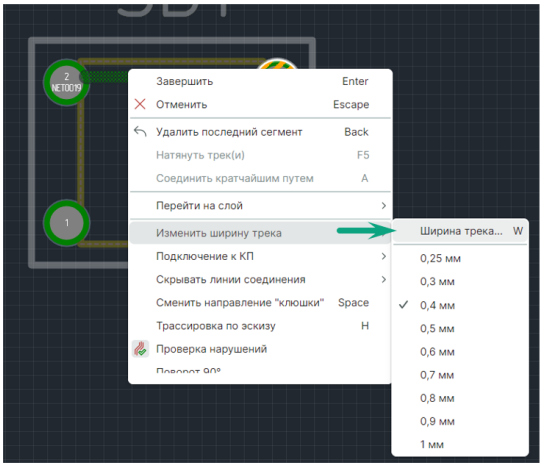
Установка произвольного значения ширины для размещаемого трека (инструмент «Разместить трек» активен)

Рис. 259 Установка произвольного значения ширины трека

Также произвольное значение ширины трека может быть задано в окне «Ширина трека», вызов окна осуществляется из контекстного меню или с помощью горячей клавиши «W» (по умолчанию) при активном инструменте «Разместить трек» или при выделении треков, см. Рис. 260.



Контекстное меню выделенного трека



Контекстное меню инструмента «Разместить трек»

Рис. 260 Вызов окна «Ширина трека» из контекстного меню

Пример отображения окна представлен на Рис. 261.

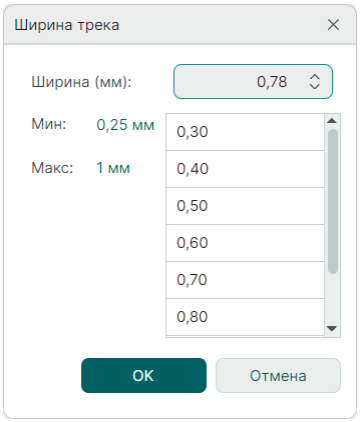


Рис. 261 Окно «Ширина трека»

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

11.11 Режимы работы инструмента «Разместить трек»

11.11.1 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.

Для управлением контроля существующего расположения точки входа трека в КП предусмотрена опция «КП: контролировать».

11.11.2 Подключение трека к контактным площадкам

11.11.2.1 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;
- Возможностью продолжать трек до точки привязки контактной площадки.

11.11.2.2 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. 262 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.

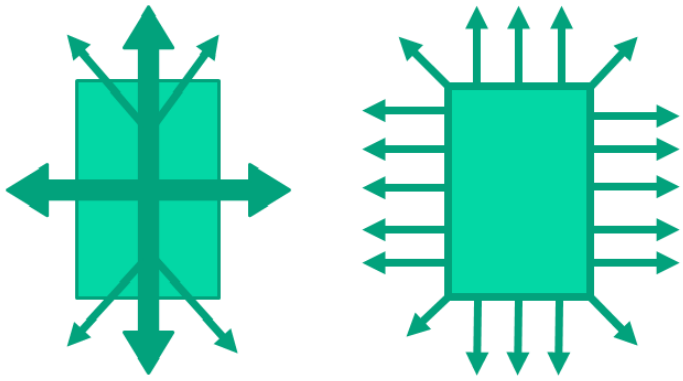


Рис. 262 Варианты подключения трека к контактной площадке

Переключение режимов производится при активном инструменте «Разместить трек» с помощью панели «Свойства» или с помощью информационной строки, см. Рис. 263.

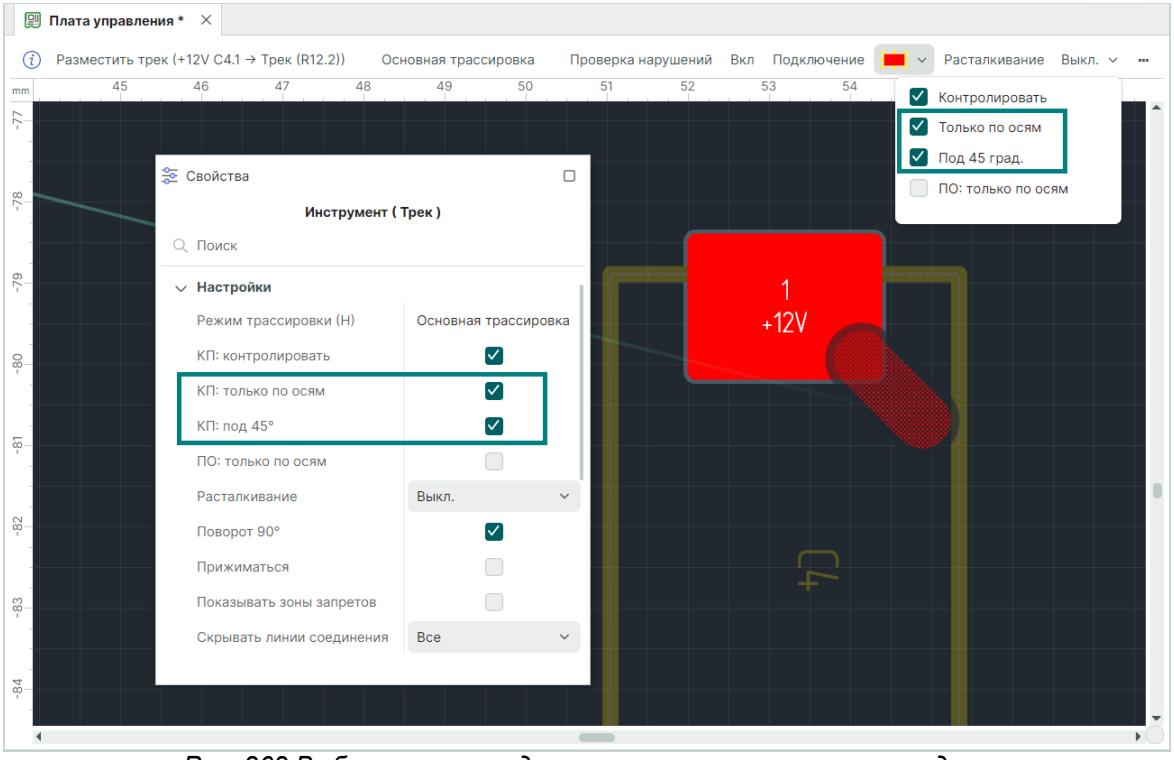


Рис. 263 Выбор режима подключения к контактным площадкам

11.11.2.3 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. 264. Курсор должен быть рядом с площадкой.

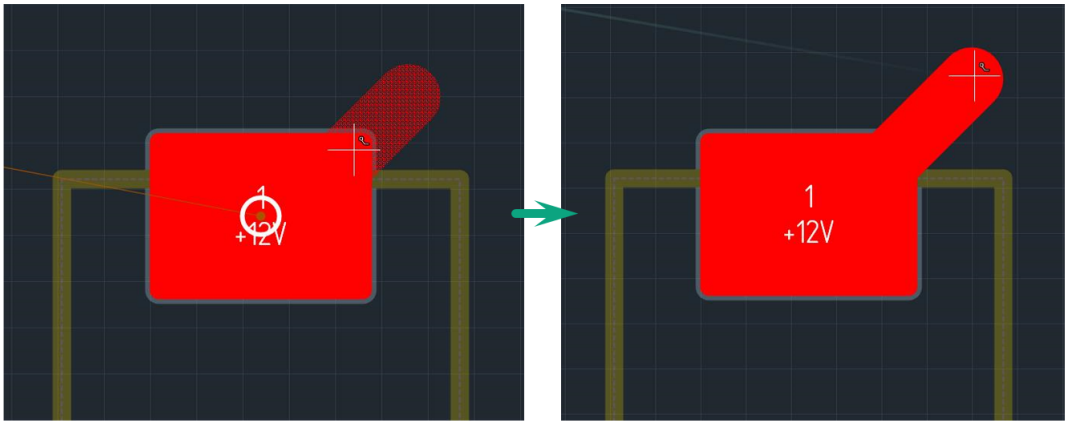


Рис. 264 Точное позиционирование подключения к контактной площадке

5. Зафиксируйте необходимый вариант подключения.

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

11.11.2.4 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».

11.11.2.5 Контроль подключения трека к КП

Включение данной настройки позволяет контролировать перемещение существующей точки входа трека в КП по граням этого КП при выполнении автоматической оптимизации трассировки.

Отключение/включение опции «Контролировать» / «КП: контролировать» производится при активном инструменте «Разместить трек» с помощью панели «Свойства» или с помощью информационной строки, см. Рис. 265.

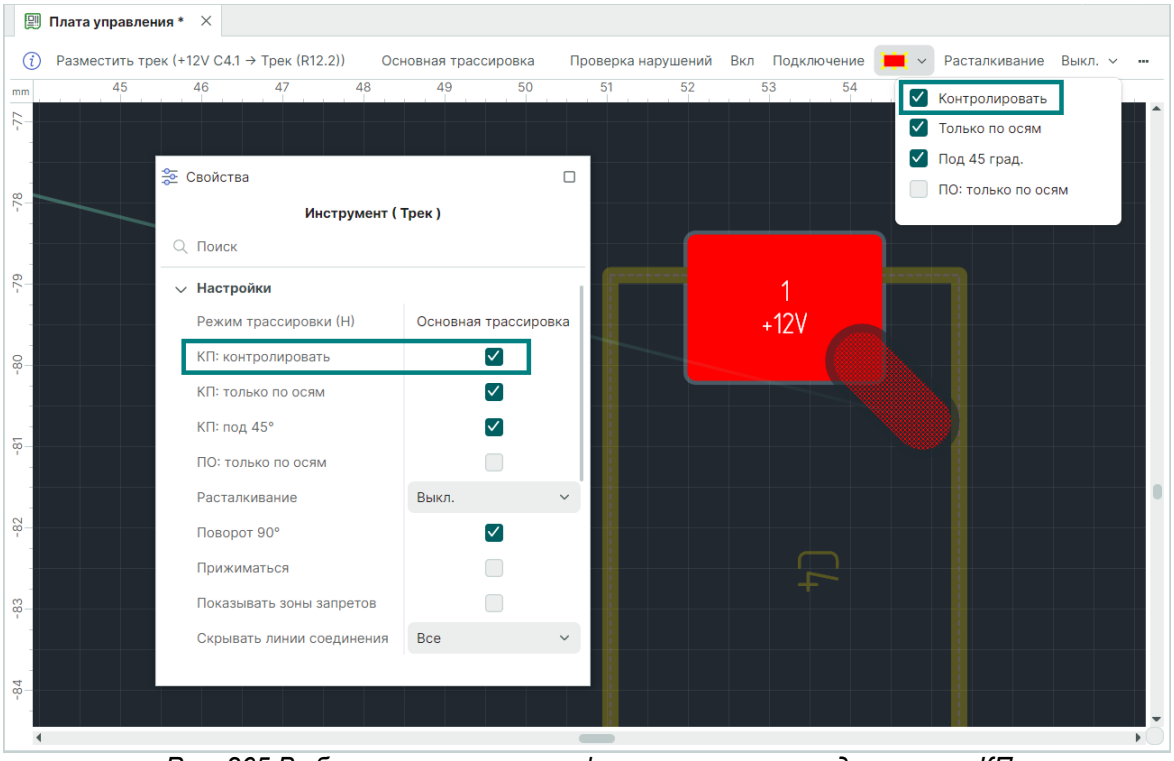


Рис. 265 Выбор опции контроля фиксации точки входа трека в КП

Примечание! При активных инструментах «Разместить диффпару» и «Натяжение треков» активностью этой опции можно управлять только из панели «Свойства» устанавливая или убирая флаг в поле «КП: контролировать».

11.11.3 Проведение трека по плате

11.11.3.1 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.

11.11.3.2 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. 266.

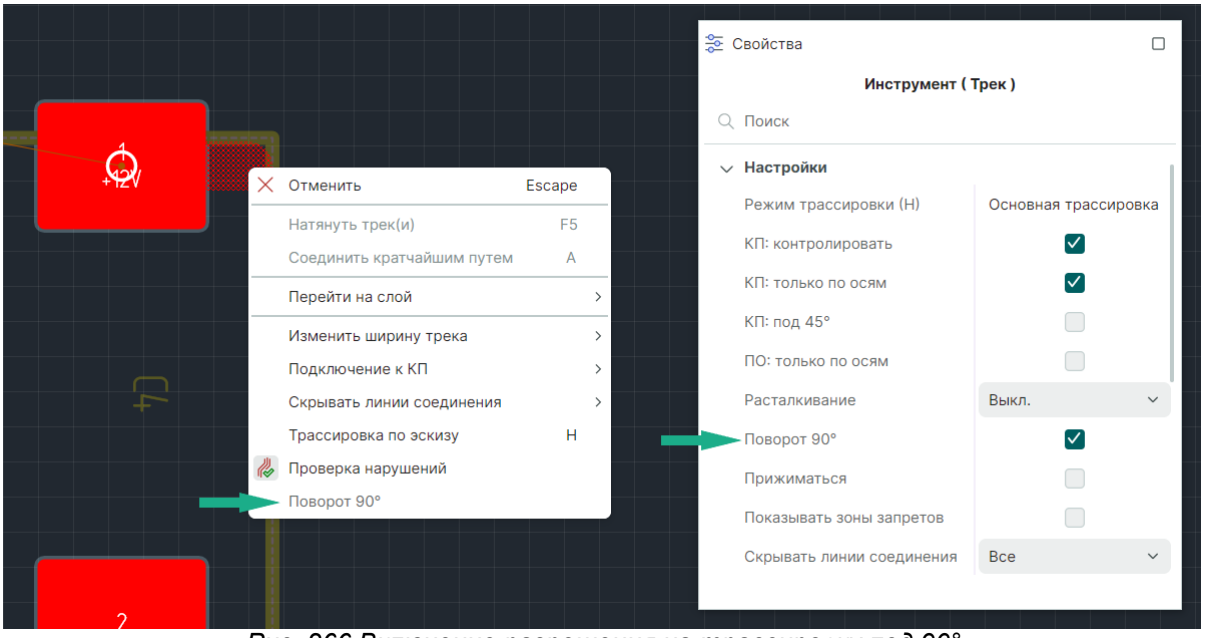


Рис. 266 Включение разрешения на трассировку под 90°

На Рис. 267 показаны примеры различной трассировки: с запретом (левая часть) и разрешением (правая часть) на трассировку под 90°.

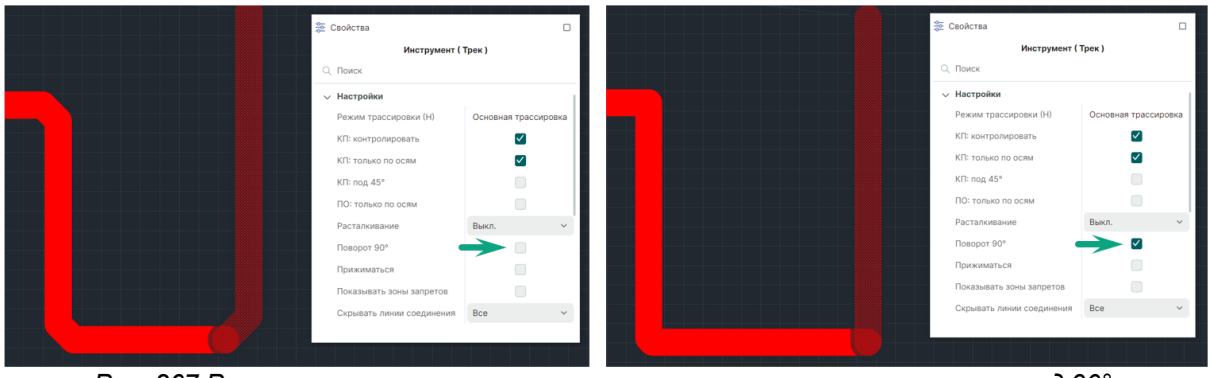


Рис. 267 Размещение трека с запретом и разрешением на трассировку под 90°

11.11.3.3 Прижимание

При включенной опции «Прижиматься» алгоритм прокладки строит трек, располагая его наиболее оптимально и близко к прочим объектам на сигнальном слое, см. Рис. 268.

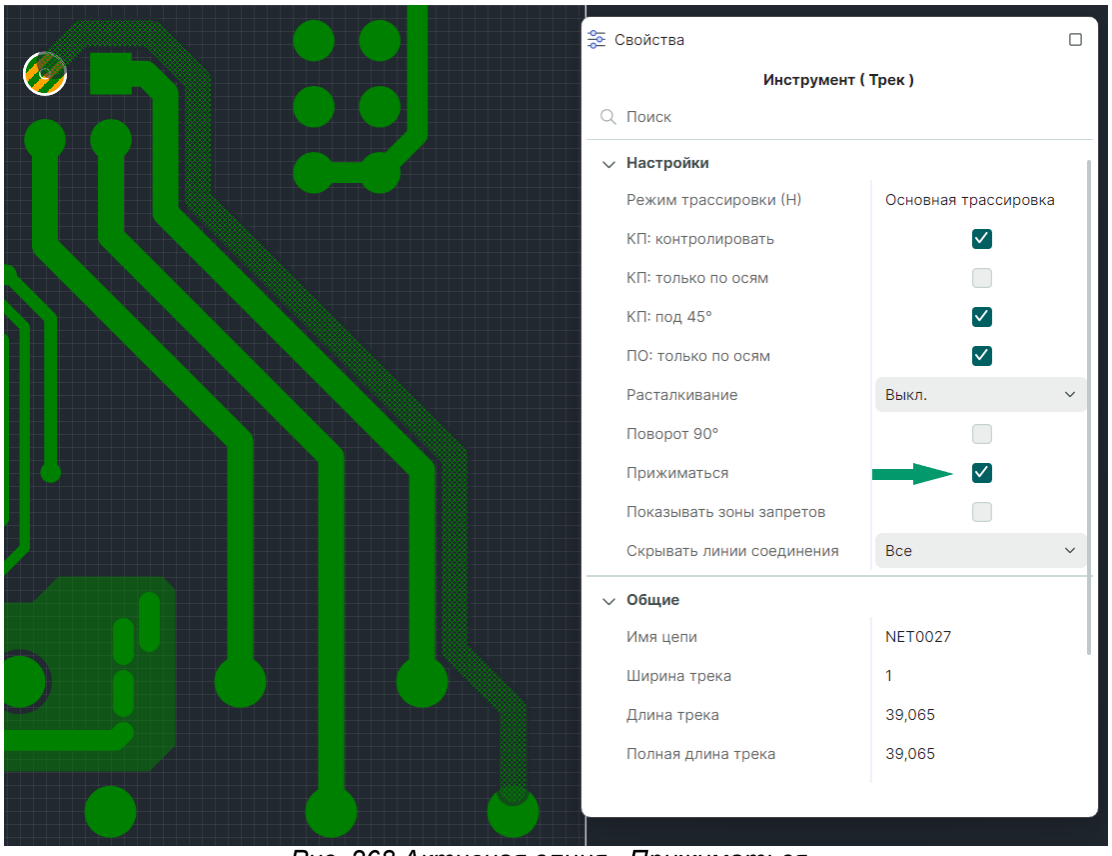


Рис. 268 Активная опция «Прижиматься»

11.11.3.4 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. 269.

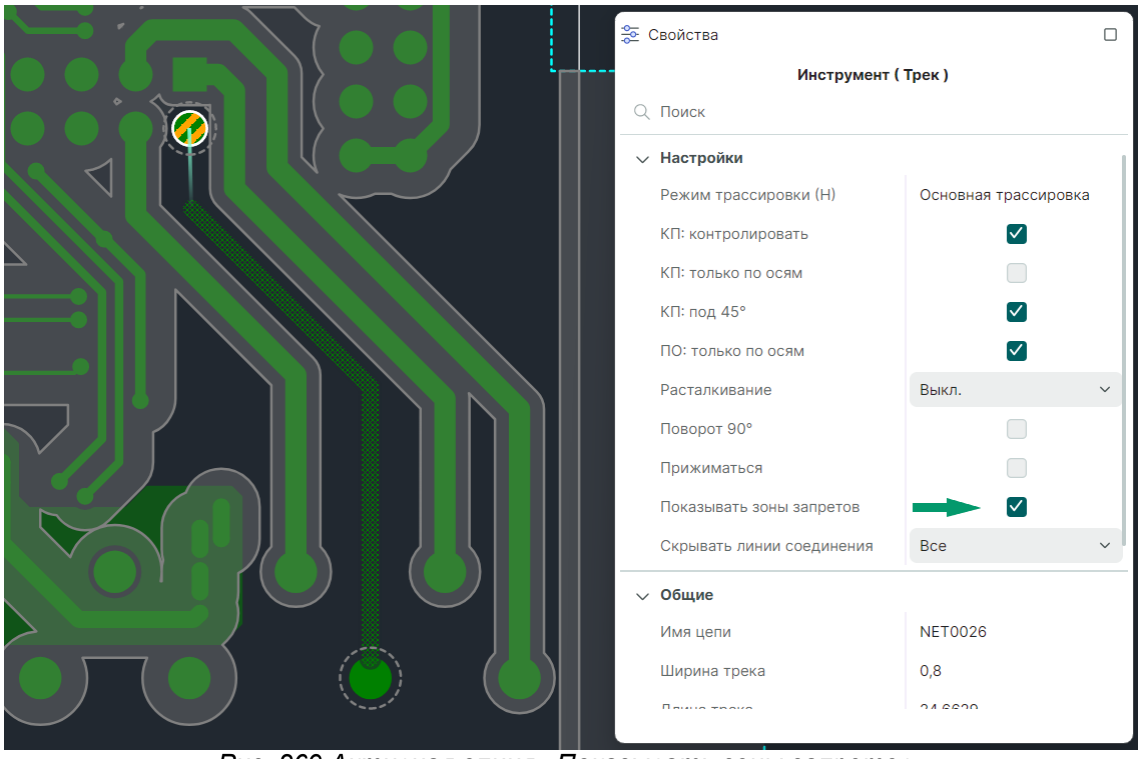


Рис. 269 Активная опция «Показывать зоны запретов»

11.11.3.5 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. 270.

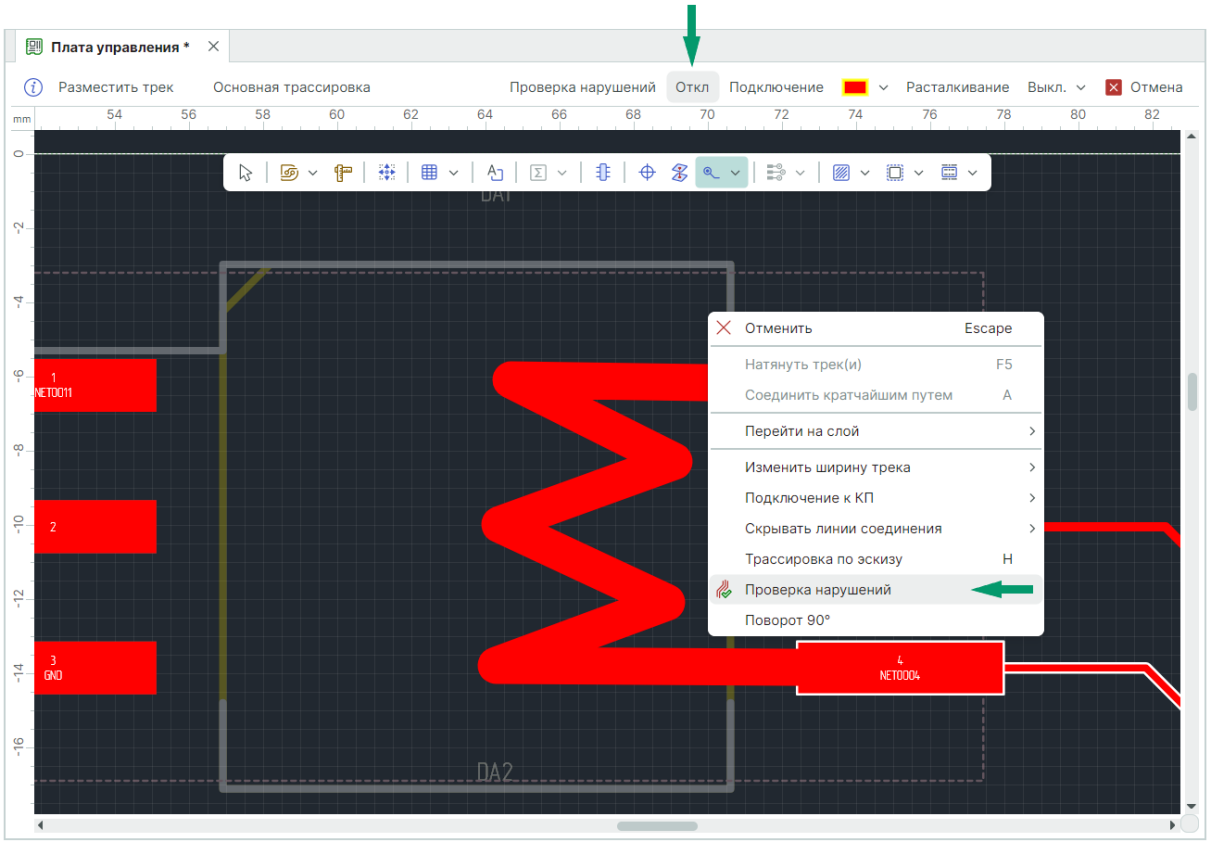


Рис. 270 Неактивная опция «Проверка нарушений»

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.

11.11.3.6 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. 271.

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

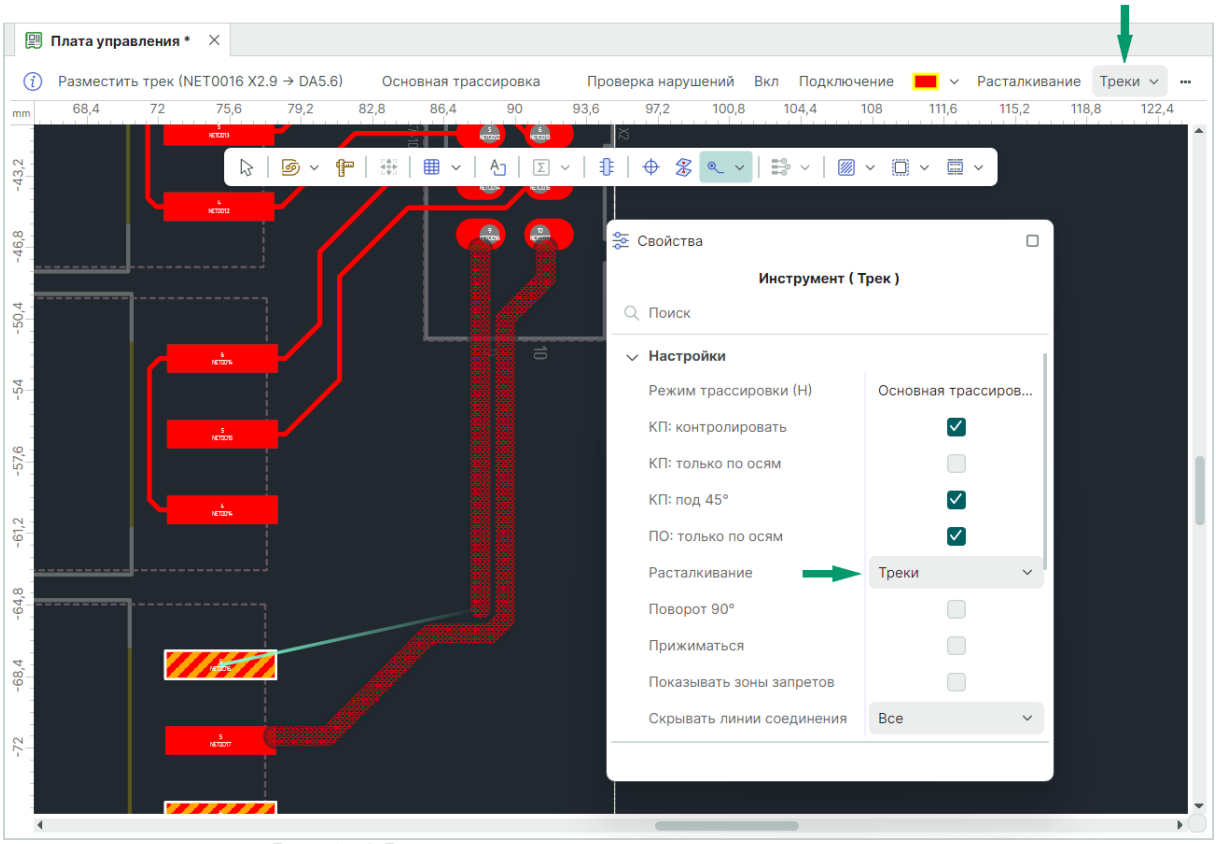


Рис. 271 Размещение трека в режиме расталкивания

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

11.11.3.7 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. 272.

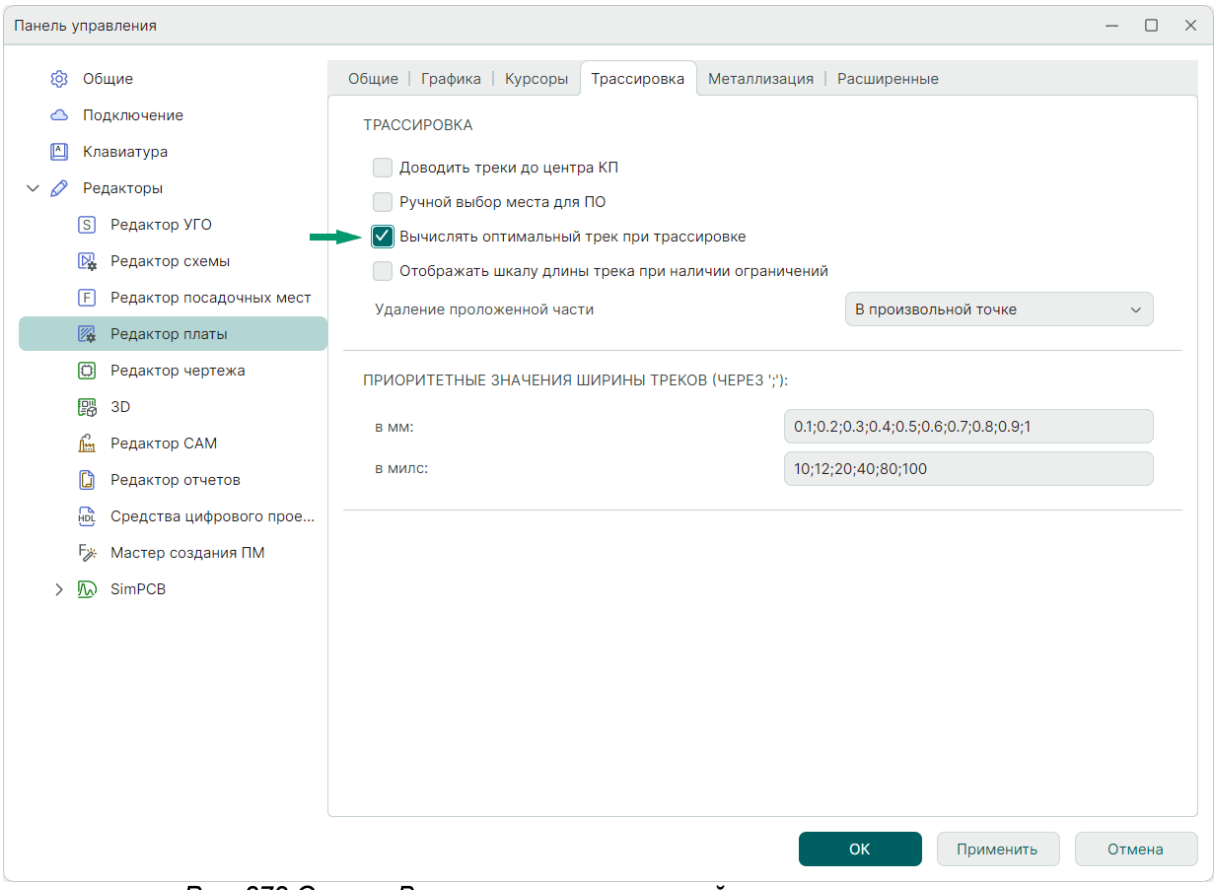


Рис. 272 Опция «Вычислять оптимальный трек при трассировке»

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 «A» (латинская), см. Рис. 273.

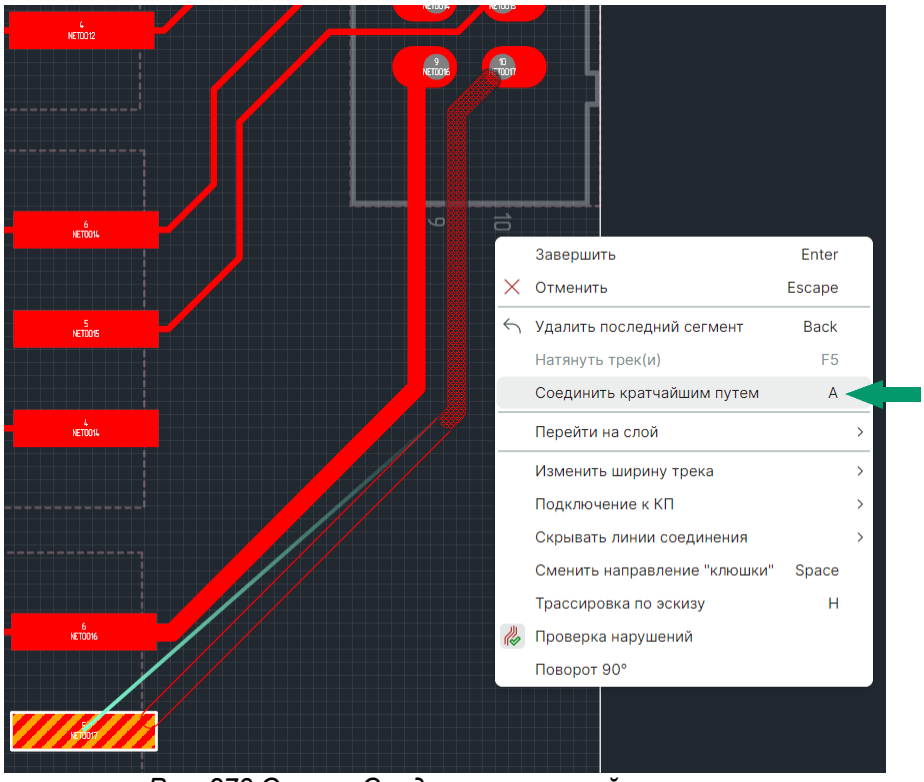


Рис. 273 Опция «Соединить кратчайшим путем»

11.11.3.8 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. 274.

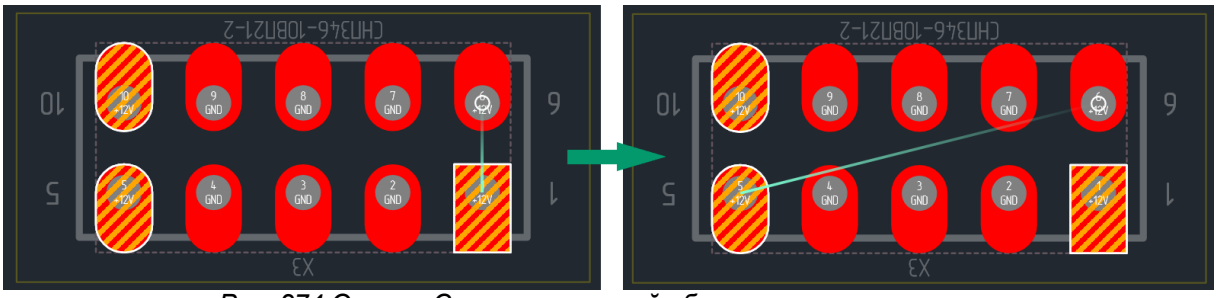


Рис. 274 Опция «Сменить целевой объект» при трассировке

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. 275.

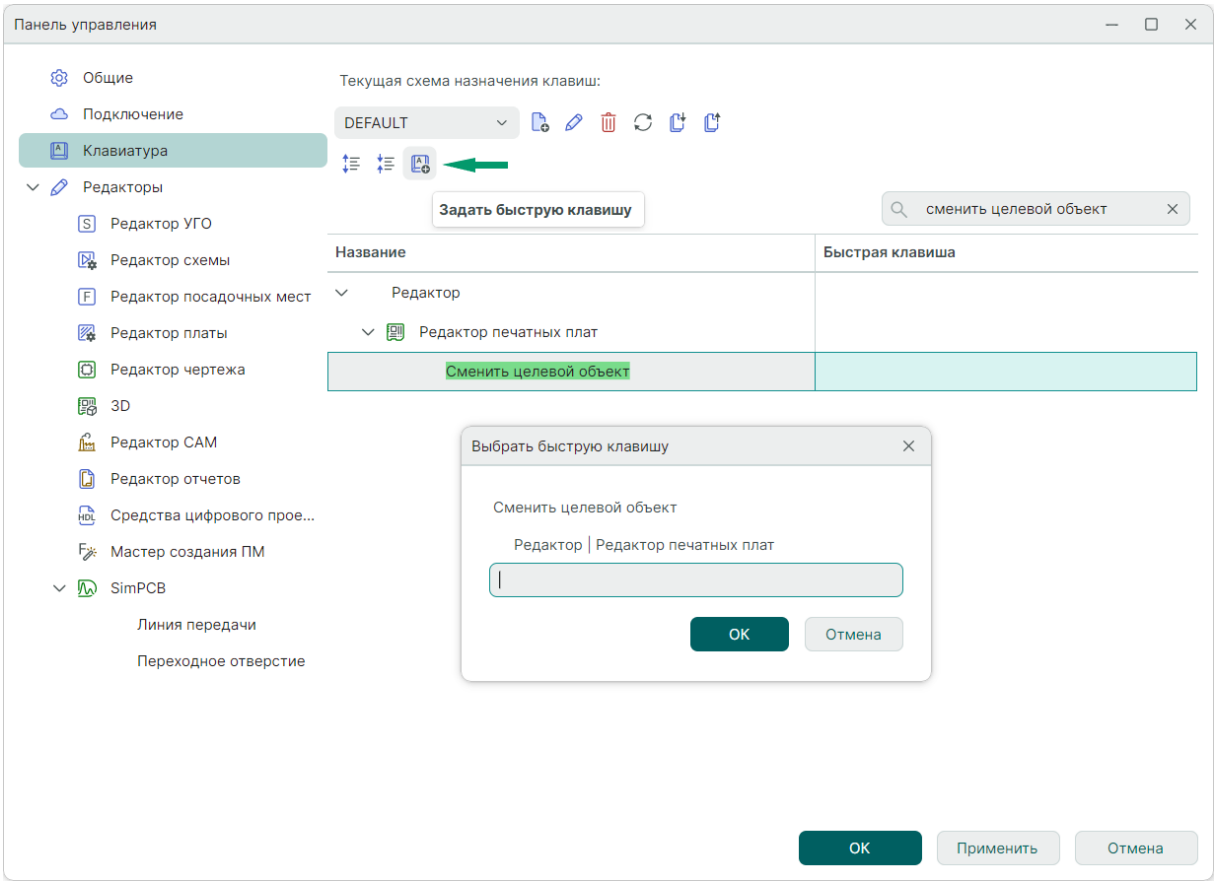


Рис. 275 Назначение горячей клавиши для опции «Сменить целевой объект»

11.11.3.9 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. 276.

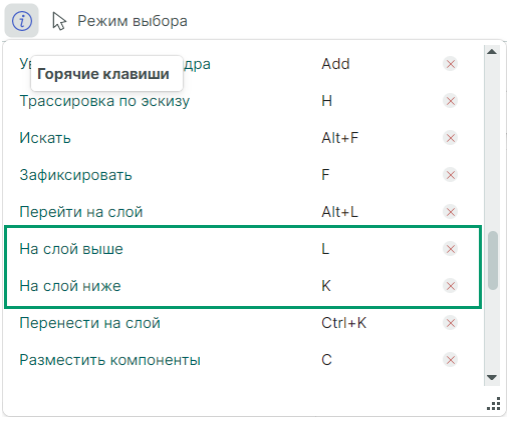


Рис. 276 Горячие клавиши для переноса трека (сегмента трека)

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. 277.

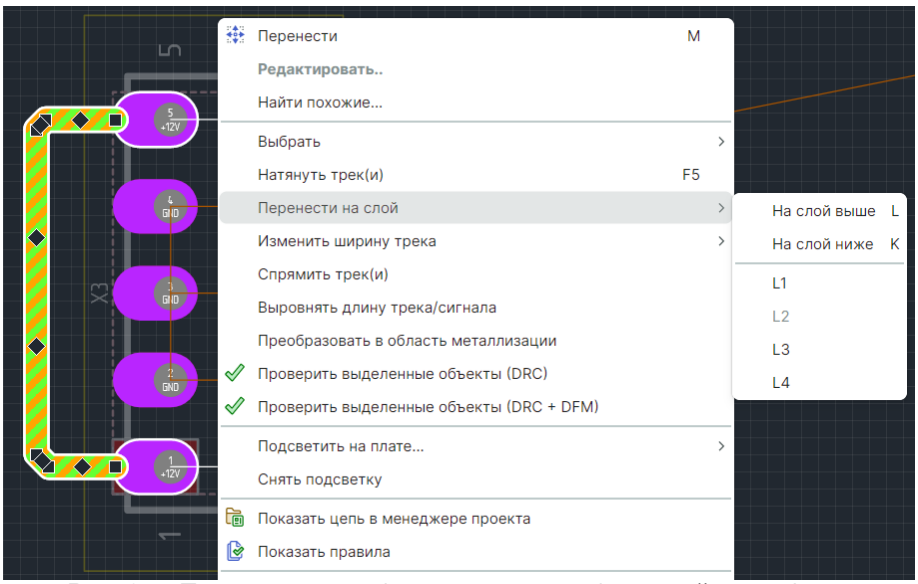


Рис. 277 Перенос трека (сегмента трека) на слой выше/ниже

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. 278.

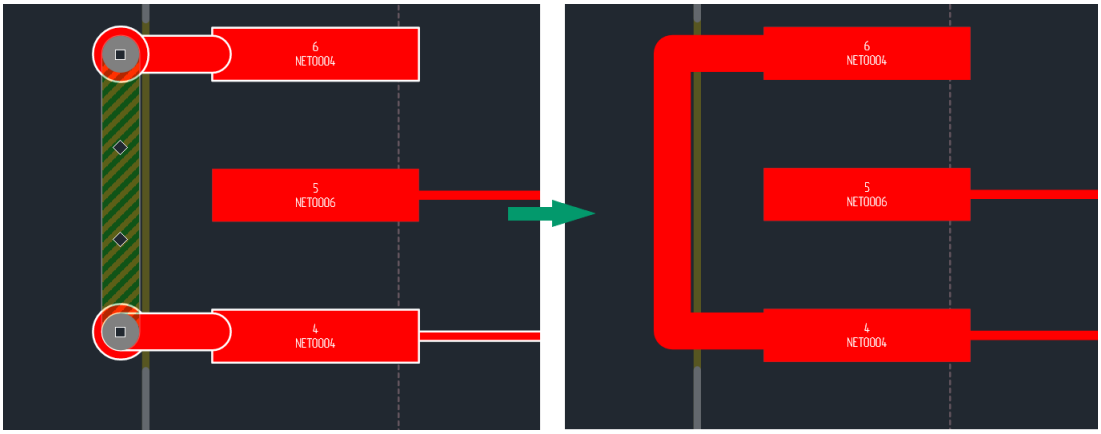


Рис. 278 Удаление ПО при подключении к нему треков на одном слое

- 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.

11.11.3.10 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 «H», см. Рис. 279.

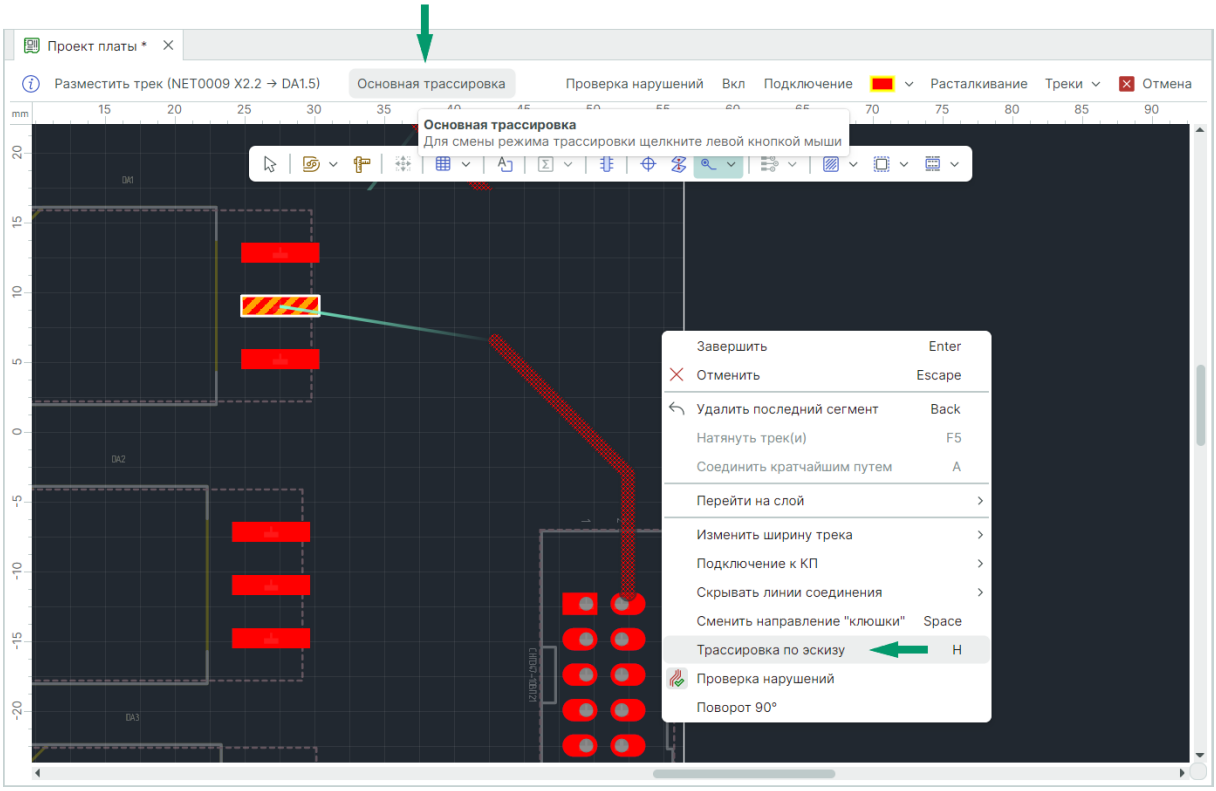


Рис. 279 Переключение на тип трассировки «Трассировка по эскизу»

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. 280.

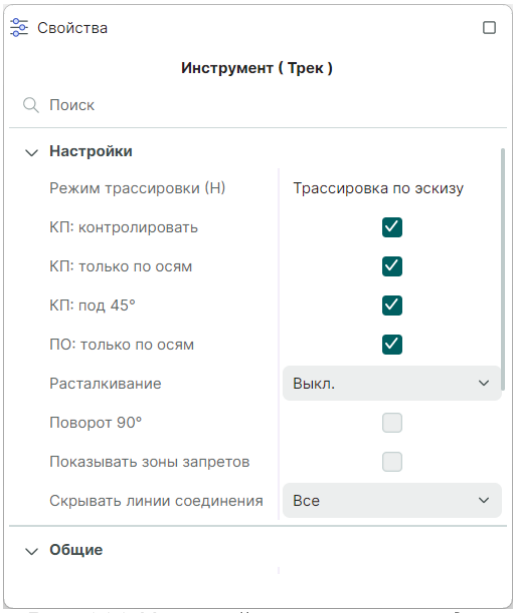


Рис. 280 Настройки параметров для эскизной трассировки

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

11.12 Редактирование трека

11.12.1 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 целого трека;
- Удаление сегментов и трека;
- Завершение трека с удаленными сегментами;
- Изменение геометрии сегмента: перемещение сегмента и перемещение конечных точек сегмента;
- Редактирование подключения к контактным площадкам;
- Натяжение трека;
- Создание и редактирование меандра;

- Скругление углов.

11.12.2 Выбор отдельных сегментов и целого трека

Выбор выполняется с помощью инструмента «Выбрать».

Инструмент «Выбрать» доступен на встроенной панели редактора, на панели «Рисование» и в контекстном меню «Инструменты», см. Рис. 281. Данный инструмент активируется автоматически, если не выбран какой-либо другой инструмент.

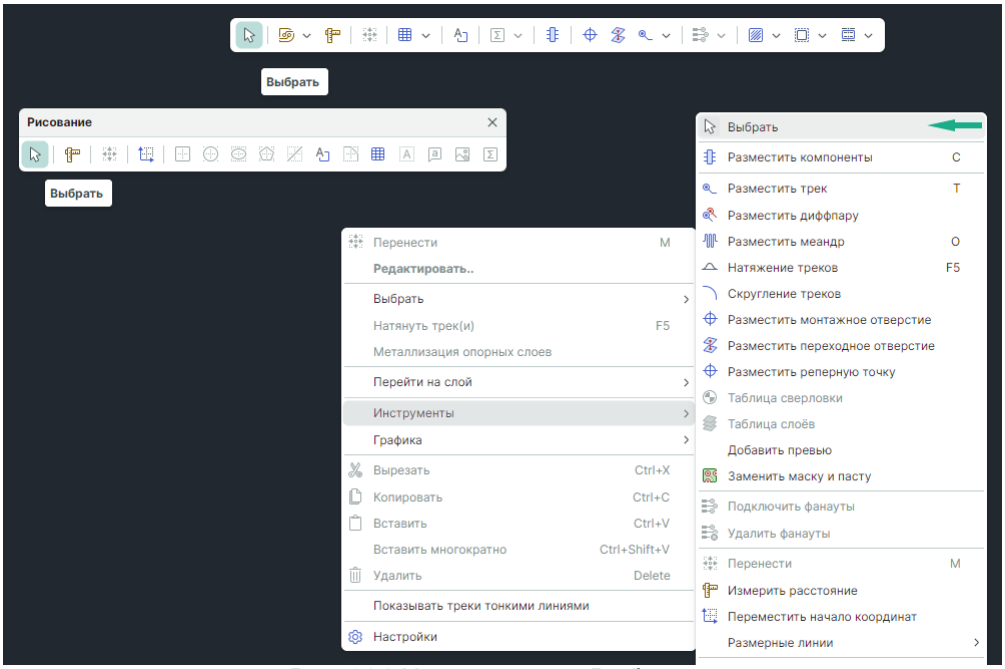


Рис. 281 Инструмент «Выбрать»

Для выбора трека:

1. Активируйте инструмент «Выбрать» и наведите курсор на трек, см. Рис. 282. Трек будет подсвечен, а рядом с курсором отобразится имя цепи.

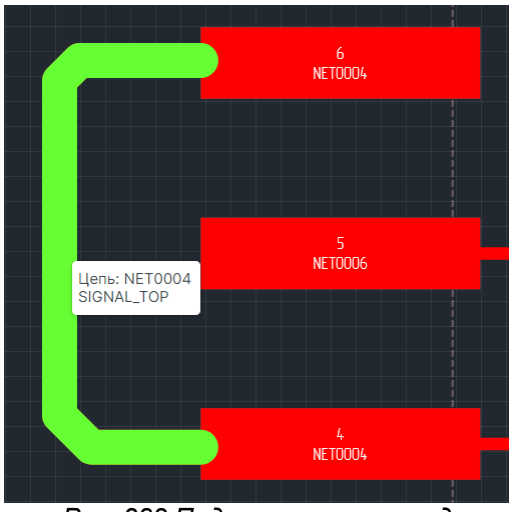


Рис. 282 Подсветка трека под

2. Нажмите левую кнопку мыши, при этом будет выбран тот сегмент трека, на который наведен курсор, см. Рис. 283.

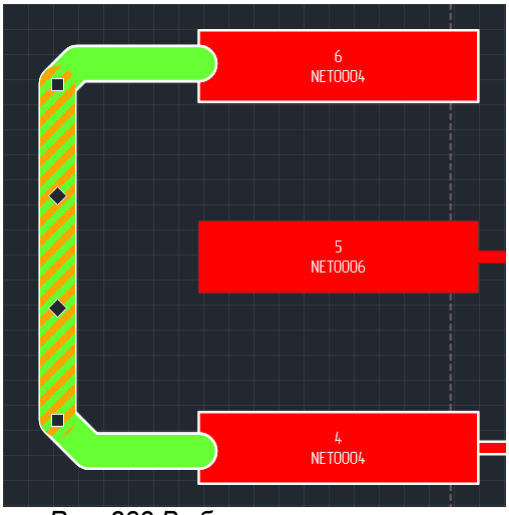


Рис. 283 Выбор сегмента трека

3. Для выбора всего трека нажмите клавишу «Пробел» («Space»), см. Рис. 284.

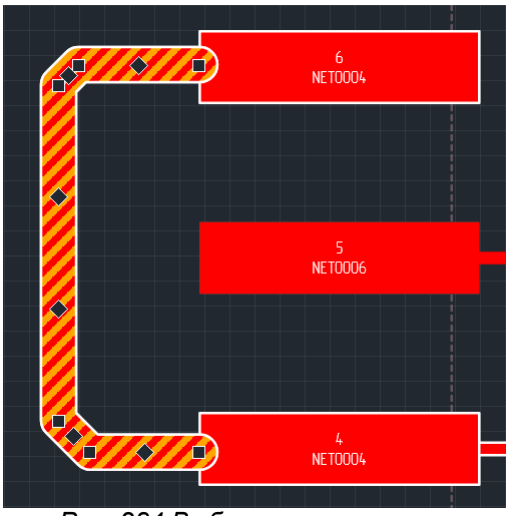


Рис. 284 Выбор трека целиком

11.12.3 Удаление сегментов и трека

Для удаления трека или сегмента трека необходимо выполните 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. 285.

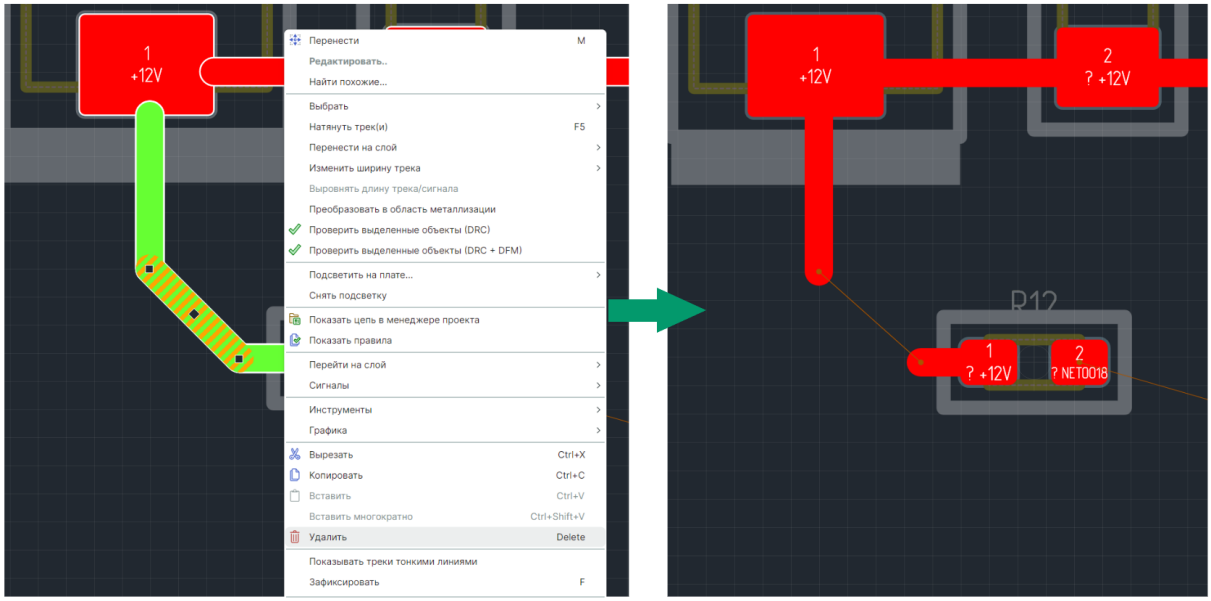


Рис. 285 Удаление сегмента трека

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. 286.



Рис. 286 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. 287.

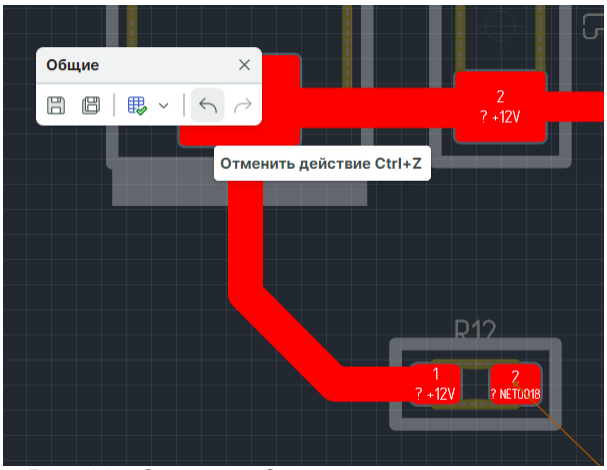


Рис. 287 Отмена удаления сегмента трека

11.12.4 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. 288.

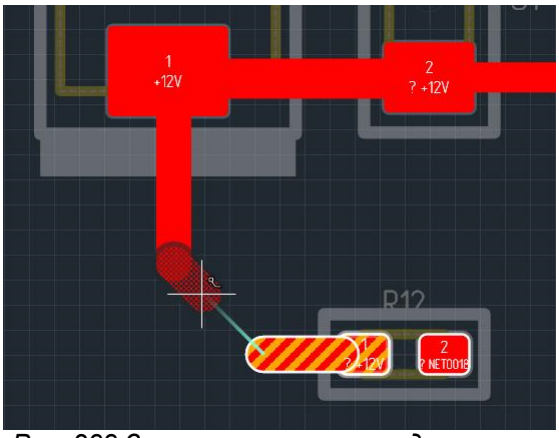


Рис. 288 Завершение трека с удаленными сегментами

11.12.5 Изменение геометрии сегмента

11.12.5.1 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. 289.

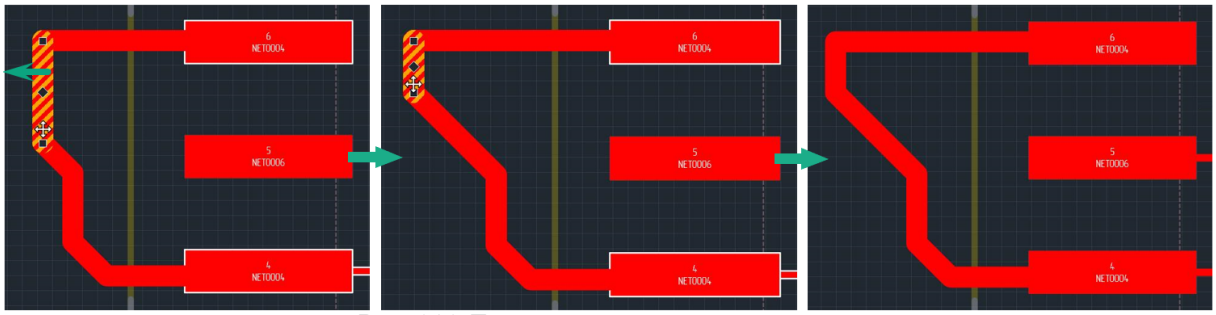


Рис. 289 Перемещение сегмента трека

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. 290. На рисунке

показано, как увеличилась длина соседних сегментов, а перемещаемого уменьшилась.

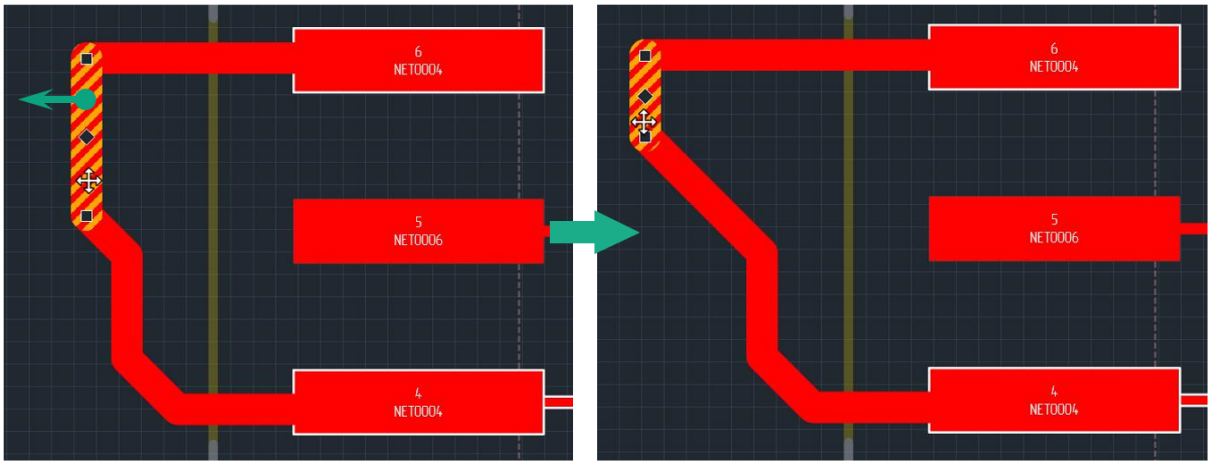


Рис. 290 Изменение соседствующих сегментов при перемещении

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. 291. Восстановить сегмент можно с помощью операции отмены действия.

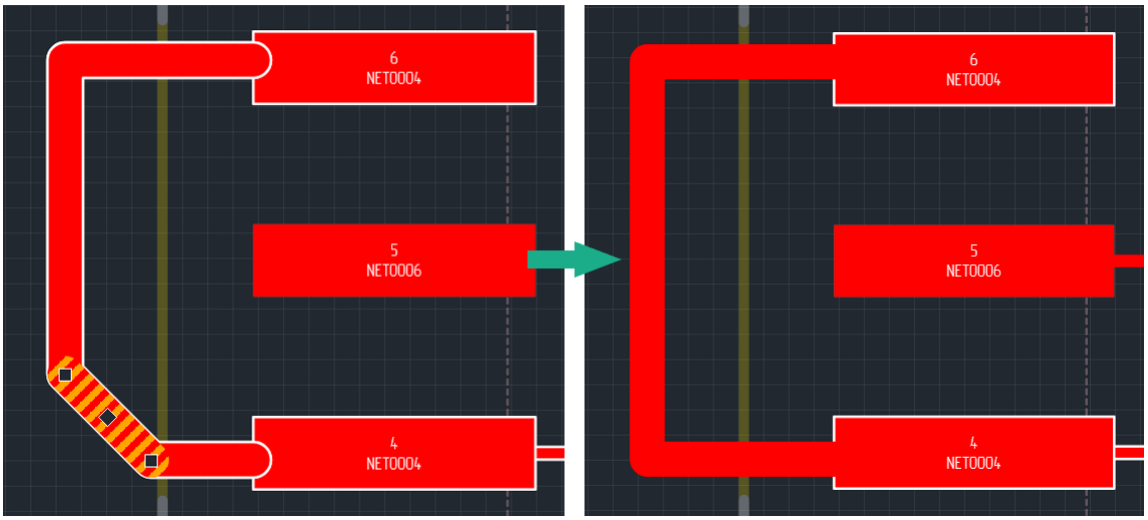


Рис. 291 Уменьшение количества сегментов трека

Если при перемещении сегмент будет совмещен с другим, то сегменты будут объединены, см. Рис. 292. Таким образом, количество сегментов трека уменьшится.

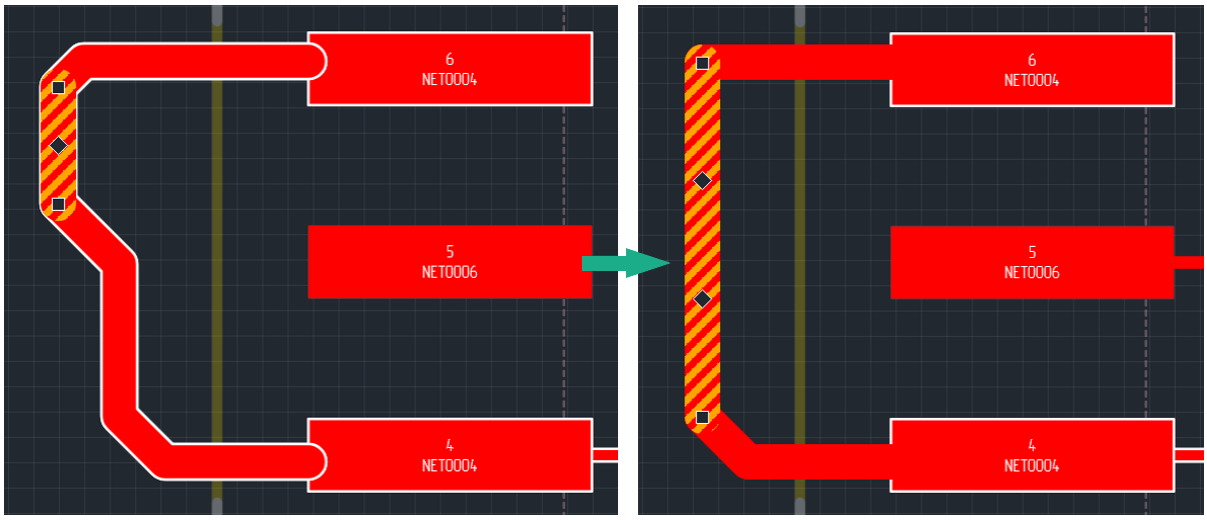


Рис. 292 Объединение сегментов трека

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.

11.12.5.2 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. 293.

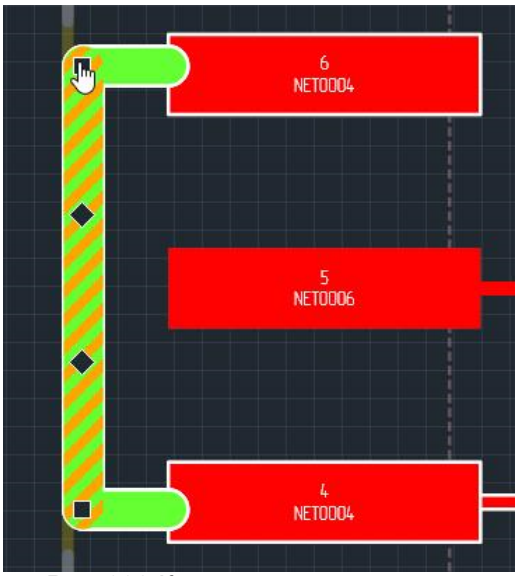


Рис. 293 Курсор при перемещении конечной точки сегмента

3. Нажмите левую кнопку мыши и, удерживая ее, переместите курсор. При этом выбранный сегмент и соседний с ним будут проложены заново, см. Рис. 294.

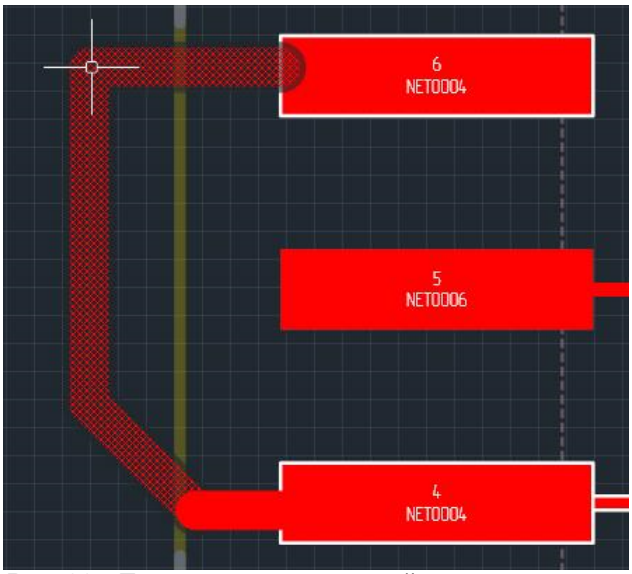


Рис. 294 Перемещение конечной точки сегмента

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.

11.12.6 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. 295.

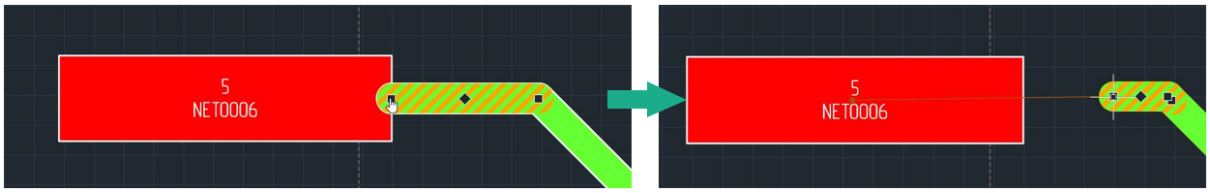


Рис. 295 Редактирование подключения к контактной площадке

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. 296.

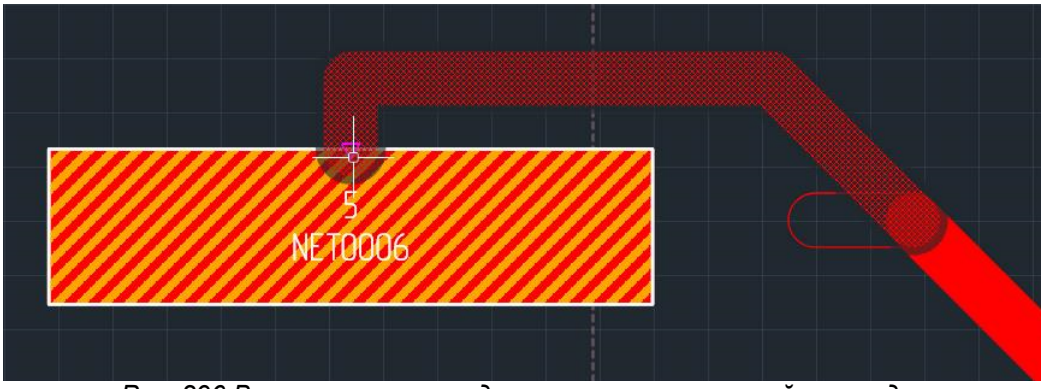


Рис. 296 Вариант нового подключения к контактной площадке

11.12.7 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. 297.

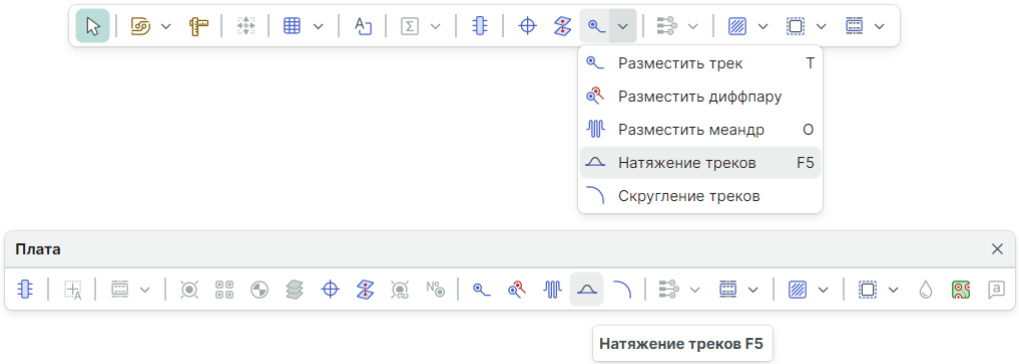


Рис. 297 Вызов инструмента «Натяжение треков» из панелей инструментов

Также вызов инструмента «Натяжение треков» доступен из контекстного меню, см. Рис. 298.

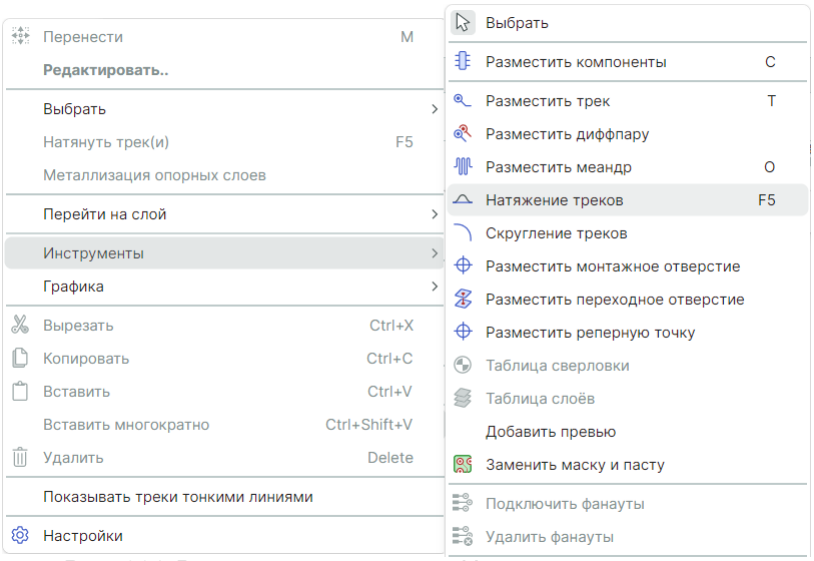


Рис. 298 Вызов инструмента «Натяжение треков» из контекстного меню

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. 299.

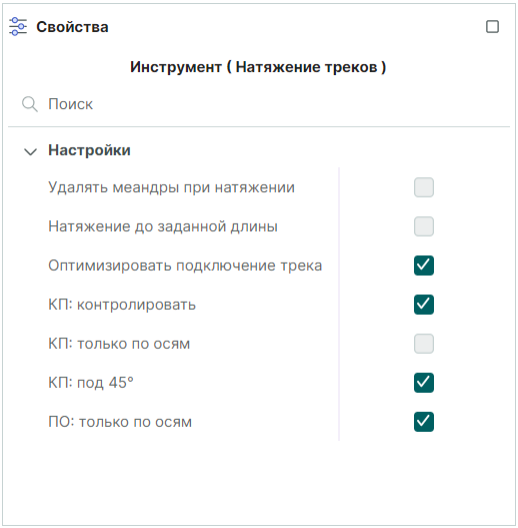


Рис. 299 Свойства инструмента «Натяжение треков»

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 завершен пользователем.

11.12.8 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. 300.

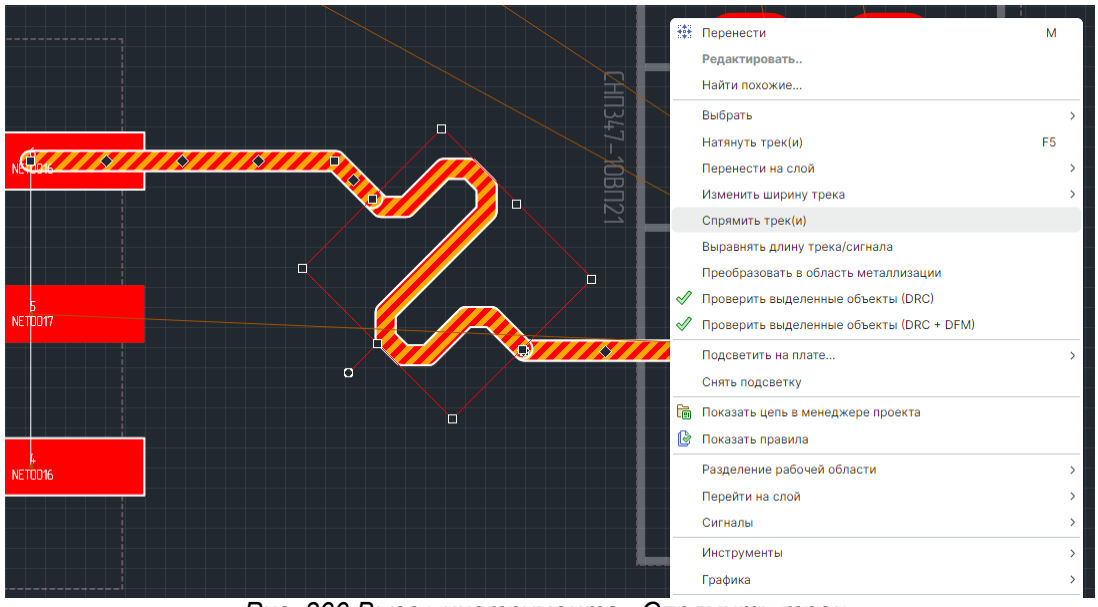


Рис. 300 Вызов инструмента «Спрямить трек»

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. 301.

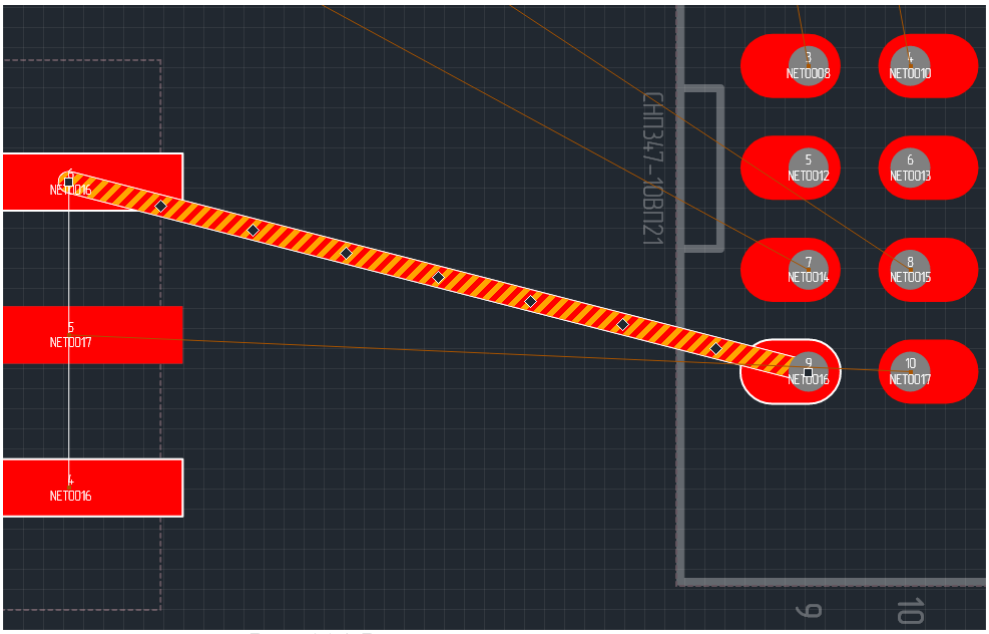


Рис. 301 Результат спрямления трека

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.

11.12.9 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. 302. 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.

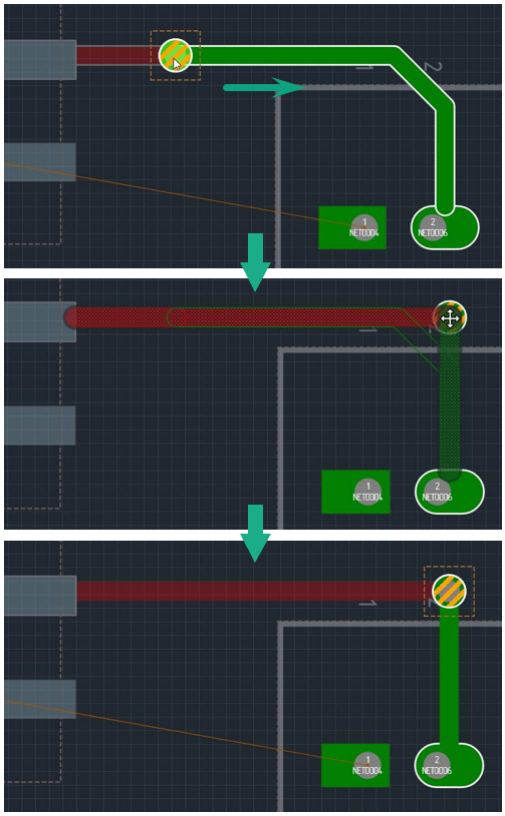


Рис. 302 Перемещение межслойного перехода с подключенными треками

11.12.10 Создание и редактирование меандра

11.12.10.1 Создание меандра

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

Меандр размещается 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. 303.

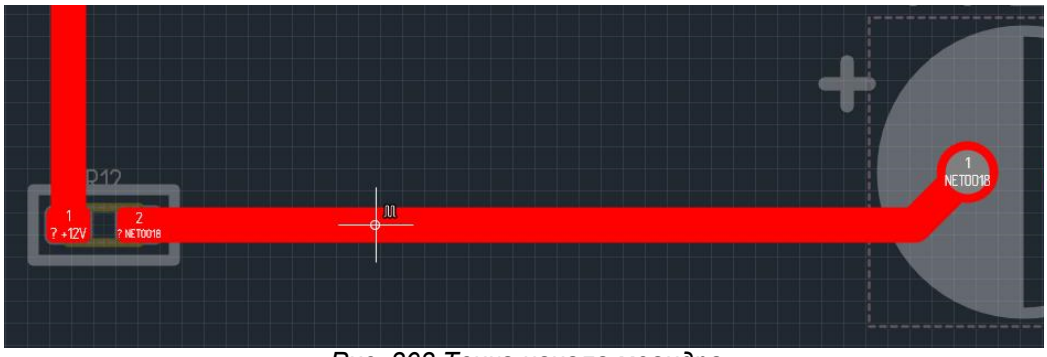


Рис. 303 Точка начала меандра

2. Нажмите левую кнопку мыши для начала размещения меандра.

3. Переместите курсор, формируя область размещения меандра, которая обозначается прямоугольником с белыми линиями, см. Рис. 304. При перемещении курсора отображается эскиз меандра.

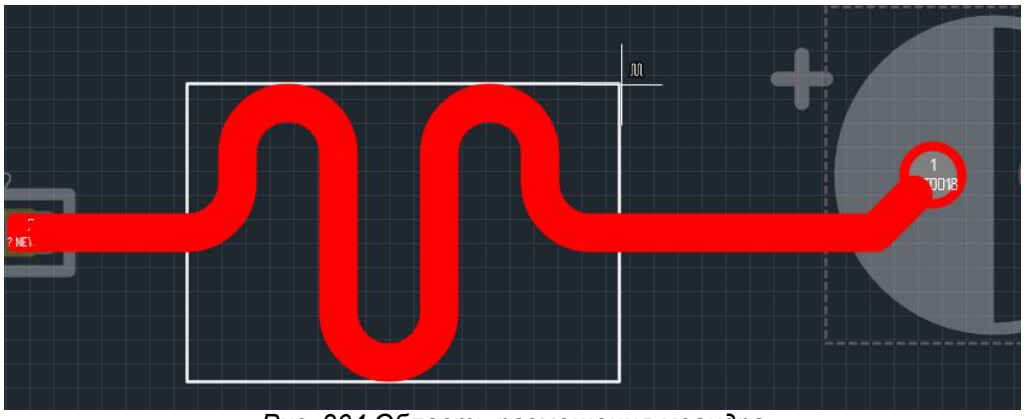


Рис. 304 Область размещения меандра

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

4. Зафиксируйте меандр, см. Рис. 305.

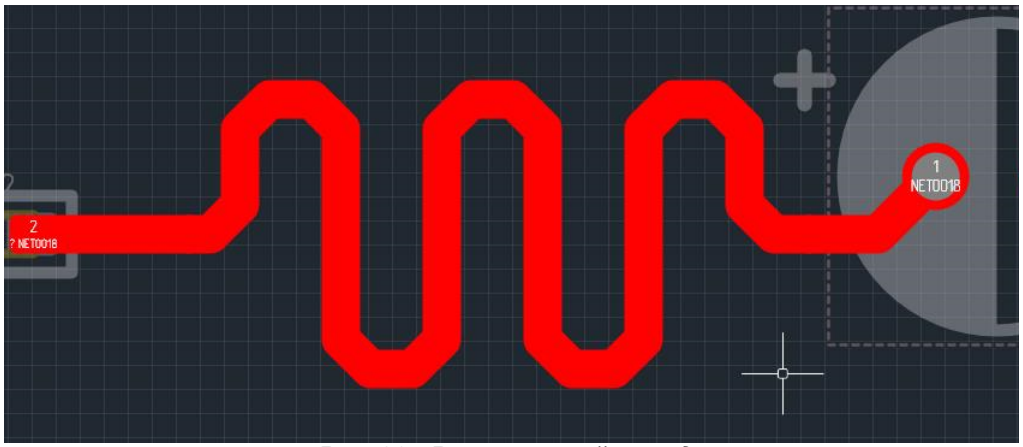


Рис. 305 Размещенный меандр

При расположении меандра на одном из треков диффпары для устранения нарушения разности длин/задержек треков в ручном режиме предварительно следует разделить дифференциальную пару на одинарные треки с использованием команды контекстного меню «Разделить диффпарный трек на одинарные», см. Рис. 306.

