



Комплексная среда сквозного проектирования
электронных устройств

Руководство пользователя

Плата. Трассировка (Бета)

декабрь, 2017



EREMEX

Внимание!

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

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

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

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

Последнюю версию документа можно получить в сети Интернет по адресу: <http://dd.ru/download-new>.

ООО «ЭРЕМЕКС» не несёт ответственности за содержание, качество, актуальность и достоверность данного документа и используемых в документе материалов, права на которые принадлежат другим правообладателям, а также за возможный ущерб, связанный с использованием данного документа и содержащихся в нём материалов.

Обозначения ЭРЕМЕКС, EREMEX, Delta Design, TopoR, SimOne являются товарными знаками ООО «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 «ЭРЕМЕКС»: www.forum.eremex.ru

Техническая поддержка

E-mail: support@eremex.ru

Skype: supporteremex

Отдел продаж

Тел. +7 (495) 232-18-64

E-mail: info@eremex.ru

E-mail: sales@eremex.ru

© ООО «ЭРЕМЕКС», 2016. Все права защищены.

Содержание

1 Введение	7
1.1 Добро пожаловать	7
1.2 Требования к аппаратным и программным средствам	7
1.3 Техническая поддержка и сопровождение	8
1.4 Рекомендации по использованию документации	9
2 Объекты печатной платы	10
2.1 Типы объектов	10
2.2 Проводящий рисунок печатной платы	10
3 База для работы с платой	11
3.1 Общие сведения о работе с платой	11
3.2 Перемещение начала координат	13
3.3 Слои печатной платы	14
3.3.1 Общие сведения о слоях редактора плат	14
3.3.2 Редактор слоев	15
3.3.3 Настройка отображения слоев	15
3.3.4 Переключение слоев	17
3.4 Объекты на плате	20
3.5 Фиксация объектов	22
3.6 Измерение расстояний (линейка)	22
3.7 Сторонние средства проектирования	27
4 Трассировка платы	28
4.1 Электрические цепи, треки и линии соединения	28
4.2 Общие сведения о параметрах треков	30
4.3 Размещение треков	31
4.3.1 Базовый механизм размещения	31
4.3.2 Выбор желаемой траектории трека	35
4.3.3 Завершение трека вне проводящего рисунка	40
4.3.4 Отмена размещения	41
4.3.5 Переход на другой слой	42
4.4 Режимы работы инструмента «Разместить трек»	46
4.4.1 Общие сведения о режимах работы инструмента	46
4.4.2 Подключение трека к контактным площадкам	47
4.4.3 Проведение трека по плате	50
4.5 Ширина трека	51
4.5.1 Выбор предопределенного значения ширины	51
4.5.2 Установка произвольного значения ширины	52

4.5.3 Зауженный режим	52
4.5.4 Установка predetermined значений	52
4.6 Свойства трека	52
4.6.1 Структура трека	53
4.6.2 Свойства сегмента и трека	53
4.7 Редактирование геометрии трека	53
4.7.1 Общие сведения о геометрии трека	53
4.7.2 Выбор отдельных сегментов и целого трека	53
4.7.3 Удаление сегментов и трека	55
4.7.4 Завершение трека с удаленными сегментами	56
4.7.5 Изменение геометрии сегмента	56
4.7.6 Редактирование подключения к контактным площадкам	61
4.7.7 Спрямление трека	61
4.7.8 Создание и редактирование меандра	63
4.8 Трассировка диффпар	67
4.8.1 Общие сведения о диффпарах	67
4.8.2 Трассировка диффпары как единого целого	70
4.8.3 Переход диффпары на другой слой	78
4.8.4 Использование «расстегнутой» диффпары	80
4.8.5 Продолжение незавершенной диффпары	82
4.8.6 Контроль параметров текущей диффпары (окно «Свойства»)	82
4.8.7 Редактирование диффпары	82
4.8.8 Спрямление диффпары	83
5 Навигация по компонентам и цепям платы	84
5.1 Общие сведения о навигации на плате	84
5.2 Навигация по компонентам	88
5.2.1 Общие сведения о навигации по компонентам	88
5.2.2 Навигация по компонентам	89
5.2.3 Навигация по посадочным местам	92
5.3 Навигация по цепям	95
6 Металлизированные области платы	98
6.1 Общие сведения об областях металлизации	98
6.2 Создание границ области металлизации	99
6.2.1 Базовый механизм размещения областей металлизации	99
6.2.2 Особенности размещения областей металлизации	102
6.2.3 Свойства инструмента «Разместить область металлизации»	108
6.3 Свойства областей металлизации	108
6.4 Заполнение области металлизации	109
6.5 Настройка параметров областей металлизации	111
6.5.1 Общие сведения о параметрах области металлизации	111
6.5.2 Работа со стилями областей металлизации	112

6.5.3	Определение параметров области металлизации	114
6.6	Редактирование области металлизации	122
6.6.1	Общие сведения о редактировании областей металлизации	122
6.6.2	Острова области металлизации	122
6.6.3	Повторное заполнение области металлизации	124
6.6.4	Редактирование существующего заполнения	125
6.7	Опорные слои	127
7	Проверка правил проектирования	128
7.1	Общие сведения о проверке правил	128
7.2	Виды и настройки проверок правил	128
7.2.1	Виды проверок.....	128
7.2.2	Настройки проверок.....	129
7.3	Отложенная проверка	131
7.3.1	Запуск проверки	131
7.3.2	Список нарушений.....	133
7.3.3	Работа с нарушениями	138
8	Графическая информация	143
8.1	Общие сведения о дополнительной графике	143
8.2	Размещение дополнительной графики на плате.....	148
9	Изменение маски и пасты	150
9.1	Общие сведения о замене маски и пасты.....	150
9.2	Механизм изменения маски и пасты	150
10	Изменение посадочного места компонента	152
10.1	Общие сведения об изменении посадочных мест.....	152
10.2	Механизм изменения посадочных мест	152
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Слои печатной платы.....	154	
A.1	Список групп слоев	154
A.2	Описание слоев.....	154
A.2.1	Проводящие	154
A.2.2	Маска и паста	154
A.2.3	Шелкография	154
A.2.4	Сборочные.....	155
A.2.5	Служебные	155
A.2.6	Документирующие	155
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Правила проектирования	156	
B.1	Правила в проекте	156
B.2	Типы правил проектирования.....	156
B.3	Объекты, для которых задаются правила	156
B.4	Определение правил зазоров	158

Б.4.1 Категории правил зазоров.....	158
Б.4.2 Зазоры по слоям	158
Б.4.3 Зазоры цепей к другим цепям.....	159
Б.4.4 Зазоры цепей к самим себе	166
Б.5 Определение правил физических параметров	166
Б.5.1 Категории правил физических параметров	166
Б.5.2 Физические параметры треков	167
Б.5.3 Физические параметры дифференциальных пар	167
Б.6 Определение правил разрешения трассировки.....	167

1 Введение

1.1 Добро пожаловать

Компания ЭРЕМЕКС благодарит вас за приобретение системы Delta Design и надеется, что она будет верным и надежным помощником в вашей повседневной работе.

Система Delta Design является универсальным инструментом разработки электронных устройств, объединяющим различные средства автоматизированного проектирования.

Функционал системы Delta Design обеспечивает сквозной цикл проектирования электронных устройств:

- Формирование базы данных радиоэлектронных компонентов, ее сопровождение и поддержание в актуальном состоянии
- Разработка электрических схем
- SPICE-моделирование работы аналоговых устройств
- Разработка конструкции печатных плат
- Размещение компонентов и проведение полуавтоматической и автоматической трассировки печатных плат
- Выпуск конструкторской документации (в соответствии со стандартами)
- Выпуск производственной документации, в том числе для автоматизированных производственных линий
- Подготовка данных для составления перечня закупаемых изделий и материалов, необходимых для реализации проекта

Мы уверены, что вы сделали правильный выбор, начав сотрудничество с компанией ЭРЕМЕКС.

1.2 Требования к аппаратным и программным средствам



Примечание. Требования к программным и аппаратным средствам, а также инструкции по установке и техническому обслуживанию Delta Design приводятся в [Томе 2](#).

Система Delta Design предназначена для использования на персональных компьютерах, работающих под управлением операционных систем:

- Microsoft Windows 7 SP1 (KB976932)
- Microsoft Windows 8.1

Также на компьютере должны быть установлены следующие программные средства:

- Platform Update Patch (KB2670838)
- NET Framework 4.6.1
- DirectX 11

Минимальная конфигурация аппаратных средств:

- Процессор Core i5 - 2,4ГГц
- Оперативная память - 2ГБ
- Видеокарта с поддержкой DirectX 11

1.3 Техническая поддержка и сопровождение



ВАЖНО! Техническая поддержка оказывается только пользователям, прошедшим курс обучения. Подробные сведения о курсе обучения могут быть получены по адресу в интернете:
http://dd.ru/common_knowledge/knowledge

При возникновении каких-либо проблем с эксплуатацией Delta Design рекомендуем следующую последовательность действий.

- Обратитесь к документации по системе и попробуйте найти сведения о решении возникшей задачи.
- Ознакомьтесь с базой знаний продукта Delta Design, которая, в частности, содержит ответы на часто возникающие у пользователей вопросы.

Адрес базы знаний продукта Delta Design:

<http://dd.ru/common/knowledge>

- Вы также можете найти ответ или задать свой вопрос на форуме пользователей.

Форум пользователей Delta Design располагается по адресу:

<http://forum.eremex.ru/forum/17-delta-design/>

- Если указанные источники не содержат рекомендаций по возникшей проблеме, прибегните к услугам технического персонала вашего поставщика программных продуктов компании (дилера ЭРЕМЕКС).
- В том случае, если специалисты поставщика не смогли помочь в разрешении проблемы, свяжитесь непосредственно с офисом ЭРЕМЕКС.

Перед обращением, пожалуйста, подготовьте подробную информацию о возникшей ситуации и Ваших действиях, приведших к ней, а также информацию о конфигурации используемого компьютера и периферийного оборудования.

Служба технической поддержки принимает обращения по электронному адресу: support@eremex.ru



Примечание. При возникновении проблем с установкой и/или запуском системы убедитесь, что инструкции, описанные в Томе 2 точно выполнены.

1.4 Рекомендации по использованию документации

Документация по системе представлена в виде справочника, задача которого состоит в иллюстрации работы системы в объеме, достаточном для эффективного использования. Некоторые фрагменты текста могут не иметь абсолютной полноты описания, или не иметь абсолютного соответствия с какой-либо версией программы. Тем не менее, приведенные описания дают достаточную информацию о работе функционала программы.

Вопросы, о предпочтительной методике использования системы (Почему надо использовать тот или иной функционал? Как организовать проектирование в соответствии со стандартом? и т.д.) рассматриваются только в рамках учебных курсов. Информация об учебных курсах доступна по адресу в интернете:

http://dd.ru/common_knowledge/knowledge

2 Объекты печатной платы

2.1 Типы объектов

В процессе проектирования в системе в редакторе плат используются различные типы объектов. Это как реальные физические объекты, размещаемые на плате, так и дополнительные объекты, используемые в процессе проектирования.

Реальные физические объекты, это те объекты, которые непосредственно размещаются на печатной плате на том или ином этапе ее изготовления. Они могут быть разделены на две группы:

- Механические объекты, объекты, не используемые для передачи электрических сигналов.
- Электрические объекты, объекты, используемые для передачи электрических сигналов.

Именно взаимодействию электрических объектов на плате посвящается данный том. Основой такого взаимодействия является построение проводящего рисунка.

К дополнительным объектам относятся различные информационные и документационные и служебные объекты, используемые в процессе проектирования. Они никогда непосредственно не попадают на изготавливаемую печатную плату.

2.2 Проводящий рисунок печатной платы

Проводящий рисунок печатной платы можно разделить по следующим группам объектов:

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

Формирование проводящего рисунка рекомендуется начинать с размещения компонентов на плате. Таким образом, часть рисунка будет сформирована, так как контактные площадки посадочных мест уже размещены. Далее рекомендуется формировать печатные трассы, области металлизации, и размещать прочие объекты для окончательного формирования проводящего рисунка.

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

3 База для работы с платой

3.1 Общие сведения о работе с платой

Работа с печатными платами осуществляется с помощью редактора печатных RightPCB™, доступ к которому возможен из пункта «Плата» узла «Документы», входящего в состав проекта, см. Рис. 1. Редактор открывается как с помощью пункта «Открыть...» контекстного меню, так и с помощью двойного нажатия левой кнопки мыши (курсор должен быть помещен на узел «Плата»).