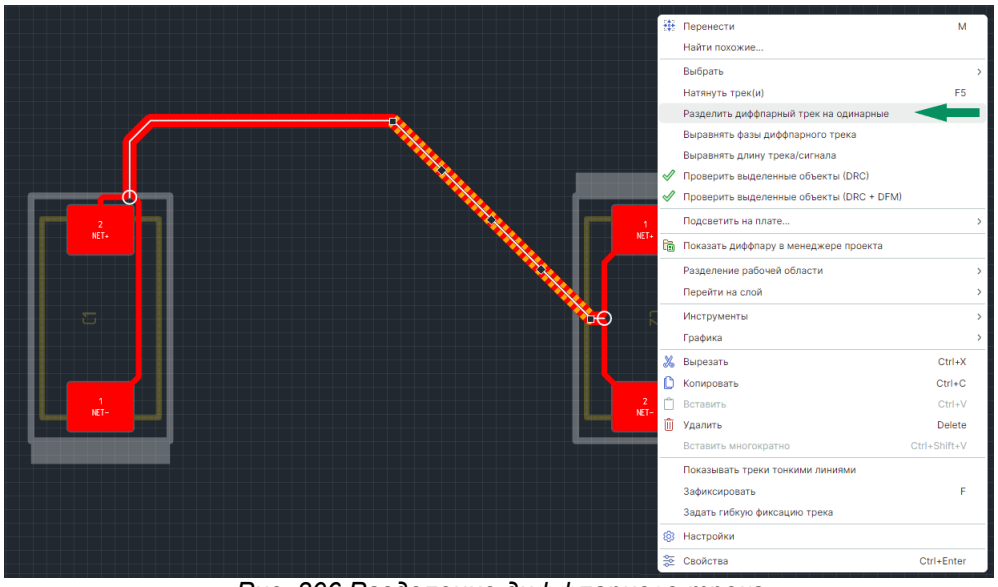


Рис. 306 Разделение диффпарного трека

Расположите меандр на треке с меньшей длиной/задержкой, интерактивное отслеживание текущей разной длин/задержек доступно с помощью индикатора, см. Рис. 307.

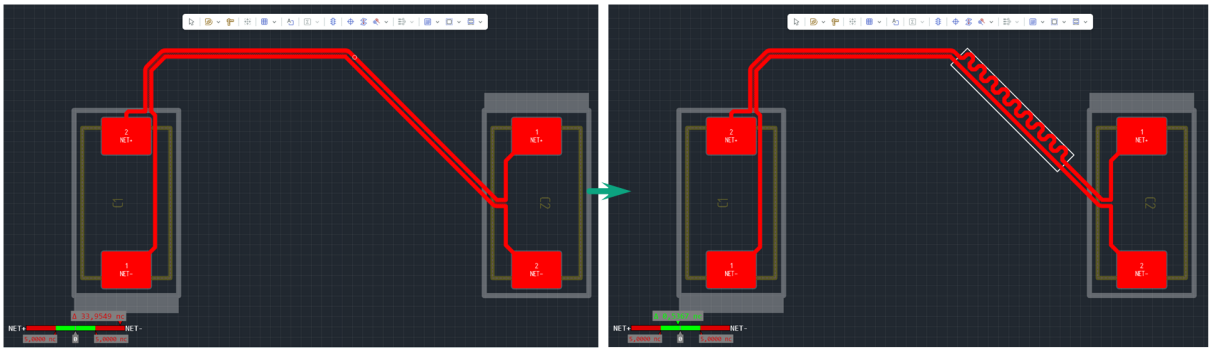


Рис. 307 Размещение меандра на треке диффпары

Подробное описание включения отображения индикатора и принцип его работы представлен в разделе Индикация нарушения разности длин/задержек треков диффпары.

11.12.10.2 Свойства меандра

Меандр обладает рядом свойств, которые отображаются в панели «Свойства» при выделении меандра на плате, см. Рис. 308.

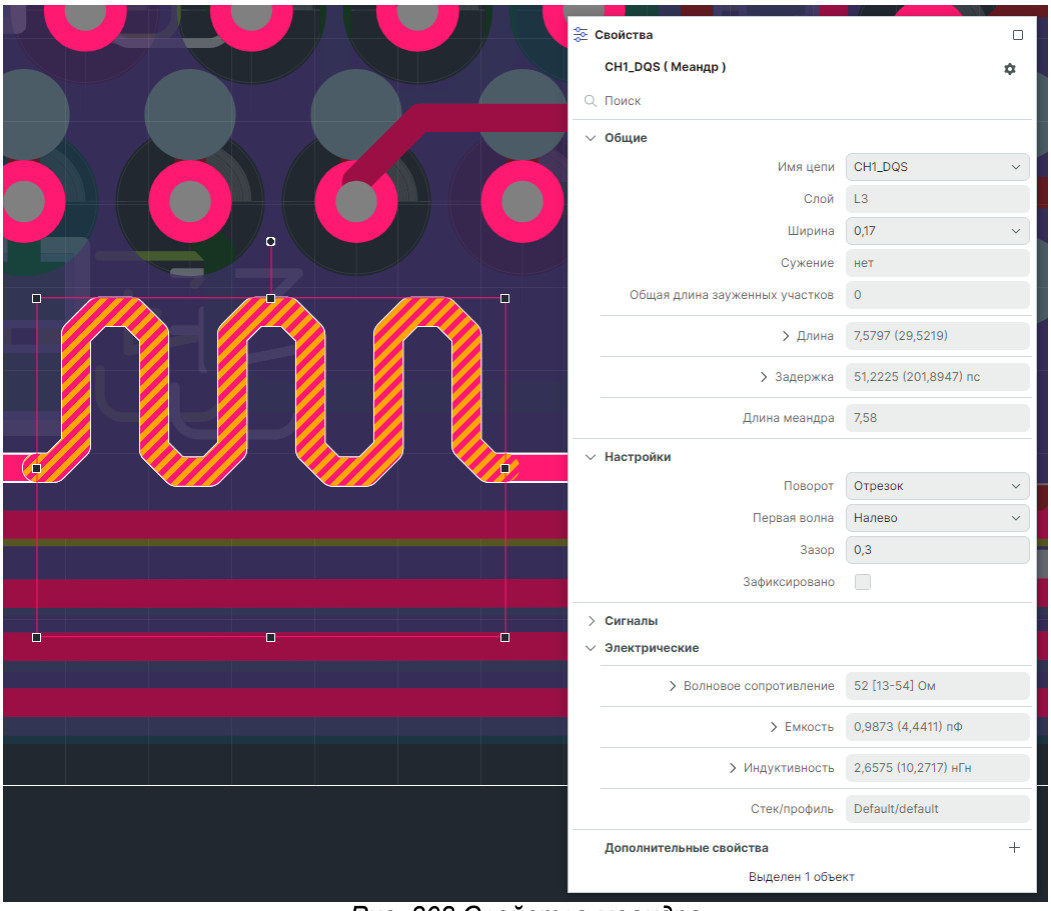


Рис. 308 Свойства меандра

Группа «**Настройки**»:

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

- «Отрезок» – при построении соединения используется отрезок, ортогональный соседним секциям.

- «Дуга 90» – при построении соединения используется 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.

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

Остальные свойства аналогичны свойствам трека или дифференциальной пары, в зависимости от того, где расположен меандр, подробнее см. Свойства трека, Свойства диффпары.

11.12.10.3 Перемещение меандра по треку

Для перемещения меандр по треку:

1. Выделите меандр, см. Рис. 309.

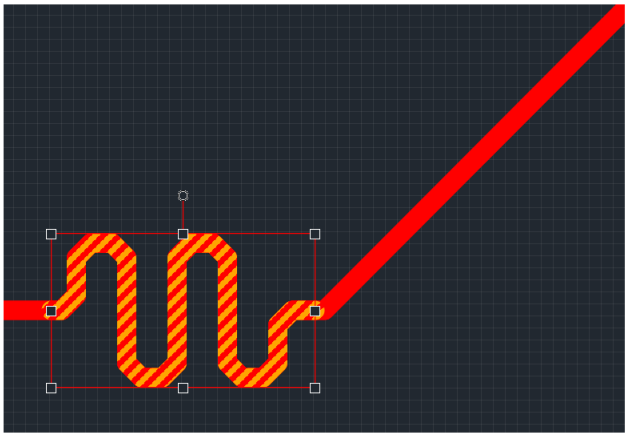


Рис. 309 Выделенный меандр на проводнике

2. Переместите выделенный меандр в другую часть трека, см. Рис. 310.

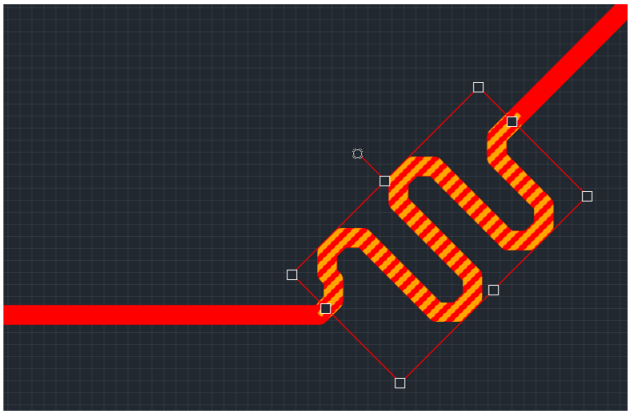


Рис. 310 Перемещение меандра по треку

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

11.12.10.4 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. 311.

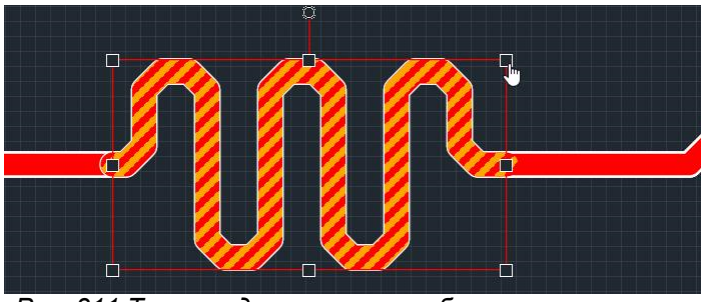


Рис. 311 Точки редактирования области размещения меандра

3. Нажмите левую кнопку мыши и, удерживая ее, переместите курсор, определяя новые границы области размещения, см. Рис. 312. Изменения меандра будут отображаться на экране.

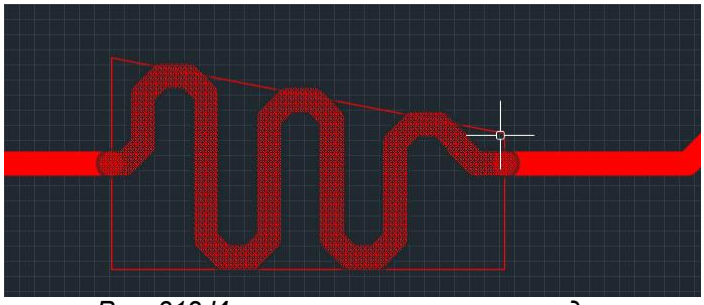


Рис. 312 Изменение геометрии меандра

1. Отпустите левую кнопку мыши, закончив редактирования меандра.

Для **поворота меандра**, см. Рис. 313:

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.

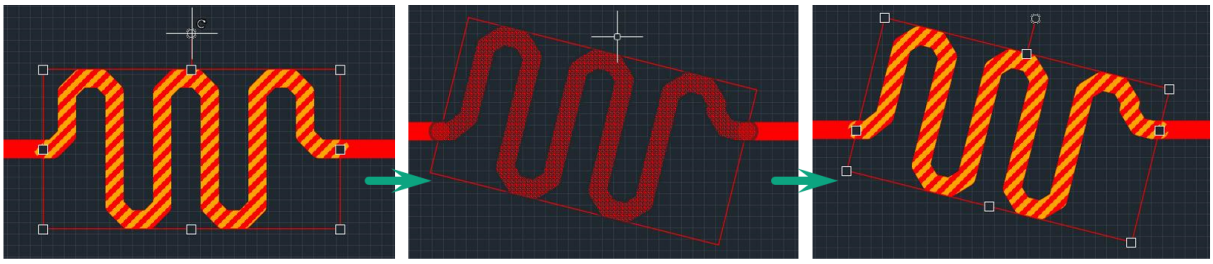


Рис. 313 Поворот меандра

11.12.10.5 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. 314.

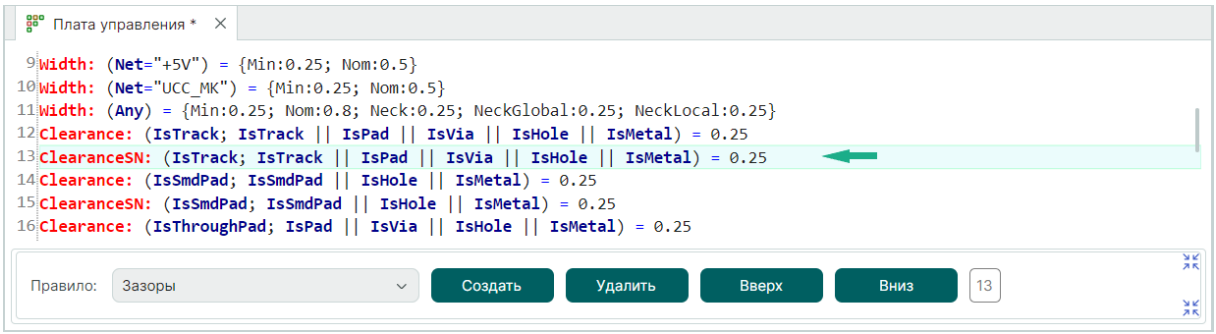


Рис. 314 Пример определения зазора для меандра в редакторе правил

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. 315.

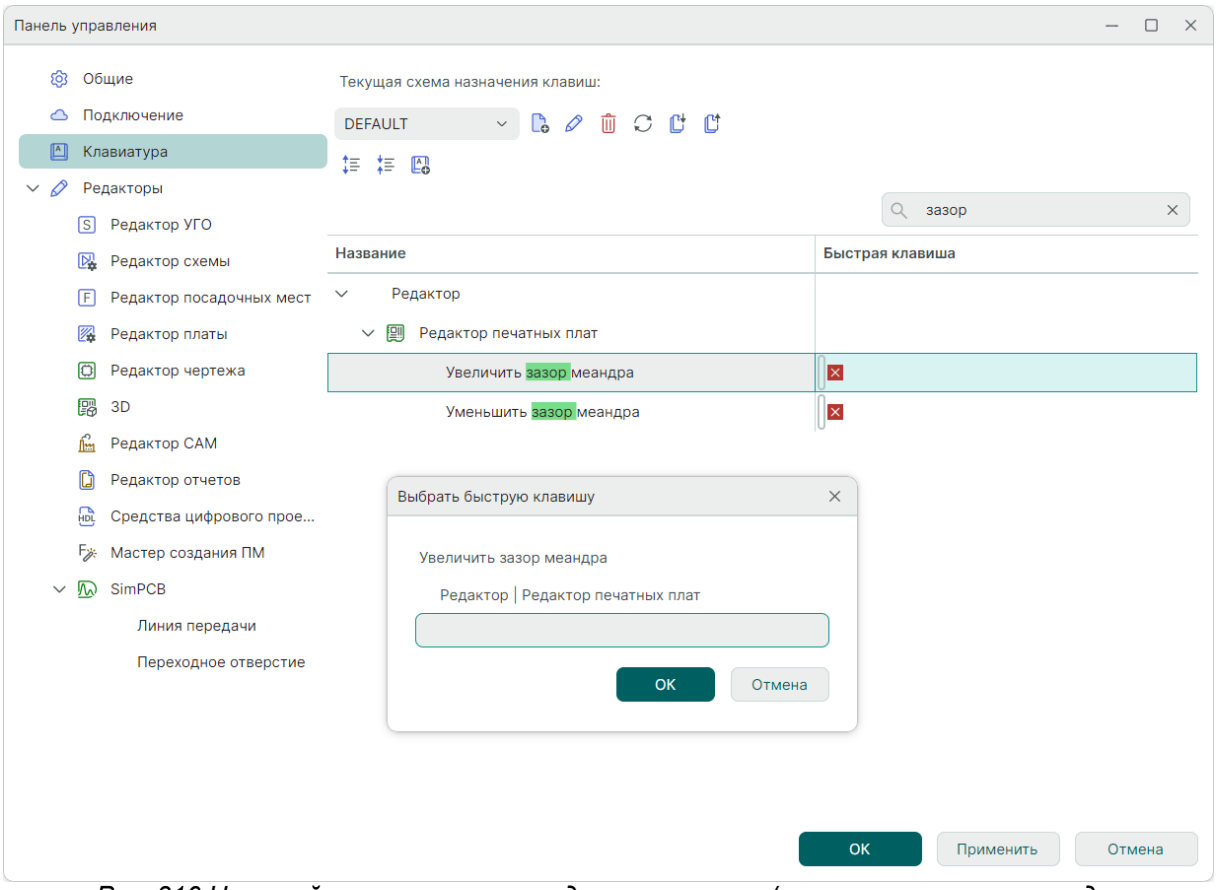


Рис. 316 Настройка горячих клавиш для уменьшения/увеличения зазора меандра

11.12.11 Скругление трека

11.12.11.1 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. 317:

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

- в контекстном меню «Инструменты» → «Скругление треков».

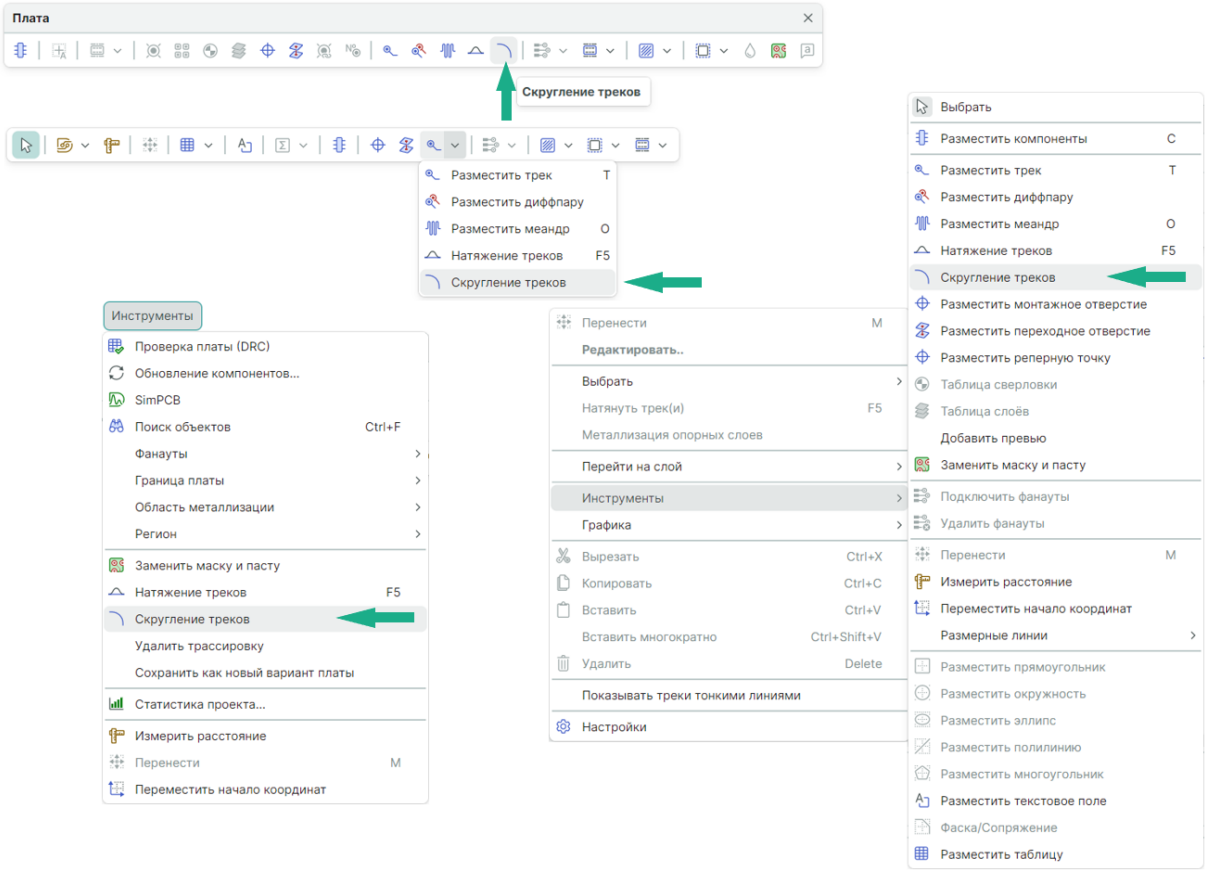


Рис. 317 Вызов функции скругления треков

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. 318.

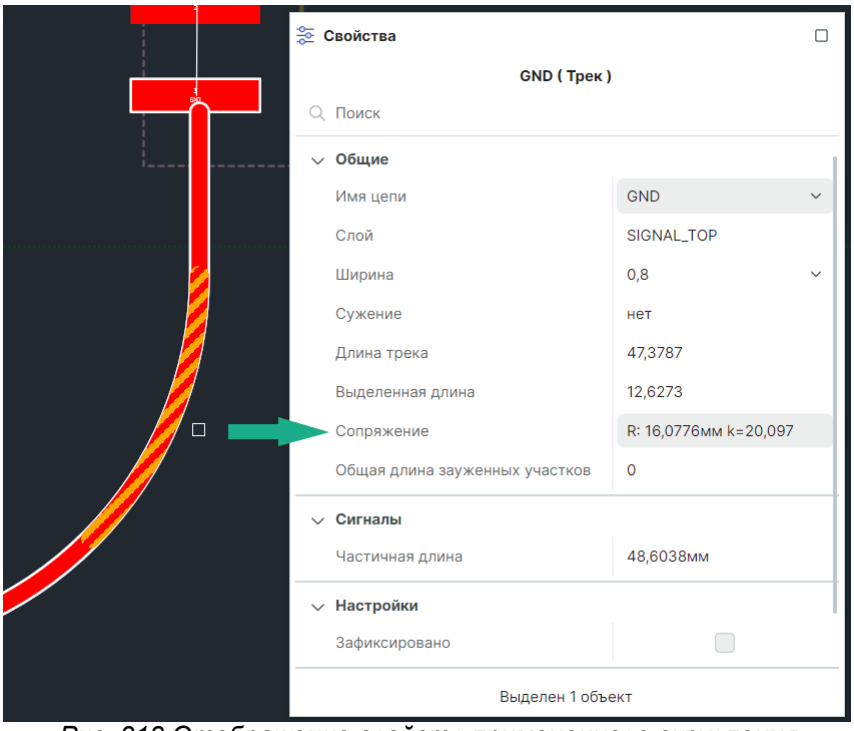


Рис. 318 Отображение свойств примененного скругления вершины трека

11.12.11.2 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.

11.12.11.3 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. 319.

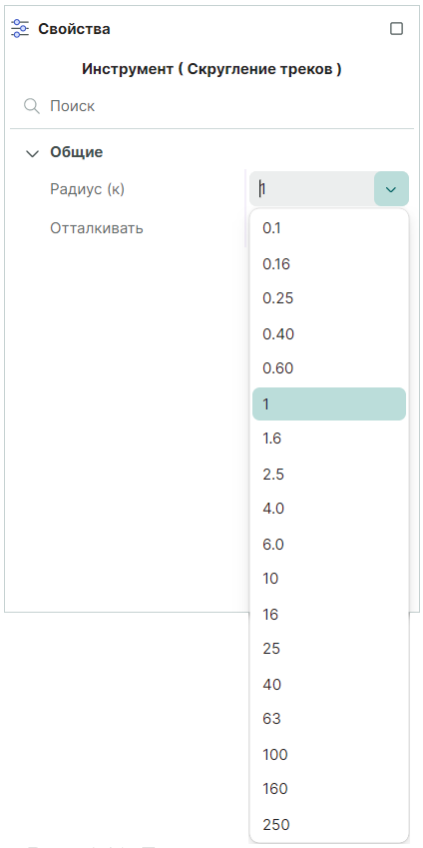


Рис. 319 Доступные значения радиуса скругления

3. Наведите курсор на вершину, в которой необходимо применить инструмент. Система автоматически отобразит измененный вид трека, который будет получен после применения инструмента, см. Рис. 320.

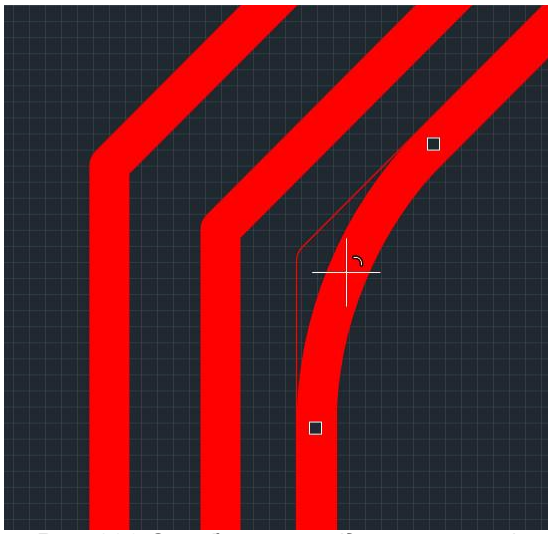


Рис. 320 Отображение (допустимого) скругления вершины трека

4. Зафиксируйте скругление нажатием левой кнопки мыши.

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

11.12.11.4 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. 321.

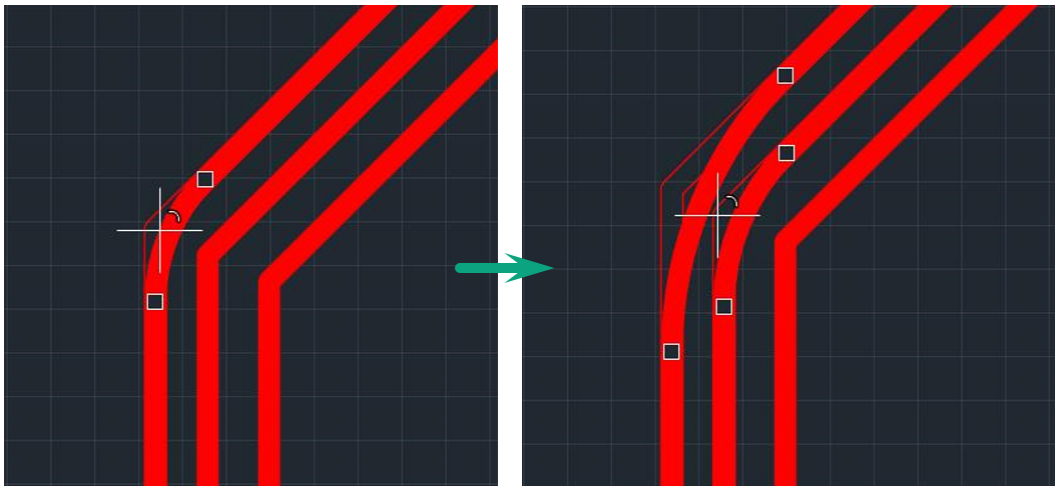


Рис. 321 Выбор радиуса скругления в момент применения инструмента

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. 322

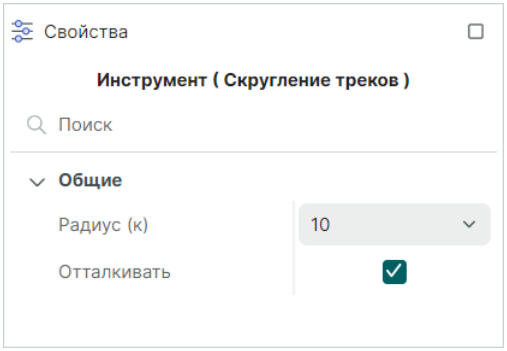


Рис. 322 Опция «Отталкивать» при применении скругления

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

11.12.11.5 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.

11.12.11.6 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. 323.

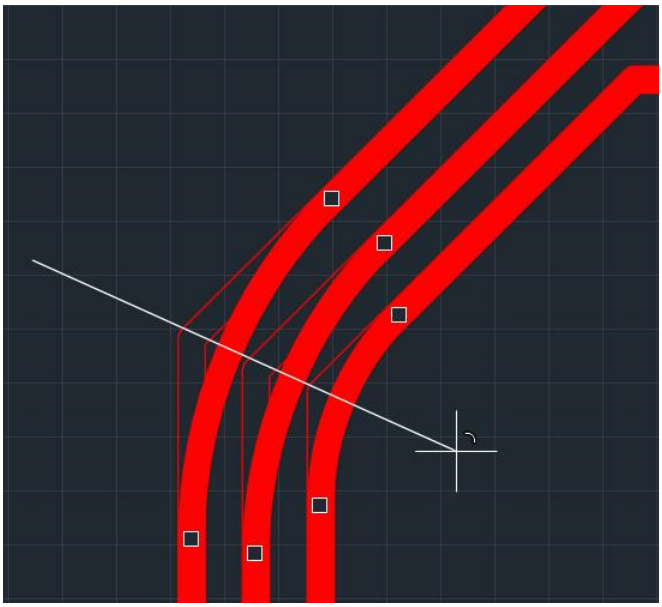


Рис. 323 Прокладка вектора

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.

11.12.11.7 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. 324.

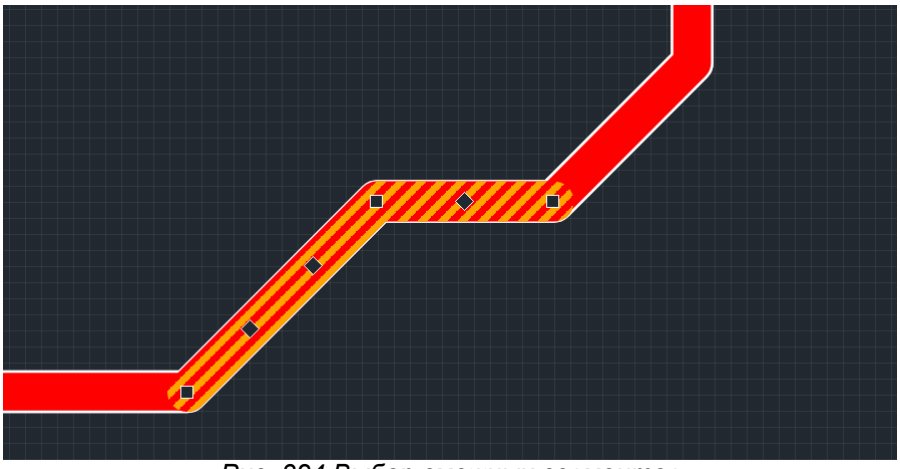


Рис. 324 Выбор смежных сегментов

2. Примените инструмент «Скругление треков», см. Рис. 325.

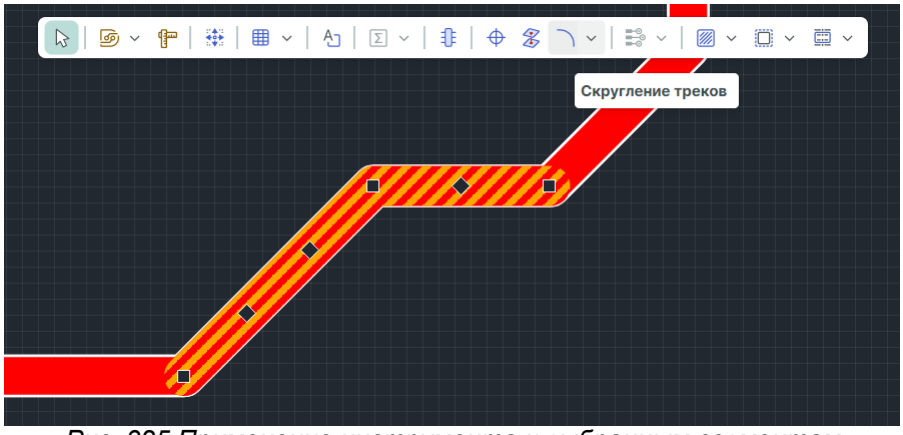


Рис. 325 Применение инструмента к выбранным сегментам

Скругление будет применено к соединению, расположенному между выбранными смежными сегментами, Рис. 326.

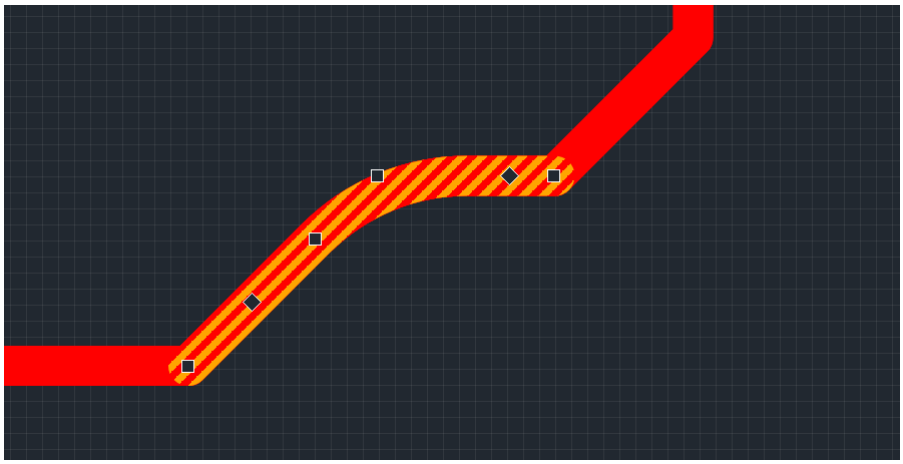


Рис. 326 Отображение примененного скругления между выбранными смежными сегментами

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

11.12.11.8 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. 327.

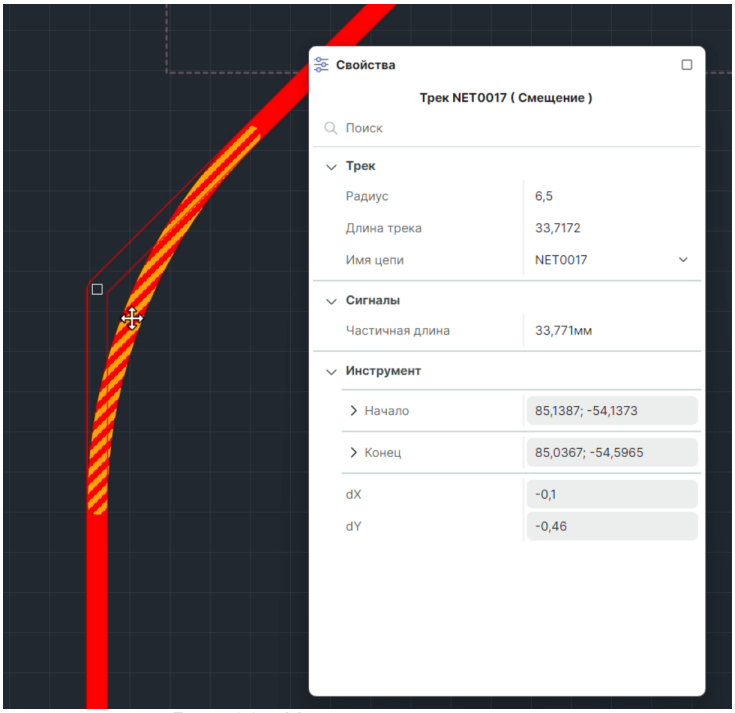


Рис. 327 Изменение скругления

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 зажмите левую кнопку мыши, см. Рис. 328.

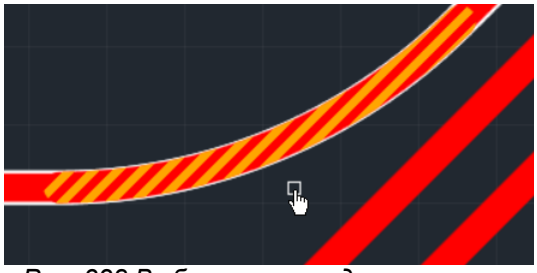


Рис. 328 Выбор точки редактирования

2. Переместите курсор с зажатой кнопкой мыши. Скругление будет сброшено, а геометрия соединения смежных сегментов трека изменена, см. Рис. 329.

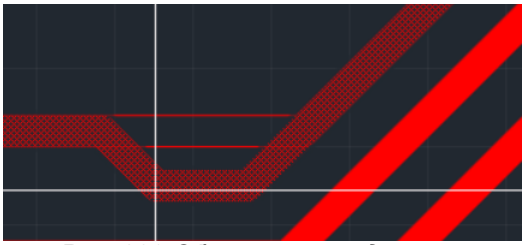


Рис. 329 Сброс ранее заданного скругления

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. 330.

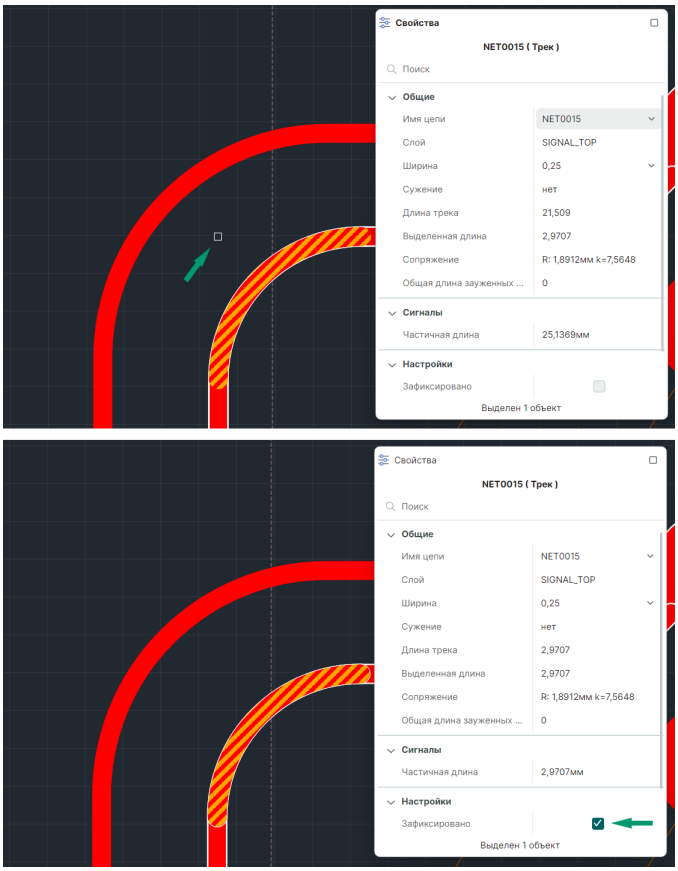


Рис. 330 Применение фиксации области трека

11.12.11.9 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. 331.

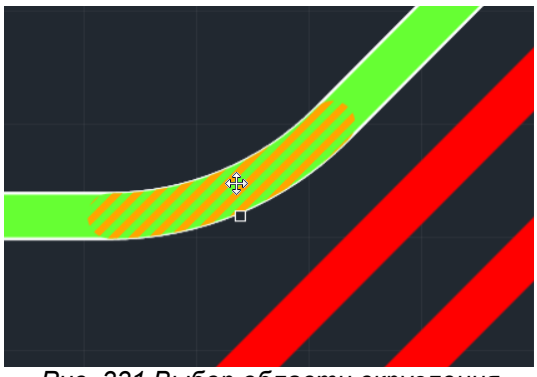


Рис. 331 Выбор области скругления

2. Нажмите клавишу «Delete». Скругление соединения смежных сегментов будет удалено, см. Рис. 332.

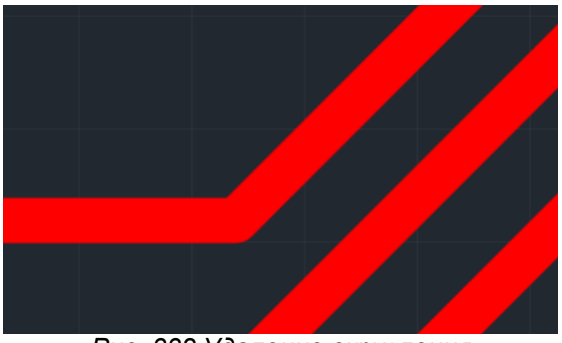


Рис. 332 Удаление скругления

11.13 Трассировка пучка треков

11.13.1 Общие сведения о трассировке пучка треков

Инструмент «Трассировка пучка треков» позволяет автоматически реализовать трассировку выделенных линий соединений на одном слое в виде пучка треков и/или дифференциальных пар (45-градусная геометрия) с соблюдением ограничений на зазоры и ширины треков.

Вызов инструмента «Трассировка пучка треков», а также его упрощенных сценариев (подробнее см. Трассировка пучка треков (без эскиза), Трассировка пучка треков (по эскизу)) доступен для вызова из контекстного меню рабочей области редактора плат, см. Рис. 333.

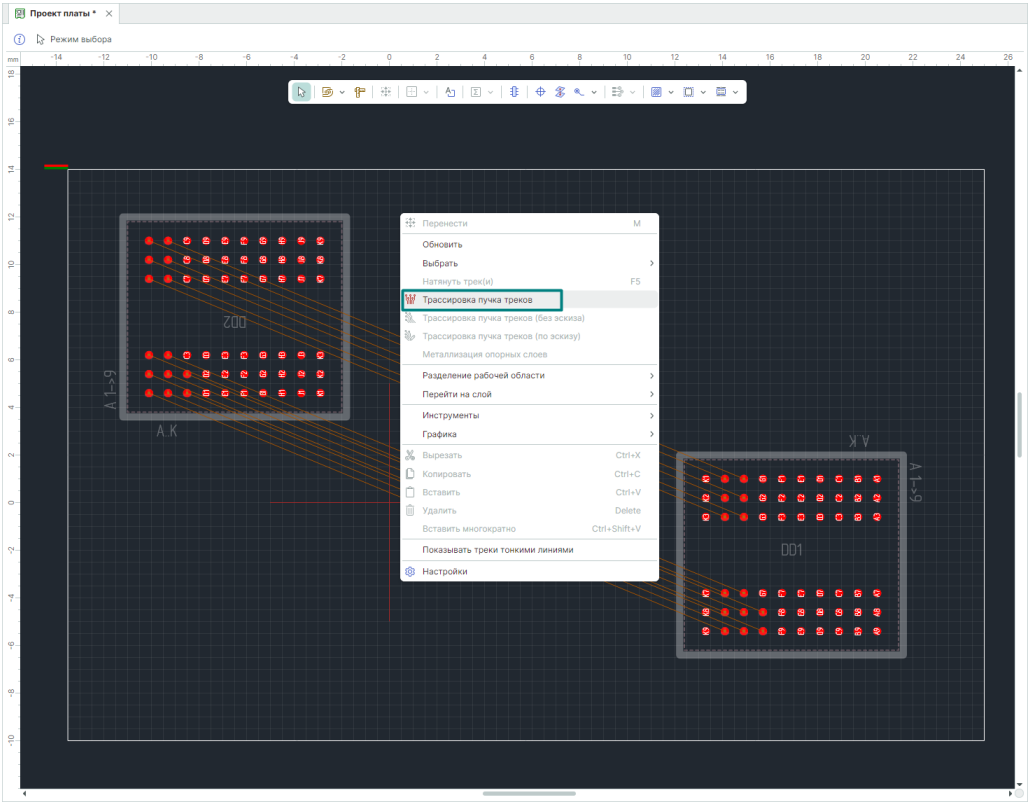


Рис. 333 Вызов инструмента «Трассировка пучка треков»

После старта информация об активном инструменте отображается в информационной строке, расположенной в верхней части окна редактора, см. Рис. 334.

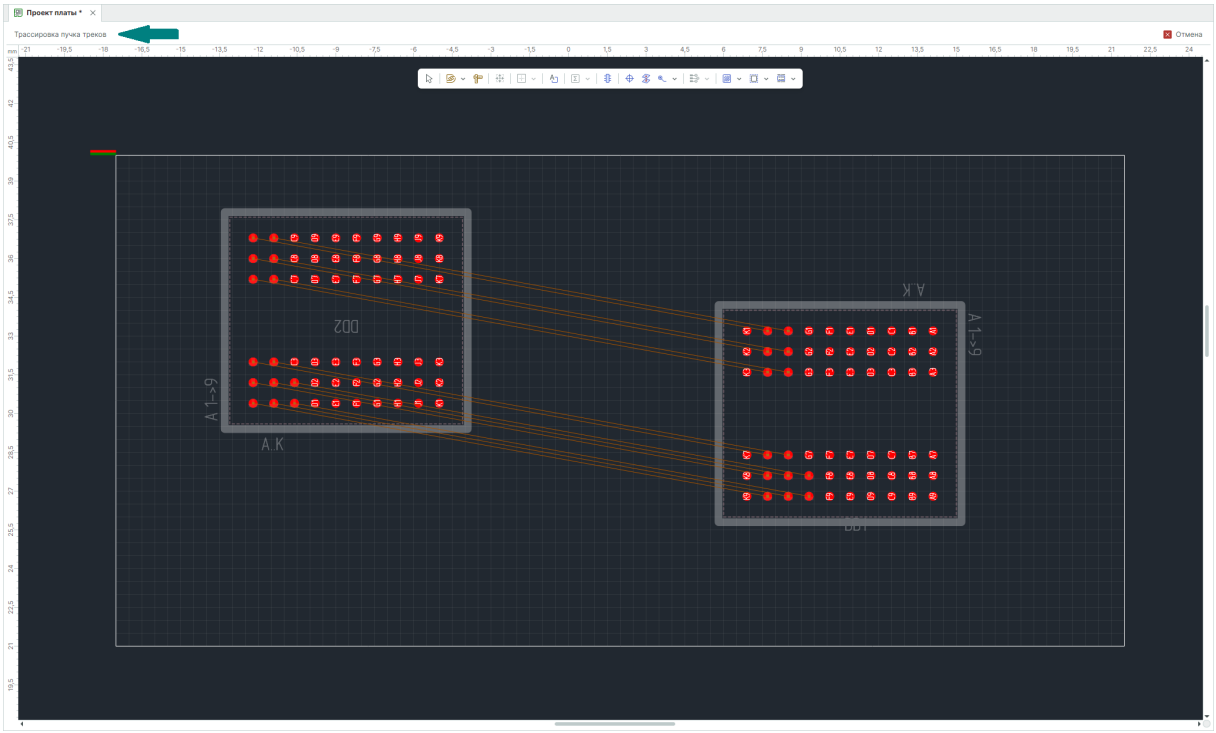


Рис. 334 Активный инструмент «Трассировка пучка треков»

Примечание! При применении инструмента «Трассировка пучка треков» не гарантируется трассировка всех выбранных линий соединений, т.к. приоритетом является соблюдение правил проекта. Нестрассированные треки можно будет проложить уже вручную.

Трассировка пучка треков может быть выполнена по упрощенным сценариям:

- «Трассировка пучка треков (без эскиза)» – с автоматическим формированием маршрута;
- «Трассировка пучка треков (по эскизу)» – по эскизу маршрута, заданному пользователем.

11.13.2 Трассировка пучка треков

Трассировка пучка треков при активном инструменте «Трассировка пучка треков».

1. Выделите линии соединений, которые хотите страссировать пучком.

Примечание! При групповом выборе линий соединений доступно:
- размещение области группового выбора объектов справа налево — после попадания даже части объекта в область, объект будет выбран полностью;
- размещение области группового выбора объектов слева направо — будут выбраны только те объекты, которые попали в область выделения полностью;
- использование клавиши «Ctrl» для инвертирования селекции линий соединения.

2. Вызовите контекстное меню и выберите пункт «Запустить трассировку», см. Рис. 335.

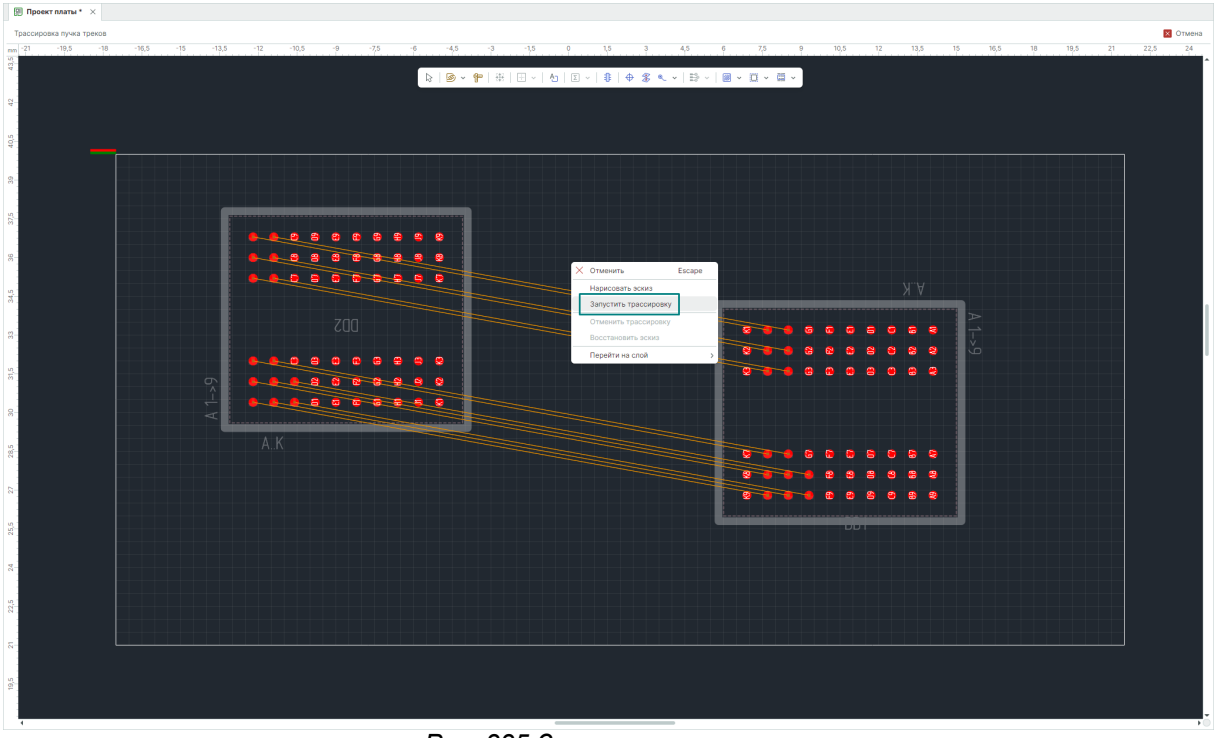


Рис. 335 Запуск трассировки

3. Дождитесь окончания процесса трассировки. Отчет о результатах выполненной трассировки будет доступен в панели «Журналы», см. Рис. 336.

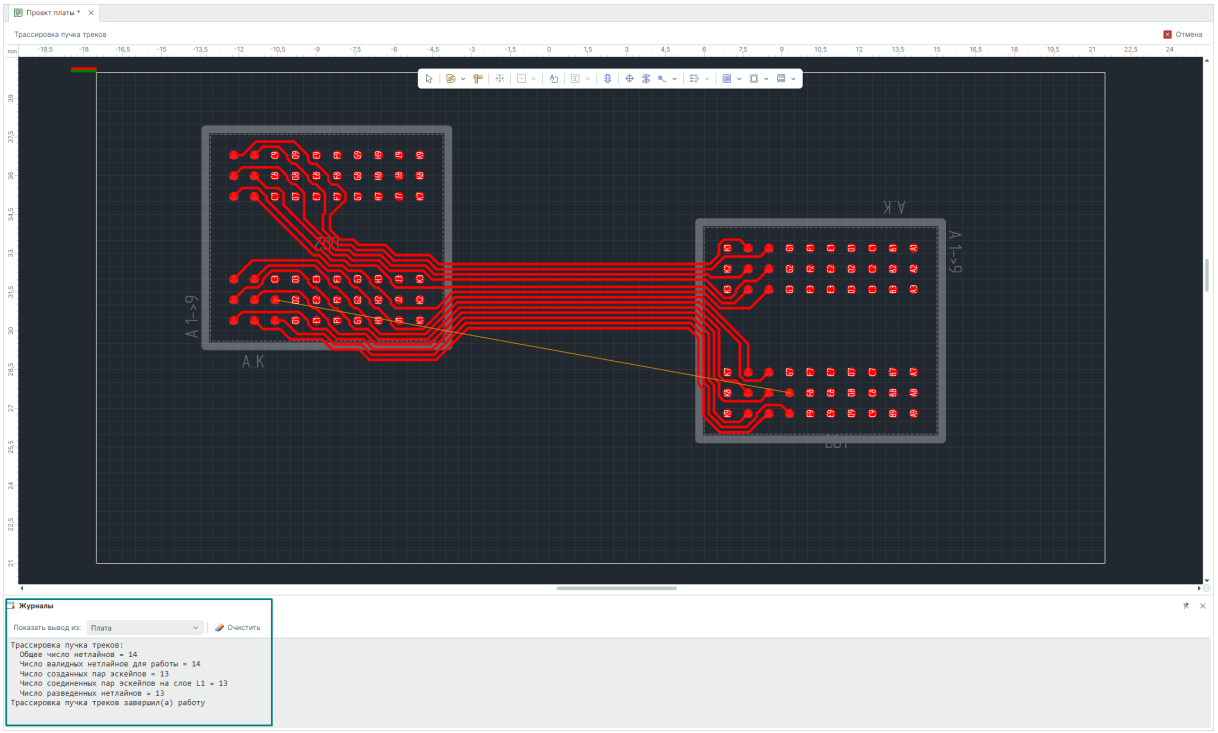


Рис. 336 Подробные сведения о трассировке пучка треков

Примечание! В данном примере одна из линий соединения (нетлайнов) не была страссирована. Информация об этом отображена в отчёте.

Трассировка пучка треков по эскизу маршрута при активном инструменте «Трассировка пучка треков».

1. Вызовите контекстное меню и выберите пункт «Нарисовать эскиз», см. Рис. 337.

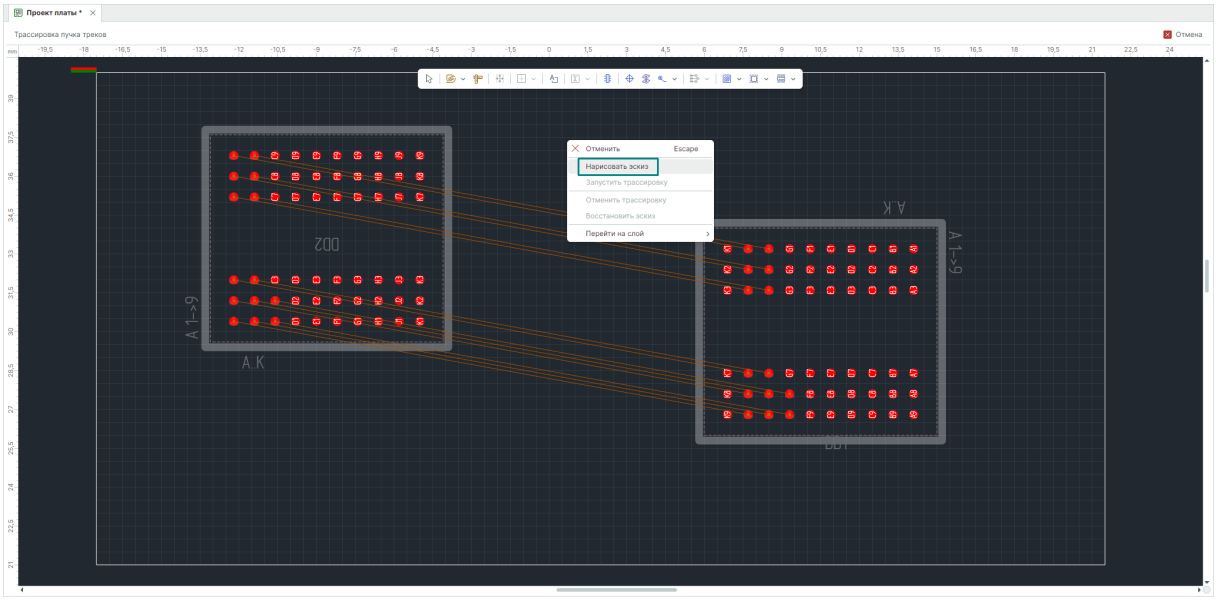


Рис. 337 Переход к созданию эскиза маршрута

Эскиз маршрута, по которому будет осуществлена трассировка пучка треков, может быть построен двумя способами:

а) в виде ломаной линии, состоящей из простых сегментов;

б) в виде свободной линии.

а) Для построения эскиза маршрута в виде линии из сегментов нажмите левую кнопки мыши и разместите начальную точку сегмента, для размещения конечной точки сегмента переместите курсор мыши в заданное положение и нажмите левую кнопку мыши. Инструмент создания эскиза маршрута остается активен и позволяет создавать неограниченное количество сегментов, см. Рис. 338.

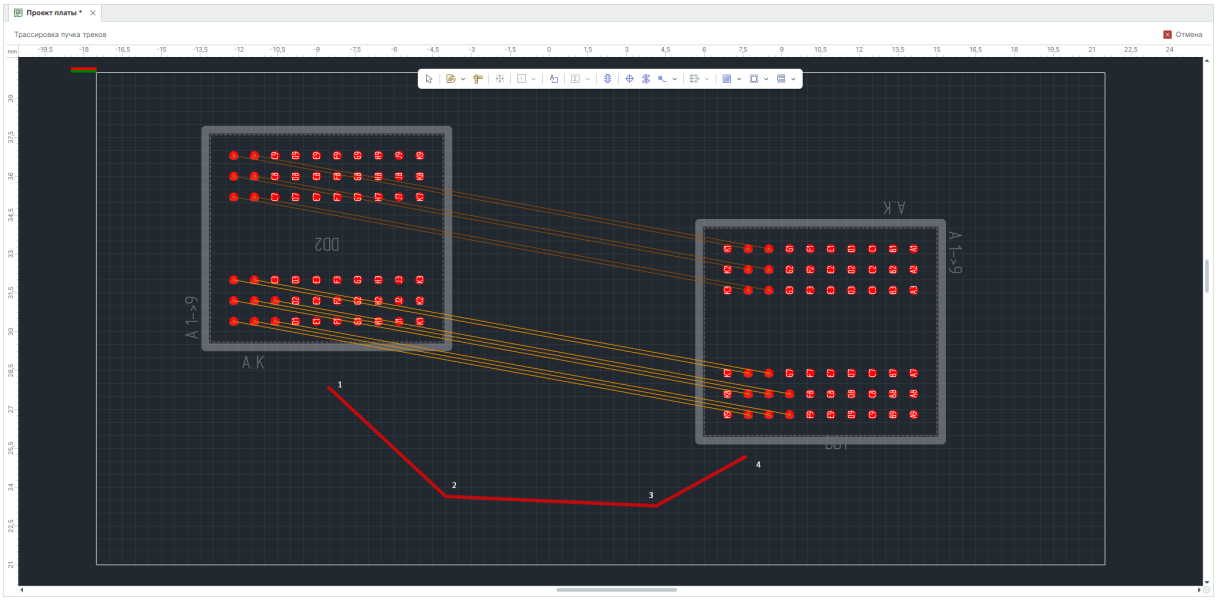


Рис. 338 Создание эскиза маршрута в виде линии из сегментов

б) Для построения эскиза маршрута в виде свободной линии нажмите левую кнопку мыши и перемещайте курсор по нужной траектории, удерживая кнопку мыши зажатой. Путь курсора будет преобразован в линию эскиза, см. Рис. 339.

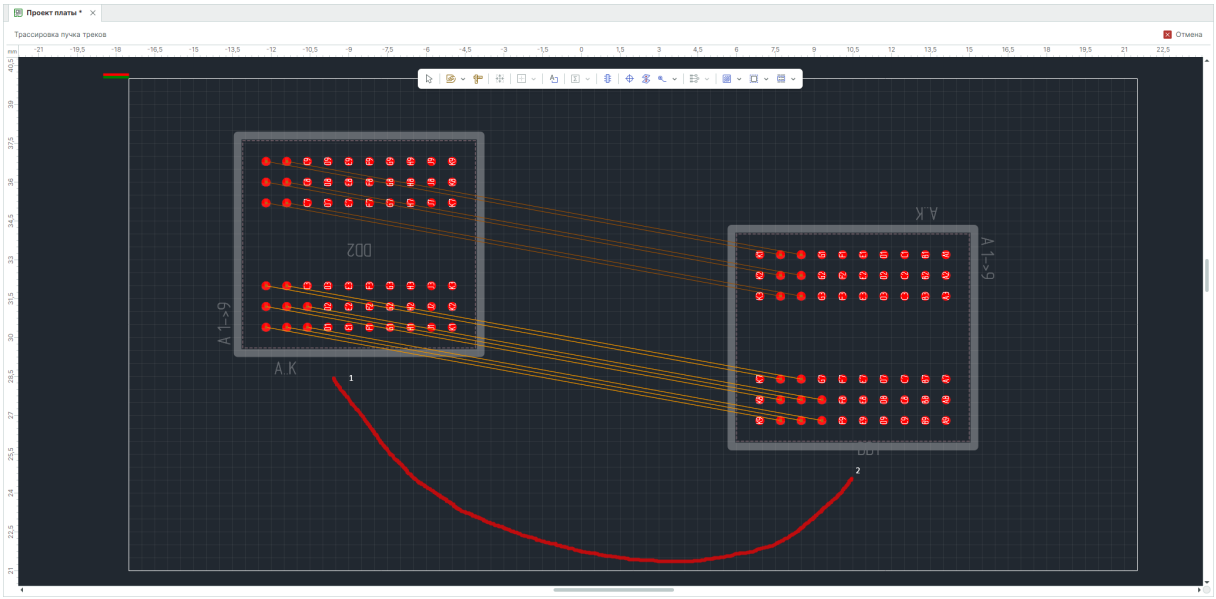


Рис. 339 Создание эскиза маршрута в виде свободной линии

Примечание! Места начала и конца эскиза маршрута рекомендуется располагать, оценивая сложность выхода треков из контактных площадок и схождения в пучок.

3. Создайте эскиз любым способом, вызовите контекстное меню и выберите команду «Завершить эскиз». Цвет линии эскиза маршрута будет совпадать с цветом текущего слоя, см. Рис. 340.

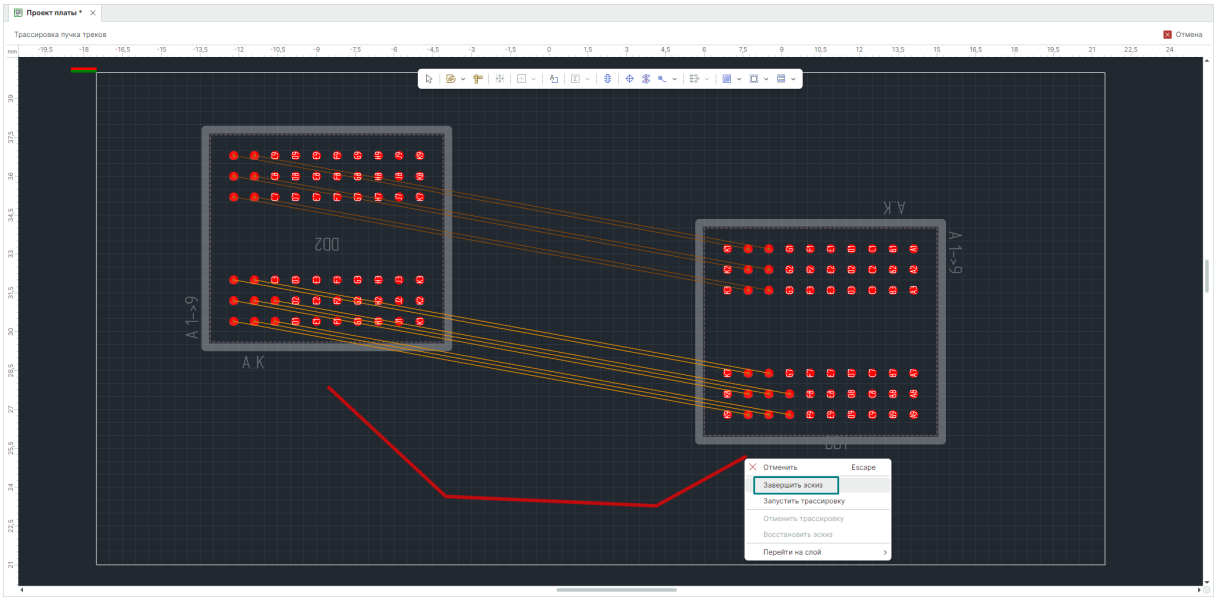


Рис. 340 Завершение эскиза

Примечание! При наличии выделенных линий соединения, можно сразу «Запустить трассировку». Создание эскиза завершится в текущем состоянии и автоматически начнётся трассировка..

При необходимости созданный эскиз может быть удален с помощью команды контекстного меню «Удалить эскиз», см. Рис. 341.

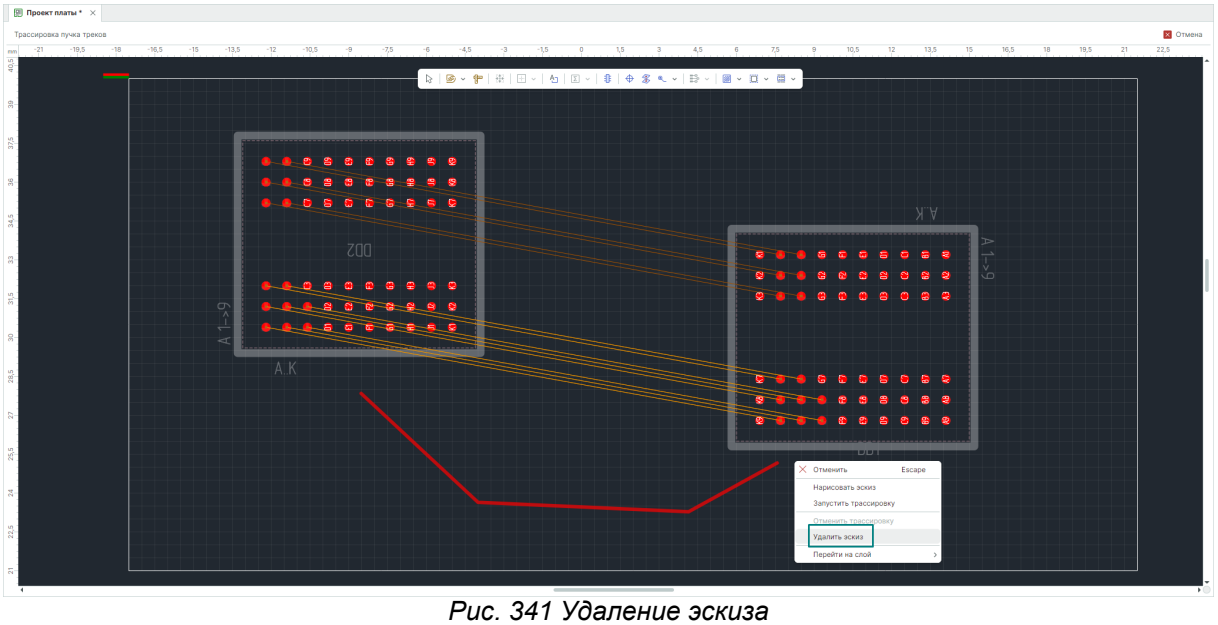


Рис. 341 Удаление эскиза

Восстановление последнего удаленного эскиза возможно с помощью команды контекстного меню «Восстановить эскиз», см. Рис. 342.

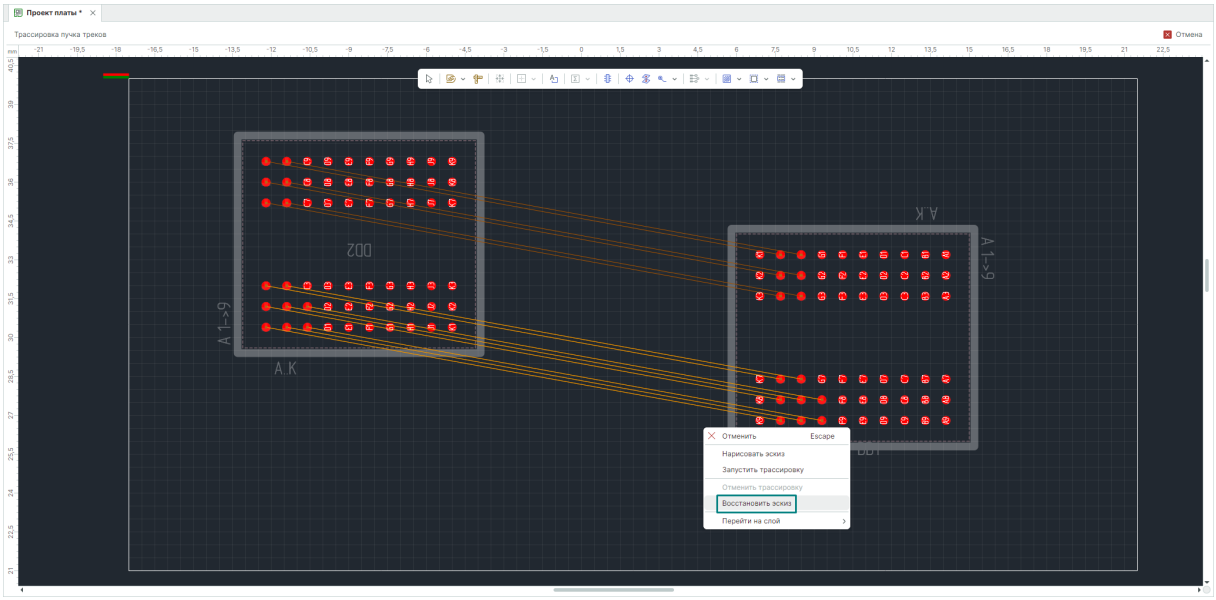


Рис. 342 Восстановление эскиза

Также с помощью команды контекстного меню «Восстановить эскиз» доступно восстановление эскиза после осуществления трассировки.

4. Выделите линии соединений, которые необходимо страссировать, вызовите контекстное меню и выберите «Запустить трассировку», см. Рис. 343.

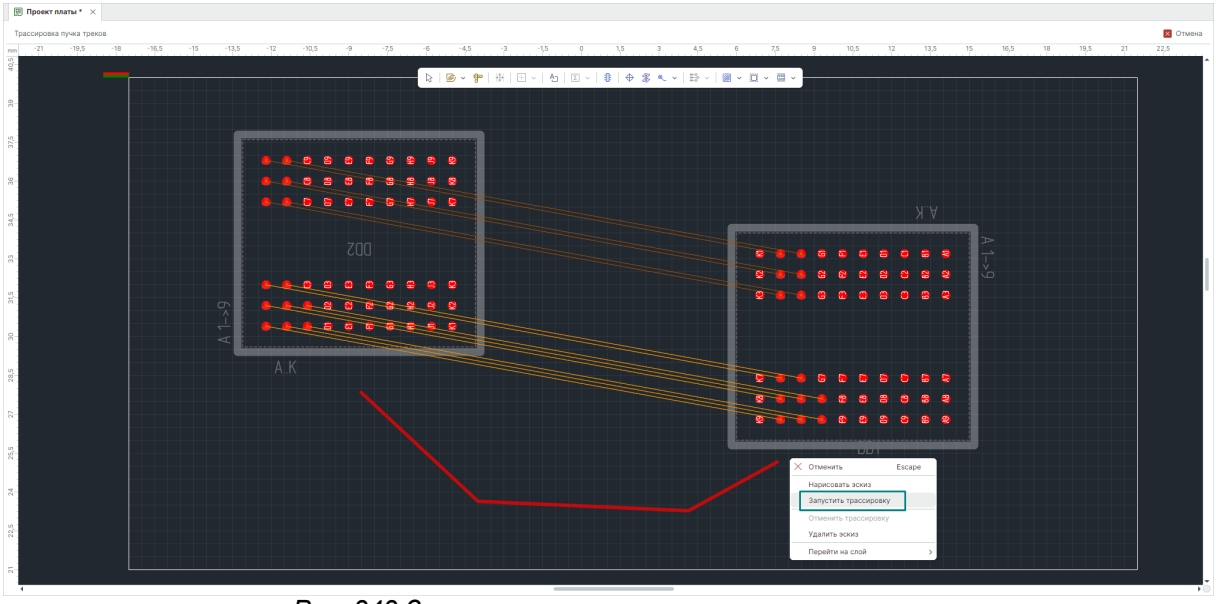


Рис. 343 Запуск трассировки по эскизу маршрута

5. Дождитесь окончания процесса трассировки. Отчет о результатах выполненной трассировки по эскизу маршрута будет доступен в панели «Журналы», см. Рис. 344.

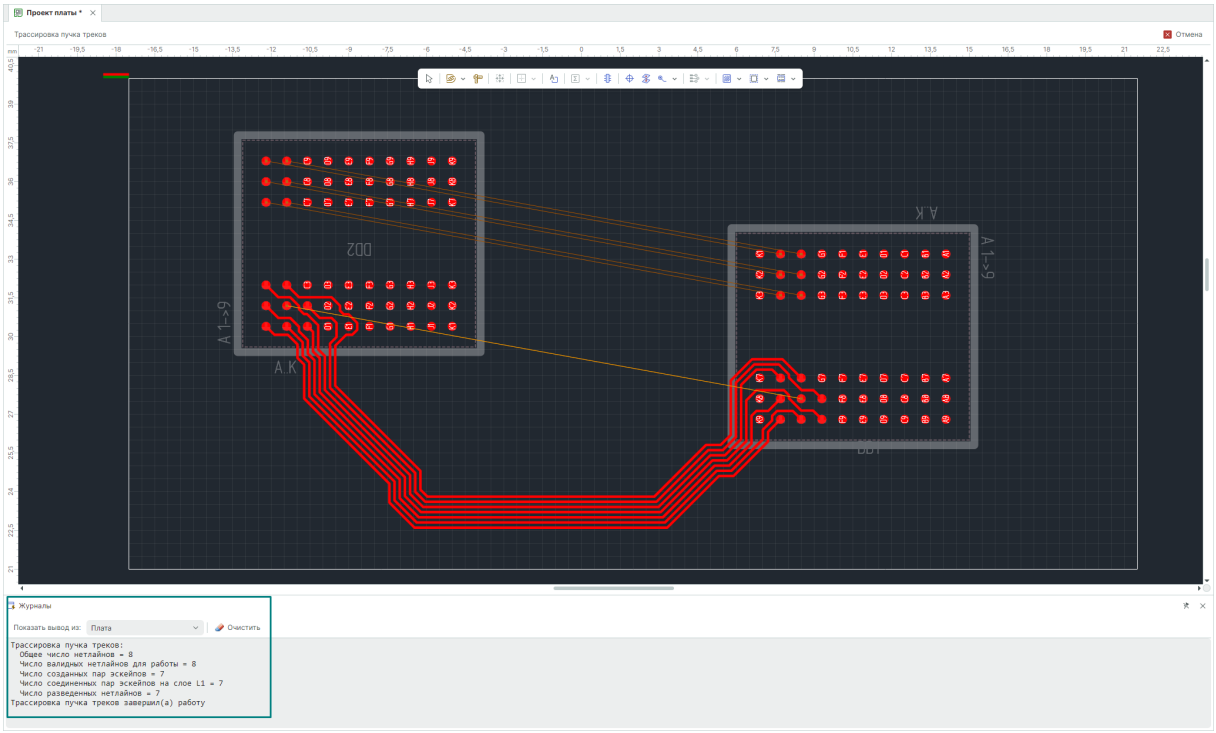


Рис. 344 Подробные сведения о трассировке пучка треков

Отмена трассировки пучка треков при активном инструменте «Трассировка пучка треков».

Отменить созданную трассировку пучка треков до выхода из инструмента можно с помощью команды контекстного меню «Отменить трассировку», см. Рис. 345.

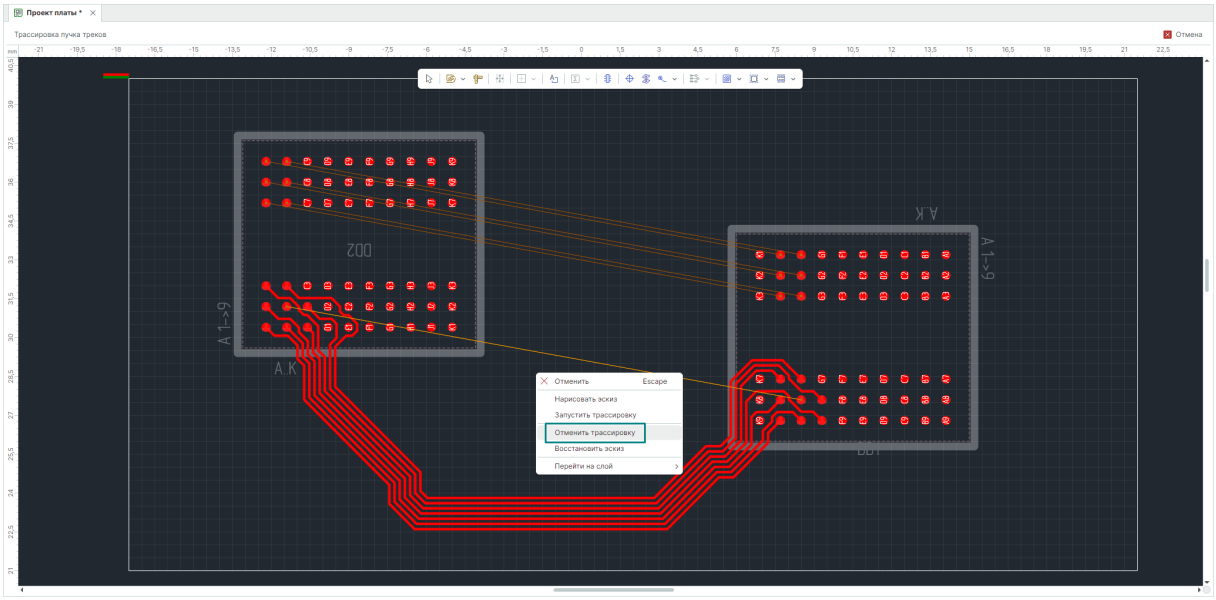


Рис. 345 Отмена созданной трассировки

<u>Завершение трассировки пучка треков при активном инструменте «Трассировка пучка треков».</u>

Завершить работу инструмента можно, воспользовавшись пунктом контекстного меню «Отменить», или с помощью кнопки «Отменить» в информационной строке редактора, см. Рис. 346.

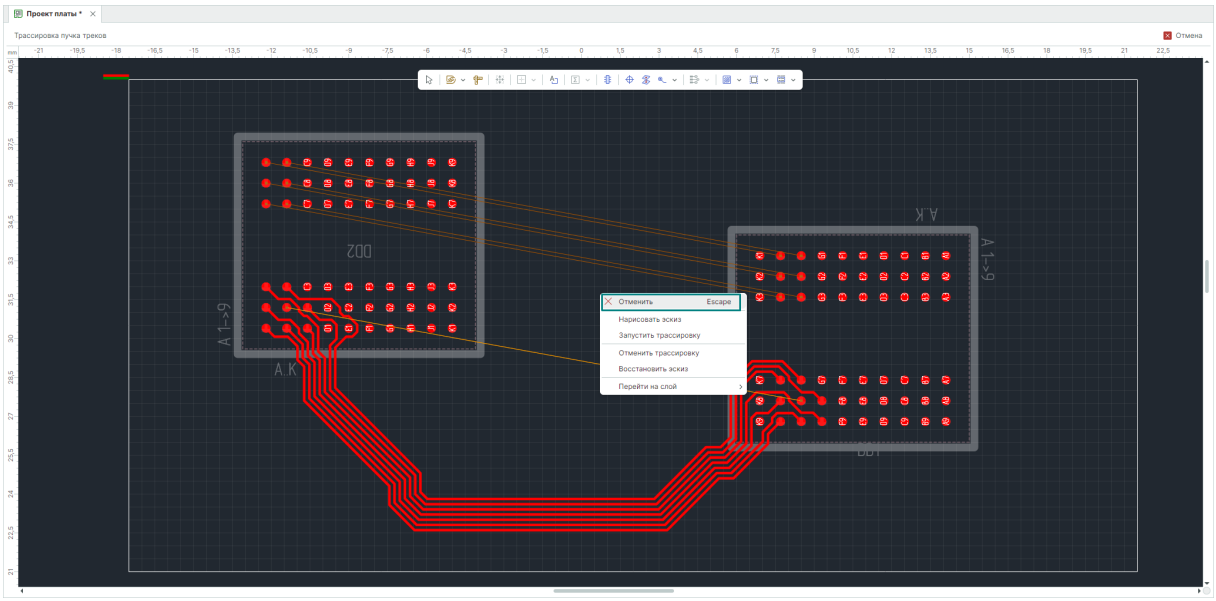


Рис. 346 Выход из инструмента

11.13.3 Трассировка пучка треков (без эскиза)

При выборе пункта в контекстном меню «Трассировка пучка треков (без эскиза)» реализуется упрощенный сценарий запуска трассировки пучка треков без эскиза.

Данный пункт становится активным при наличии выделенных линий соединений.

1. Выделите линии соединений, которые хотите страссировать пучком.

2. Вызовите контекстное меню и выберите пункт «Трассировка пучка треков (без эскиза)», см. Рис. 347.

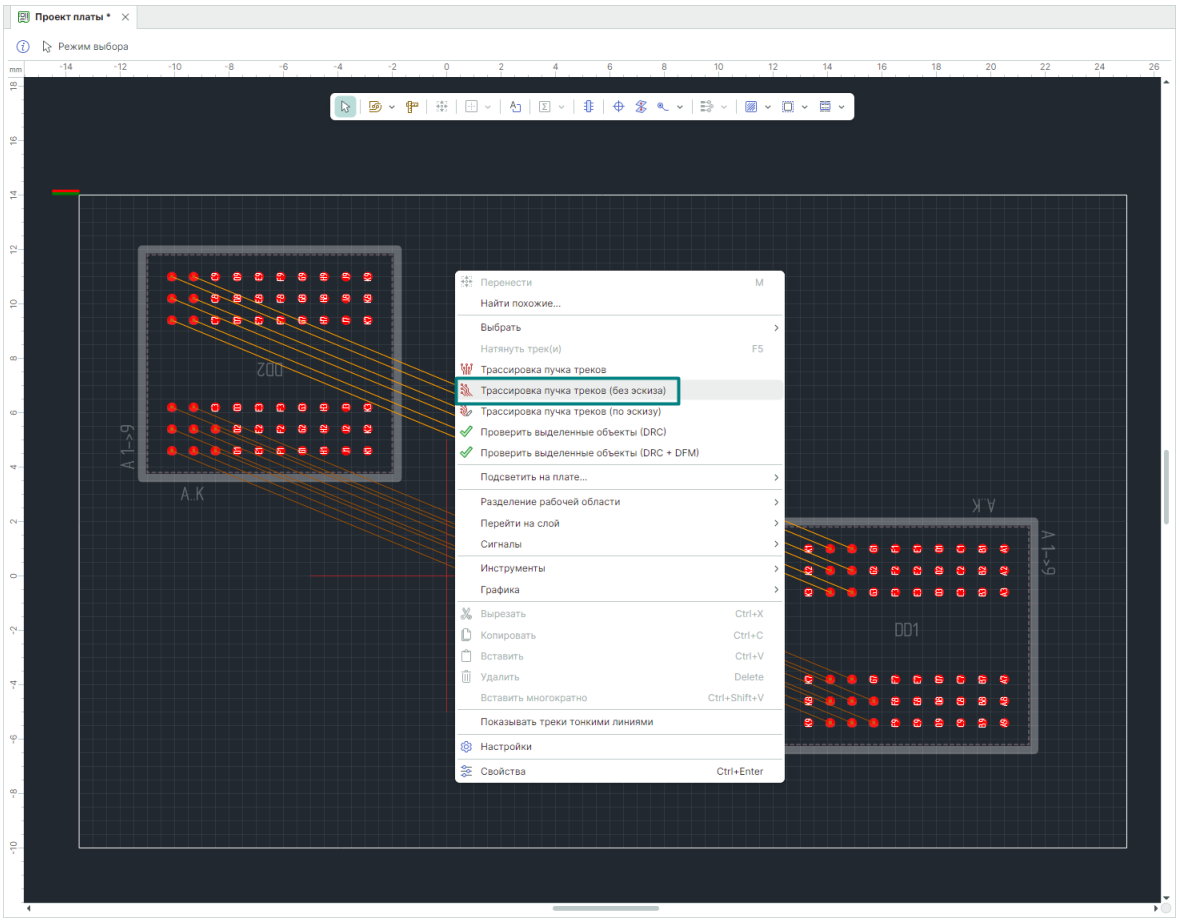


Рис. 347 Запуск трассировки пучка треков без эскиза

3. Дождитесь окончания процесса трассировки, см. Рис. 348.

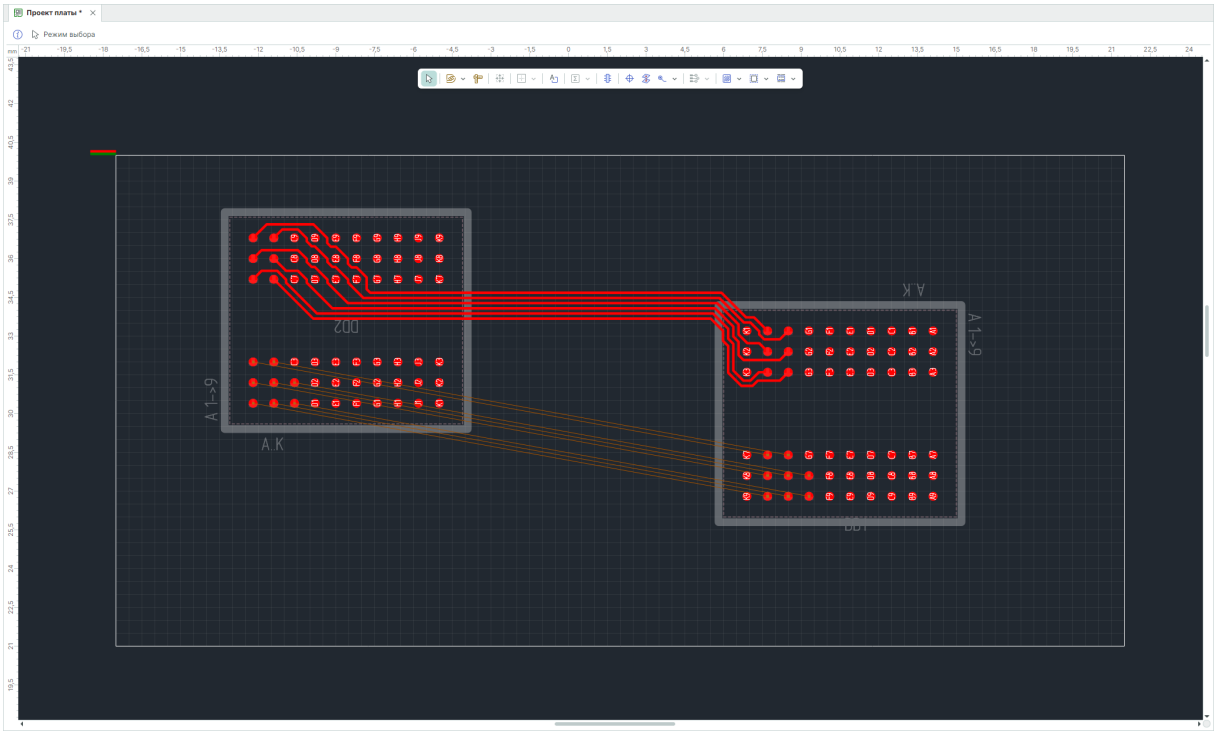


Рис. 348 Результат запуска трассировки пучка треков без эскиза

По окончании трассировки происходит автоматический выход из инструмента «Трассировка пучка треков».

11.13.4 Трассировка пучка треков (по эскизу)

При выборе пункта в контекстном меню «Трассировка пучка треков (по эскизу)» реализуется упрощенный сценарий запуска трассировки пучка треков по эскизу.

Данный пункт становится активным при наличии выделенных линий соединений.

1. Выделите линии соединений, которые хотите страссировать пучком.

2. Вызовите контекстное меню и выберите пункт «Трассировка пучка треков (по эскизу)», см. Рис. 349.

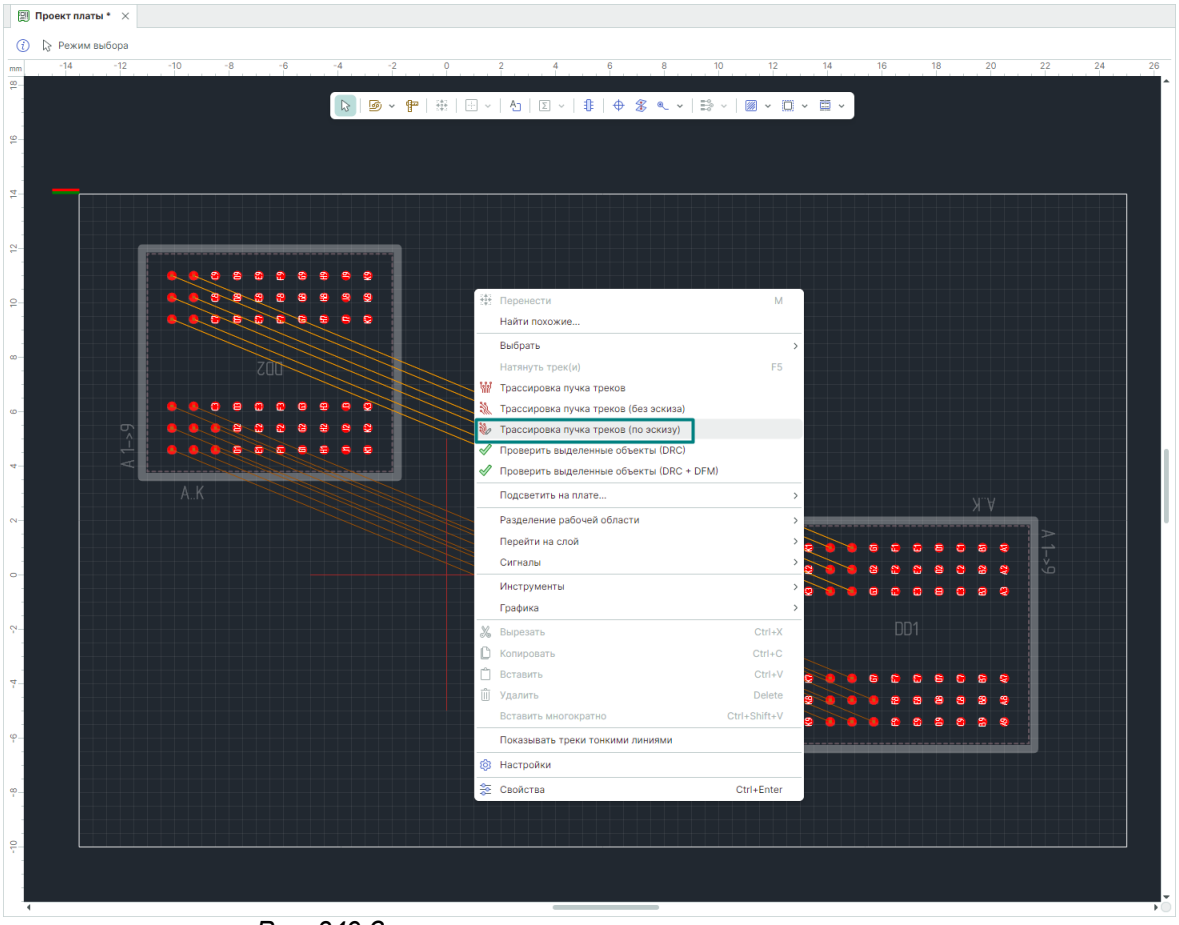


Рис. 349 Запуск трассировки пучка треков по эскизу

3. Для построения эскиза маршрута в виде свободной линии нажмите левую кнопку мыши и перемещайте курсор по нужной траектории, удерживая кнопку мыши зажатой. Путь курсора будет преобразован в линию эскиза, см. Рис. 350.

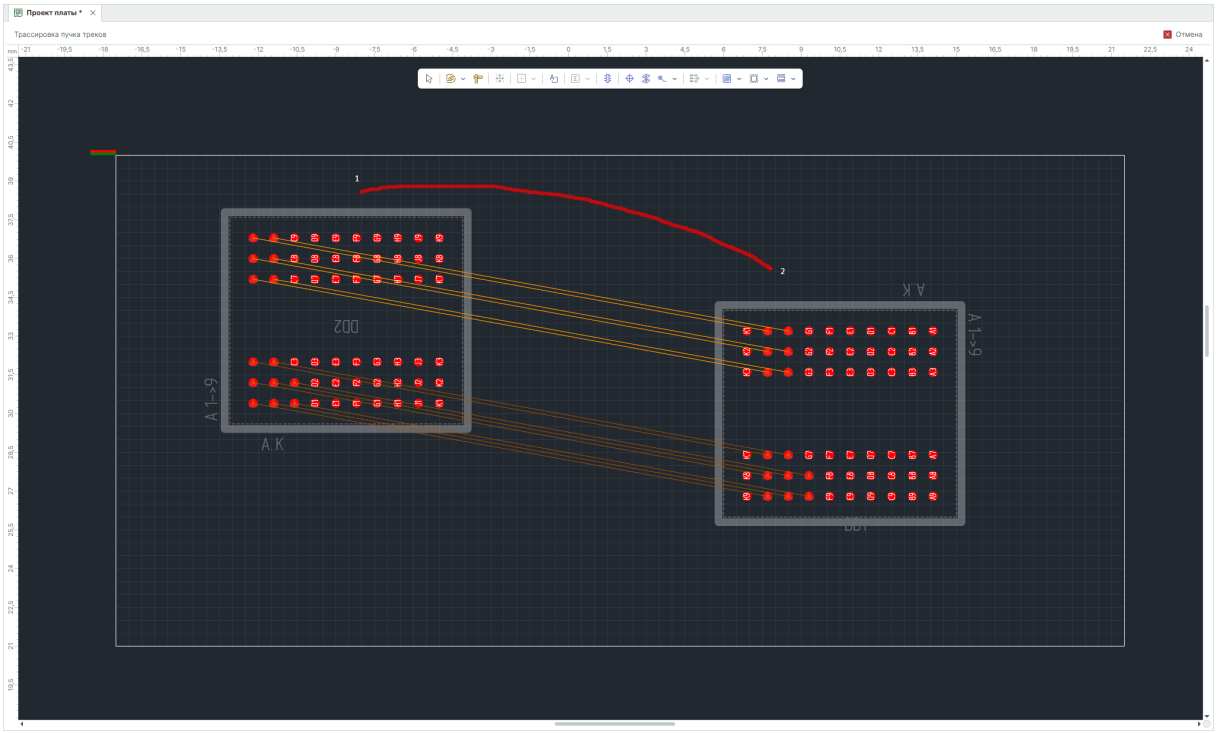


Рис. 350 Создание эскиза маршрута в виде свободной линии

4. При отпускании кнопки мыши автоматически стартует трассировка. Дождитесь окончания процесса трассировки, см. Рис. 351.

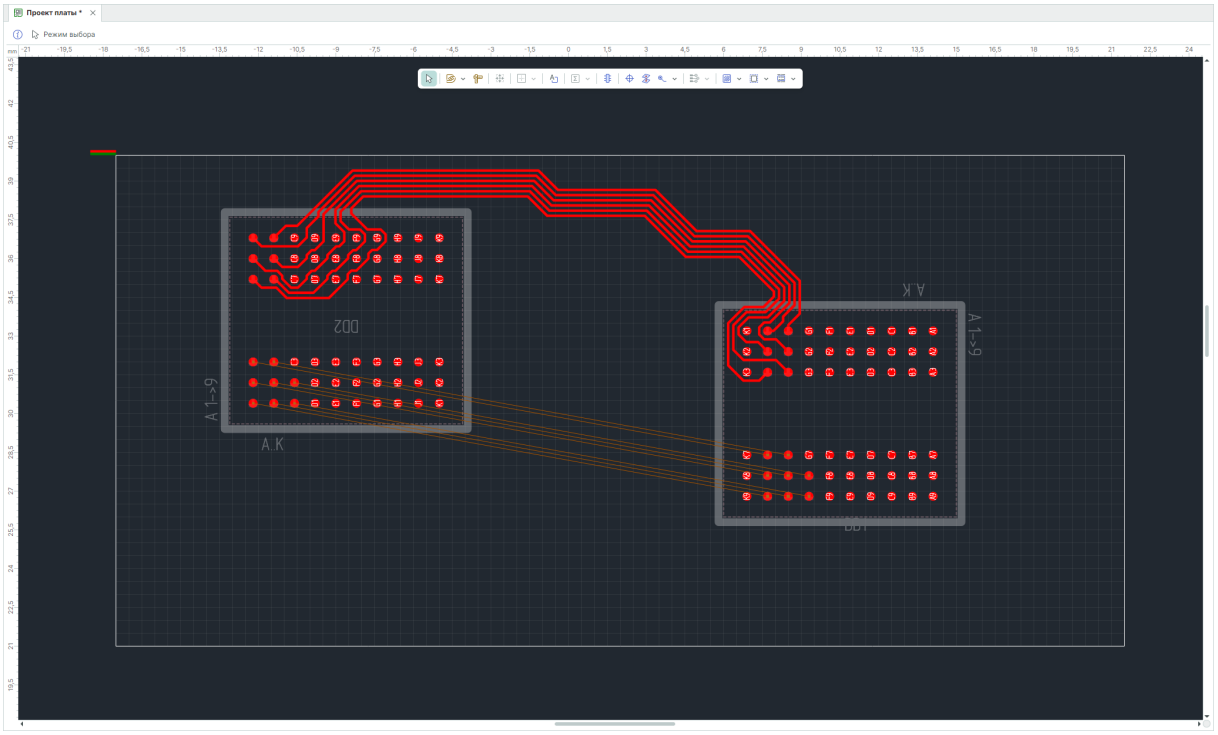


Рис. 351 Результат запуска трассировки пучка треков по эскизу

По окончании трассировки происходит автоматический выход из инструмента «Трассировка пучка треков».

11.14 Фанауты

11.14.1 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. 352.

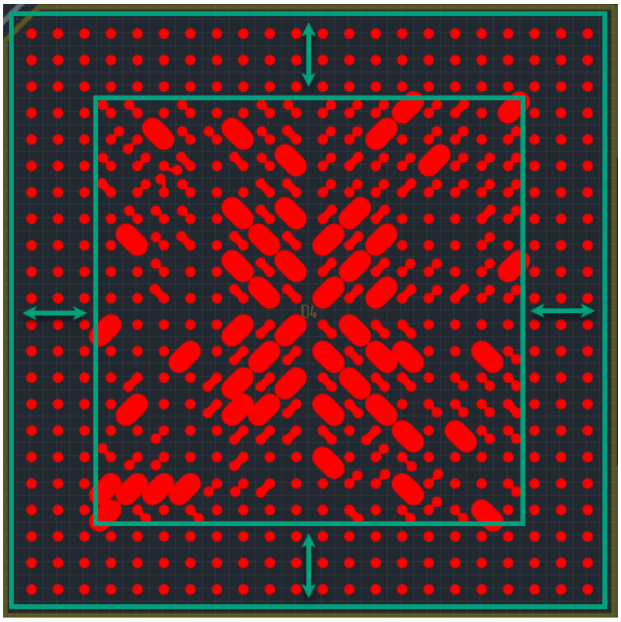


Рис. 352 Ряды и колонки матрицы BGA, для которых не построены фанауты

11.14.2 Построение фанаутов

Система Delta Design предоставляет несколько вариантов для выбора компонентов и/или их выводов для построения фанаутов:

- Выбор отдельных выводов одного или нескольких компонентов;

- Выбор нескольких компонентов, для выводов которых будут построены фанауты.

Примечание! Если перед запуском окна «Настройки фанаутов» не были выбраны компоненты или выводы, то выбор для построения осуществляется среди всех размещенных на плате компонентов.

Чтобы построить фанауты для выбранных компонентов и/или выводов:

1. Выберите компоненты и/или выводы, для которых необходимо построить фанауты. Подробнее о выборе объектов см. раздел Объекты на плате.

2. Вызовите контекстное меню и выберите пункт «Инструменты» → «Подключить фанауты». Аналогичный результат можно получить, воспользовавшись символом «Подключить фанауты», расположенным на панели инструментов «Плата», или вызвать данную функцию в разделе «Инструменты» главного меню, см. Рис. 353.

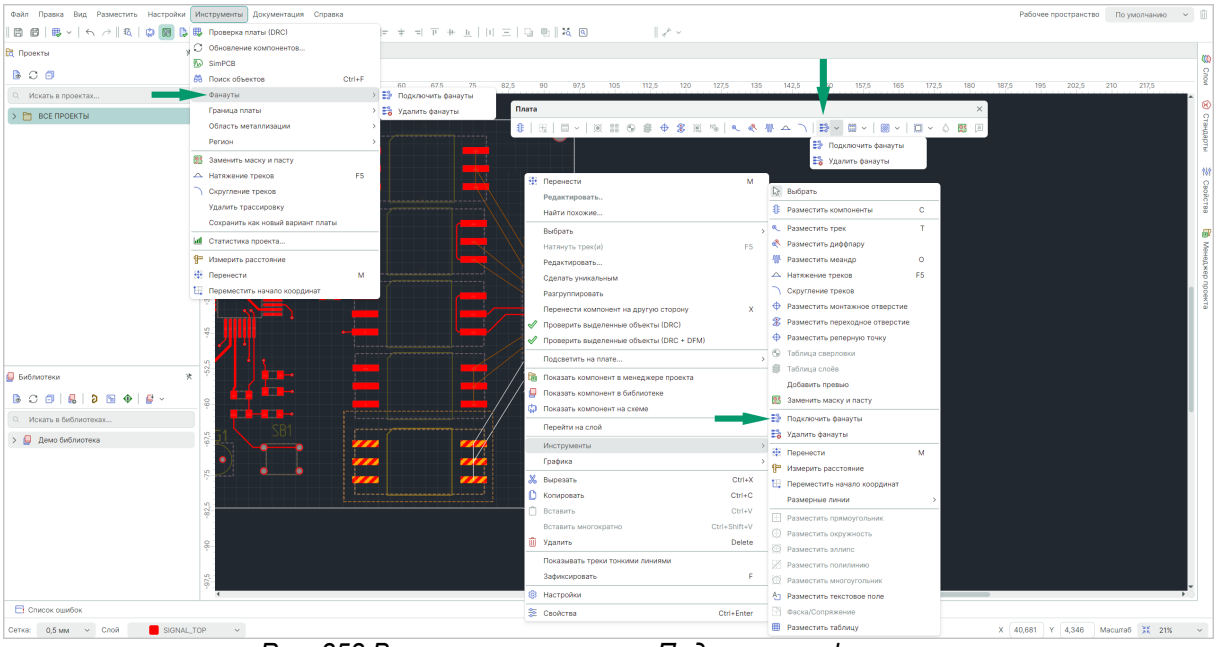


Рис. 353 Вызов инструмента «Подключить фанауты»

3. Задайте нужные параметры построения фанаутов в окне «Настройки фанаутов» и нажмите кнопку «Создать», см. Рис. 354. Подробное описание настроек построения фанаутов приведено в разделе Настройки построения фанаутов для разных типов ПМ.

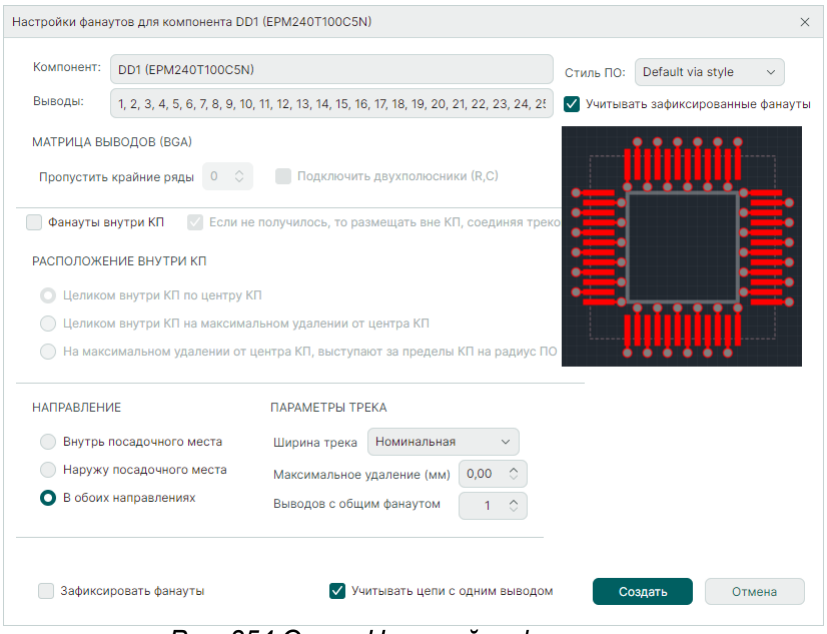


Рис. 354 Окно «Настройки фанаутов»

4. Дождитесь окончания процесса построения фанаутов. Отчет о результатах выполненных построений доступен в панели «Журналы».

Важно! Если для построения фанаутов были выбраны некорректные объекты, например, компоненты сквозного монтажа, то построение фанаутов будет осуществлено для всех компонентов платы, соответствующих настройкам, заданным в окне «Настройки фанаутов».

11.14.3 Настройки построения фанаутов

11.14.3.1 Общие сведения о настройках фанаутов

Настройки построения фанаутов производятся в окне «Настройки фанаутов».

Допускаются следующие типы настроек:

- Выбор стиля переходного отверстия из списка заданных в «Конфигураторе набора слоев и переходных отверстий» во вкладке «Переходные отверстия», см. Рис. 355.

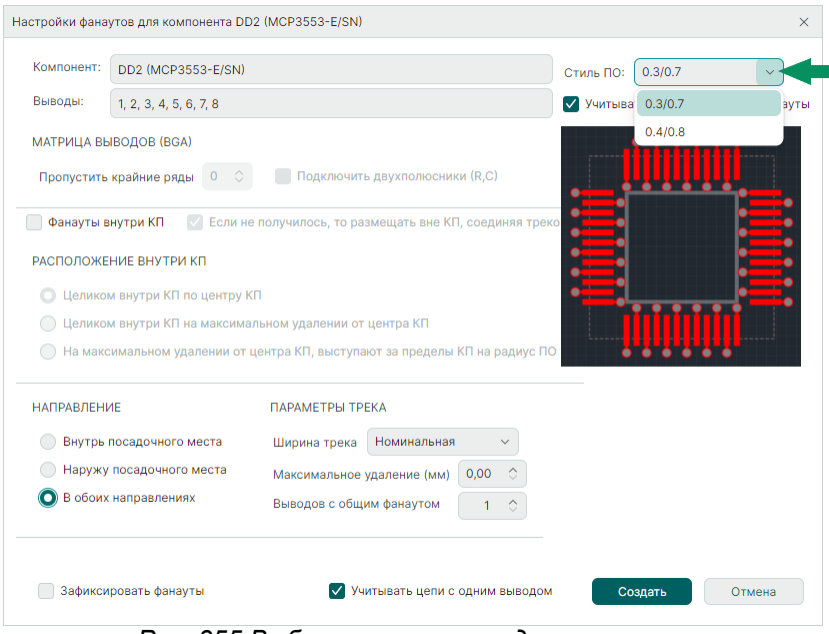


Рис. 355 Выбор стиля переходного отверстия

- Учет зафиксированных существующих фанаутов при построении новых с помощью установки флага в чек-боксе «Учитывать зафиксированные фанауты», см. Рис. 356.

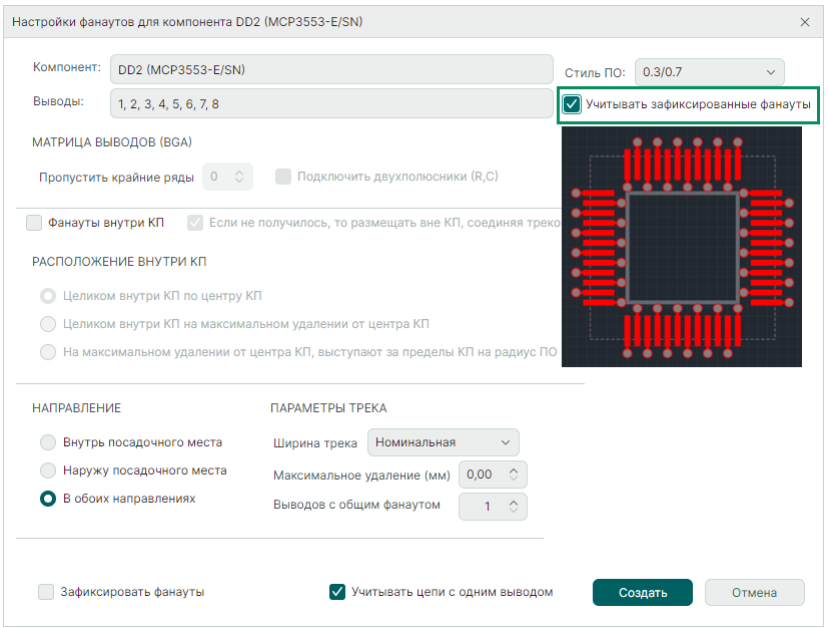


Рис. 356 Учет зафиксированных существующих фанаутов

- Выбор номеров выводов компонента, для которых необходимо построить фанауты, см. Рис. 357.

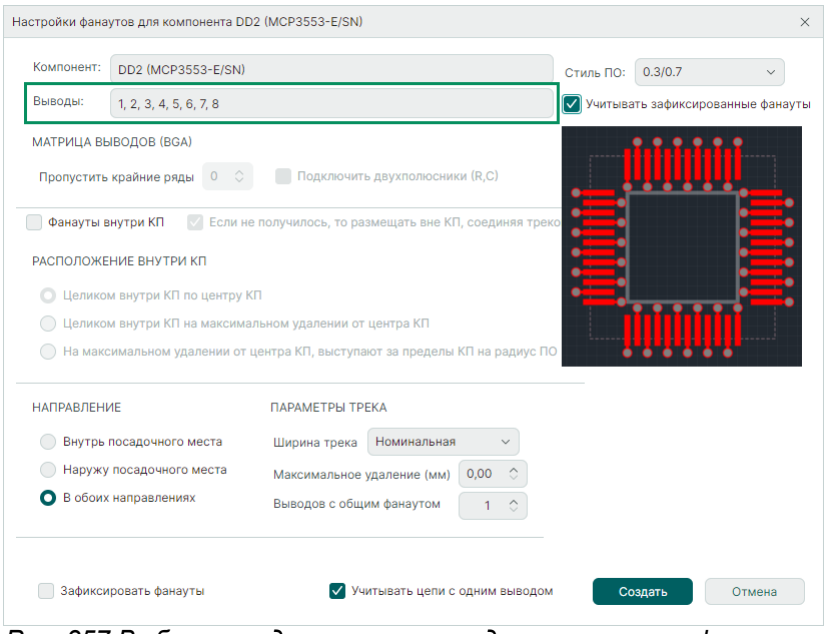


Рис. 357 Выбор выводов компонента для построения фанаутов

- Определение расположения и направления построения фанаутов для компонентов планарного монтажа (ПКП), определение количества пропускаемых внешних рядов и колонок для BGA-компонентов, см. раздел Настройки построения фанаутов 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 при построении фанаутов.

- Автоматическая фиксация построенных фанаутов с помощью флаг в чек-боксе «Зафиксировать фанауты», см. Рис. 358.

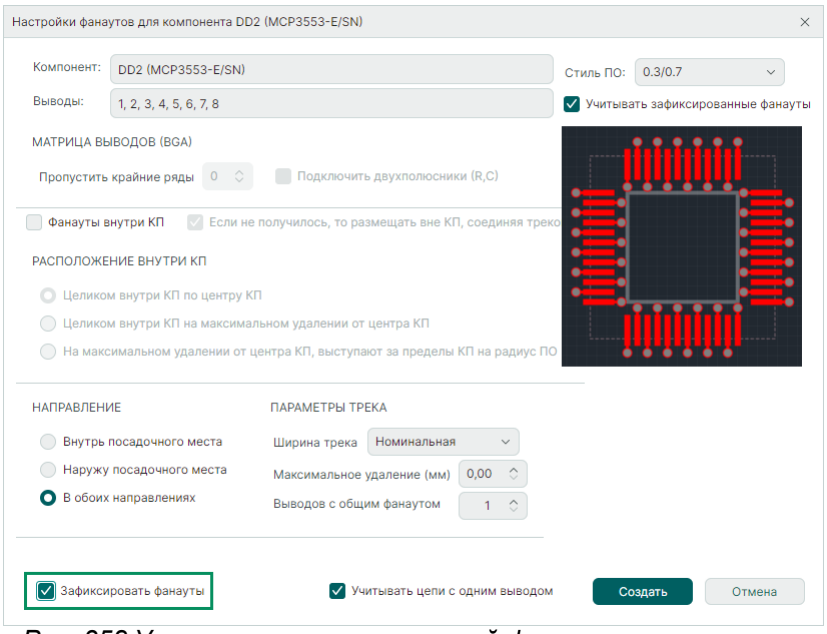


Рис. 358 Установка автоматической фиксации построенных фанаутов

- Учет цепей с одним выводом: при установке флага в чек-бокс «Учитывать цепи с одним выводом» будет осуществляться попытка построения фанаутов для одиночных выводов цепи, при снятии флага построение фанаутов для таких выводов не производится, см. Рис. 359.

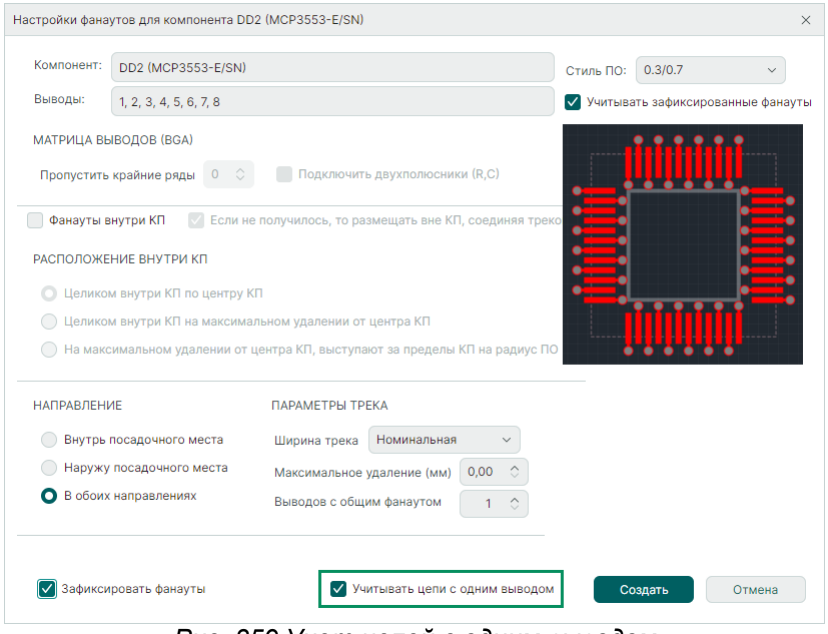


Рис. 359 Учет цепей с одним выводом

После нажатия кнопки «Создать» на экране отображается окно индикации процесса «Построение фанаутов для компонента» с текущей информацией по обработанным и построенным фанаутам, см. Рис. 360.

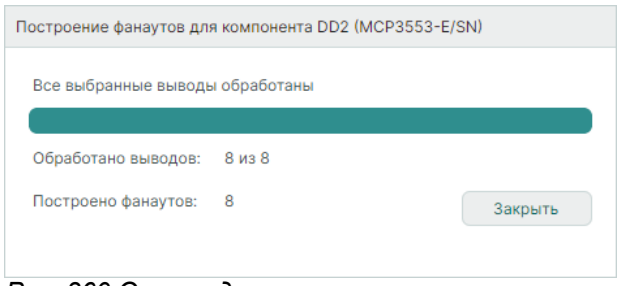


Рис. 360 Окно индиакации процесса построения фанаутов

По результатам построения фанаутов в панели «Журналы» отображается итоговая информация, см. Рис. 361.

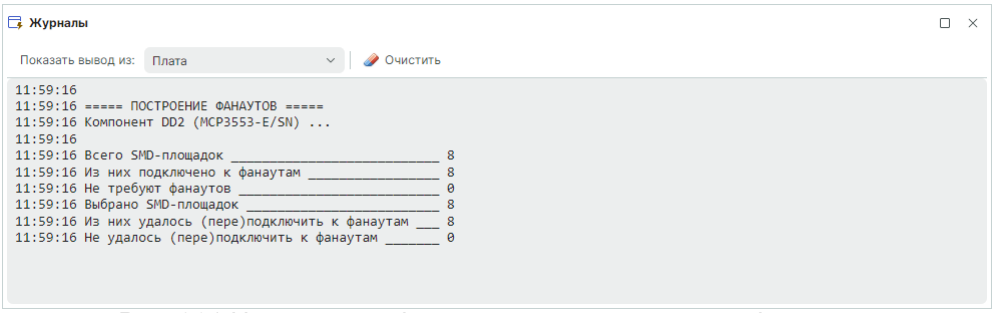


Рис. 361 Итоговая информация по построенным фанаутам

11.14.3.2 Настройки построения фанаутов для разных типов ПМ

Для BGA компонентов можно определить количество внешних рядов и колонок выводов, для которых не будут строится фанауты.

Для этого в поле «Матрица выводов (BGA)» → «Пропустить крайние ряды» установите числовое значение, обозначающее количество внешних рядов (колонок), которые должны быть пропущены при построении фанаутов, см. Рис. 362.

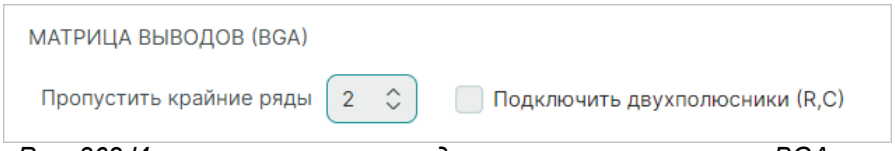


Рис. 362 Исключение внешних рядов и колонок из матрицы BGA при построении фанаутов

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 фанаутов относительно границы контура посадочного места компонента, см. Рис. 363:

- Внутрь посадочного места;
- Наружу посадочного места;

- В обоих направлениях.

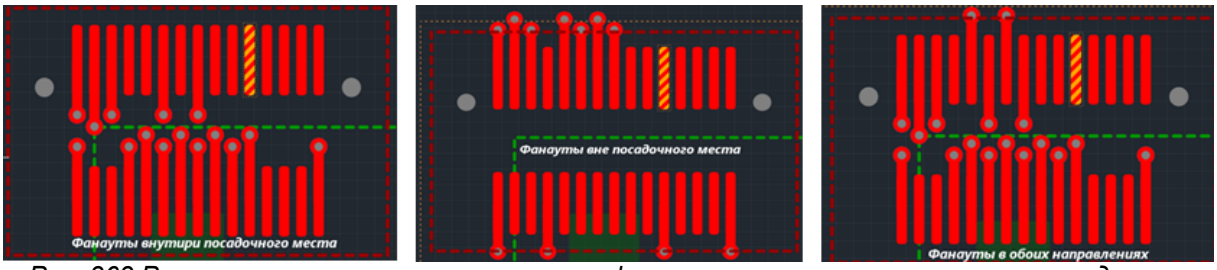


Рис. 363 Различные варианты расположения фанаутов относительно границ посадочного места

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. 364.

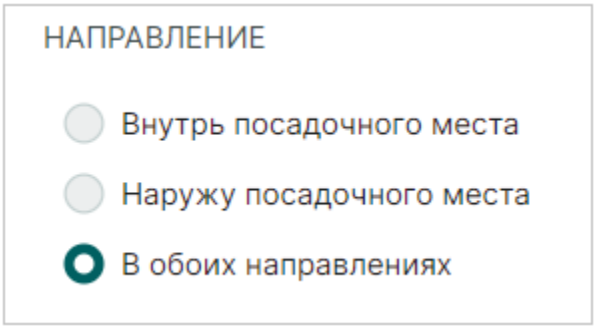


Рис. 364 Выбор «направления» создания фанаутов для SMD компонентов

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. 365.

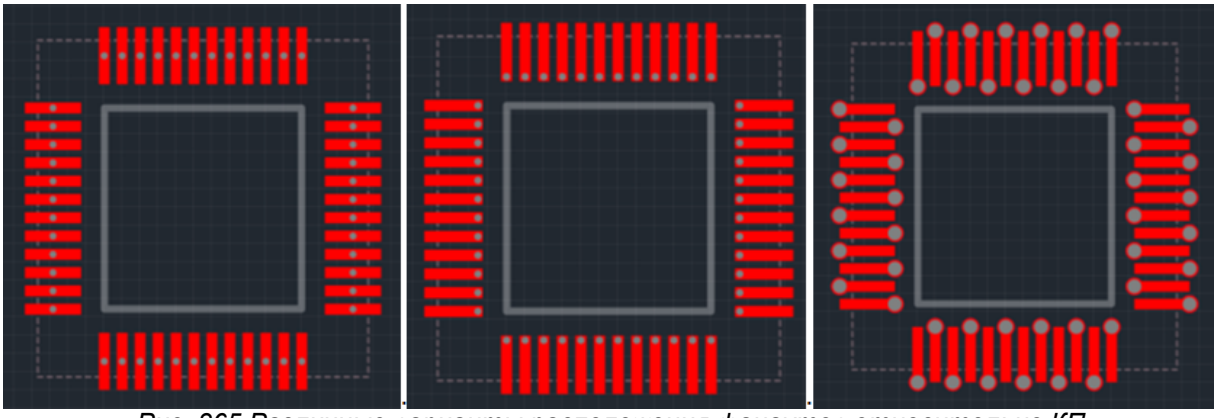


Рис. 365 Различные варианты расположения фанаутов относительно КП

Расположение построения фанаутов задается с помощью переключателя в поле «Расположение» по критериям, см. Рис. 366:

- 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.

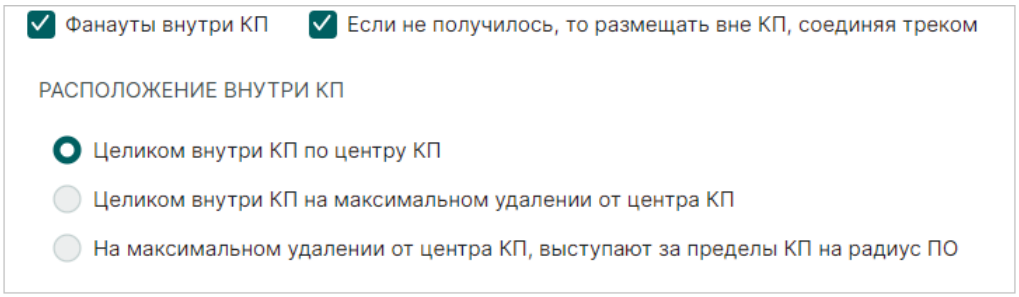


Рис. 366 Выбор расположения фанаутов внутри КП

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.

11.14.3.3 Параметры трека при построении фанаутов

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. 367. Для ширины трека можно задать следующие значения, см. раздел Параметры трека:

- Номинальная – номинальное значение, которое установлено 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.

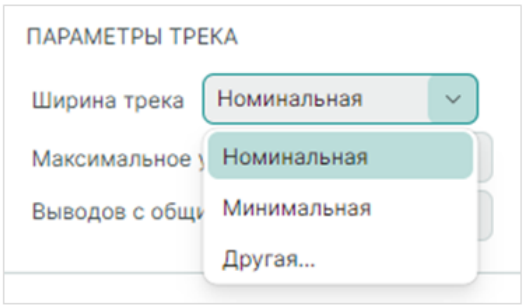


Рис. 367 Установка ширины трека при построении фанаутов

Примечание! Если установленное значение ширины трека превышает номинальную ширину, заданную в редакторе правил, будет использовано номинальное значение. Если значение меньше минимальной ширины, заданной в редакторе правил, то оно устанавливается равным минимальному.

Значение максимально допустимого расстояния между центрами контактной площадки и переходного отверстия устанавливается в пункте «Максимальное удаление (мм)» раздела «Параметры трека», см. Рис. 368. 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.

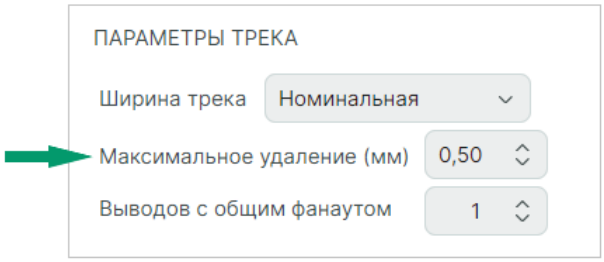


Рис. 368 Установка максимального расстояния между центром КП и центром ПО в фанауте

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 фанауту, задается в пункте «Выводов с общим фанаутом» раздела «Параметры трека», см. Рис. 369.

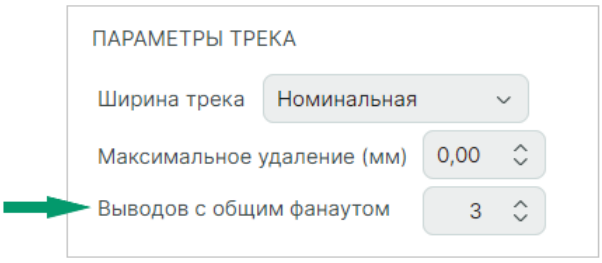


Рис. 369 Установка ограничения количества эквипотенциальных КП, подключаемых к одному ПО

При использовании общих фанаутов эквипотенциальные контактные площадки могут быть соединены между собой треком. Пример построения общих фанаутов представлен на Рис. 370.

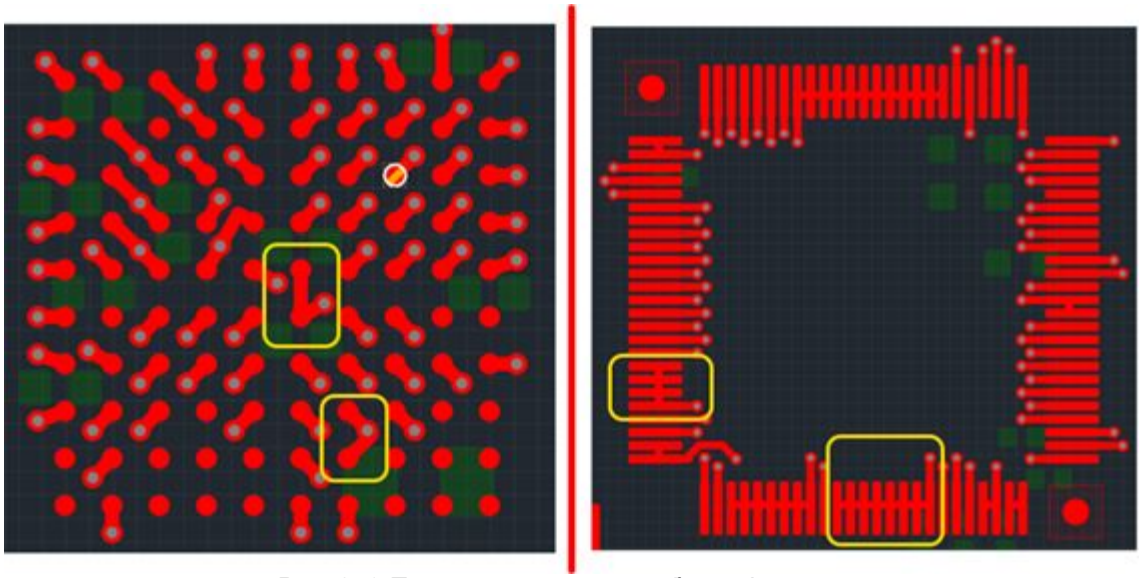


Рис. 370 Пример построения общих фанаутов

11.14.3.4 Удаление фанаутов

Незафиксированные фанауты могут быть удалены как обычные объекты печатной платы:

1. Выберите компонент с фанаутами, которые необходимо удалить.

2. В контекстном меню «Инструменты» выберите команду «Удалить фанауты». Аналогичный результат можно получить, воспользовавшись символом «Удалить фанауты», расположенным на панели инструментов «Плата» и на встроенной панели редактора. Также можно вызвать данную функцию в разделе главного меню «Инструменты» → «Фанауты» → «Удалить фанауты».

3. Результат операции удаления фанаутов будет отображен в панели «Журналы», см. Рис. 371.

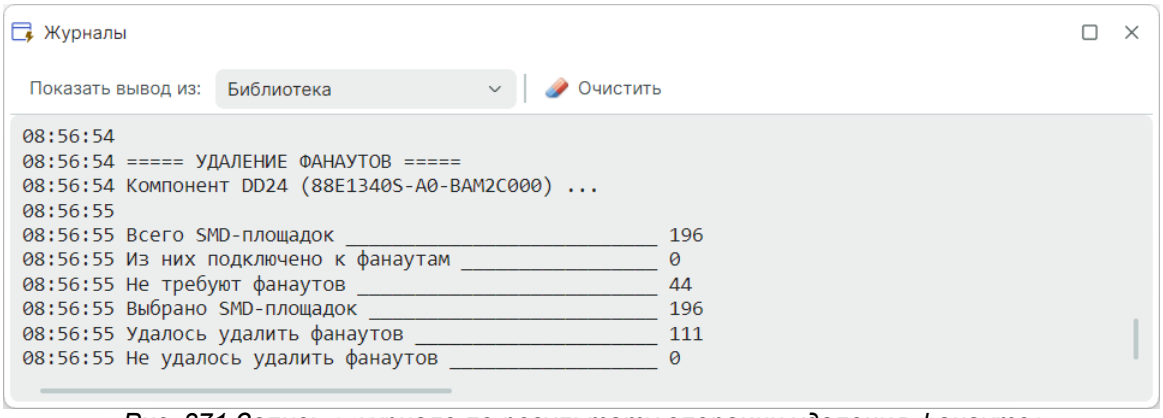


Рис. 371 Запись в журнале по результату операции удаления фанаутов

Примечание! Для удаления зафиксированных фанаутов необходимо предварительно снять фиксацию.

Важно! Удаление фанутов осуществляется вместе со всеми треками, которые были к ним подключены.

11.15 Переназначение функционально-эквивалентных контактов

11.15.1 Общие сведения о назначении эквивалентности

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.

11.15.2 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. 372.

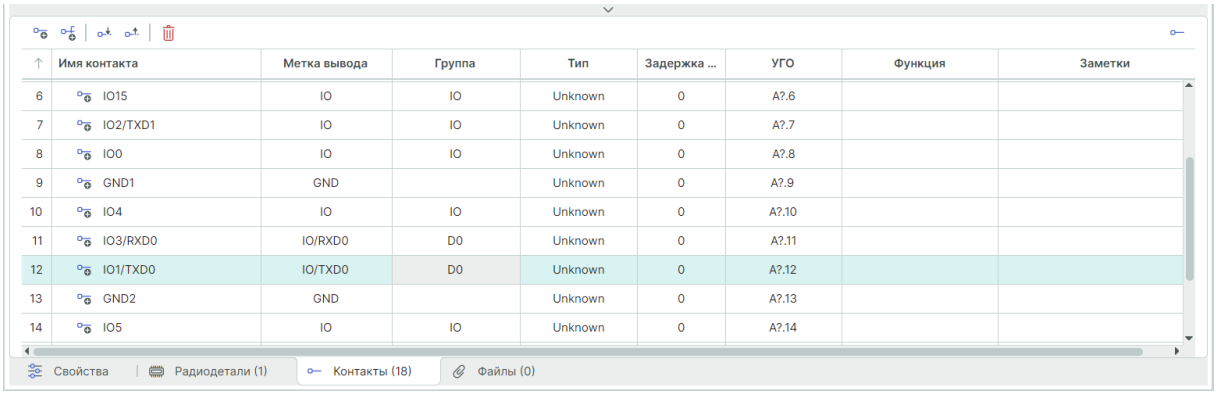


Рис. 372 Назначение группы для эквивалентных выводов

Если компонент уже был добавлен в проект, после внесения изменений в библиотечный компонент его необходимо актуализировать на схеме, выполнив процедуру обновления, см. Рис. 373.

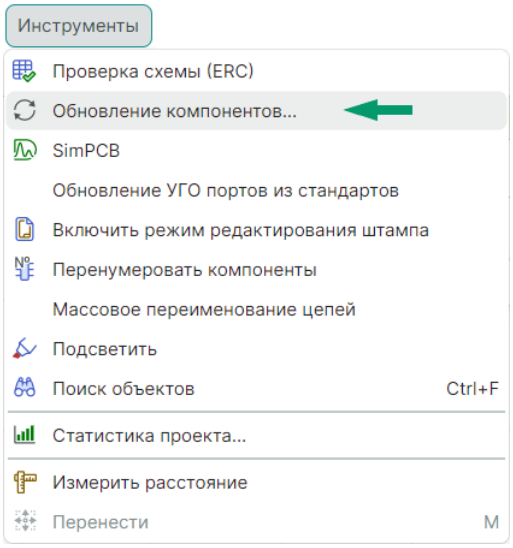


Рис. 373 Обновление компонентов

Окно обновления компонентов будет выглядеть следующим образом, см. Рис. 374.

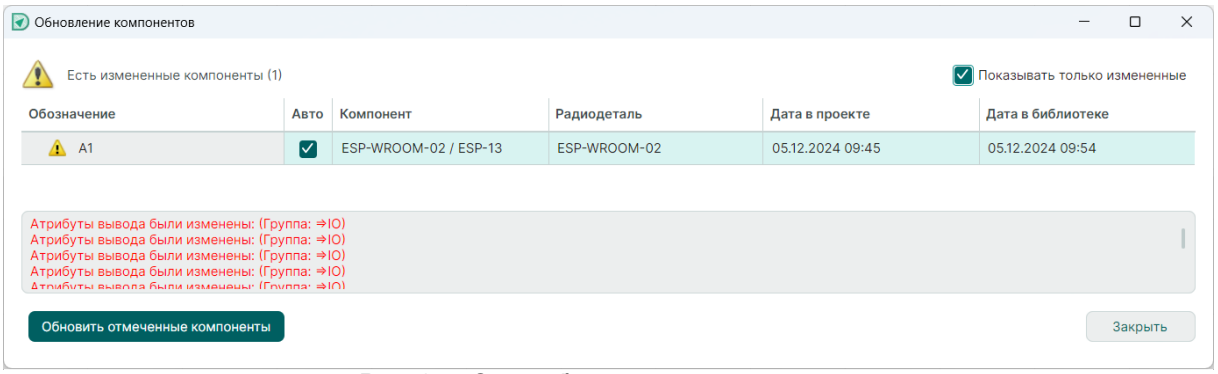


Рис. 374 Окно обновления компонентов

11.15.3 Назначение эквивалентности на схеме

Если на схеме размещен компонент, у которого эквивалентность выводов не определена, есть возможность сделать это непосредственно на схеме, см. Рис. 375. В панели «Свойства» → «Вывод» → «Группа» укажите идентификатор группы (цифра/буква). Следует помнить, что данные изменения присваиваются локально и в библиотечном компоненте не будут сохранены.

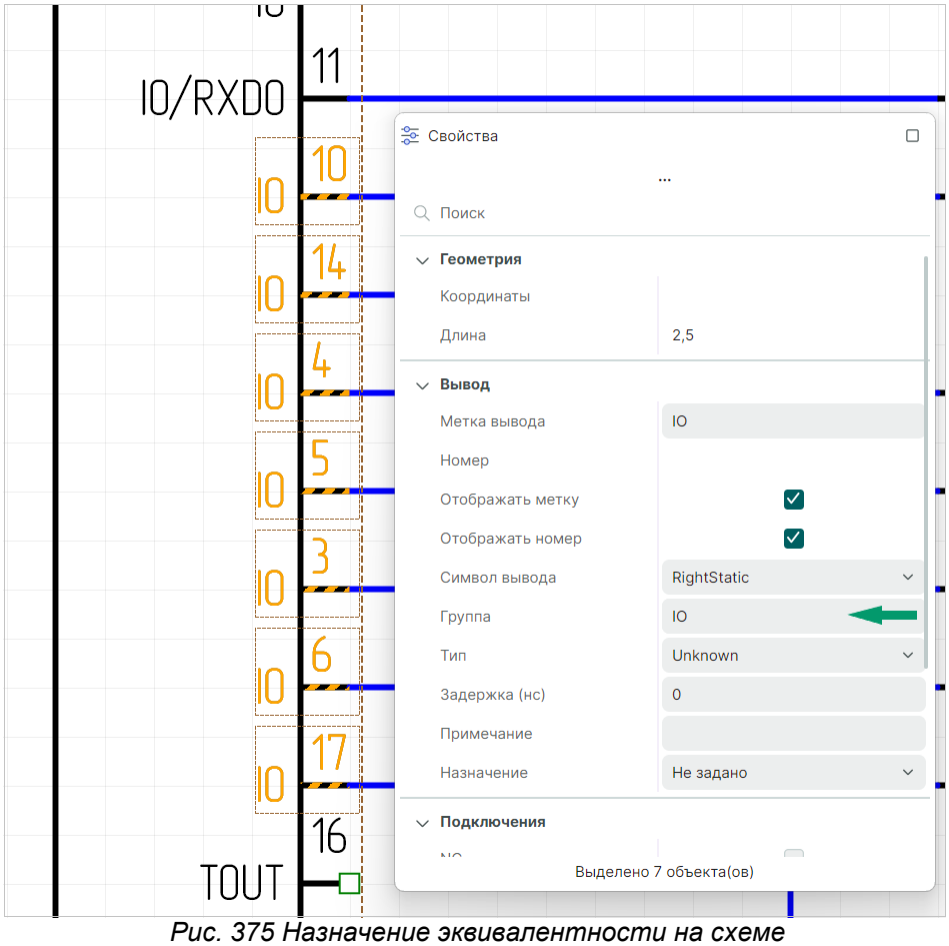


Рис. 375 Назначение эквивалентности на схеме

11.15.4 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. 376.

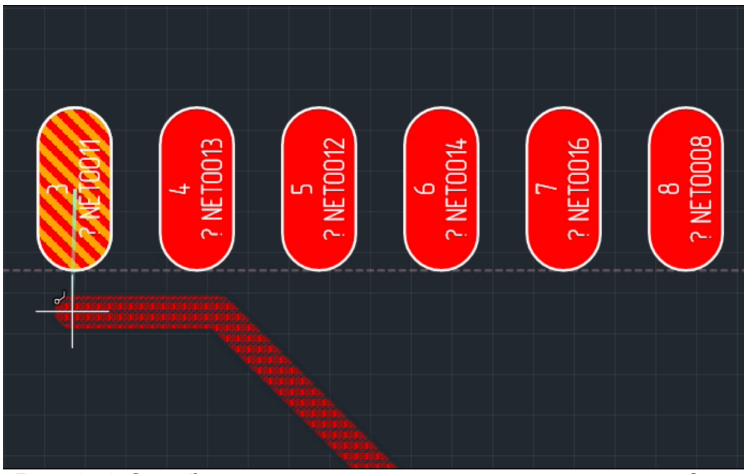


Рис. 376 Отображение на плате контактных площадок, принадлежащих одной группе

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. 377.

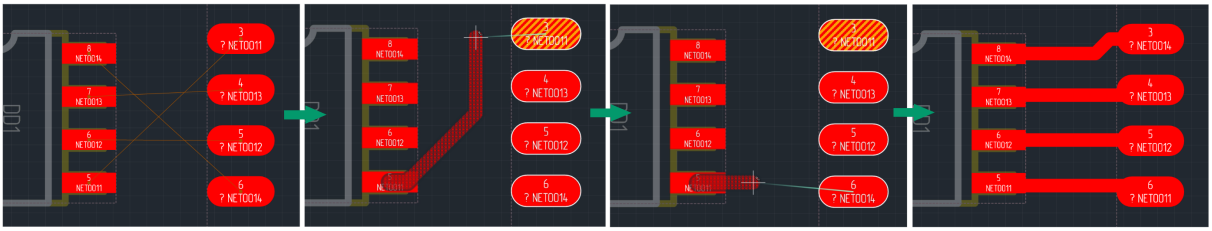


Рис. 377 Переключение между эквивалентными контактными площадками

11.16 Размещение дифференциальных пар

11.16.1 Общие сведения о диффпарах

11.16.1.1 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.

11.16.1.2 Свойства диффпары

В системе Delta Design дифференциальная пара и сегменты диффпары обладают рядом свойств, которые отображаются в панели «Свойства» при выделении диффпары (сегмента) на плате, см. Рис. 378.

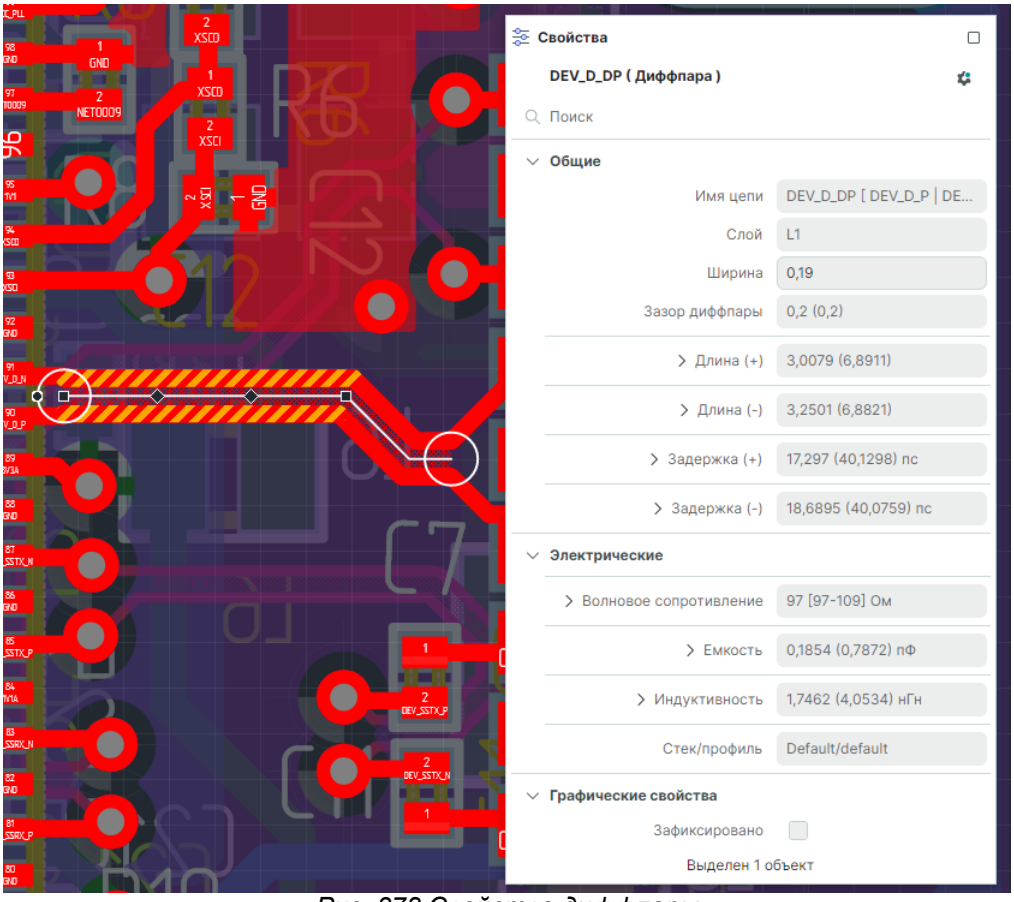


Рис. 378 Свойства диффпары

В строке «Поиск» возможно осуществить поиск свойства по его названию.

Группа «**Общие**» (Рис. 379):

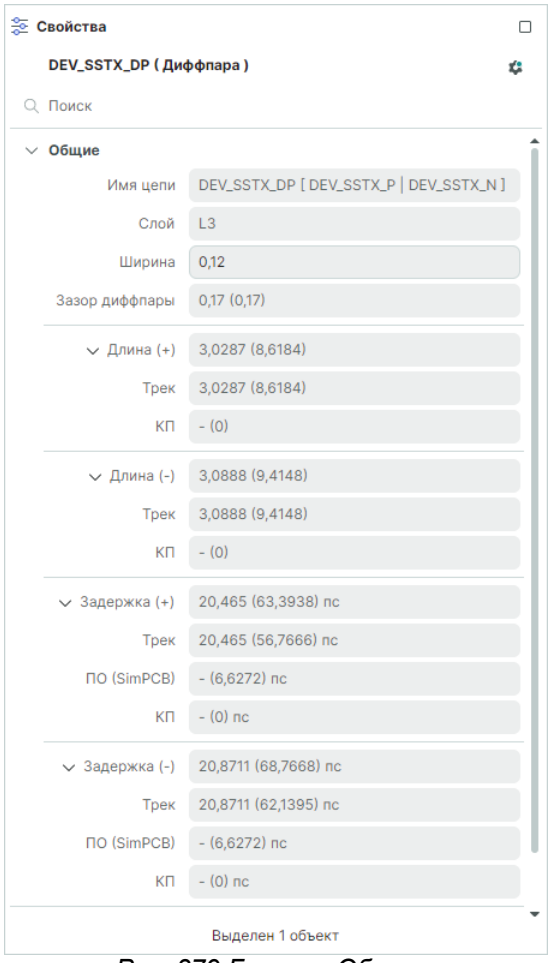


Рис. 379 Группа «Общие»

- «Имя цепи» – имя выделенной диффпары. В скобках указываются имена цепей, составляющих диффпару.
- «Слой» – имя слоя, на котором расположена диффпара.
- «Ширина» – значение ширины треков (сегментов), составляющих диффпару, в единицах измерения, установленных в системе.
- «Зазор диффпары» – значение зазора между двумя проводниками диффпары, в единицах измерения, установленных в системе.

Зазор дифференциальной пары может быть отображен в нескольких вариантах, в зависимости от реализации на плате и выбранного участка. На Рис. 380 представлены примеры отображения:

1. Выбран «застегнутый» участок диффпары. Первое значение – зазор текущего сегмента; значение в скобках – диапазон между минимальным и максимальным значением зазоров всей диффпары;

2. Выбрана вся дифференциальная пара. Оба значения – диапазоны между минимальным и максимальным значением зазоров всей диффпары;

3. Выбран трек(и) «расстегнутого» участка диффпары. Первое значение – отсутствие зазора для текущего сегмента; значение в скобках – диапазон между минимальным и максимальным значением зазоров всей диффпары;

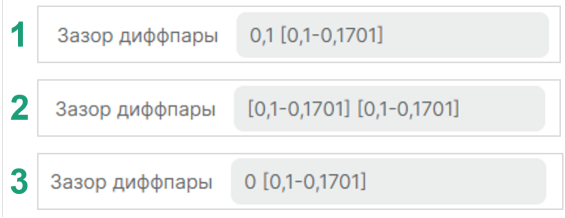


Рис. 380 Варианты отображения зазоров

- «Длина трека (+)»/«Длина трека (-)» – значение длины выбранного участка трека прямого/инверсного сигнала в единицах измерения, установленных в системе; значение в скобках – сумма длин всех участков цепи. При выборе диффпар или сегментов диффпар разных цепей значения длин суммируются.

- «Трек (+)»/«Трек (-)» – значение длины выбранного участка трека прямого/инверсного сигнала в единицах измерения, установленных в системе; значение в скобках – сумма длин всех треков цепи.

- «КП(+)»/«КП (-)» – сумма половин длин КП, к которым подключается трек прямого/инверсного сигнала, если в Настройках системы не установлена опция «Доводить треки до центра КП» (значение в скобках). Если опция выбрана, то отображаемая длина КП будет равна нулю.

- «Задержка (+)»/«Задержка (-)» – значение задержки выбранного участка трека прямого/инверсного сигнала (пс), значение в скобках – сумма задержек на всех участках цепи (пс).

- «Трек (+)»/«Трек (-)» – значение задержки выбранного участка трека прямого/инверсного сигнала (пс); значение в скобках – сумма задержек сигнала на всех треках цепи (пс).

- «ПО (SimPCB) (+)»/«ПО (SimPCB) (-)» – значение задержки всех переходных отверстий цепи прямого/инверсного сигнала (пс) (значение в скобках).

- «КП»(+)»/«КП (-)» – сумма заданных значений задержки всех КП цепи прямого/инверсного сигнала (пс) (подробнее см. раздел Задержка).

Примечание! Для отдельных свойств диффпары (сегмента) отображаются только суммарные значения (например задержка ПО и т.д.), т.к. выбранным объектом является диффпара.

Группа «**Графические свойства**»:

- «Зафиксировано» – при установке флага в чек-бокс активируется запрет на перемещение всей диффпары или ее сегмента.

Группа «**Электрические**» (Рис. 381):

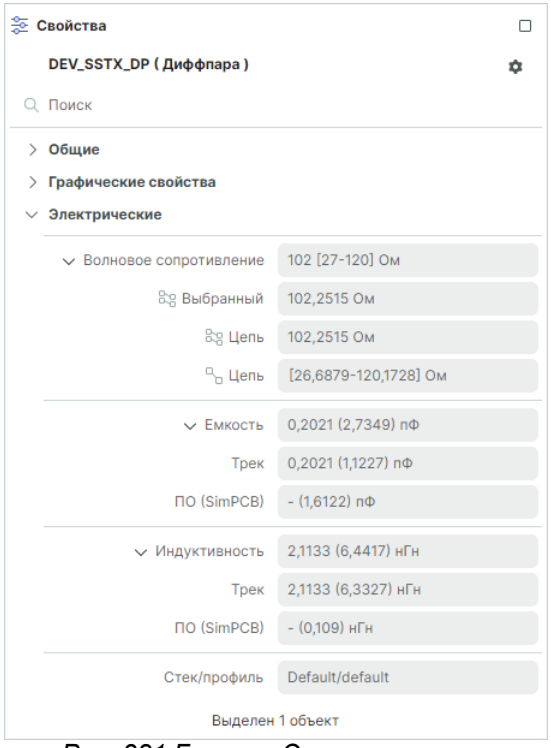


Рис. 381 Группа «Электрические»

Примечание! Доступ к расчету и отображению электрических параметров диффпары (сегмента) возможен при приобретении отдельной лицензии Системы анализа целостности сигналов SimPCB.

- «Волновое сопротивление» – округленное значение волнового сопротивления выбранного сегмента (Ом), значение в скобках – диапазон от минимального до максимального значения волнового сопротивления всей диффпары (Ом).

- «Выбранный»/«Выбранный» – точное рассчитанное значение волнового сопротивления выбранного «застегнутого»/«расстегнутого» сегмента (Ом);

- «Цепь»/«Цепь» – точное рассчитанное значение волнового сопротивления всех «застегнутых»/«расстегнутых» сегментов цепи (Ом). Если для разных «застегнутых»/«расстегнутых» участков цепи значения волнового сопротивления будут различаться, они будут показаны в диапазоне от минимального до максимального значения.

Примечание! Иконки слева от пунктов свойств информируют о том, к какому типу сегментов относятся отображаемые свойства: иконка обозначает «застегнутый» участок диффпары; иконка – «расстегнутый».

- «Емкость» – рассчитанное значение емкости с учетом реальной длины и ширины выбранной диффпары или ее сегмента(ов) (пФ), значение в скобках – значение емкости всей диффпары (пФ).

- «Трек» – рассчитанное значение емкости выбранного выбранной диффпары или ее сегмента(ов) (пФ); значение в скобках – значение емкости всех треков диффпары (пФ).

- «ПО (SimPCB)» – значение емкости всех переходных отверстий диффпары (пФ) (значение в скобках).

- «Индуктивность» – рассчитанное значение индуктивности с учетом реальной длины и ширины выбранной диффпары или ее сегмента(ов) (нГн), значение в скобках – значение индуктивности всей диффпары (нГн).

- «Трек» – рассчитанное значение индуктивности выбранной диффпары или ее сегмента(ов) (нГн); значение в скобках – значение индуктивности всех треков диффпары (нГн).

- «ПО (SimPCB)» – значение индуктивности всех переходных отверстий диффпары (нГн) (значение в скобках).

- «Стек/профиль» – стек платы и профиль импеданса, используемый в расчетах.

Примечание! При одновременном выборе диффпары (сегмента диффпары) и трека (сегмента) в панели «Свойства» будут отображены только общие свойства двух объектов, а поля рассчитываемых свойств («Волновое сопротивление», «Емкость», «Индуктивность» и т.д.) останутся незаполненными.

11.16.1.3 Расчет электрических свойств диффпары

Расчеты электрических свойств диффпары: «Задержка», «Волновое сопротивление», «Емкость», «Индуктивность» — производятся на базе калькулятора импедансов с учетом стека слоев печатной платы, подробное описание см. Конфигуратор набора слоев и переходных отверстий.

Важно! Наличие границы печатной платы является необходимым условием для проведения расчетов электрических свойств диффпары и отображения их в панели «Свойства».

Особенности проведения расчетов:

1. В случае отсутствия профиля импеданса («default») используется стек платы, созданный в «Конфигураторе набора слоев и переходных отверстий», с учетом назначенных опорных слоев. Если опорные слои в стеке не определены, то в качестве опорных слоев будут приняты ближайшие к слою, где располагается диффпара;

2. Если профиль импеданса создан и назначен в правилах для диффпары (класса цепей, группы), то расчет выполняется с учетом опорных слоев, указанных в данном профиле;

3. Если в профиле присутствует слой, для которого не назначена структура линии передачи, то есть для данного слоя в калькуляторе импедансов не выполняется расчет волнового сопротивления (флаг для использования слоя снят), и диффпара расположена на данном слое, расчет будет выполнен аналогично отсутствию профиля импеданса – пункт 1.

Расчет электрических параметров диффпары осуществляется согласно режиму ее трассировки: «расстегнутые» участки рассчитываются аналогично одиночным трекам, «застегнутые» – как дифференциальные пары, подробнее о различных подходах при трассировке диффпар см. Возможности трассировки диффпар, см. Рис. 382.

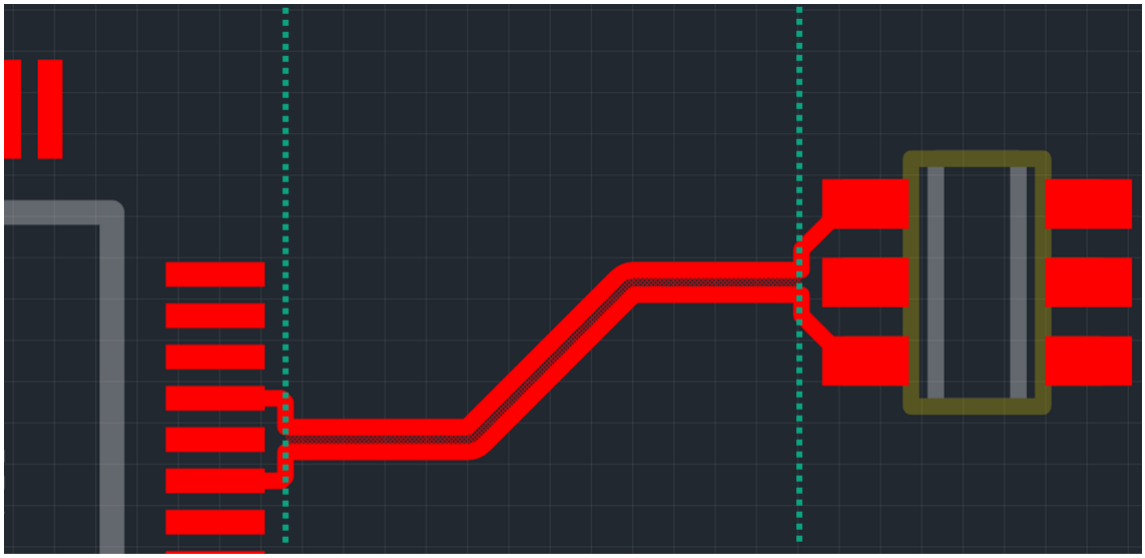


Рис. 382 Сегменты диффпары

Примечание! Если диффпара содержит меандры, расчет параметров меандров также подчиняется выше описанному принципу: «расстегнутые» меандры рассчитываются как одиночные треки, «застегнутые» – как дифференциальные пары.

11.16.1.4 Задержка

Общая задержка всей дифференциальной пары представляет собой сумму задержек на всех сегментах диффпары: **T(+)=T1(+)+T2(+)+...+TN(+)** – для прямого проводника, **T(-)=T1(-)+T2(-)+...+TN(-)** – для инверсного проводника диффпары.

Задержка на «расстегнутых» участках рассчитывается как задержка одиночного трека, а именно, как произведение погонной задержки и длины треков: **T1(+/-)=Tp(+/-)*Ltl(+/-)**, где:

- Tp(+/-) – значение погонной задержки с учетом ширины трека на «расстегнутом» участке, рассчитанное в калькуляторе импедансов для одиночной линии;
- Ltl(+/-) – фактическая длина трека на «расстегнутом» участке.

Задержка на «застегнутых» участках рассчитывается как произведение погонной задержки диффпары и длины треков: **T2(+/-)=Tp(+/-)*Ltl(+/-)**, где:

- Tp(+/-) – значение погонной задержки с учетом ширины трека и зазора диффпары на «застегнутом» участке, рассчитанное в калькуляторе импедансов для дифференциальной пары;
- Ltl(+/-) – фактическая длина трека на «застегнутом» участке.

Значения задержки, отображаемые в панели «Свойства», представляют собой сумму задержек всех выбранных элементов, принадлежащих одной или разным цепям (Рис. 383):

- диффпар, сегментов и меандров диффпар одинаковой или разной ширины;
- переходных отверстий одного или разных стилей;
- контактных площадок (если оно задано).

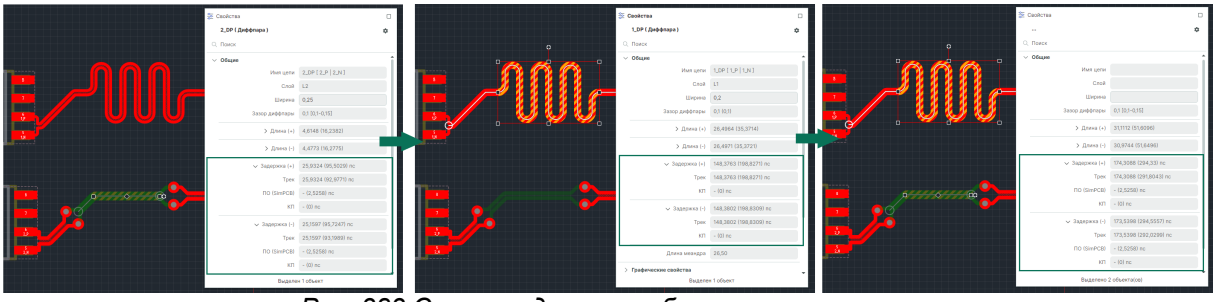


Рис. 383 Сумма задержек выбранных элементов

Значение задержки КП может быть определено:

- в редакторе компонента: вкладка «Контакты» → столбец «Задержка (пс)», подробнее см. Общие сведения о контактах;
- в редакторе схемы: панель «Свойства» для выбранного вывода → поле «Задержка (пс)», подробнее см. Свойства вывода;
- в редакторе платы: панель «Свойства» для выбранной КП → поле «Задержка (пс)».

11.16.1.5 Волновое сопротивление

Значение волнового сопротивления для дифференциальной пары, сегмента или меандра диффпары рассчитывается отдельно для «расстегнутых» и «застегнутых» участков:

1. Для «расстегнутого» сегмента волновое сопротивление будет равно удвоенному волновому сопротивлению одиночного трека, вычисленному в калькуляторе импеданса на основе параметров стека платы (толщины проводников, диэлектрической проницаемости, выбранных опорных слоев) и ширины трека.

2. Для «застегнутого» сегмента волновое сопротивление вычисляется в калькуляторе импеданса на основе параметров стека платы, фактической ширины треков и величины зазора.

Значения волнового сопротивления (округленные и точные рассчитанные), отображаемые в панели «Свойства», будут представлены в виде диапазона от минимального до максимального значения в случае, если (Рис. 384):

- Выбрана диффпара, имеющая «застегнутые» и «расстегнутые» участки;
- Выбраны диффпара, сегменты или меандры диффпары одной цепи с разными значениями ширины;
- Выбраны диффпары, сегменты или меандры диффпары различных цепей с разными значениями ширины.

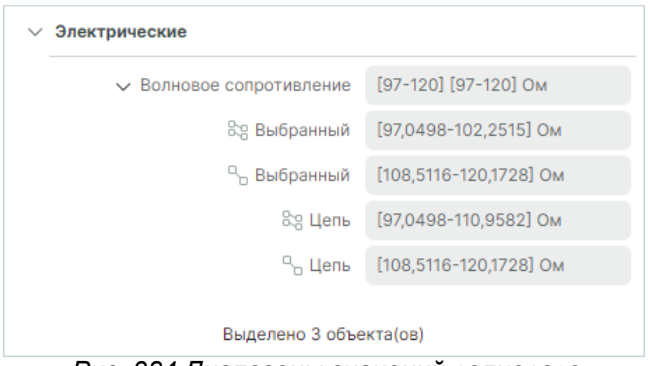


Рис. 384 Диапазоны значений волнового сопротивления

11.16.1.6 Емкость

Общее значение емкости всей дифференциальной пары представляет собой сумму емкостей на всех сегментах диффпары: **C=C1+C2+...+CN**.

Емкость на «расстегнутых» участках рассчитывается как суммарная емкость двух одиночных треков, а именно, как сумма произведений погонной емкости и длин для прямого и инверсного треков: **C1=Cp(+)*Ltl(+)+Cp(-)*Ltl(-)**, где:

- Cp(+/-) – значение погонной емкости с учетом ширины треков на «расстегнутом» участке, рассчитанное в калькуляторе импедансов для одиночной линии;
- Ltl(+/-) – фактическая длина треков на «расстегнутом» участке.

Емкость на «застегнутых» участках рассчитывается как произведение погонной емкости диффпары и средней длины треков: **C2=Cp*(Ltl(+)+Ltl(-))/2**, где:

- Cp – значение погонной емкости с учетом ширины треков и зазора диффпары на «застегнутом» участке, рассчитанное в калькуляторе импедансов для дифференциальной пары;
- Ltl(+/-) – фактическая длина треков на «застегнутом» участке.

Значения емкости, отображаемые в панели «Свойства», представляют собой сумму емкостей всех выбранных элементов, принадлежащих одной или разным цепям (Рис. 385):

- диффпар, сегментов и меандров диффпар одинаковой или разной ширины;
- переходных отверстий одного или разных стилей.

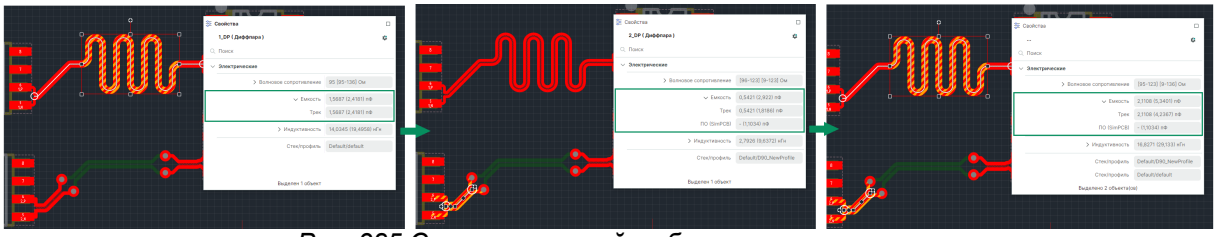


Рис. 385 Сумма емкостей выбранных элементов

11.16.1.7 Индуктивность

Общее значение индуктивности всей дифференциальной пары представляет собой сумму индуктивностей на всех сегментах диффпары: **L=L1+L2+...+LN**.

Индуктивность на «расстегнутых» участках рассчитывается как суммарная индуктивность двух одиночных треков, а именно, как сумма произведений погонной индуктивности и длин для прямого и инверсного треков: **L1=Lp(+)*Ltl(+)+Lp(-)*Ltl(-)**, где:

- Lp(+/-) – значение погонной индуктивности с учетом ширины треков на «расстегнутом» участке, рассчитанное в калькуляторе импедансов для одиночной линии;
- Ltl(+/-) – фактическая длина треков на «расстегнутом» участке.

Индуктивность на «застегнутых» участках рассчитывается как произведение погонной индуктивности диффпары и средней длины треков: **L2=Lp*(Ltl(+)+Ltl(-))/2**, где:

- Lp – значение погонной индуктивности с учетом ширины треков и зазора диффпары на «застегнутом» участке, рассчитанное в калькуляторе импедансов для дифференциальной пары;
- Ltl(+/-) – фактическая длина треков на «застегнутом» участке.

Значения индуктивности, отображаемые в панели «Свойства», представляют собой сумму индуктивностей всех выбранных элементов, принадлежащих одной или разным цепям (Рис. 386):

- диффпар, сегментов и меандров диффпар одинаковой или разной ширины;
- переходных отверстий одного или разных стилей.

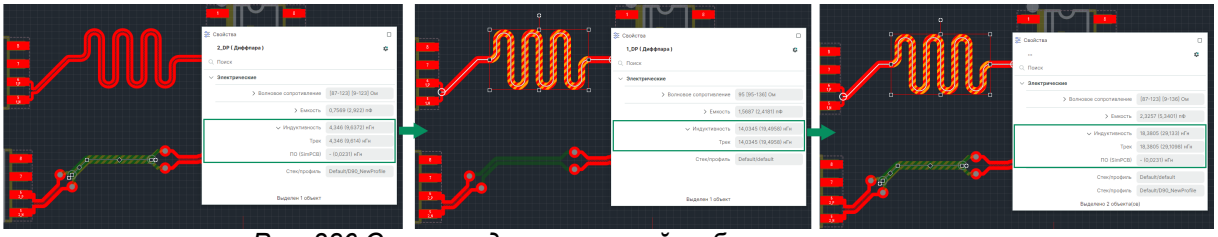


Рис. 386 Сумма индуктивностей выбранных элементов

11.16.1.8 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.

Примечание! В системе Delta Design номинальное значение ширины треков является также максимальным значением ширины, а номинальное значение диффпарного зазора — максимальным значением зазора.

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. 387:

- 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 минимальной ширины 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 (**Ln**) – верхнее ограничение значения длины одного зауженного участка. Значение должно быть меньше или равно значению суммарной длины зауженных участков.
- Максимально допустимая суммарная длина зауженных участков (**Σ(Ln)**) (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 – учет в общей длине проводника длины участка проводника в контактной площадке.

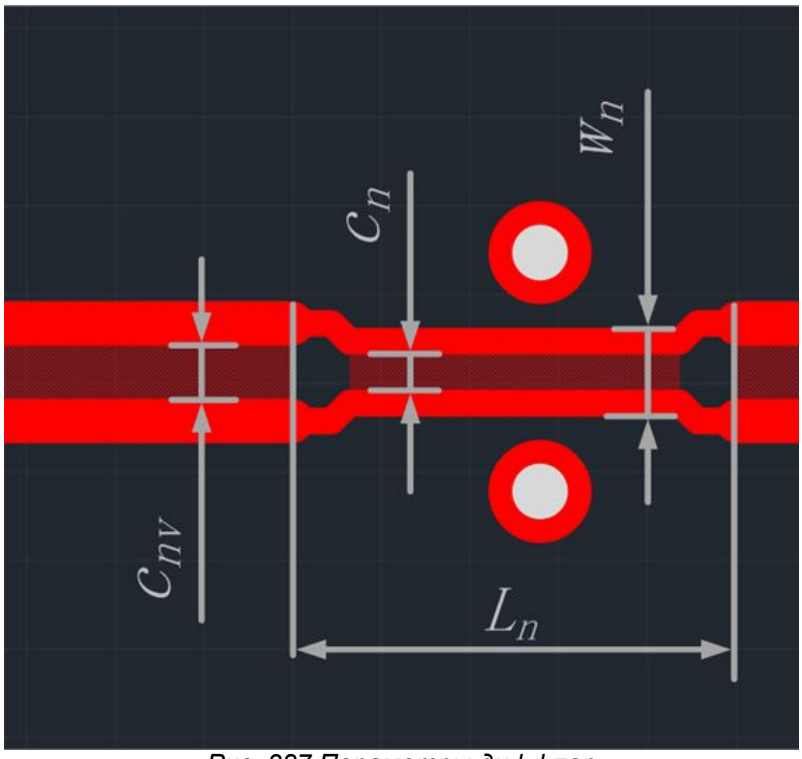


Рис. 387 Параметры диффпар

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.

11.16.1.9 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.

11.16.2 Трассировка диффпары как единого целого

11.16.2.1 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. 388.