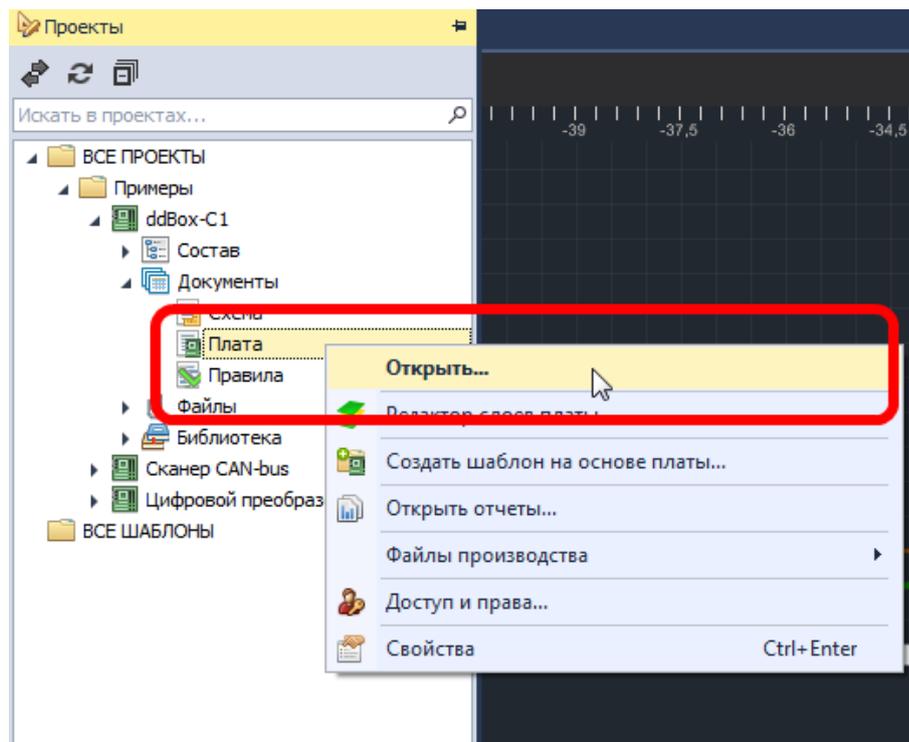


Рис. 1. Запуск редактора плат

Общий вид редактора представлен на Рис. 2. Рабочее поле редактора связано с системой координат, точка отсчета которой (начало координат) отмечена красным крестом.

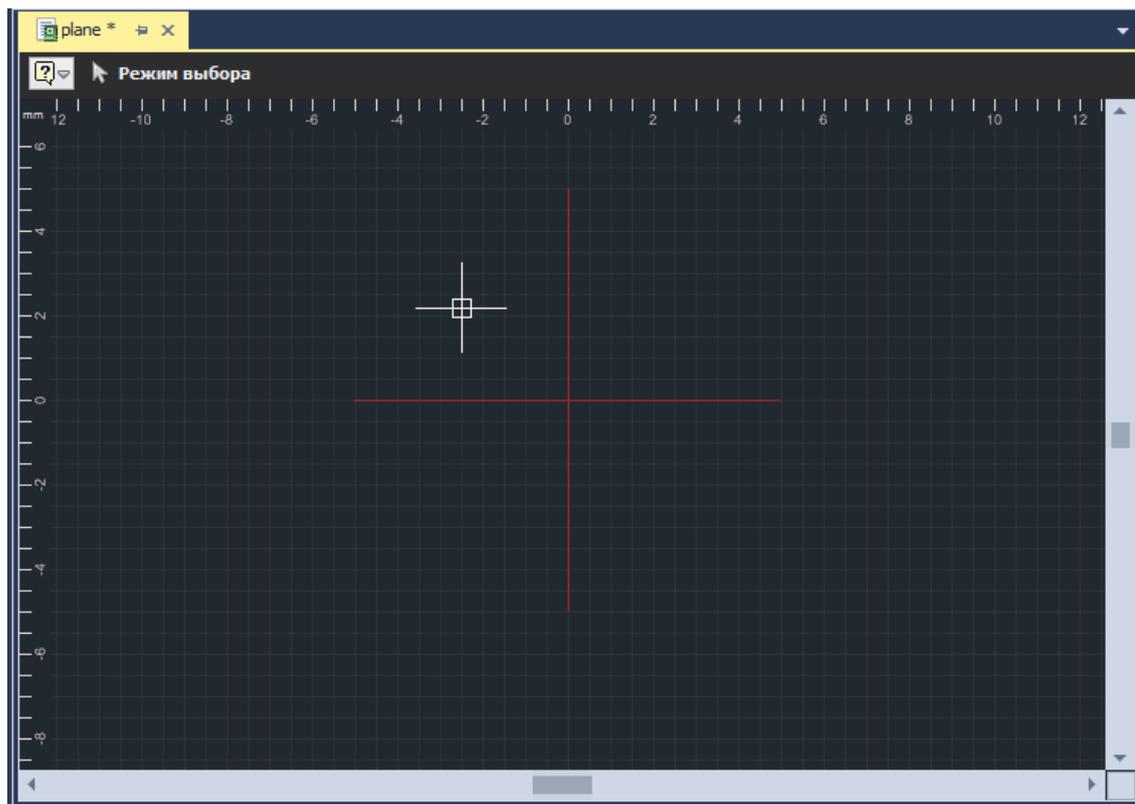


Рис. 2. Общий вид редактора печатных плат

В рабочем поле отображается графическая сетка, параметры которой указаны в «Стандартах» системы. Текущий шаг сетки отображается в левом нижнем углу главного окна. Значение сетки можно изменить с помощью выпадающего списка или используя клавишу «G» (или другую клавишу, назначенную для этого действия), см. Рис. 3.

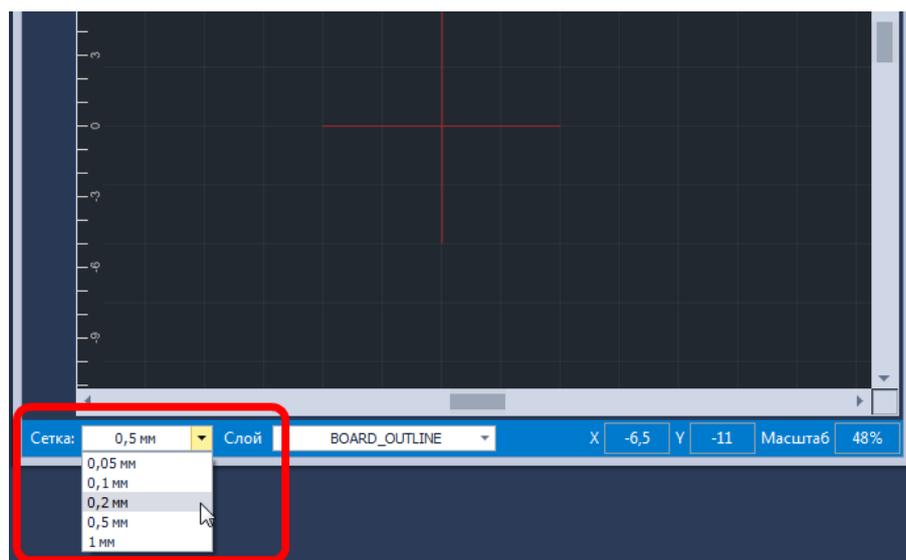


Рис. 3. Изменение сетки для редактора плат

3.2 Перемещение начала координат

Рабочая область редактора плат объединена с системой координат, в которой задаются координаты всех объектов, расположенных на плате. Начало системы координат обозначается красным крестом, см. Рис. 4.

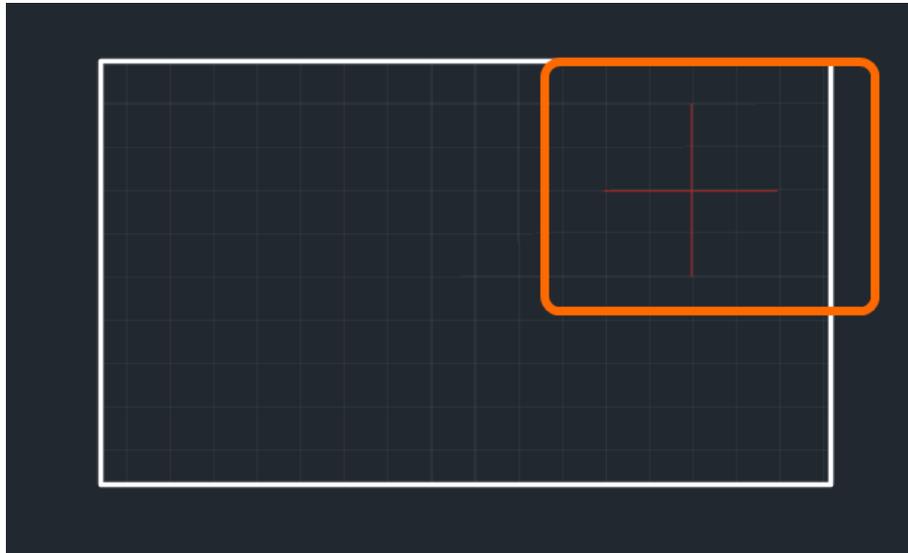


Рис. 4. Начало координат

В ходе проектирования платы может возникнуть необходимость перенести начало координат. Для того чтобы перенести начало координат необходимо выполнить следующие действия:

1. Активировать инструмент «Переместить начало координат», который обозначается значком  и располагается на панели «Рисование» и в группе «Инструменты» контекстного меню, см. Рис. 5.

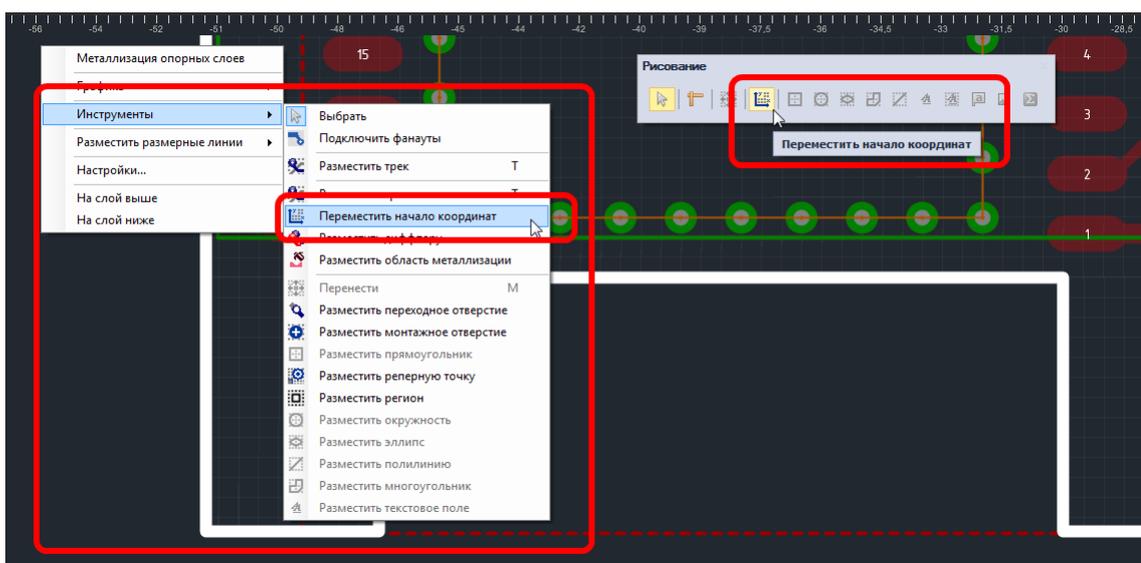


Рис. 5. Выбор инструмента «переместить начало координат»

2. Переместить курсор в нужную точку (внешний вид курсора должен измениться) и нажать левую кнопку мыши, см. Рис. 6. В правом нижнем углу главного окна указываются текущие координаты курсора (в актуальной системе координат).

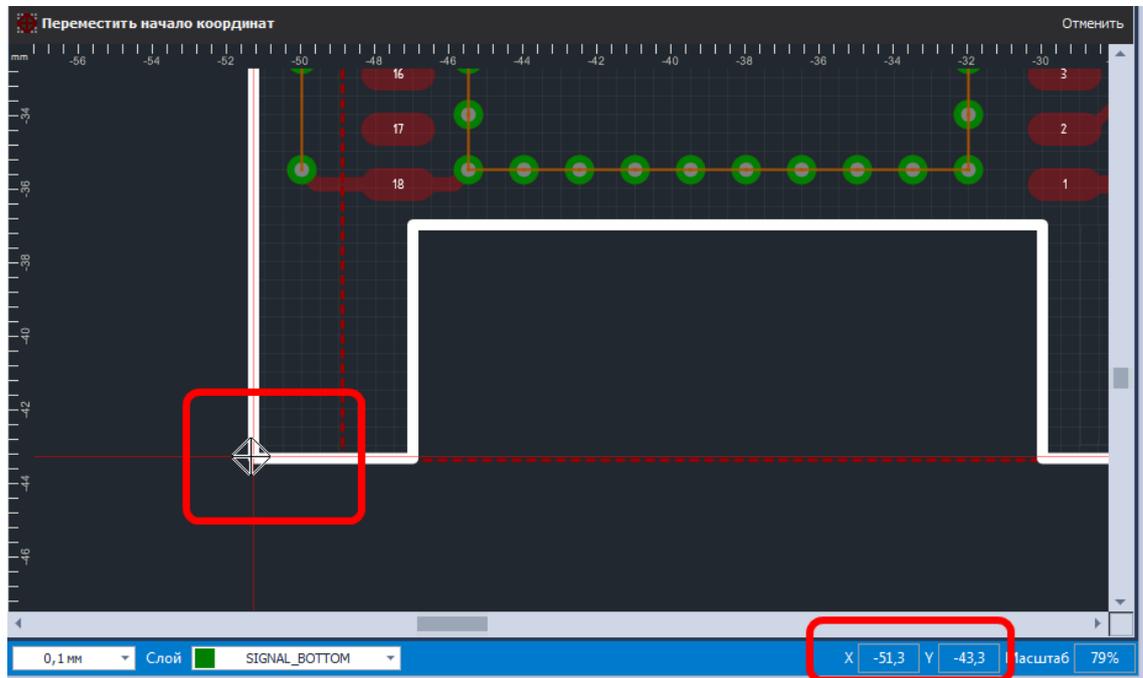


Рис. 6. Перенос начала координат

3.3 Слои печатной платы

3.3.1 Общие сведения о слоях редактора плат

Работа редактора печатных плат в системе Delta Design осуществляется с помощью нескольких групп слоев отображающих графическую информацию. Каждая из групп специализирована для отображения определенного типа информации, необходимой для проектирования печатной платы. Все группы слоев можно разделить на две категории:

1. Физические слои – слои, с помощью которых визуализируются реально существующие объекты: границы платы, элементы проводящего рисунка, шелкография и т.д.
2. Логические слои – слои, служащие для отображения специфической информации, которая отсутствует на реальном изделии, но требуется в процессе проектирования. К данному типу информации относятся регионы изменения правил, границ посадочных мест, зоны нарушения правил проектирования, дополнительные документационные данные и т.д.