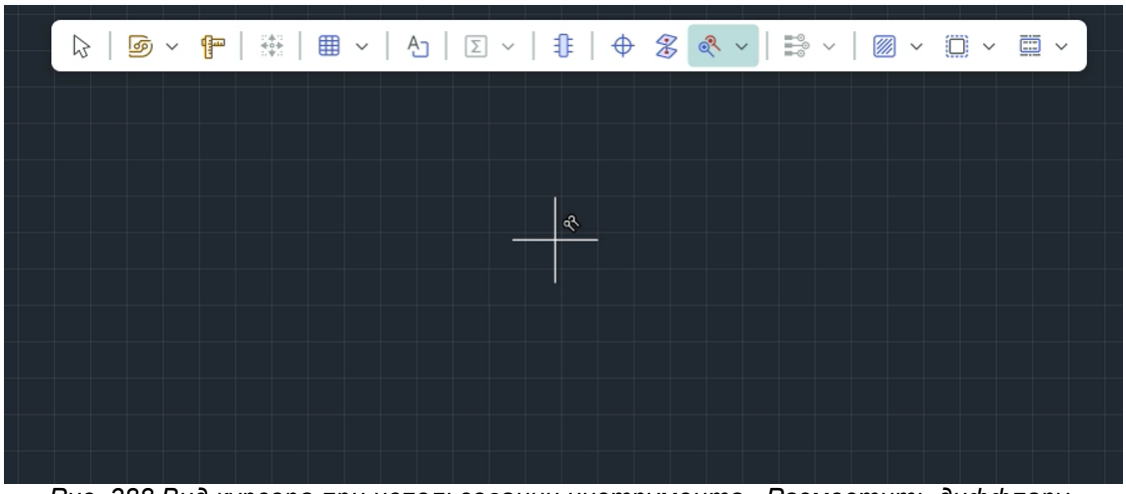


Рис. 388 Вид курсора при использовании инструмента «Разместить диффпару»

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. 389.

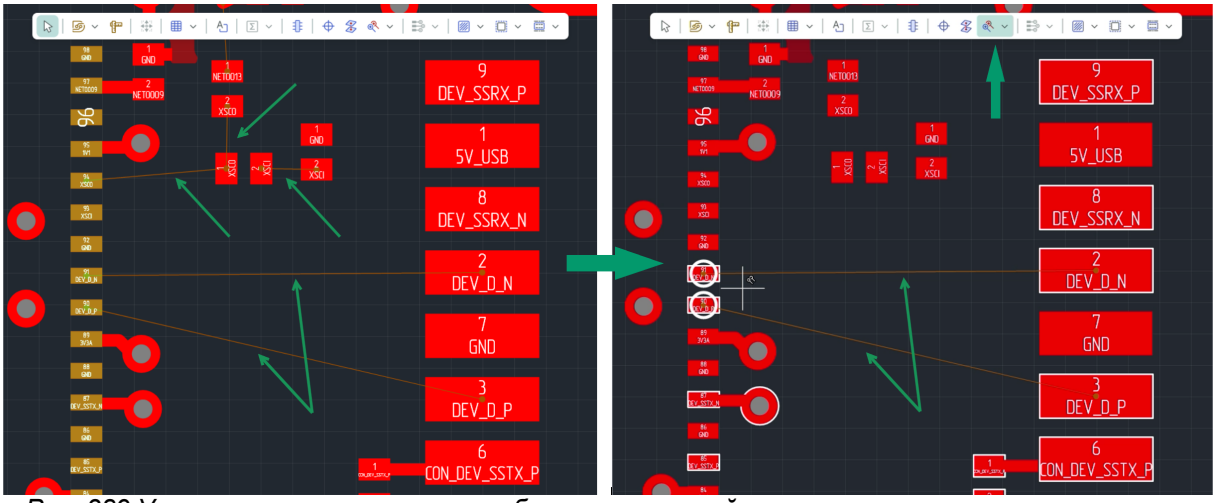


Рис. 389 Уменьшение количества отображаемых линий связи при активации инструмента «Разместить диффпару»

11.16.2.2 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 выделятся центр контактной площадки, см. Рис. 390.

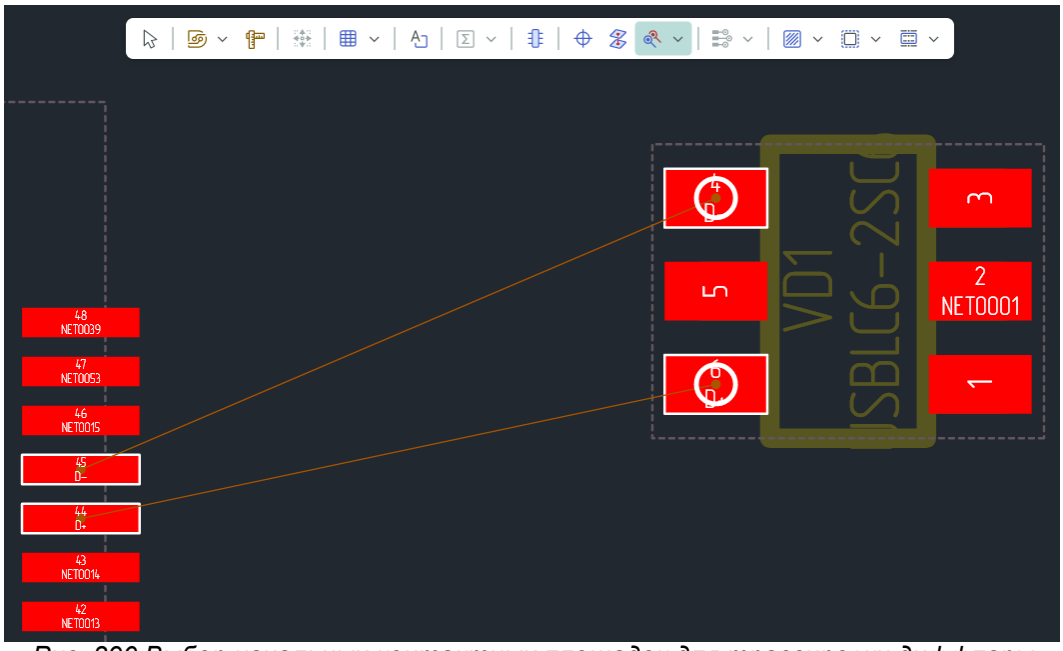


Рис. 390 Выбор начальных контактных площадок для трассировки диффпары

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. 391.

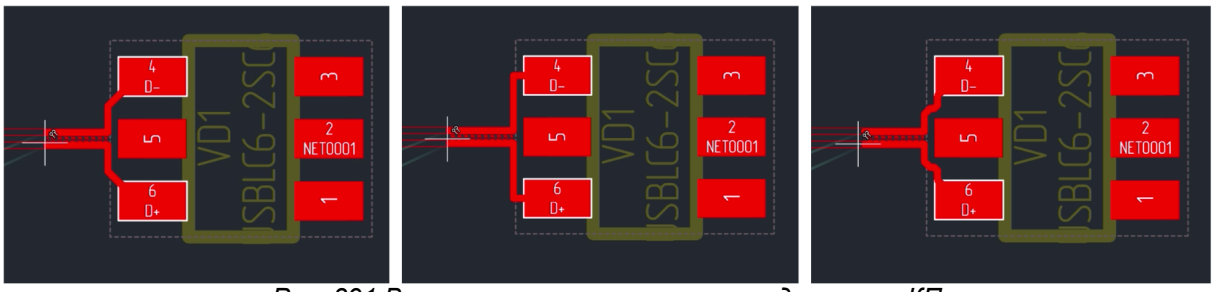


Рис. 391 Варианты симметричного соединения с КП

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. 392.

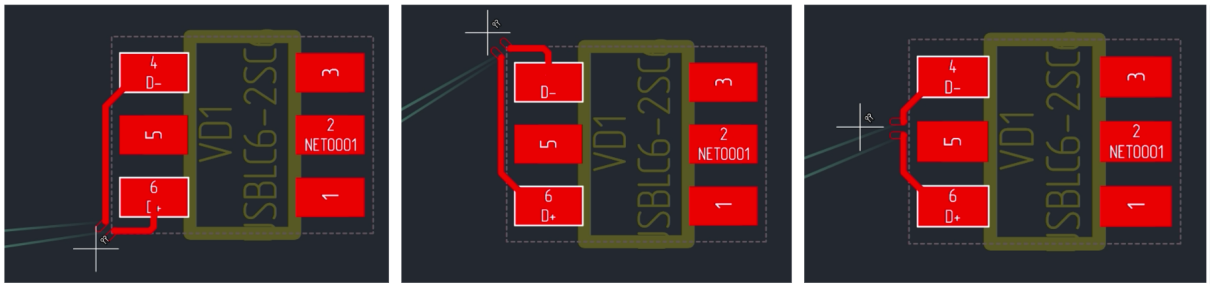


Рис. 392 Варианты несимметричного соединения с КП

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. 393.

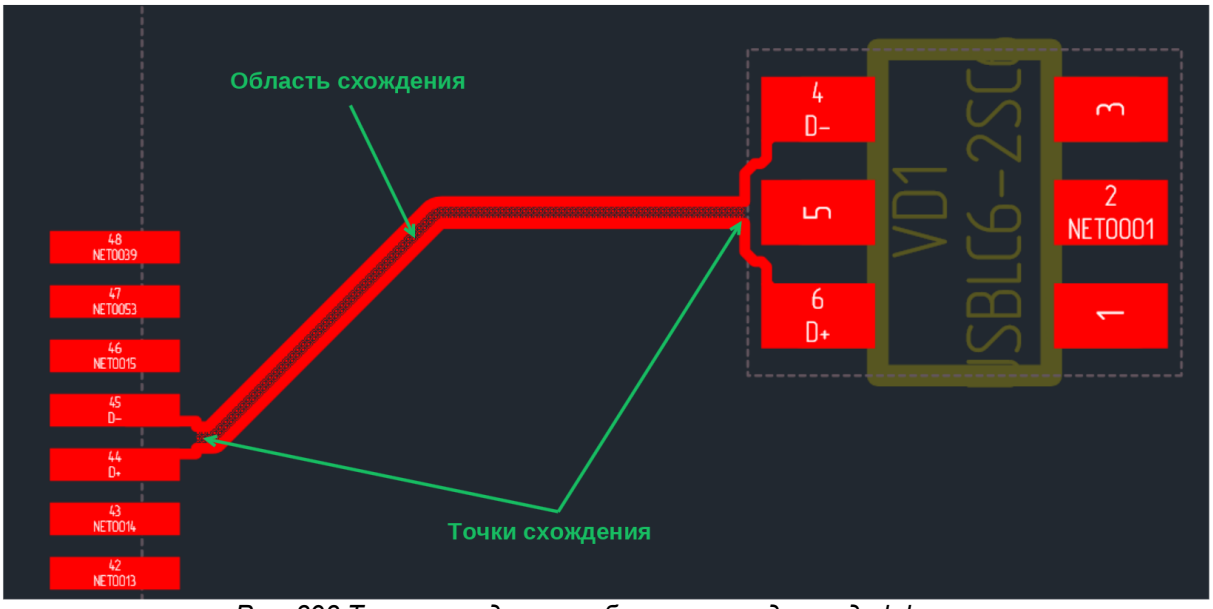


Рис. 393 Точки схождения и область схождения диффпары

На Рис. 394 показаны варианты соединения диффпары с контактными площадками в зависимости от положения курсора.

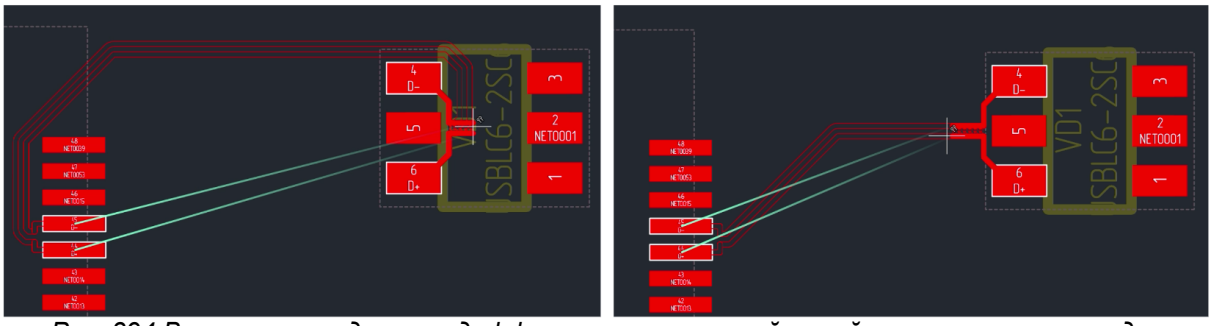


Рис. 394 Варианты соединения диффпары со стартовой парой контактных площадок

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. 395.

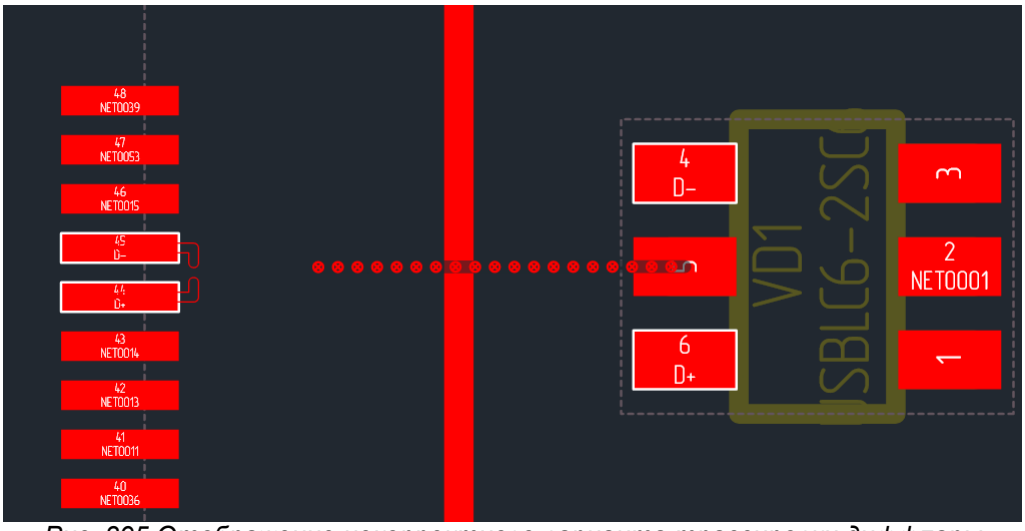


Рис. 395 Отображение некорректного варианта трассировки диффпары

При выделении диффпары область схождения отображается с центральной линией, см. Рис. 396.

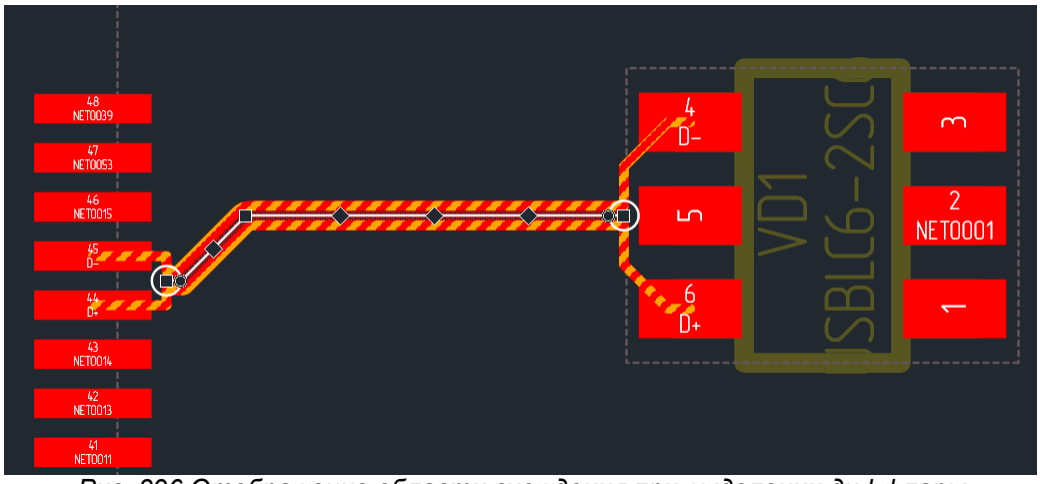


Рис. 396 Отображение области схождения при выделении диффпары

Примечание! Центральная линия также отображается для всех «застегнутых» участков диффпары.

11.16.2.3 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. 397.

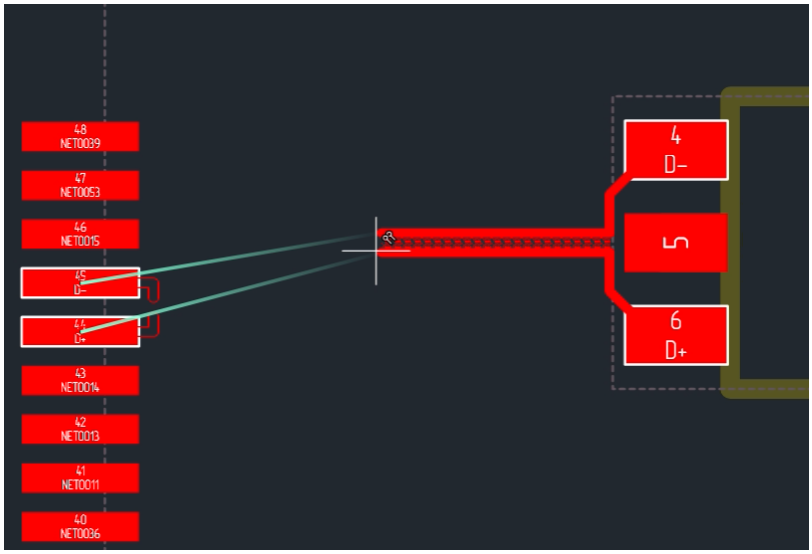


Рис. 397 Возможный вид прокладываемого участка диффпары

Имеется возможность сразу поместить курсор в область завершения дифференциальной линии. Однако, рекомендуется размещать дифференциальную пару отдельными участками, такой трек сложнее обычного одиночного, 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. 398;

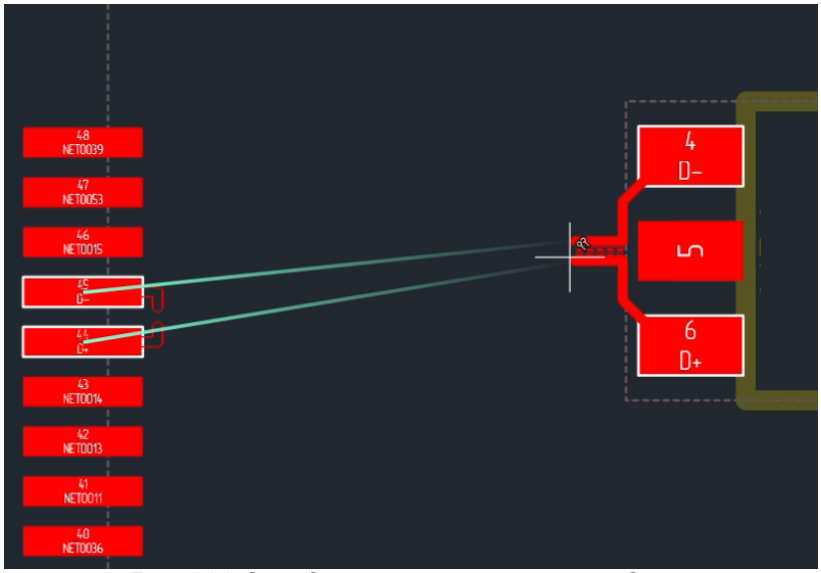


Рис. 398 Определение геометрии схождения

3. Переместите курсор в новую точку, при этом на экране отобразится возможный вид линии между предыдущей зафиксированной точкой и текущим положением курсора,см. Рис. 399;

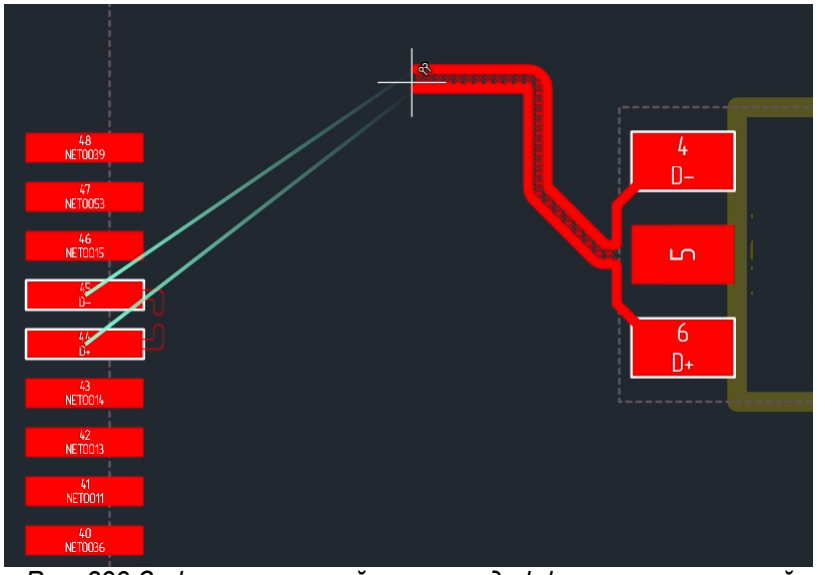


Рис. 399 Зафиксированный участок диффпары и возможный вид следующего участка

4. Зафиксируйте нажатием левой кнопки мыши демонстрируемый участок, см. Рис. 400. При этом сразу начинает трассироваться новый участок;

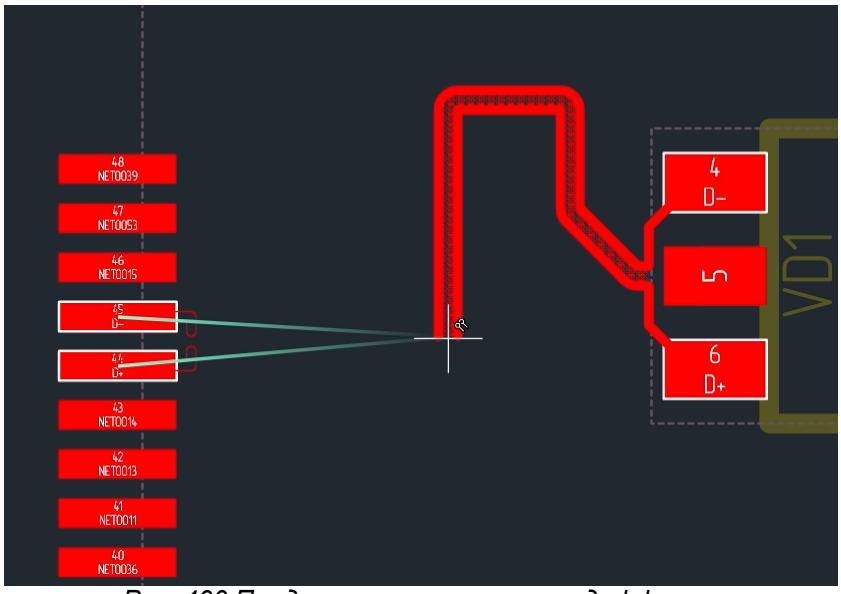


Рис. 400 Продолжение трассировки диффпары

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.

11.16.2.4 Индикация нарушения разности длин/задержек треков диффпары

Если для дифференциальной пары установлено ограничение на разность длин/задержек треков в диффпаре (подробнее см. Правила параметров дифференциальных пар), то при трассировке доступно интерактивное отображение соблюдения установленного правила с помощью индикатора.

Для включения отображения индикатора перейдите «Файлы» → «Настройки» → «Панель управления» → «Редактор платы» → «Трассировка» и установите флаг в чек-бокс «Отображать шкалу длины трека при наличии ограничений», см. Рис. 401.

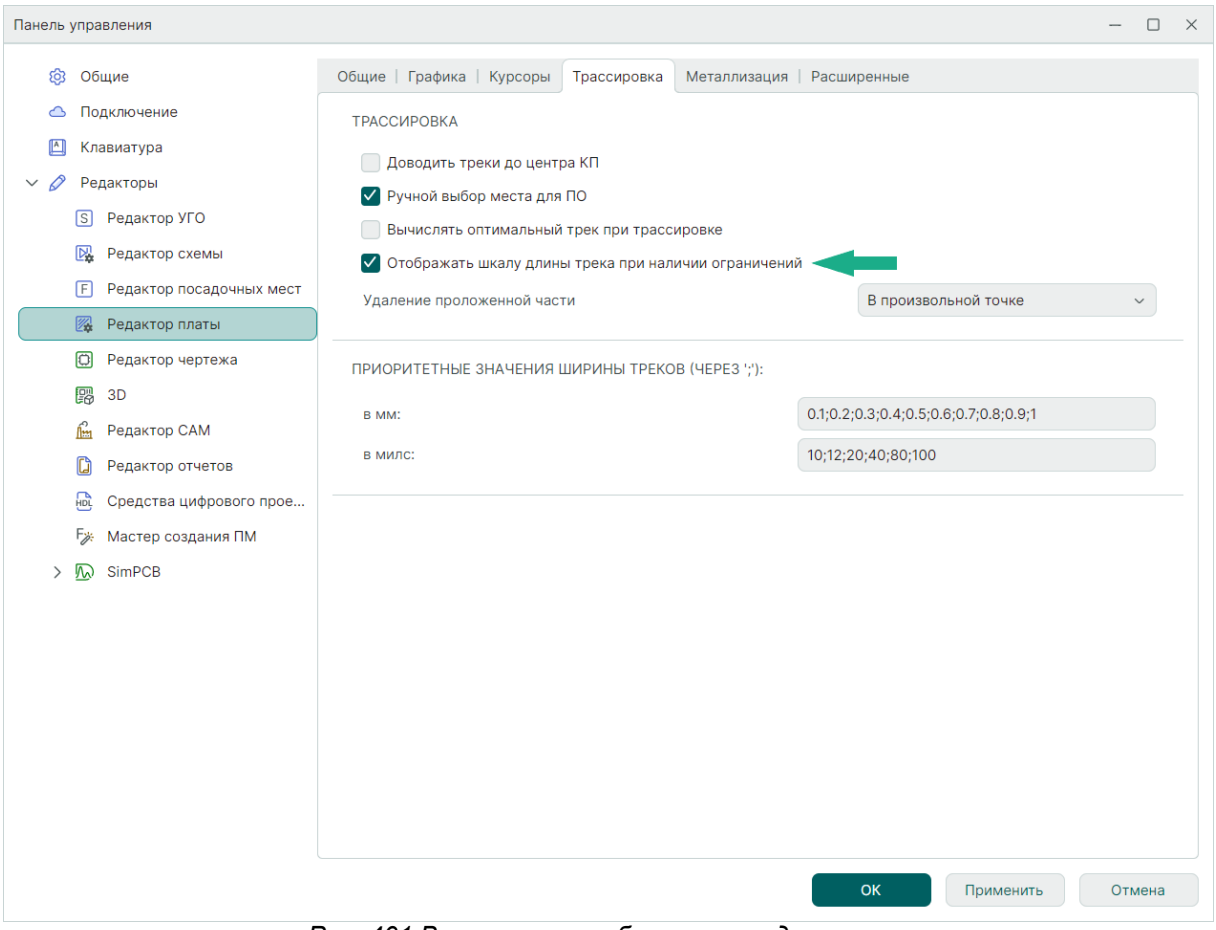


Рис. 401 Включение отображения индикаторов

Ниже даны примеры нескольких базовых индикаторов, см. Рис. 402.

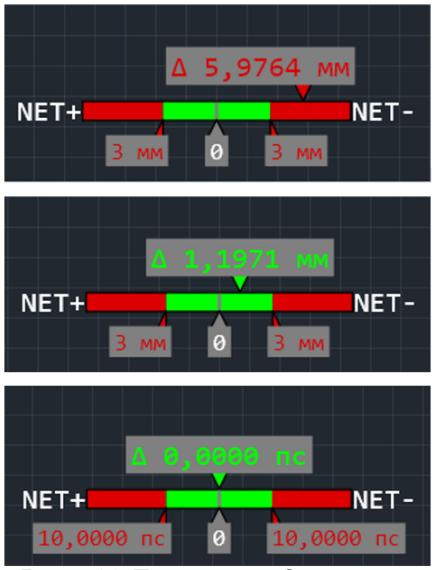


Рис. 402 Примеры индикаторов

- Верхний указатель отображает текущую разность длин/задержек при трассировке диффпары, перемещаясь вправо или влево к обозначениям треков, составляющих диффпару.
- Нижние указатели отображают нулевое значение разности длин/треков и допустимый диапазон, заданный в правилах.
- Зеленая зона – разность длин/задержек в пределах допуска.
- Красная зона – разность длин/задержек, превышающая пределы допуска.

Проконтролировать соответствие осуществленной трассировки заданным правилам можно, запустив DRC-проверку для выделенного объекта. Выберите диффпару и используйте команду контекстного меню «Проверить выделенные объекты (DRC)», см. Рис. 403.

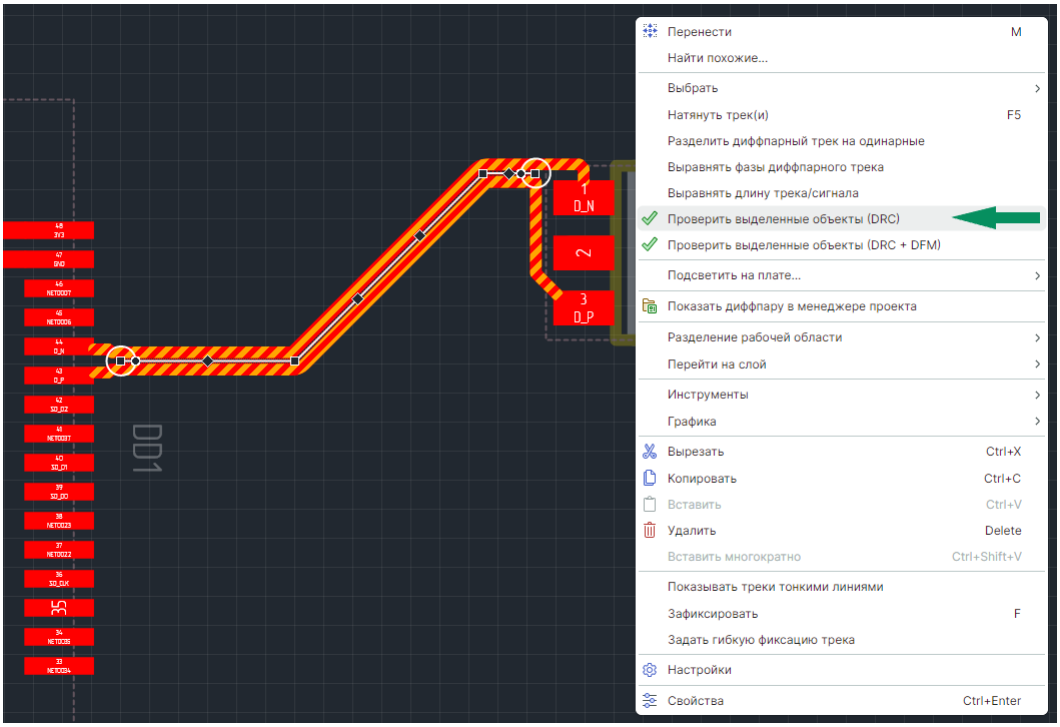


Рис. 403 Проверка выделенного объекта

После проверки в случае несоответствия правилам в окне «Список ошибок» появится запись о нарушении, а также предупреждение о проведении только выборочной проверки, см. Рис. 404.

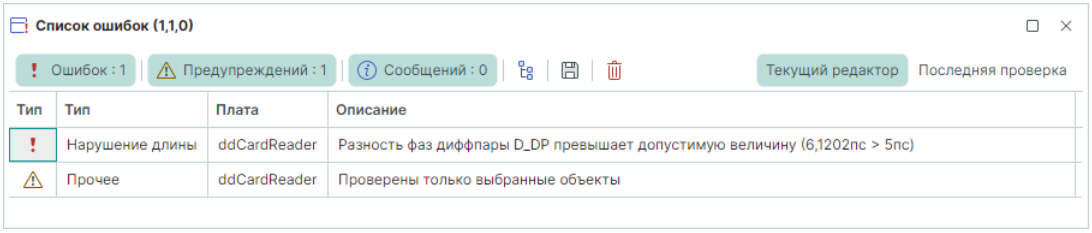


Рис. 404 Запись о нарушении в окне «Список ошибок»

Для устранения нарушения разности длин/задержек треков диффпары в ручном режиме может быть использован инструмент «Разместить» → «Меандр», в автоматическом режиме — инструмент «Выравнять фазы диффпарного трека». Подробное описание работы инструментов представлено в разделах «Создание меандра» и «Выравнивание фаз треков диффпары».

11.16.2.5 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. 405.

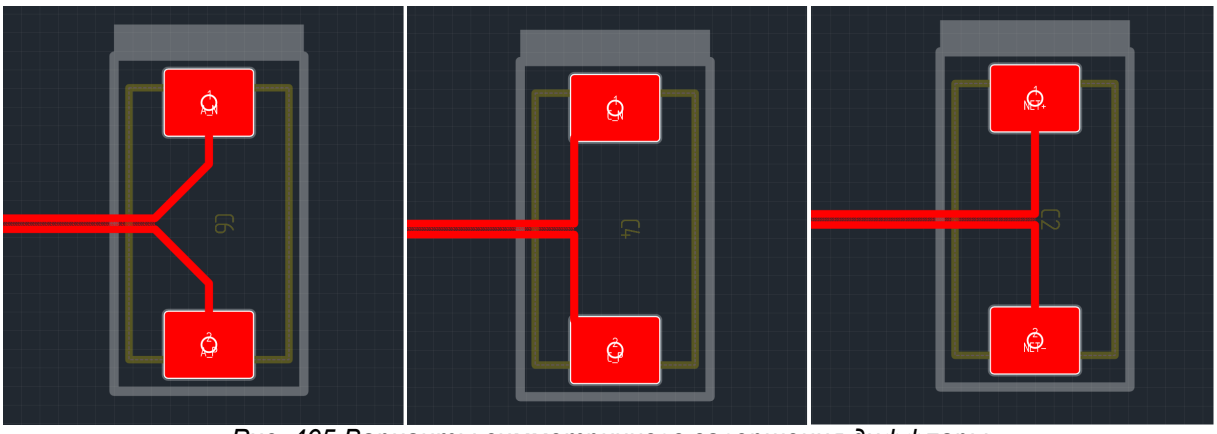


Рис. 405 Варианты симметричного завершения диффпары

Если предлагаемый способ подключения не обеспечивает необходимую геометрию, то можно создать схождения как начальные, а затем соединить два участка линии, см. Рис. 406 (см. раздел Продолжение незавершенной диффпары).

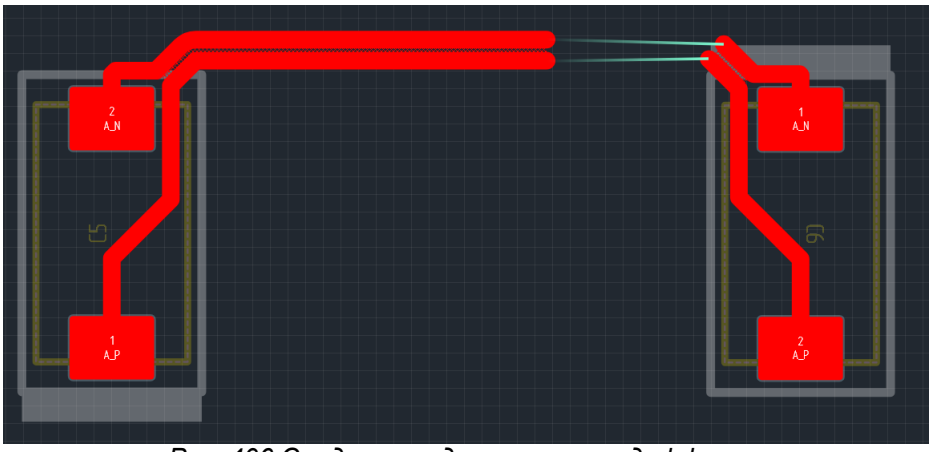


Рис. 406 Соединение двух участков диффпары

11.16.3 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.

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.

11.16.4 Использование «расстегнутой» диффпары

11.16.4.1 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 выполнятся 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.

11.16.4.2 «Расстегнутый» режим для двух треков

«Расстегнутый» режим трассировки диффпар активируется из контекстного меню инструментом «"Расстегнуть" диффпару», см. Рис. 407.

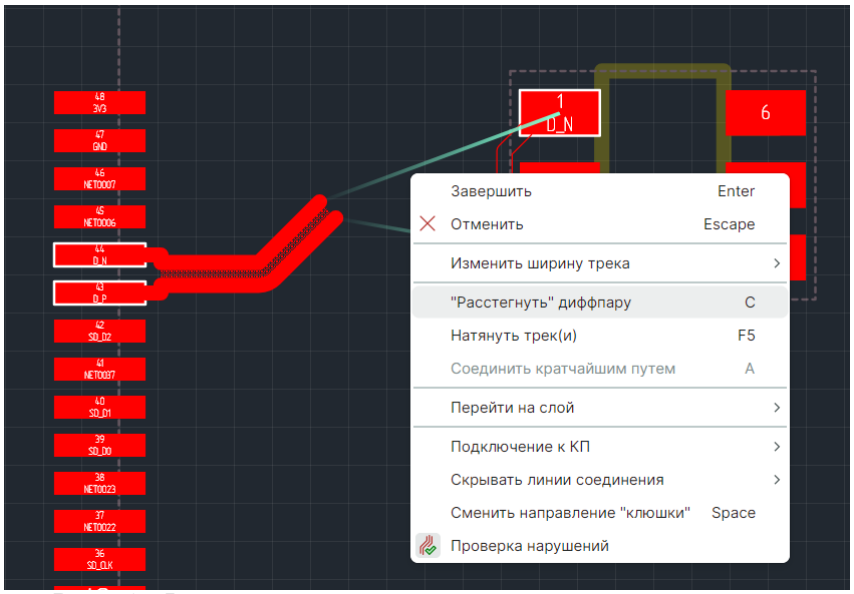


Рис. 407 Включение «расстегнутого» режима трассировки диффпары

Примечание! Для получения аналогичного результата можно воспользоваться горячей клавишей, по умолчанию для данного действия назначена клавиша «C».

Одновременная трассировка двух треков в «расстегнутом» режиме предназначена для оперативного преодоления простых препятствий, см. Рис. 408.

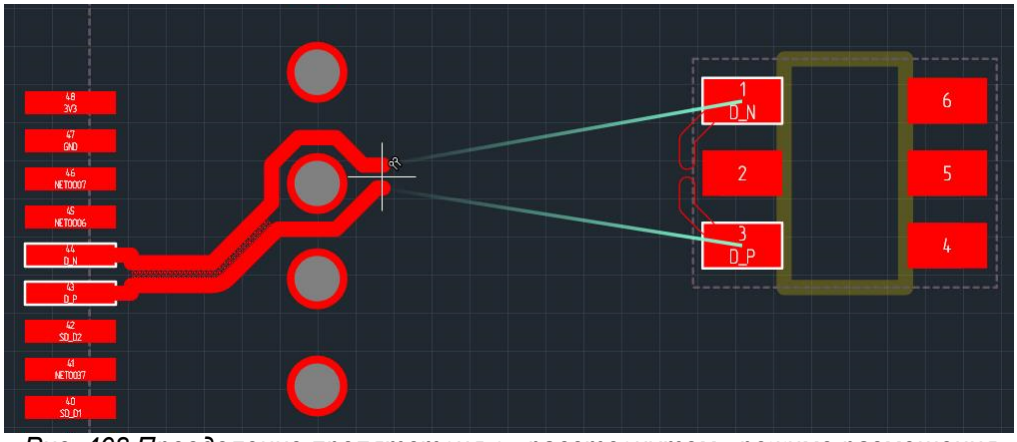


Рис. 408 Преодоление препятствия в «расстегнутом» режиме размещения диффпары

«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. 409.

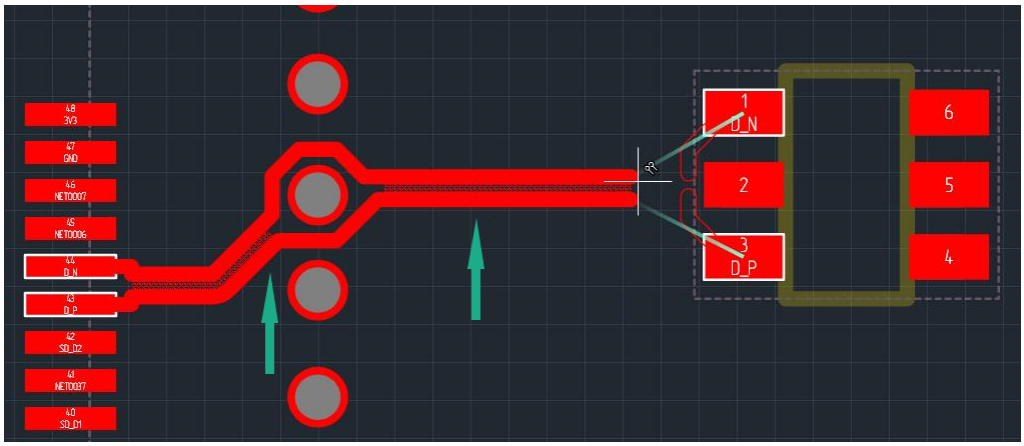


Рис. 409 Восстановление обычного режима трассировки диффпары после использования «расстегнутого» режима

11.16.4.3 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.

11.16.5 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. 410 показано завершение диффпары как единого целого.

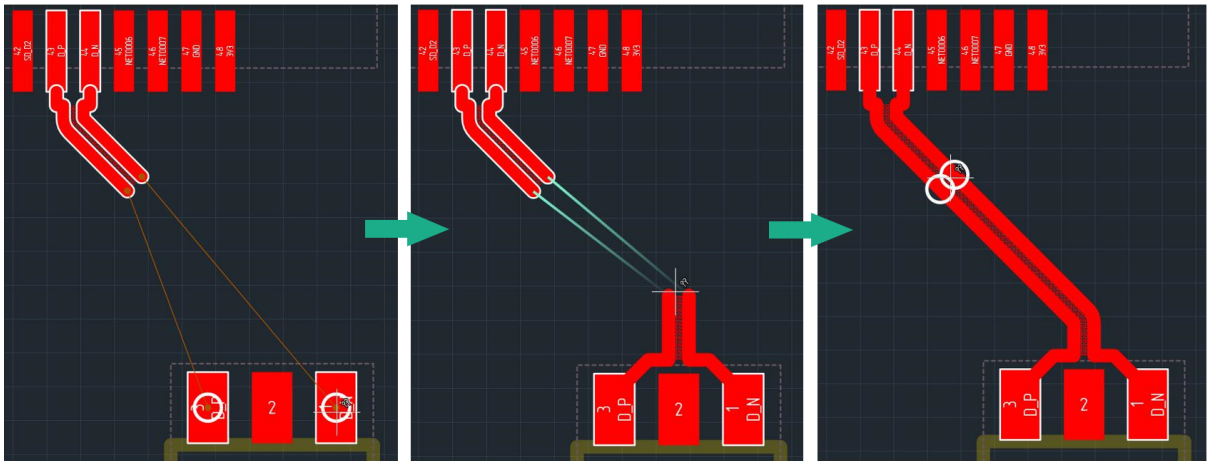


Рис. 410 Продолжение и завершение диффпары

11.16.6 Редактирование диффпары

Редактирование диффпары осуществляется по аналогии с редактированием одиночного трека, см. раздел Редактирование трека.

11.16.7 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. 411.

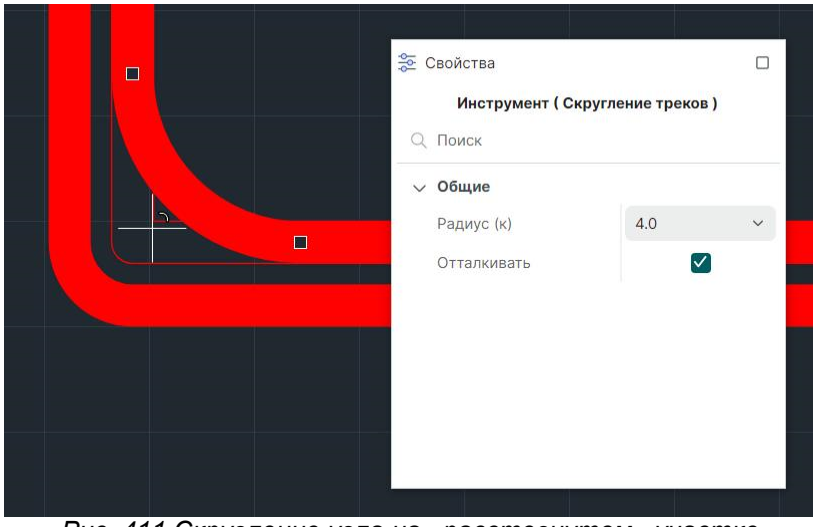


Рис. 411 Скругление угла на «расстегнутом» участке диффпары

11.16.8 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. 412 показан пример натяжения диффпары, содержащей «расстегнутый» участок.

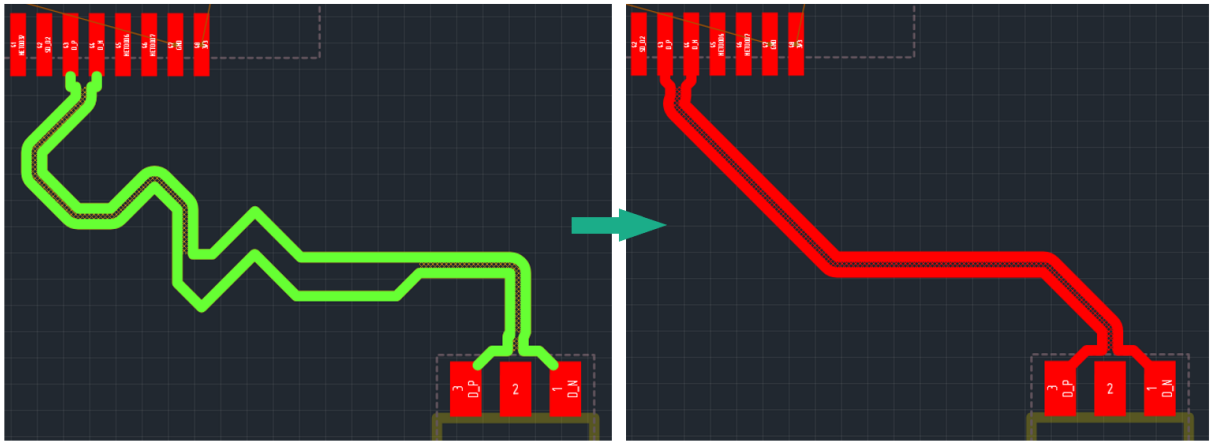


Рис. 412 Натяжение диффпары

Важно! Натяжение диффпары может нарушить симметричность диффпары.

11.16.9 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 «Выравнять фазы диффпарного трека».

При использовании инструмента «Выравнять фазы диффпарного трека» система автоматически размещает меандр в треке меньшей длины.

Для корректной работы инструмента «Выравнять 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. 413.

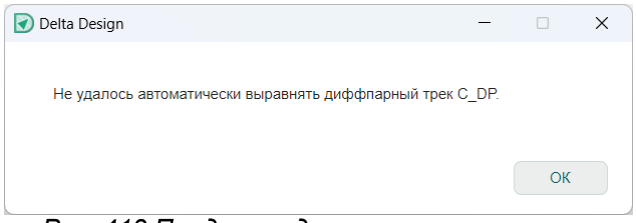


Рис. 413 Предупреждение о невозможности автоматического выравнивания

Для выравнивания фаз треков внутри дифференциальной пары:

1. Выделите на печатной плате дифференциальную пару или сегмент дифференциальной пары.

2. Из контекстного меню выберите пункт «Выравнять фазы диффпарного трека», см. Рис. 414.

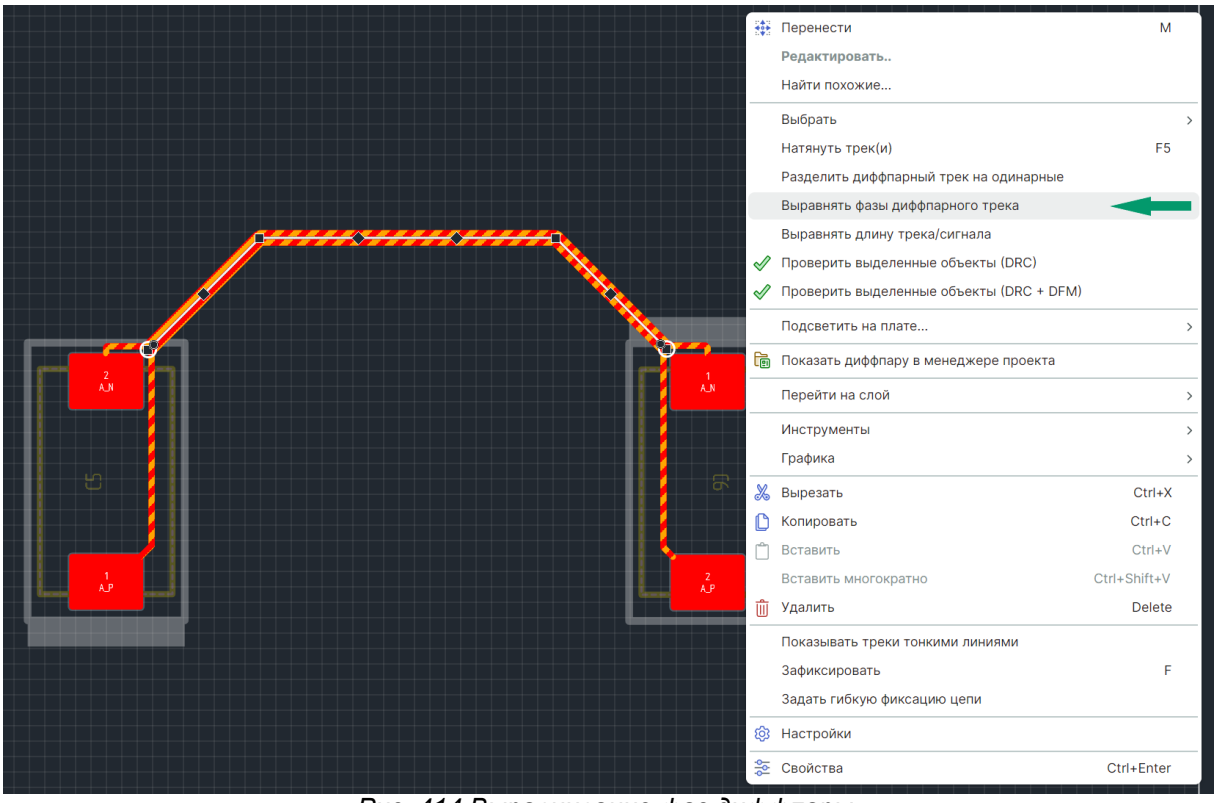


Рис. 414 Выравнивание фаз диффпары

3. В результате автоматического выравнивания фаз дифференциальной пары будет размещен меандр(ы) на треке меньшей длины, см. Рис. 415.

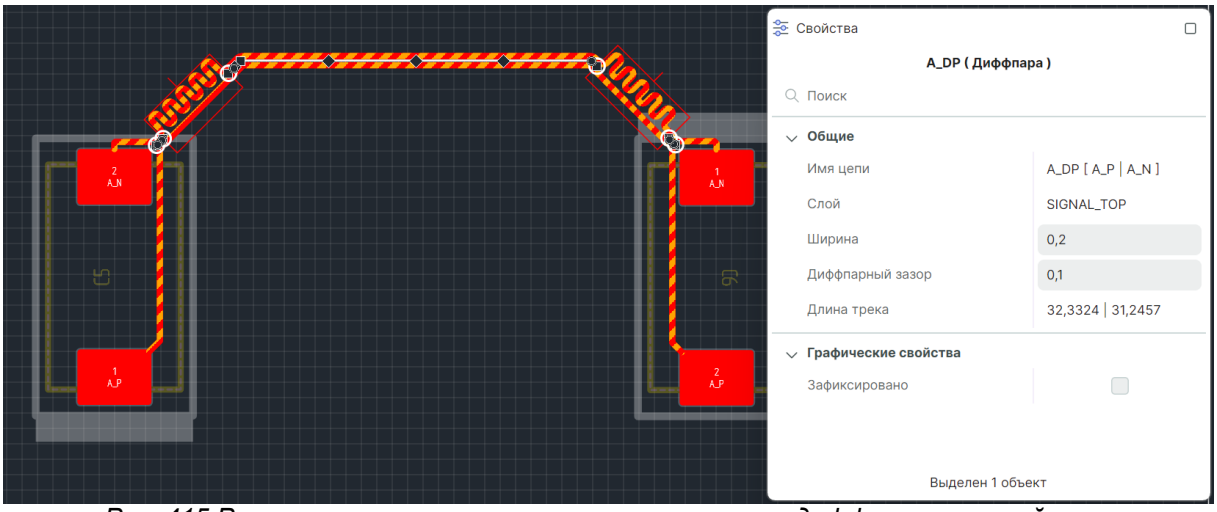


Рис. 415 Результат автоматического выравнивания дифференциальной пары

Автоматическое размещение меандра(ов) производится с учетом выделенных сегментов трека диффпары, см. Рис. 416.

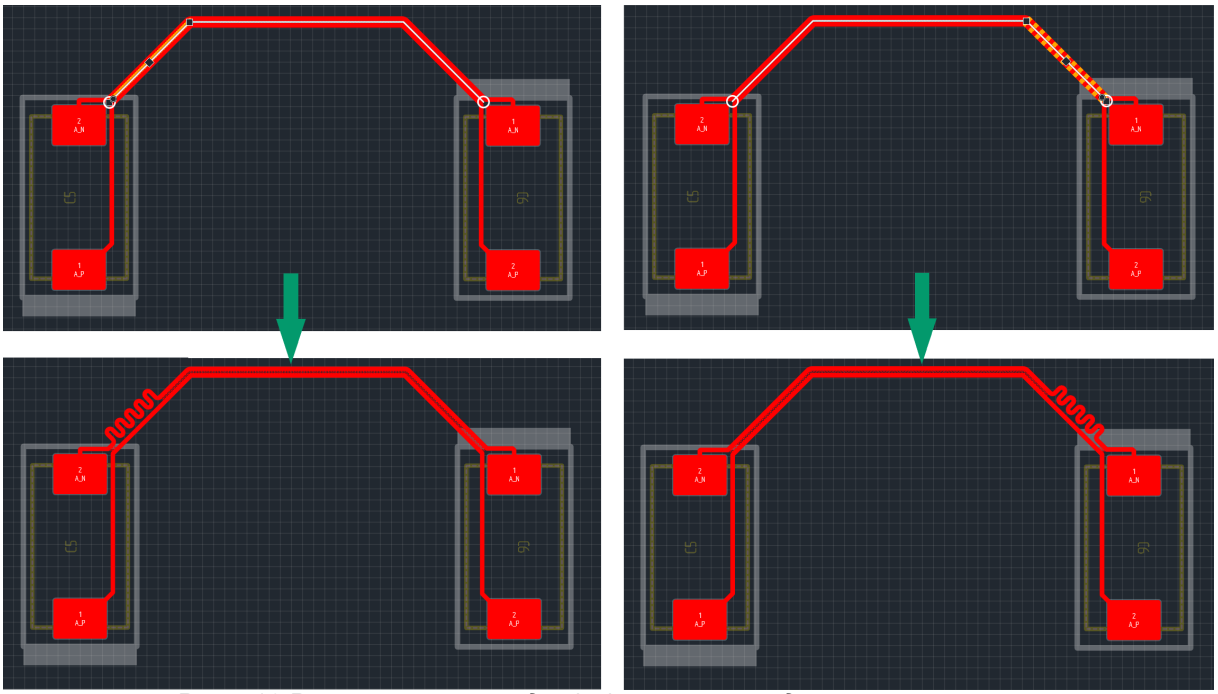


Рис. 416 Расположение мендра(ов) с учетом выделенного сегмента

11.17 Выравнивание длин проводников

11.17.1 Создание сигнальной цепи на печатной плате

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.

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. 417.

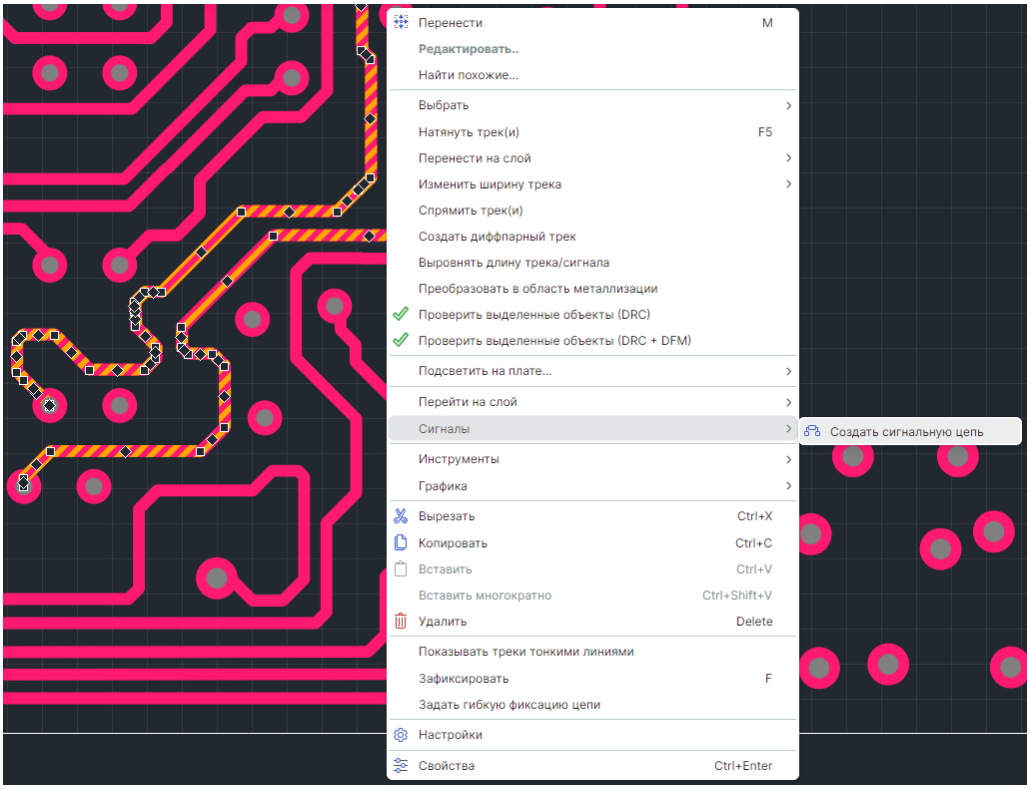


Рис. 417 Предопределение сигнальной цепи на печатной плате

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. 418.

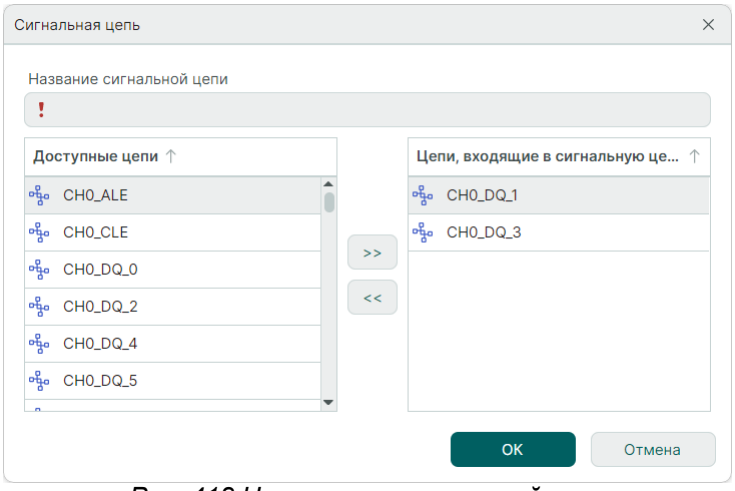


Рис. 418 Назначение сигнальной цепи

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. 419.

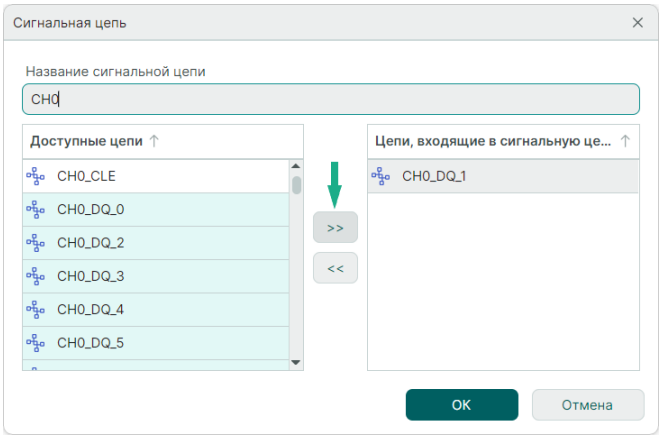


Рис. 419 Добавление цепей

Примечание! Используйте клавишу «Ctrl» для выделения нескольких цепей.

4. Нажмите кнопку «ОК».

5. В панели «Менеджер проекта» → «Цепи» → «Сигнальные цепи» отображаются все существующие сигнальные цепи, см. Рис. 420.

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. 421.

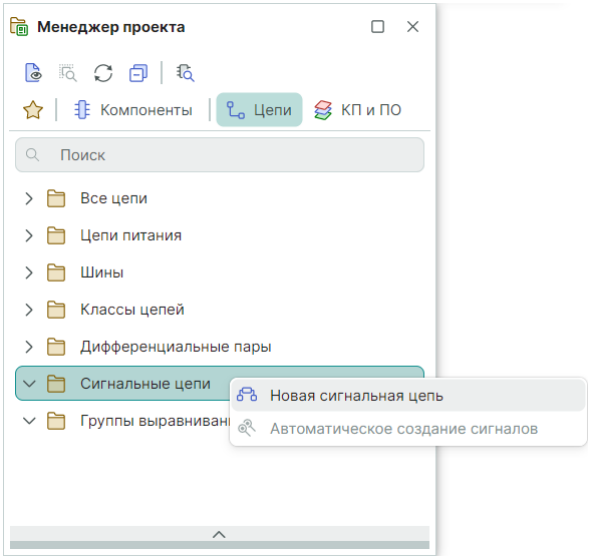


Рис. 421 Создание сигнальных цепей в панели «Менеджер проекта»

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. 422.

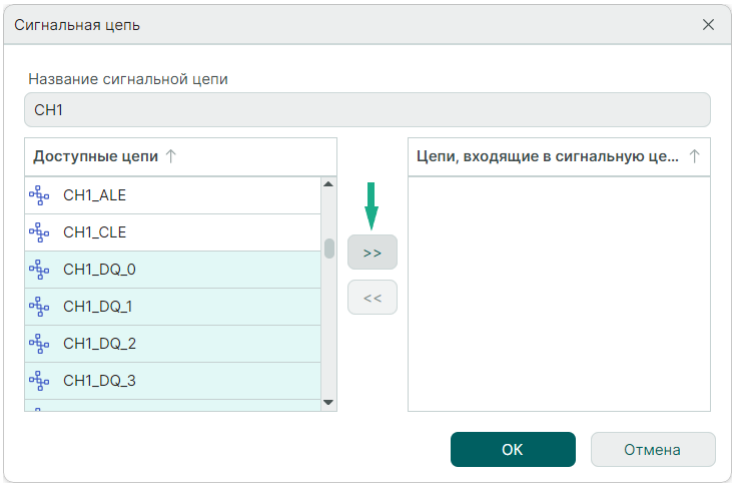


Рис. 422 Выбор цепей

3. Нажмите кнопку «ОК».

4. В панели «Менеджер проекта» → «Цепи» → «Сигнальные цепи» отображаются все существующие сигнальные цепи, см. Рис. 423.

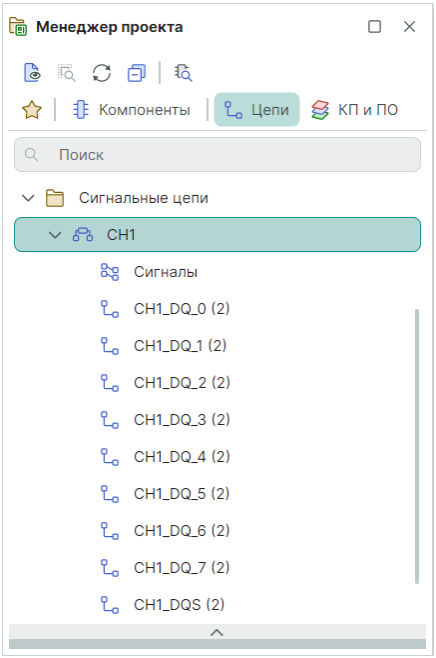


Рис. 423 Отображение в панели «Менеджер проекта» существующих сигнальных цепей

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».

11.17.2 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 треков от КП источника сигнала до КП приёмника сигнала. От физической длины этих треков 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. 424.

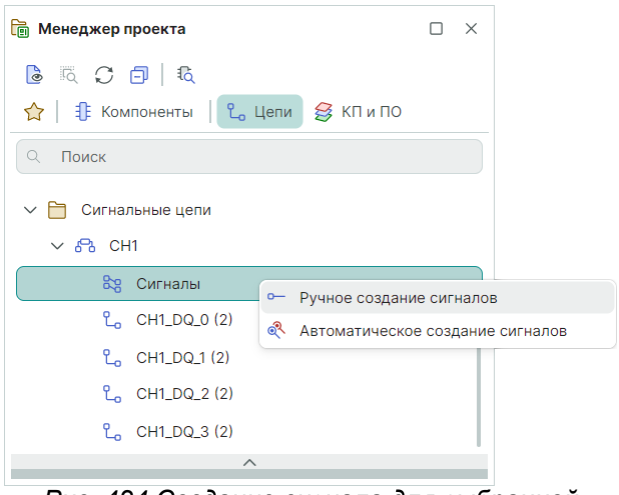


Рис. 424 Создание сигнала для выбранной сигнальной цепи в ручном режиме

Примечание! Создание сигналов в автоматическом режиме осуществляется на электрической схеме проекта, подробнее см. "Электрические цепи" раздел Создание сигнала на электрической схеме.

3. В окне «Редактор сигналов» для контактов, входящих в отобранные цепи, определите источник и приемник сигнала. По завершении нажмите кнопку «Создать сигнал», см. Рис. 425.

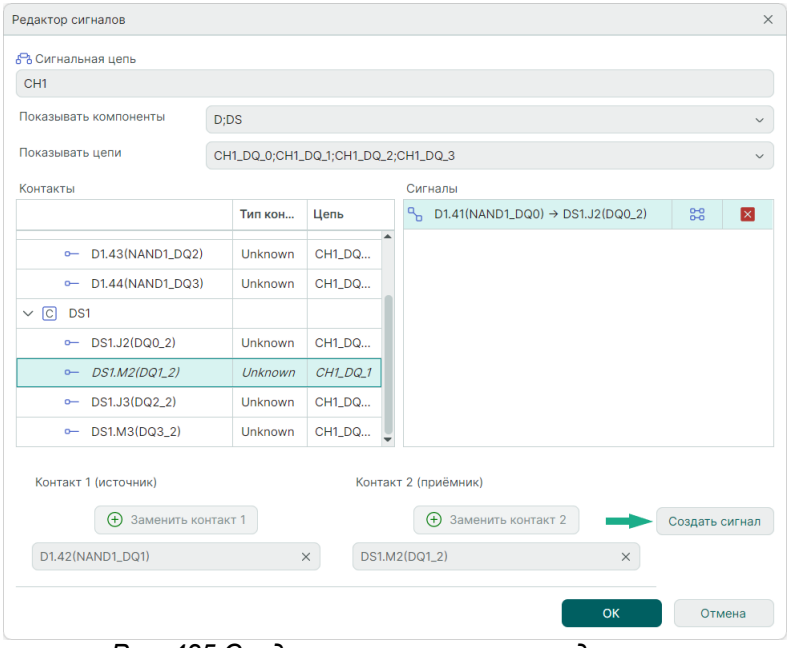


Рис. 425 Создание сигнала в окне редактора

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. 426.

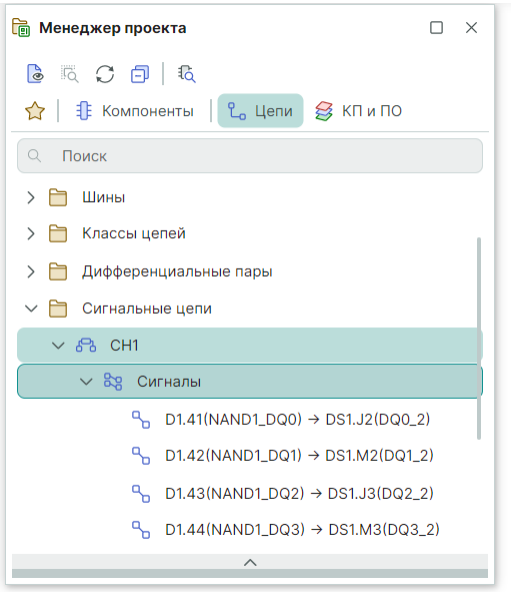


Рис. 426 Отображение в панели «Менеджер проекта» существующих сигналов

Навигация к сигналу на плате осуществляется с помощью контекстного меню для выбранного сигнала в панели «Менеджер проекта», см. Рис. 427.

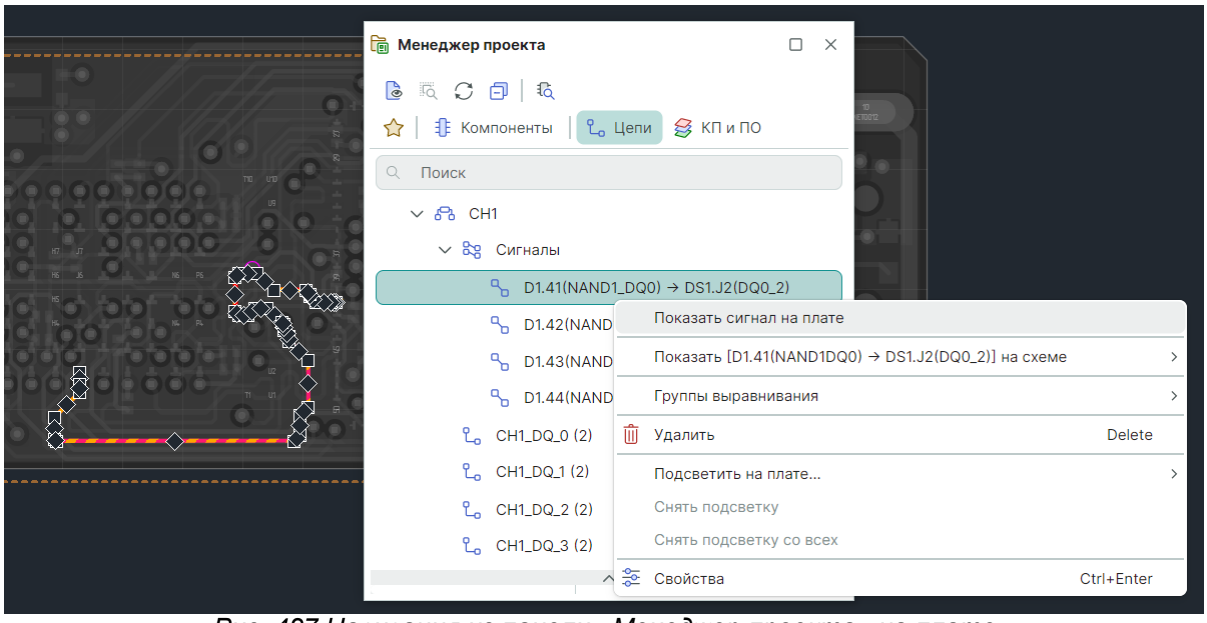


Рис. 427 Навигация из панели «Менеджер проекта» на плате

11.17.3 Свойства сигнала

11.17.3.1 Свойства трека сигнала

В системе Delta Design для треков, входящих в состав сигналов, в панели «Свойства» отображается специальная группа свойств – «Сигналы», см. Рис. 428.

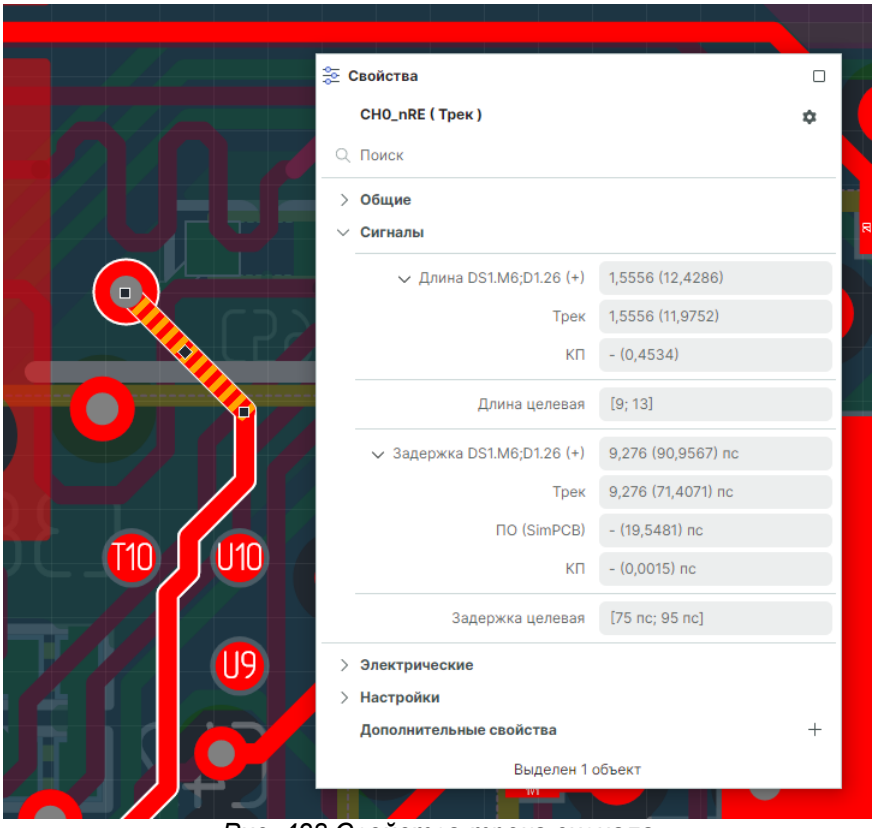


Рис. 428 Свойства трека сигнала

Группа «**Сигналы**» включает следующие свойства:

1. «Длина XX;XX (+)» – значение длины выбранного участка сигнала в единицах измерения, установленных в системе; значение в скобках – сумма длин всех участков сигнала;

- «Трек» – значение длины выбранного сегмента в единицах измерения, установленных в системе; значение в скобках – сумма длин всех сегментов треков сигнала;

- «КП» – сумма половин длин КП, к которым подключается трек, если в Настройках системы не установлена опция «Доводить треки до центра КП» (значение в скобках). Если опция выбрана, то отображаемая длина КП будет равна нулю.

- «Длина целевая» – разрешенный диапазон значений длин, установленный в правилах проекта.

2. «Задержка XX;XX (+)» – рассчитанное значение задержки сигнала на выбранном участке сигнала (пс), значение в скобках – сумма задержек сигнала на всех участках сигнала (пс).

- «Трек» – рассчитанное значение задержки сигнала на выбранном сегменте трека (пс), значение в скобках – сумма задержек сигнала на всех сегментах треков сигнала (пс).

- «ПО (SimPCB)» – сумма задержек сигнала на всех ПО сигнала (пс) (значение в скобках).

Примечание! Доступ к расчету и отображению параметров переходных отверстий возможен при приобретении отдельной лицензии Системы анализа целостности сигналов SimPCB.

- «КП» – сумма всех установленных задержек сигнала на всех КП (пс) (значение в скобках).

- «Задержка целевая» – разрешенный диапазон значений задержки, установленный в правилах проекта.

Значение задержки КП может быть определено:

- в редакторе компонента: вкладка «Контакты» → столбец «Задержка (пс)», подробнее см. Общие сведения о контактах;
- в редакторе схемы: панель «Свойства» для выбранного вывода → поле «Задержка (пс)», подробнее см. Свойства вывода;
- в редакторе платы: панель «Свойства» для выбранной КП → поле «Задержка (пс)».

Примечание! Для отдельных свойств трека сигнала отображаются только суммарные значения (например длина или задержка КП и т.д.), т.к. выбранным объектом является трек или сегмент трека.

11.17.3.2 Свойства переходного отверстия сигнала

В системе Delta Design для переходных отверстий, входящих в состав сигналов, в панели «Свойства» отображается специальная группа свойств – «Сигналы», см. Рис. 429.



Рис. 429 Свойства ПО сигнала

Группа «**Сигналы**» включает следующие свойства:

1. «Длина XX;XX (+)» – длина всего сигнала (значение в скобках);

- «Трек» – сумма длин всех сегментов треков сигнала (значение в скобках);

- «КП» – сумма половин длин КП, к которым подключается трек, если в Настройках системы не установлена опция «Доводить треки до центра КП» (значение в скобках). Если опция выбрана, то отображаемая длина КП будет равна нулю.

- «Длина целевая» – разрешенный диапазон значений длин, установленный в правилах проекта.

2. «Задержка XX;XX (+)» – рассчитанное значение задержки сигнала на выбранном ПО (пс), значение в скобках – сумма задержек сигнала на всех участках сигнала (пс).

- «Трек» – сумма задержек сигнала на всех сегментах треков (пс) (значение в скобках).

- «ПО (SimPCB)» – рассчитанное значение задержки сигнала на выбранном ПО, значение в скобках – сумма задержек сигнала на всех ПО сигнала (пс).

Примечание! Доступ к расчету и отображению параметров переходных отверстий возможен при приобретении отдельной лицензии Системы анализа целостности сигналов SimPCB.

- «КП» – сумма всех установленных задержек сигнала на всех КП (пс) (значение в скобках).

- «Задержка целевая» – разрешенный диапазон значений задержки, установленный в правилах проекта.

Значение задержки КП может быть определено:

- в редакторе компонента: вкладка «Контакты» → столбец «Задержка (пс)», подробнее см. Общие сведения о контактах;
- в редакторе схемы: панель «Свойства» для выбранного вывода → поле «Задержка (пс)», подробнее см. Свойства вывода;
- в редакторе платы: панель «Свойства» для выбранной КП → поле «Задержка (пс)».

Примечание! Для отдельных свойств переходного отверстия отображаются только суммарные значения (например длина или задержка трека и т.д.), т.к. выбранным объектом является переходное отверстие.

11.17.4 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. 430.

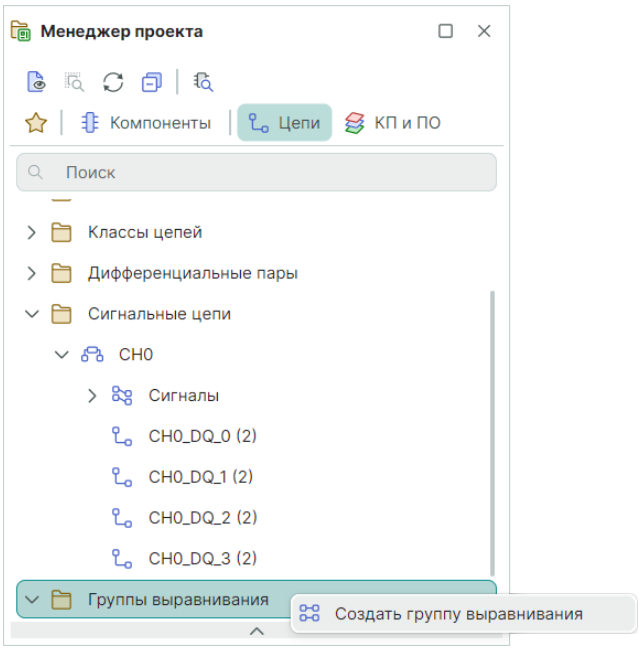


Рис. 430 Выбор пункта меню «Создать группу выравнивания»

2. Задайте имя группы выравнивания и перенесите из левой части поля «Сигналы» в правую часть необходимые сигналы с помощью кнопок перемещения, см. Рис. 431.

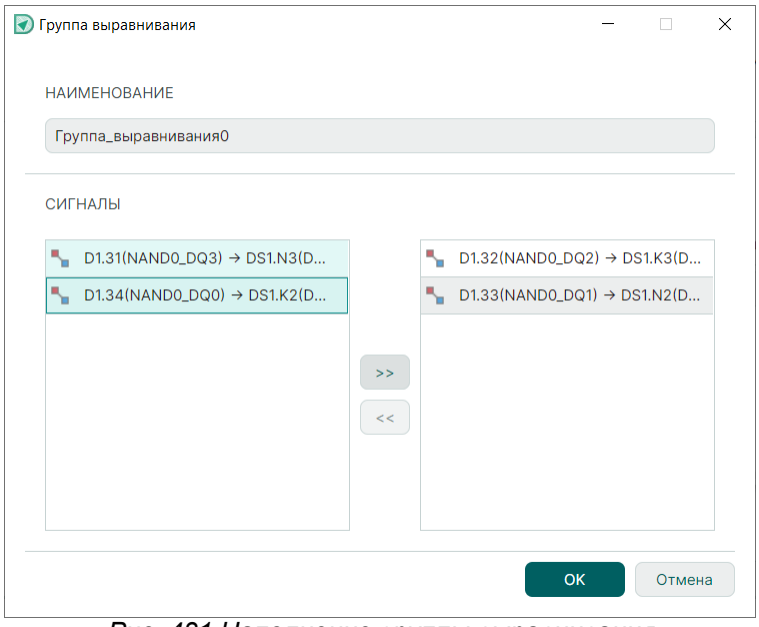


Рис. 431 Наполнение группы выравнивания

3. Нажмите кнопку «ОК».

4. Группа выравнивания отображается в дереве панели «Менеджер проекта», см. Рис. 432.

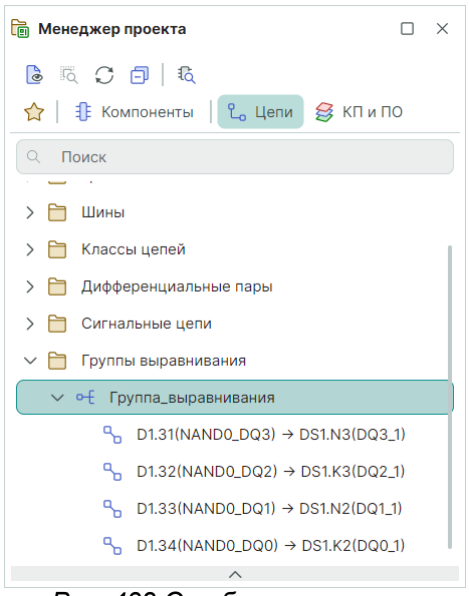


Рис. 432 Отображение групп выравнивания в панели «Менеджер проекта»

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. 433.

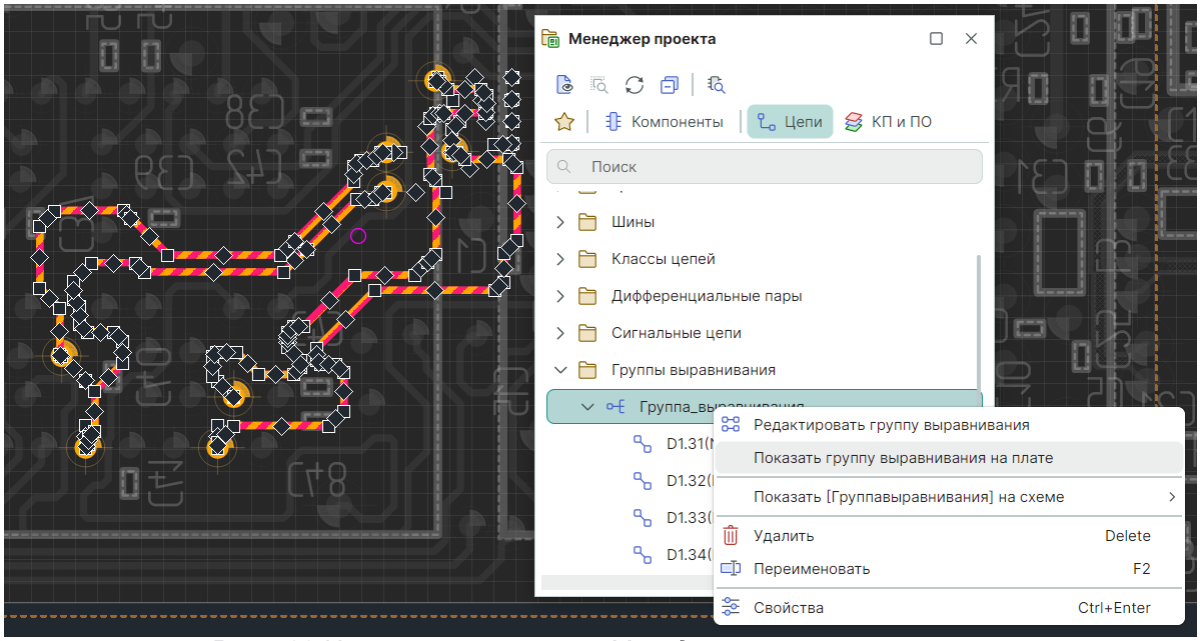


Рис. 433 Навигация из панели «Менеджер проекта» на плате

11.17.5 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 или в настройках системы, см. Рис. 434.