Описание полного списка слоев печатной платы, используемых в Delta Design приведено в разделе Приложение А Слои печатной платы.

Каждый проект содержит полный список логических слоев и перечень тех физических слоев, которые задал проектировщик при разработке печатной платы.

В большинстве случаев каждый слой определяет ряд характерных объектов, которые могут быть размещены только на данном слое. Например, границы платы задаются только на слое «BOARD_OUTLINE».

3.3.2 Редактор слоев

Слои печатной платы формируются с помощью редактора слоев печатной платы, который вызывается из дерева проекта с помощью контекстного меню узла «Плата», см. Рис. 7.

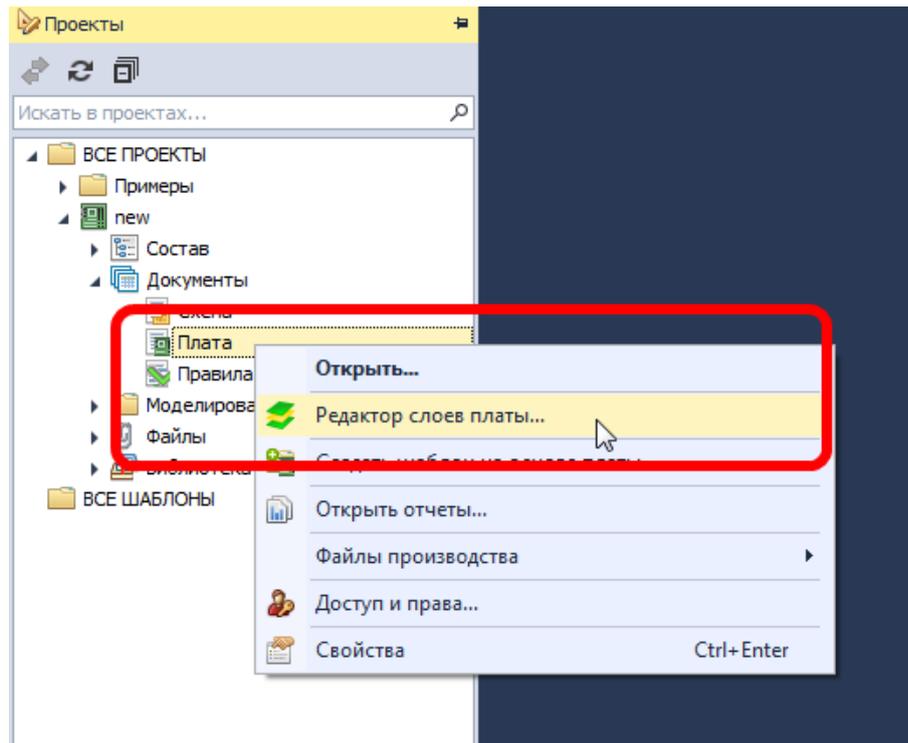


Рис. 7. Вызов редактора слоев платы



ВАЖНО! Формирование слоев платы возможно только в том случае, когда печатная плата проекта не открыта в редакторе плат.

3.3.3 Настройка отображения слоев

Редактор печатных плат позволяет выбирать, с каких слоев необходимо отображать информацию в текущий момент. Состав слоев, с которых отображается информация, выбирается с помощью панели «Слой», см. Рис. 8.

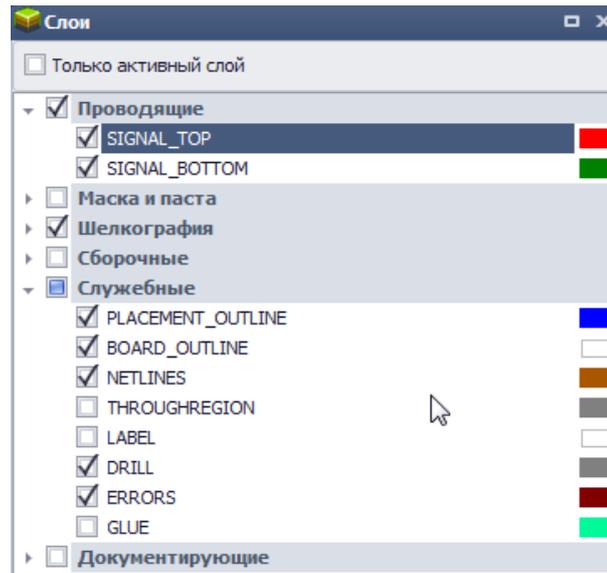


Рис. 8. Панель «Слои»

Функционал панели позволяет включать или исключать из списка отображаемых слоев как целую группу слоев, так и отдельные слои. Для включения всей группы в список отображаемых слоев необходимо поставить флаг в поле, расположенное слева от названия группы, см. Рис. 9.

Чтобы включить в список отображаемых слоев отдельный слой, необходимо открыть группу, нажав на символ «▶», расположенный слева от названия группы и поставить флаг в поле, расположенное слева от названия слоя. При этом название группы будет отмечено символом «■», указывающим, что только часть слоев группы включена в список отображаемых слоев.

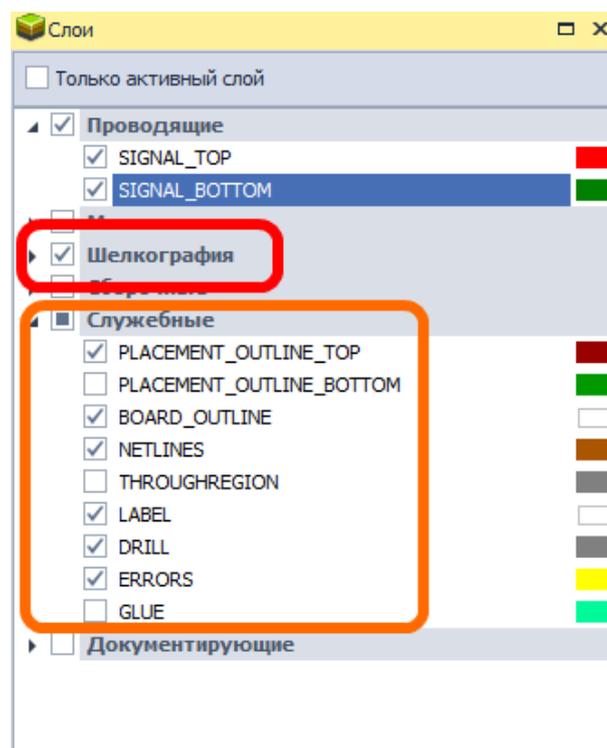


Рис. 9. Формирование списка отображаемых слоев

В правой части панели «Слои» показан пример цвета, каким данная информация с данного слоя отображается в редакторе плат. Выбор цветов для отображения слоев осуществляется с помощью цветовых схем. Настройка цветовых схем осуществляется в Стандартах системы.

3.3.4 Переключение слоев

В большинстве случаев, в определенный момент времени, разработчик работает с объектами расположенными на конкретном слое, например, при создании проводящего рисунка, используется конкретный проводящий слой печатной платы.

Слой, с которым разработчик работает в данный момент, называется *активным слоем*. Активный слой характеризуется тем, что инструменты редактора плат работают только с теми объектами, которые расположены на данном слое. Так, например, если в данный момент активным слоем является «*SIGNAL_TOP*» (верхний проводящий слой), то редактор не позволит изменять геометрию проводящего рисунка других проводящих слоев (за исключением случаев, когда используются специальные инструменты).

Сам по себе активный слой не влияет на отображение информации расположенной на других слоях. Активный слой отображается как «ближайший» к разработчику и определяет состав объектов для работы в текущий момент. Например, это могут быть границы платы, либо проводящий рисунок, либо элементы шелкографии и т.д.

Активный слой выбирается из списка отображаемых слоев с помощью выпадающего списка, который расположен в нижней части окна редактора, см. Рис. 10. В этот список попадают только те слои, которые выбраны для отображения в панели «Слои».

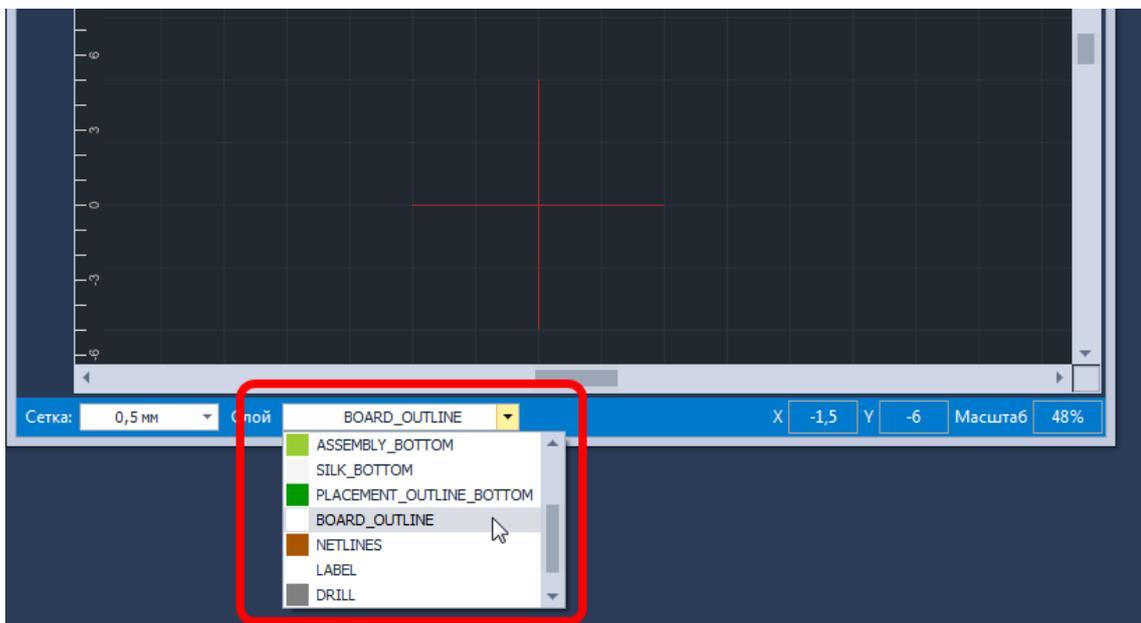


Рис. 10. Выбор активного слоя

Кроме того, активный слой можно выбрать с помощью панели «Слои», даже в том случае если в настоящий момент требуемый слой не входит в список

3.3 Слои печатной платы

отображаемых слоев, см. Рис. 12. Для этого необходимо навести курсор на название требуемого слоя и нажать левую кнопку мыши. Отмеченный слой станет активным.

Переключение слоев, входящих в список отображаемых, может осуществляться с помощью контекстного меню – пункты «На слой выше» и «На слой ниже» см. Рис. 11, или с использованием клавиш, назначенных для выполнения данных действий (по умолчанию для переключений назначены клавиши «PageUp» и «PageDown»). Слои переключаются в той же последовательности, в которой они присутствуют в списке.