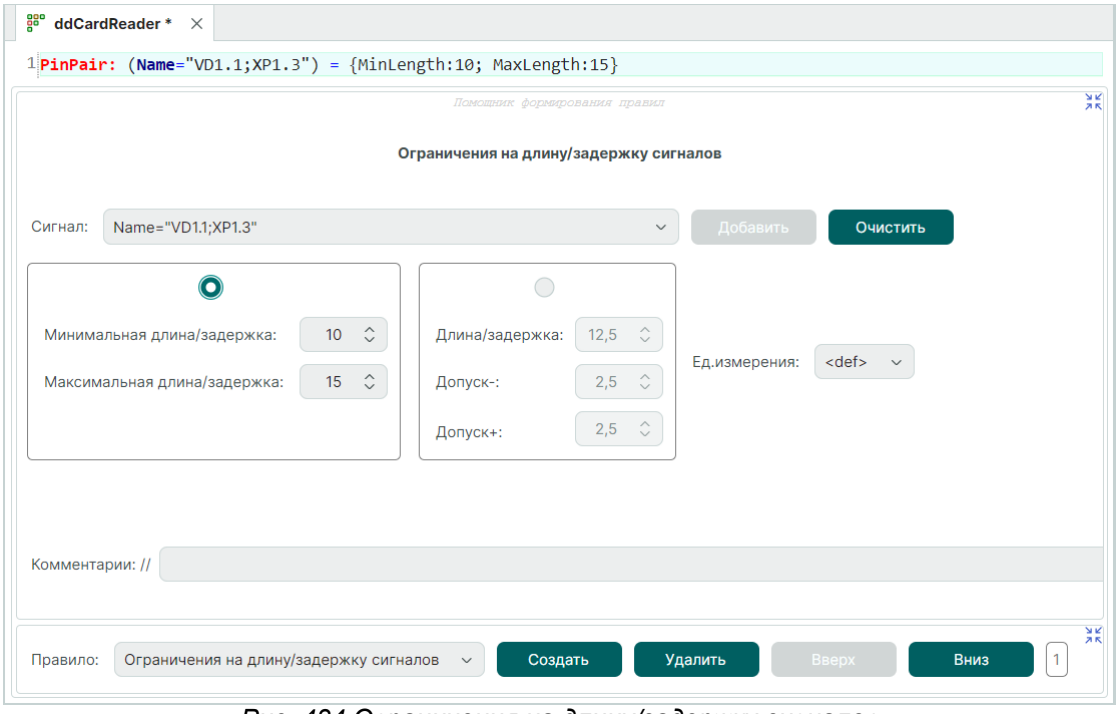


Рис. 434 Ограничения на длину/задержку сигналов

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. 435.

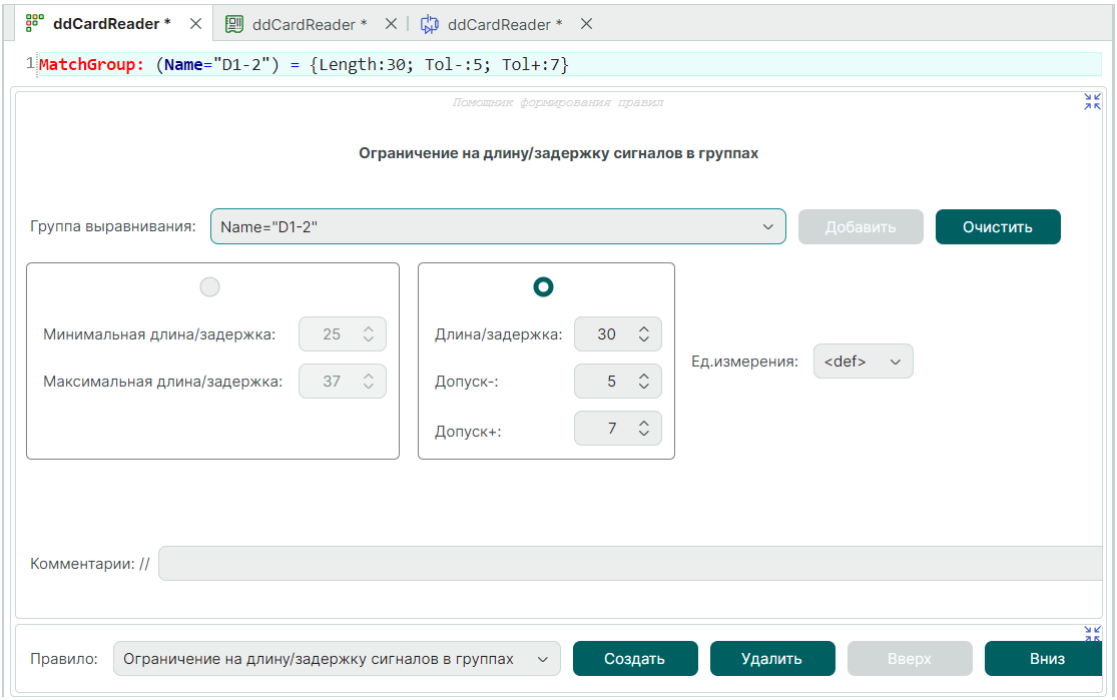


Рис. 435 Ограничения на длину/задержку сигналов в группах

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. 436.

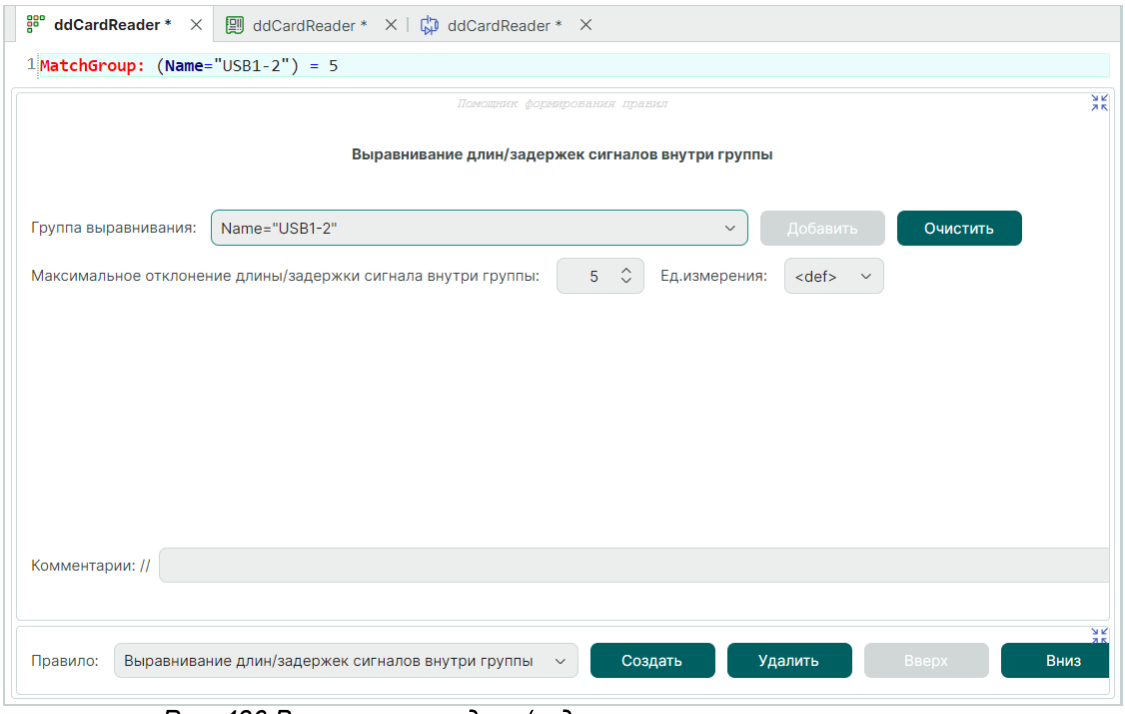


Рис. 436 Выравнивание длин/задержек сигналов внутри группы

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. 437.

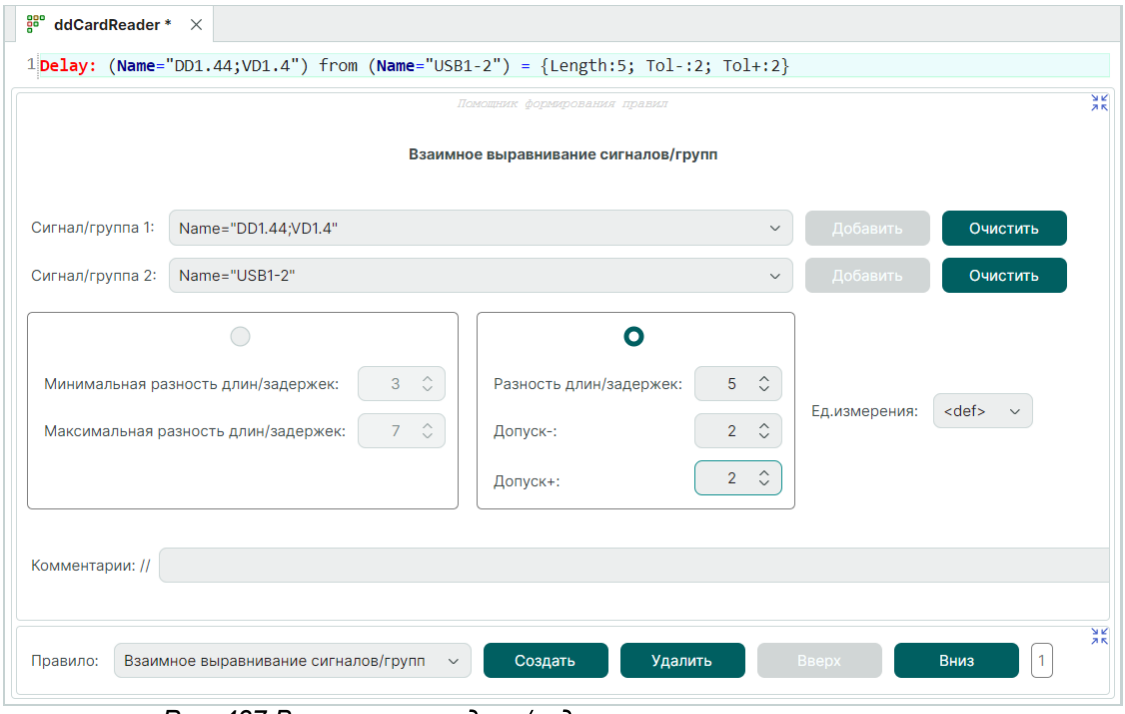


Рис. 437 Выравнивание длин/задержек сигналов внутри группы

Примечание! Один и тот же сигнал может входить в разные группы выравнивания.

Важно! В случае дальнейшей работы в автоматическом трассировщике TopoR небходимо, чтобы для диффпар были созданы сигналы. В противном случае трассировщик TopoR не сможет распознать их как диффпару и диффпара будет проложена как два одиночных трека.

11.17.6 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. 438.

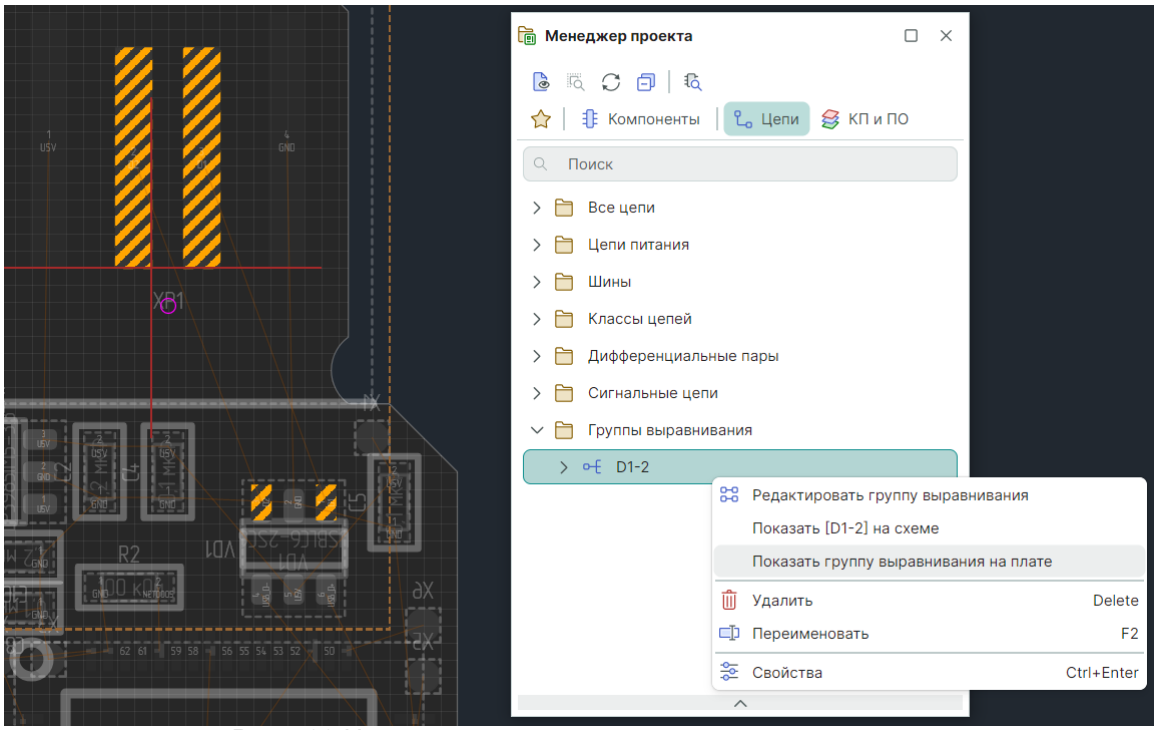


Рис. 438 Навигация к контактам группы выравнивания

После активации инструмента прокладки трека и старта с первой контактной площадки в левом нижнем углу окна отображается индикатор выравнивания длин, см. Рис. 439.

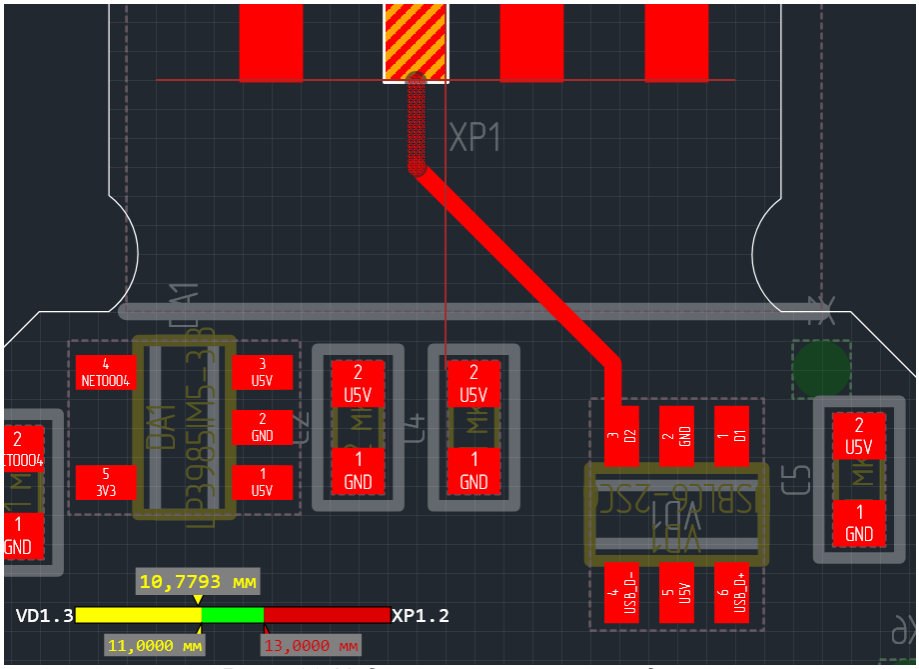


Рис. 439 Индикация выравниваня длин

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.

11.17.7 Примеры индикаторов

Для включения отображения индикатора перейдите «Файлы» → «Настройки» → «Панель управления» → «Редактор печатных плат» → «Трассировка» и установите флаг в чек-бокс «Отображать шкалу длины при наличии ограничений», см. Рис. 440.

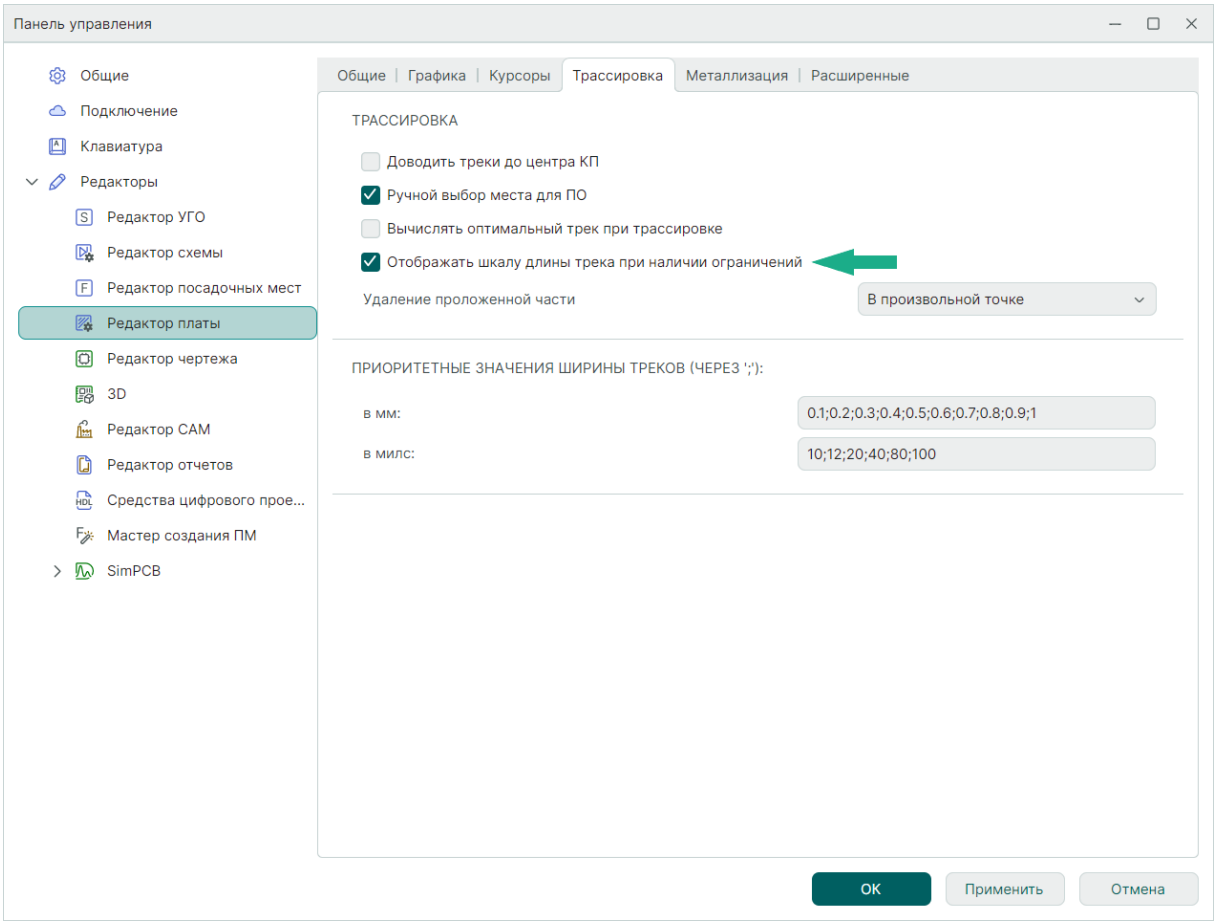


Рис. 440 Включение отображения индикаторов

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. 441.

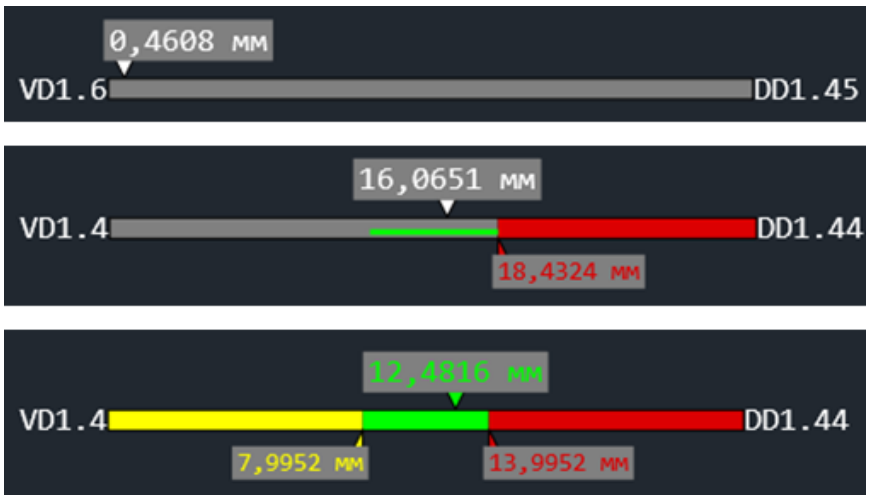


Рис. 441 Примеры индикаторов

- 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. 442.

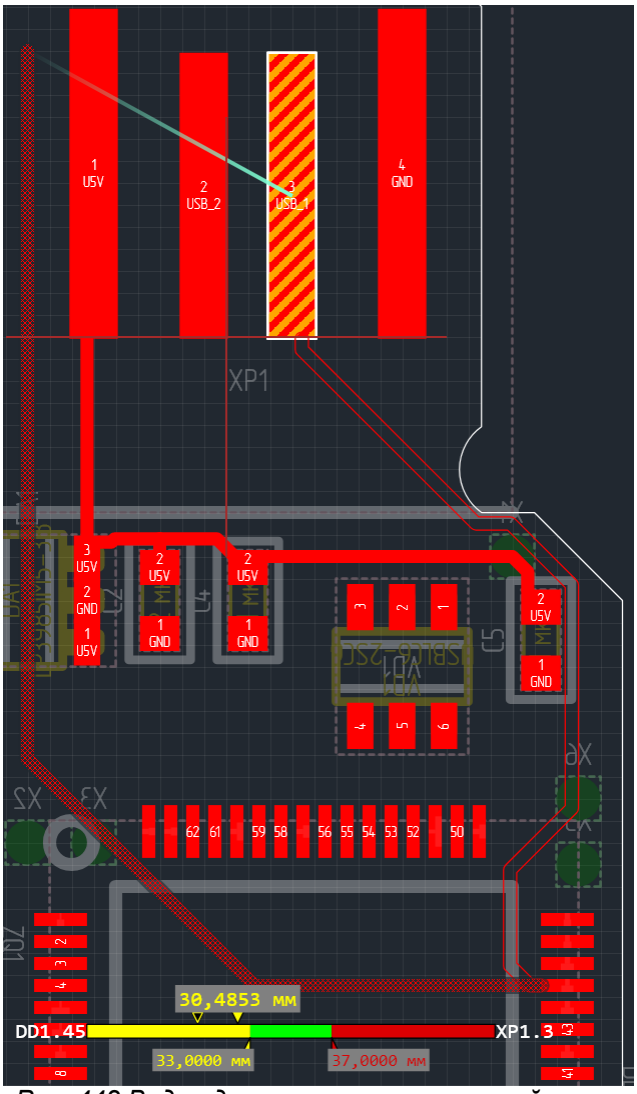


Рис. 442 Вид индикатора при включенной опции «Вычислять оптимальный трек при трассировке»

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. 443.

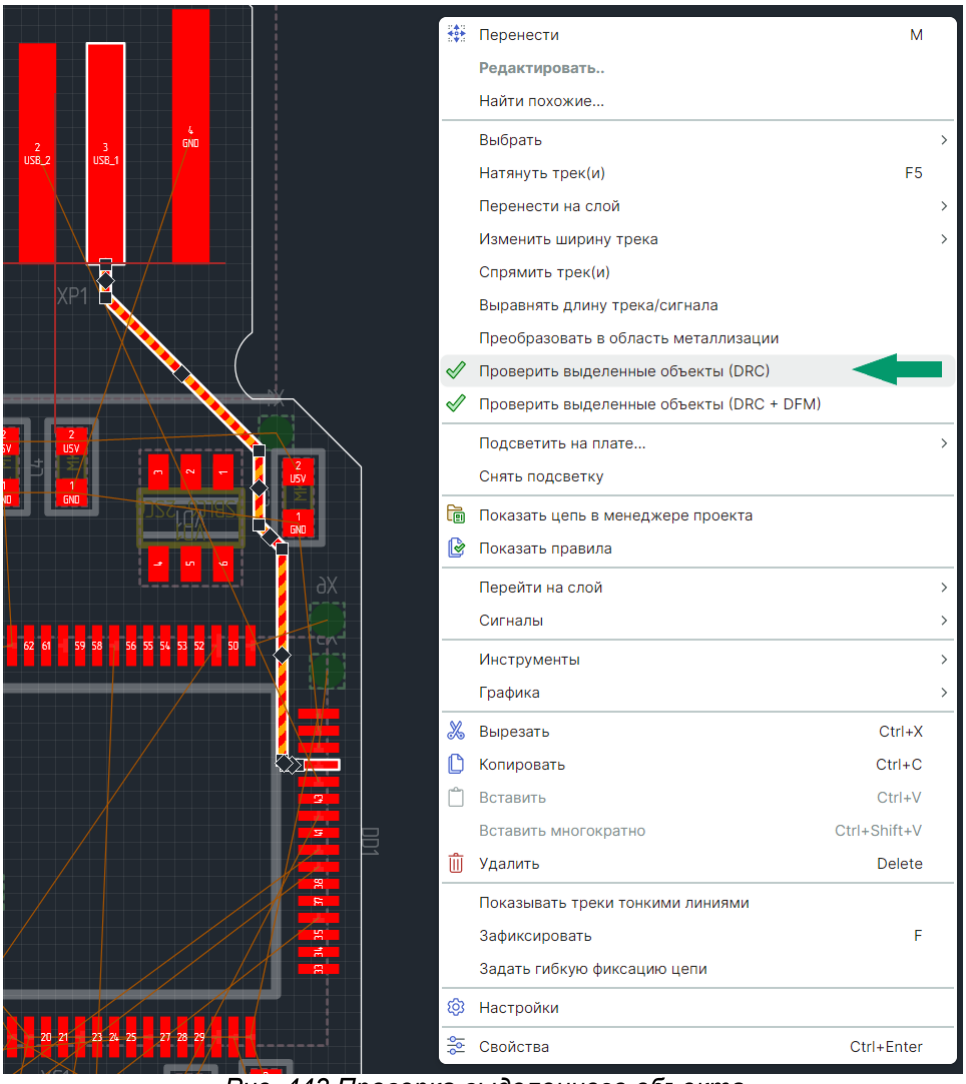


Рис. 443 Проверка выделенного объекта

После проверки в окне «Список ошибок» появится запись о нарушении, см. Рис. 444.

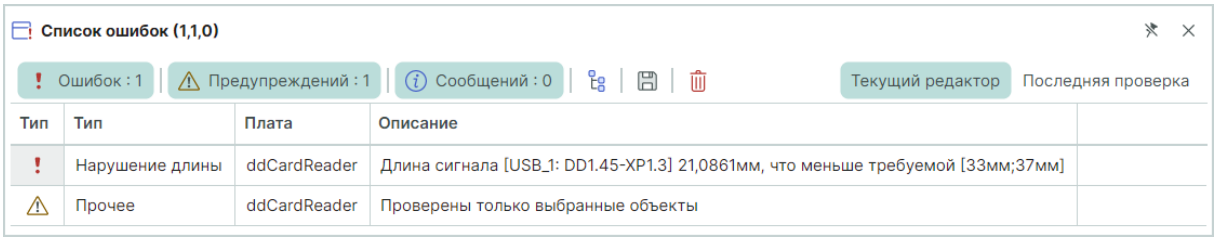


Рис. 444 Запись о нарушениях в окне «Список ошибок»

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. 445.

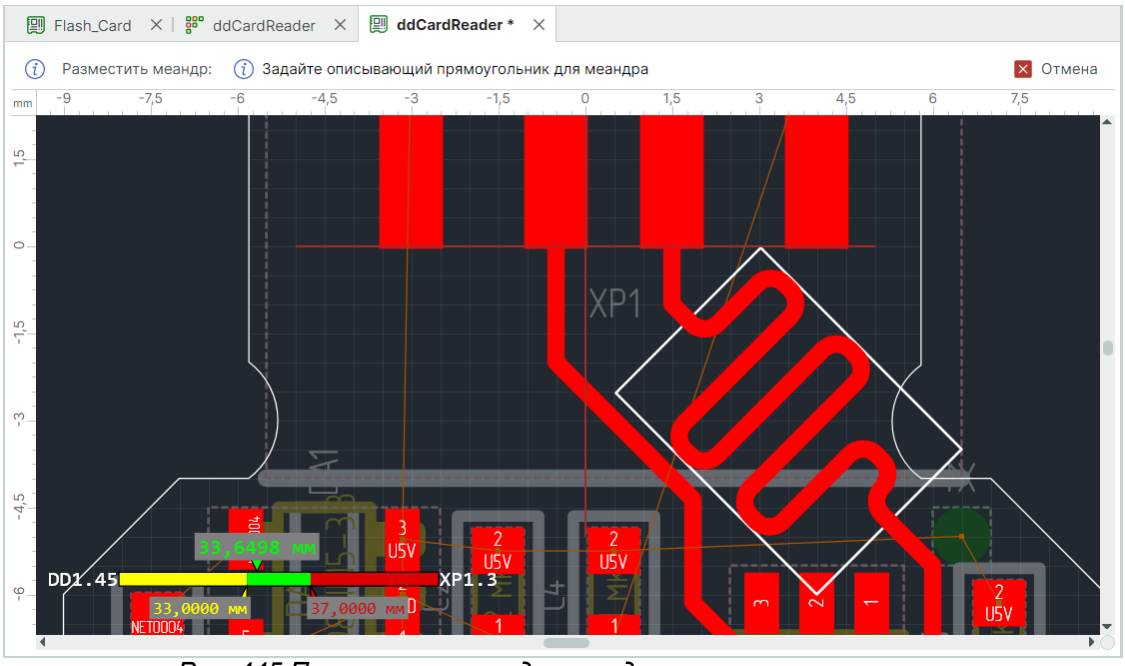


Рис. 445 Построение меандра на одном из сегментов трека

При необходимости воспользуйтесь инструментом «Подогнать размер меандра», доступным из контекстного меню в процессе размещения меандра, см. Рис. 446.

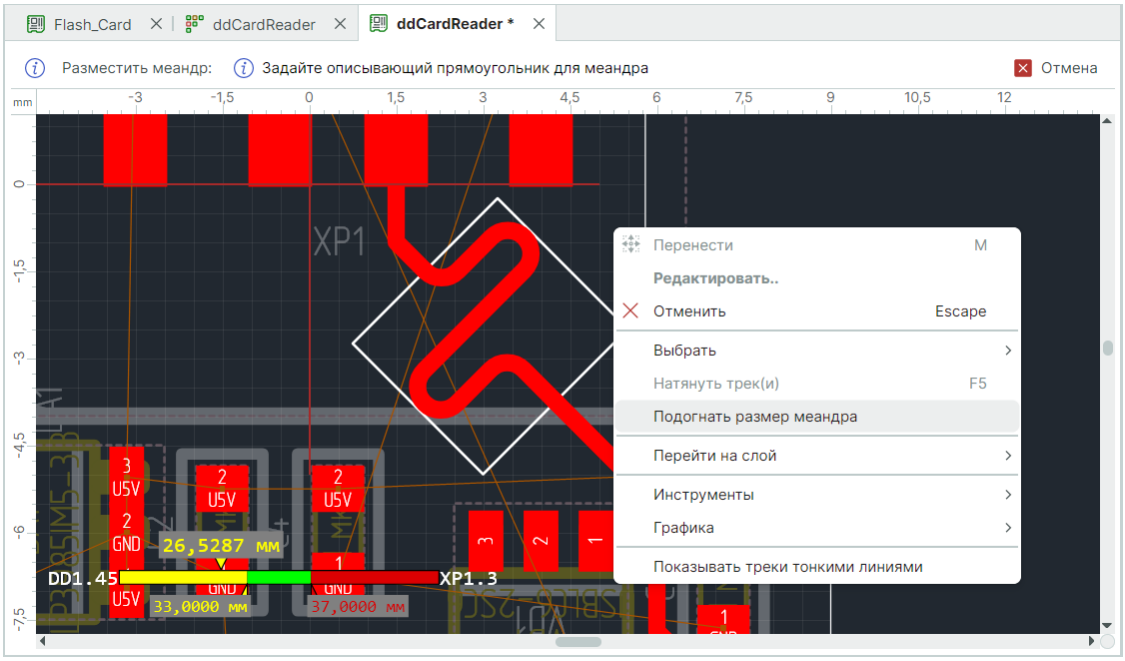


Рис. 446 Вызов инструмента «Подогнать размер меандра»

11.17.8 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 «Выравнять длину трека/сигнала», доступный из контекстного меню трека или сигнала, см. Рис. 447.

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.

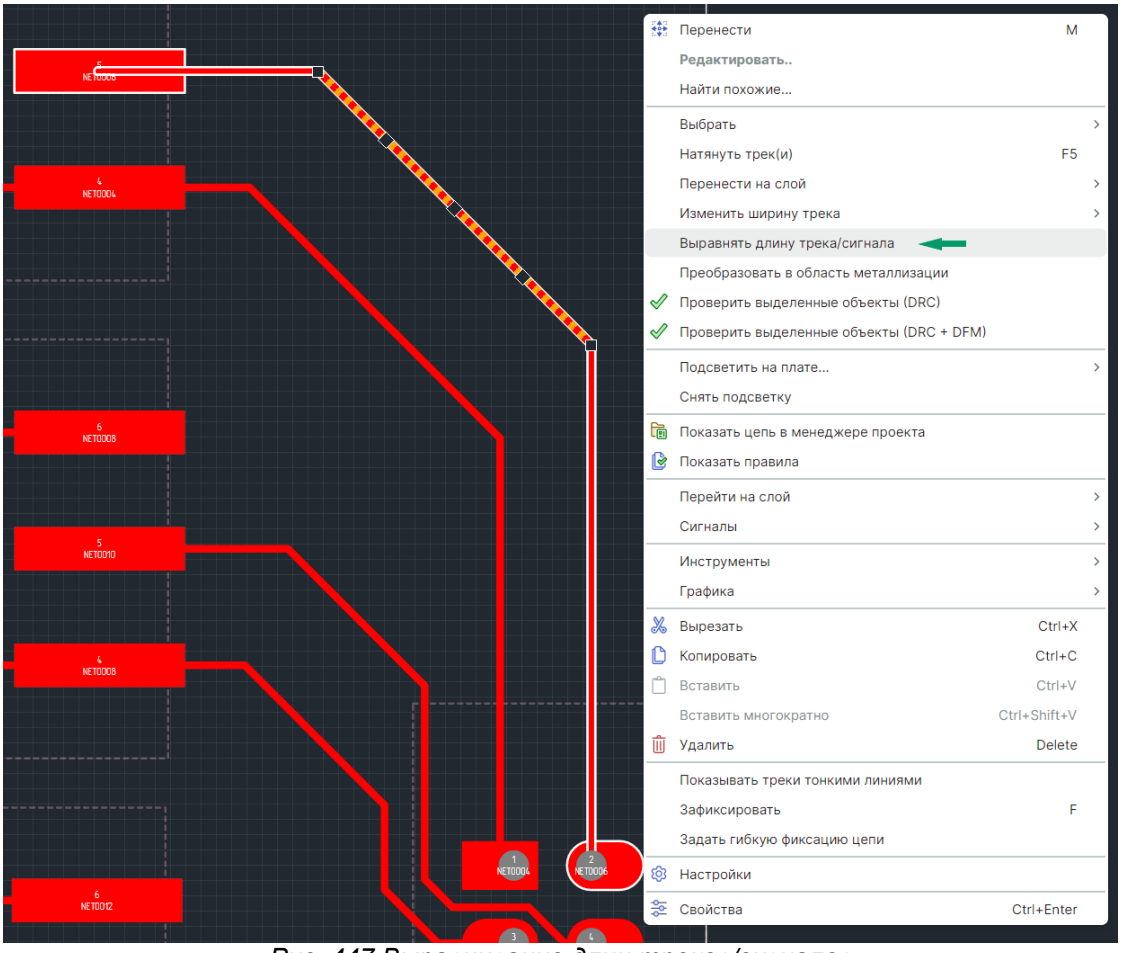


Рис. 447 Выравнивание длин треков/сигналов

Выравнивание длины проводников осуществляется в нескольких режимах:

- «Автоматически» – выравнивание длины доступно для сигнала и при условии, что в правилах проекта определены минимальное и максимальное значения длины;
- «По заданному значению» – выравнивание доступно для треков, сигналов и сигналов, входящих в группу выравнивания;
- «По другому сигналу» – выравнивание доступно для сигналов, входящих в группу выравнивания.

11.17.9 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. 448.

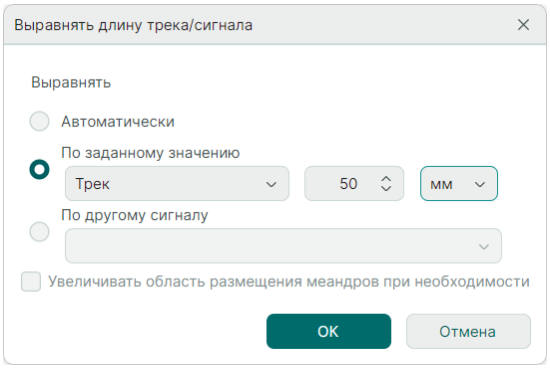


Рис. 448 Настройки выравнивания трека по заданному значению

В результате автоматического выравнивания путем добавления меандра(ов) (топологической линии задержки) задержка/длина сигнала будет приближена к заданному значению, см. Рис. 449.

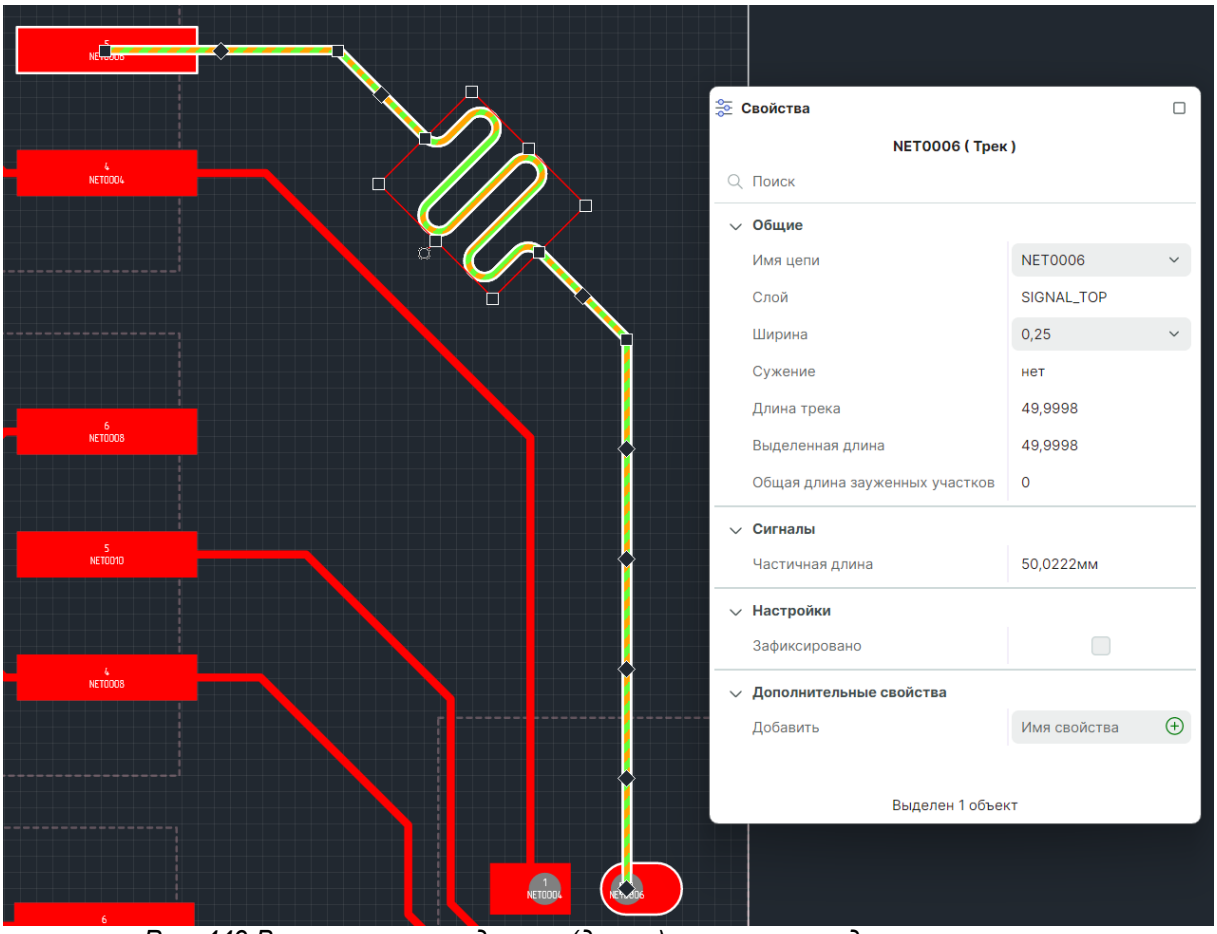


Рис. 449 Выравнивание задержки (длины) сигнала по заданному значению

11.17.10 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. 450. Подробнее о работе с правилами см. Редактор правил.

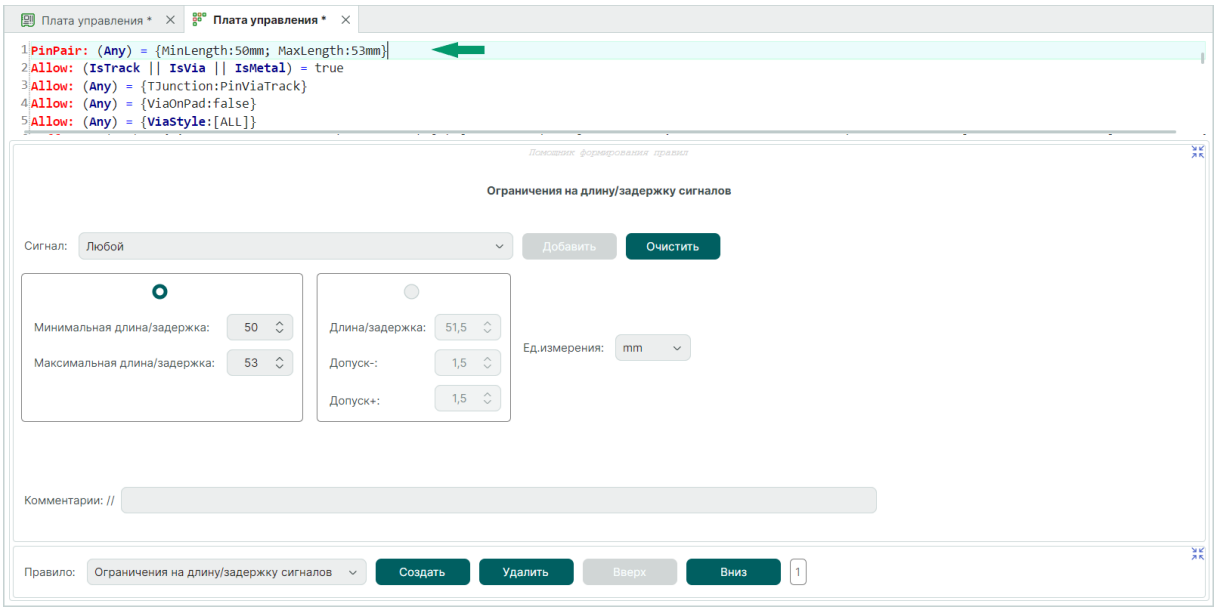


Рис. 450 Пример ограничения на длину/задержку сигналов

3. Выделите на печатной плате сигнал. Список всех существующих сигналов доступен в панели «Менеджер проекта» → «Цепи» → «Сигнальные цепи», см. Рис. 451.

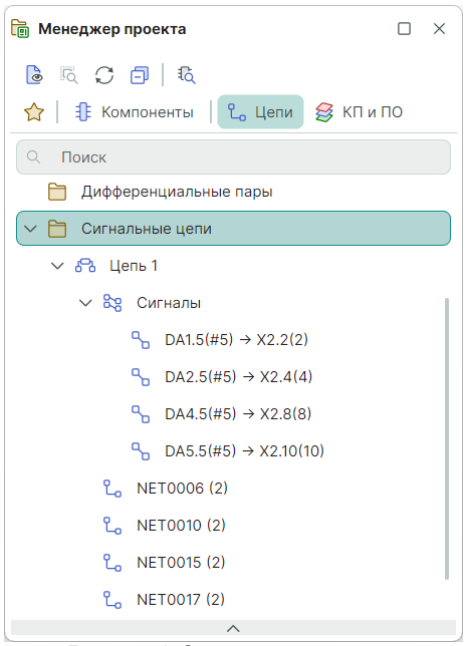


Рис. 451 Сигналы в панели «Менеджер проекта

4. Из контекстного меню выберите пункт «Выравнять длину трека/сигнала»;

5. Установите флаг в чек-бокс «Автоматически» и нажмите кнопку «ОК», см. Рис. 452.

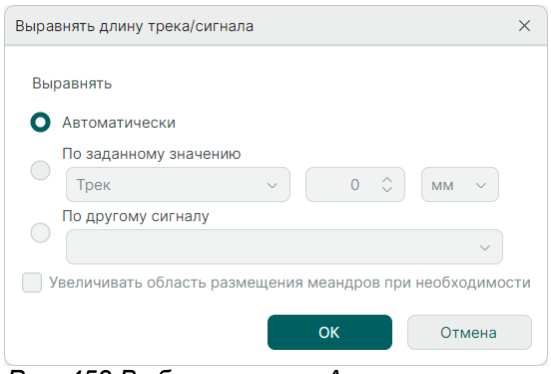


Рис. 452 Выбор режима «Автоматически»

В результате автоматического выравнивания путем добавления меандра(ов) значение задержки/длины сигнала будет соответствовать диапазону, разрешенному в правилах проекта, см. Рис. 453.

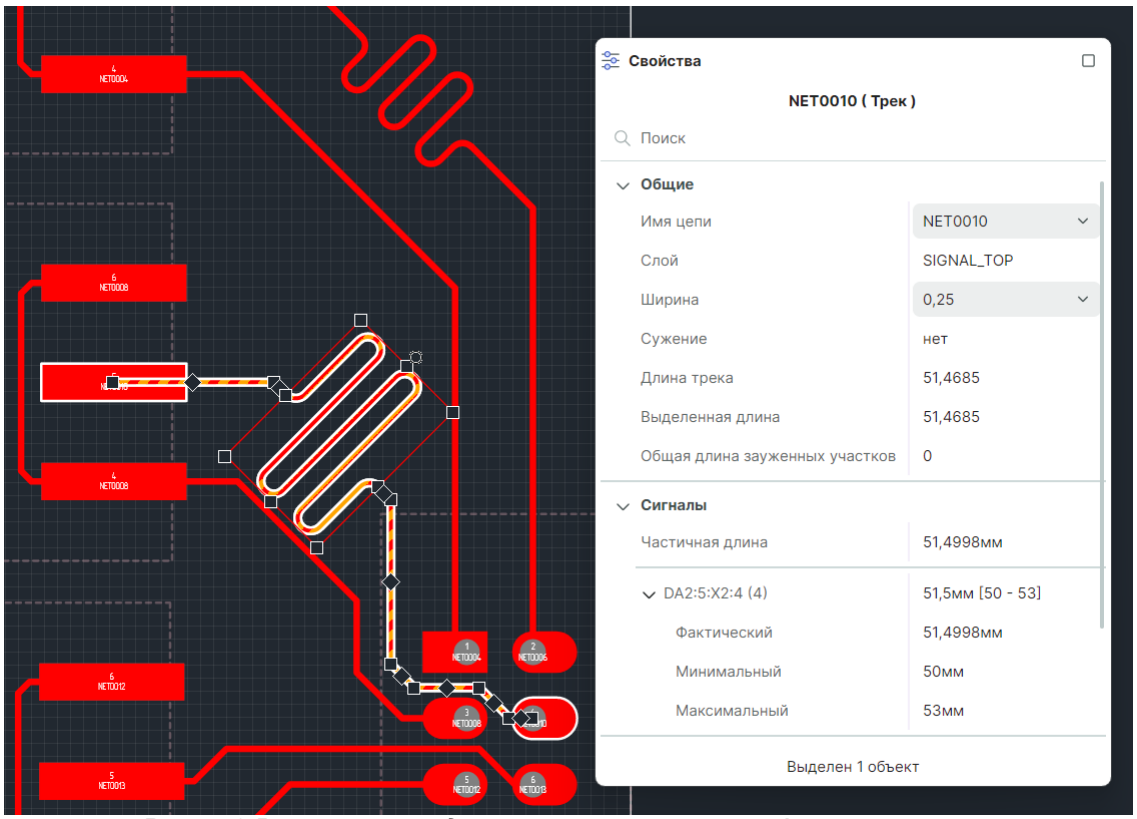


Рис. 453 Выравнивание длины сигнала в режиме «Автоматически»

Примечание! Инструмент «Выравнять длину трека/сигнала» доступен для поочередного выравнивания длины треков или сигналов.

11.17.11 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. 454. Подробнее о работе с правилами см. Редактор правил.

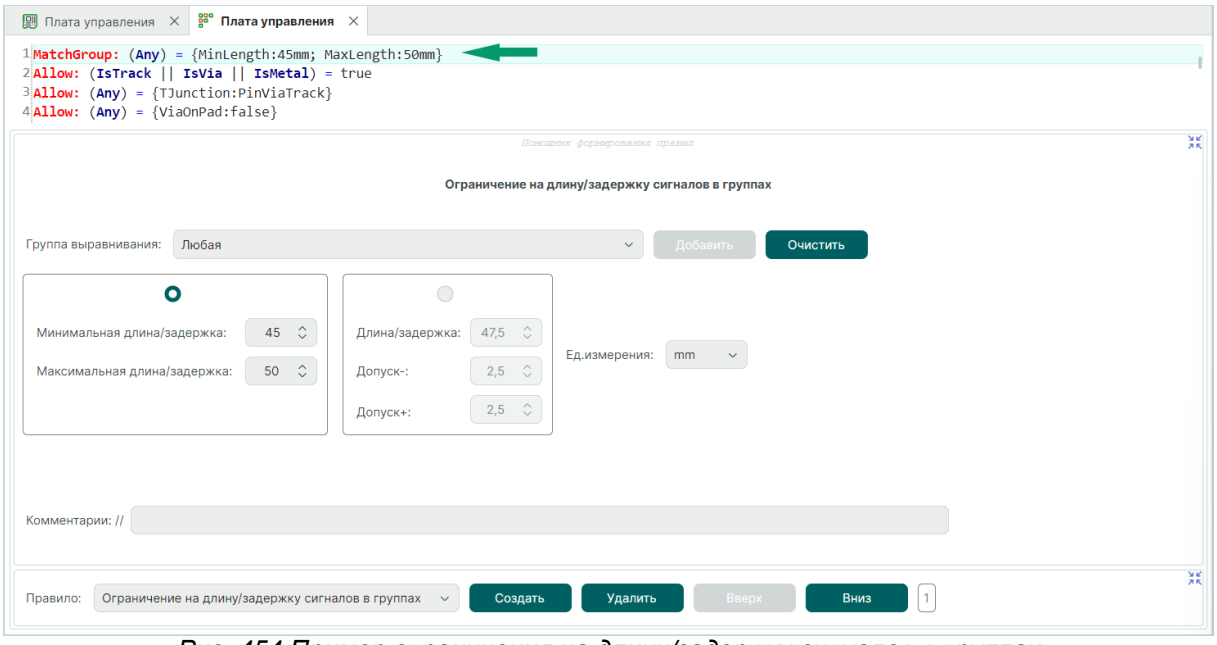


Рис. 454 Пример ограничения на длину/задержку сигналов в группах

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. 455.

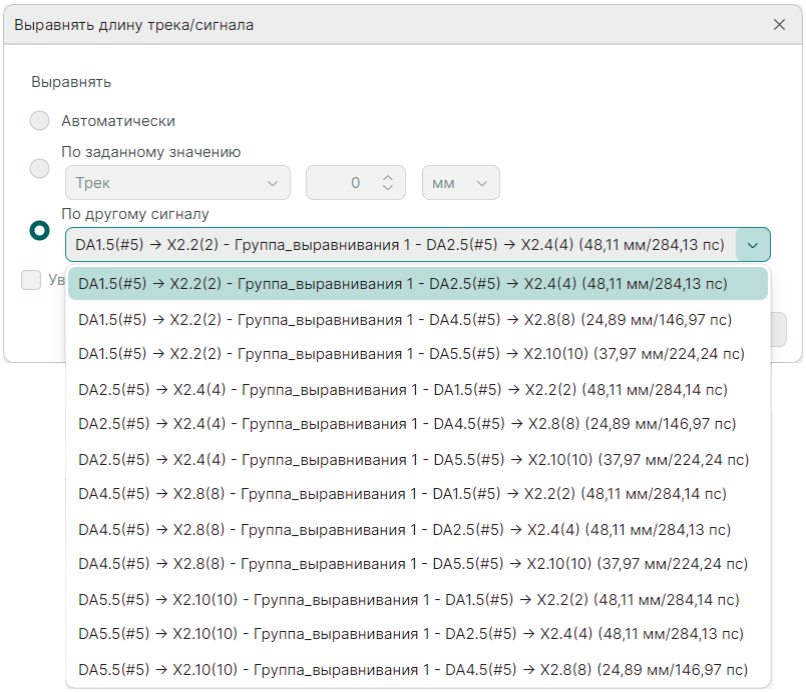


Рис. 455 Выбор сигнала для выравнивания

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. 456.

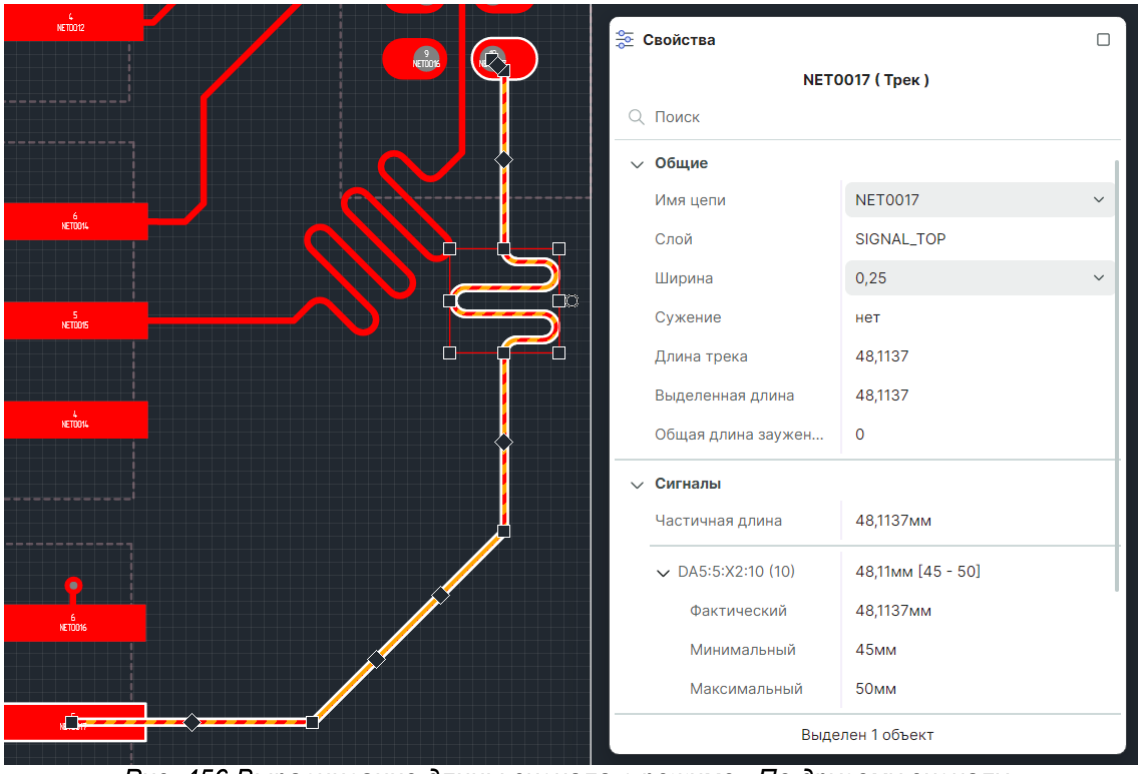


Рис. 456 Выравнивание длины сигнала в режиме «По другому сигналу»

11.17.12 Выравнивание дифференциальных пар

Работа инструмента «Выравнять длину трека/сигнала» с дифференциальными парами аналогична работе инструмента с одиночными треками и сигналами, но имеет несколько особенностей, см. Рис. 457:

- 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 «Выравнять 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».

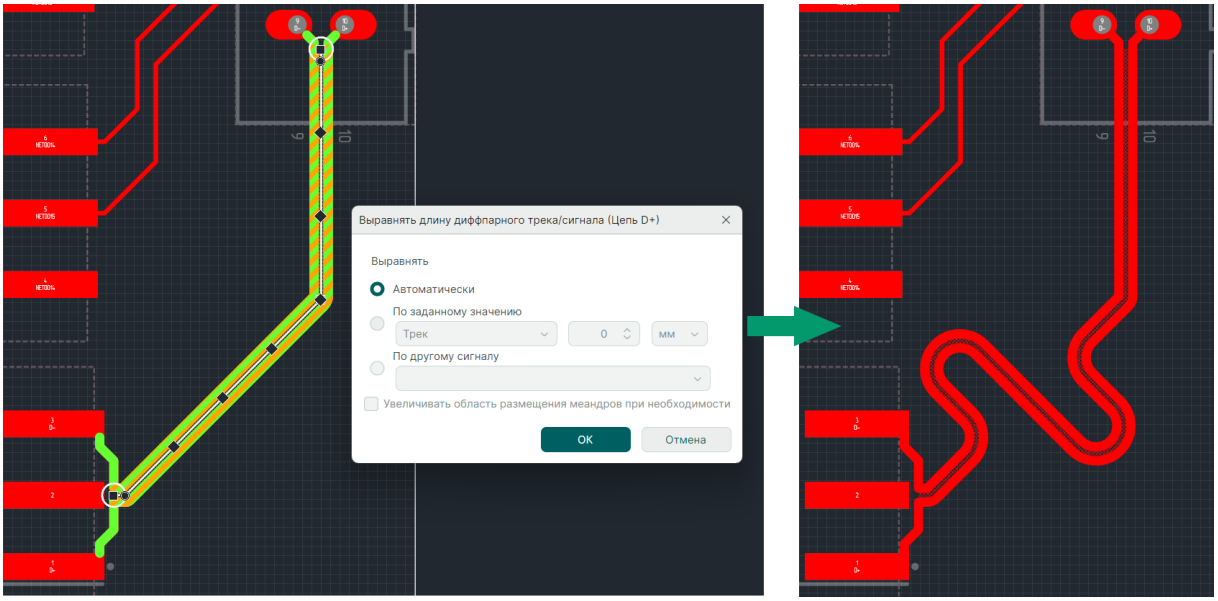


Рис. 457 Выравнивание дифференциальных пар

11.17.13 Особенности работы инструмента

Особенности использования инструмента «Выравнять 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. 458.

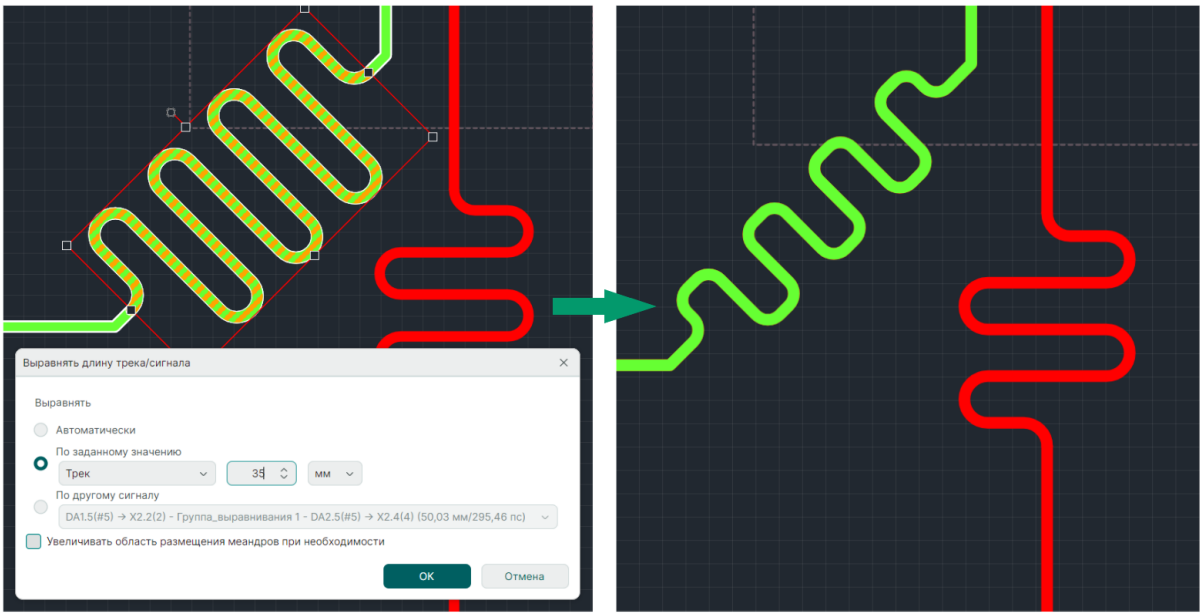


Рис. 458 Выравнивание длины трека/сигнала с уменьшением меандра

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. 459.

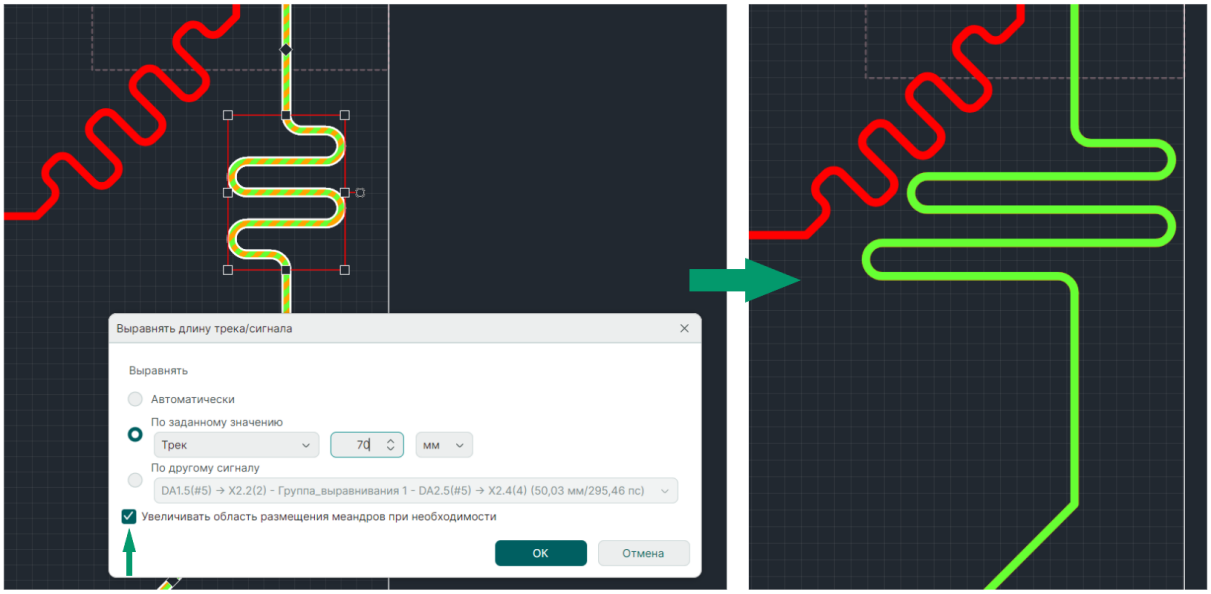


Рис. 459 Увеличение области размещения меандра

- 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. 460.

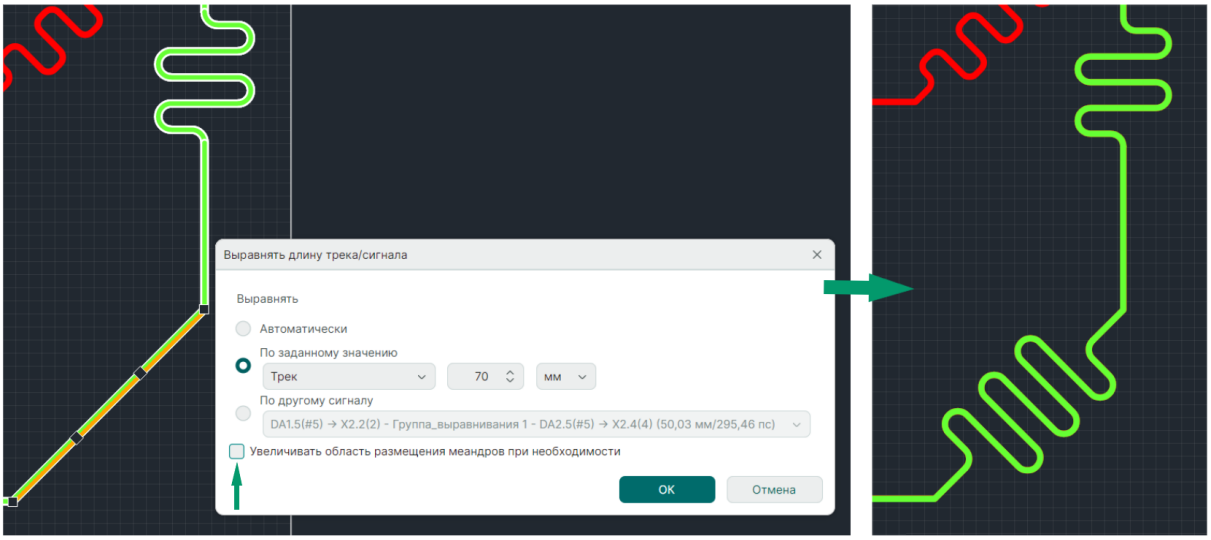


Рис. 460 Размещение дополнительного меандра

- 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 «TopoR»

12.1 Запуск режима «TopoR»

PCB-редактор топологии «TopoR» 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 «TopoR» происходит из панели инструментов «TopoR» или из встроенной панели редактора печатной платы, см. Рис. 461.

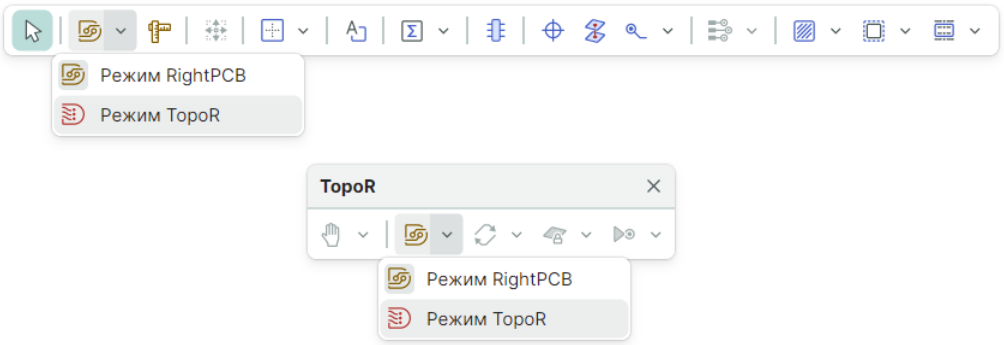


Рис. 461 Переключение между режимами трассировки

После включения режима трассировки «TopoR» 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 «TopoR» 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 «ToporR» существует процедура автоматической трассировки «Автотрассировка».

Важно! Особенности работы с диффпарами в режиме «ToporR»:
1. Для трассировки «застегнутой» диффпары как единого целого в редакторе «ToporR» сигналы диффпары должны входить в заданный в правилах дифференциальный сигнал;
2. Редактор «ToporR» не поддерживает переменную ширину диффпар, поэтому:

- при переходе или открытии платы в режиме «ToporR» будет получено предупреждение об изменении ширины диффпары до минимальной используемой, см. Рис. 462;

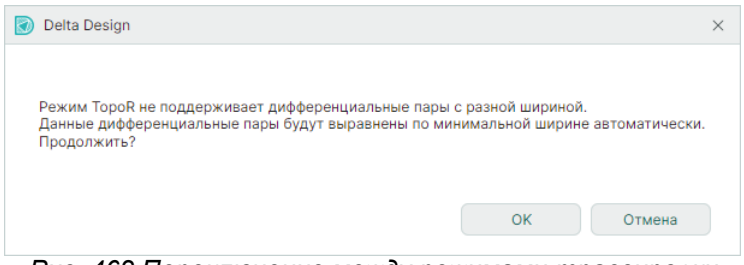


Рис. 462 Переключение между режимами трассировки

- При пересечении региона измененных правил (в режиме заужения) диффпара не будет изменять ширину треков;
- Копирование диффпары с переменной шириной в редактор «ToporR» недоступно.

12.2 Главное меню режима «ToporR»

Перечень доступных функций в режиме «ToporR» отображается в главном меню «ToporR», см. Рис. 463.

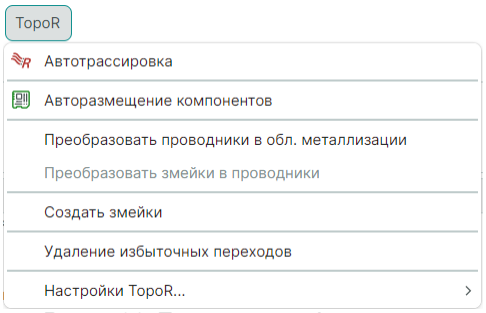


Рис. 463 Доступные функции из главного меню режима ToporR

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 TopoR...**» отображается вложенная часть меню с опциями настройки режима «TopoR».

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. 464.

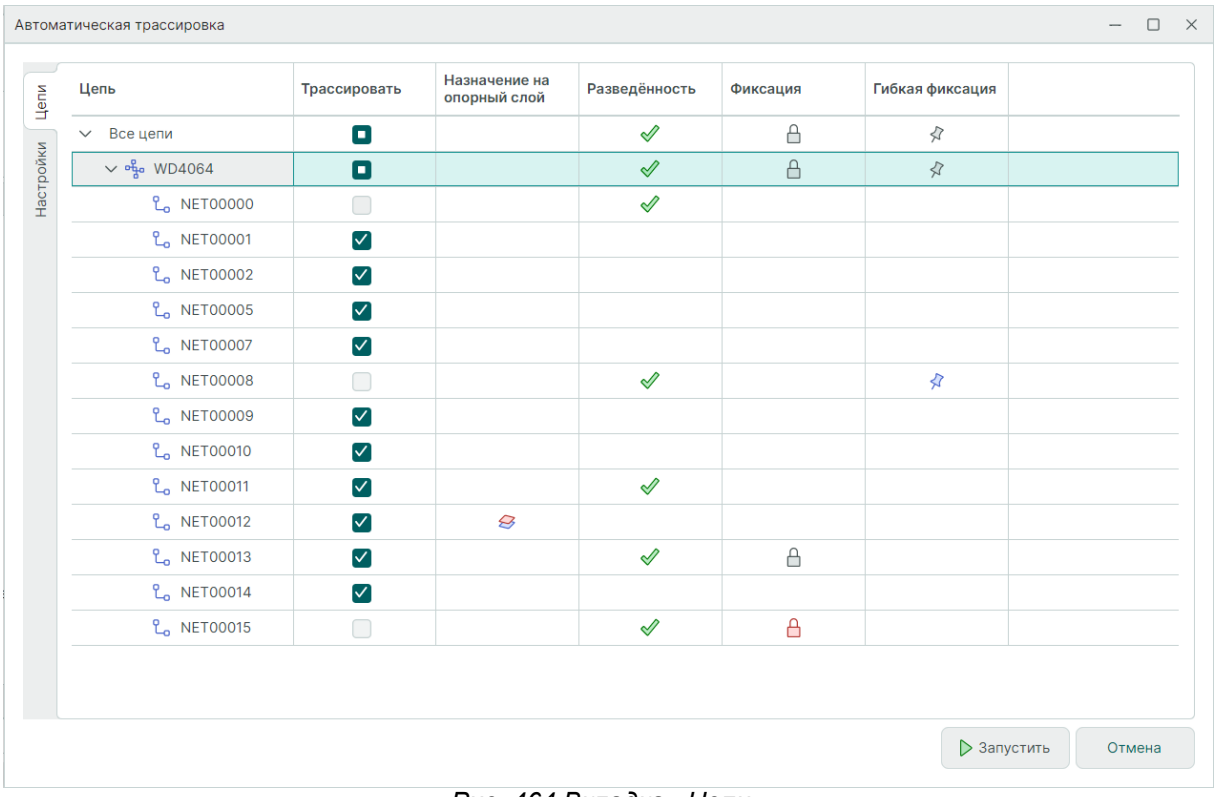


Рис. 464 Вкладка «Цепи»

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. 465.

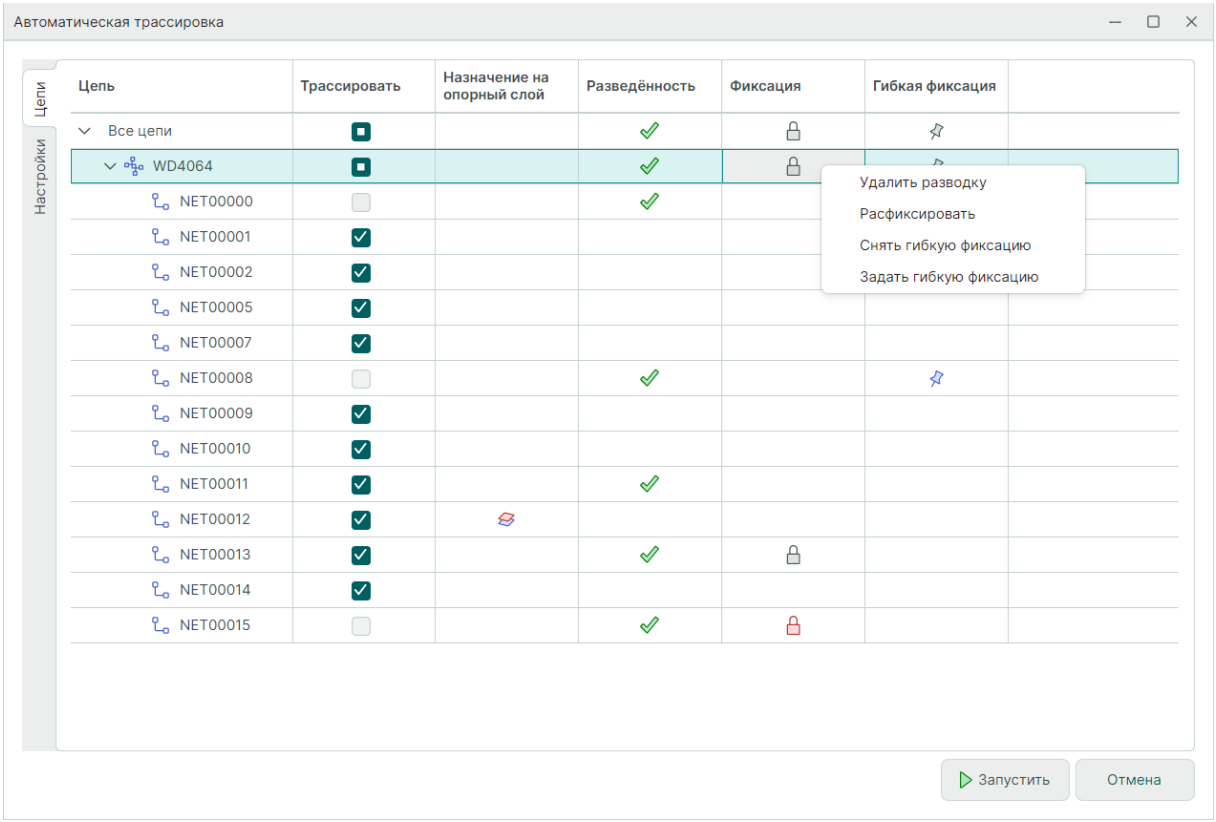


Рис. 465 Управление состоянием трассировки и фиксации

Вкладка «Настройки» содержит информацию о текущих настройках автоматической трассировки, см. Рис. 466.

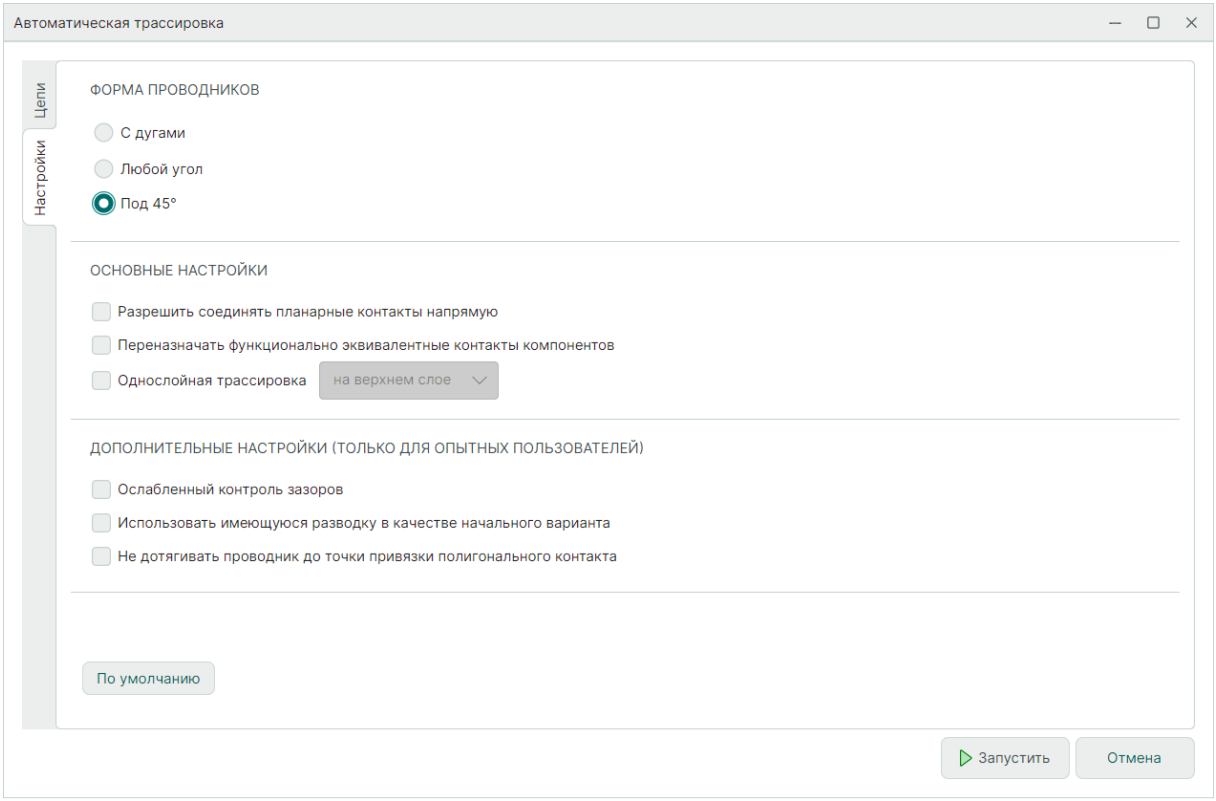


Рис. 466 Вкладка «Настройки»

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 подвижки 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. 467.

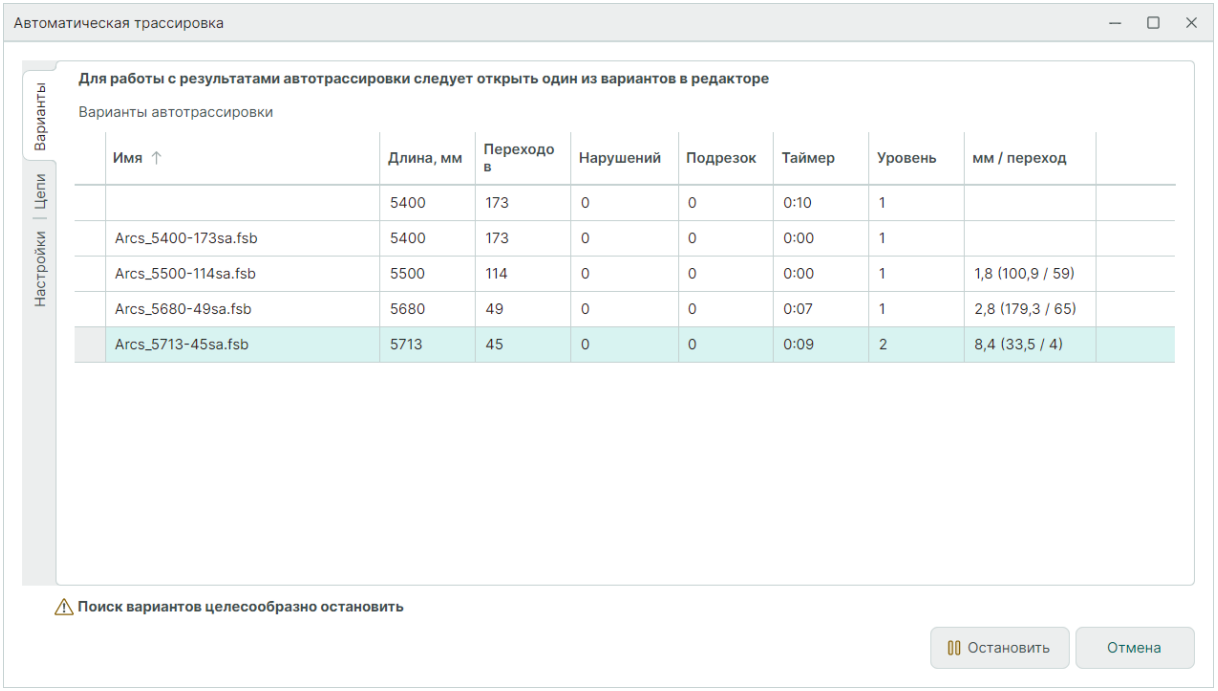


Рис. 467 Вкладка «Варианты»

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. 468.

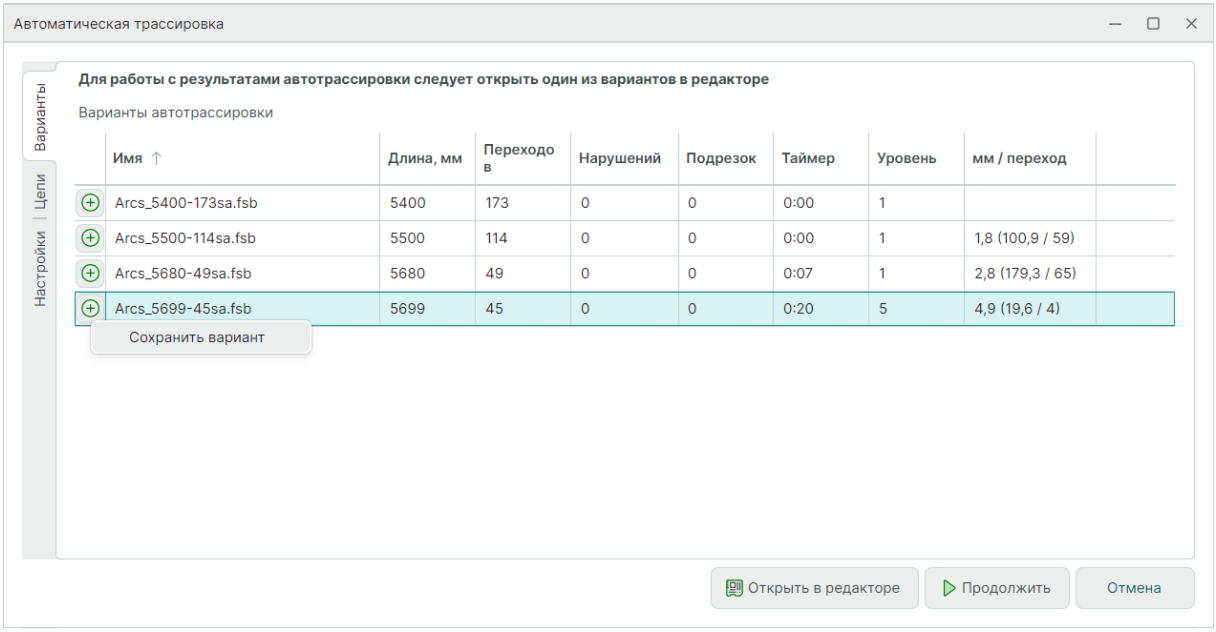


Рис. 468 Сохранение варианта автотрассировки

После сохранения варианта в дереве проекта в разделе «Плата» отображается новый вариант платы с выбранной трассировкой см. Рис. 469.