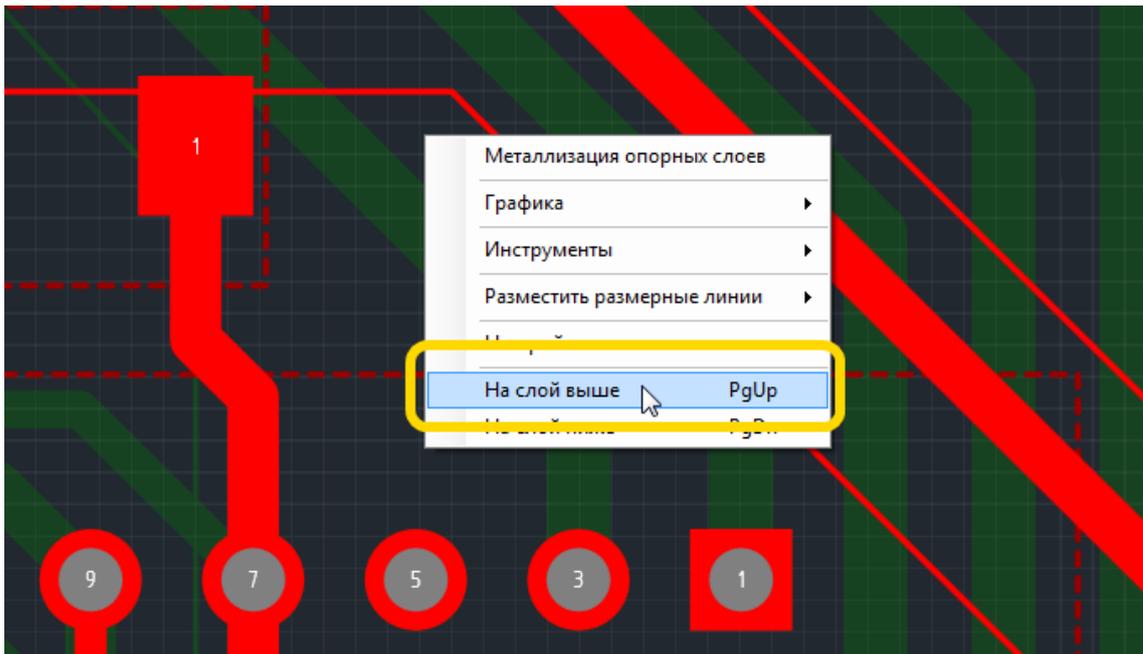


Рис. 11. Переключение слоев

Нужно отметить, что если слой просто отмечен флагом, то он всего лишь попадает в список отображаемых слоев, но не становится активным.

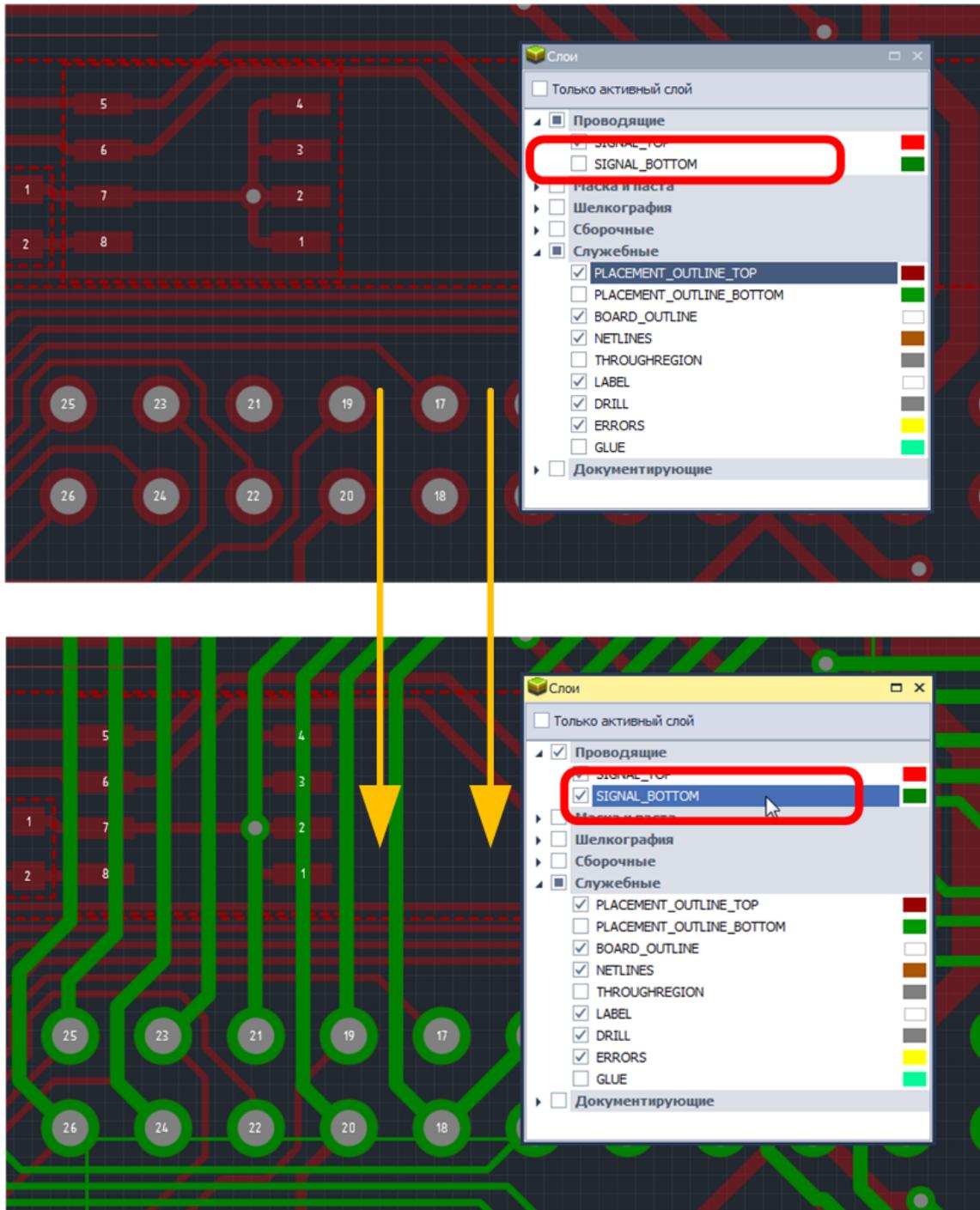


Рис. 12. Быстрый выбор активного слоя

Редактор печатных плат позволяет быстро перейти к отображению одного активного слоя (остальные слои не отображаются). Для этого в верхней части панели «Слои» необходимо отметить флагом поле «Только активный слой», см. Рис. 13.

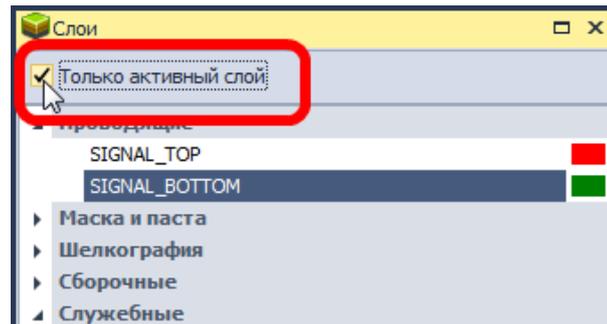


Рис. 13. Поле «Только активный слой»

3.4 Объекты на плате

Объекты на печатной плате располагаются на различных слоях, при этом присутствует однозначная связь между типом слоя и объектами, которые могут быть расположены на слое данного типа.

При активации того или иного слоя открывается доступ к набору инструментов, предназначенного для работы с объектами, размещаемыми на слое данного типа. Так на слоях шелкографии доступны инструменты размещения графических объектов, при этом те же самые инструменты не доступны, если активный слой проводящий. Поэтому для работы с определенным типом объектов необходимо активировать слой, на котором эти объекты располагаются. Полный список слоев приводится в разделе Приложение А.

Для выбора объектов используется инструмент «Выбрать». В редакторе плат 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 (инструмент активирован) на панели «Свойства» отобразится список типов объектов, с которыми взаимодействует инструмент «Выбрать», см. Рис. 14.

Инструмент работает только с теми типами объектов, которые отмечены флагом. Таким образом, формируется список типов объектов, которые могут быть выбраны с помощью инструмента. Объекты другого типа при этом не доступны и не мешают рабочему процессу.

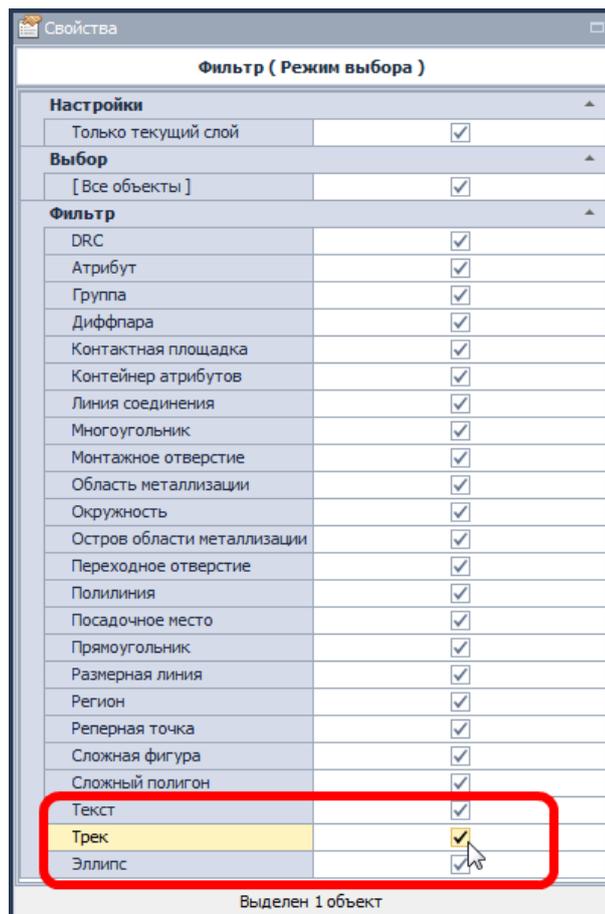


Рис. 14. Объекты для выбора

Инструмент «Выбрать» позволяет выбирать объекты как расположенные на разных слоях, так и объекты расположенные только на активном слое печатной платы. Для того чтобы выбирать объекты расположенные только на активном слое (и игнорировать объекты, расположенные на других слоях) в панели «Свойства» необходимо установить флаг в пункте «Только текущий слой» раздела «Настройки» см. Рис. 15.

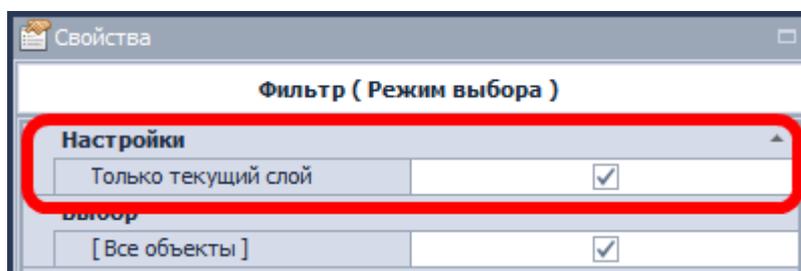


Рис. 15. Выбор режима работы только с текущим слоем

Работа инструмента «Выбрать» вариативна – выбор объектов зависит от направления движения мыши при создании области выбора: частично попадающие в нее объекты могут быть выбраны, либо игнорироваться, см. Рис. 16 При создании области выбора слева направо выбираются только те объекты, которые целиком попали в область. Объекты, частично попавшие в область выбора, игнорируются (левая часть рисунка). При создании области выбора справа налево выбираются все

объекты, которые содержатся в области, даже если они попадают в неё лишь частично (правая часть рисунка), см. Рис. 16.

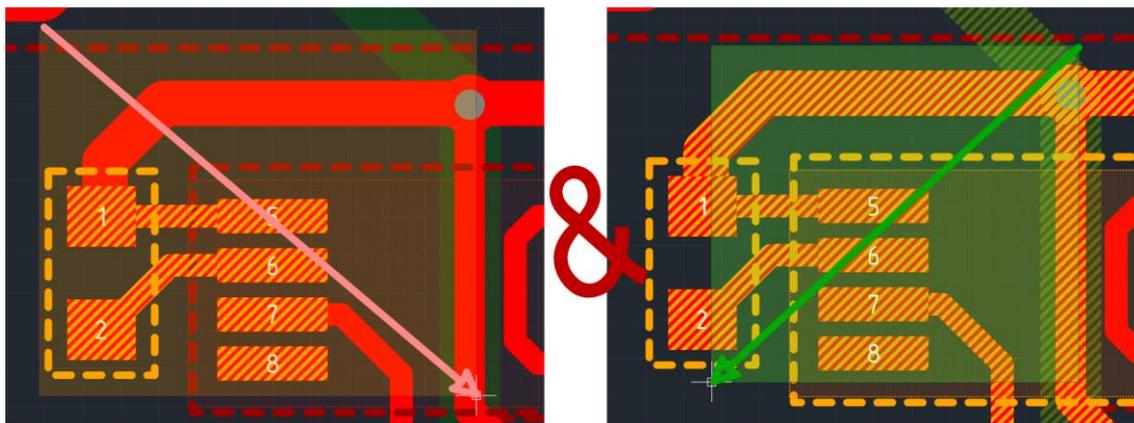


Рис. 16. Зависимость работы инструмента «Выбрать» от направления использования

3.5 Фиксация объектов

В ряде случаев необходимо запретить редактирование какого-либо объекта, чтобы ни одно действие, либо выполнение какой-либо команды не изменяло форму, положение или состояние объекта. Для этих целей разработана фиксация объекта, которая запрещает редактирование объекта. Для того чтобы запретить редактирование объекта, необходимо в панели «Свойства» установить флаг в пункте «Зафиксировано», см. Рис. 17.

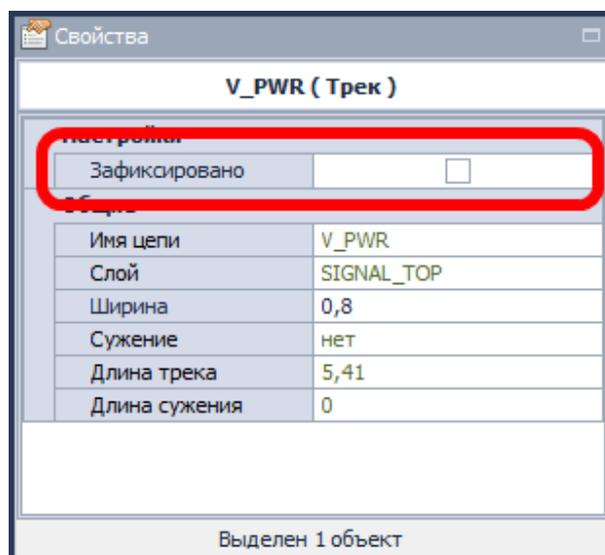


Рис. 17. Фиксация объектов

3.6 Измерение расстояний (линейка)

В ряде случаев разработчику необходимо оперативно узнать реальное расстояние между объектами на проектируемой плате или геометрические параметры какого-либо объекта. Для этих целей в Delta Design предусмотрен инструмент «Измерить расстояние».

3.6 Измерение расстояний (линейка)

Инструмент «Измерить расстояние» взаимодействует только с объектами расположенными на активном слое (см. раздел 3.3.4). Существует возможность фильтрации объектов, с которыми будет взаимодействовать инструмент. Для того, чтобы настроить список объектов для инструмента «Измерить расстояние» необходимо перейти к фильтру объектов инструмента «Выбрать» и отметить нужные типы объектов, см. раздел 3.4. После этого инструмент «Измерить расстояние» будет взаимодействовать только с объектами отмеченного типа.

Инструмент «Измерить расстояние» активируется с помощью кнопки  - «Измерить расстояние», расположенной на панели инструментов «Рисование» см. Рис. 18.

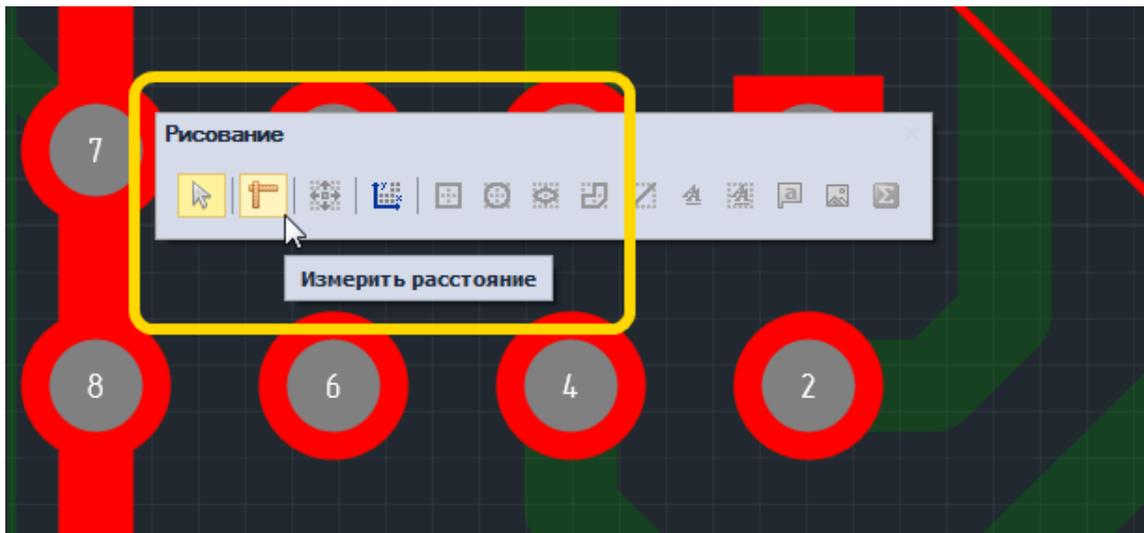


Рис. 18. Активация инструмента «Измерить расстояние»

У инструмента реализованы два режима, которые переключаются с помощью панели «Свойства»: установка и снятие флага в пункте «Использовать "Луч"», раздела «Дополнительная информация», см. Рис. 19.

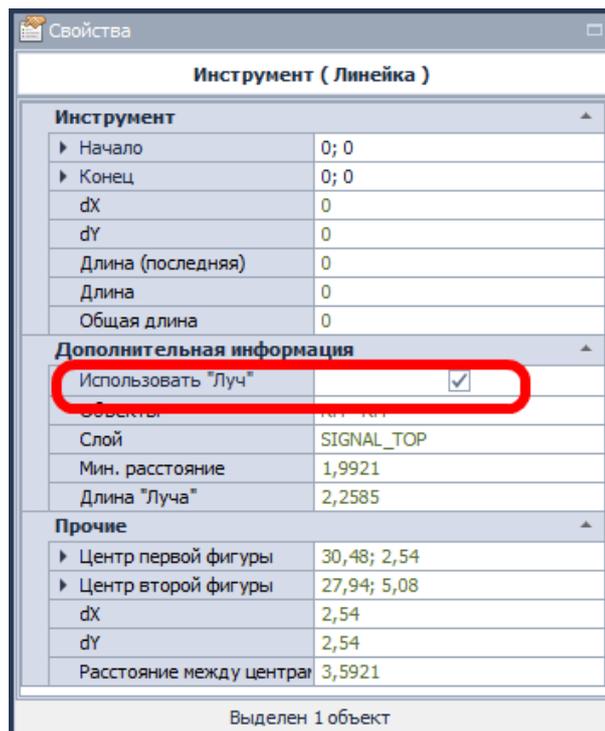


Рис. 19. Переключение режимов инструмента «Измерить расстояние»

«Луч» предназначен для оперативного измерения 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. 20. В показанном примере, инструмент «Измерить расстояние» не взаимодействует с объектами типа «трек», поэтому луч проходит «сквозь» треки.

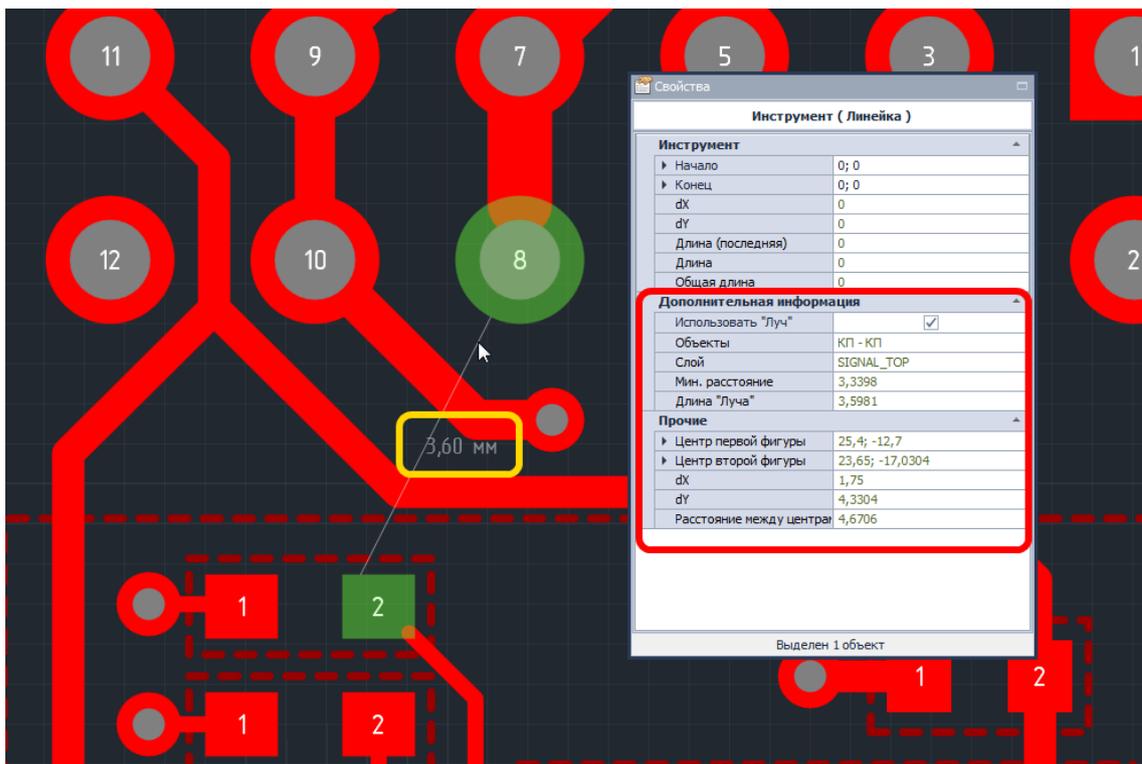


Рис. 20. Измерение расстояния с использованием «Луча»

Если курсор помещается внутри объекта, то инструмент «Измерить расстояние» может отображать информацию о размерах данного объекта, см. Рис. 21.

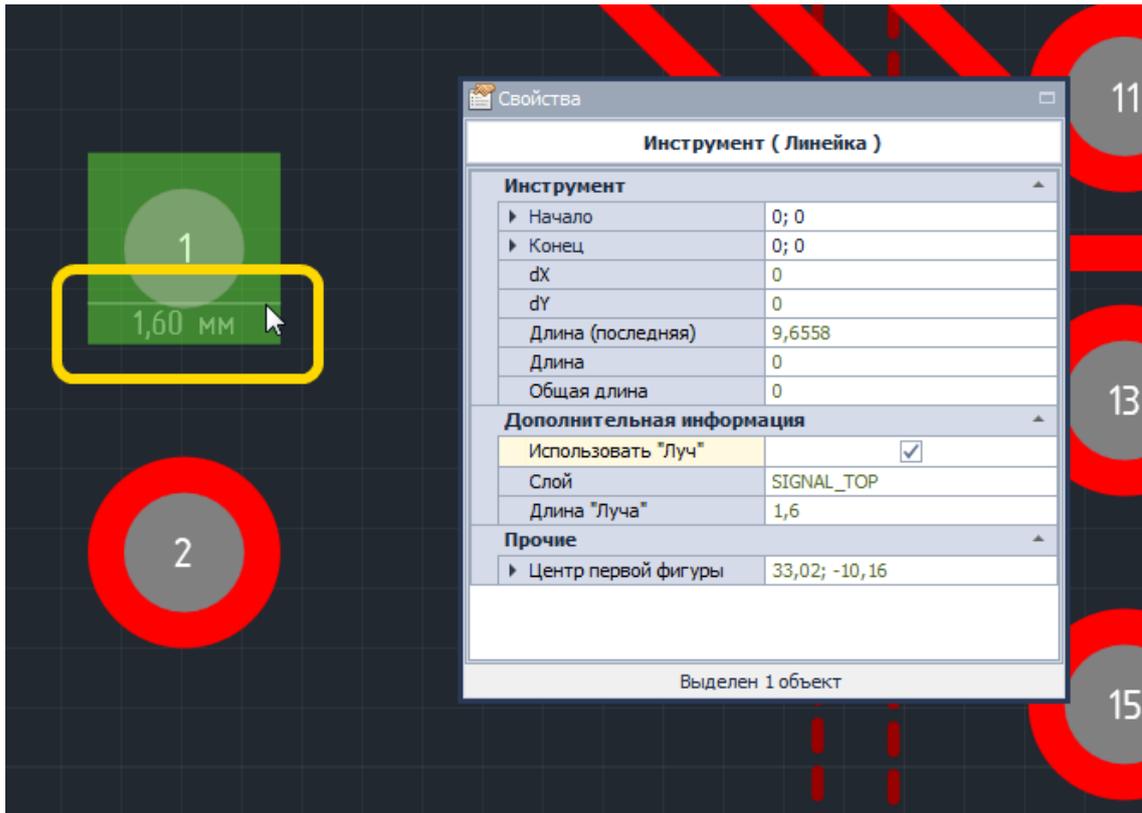


Рис. 21. Отображение информации о размерах объекта

Использование «Луча» расширяет возможности инструмента «Измерить расстояние» - добавляется «притягивание» инструмента к объектам. Тем не менее, даже при активном «Луче» инструментом можно пользоваться как «классической» линейкой, измеряя расстояние между двумя точками.

Стартовая точка задается положением курсора и фиксируется нажатием левой кнопкой мыши. Далее курсор перемещается в любую другую точку и на экране отображается расстояние между стартовой точкой и текущим положением курсора, см. Рис. 22.