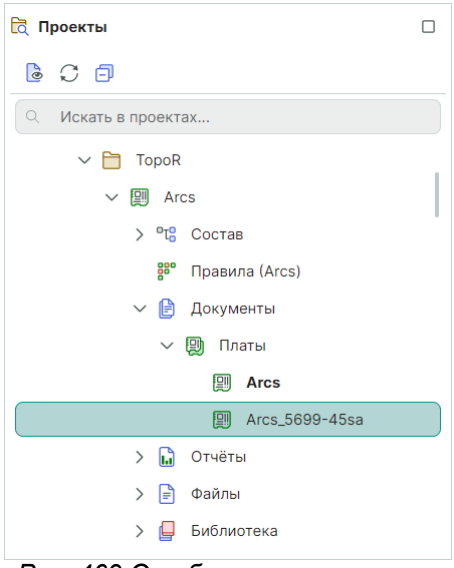


Рис. 469 Отображение варианта платы в дереве проекта

12.4 Преобразование проводников в области металлизации

Данная функция полезна для силовых плат.

Для преобразования проводников в области металлизации (полигоны) на плате после размещения треков запустите инструмент «Преобразовать проводники в области металлизации».

При выборе пункта меню «Преобразовать проводники в области металлизации» отображается окно, см. Рис. 470.

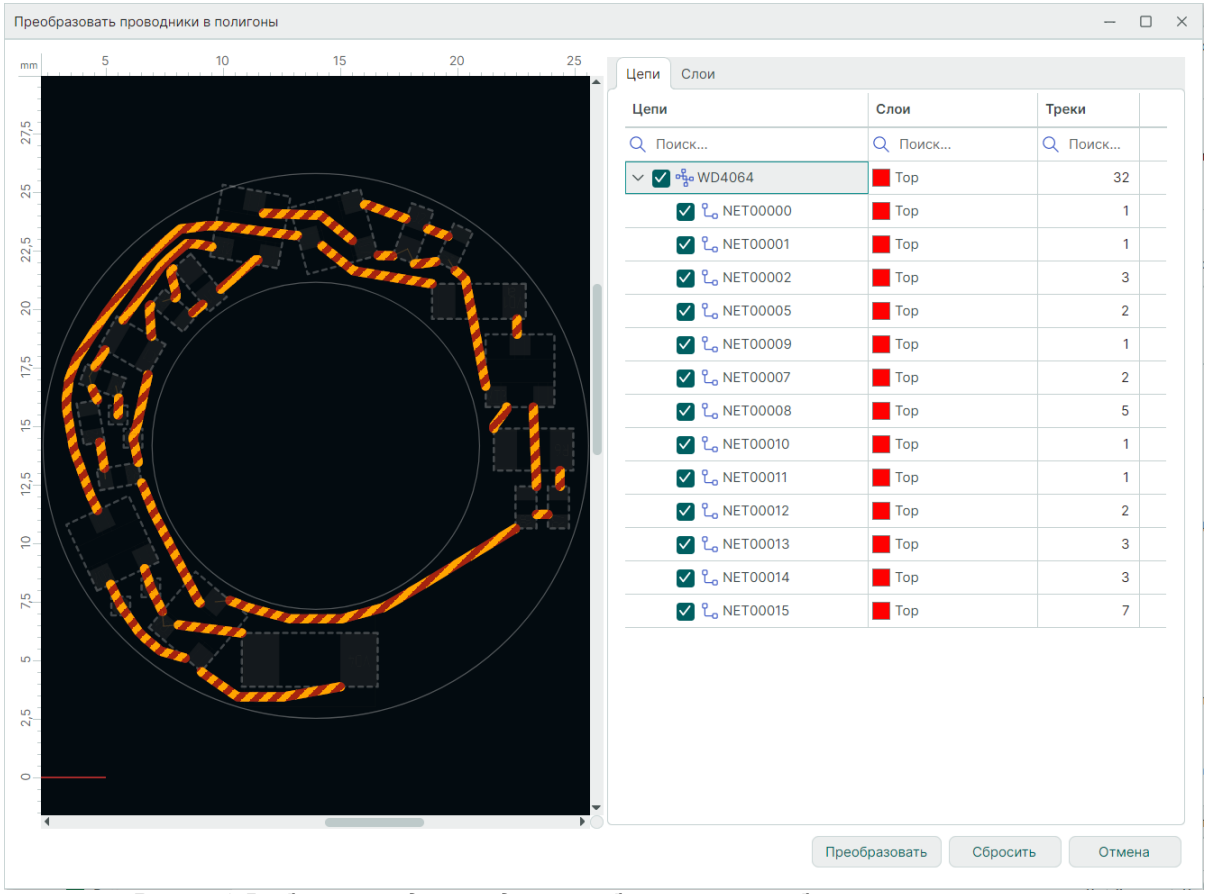


Рис. 470 Выбор проводников для преобразования в области металлизации

Выберите проводники, сгруппированные по цепям во вкладке «Цепи» или по слоям во вкладке «Слои».

Преобразование происходит после нажатия кнопки «Преобразовать», см. Рис. 471.

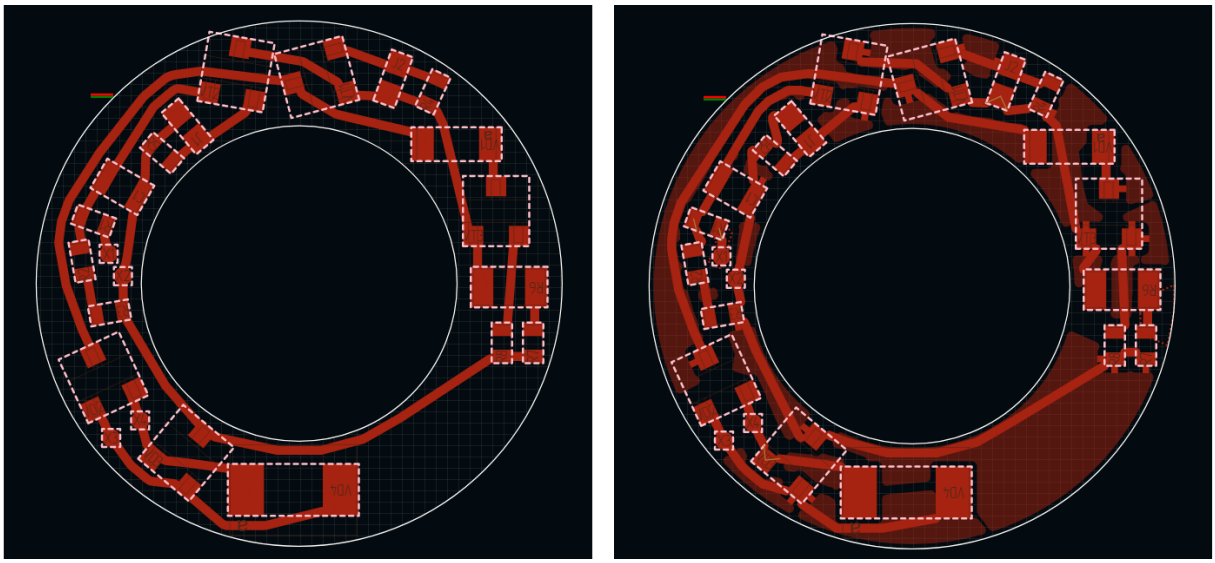


Рис. 471 Вид проводников до преобразования (слева) и после преобразования (справа) в области металлизации

12.5 Настройки режима «TopoR»

При выборе в главном меню «TopoR» → «Настройки TopoR...» отображается вложенная часть меню с опциями, см. Рис. 472.

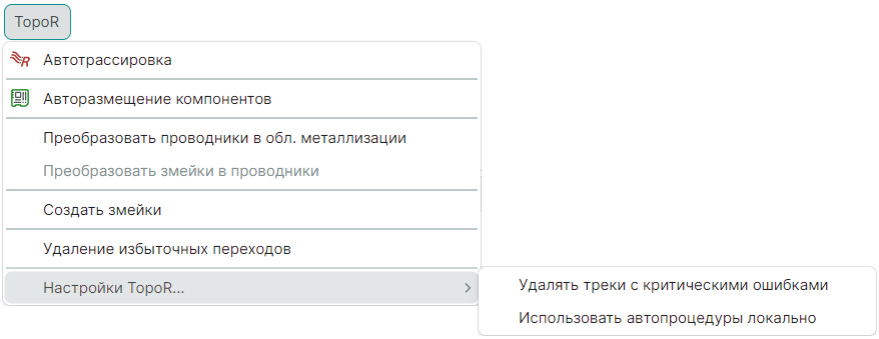


Рис. 472 Настройки TopoR

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 «TopoR»

После переключения в режим «TopoR» на панели инструментов «TopoR» доступны:

1. Режим «Freestyle» для ручного перемещения проводников, см. Рис. 473.

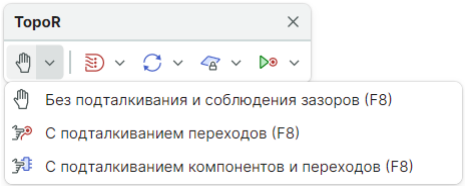


Рис. 473 Опции режима Freestyle

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. 474.

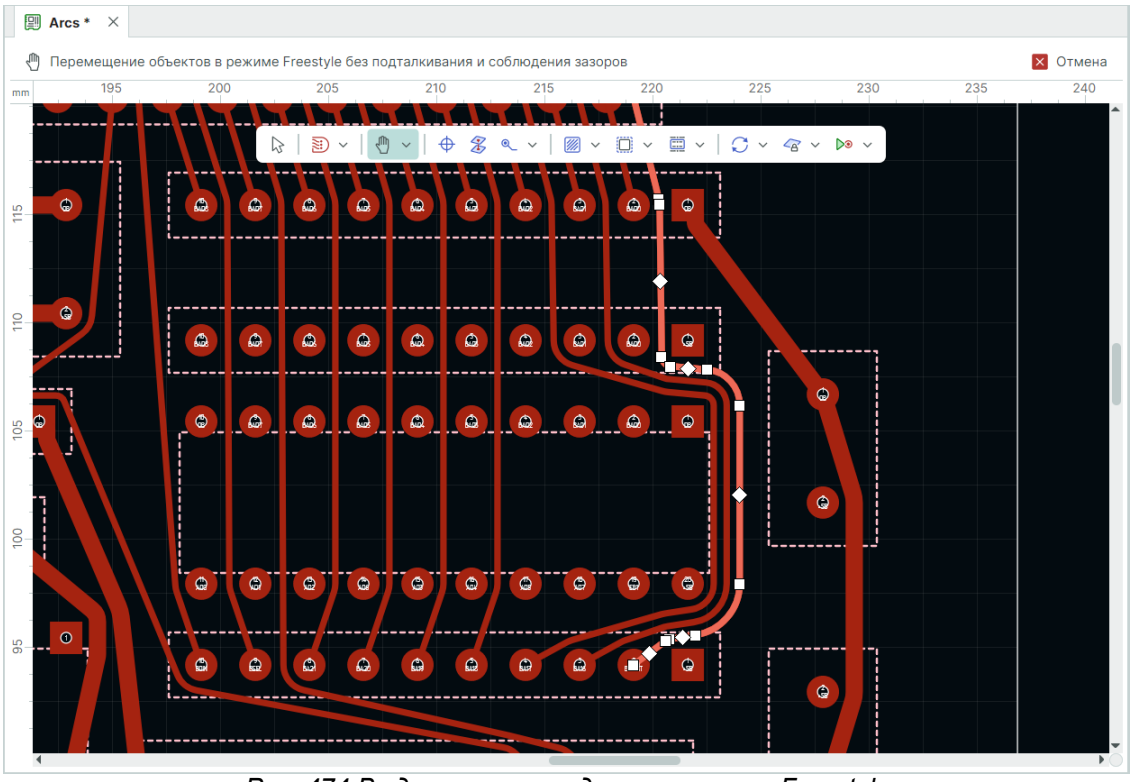


Рис. 474 Выделение проводника в режиме Freestyle

1.2. Выберите точку на проводнике и направление вектора перемещения, см. Рис. 475.

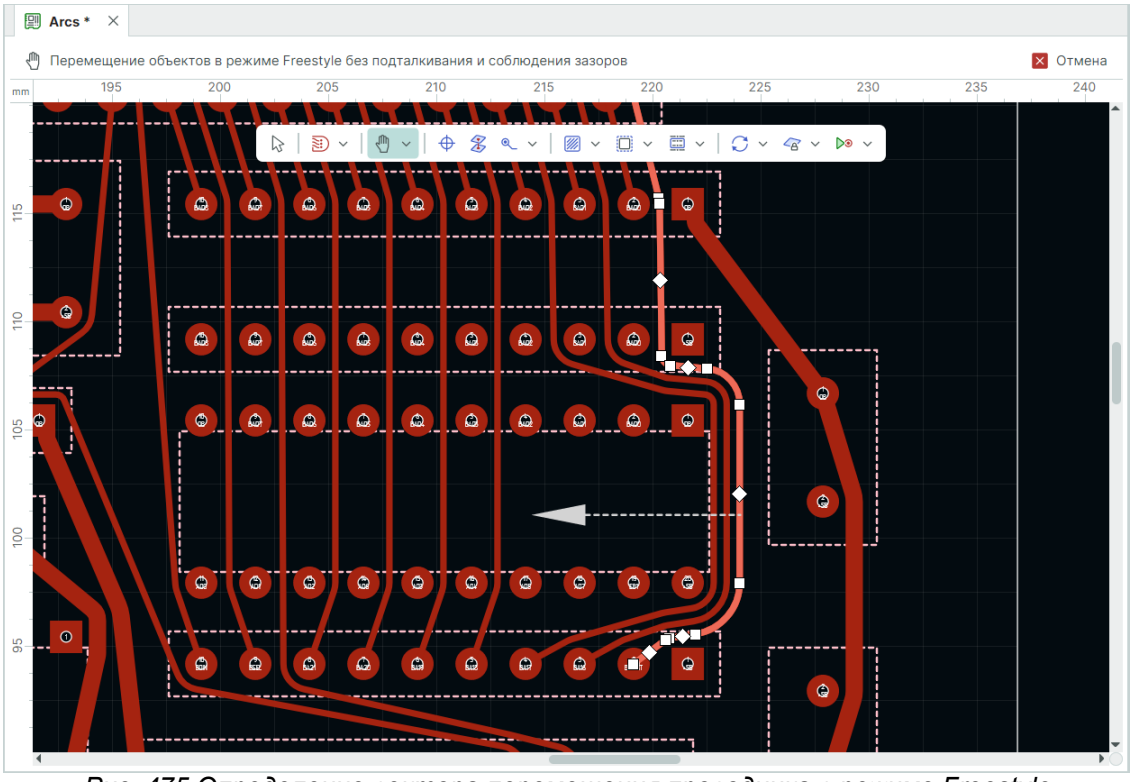


Рис. 475 Определение вектора перемещения проводника в режиме Freestyle

1.3. После отпускания кнопки мыши выделенный проводник и проводники перед ним будут переброшены за контакты, см. Рис. 476.

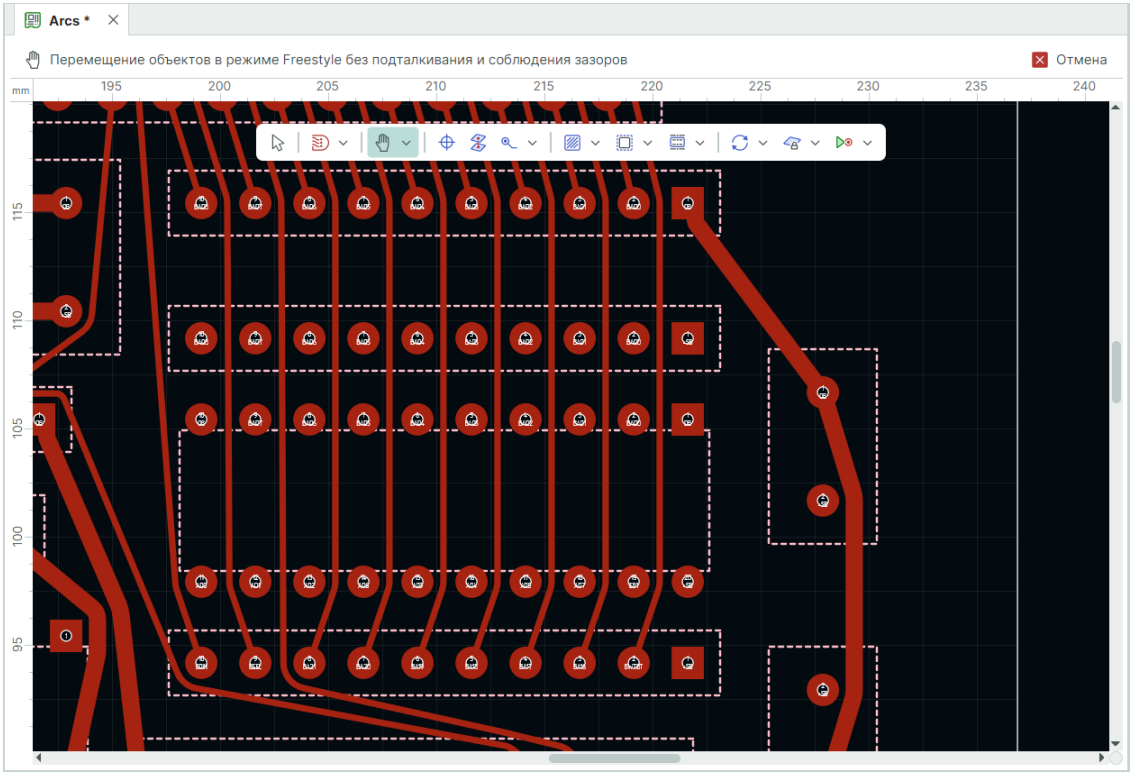


Рис. 476 Перемещение проводников в режиме Freestyle

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 «TopoR», но и любого другого. Оптимальная форма проводников после каждого перемещения вычисляется автоматически.

2. Автопроцедура расчета формы проводника, см. Рис. 477.

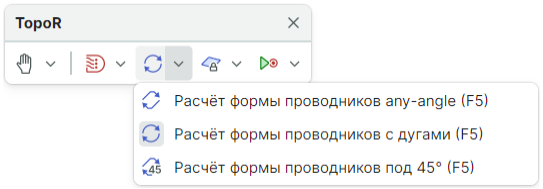


Рис. 477 Выбор формы проводника

- 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°.

В режиме «TopoR» перед запуском автопроцедуры расчета формы проводника так же можно управлять опцией «Контролировать» / «КП: контролировать» для оптимизации подключения проводника к КП.

3. Автопроцедура перекладки проводника, см. Рис. 478.

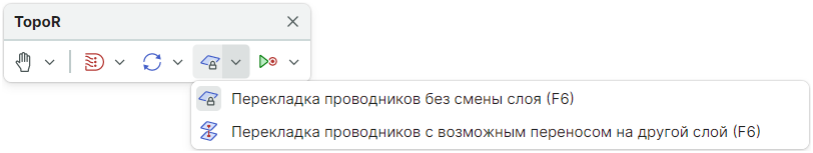


Рис. 478 Варианты перекладки проводников между слоями

- 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. 479.

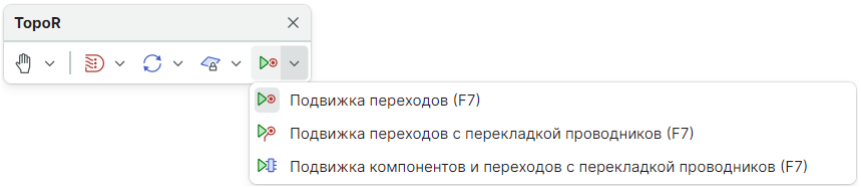


Рис. 479 Варианты подвижки переходов

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. 480. Скопированный объект будет отображен под курсором и будет следовать за ним до его размещения.

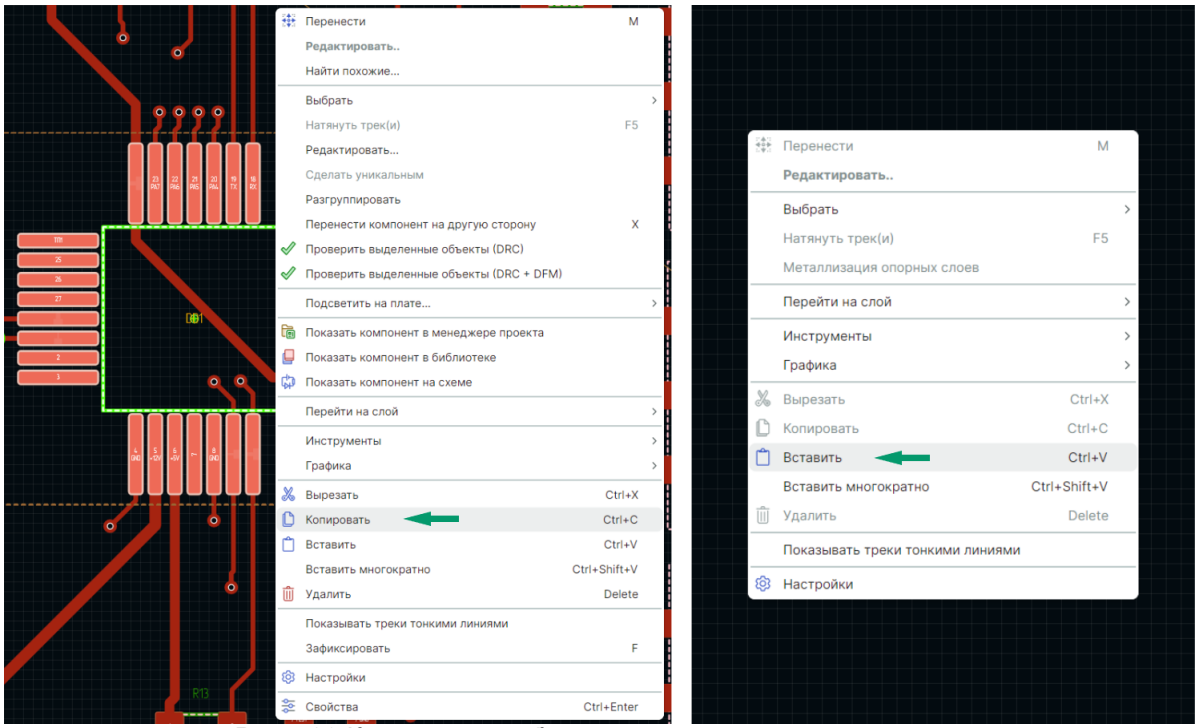


Рис. 480 Копирование объектов через контекстное меню

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. 481. Скопированный объект будет отображен под курсором и будет следовать за ним до его размещения.

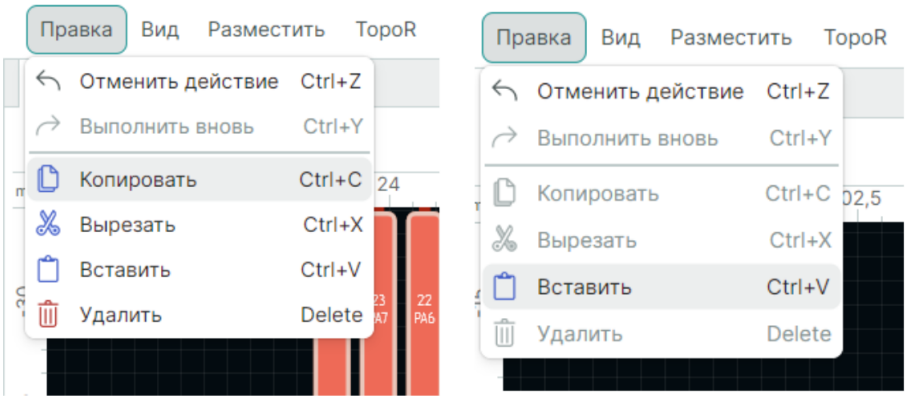


Рис. 481 Копирование объектов через главное меню

После размещения скопированных объектов при использовании любого из способов копирования, будет открыто окно «Соответствие элементов», см. Рис. 482. В окне отображаются компоненты, которые скопированы (колонка «Исходный объект») и те, которые будут вставлены (колонка «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.

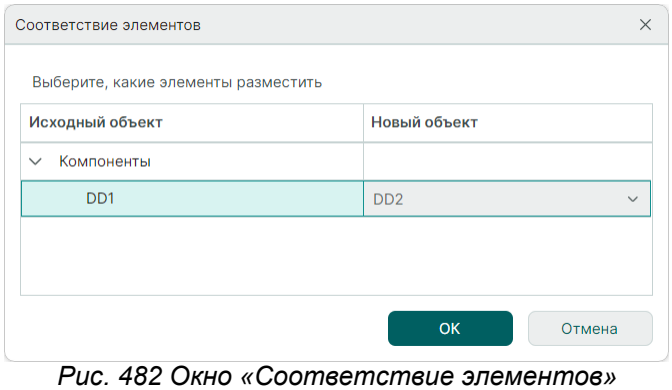


Рис. 482 Окно «Соответствие элементов»

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. 483.

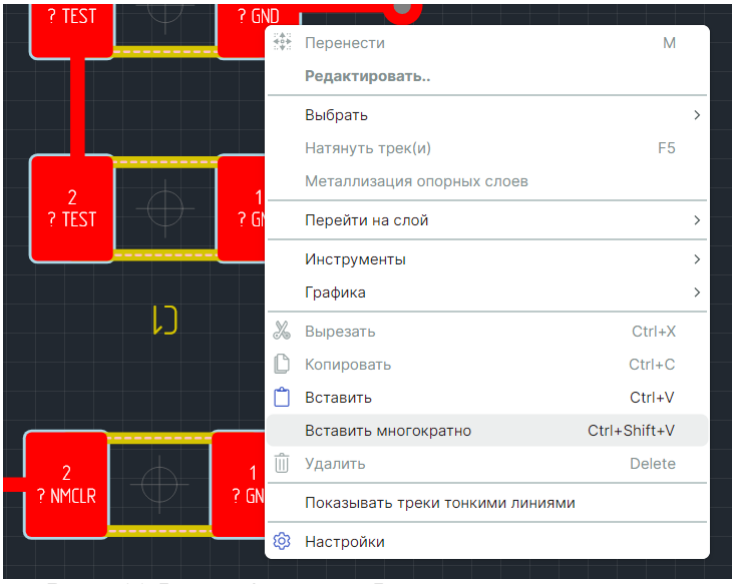


Рис. 483 Вызов функции «Вставить многократно»

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. 484. Копию выделенных сегментов трека можно получить, перемещая объект при нажатой клавише «Ctrl».

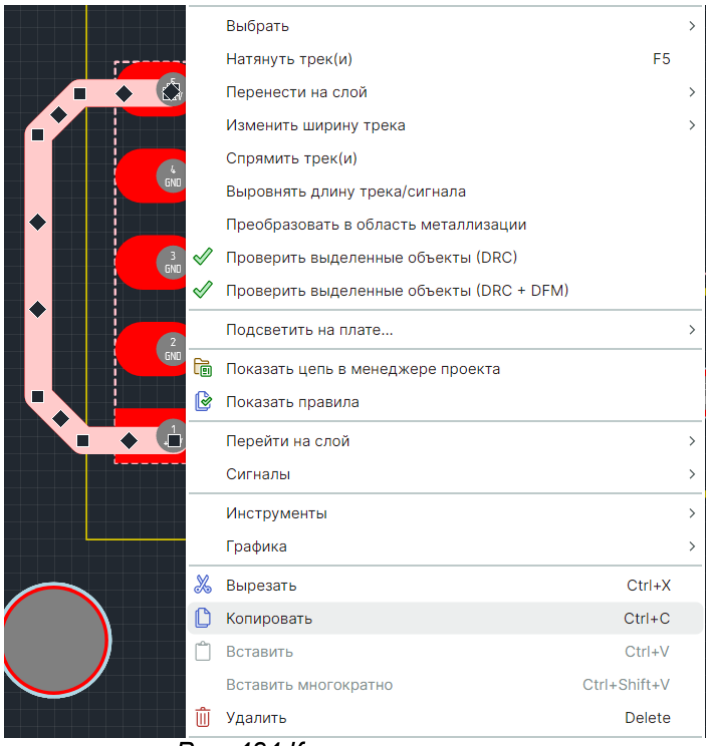


Рис. 484 Копирование трека

3. Перейдите к нужному месту платы, в том числе на другой проводящий слой и воспользуйтесь пунктом «Вставить» контекстного меню или используйте горячие клавишы «Ctrl+V», см. Рис. 485.

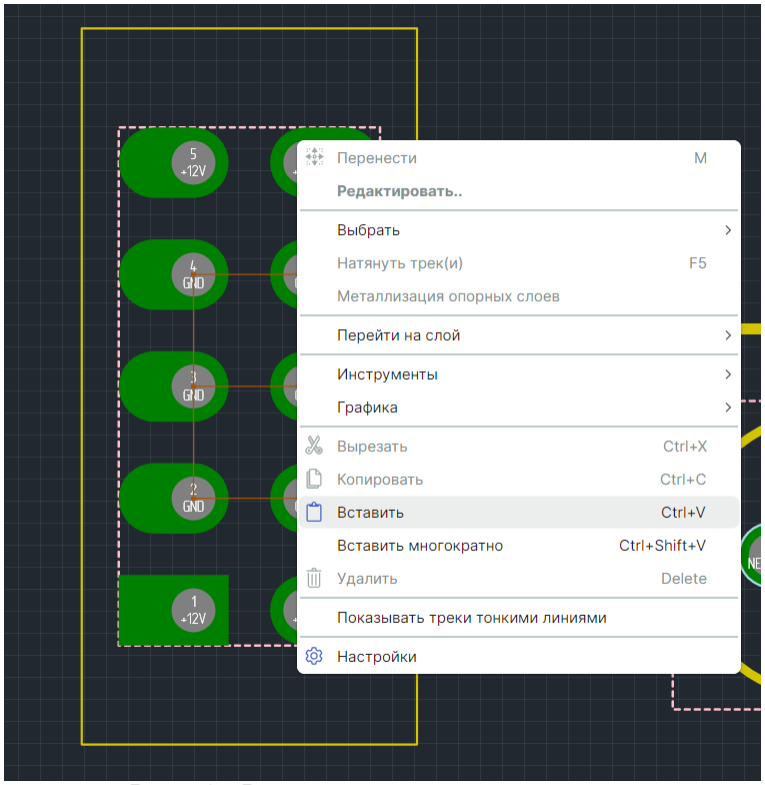


Рис. 485 Вставка скопированного трека

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. 486.

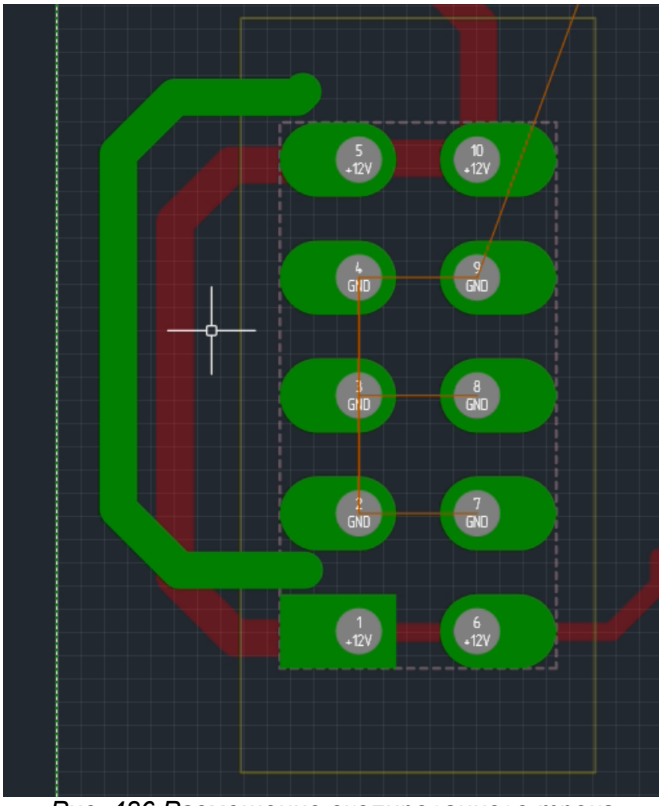


Рис. 486 Размещение скопированного трека

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. 487.

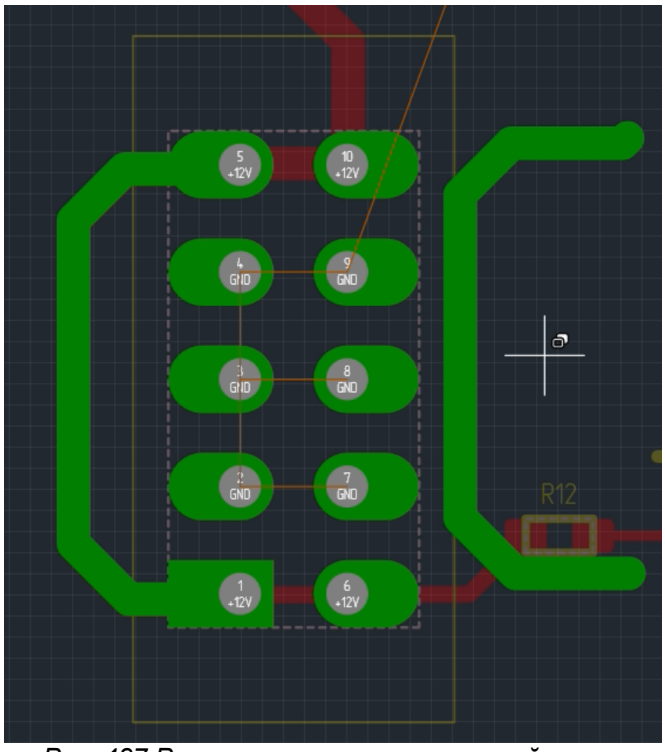


Рис. 487 Размещение нескольких копий трека

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. 488.

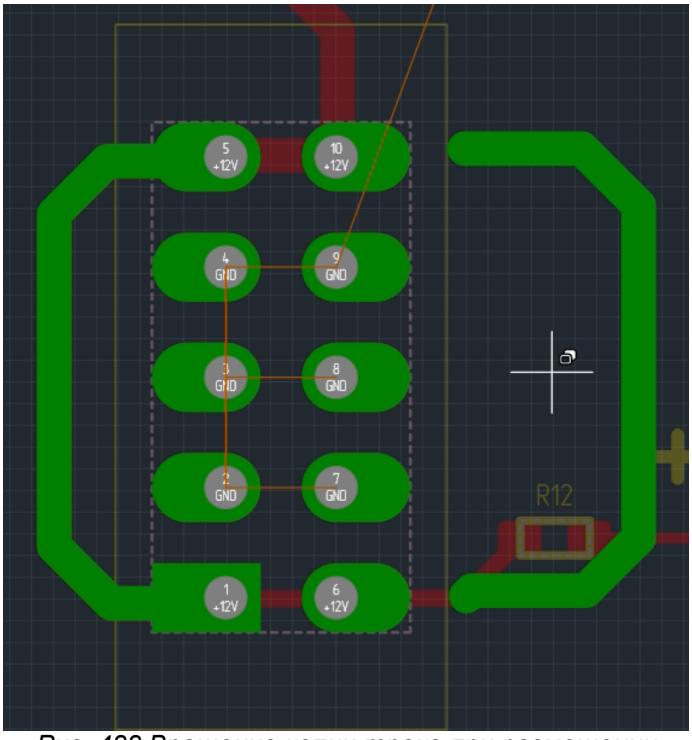


Рис. 488 Вращение копии трека при размещении

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. 489.

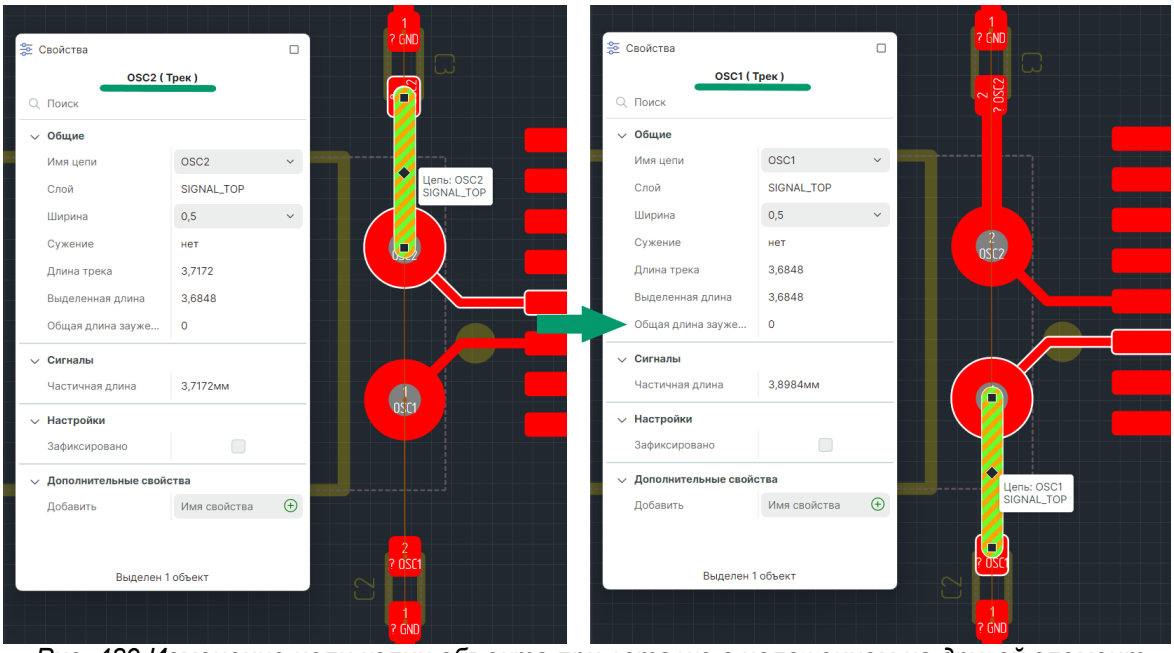


Рис. 489 Изменение цепи копии объекта при вставке с наложением на другой элемент печатного монтажа

13.3 Копирование посадочных мест компонентов

Копирование посадочных мест выполняется аналогично копированию треков 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. 490. При одновременном копировании нескольких посадочных мест соответствие должно быть установлено для каждого из них.

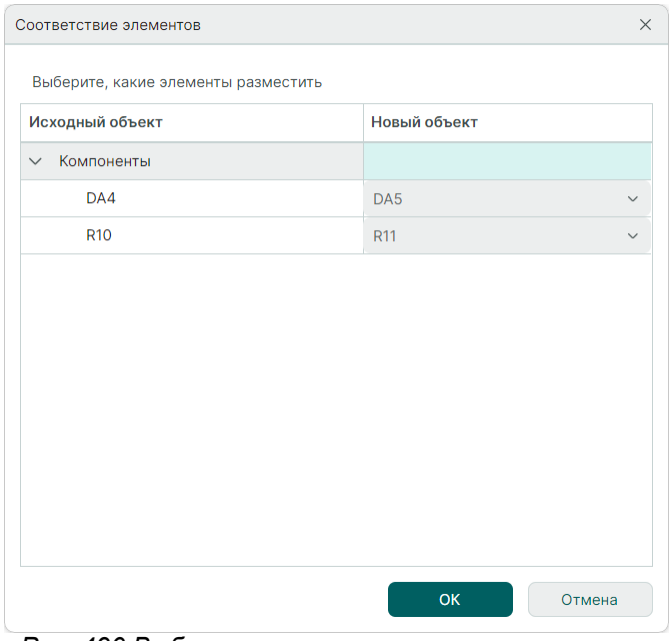


Рис. 490 Выбор компонента, соответствующего копии посадочного места

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. 491.

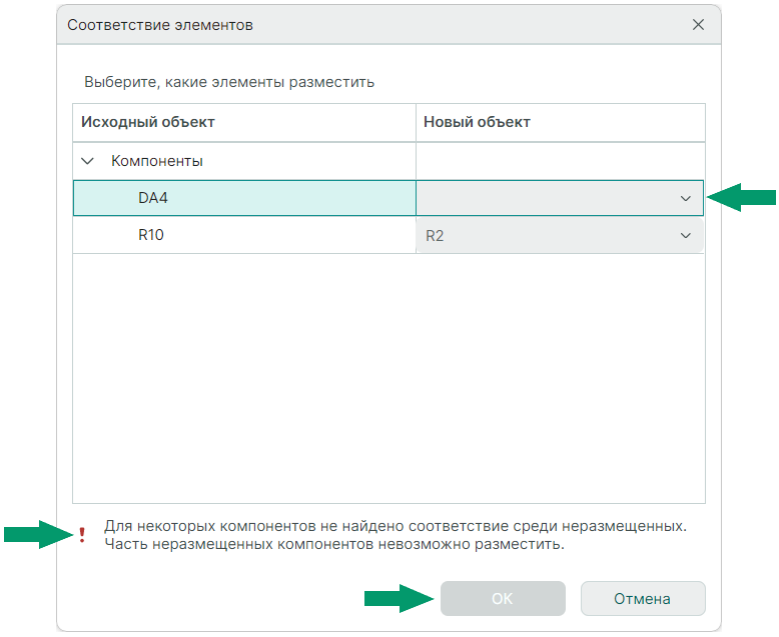


Рис. 491 Запрет копирования при отсутствии соответствия для копий

13.4 Совместное копирование треков и компонентов

Копирование компонентов с подключенными треками в целом аналогично копированию посадочных мест компонентов.

Следует учесть, что при размещении на плате копии компонентов и треков для копий треков 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 треков 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 треков не будут назначены цепи, и при проверке данные треке будут помечены как некорректные, см. Рис. 492.

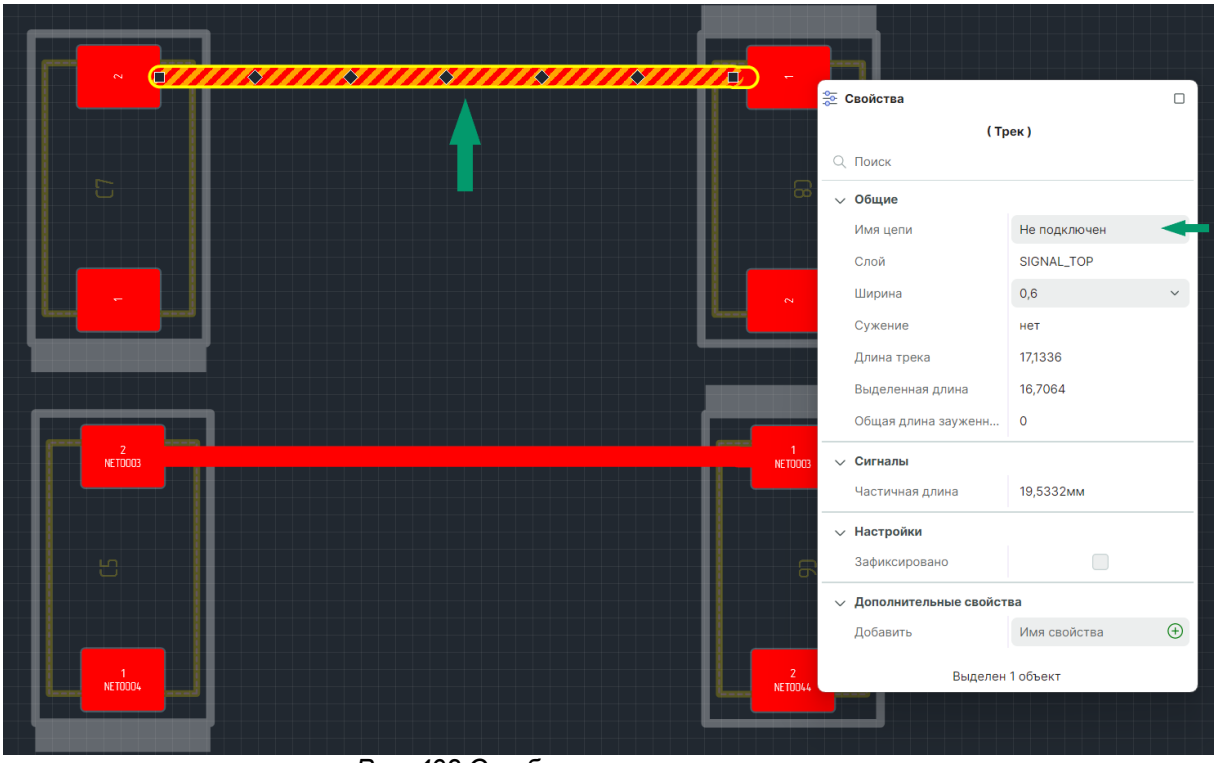


Рис. 492 Ошибка при размещении копии

13.5 Копирование прочих объектов

Копирование прочих объектов (таких как переходные, монтажные отверстия и реперные точки) выполняется аналогично копированию треков.

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

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. 493.

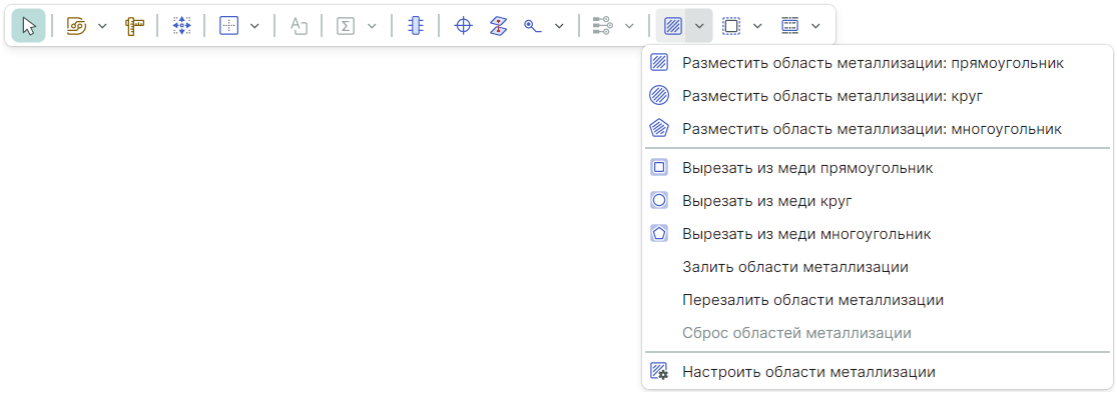


Рис. 493 Включение инструмента «Разместить область металлизации» из встроенной панели редактора с выбором формы контура

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. 494.

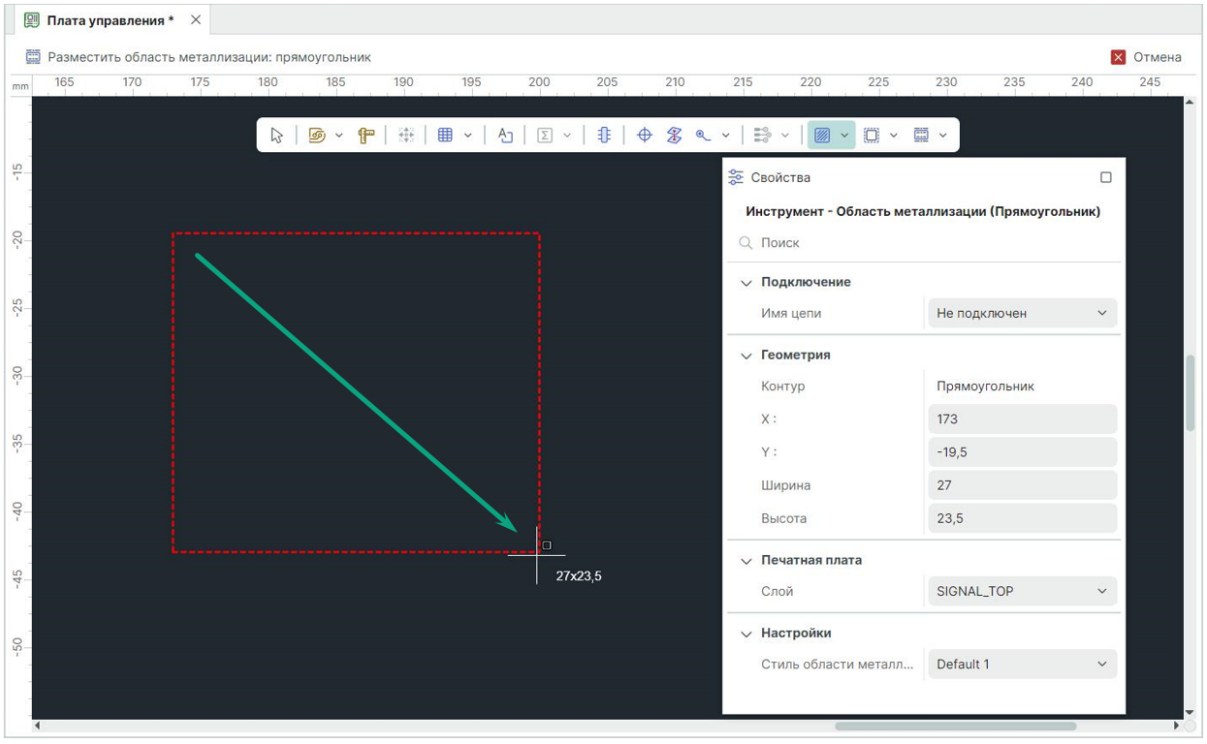


Рис. 494 Построение области металлизации с контуром прямоугольник и свойства инструмента

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. 495.

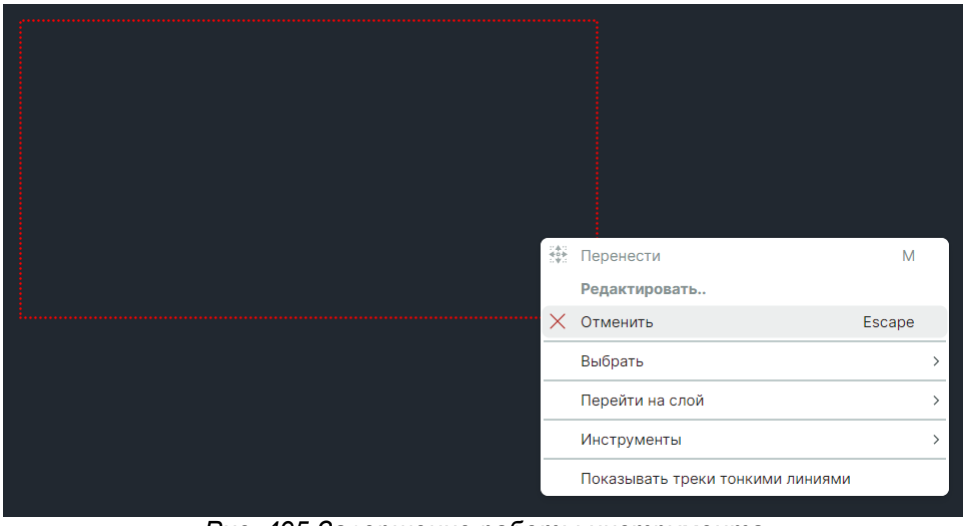


Рис. 495 Завершение работы инструмента

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. 496.

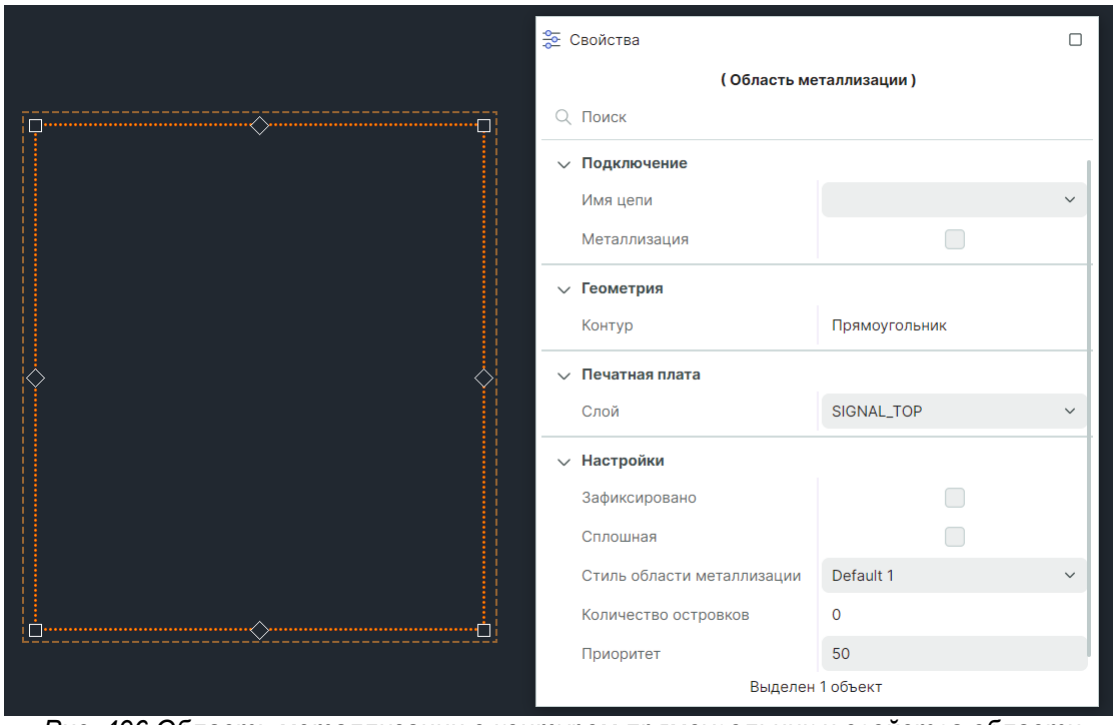


Рис. 496 Область металлизации с контуром прямоугольник и свойства области металлизации

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.

14.3 Особенности размещения областей металлизации

14.3.1 Общие сведения о размещения областей металлизации

Для оптимизации создания областей металлизации в работе инструмента предусмотрены:

- Цветовая индикация границы размещаемой области.
- Режимы работы инструмента.
- Отмена сформированных участков границ.

14.3.2 Цветовая индикация границы

Области металлизации всегда располагаются на проводящих слоях печатной платы и отображаются цветом, который выбран для соответствующего слоя.

14.3.3 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 свойств, см. Рис. 497.

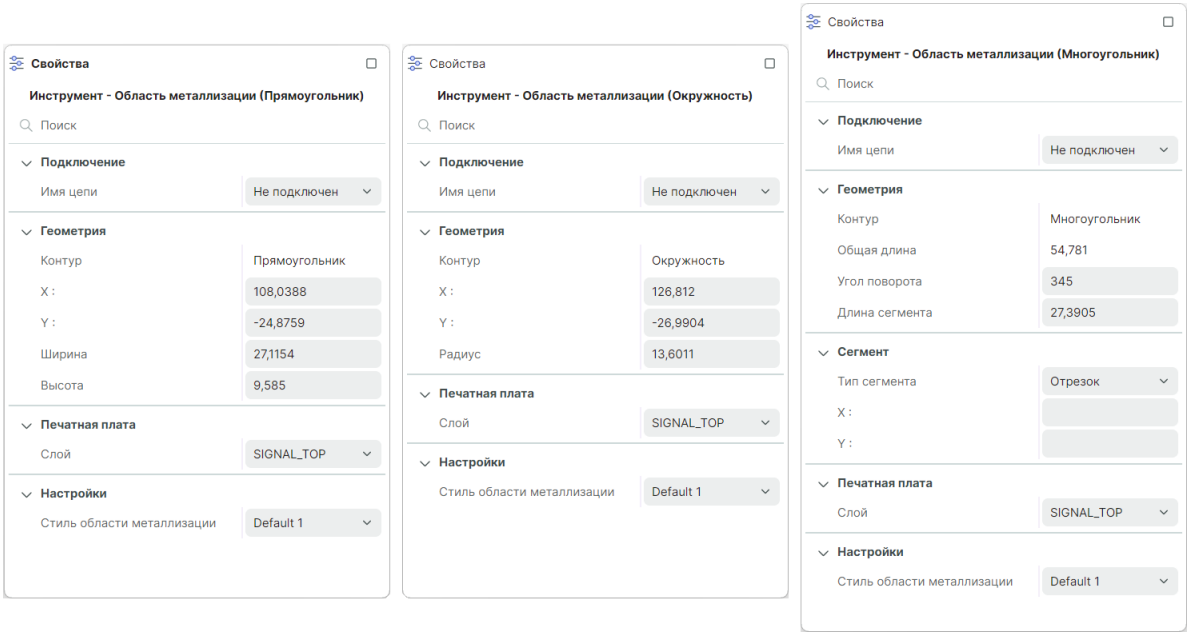


Рис. 497 Режимы инструмента «Область металлизации»

Группа «Подключение» – имя цепи, в состав которой входит область металлизации. Выбор цепи осуществляется из выпадающего списка соединений проекта.

Группа «Геометрия» – информация о форме контура области металлизации.

Группа «Сегмент» (для режима работы инструмента «Многоугольник») – информация о сегменте контура области металлизации. Выбор формы сегмента доступен из выпадающего списка встроенных форм: отрезок, дуга, Безье.

Группа «Печатная плата» – слой, на котором расположена область металлизации. Выбор слоя осуществляется из выпадающего списка.

Группа «Настройки» – стиль области металлизации. Выбор стиля области металлизации из выпадающего списка определенных стилей настраиваемых параметров.

Построение границы области металлизации аналогично построению границы региона.

14.3.4 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».

14.4 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. 498.

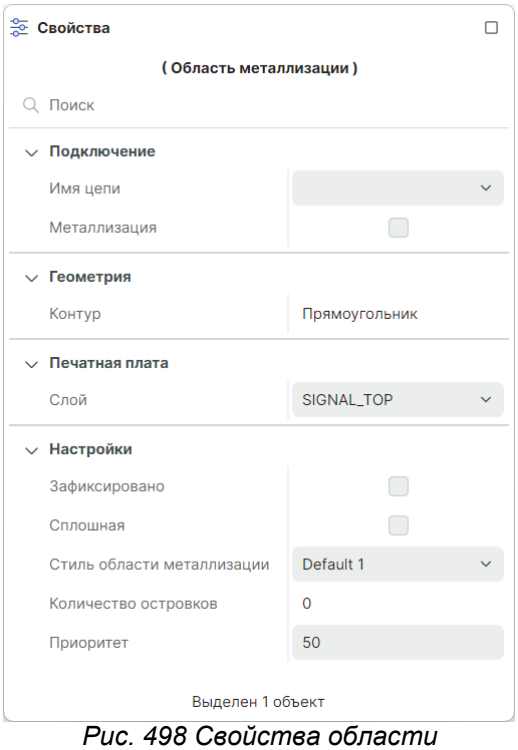


Рис. 498 Свойства области металлизации

Группа «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.

Группа «Геометрия» – информация о форме контура области металлизации.

Группа «Печатная плата» – слой, на котором расположена область металлизации. Выбор слоя осуществляется из выпадающего списка.

Группа «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).

14.5 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. 499.

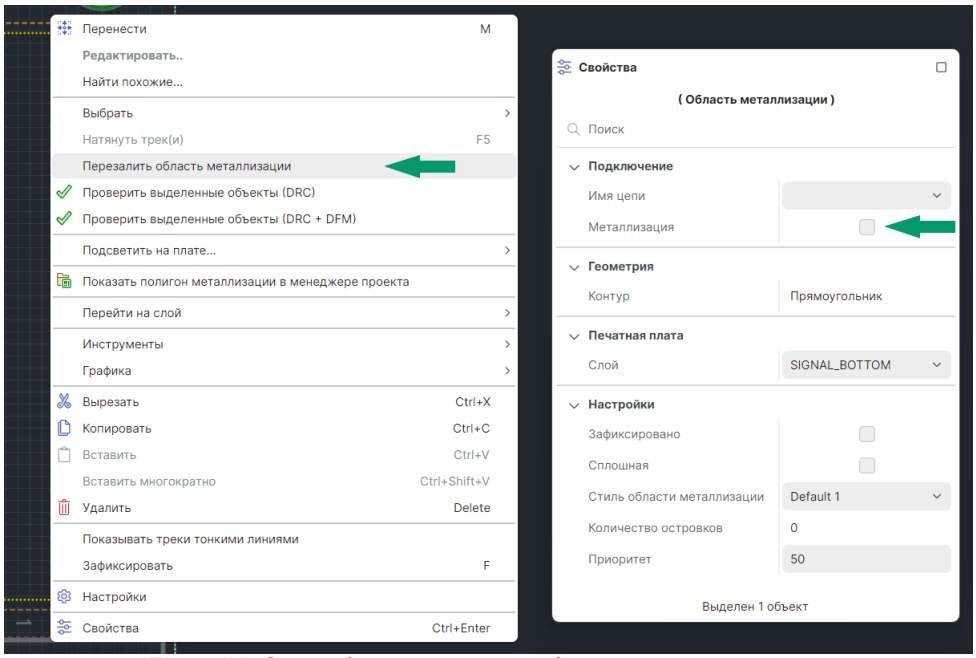


Рис. 499 Способы заполнения области металлизации

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. 500.

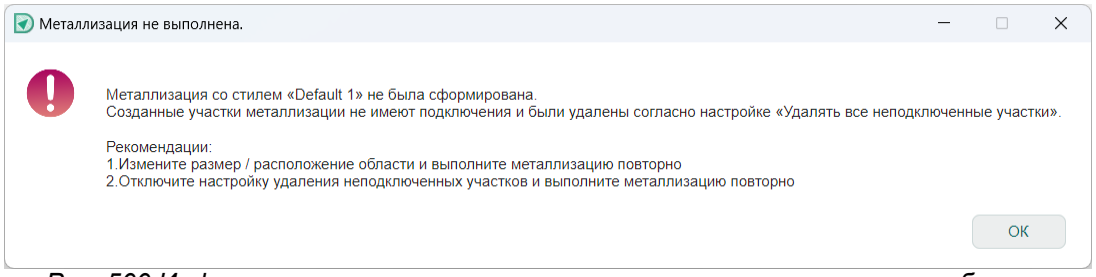


Рис. 500 Информационное окно о невозможности выполнения заливки области металлизации

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. 501.

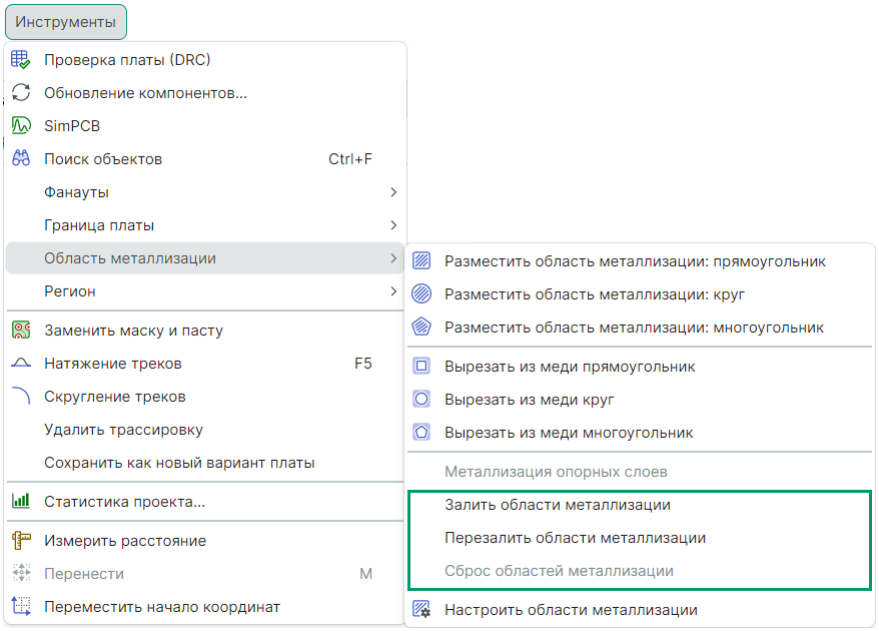


Рис. 501 Заливка, перезаливка и сброс всех областей металлизации платы

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.

14.6 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. 502.

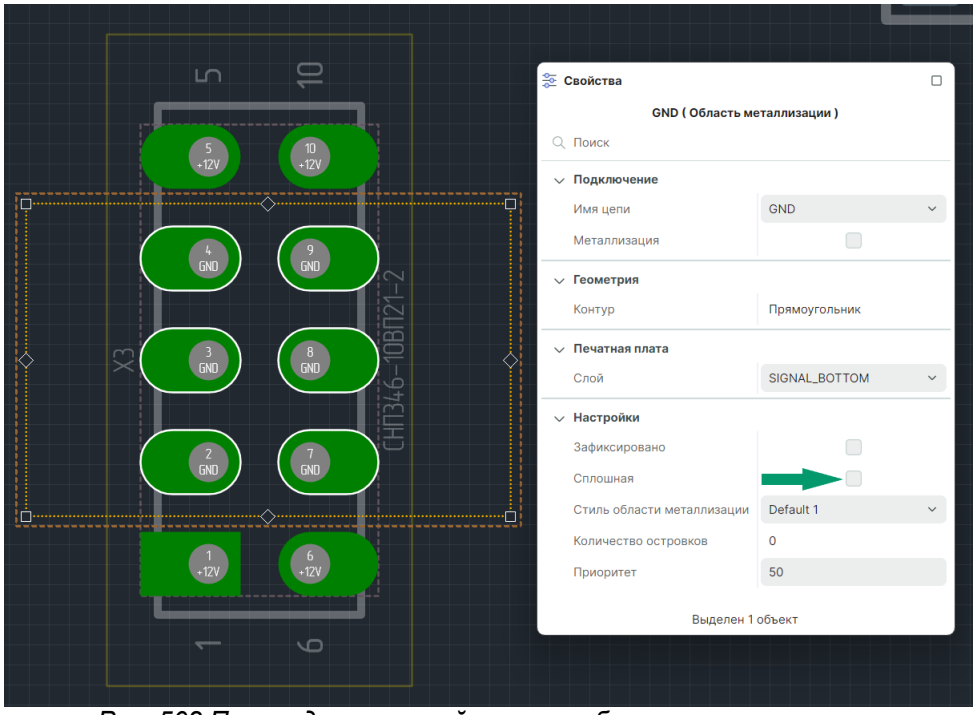


Рис. 502 Переход к сплошной заливке области металлизации

Пример отображения сплошной заливки области металлизации представлен на Рис. 503.

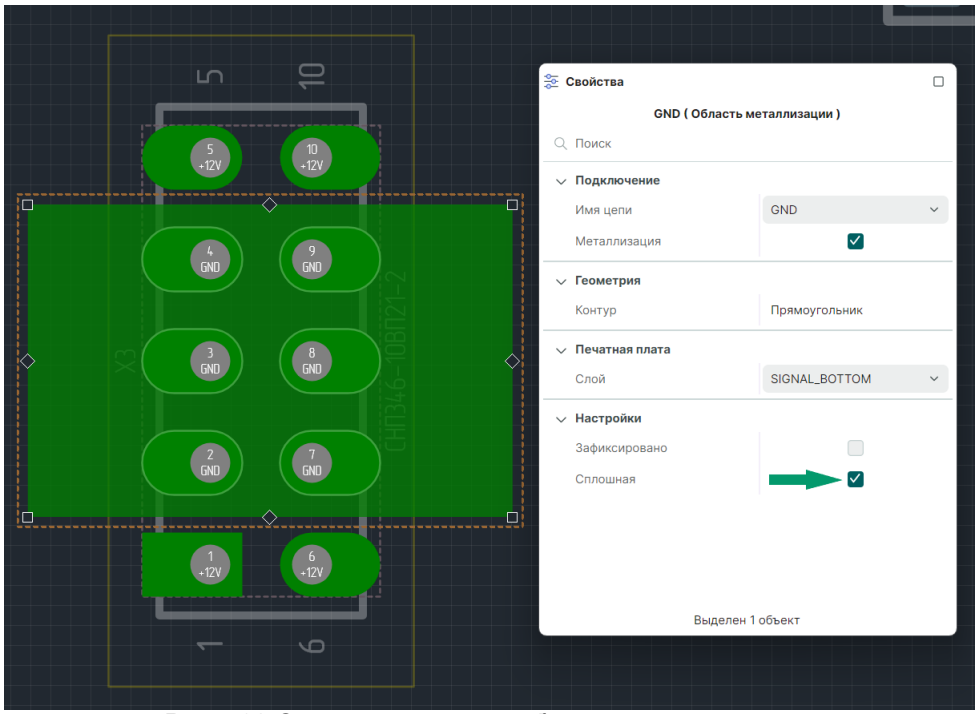


Рис. 503 Сплошная заливка области металлизации

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.

14.7 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. 504.

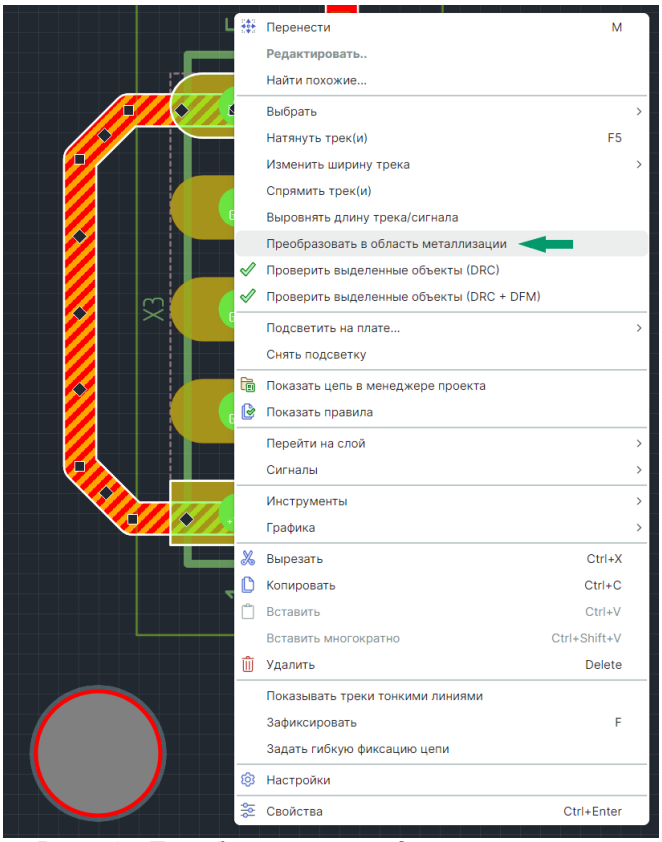


Рис. 504 Преобразование выделенного трека в область металлизации

14.8 Настройка параметров областей металлизации

14.8.1 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. 505.

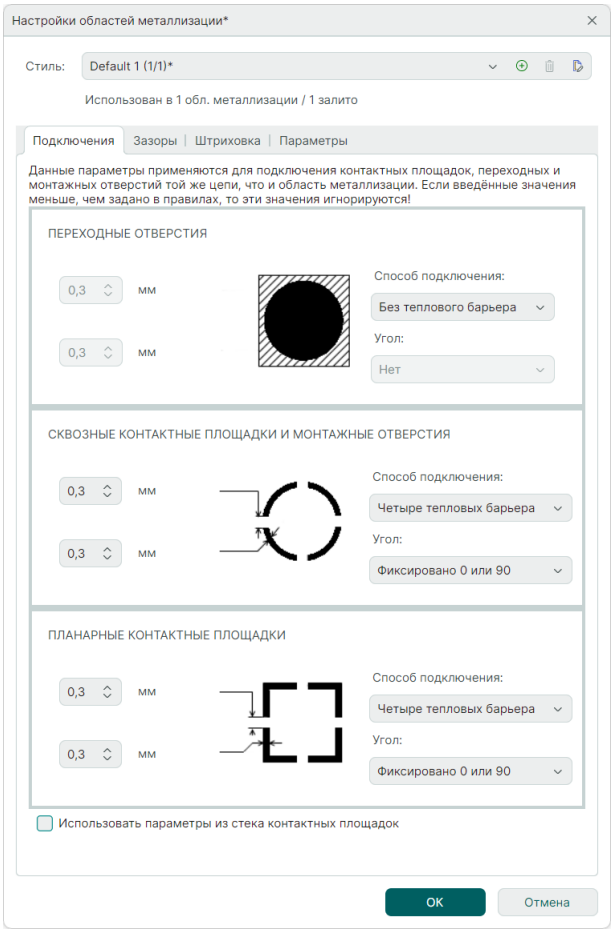


Рис. 505 Окно «Настройки областей металлизации»

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.

14.8.2 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. 506.

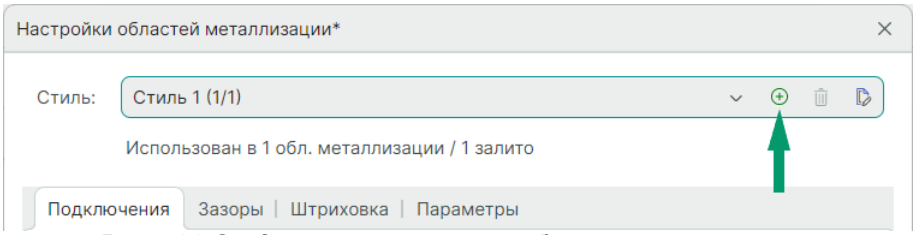


Рис. 506 Создание нового стиля области металлизации

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. 507.

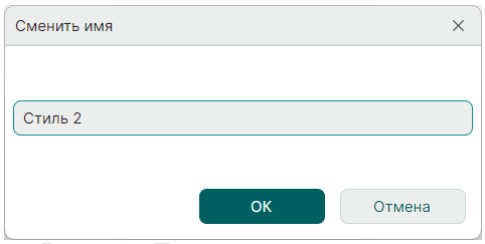


Рис. 507 Переименование стиля области металлизации

Для удаления стиля области металлизации выберите его с помощью выпадающего списка и нажмите символ , см. Рис. 508.

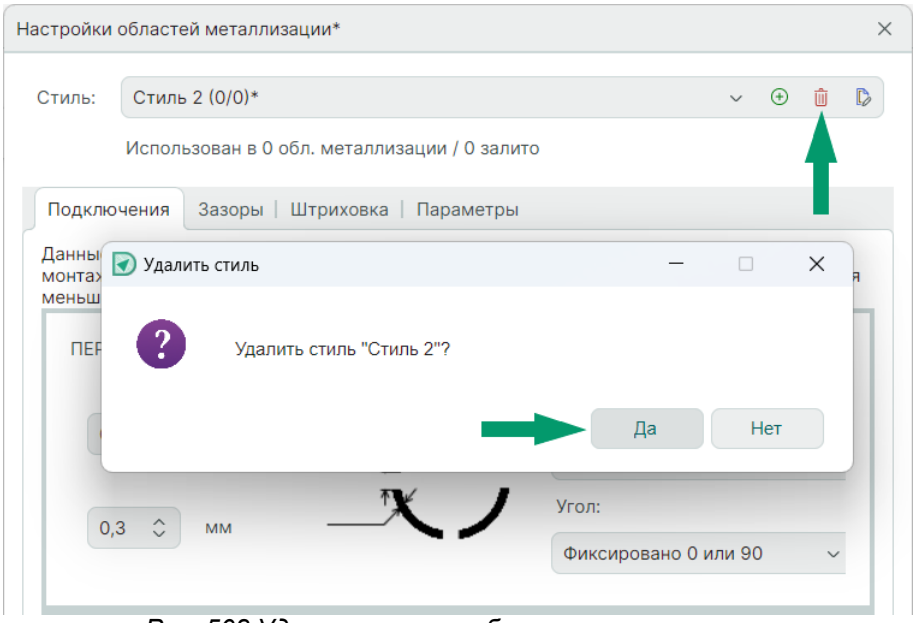


Рис. 508 Удаления стиля области металлизации

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.

14.8.3 Определение параметров области металлизации

14.8.3.1 Группировка параметров областей металлизации

Параметры областей металлизации в окне «Настройки областей металлизации» сгруппированы в следующие вкладки, см. Рис. 509:

- Подключения;
- Зазоры;
- Штриховка;
- Параметры.

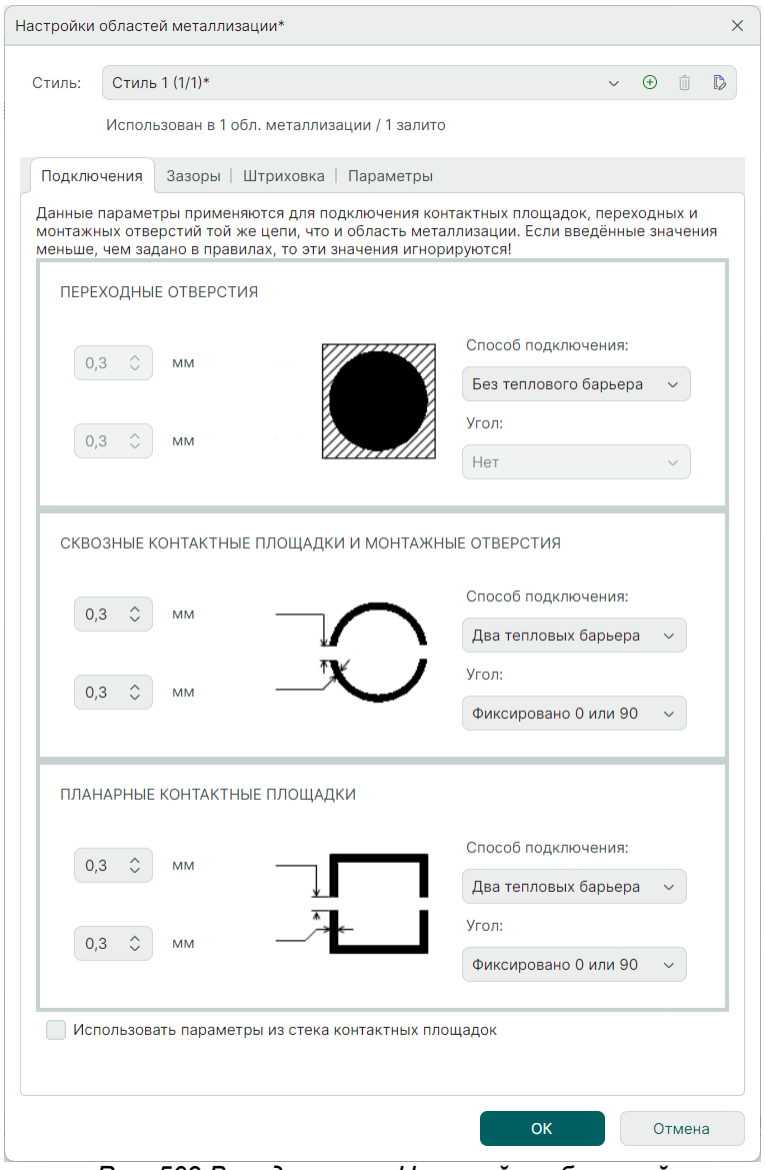


Рис. 509 Вкладки окна «Настройки областей металлизации»

Каждая вкладка предназначена для установки значений определенной группы параметров.

14.8.3.2 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. 510.

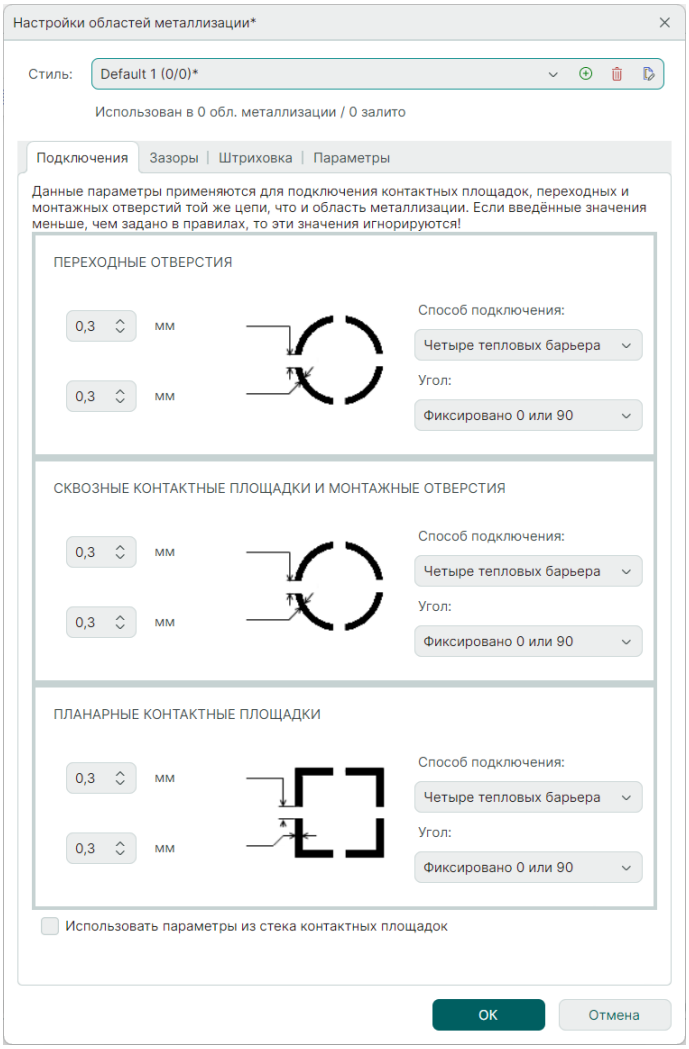


Рис. 510 Параметры термобарьеров по умолчанию

Тип термобарьера устанавливается с помощью выпадающего списка «Способ подключения», см. Рис. 511.

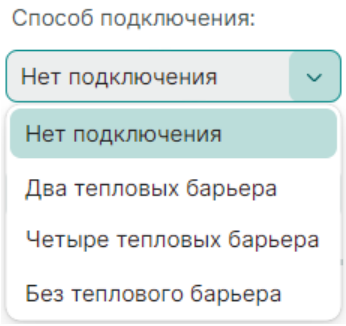


Рис. 511 Выбор типа подключения

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. 512.

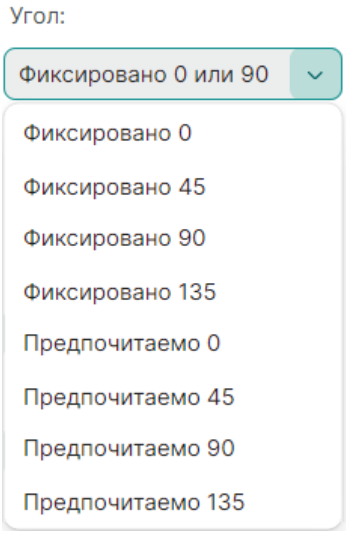


Рис. 512 Возможные варианты расположения «спиц» термобарьера

В левой части окна задаются размеры термобарьера: ширина «спиц» и ширина термобарьера, см. Рис. 513.

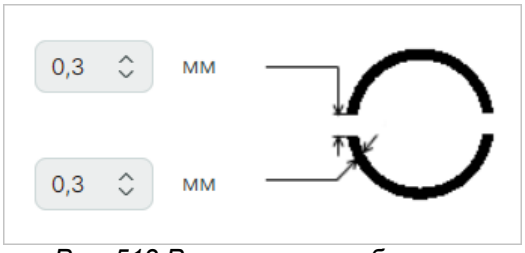


Рис. 513 Размеры термобарьера

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. 514.

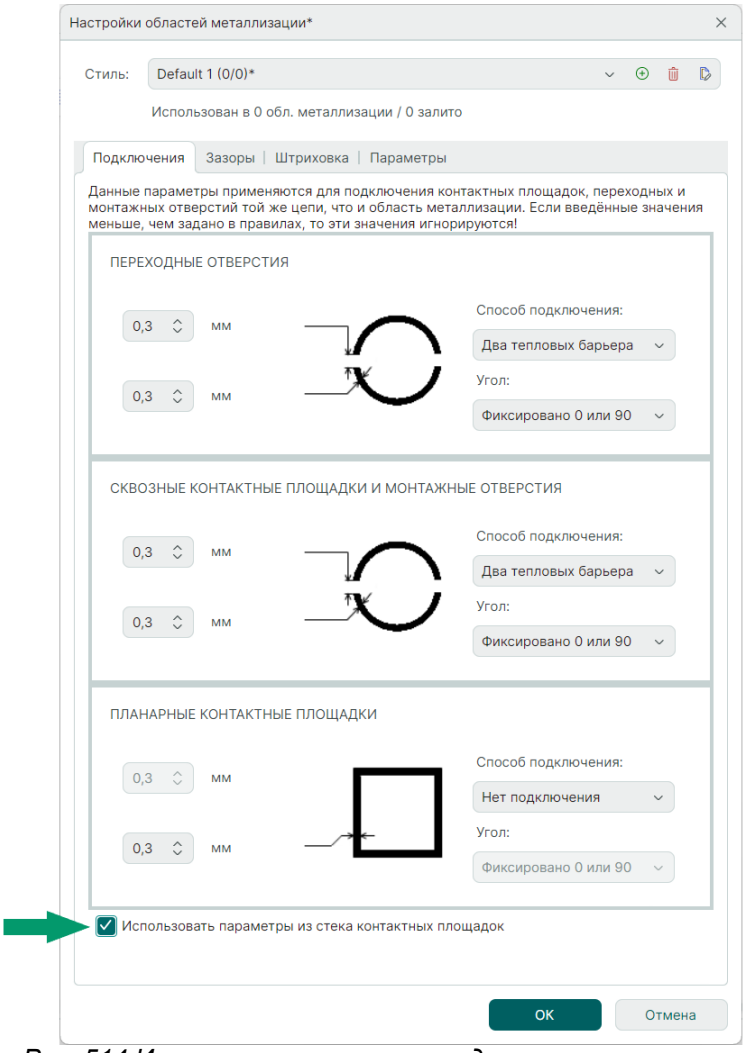


Рис. 514 Использование заранее заданных параметров термобарьеров

Совет! После изменения параметров в окне «Настройки областей металлизации» рекомендуется снять заливку всех областей металлизации и залить их повторно.