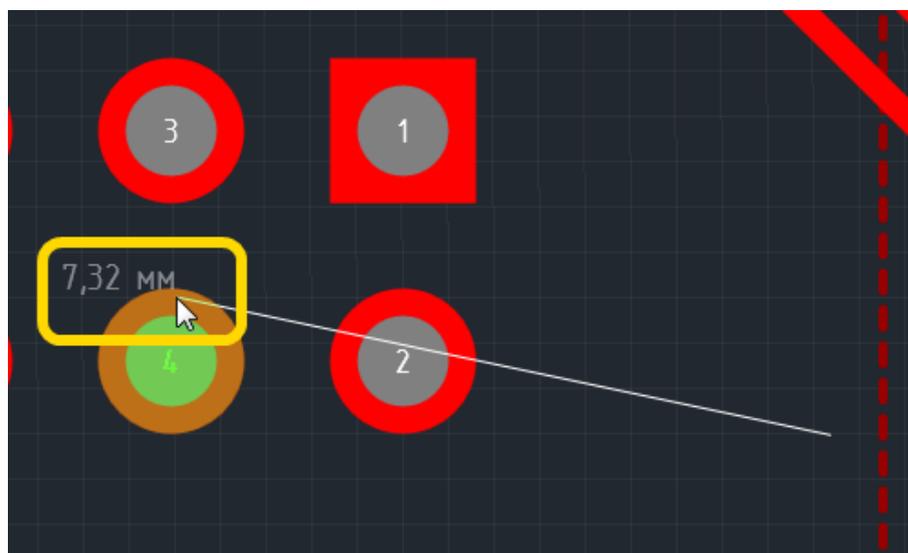


Рис. 22. Измерение расстояния от точки

3.7 Сторонние средства проектирования

Если в процессе измерения расстояния курсор наведен на объект типа контактной площадки или переходного отверстия, то в панели «Свойства», помимо информации о расстоянии, будут выведены дополнительные данные о самом объекте, см. Рис. 23.

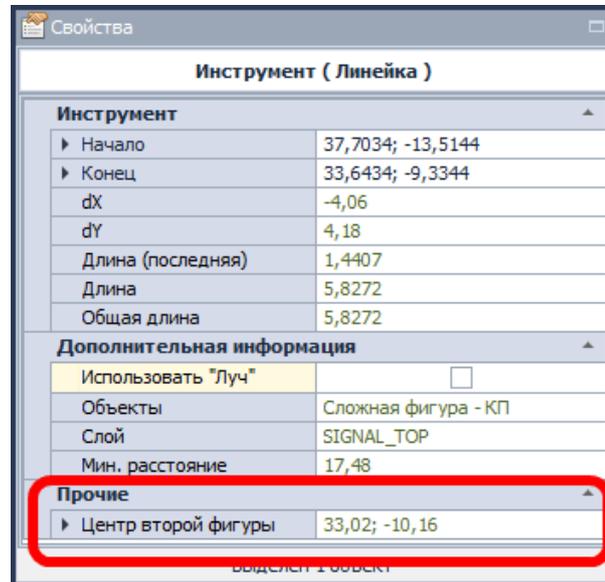


Рис. 23. Дополнительные данные об объекте при измерении расстояний

3.7 Сторонние средства проектирования

Delta Design позволяет использовать альтернативные средства работы с печатными платами, однако, перед их применением необходимо выполнить минимальный набор действий, описывающих печатную плату:

1. Сформировать структуру слоев печатной платы.
2. Разместить компоненты на печатной плате.
3. Задать границы печатной платы (данный пункт не является обязательным для всех сторонних средств разработки печатных плат).

4 Трассировка платы

4.1 Электрические цепи, треки и линии соединения

Процесс проектирования электронных устройств в системе Delta Design основан на создании *нетлиста* – списка, который указывает последовательность соединения контактов компонентов электрическими цепями. Нетлист формируется автоматически в процессе создания электрической схемы проектируемого устройства.

Нетлист реализуется со стороны электрических цепей, указывая список контактов, соединяемых цепями. Также нетлист реализуется со стороны компонентов, указывая список цепей, которые подключаются к контактам компонента. Каждая цепь, входящая в состав нетлиста имеет собственное уникальное имя, по которому происходит идентификация, см. Рис. 24.

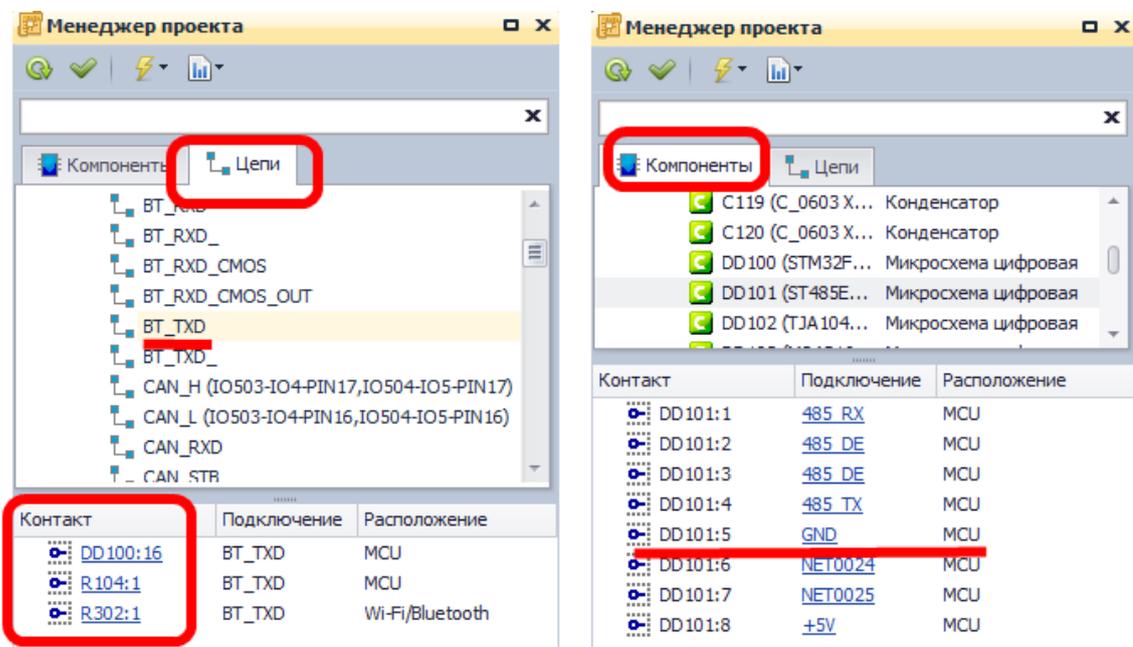


Рис. 24. Нетлист в системе Delta Design

Построения проводящего рисунка печатной платы осуществляется в строгом соответствии с нетлистом, который был сформирован на этапе проектирования электрической схемы. В общем случае система не позволяет проложить треки таким образом, чтобы это противоречило нетлисту.

Контактные площадки, между которыми необходимо проложить треки, связаны между собой **линиями соединения**, которые показаны темно-оранжевым цветом на Рис. 25.

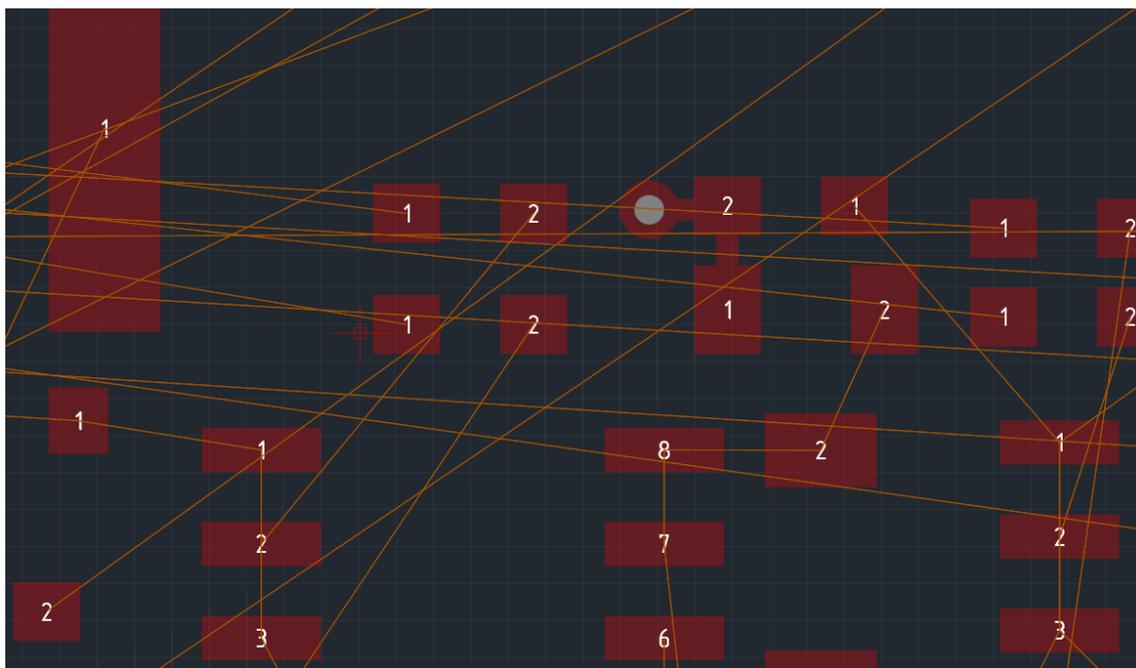


Рис. 25. Линии соединения

По мере формирования проводящего рисунка количество отображаемых линий соединения уменьшается, см. Рис. 26.

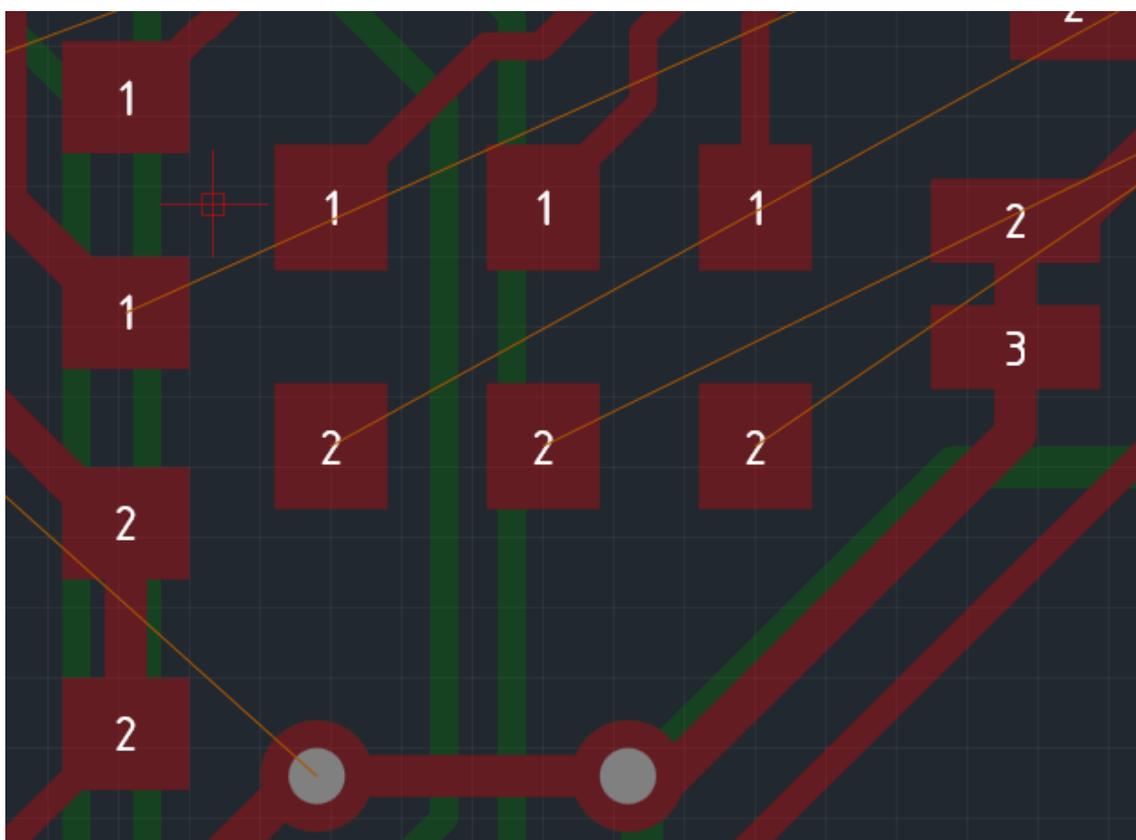


Рис. 26. Количество линий соединения уменьшилось

4.2 Общие сведения о параметрах треков

Конструктор может предопределять различные параметры трека с помощью редактора правил. При разработке печатных плат разработчик может задавать для параметров трекров любые значения. Однако, если они не согласуются с предопределенными значениями, то, при проверке платы (см. раздел 7), такие расхождения будут указываться как нарушения.

Система назначения (предопределения) параметров для конкретных трекров (цепей) имеет иерархическую структуру, позволяющую задавать параметры проводников «сверху вниз». Далее приводится краткая справка как о параметрах, которые предопределяются, так и о тех параметрах, которые могут быть изменены непосредственно при работе с конкретным печатным проводником.

В системе Delta Design используются следующие предопределяемые параметры трекров, (см. Рис. 27):

- ширина трека номинальная (W_{nv}) – типовая ширина печатного проводника, используемая для размещения трассы. При первом старте размещения конкретного проводника система будет предлагать использовать данное значение.
- ширина трека минимальная (W_m) – типовое нижнее ограничение ширины проводника. Данный параметр указывает минимальную ширину проводника, которая может быть использована без дополнительных проверок.
- параметр заужения: минимальная ширина трека в зауженном режиме (W_n) – минимальное значение, которое может принимать ширина трека для преодоления какого-либо препятствия. Длина участков трека с использованием данного значения ширины ограничена.
- параметр заужения: общая длина зауженных участков у данной цепи ($\Sigma(L_n)$) и максимальная длина единичного зауженного участка (L_n). Данные параметры устанавливают ограничение на участки трека, проложенные в зауженном режиме.

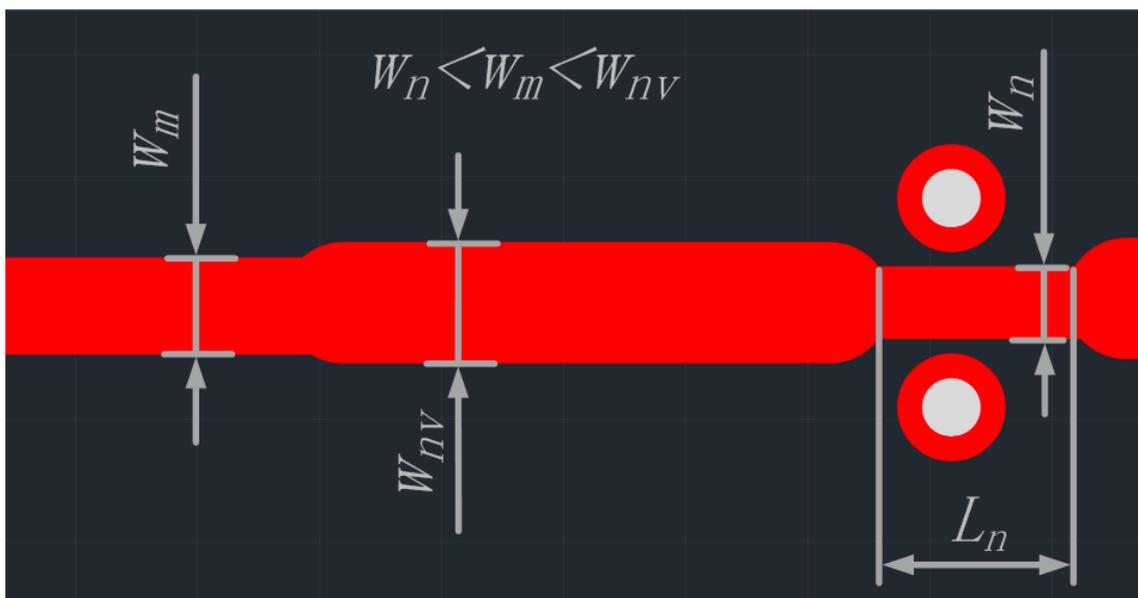


Рис. 27. Параметры трека

Кроме того, в системе используются прочие параметры, не предопределяют геометрию проводников непосредственным образом. К данным параметрам относятся: расположение Т-соединений, возможность трассировки по определенному слою, наличие подключаемых областей металлизации, количество переходных отверстий

4.3 Размещение треков

4.3.1 Базовый механизм размещения

Размещение треков (печатных проводников) на проектируемой плате осуществляется с помощью инструмента «Разместить трек», который отмечен значком  на панели инструментов «Плата», либо доступен в контекстном меню, см. Рис. 28. Также можно воспользоваться «горячей» клавишей, которая назначена для этого действия. По умолчанию для вызова инструмента «Разместить трек» назначена клавиша «Т» (латинская).

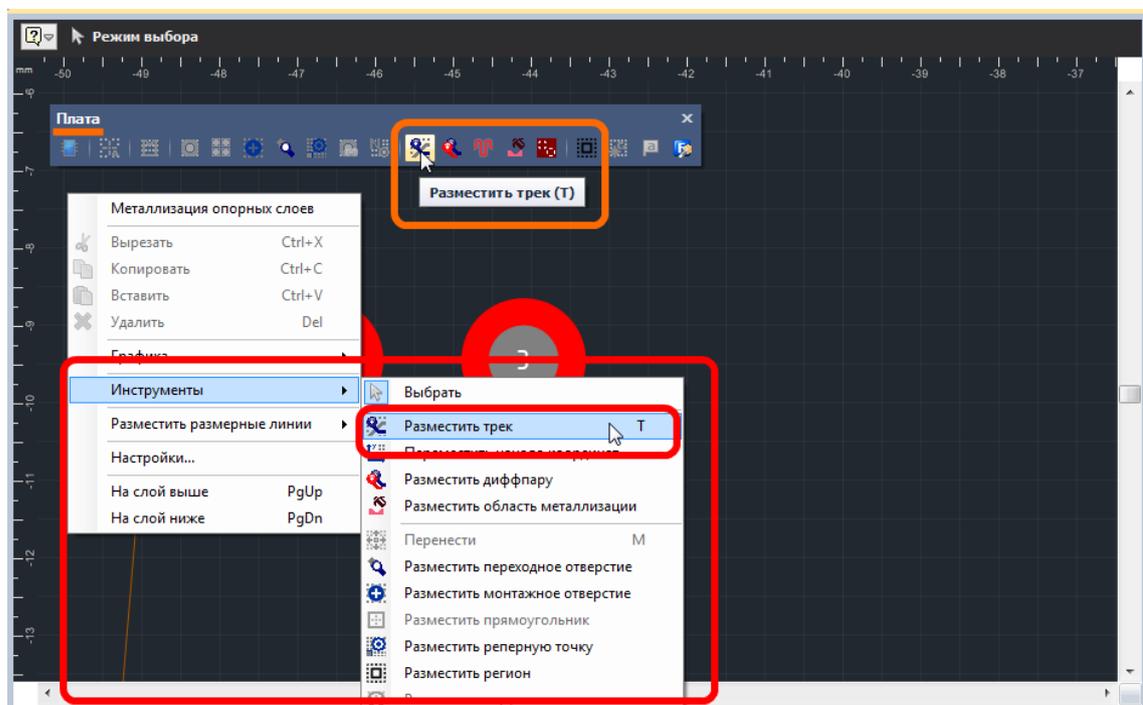


Рис. 28. Вызов инструмента «Разместить трек»

После того, как инструмент «Разместить трек» выбран, курсор в рабочей области изменит свой вид, см. Рис. 29. Текущее положение курсора дополнительно отмечается вертикальной и горизонтальной линиями, образующими крест. Текущие координаты курсора указываются в правом нижнем углу главного окна.

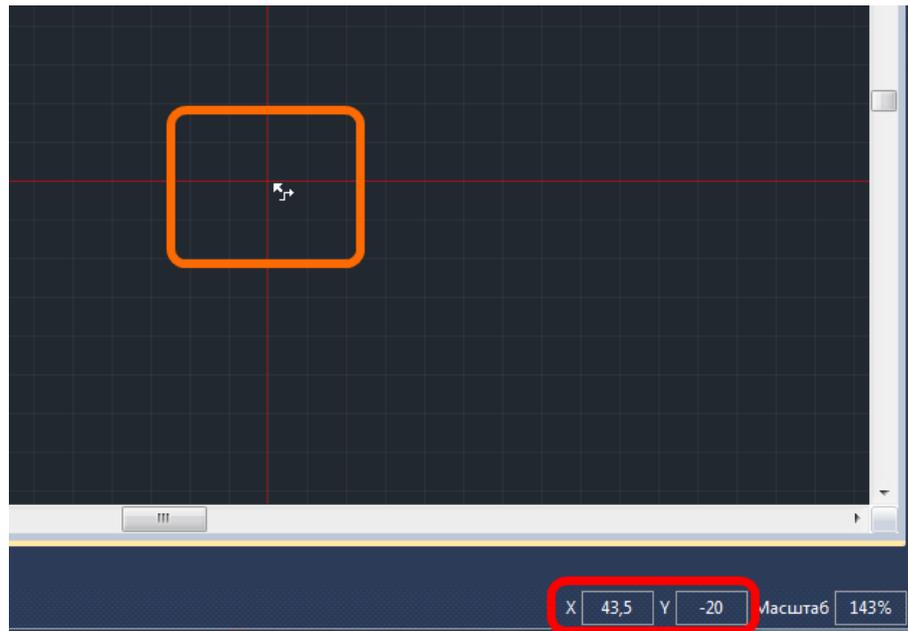


Рис. 29. Вид курсора при использовании инструмента «Разместить трек»

Треки, на правильно устроенной плате, должны быть подключены к другим объектам проводящего рисунка (контактным площадкам, переходным отверстиям, областям металлизации и др.). Поэтому в Delta Design, для первичного размещения трека доступны только объекты, для которых определена электрическая цепь. Чаще всего это контактные площадки, значительно реже другие объекты.

На Рис. 30 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 провести трек в данную точку. На рисунке показаны три типа таких объектов: контактная площадка, , и существующий трек и переходное отверстие.

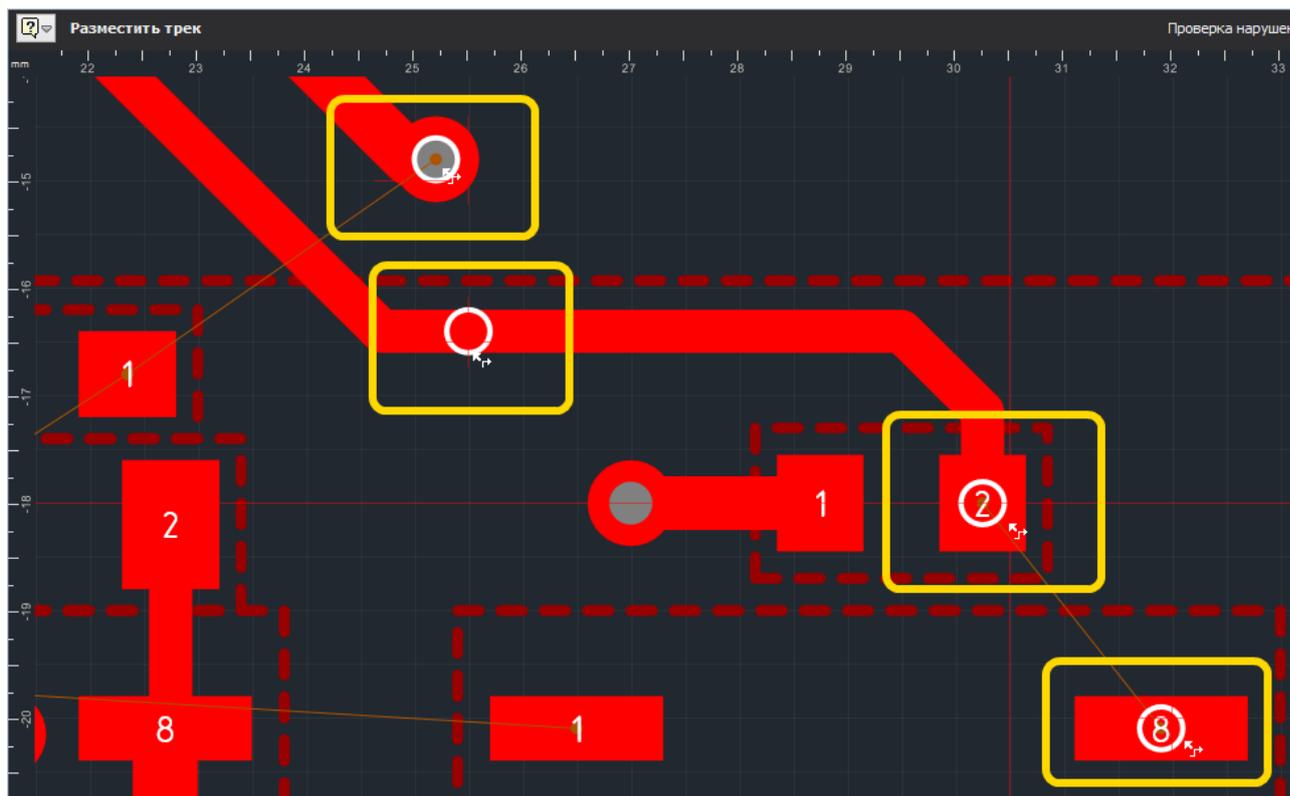


Рис. 30. Места доступные для начала размещения трека

Выбрав точку для начала размещения трека, нажмите левую кнопку мыши - размещение трека начнется с указанной точки. Далее, отключится отображение всех линий соединения, кроме той, что показывает место окончания трека. Кроме того, место окончания трека (контактная площадка) и сама линия связи будут дополнительно подсвечены см. Рис. 31. Предполагаемый вид трека показывается с помощью штриховки.