14.8.3.3 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. 515.

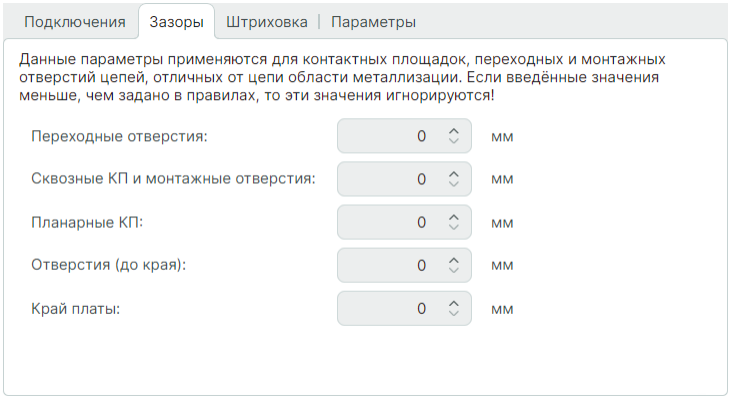


Рис. 515 Вкладка «Зазоры»

Совет! После изменения параметров в окне «Настройки областей металлизации» рекомендуется снять заливку всех областей металлизации и залить их повторно.

14.8.3.4 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. 516.

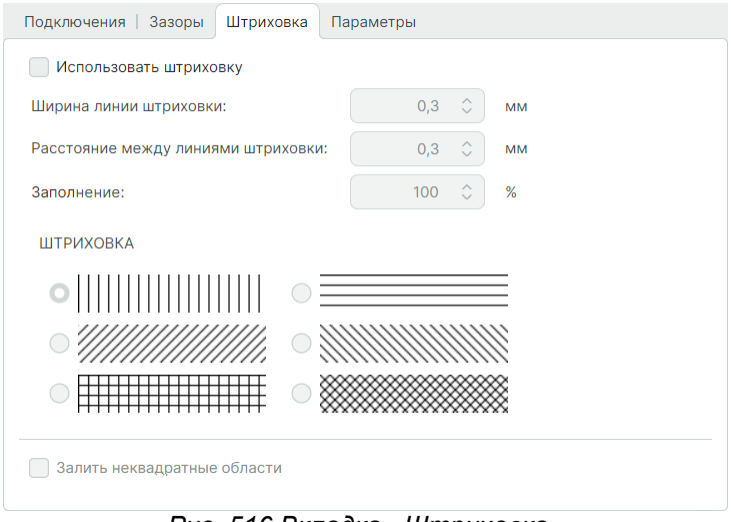


Рис. 516 Вкладка «Штриховка»

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. 517.

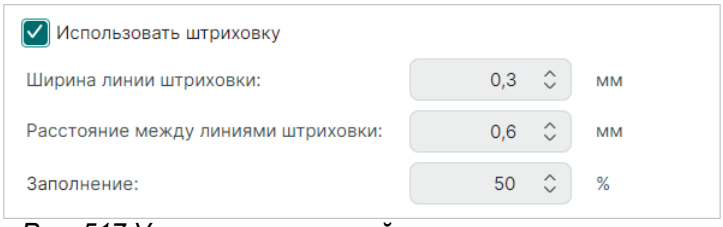


Рис. 517 Установка значений параметров штриховки

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. 518.

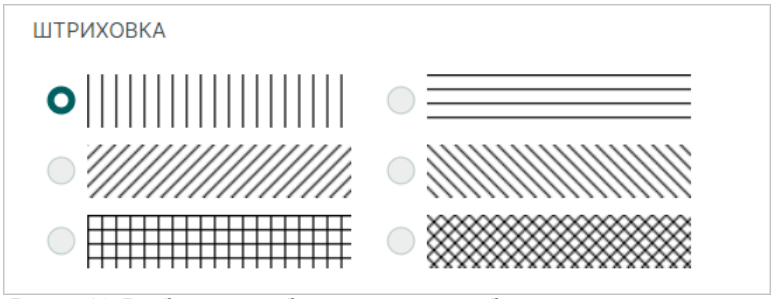


Рис. 518 Выбор способа заполнения области металлизации

На Рис. 519 приведен пример заполнения области металлизации одним из вариантов прямой штриховки с заданными параметрами.

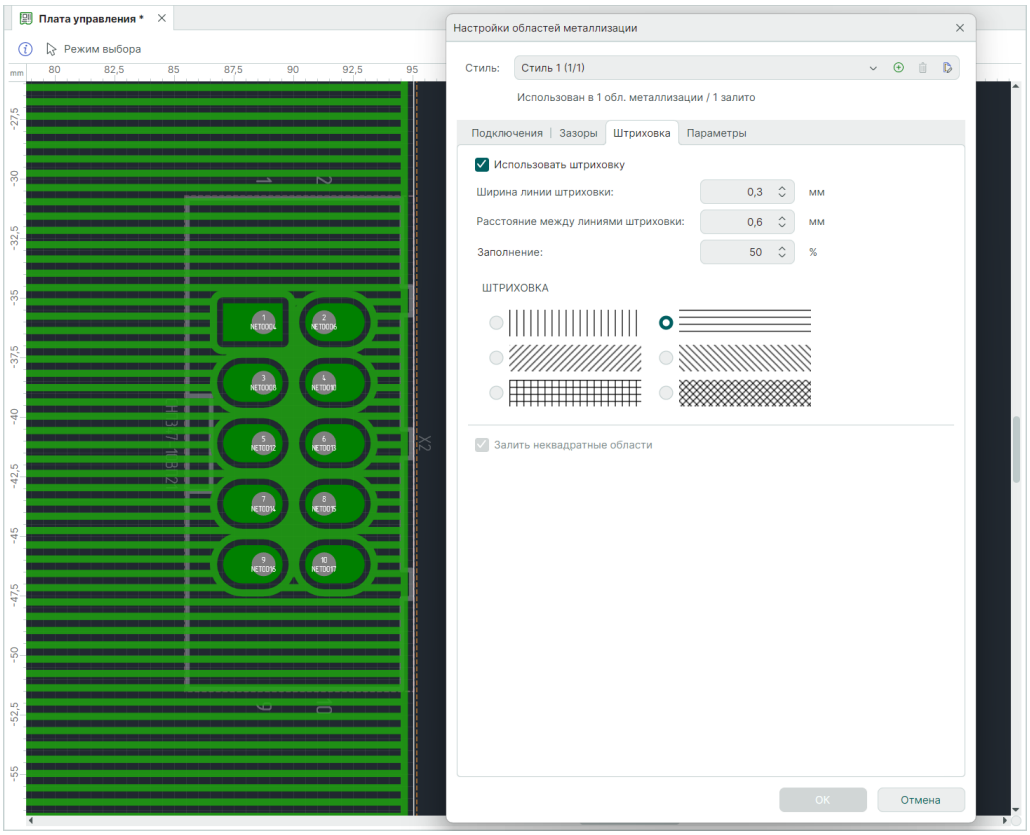


Рис. 519 Пример горизонтального штрихового заполнения области металлизации

Для двойных штриховок, образующих квадратный рисунок, доступен параметр «Залить неквадратные области», который включается установкой флага в чек-бокс, см. Рис. 520.



Рис. 520 Дополнительный параметр «Залить неквадратные области»

Этот параметр включает сплошное заполнение областей металлизации на тех участках, где невозможно разместить целые элементы сеточной штриховки.

На Рис. 521 приведен пример использования различных установок параметра, где в левой части рисунка параметр «Залить неквадратные области» включен, а в правой – отключен.

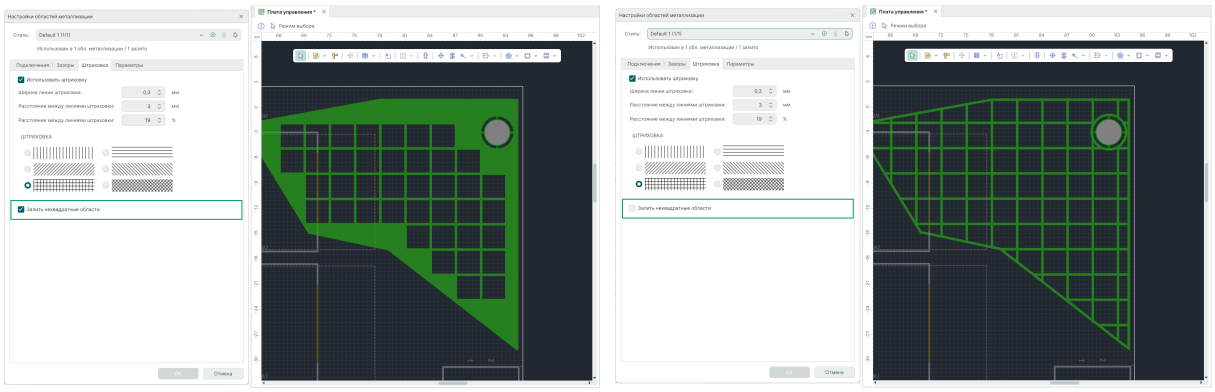


Рис. 521 Применение параметра «Залить неквадратные области»

Совет! После изменения параметров в окне «Настройки областей металлизации» рекомендуется снять заливку всех областей металлизации и залить их повторно.

14.8.3.5 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. 522.

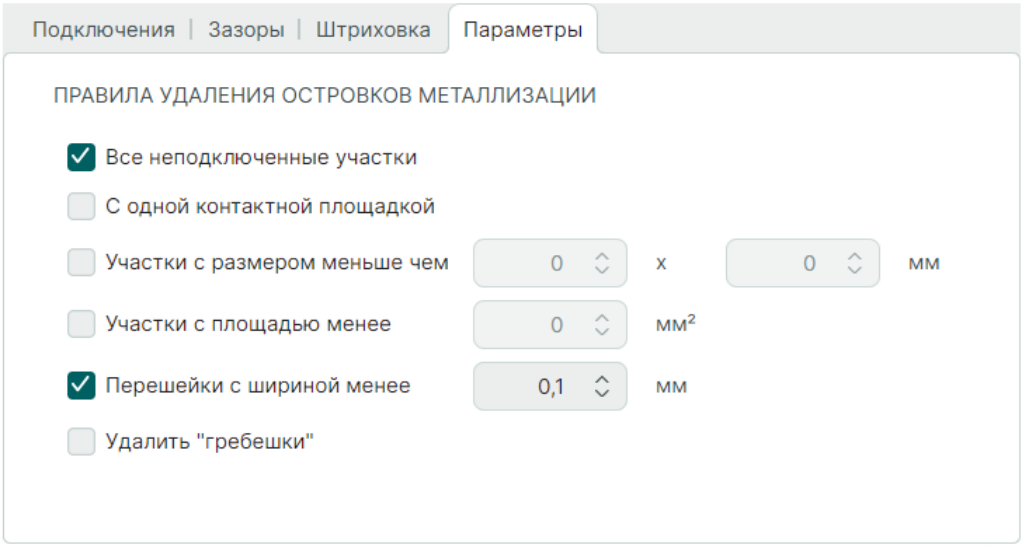


Рис. 522 Вкладка «Параметры»

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.

14.9 Редактирование области металлизации

14.9.1 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 сохранятся 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.

14.9.2 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. 523.

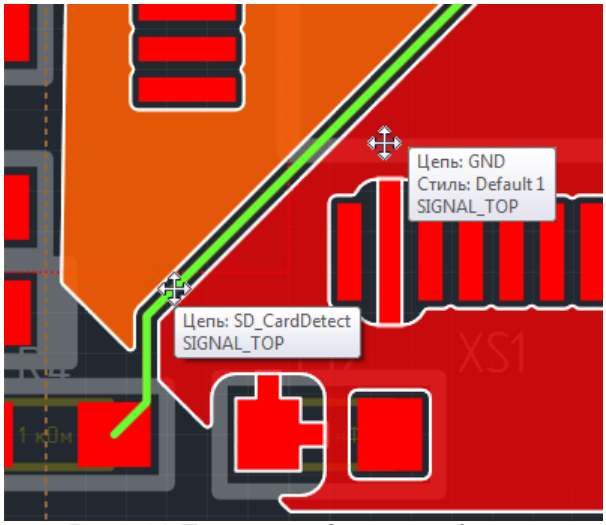


Рис. 523 Пример разделения области металлизации треком

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. 524.

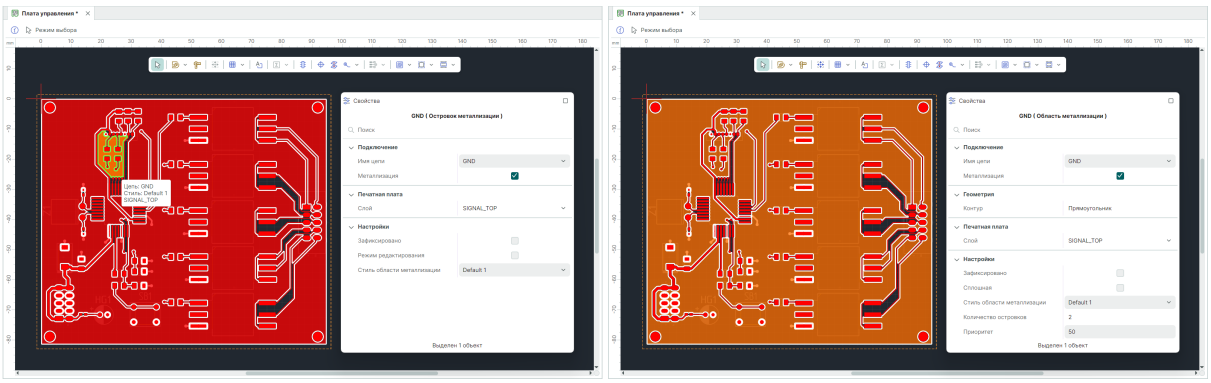


Рис. 524 Выбор островка и области металлизации целиком

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.

14.9.3 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. 525.

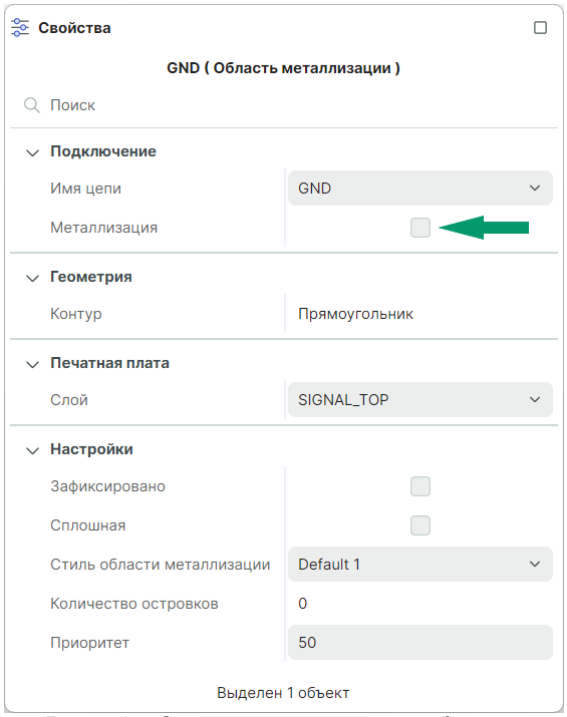


Рис. 525 Отмена заполнения области металлизации

3. Отредактируйте границы области металлизации, например, с помощью перемещения точек трансформации, см. Рис. 526.

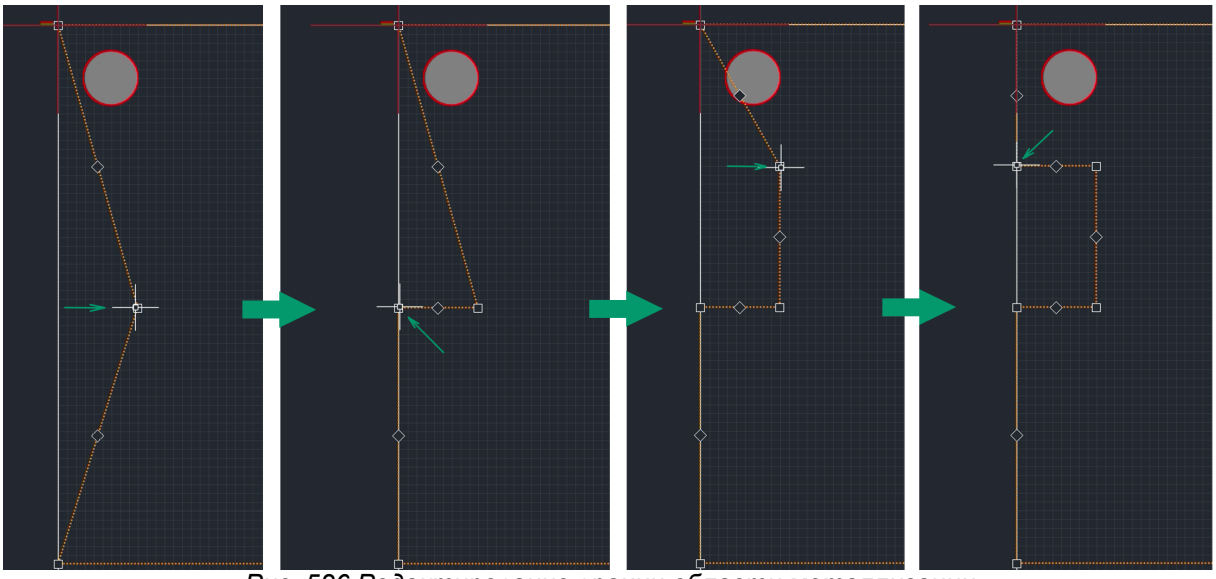


Рис. 526 Редактирование границ области металлизации

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.

14.9.4 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. 527.

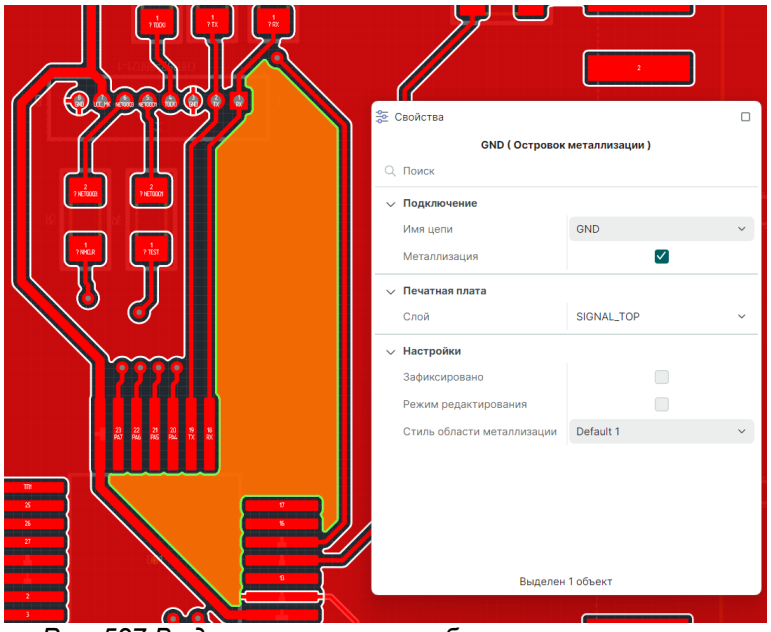


Рис. 527 Выделение островка области металлизации

2. Отметьте флагом чек-бокс «Свойства» → «Настройки» → «Режим редактирования», см. Рис. 528.

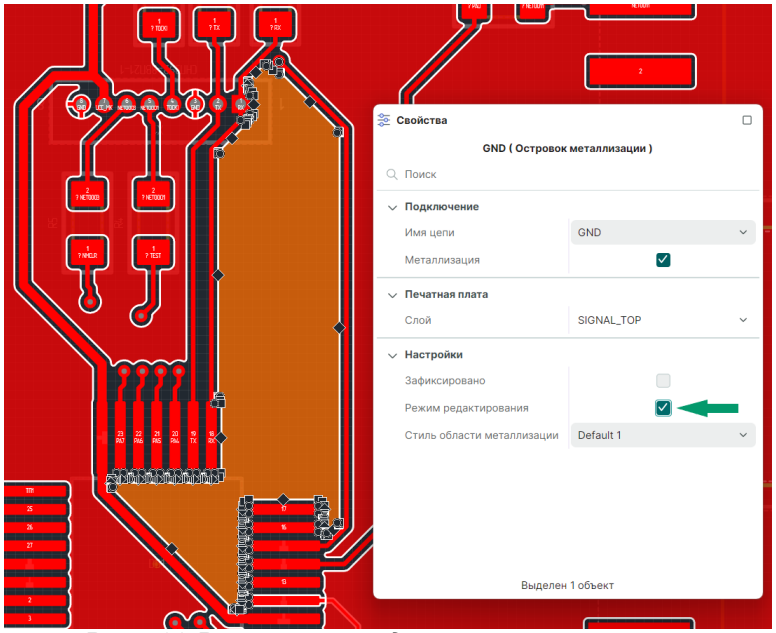


Рис. 528 Разрешение редактирования островка металлизации

По контуру островка металлизации отображаются точки трансформации.

3. Измените геометрию островка, перемещая точки трансформации, см. Рис. 529.

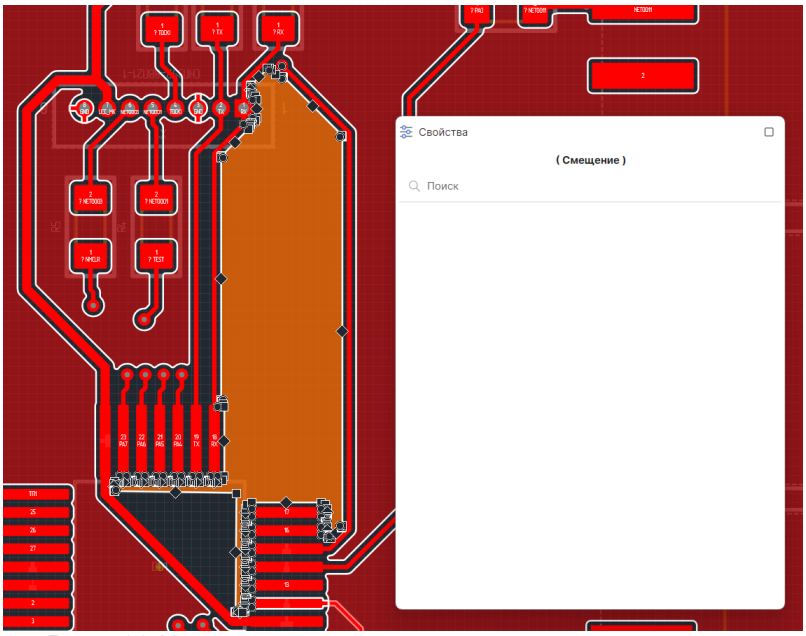


Рис. 529 Изменение геометрии островка металлизации

4. Завершите перемещение точек трансформации, геометрия островка изменена, см. Рис. 530.

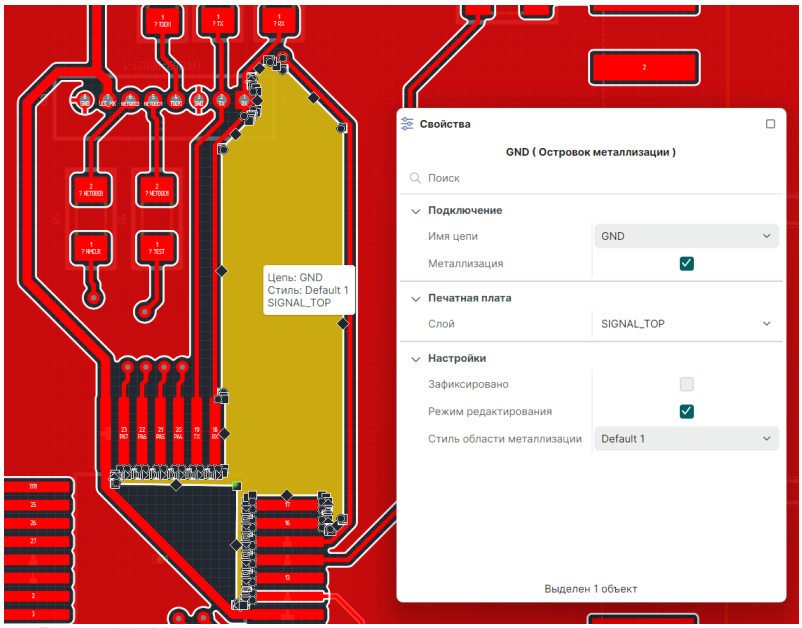


Рис. 530 Измененная геометрия островка металлизации

14.10 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. 531.

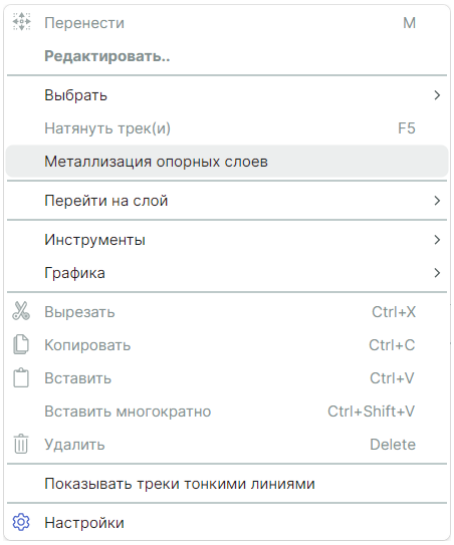


Рис. 531 Металлизация опорных слоев

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 неразведенная 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 Панель «Менеджер проекта».

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. 532.

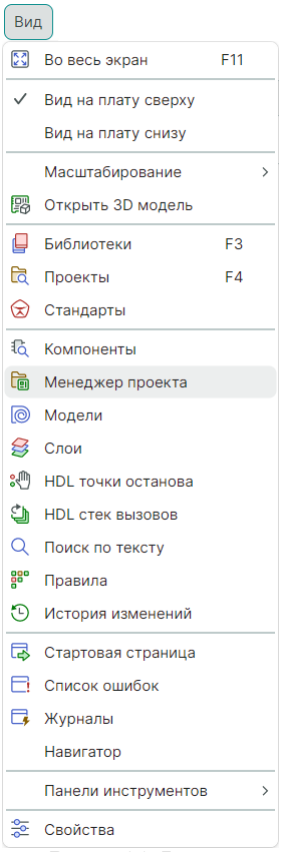


Рис. 532 Вызов панели «Менеджер проекта»

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. 533.

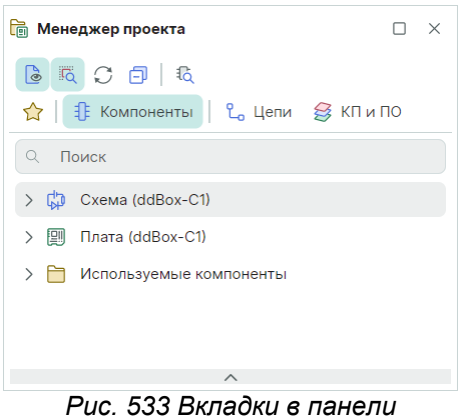


Рис. 533 Вкладки в панели «Менеджер проекта»

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. 534.

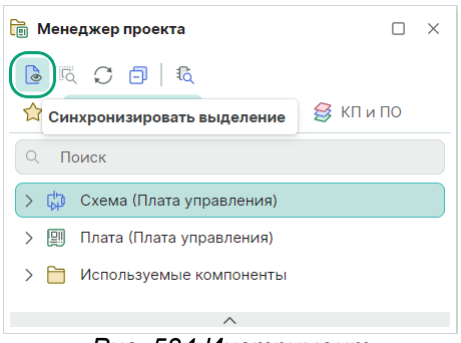


Рис. 534 Инструмент «Синхронизированное выделение»

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. 535.

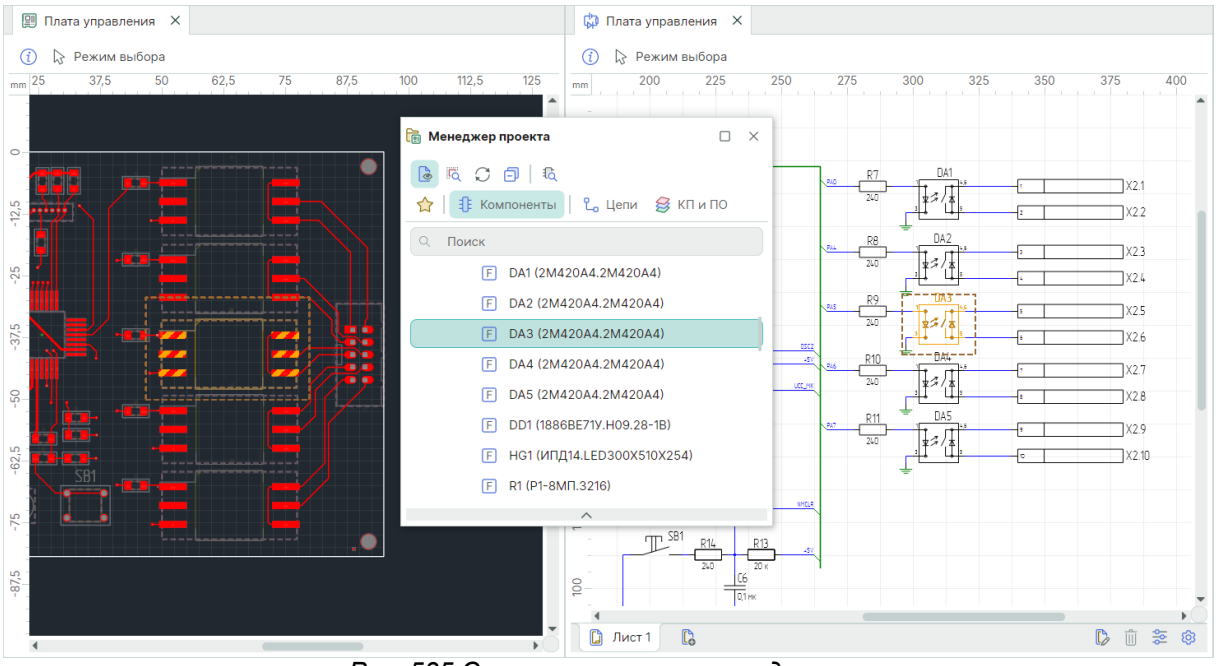


Рис. 535 Синхронизированное выделение

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. 536.

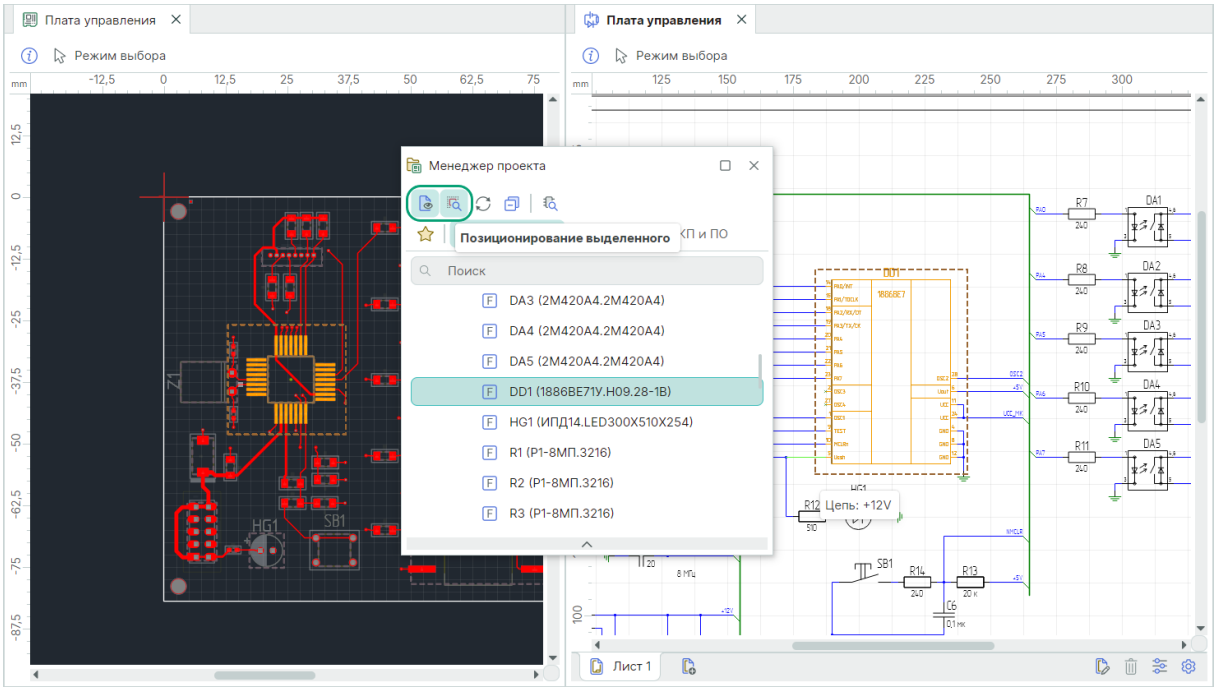


Рис. 536 Синхронизированное выделение и позиционирование выделенного

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. 537.

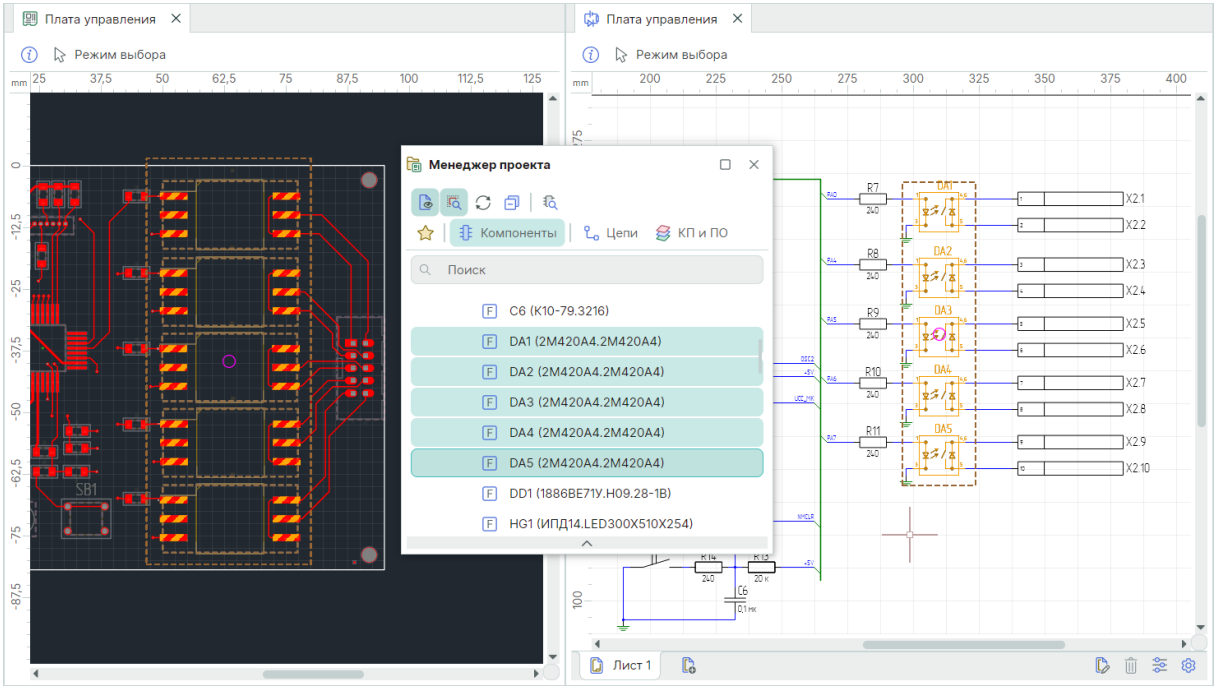


Рис. 537 Выделение и позиционирование группы объектов

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. 538):

- Схема – группирует компоненты на основе листов электрической схемы проекта;
- Плата – отображает размещенные и неразмещенные на плате компоненты, дополнительно отображая типы посадочных мест, размещенных на плате;
- Используемые компоненты – группирует компоненты по их принадлежности к семействам.

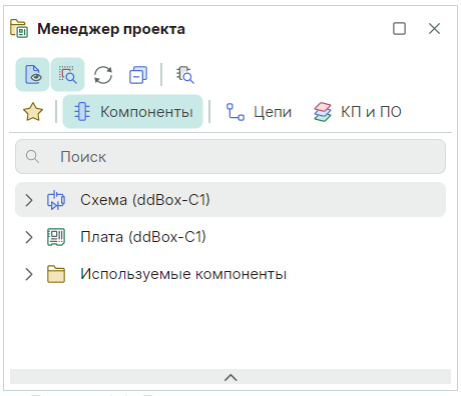


Рис. 538 Варианты группировки компонентов

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. 539.

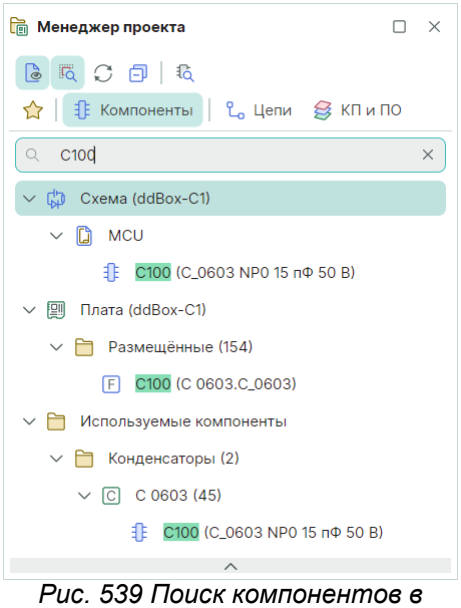


Рис. 539 Поиск компонентов в панели «Менеджер проекта»

16.2.2.2 Представление «Схема»

В раздел «Схема» входят узлы, соответствующие листам электрической схемы, см. Рис. 540.

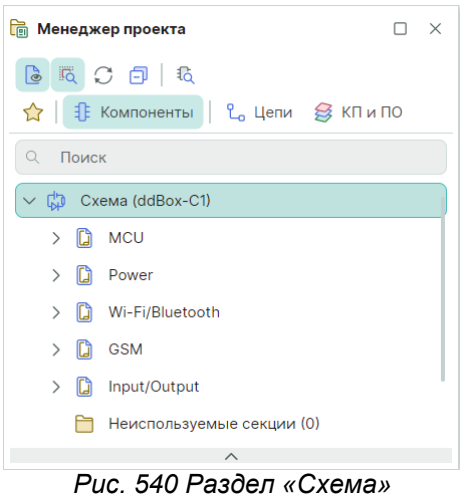


Рис. 540 Раздел «Схема»

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. 541. Также имеются возможности группового размещения компонентов на плате, см. раздел Групповое размещение.

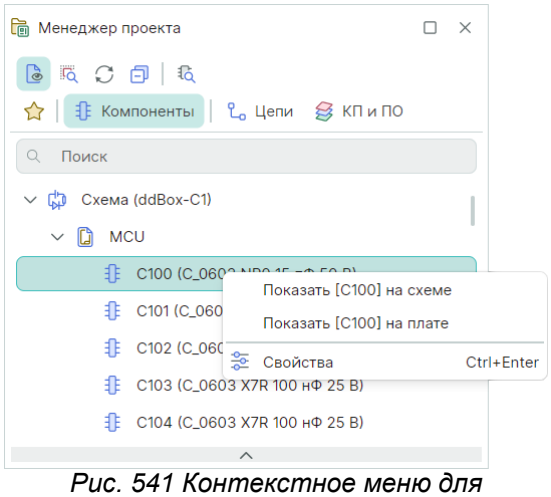


Рис. 541 Контекстное меню для компонента в разделе «Схема»

16.2.2.3 Представление «Плата»

В раздел «Плата» входят следующие узлы, см. Рис. 542:

- 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.

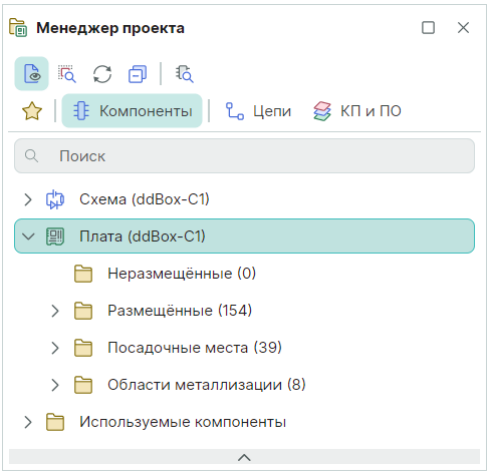


Рис. 542 Узлы раздела «Плата»

Для неразмещённых компонентов существует возможность просмотра компонента на схеме и размещения на плате. Данные возможности реализуются с помощью контекстного меню, см. Рис. 543.

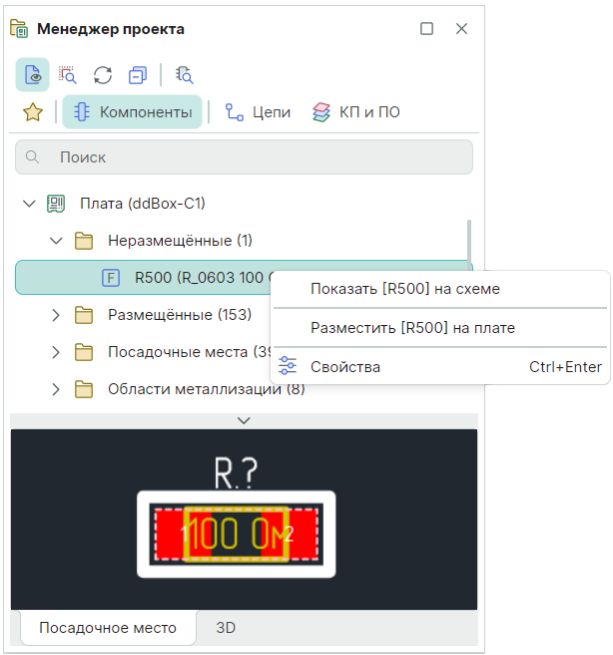


Рис. 543 Возможности для работы с неразмещенными компонентами

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. 544.

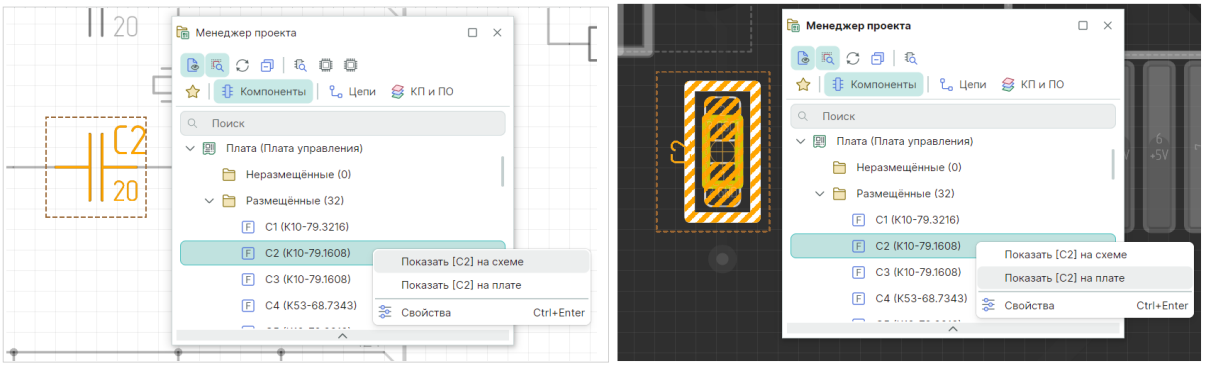


Рис. 544 Переход к компоненту (посадочному месту) на схеме и на плате

Для посадочных мест есть возможность отображения на плате всех размещенных компонентов с посадочными местами данного типа. Для этого выберите тип посадочного места и воспользуйтесь пунктом «Показать на плате» из контекстного меню, см. Рис. 545.

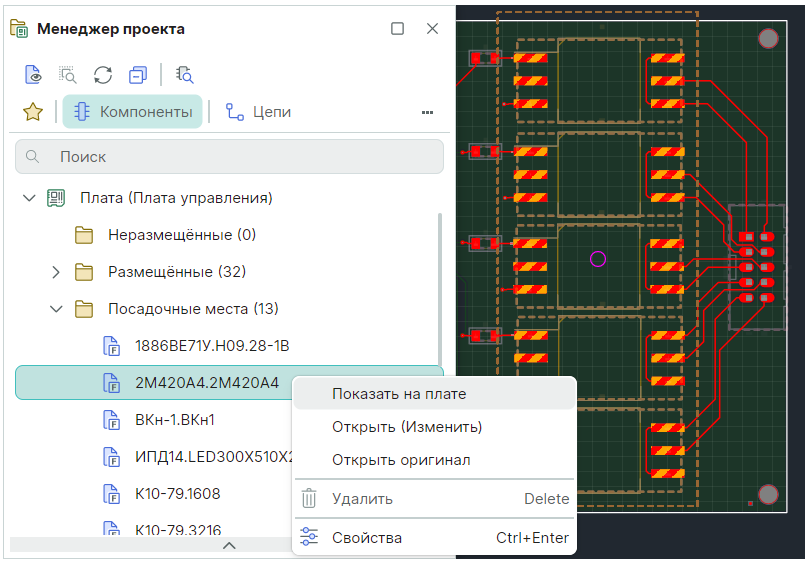


Рис. 545 Переход ко всем посадочным местам одного типа

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. 546.

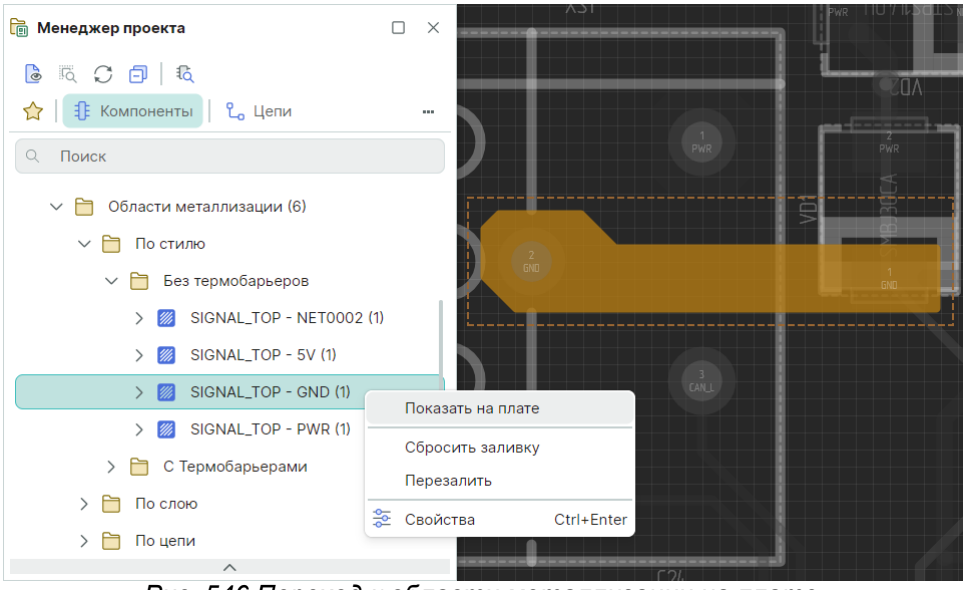


Рис. 546 Переход к области металлизации на плате

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. 547:

- 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 схемотехнических блоков (узел отображается, если проект содержит схемотехнические блоки).
- Группы выравнивания – узел, в котором отображаются созданные группы выравнивания.

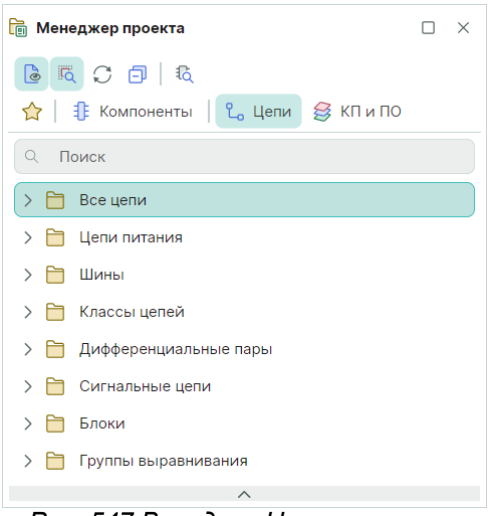


Рис. 547 Вкладка «Цепи» в панели «Менеджер проекта»

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. 548.

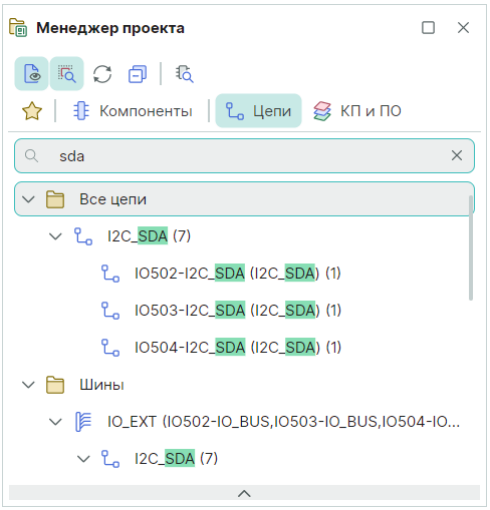


Рис. 548 Поиск цепей в панели «Менеджер проекта»

Панель «Менеджер проекта» предоставляет для работы с цепями следующие возможности, которые доступны с помощью контекстного меню, см. Рис. 549:

- 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.

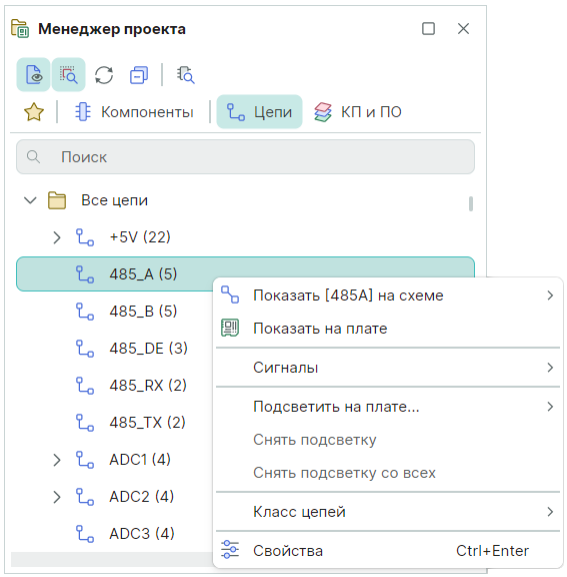


Рис. 549 Возможности для работы с цепями в панели «Менеджер проекта»

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. 550.

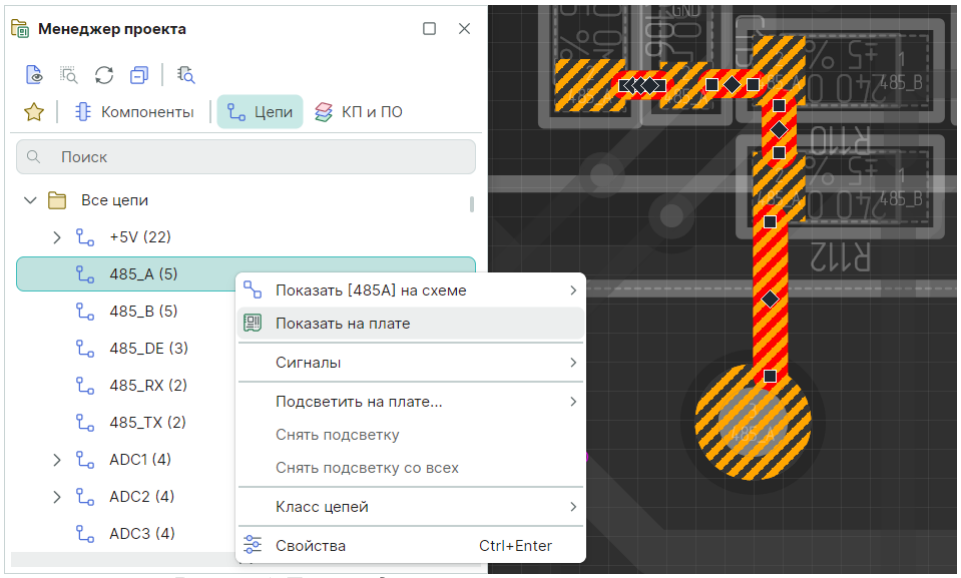


Рис. 550 Переход к расположению цепи на плате

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. 551.

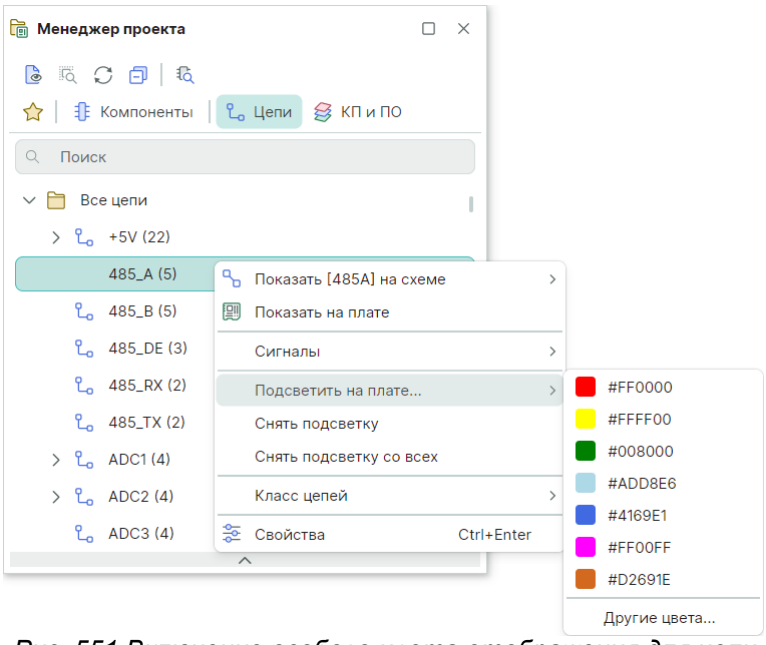


Рис. 551 Включение особого цвета отображения для цепи

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. 552.

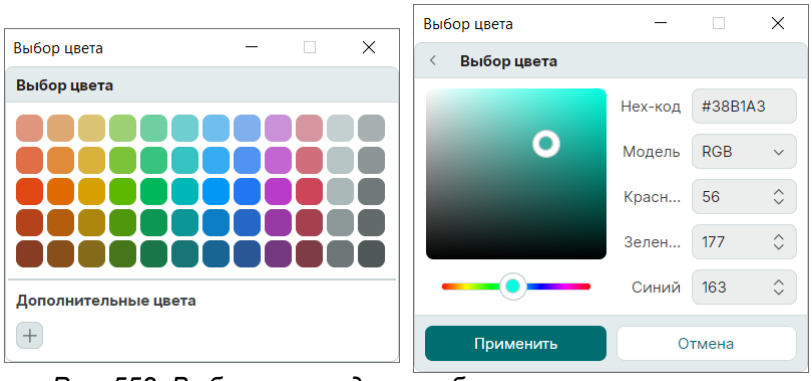


Рис. 552 Выбор цвета для отображения цепи на плате

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. 553.

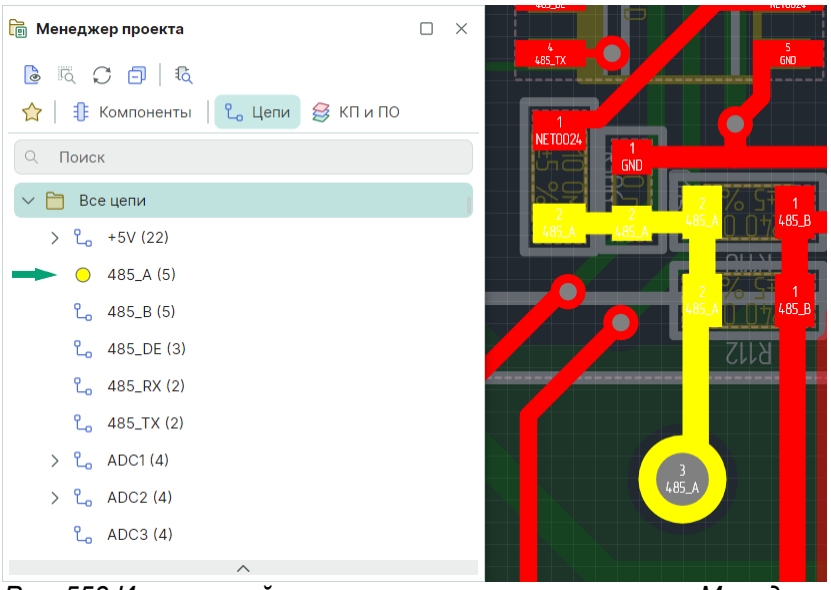


Рис. 553 Измененный цвет цепи на плате и в панели «Менеджер проекта»

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. 554.

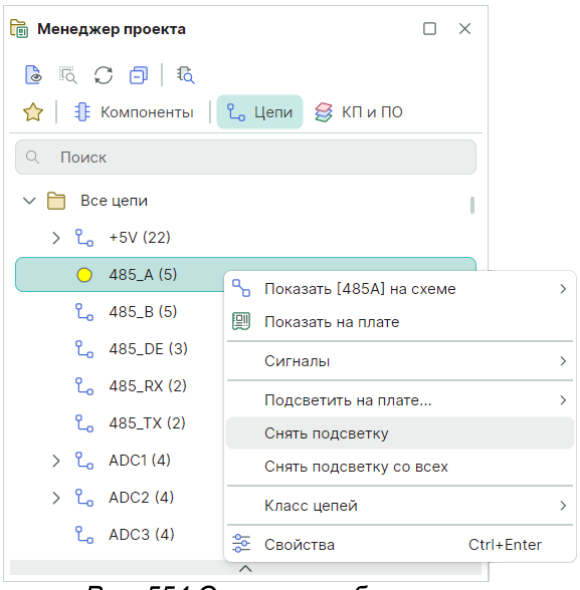


Рис. 554 Отмена особого цвета отображения для цепи на плате

Каждый раз при выборе на панели «Менеджер проекта» какой-либо цепи в нижней части панели будут отображаться выводы компонентов, входящие в ее состав, см. Рис. 555. Выберите вывод, и «Менеджер проекта» перейдет к компоненту, которому принадлежит выбранный контакт.

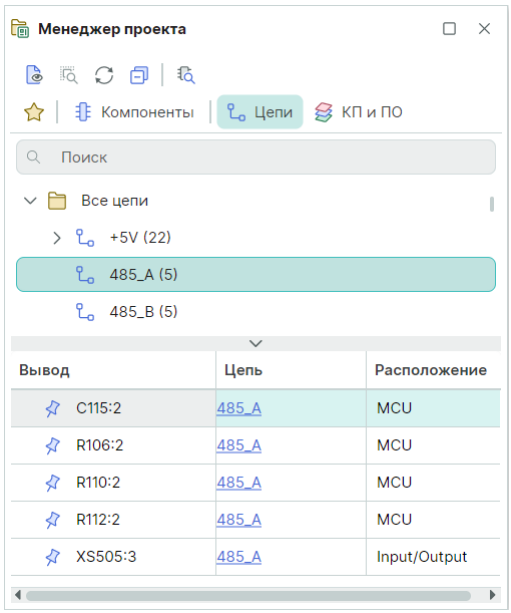


Рис. 555 Выводы компонентов, входящие в состав цепи

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. 556.

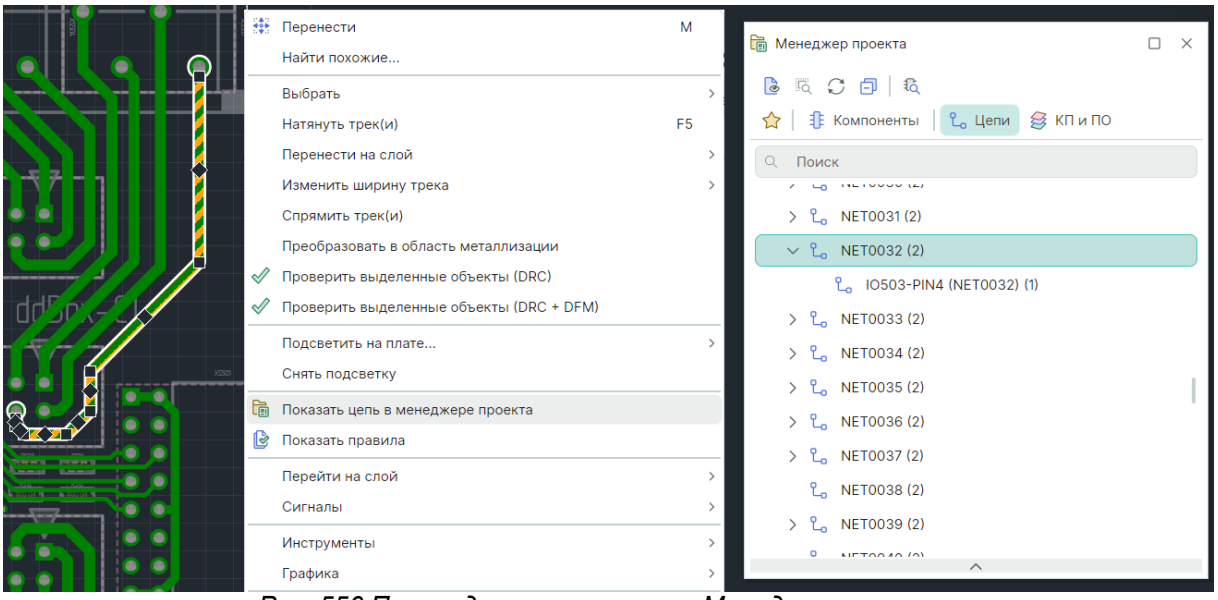


Рис. 556 Переход к цепи в панели «Менеджер проекта»

16.2.4 Навигация по объектам платы

Во вкладке «КП и ПО» в «Менеджере проекта» отображаются следующие группы объектов, см. Рис. 557:

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

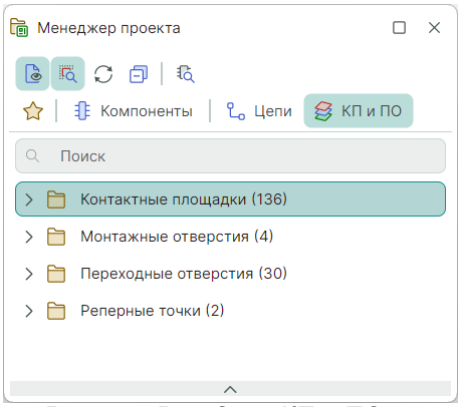


Рис. 557 Вкладка «КП и ПО» в панели «Менеджер проекта»

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. 558.

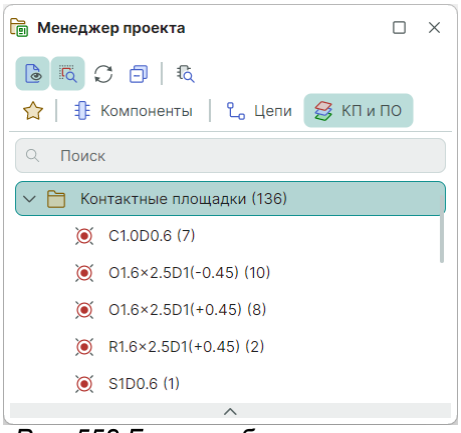


Рис. 558 Группы объектов внутри выбранного типа

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. 559.

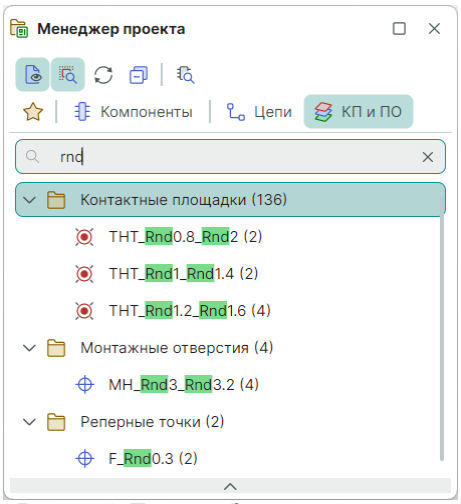


Рис. 559 Поиск объектов в панели «Менеджер проекта»

В нижней части панели отображаются сведения о выбранном объекте, указанные в редакторе контактных площадок, см. Рис. 560.

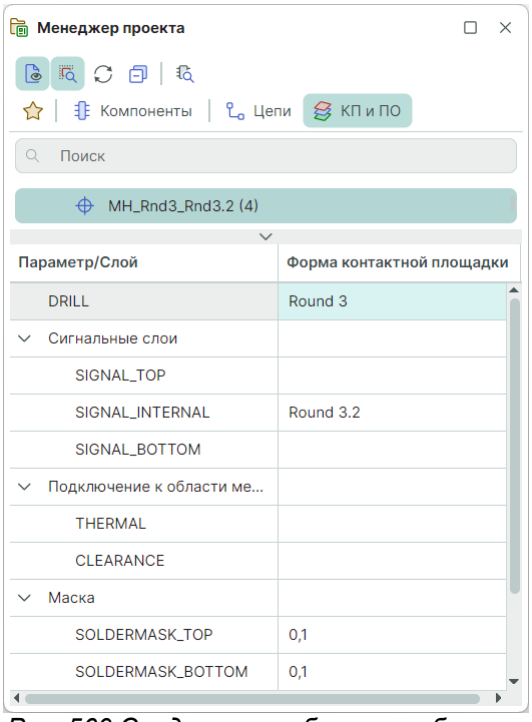


Рис. 560 Сведения о выбранном объекте

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. 561.

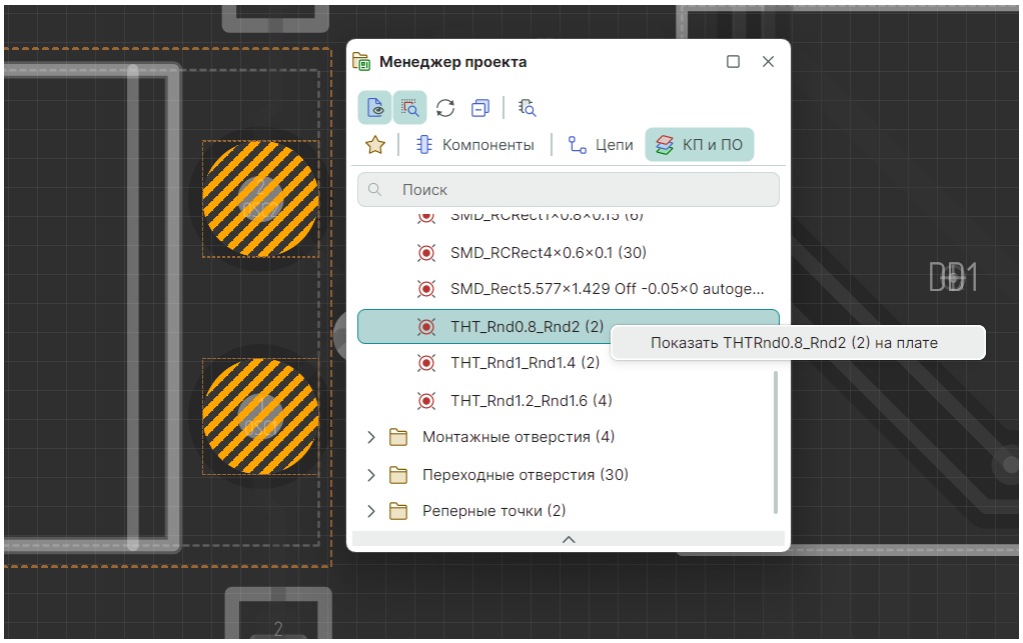


Рис. 561 Переход к расположению объекта на плате

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. 562.

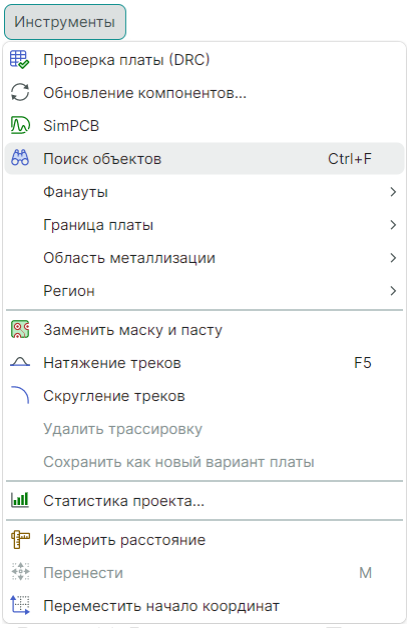
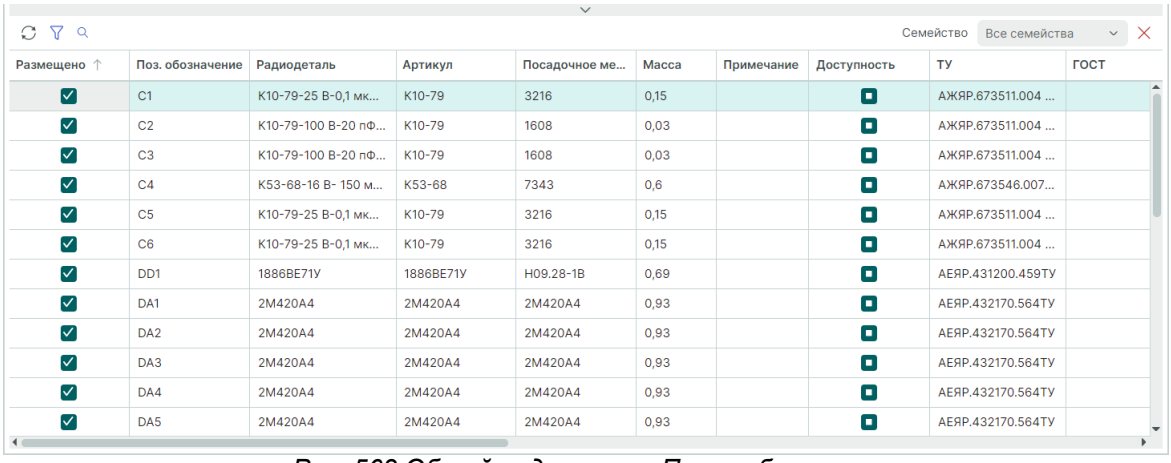


Рис. 562 Вызов панели «Поиск объектов»

Панель отображается в нижней части главного окна, ее общий вид представлен на Рис. 563.



Размещено	Поз. обозначение	Радиодеталь	Артикул	Посадочное ме...	Масса	Примечание	Доступность	ТУ	ГОСТ
☑	C1	К10-79-25 В-0,1 мк...	К10-79	3216	0,15			АЖЯР.673511.004 ...	
☑	C2	К10-79-100 В-20 пФ...	К10-79	1608	0,03			АЖЯР.673511.004 ...	
☑	C3	К10-79-100 В-20 пФ...	К10-79	1608	0,03			АЖЯР.673511.004 ...	
☑	C4	К53-68-16 В- 150 м...	К53-68	7343	0,6			АЖЯР.673546.007...	
☑	C5	К10-79-25 В-0,1 мк...	К10-79	3216	0,15			АЖЯР.673511.004 ...	
☑	C6	К10-79-25 В-0,1 мк...	К10-79	3216	0,15			АЖЯР.673511.004 ...	
☑	DD1	1886ВЕ71У	1886ВЕ71У	Н09.28-1В	0,69			АЕЯР.431200.459ТУ	
☑	DA1	2М420А4	2М420А4	2М420А4	0,93			АЕЯР.432170.564ТУ	
☑	DA2	2М420А4	2М420А4	2М420А4	0,93			АЕЯР.432170.564ТУ	
☑	DA3	2М420А4	2М420А4	2М420А4	0,93			АЕЯР.432170.564ТУ	
☑	DA4	2М420А4	2М420А4	2М420А4	0,93			АЕЯР.432170.564ТУ	
☑	DA5	2М420А4	2М420А4	2М420А4	0,93			АЕЯР.432170.564ТУ	

Рис. 563 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. 564.

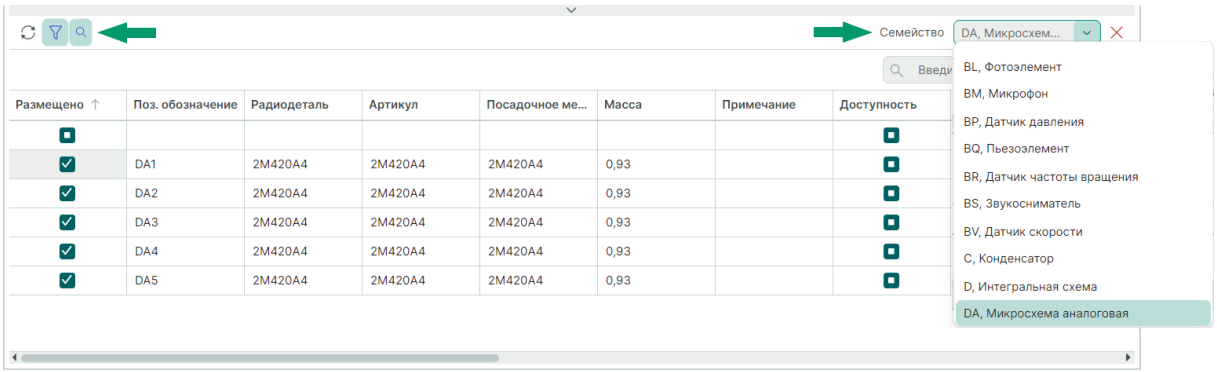


Рис. 564 Различные типы поиска в панели «Поиск объектов»

Кнопка, обозначенная символом , включает/скрывает поисковую строку, которая осуществляет поиск среди всех компонентов, включающих введенные символы во всех столбцах одновременно, см. Рис. 565.

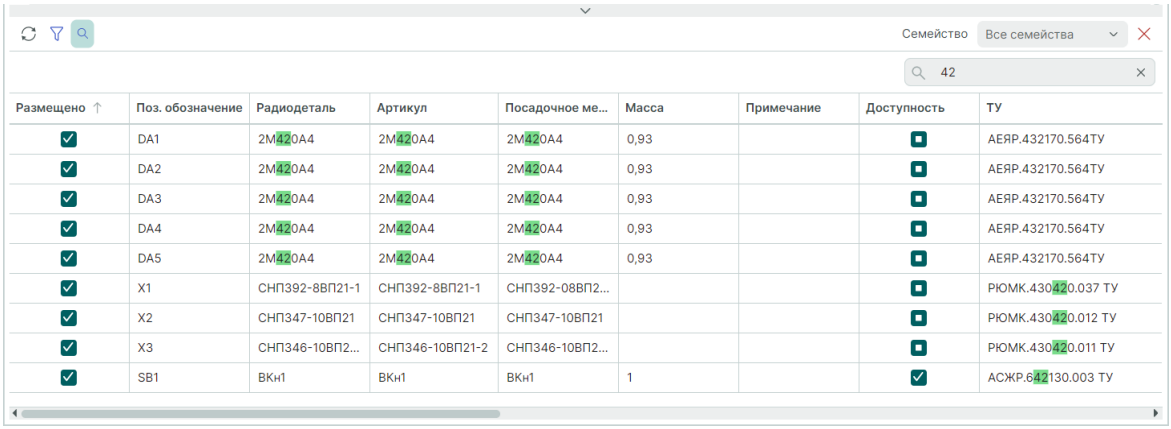


Рис. 565 Использование панели поиска

Кнопка, обозначенная символом , включает/скрывает строку, которая обеспечивает поиск компонентов внутри каждого столбца, см. Рис. 566.

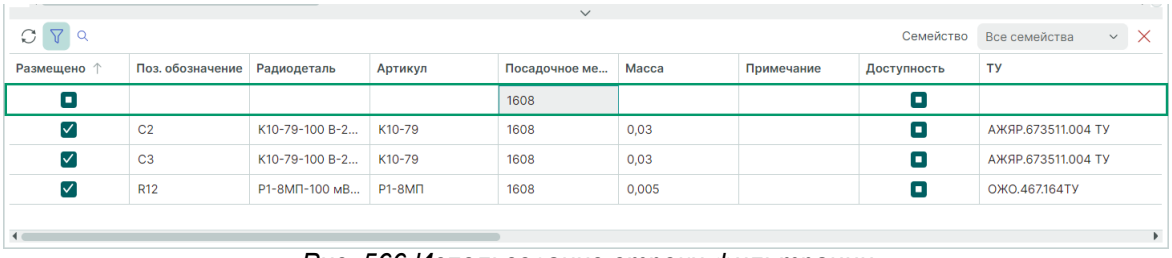


Рис. 566 Использование строки фильтрации

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. 567.

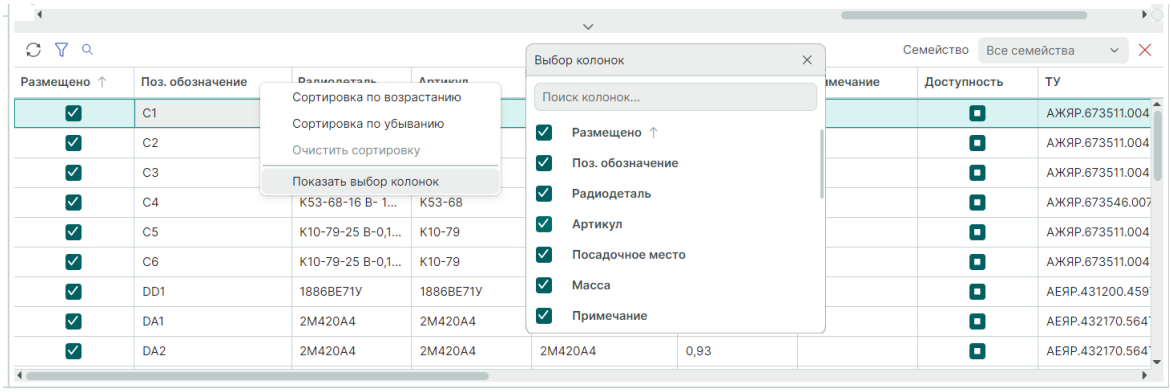


Рис. 567 Сортировка и выбор колонок

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. 568. Система перейдет к редактору плат и отметит выбранный компонент.

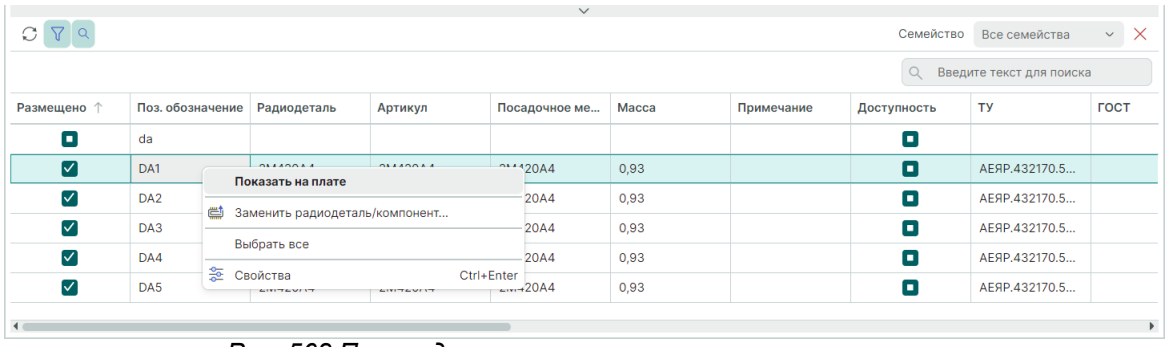


Рис. 568 Переход к расположению компонента на плате

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 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. 569. Подробнее о работе с правилами, см. Редактор правил.

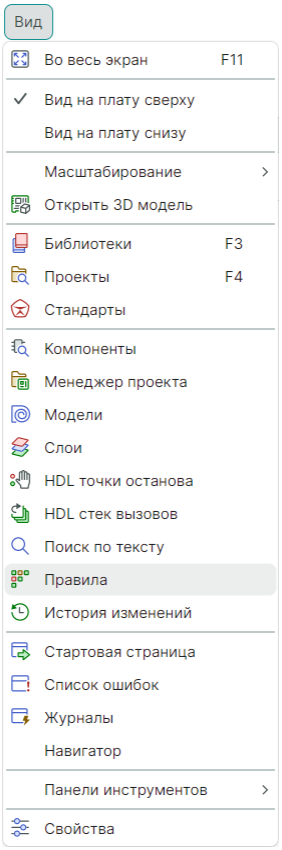


Рис. 569 Вызов панели «Правила»

Для каждого правила может быть установлено одно из следующих значений, которое задает режим контроля данного правила, см. Рис. 570:

- 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 ⊖.

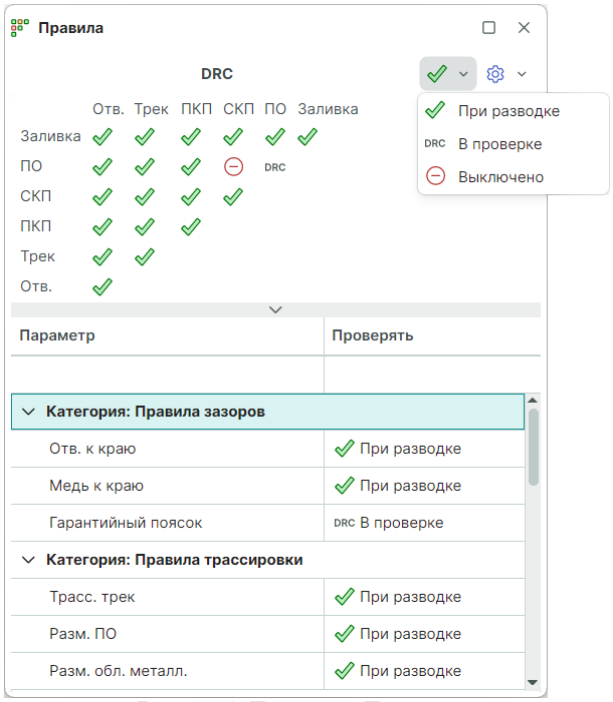


Рис. 570 Панель «Правила»

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. 571.

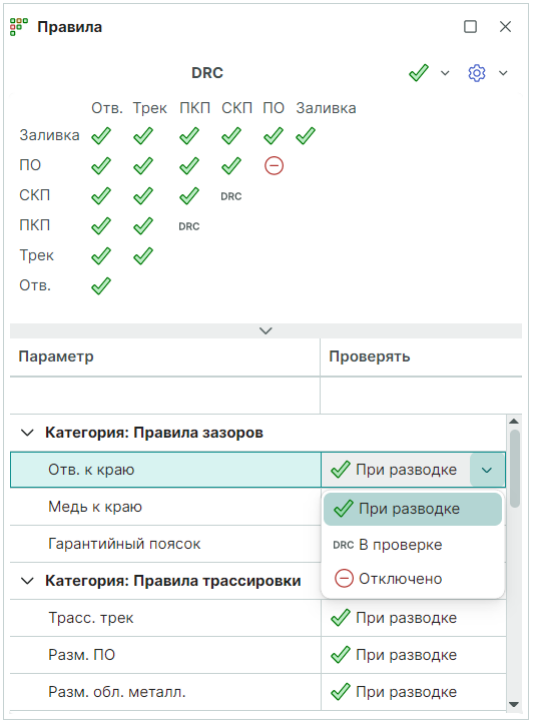


Рис. 571 Изменение типа проверки правила

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. 572.

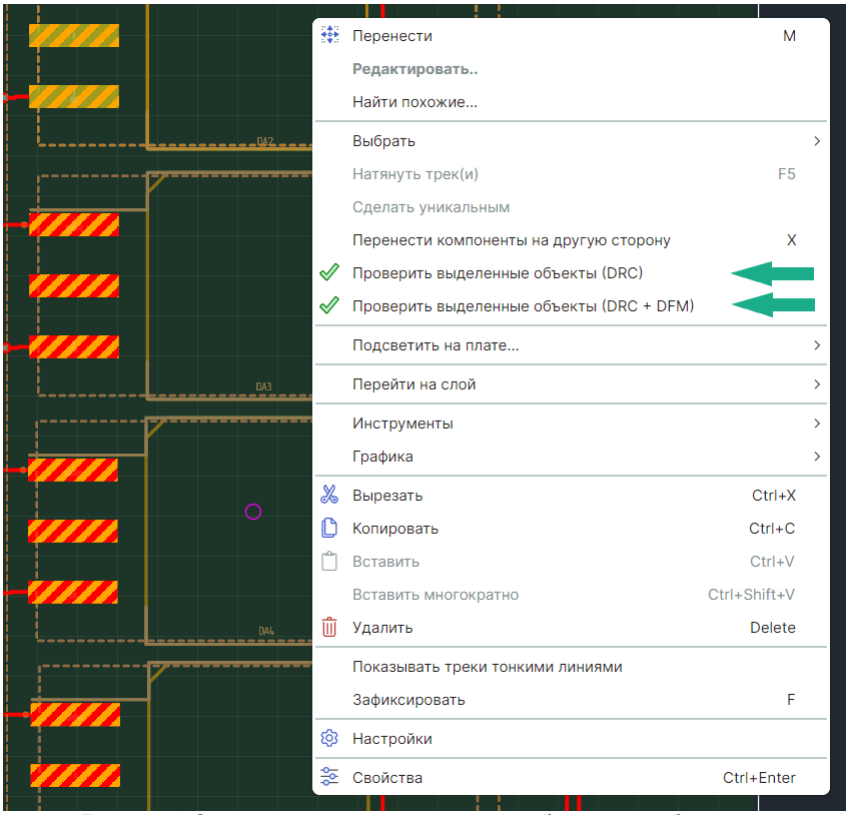


Рис. 572 Запуск проверки группы выбранных объектов

17.2.3.2 Запуск DRC-проверки

Для того чтобы выполнить общую проверку платы воспользуйтесь любым из способов, см. Рис. 573:

- 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)».

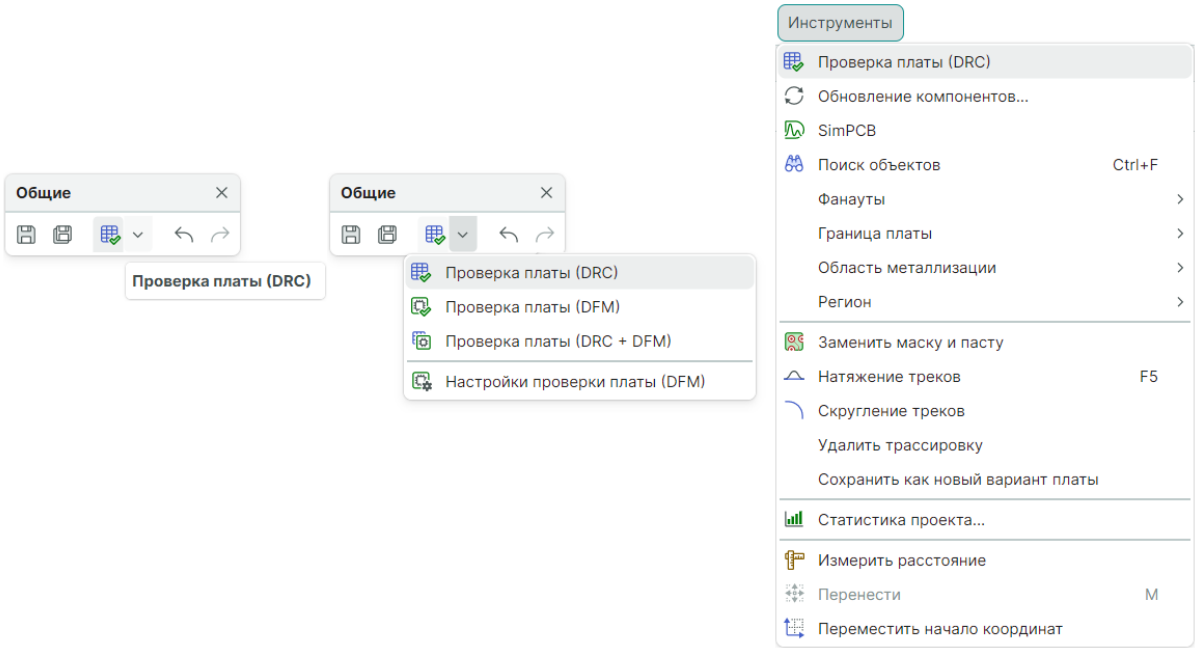


Рис. 573 Запуск DRC-проверки платы

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. 574.

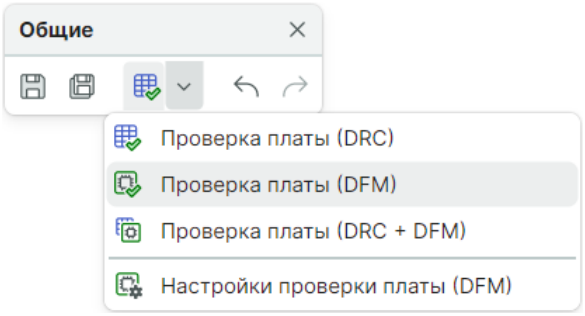


Рис. 574 Запуск DFM-проверки платы

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. 575.

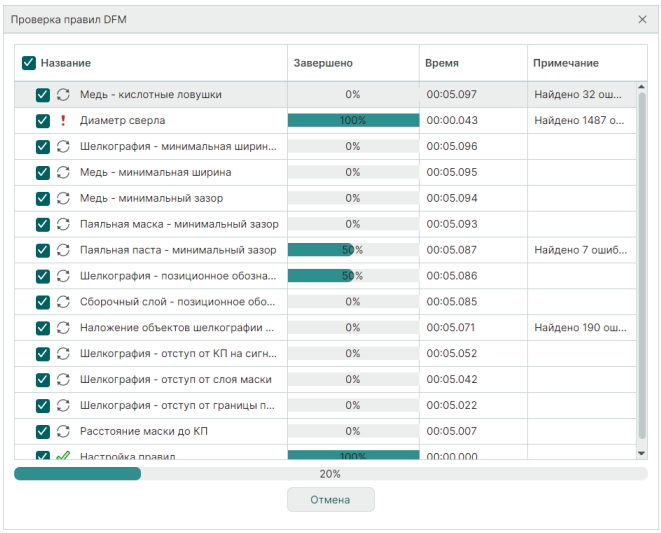


Рис. 575 Отображение процесса DFM-проверки платы

3. По завершении процесса нажмите кнопку «Закрыть», см. Рис. 576.

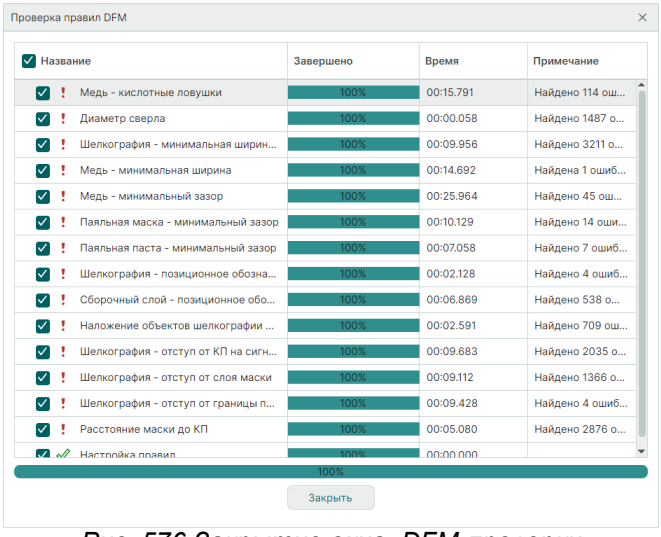


Рис. 576 Закрытие окна DFM-проверки

4. При выявлении ошибок в ходе выполнения проверки в панели «Список ошибок» будут отображены все нарушения, см. Рис. 577. Также все выявленные нарушения будут подсвечены на плате.

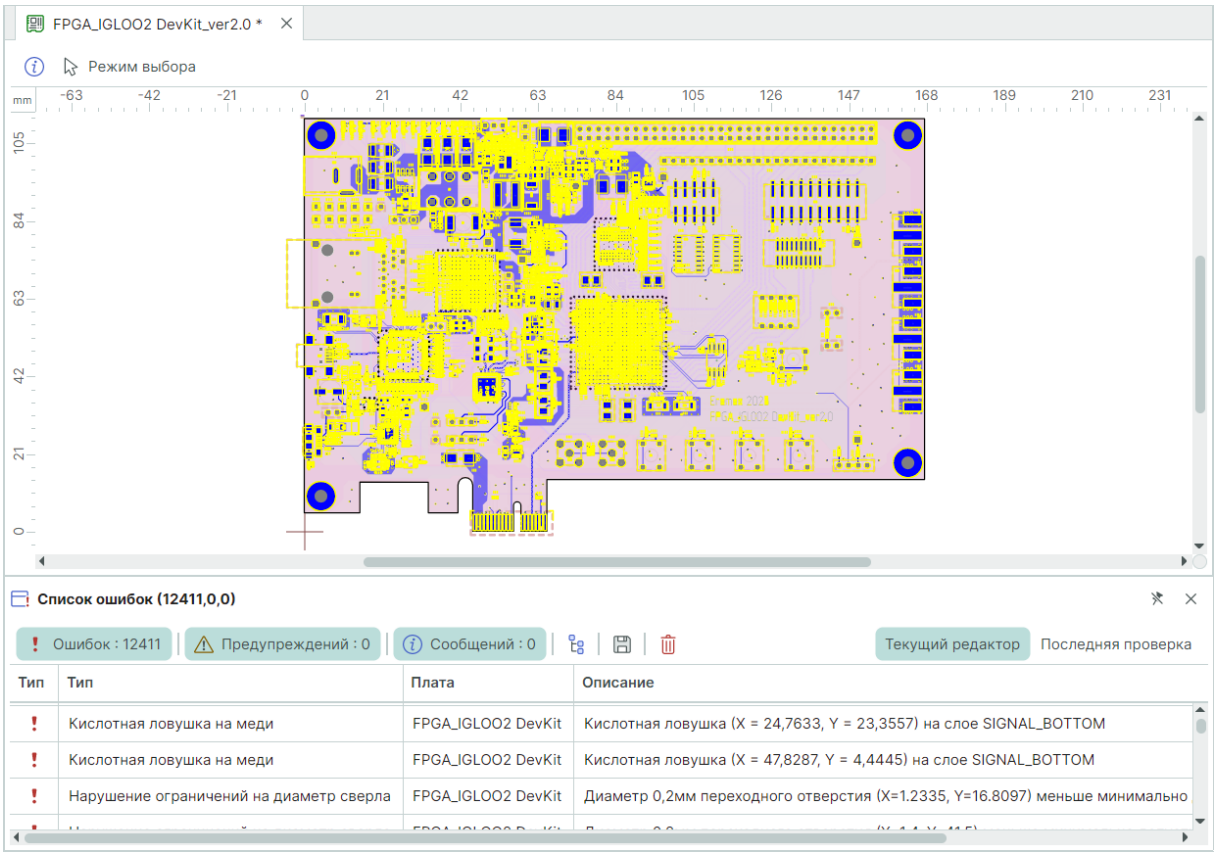


Рис. 577 Отображение выявленных нарушений по итогу выполнения проверки платы на технологичность

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. 578.

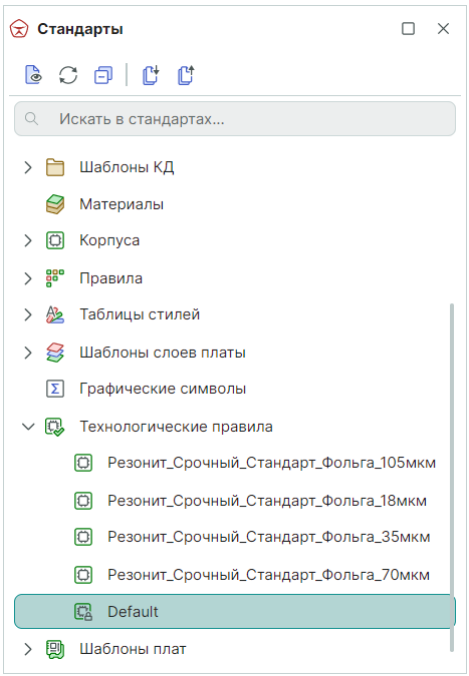


Рис. 578 Шаблоны технологических правил

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. 579.

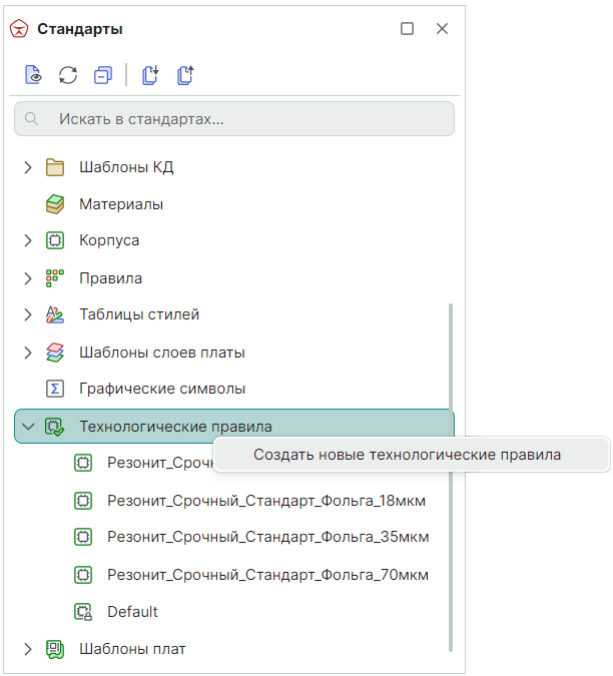


Рис. 579 Создание новых технологических правил

Подробнее см. "Стандарты системы" раздел Технологические правила.

2. 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. 580.

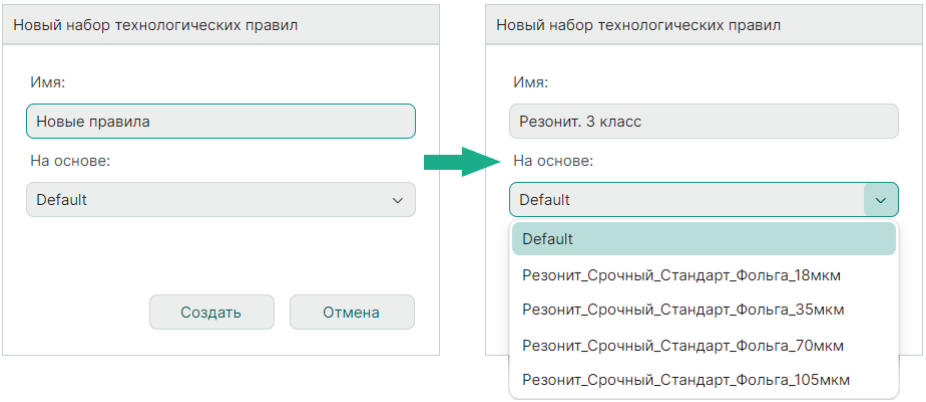


Рис. 580 Окно ввода имени новых технологических правил и выбора шаблона

3. Далее будет открыт редактор технологических правил, см. Рис. 581.

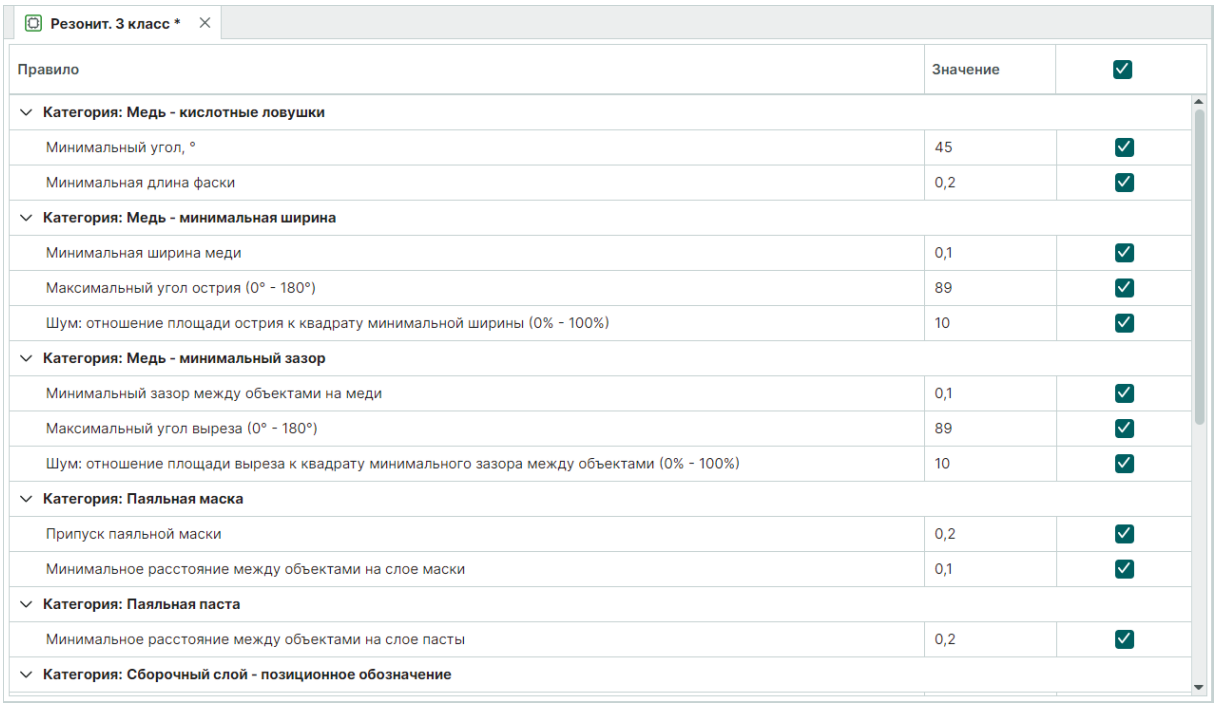


Рис. 581 Окно редактора технологических правил

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. 582.

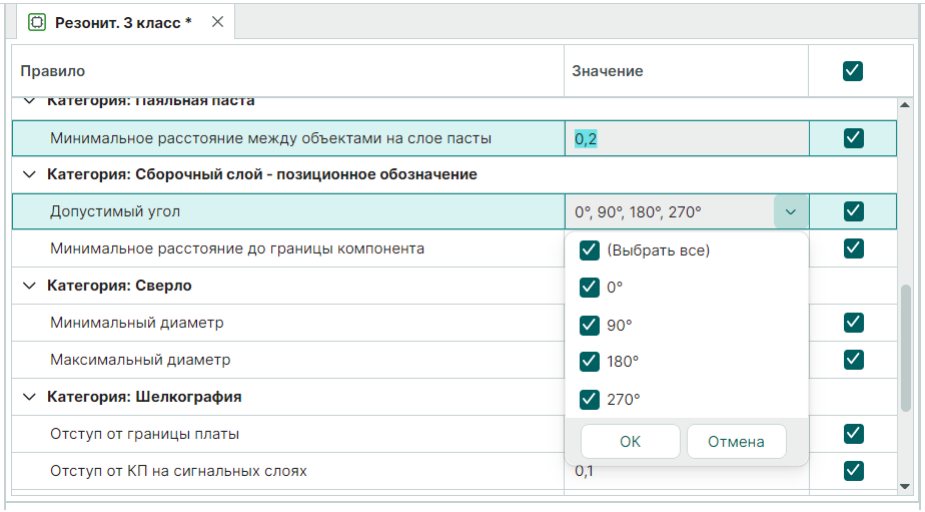


Рис. 582 Ввод параметров технологических правил

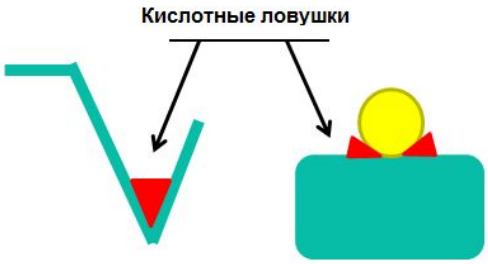
В колонке «Проверять при запуске» доступны два режима проверки:

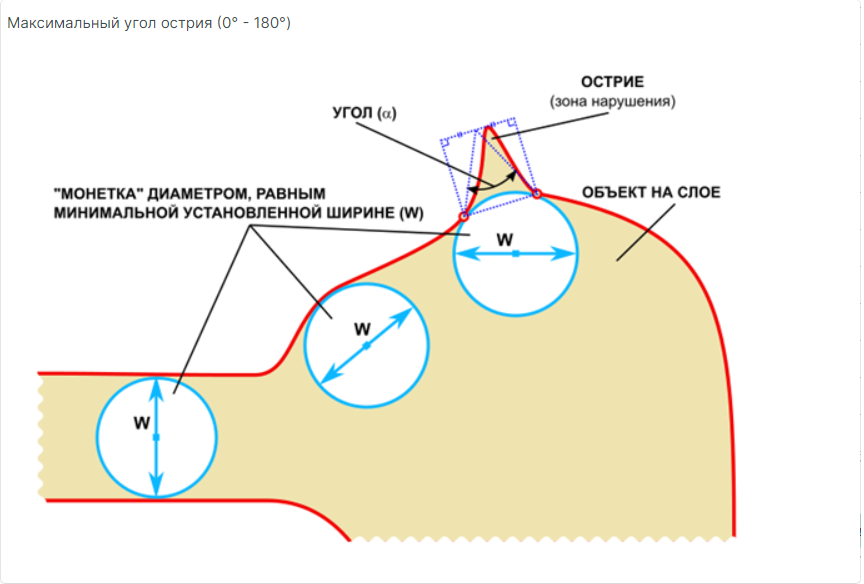
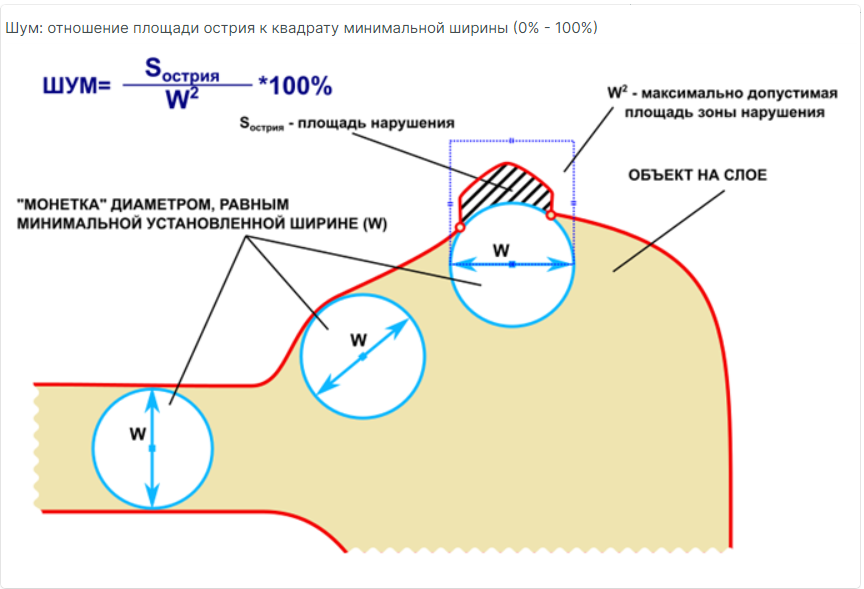
- ☐ – при снятом флаге правило не проверяется;
- ☑ – при установленном флаге правило проверяется только по запуску от пользователя.

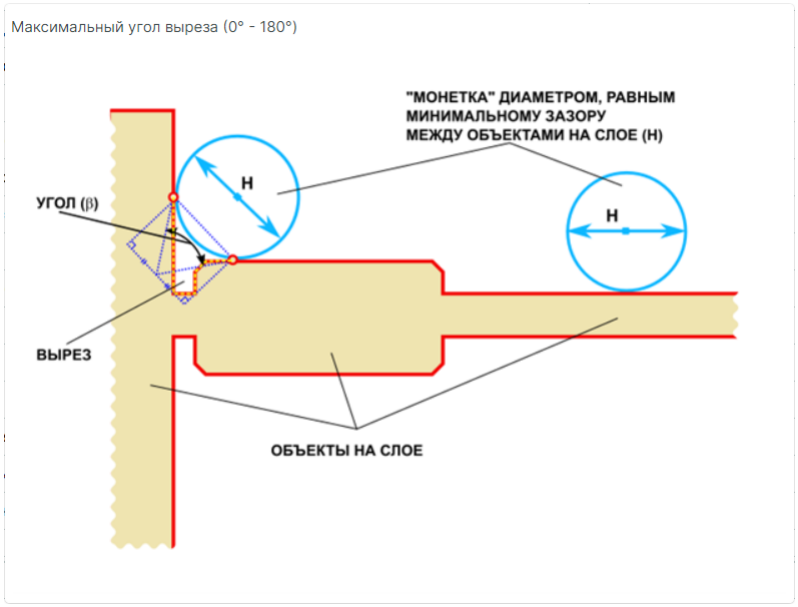
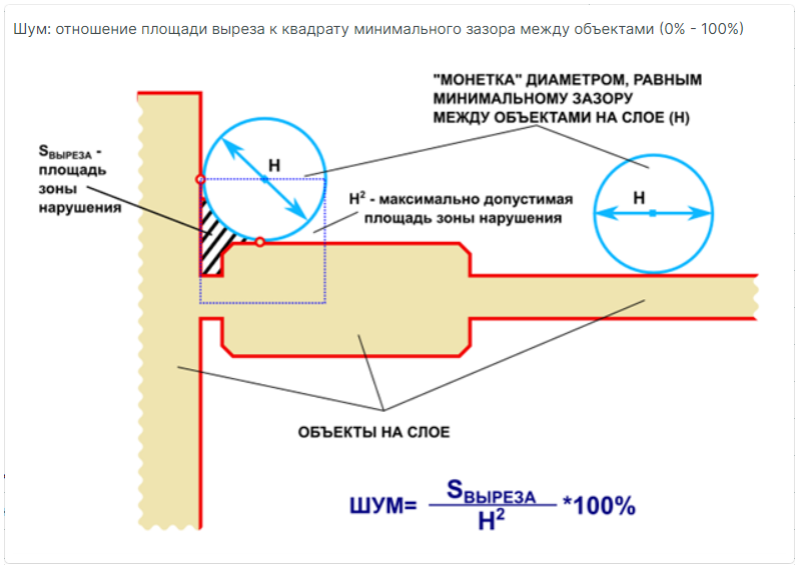
Важно! В полях необходимо вводить только положительные значения (0 - допускается). Точность значений после запятой: 3-и знака.

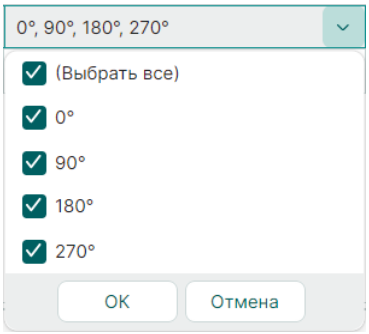
Подробно параметры настроек окна редактора технологических правил приведены в Табл. 3. Некоторые параметры сопровождаются поясняющими рисунками. Рисунок открывается при наведении курсора на наименование пункта настроек.

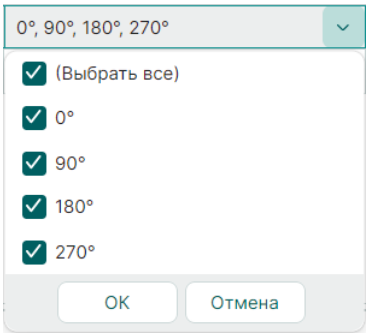
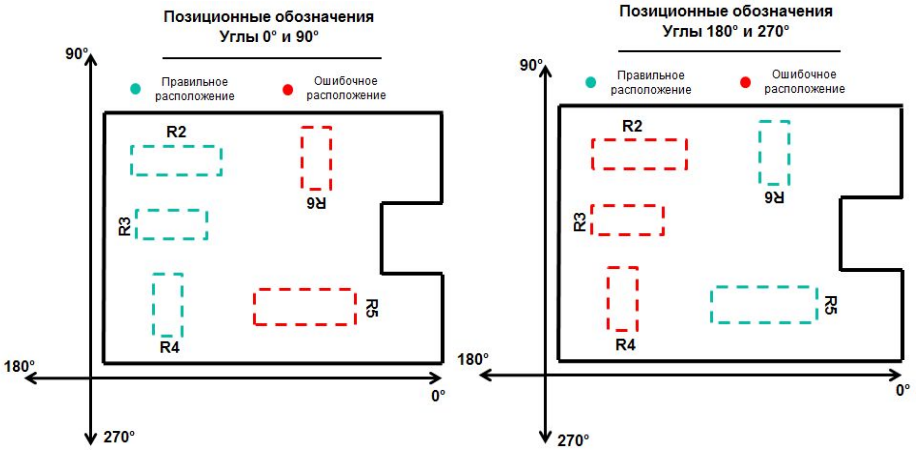
Таблица 3 Настройки правил проверки

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%)  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
	 • Шум: отношение площади выреза к квадрату минимального зазора между объектами (0%-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 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. 583.

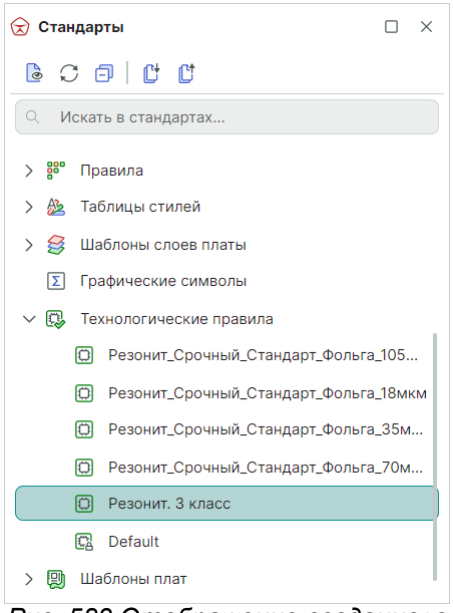


Рис. 583 Отображение созданного шаблона правил

Созданные правила можно удалять, переименовывать и открывать для редактирования, Рис. 584.

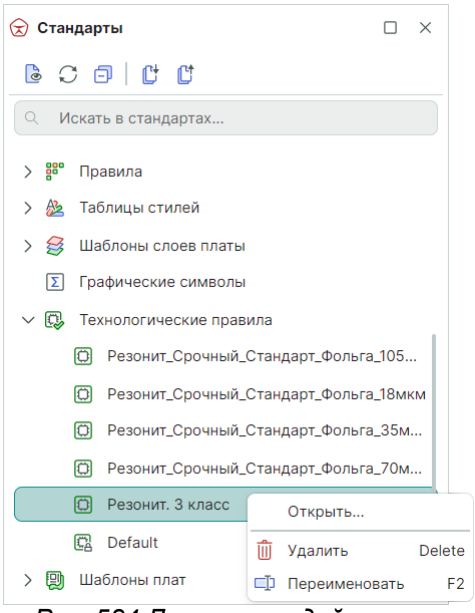


Рис. 584 Доступные действия с созданными шаблонами правил

Для выбора набора (шаблона) правил, по которому будет выполнятся проверка, в панели инструментов «Общие» вызовите выпадающего меню с помощью символа ⌄ и выберите пункт «Настройки проверки платы (DFM)», см. Рис. 585.

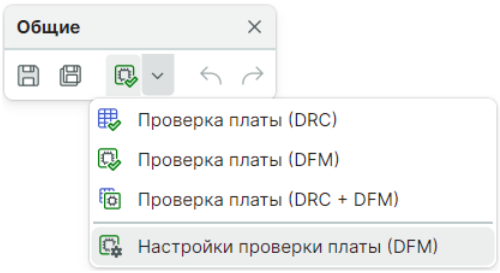


Рис. 585 Выбор набора правил

В открывшемся окне можно установите флаги в чек-боксы рядом с наименованиями набора правил для выбора правил, по которым (одному или нескольким) будет выполнятся проверка платы, см. Рис. 586.

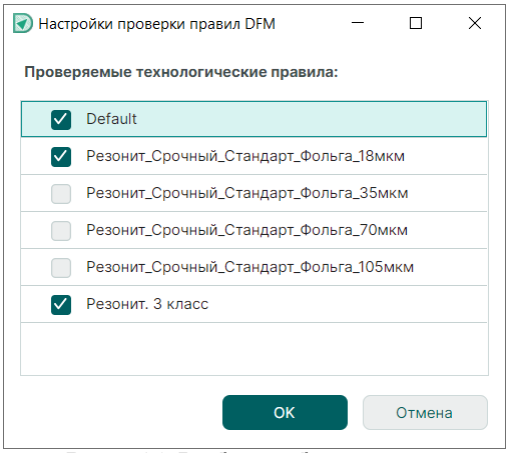


Рис. 586 Выбор набора правил проверки платы

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. 587.

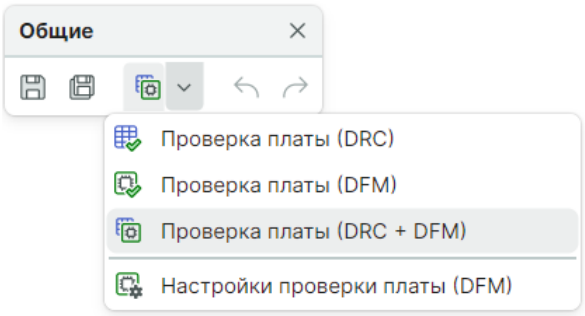


Рис. 587 Запуск совместной проверки платы

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. 588.

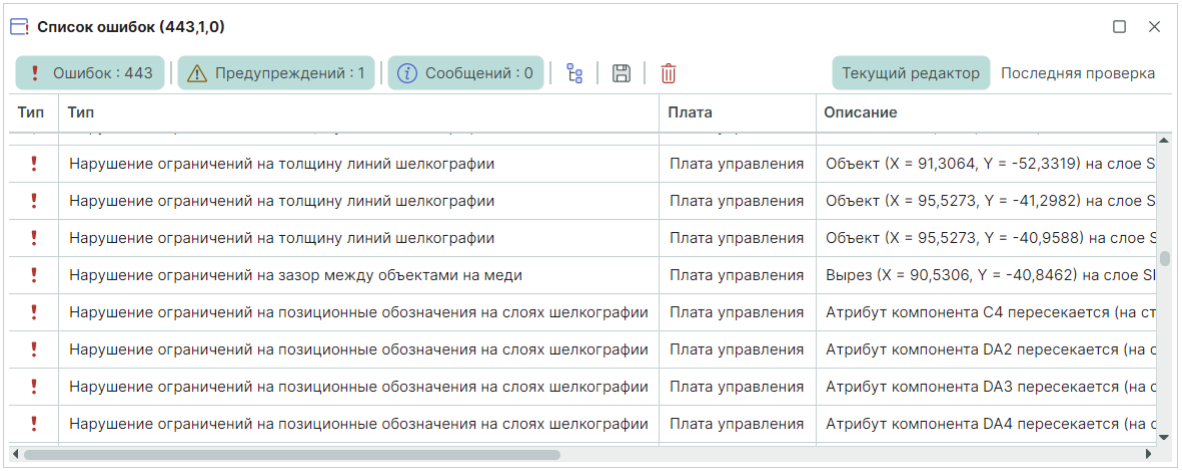


Рис. 588 Список нарушений в панели «Список ошибок»

Панель «Список ошибок» содержит набор инструментов для управления отображаемыми данными (сообщениями). Кнопки вызова инструментов расположены в верхней части панели, см. Рис. 589.



Рис. 589 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. 590. Нажатием мыши по кнопкам инструментов можно активировать/деактивировать отображение типов сообщений.

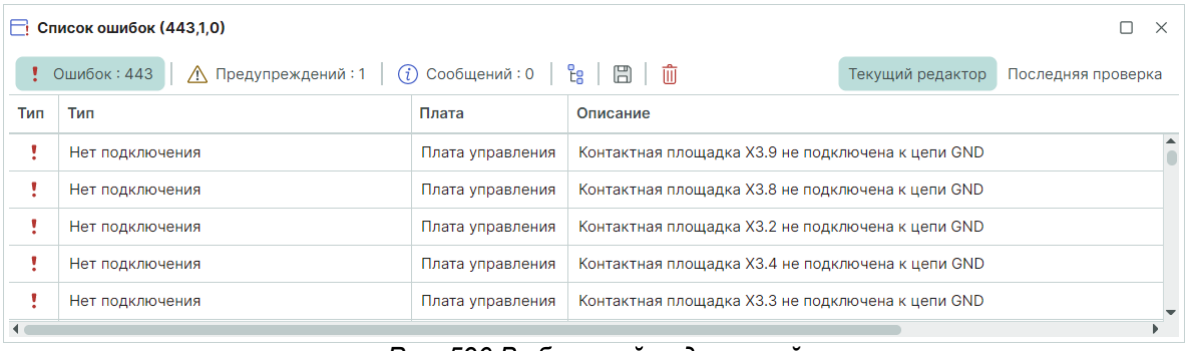


Рис. 590 Выбранный вид записей

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. 591.

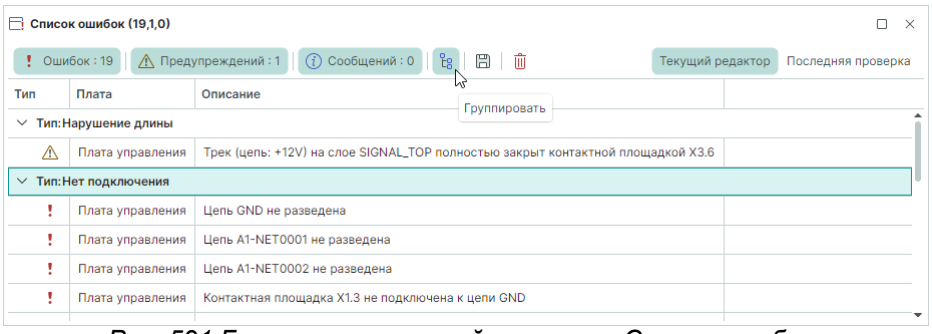


Рис. 591 Группировка записей в панели «Список ошибок»

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. 592.

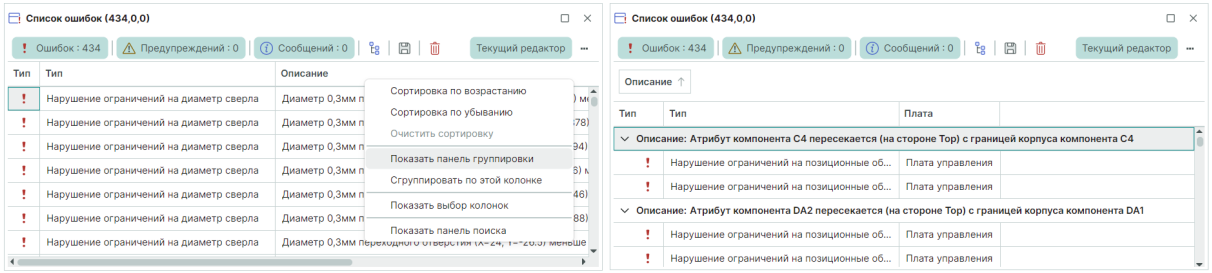


Рис. 592 Вызов панели группировки и результат группировки

Для группировки по интересующему столбцу используйте команду контекстного меню «Сгруппировать по этой колонке», см. Рис. 593.

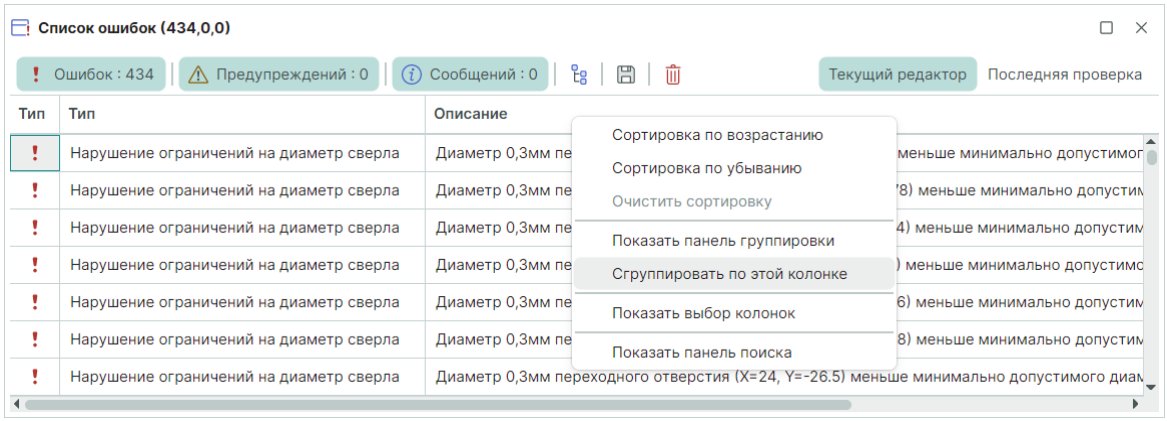


Рис. 593 Группировка по выбранной колонке

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. 594.

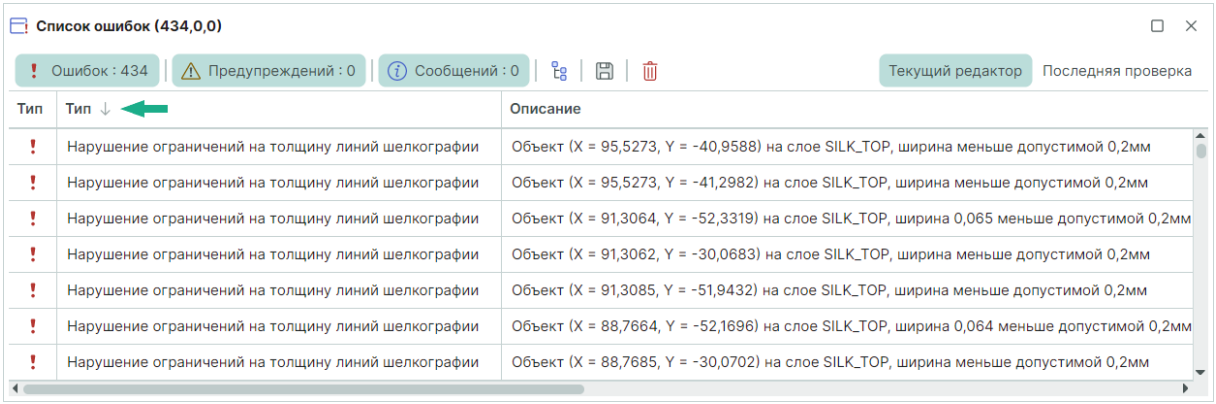


Рис. 594 Сортировка записей в панели «Список ошибок»

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. 595.

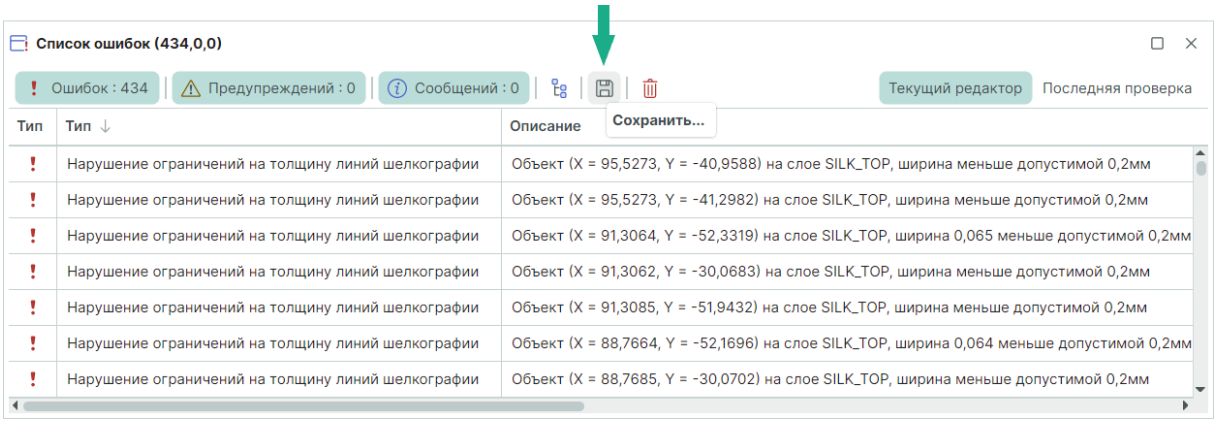


Рис. 595 Экспорт списка нарушений

2. В открывшемся окне проводника укажите место для сохранения файла и его имя, нажмите кнопку «Сохранить», см. Рис. 596.

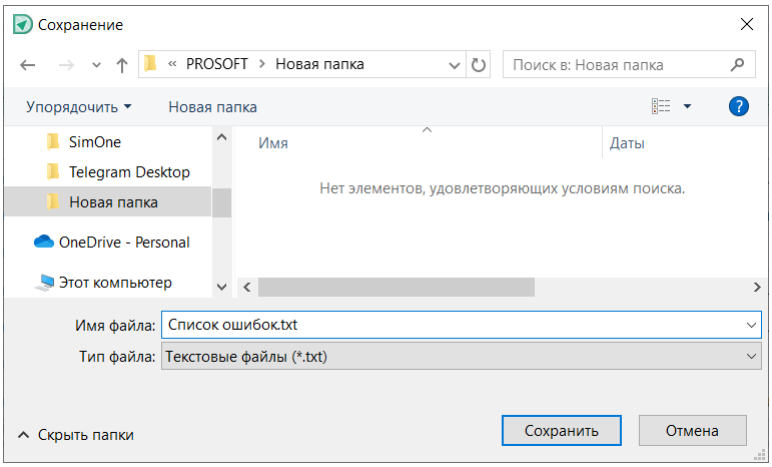


Рис. 596 Сохранение экспортируемого списка нарушений

17.2.3.5.6 Очистка списка сообщений

Для того чтобы очистить список нарушений, используйте инструмент «Очистить», обозначенный символом , см. Рис. 597.

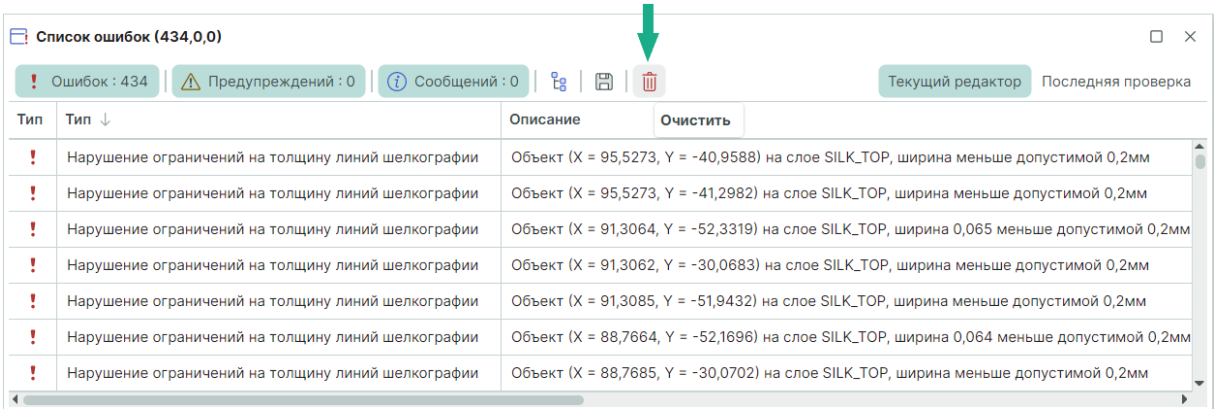


Рис. 597 Очистка списка ошибок

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. 598.

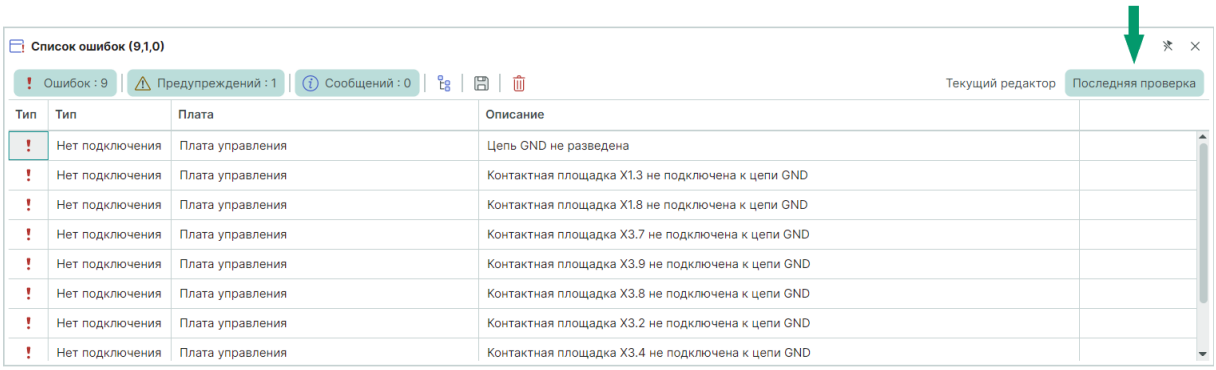


Рис. 598 Настройка отображения списка при переходе между частями системы

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. 599.

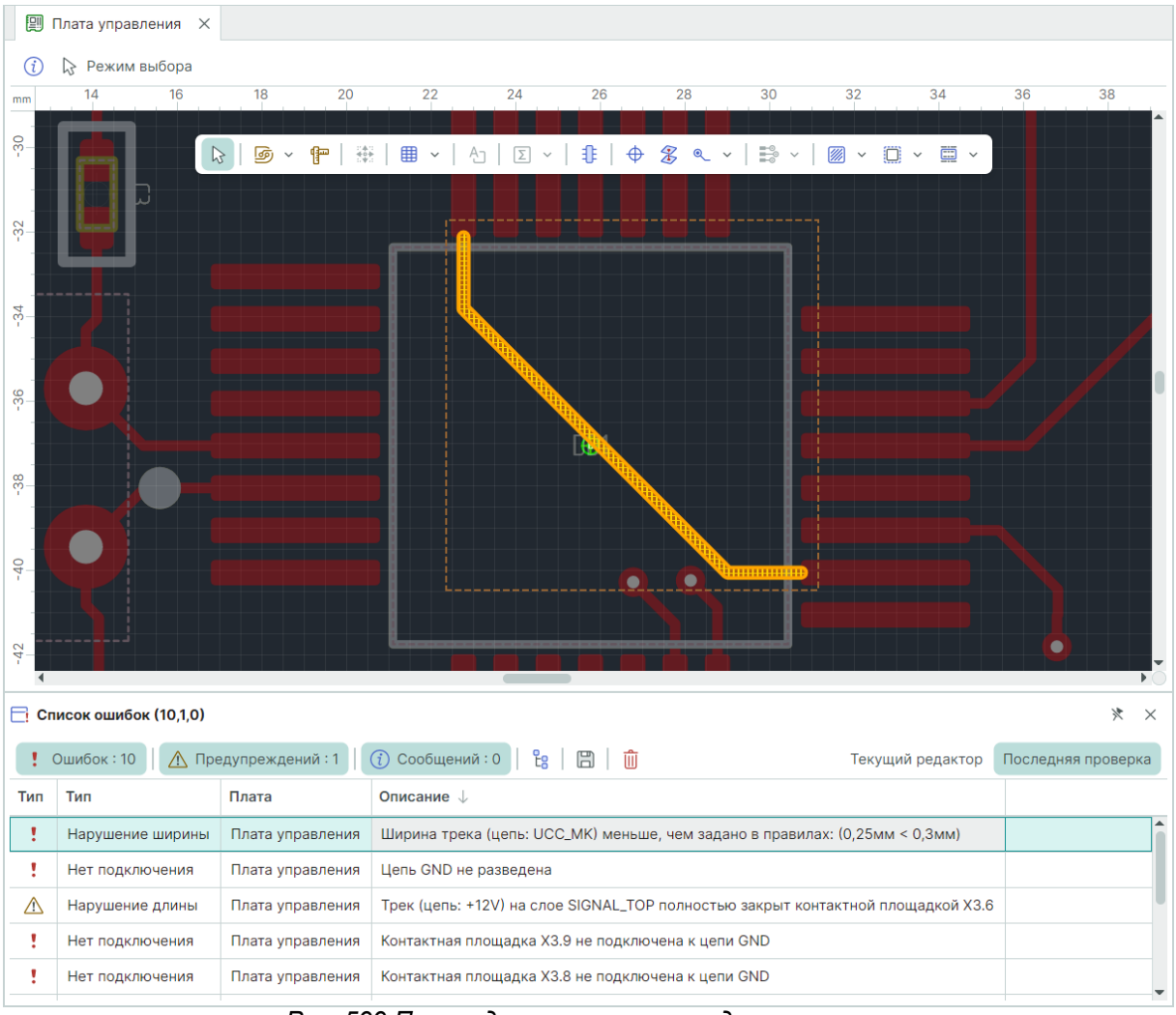


Рис. 599 Переход к нарушению в редакторе плат

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. 600.

Кроме того, инструмент «Выбрать» должен взаимодействовать с объектами на всех слоях (пункт «Только текущий слой» не отмечен флагом) или слой «ERRORS» должен быть активным.

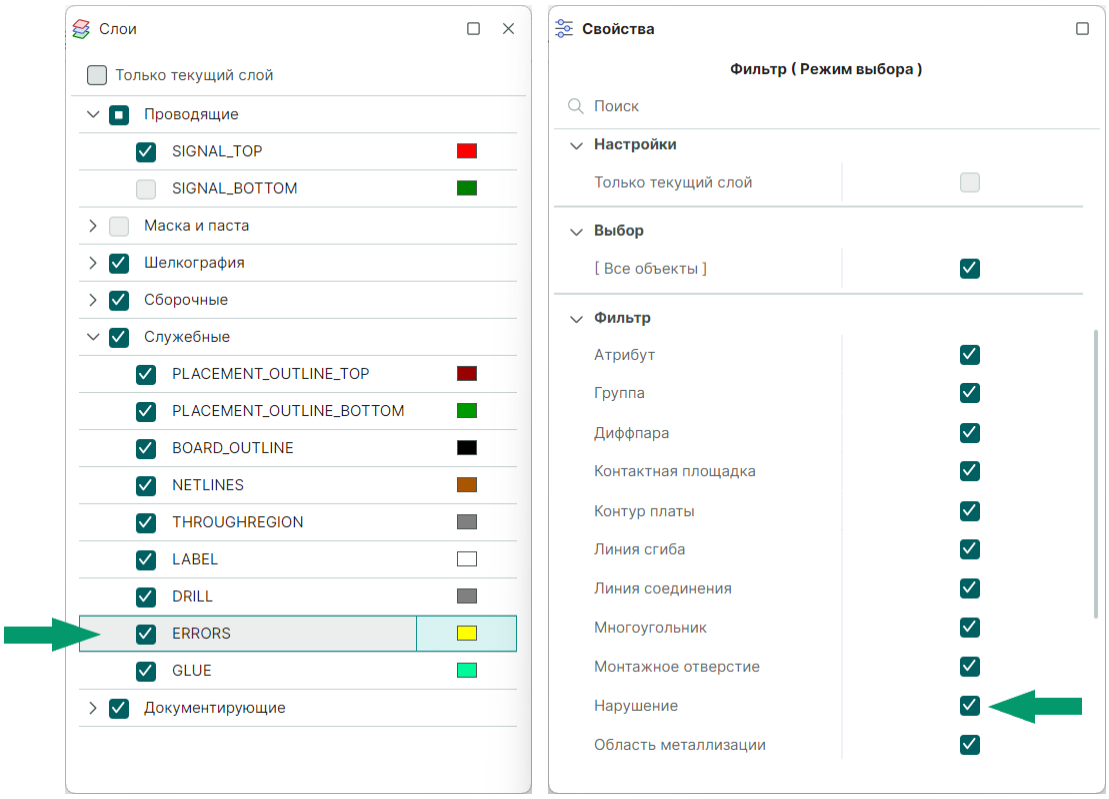


Рис. 600 Настройка редактора плат для отображения нарушений

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. 601. Подобные объекты обозначаются штриховкой того цвета, который назначен для слоя «ERRORS».

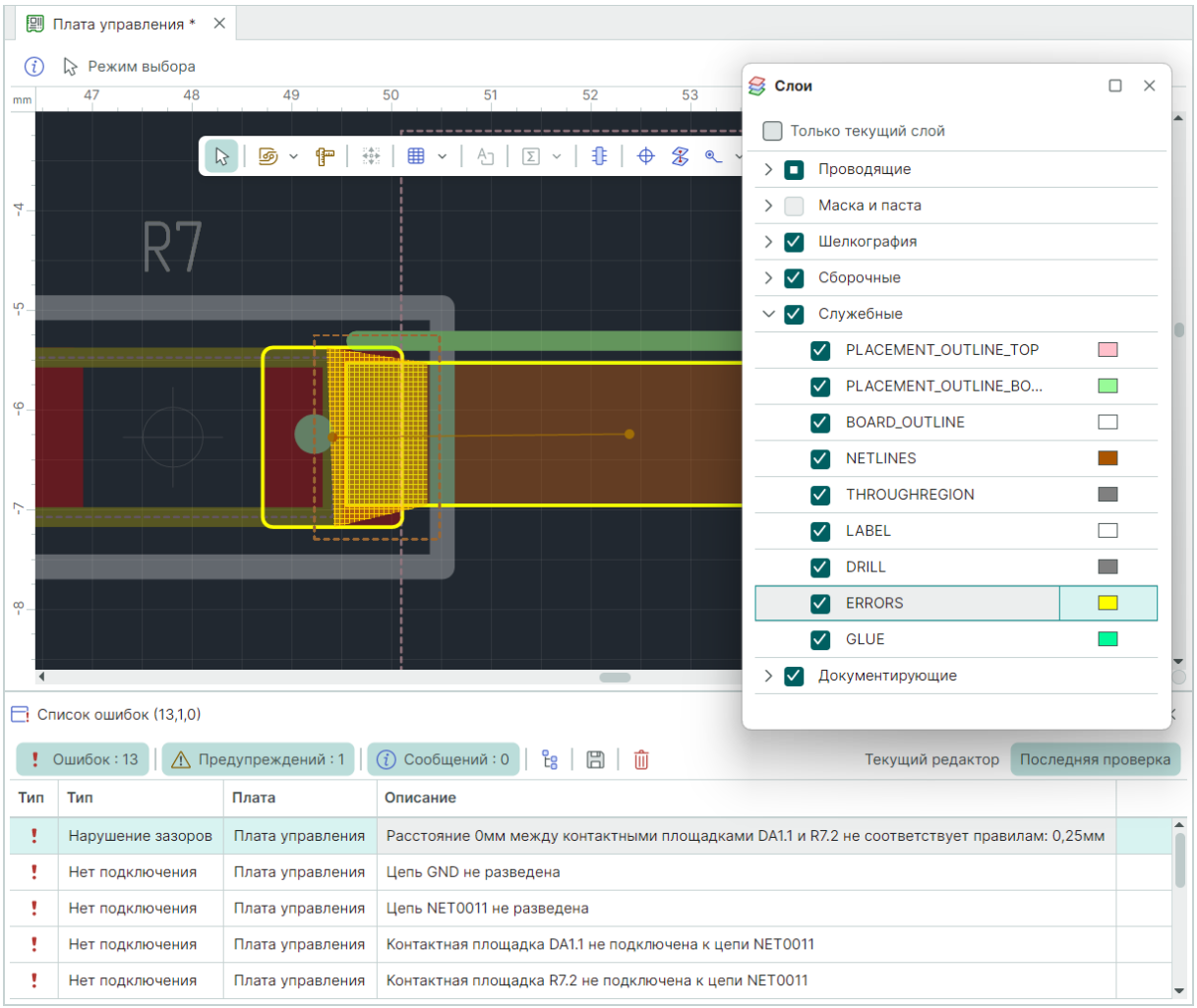


Рис. 601 Объект «Нарушение» на плате

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. 602.

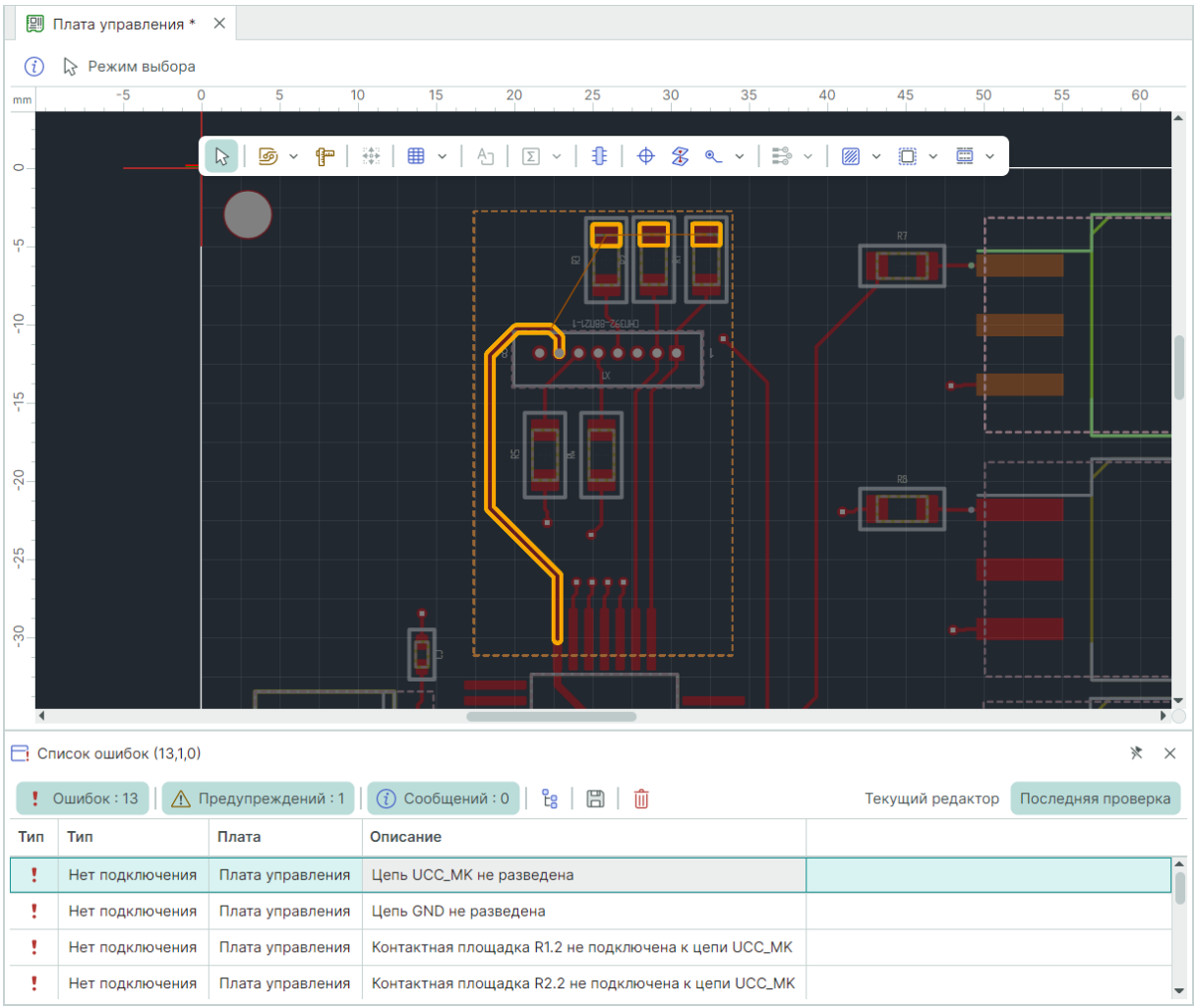


Рис. 602 Объекты, между которыми выявлено нарушение

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. 603.

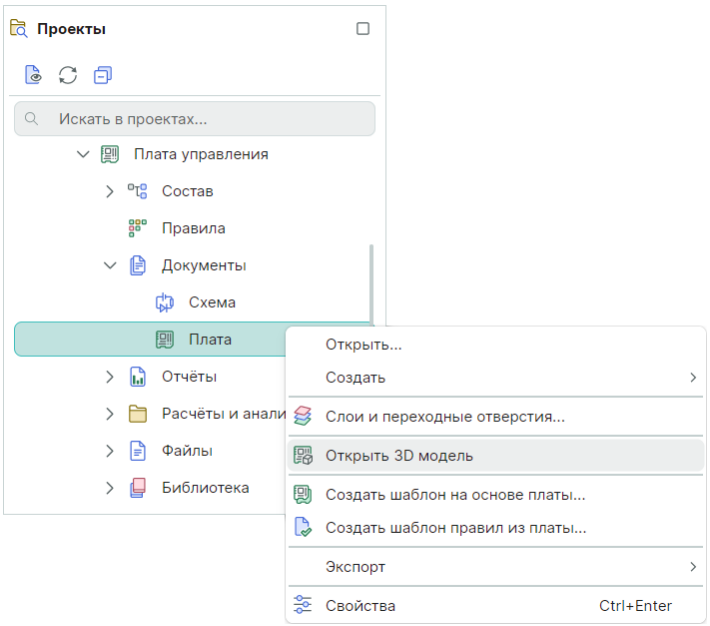


Рис. 603 Открытие 3D модели платы

- С помощью пункта «Открыть 3D модель» в разделе «Вид» главного меню, см. Рис. 604. Для вызова данной функции в главном меню документ «Плата» должен быть активен.

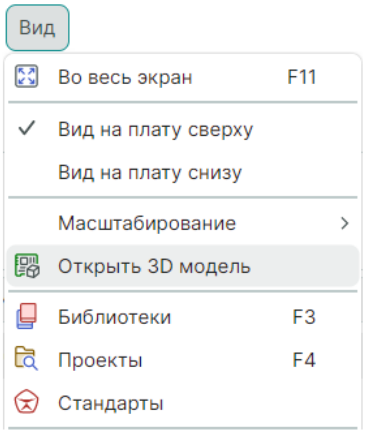


Рис. 604 Открытие 3D модели платы через главное меню

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. 605. В верхней части окна расположены кнопки включения различных режимов и видов отображения модели.

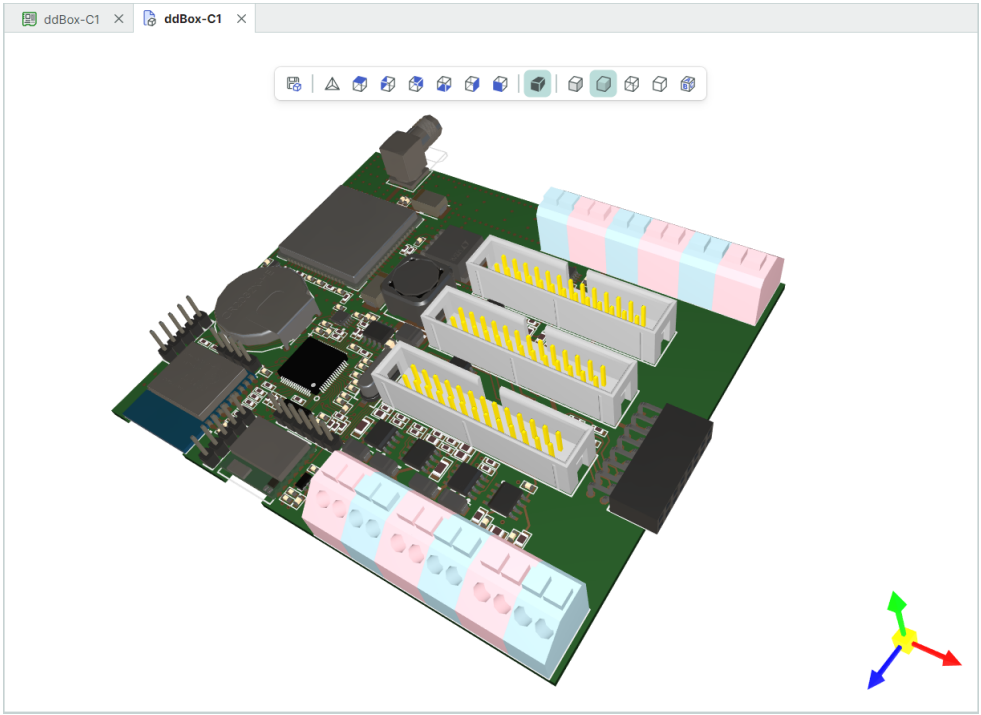


Рис. 605 Окно представления 3D модели платы

Примечание! Количество окон с отображаемыми 3D моделями ограничено, фактическое количество 3D моделей плат зависит от характеристик рабочей станции. В случае появления ошибки в окне с 3D моделью закройте все окна с 3D моделями и перезапустите Delta Design.

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. 606.

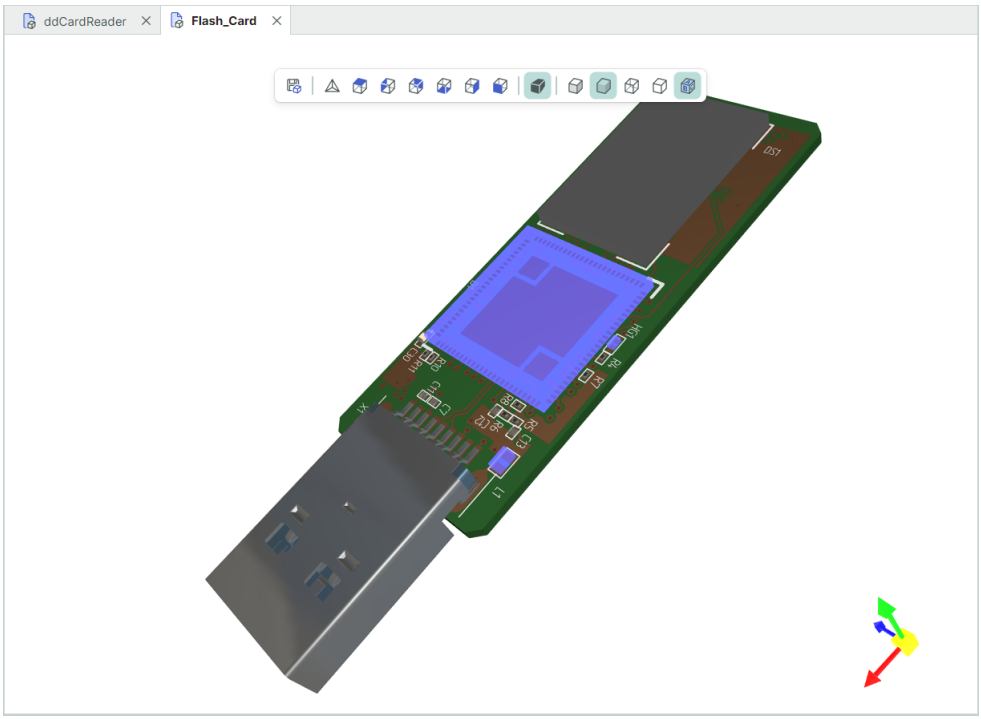


Рис. 607 Визуализация компонентов, к которым не привязана 3D модель

Чтобы сохранить 3D модель платы:

1. Нажмите на кнопку «Сохранить 3D модель как...», расположенную в верхней части окна редактора, см. Рис. 608.

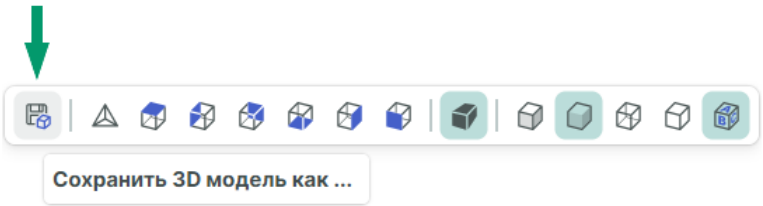


Рис. 608 Сохранение 3D модели

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. 609.

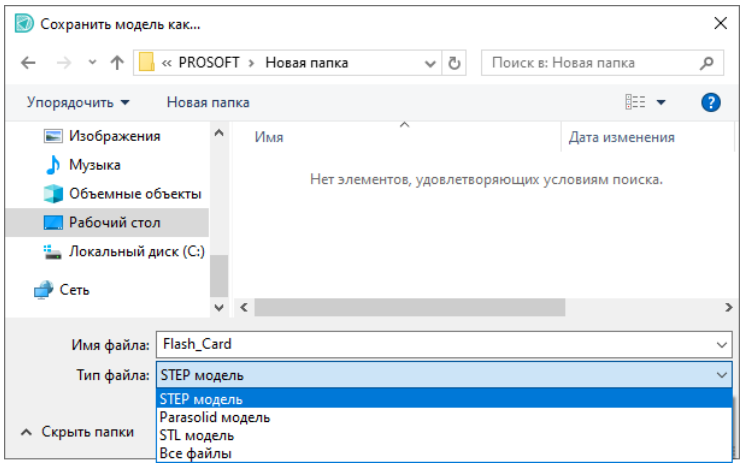


Рис. 609 Выбор формата сохранения 3D модели

3. Нажмите кнопку «Сохранить».

3D модель платы может быть сохранена в следующих форматах:

- STEP;
- Parasolid;
- STL.

18.3 Управление прозрачностью компонента

В системе Delta Design реализована возможность управление прозрачностью выделенной модели компонента на 3D модели платы.

1. Выделите модель компонента на 3D модели платы.

2. В панели «Свойства» → «3Д» → «Прозрачность» перемещая ползунок по горизонтали, установите нужный коэффициент прозрачности, см. Рис. 610.

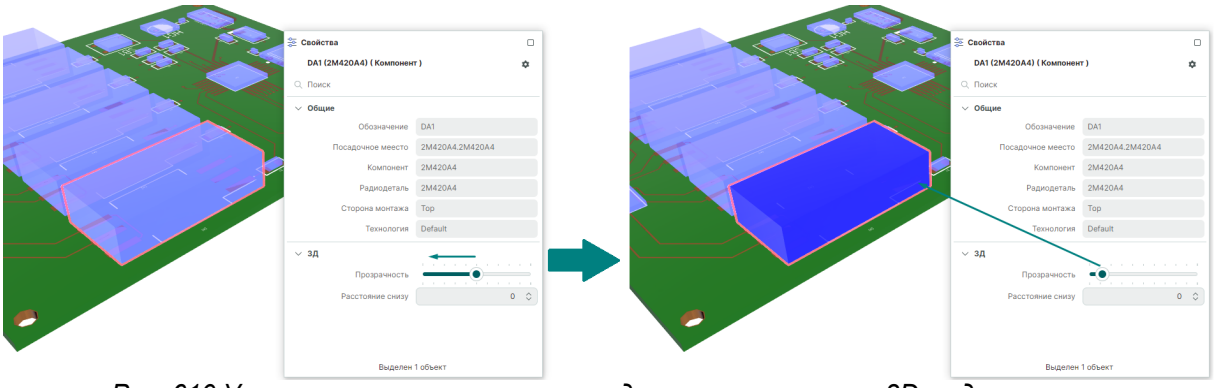


Рис. 610 Управление прозрачностью модели компонента на 3D модели платы

Данное изменение свойства модели компонента может быть сохранено и отоббражаться при повторном открытии 3D модели платы.

18.4 Поиск и просмотр компонента по его модели

В системе Delta Design реализована возможность поиска и просмотра выделенной модели компонента 3D модели платы в исходной библиотеке или на проектных объектах платы.

1. Выделите модель компонента на 3D модели платы.

2. В вызванном контекстном меню выберите необходимый пункт для поиска и просмотра выделенного компонента, см. Рис. 611.

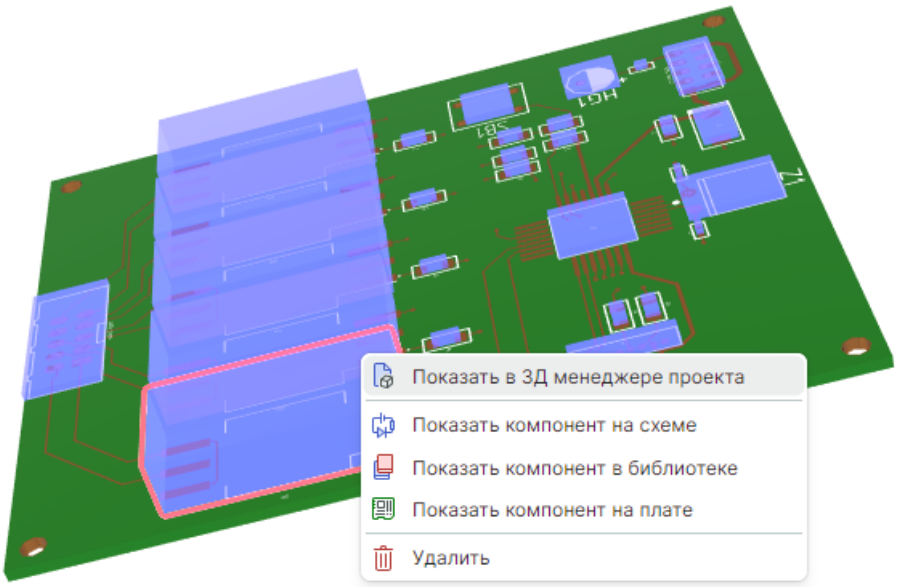


Рис. 611 Контекстное меню компонента

18.5 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. 612.

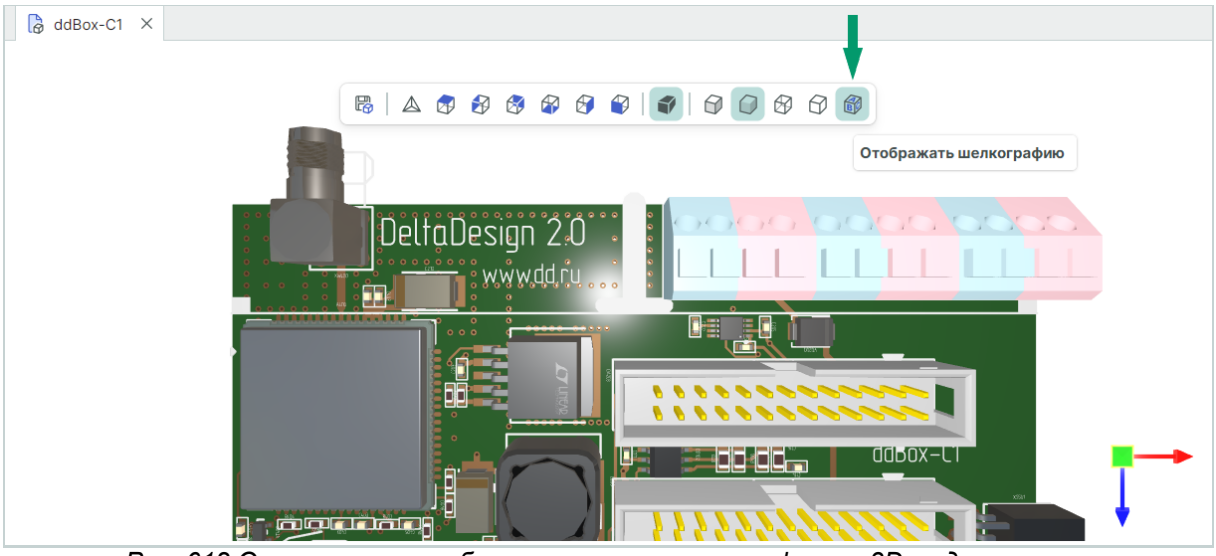


Рис. 612 Отключение отображения слоя шелкографии на 3D модели платы

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. 613.

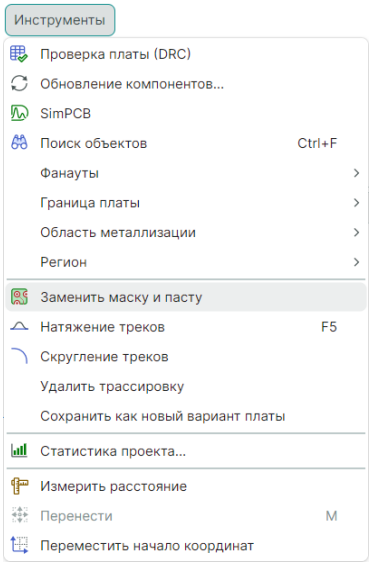


Рис. 613 Вызов инструмента «Заменить маску и пасту» из главного меню

3. Вид окна «Заменить маску и пасту» представлен на см. Рис. 614.

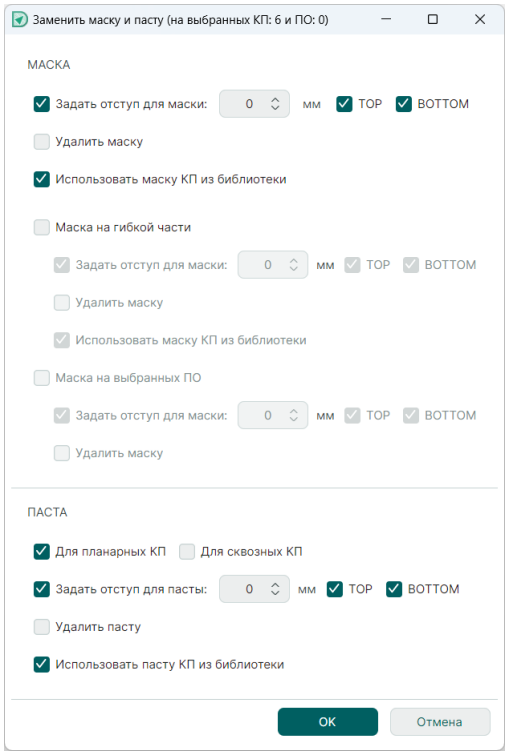


Рис. 614 Параметры замены маски и пасты

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 (внутрь контактной площадки).

Имеется возможность отдельного назначения отступов для **TOP** и **BOTTOM** 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. 615. Подробные сведения о выполняемых операциях замены маски и пасты отображаются в панели «Журналы».

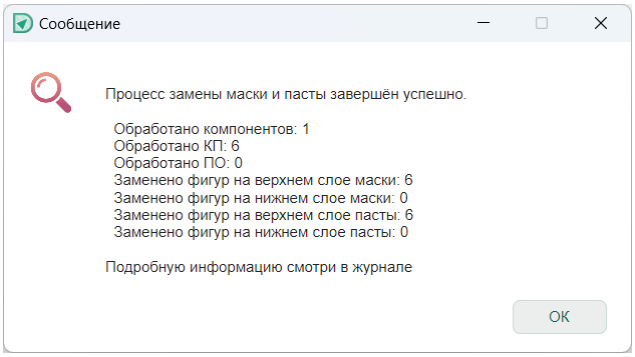


Рис. 615 Сообщение о завершении процесса

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 А.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 слой;

- 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.

21.3 Б.3 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).

21.4 Б.4 Правила ширин

Правила, задающие значения ширины, делятся на следующие категории:

- Ширина треков;
- Ширина треков (на базе профилей импеданса);
- Ширина гарантийного пояска.

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 пояска могут принадлежать:

- Цепям;
- Классам цепей.

В качестве области действия правила ширины трека и ширины гарантийного пояска 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 Общие сведения о калькуляторе импеданса.

21.5 Б.5 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;
- Номинальная ширина трека;
- Номинальный диффпарный зазор;
- Ширина зауженного трека;
- Зауженный зазор;
- Максимальная длина заужения;
- Максимальная суммарная длина заужения;
- Допуск на увеличение зазора;
- Допуск на уменьшение зазора;
- Разность длин/задержек треков/Единицы измерения;
- Локальная длина незастегнутого участка;
- Общая длина незастегнутых участков;
- Учёт выходов из контактных площадок.

Примечание! При определении параметров дифференциальных пар может задаваться не весь набор параметров.

Примечание! Для параметра «Разность длин/задержек треков» могут быть выбраны единицы измерения:

- «def» – единицы измерения по умолчанию (установленные в настройках системы);
- миллиметры (мм);
- милы (мил);
- наносекунды (нс);
- пикосекунды (пс).

Единицы измерения остальных параметров соответствуют единицам измерения, установленным в настройках системы.

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 Общие сведения о калькуляторе импеданса.

21.6 Б.6 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).

21.7 Б.7 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).

21.8 Б.8 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;
- длина/задержка сигнала, положительный и отрицательный допуск.

При выравнивании длин/задержек сигналов внутри группы устанавливается значение 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.



Примечание! При создании правил ограничений на длины/задержки сигналов могут быть выбраны единицы измерения:
- «def» – единицы измерения по умолчанию (установленные в настройках системы);
- миллиметры (mm);
- милы (mil);
- пикосекунды (ps);
- наносекунды (ns).

21.9 Б.9 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.