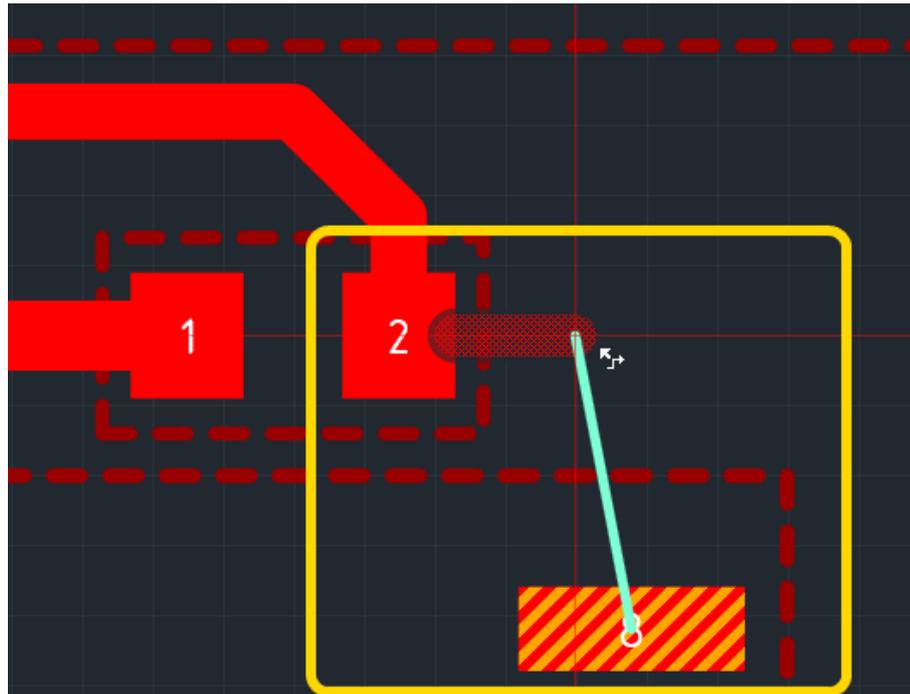


Рис. 31. Начало размещения трека

При размещении трека в информационной строке (расположенной в верхней части окна редактора), отображается имя цепи, которой соответствует размещаемый трек, см. Рис. 32.

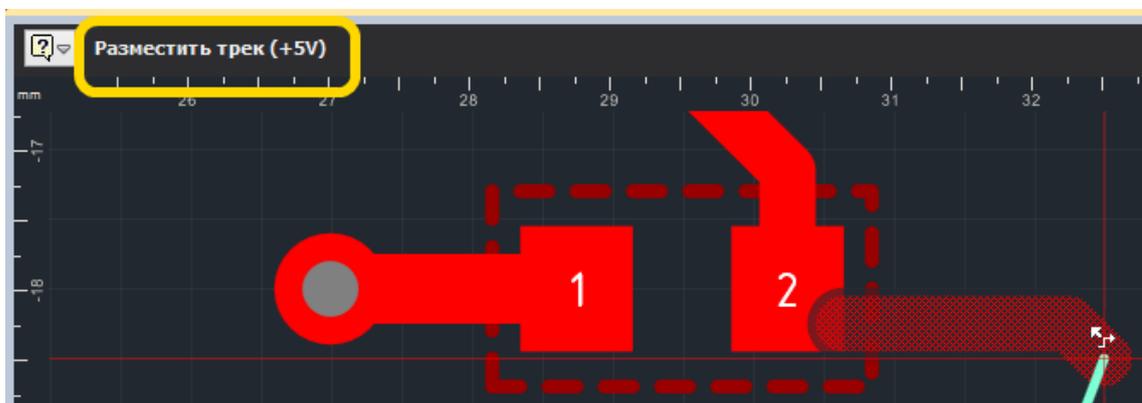


Рис. 32. Имя цепи при размещении трека

В самом простом случае для размещения трека необходимо привести курсор на контактную площадку, к которой должен быть подключен начатый трек и нажать левую кнопку мыши – трек будет проложен, см. Рис. 33.

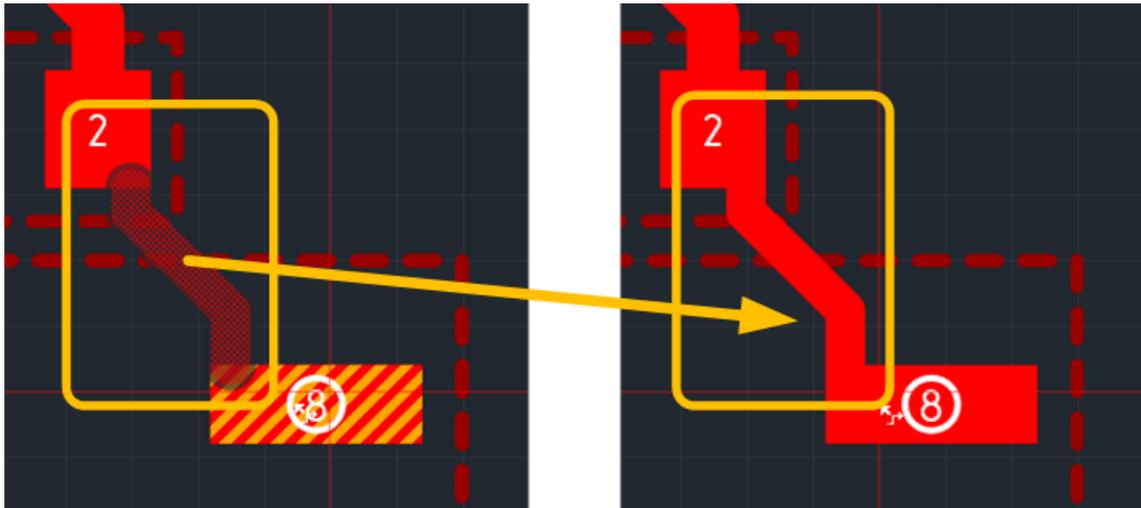


Рис. 33. Простейшее размещение трека

 **ВАЖНО!** Если размещение трека не начинается, необходимо убедиться, что заданные в редакторе правил параметры не противоречат размещению трека.

После того как трек размещен, инструмент готов для размещения нового трека. Если инструмент более не нужен, то завершить его работу можно активировав другой инструмент, воспользовавшись пунктом «Отменить» контекстного меню (см. Рис. 34), либо нажав клавишу, которая задана для данного действия (по умолчанию для завершения работы инструмента назначена клавиша «Escape»).

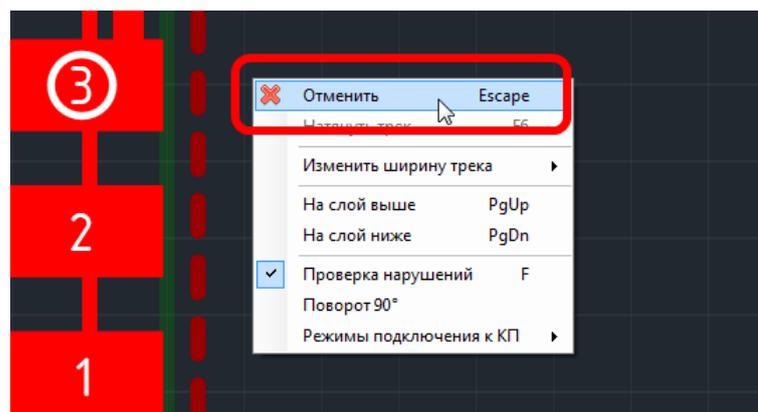


Рис. 34. Выходи из инструмента «Разместить трек»

4.3.2 Выбор желаемой траектории трека

4.3.2.1 Изменение места поворота

Зачастую, между двумя точками трек может быть проложен двумя способами, когда выбранные точки соединяются двумя отрезками, угол между которыми составляет 135° , см. Рис. 35. Два таких отрезка называются «клюшка».

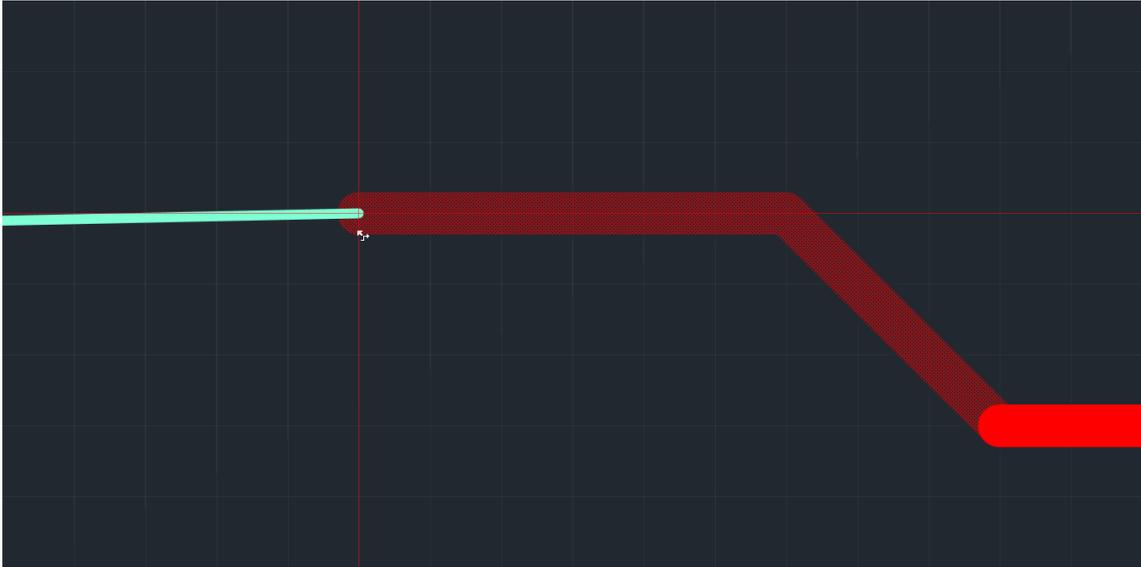


Рис. 35. Соединение двух точек треком

Конфигурацию двух таких отрезков (“клюшки”) можно изменить, пока участок трека еще не проложен. Для этого нужно вызвать контекстное меню (инструмент «Разместить трек» должен быть активным) и воспользоваться пунктом «Сменить направление “клюшки”», см. Рис. 36, либо воспользоваться клавишей, которая задана для этого действия. По умолчанию для этого действия задана клавиша «Пробел» («Space»).

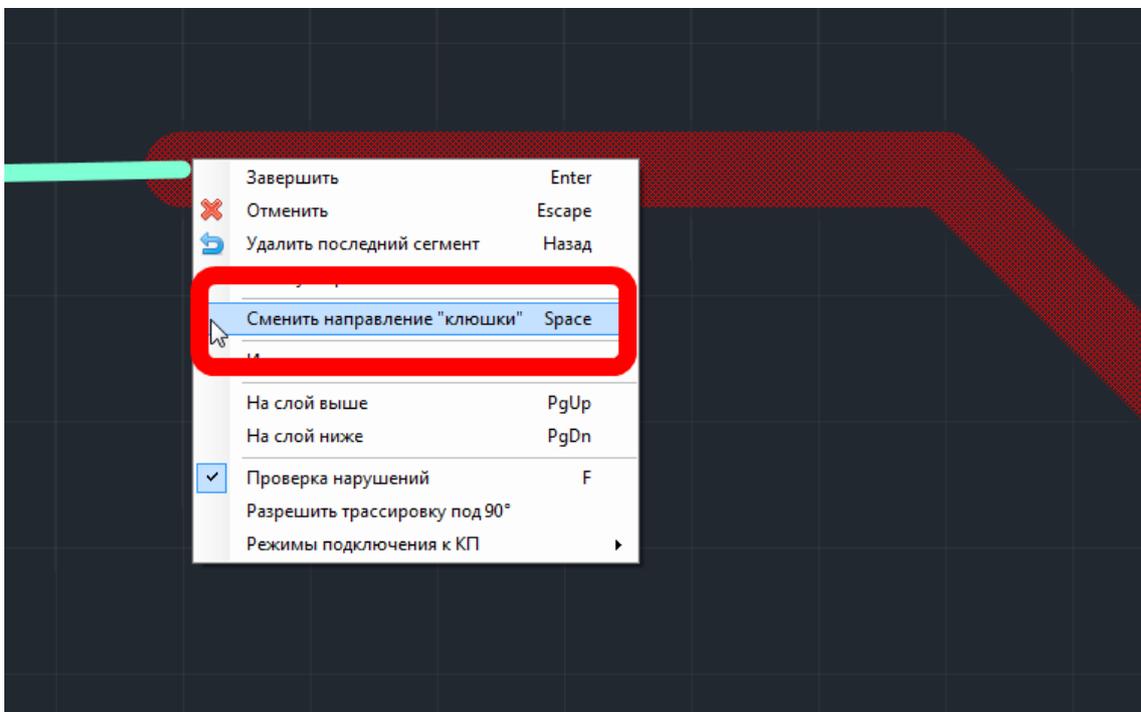


Рис. 36. Изменение комбинации отрезков

После выполнения команды комбинация отрезков (направление “клюшки”) будет изменена, см. Рис. 37.



Рис. 37. Измененная комбинация отрезков, при соединении двух точек треком

4.3.2.2 Проведение трассы через заданные точки

В некоторых случаях автоматический трассировщик (прокладывание трассы между двумя точками на плате) может оказаться не способен проложить трек между контактными площадками, которые надо соединить. Кроме того, конструктору может понадобиться проложить трек через определенные точки на плате. В этих случаях следует использовать механизм последовательного размещения трека отдельными участками. Такой подход помогает также выбрать желаемую траекторию прокладываемой трассы.

Размещение трека отдельными участками происходит следующим образом:

1. Выбирается начало трека, после чего курсор переводится в произвольную точку. При этом на экране отображается возможный вид трека, предлагаемый трассировщиком, см. Рис. 38.

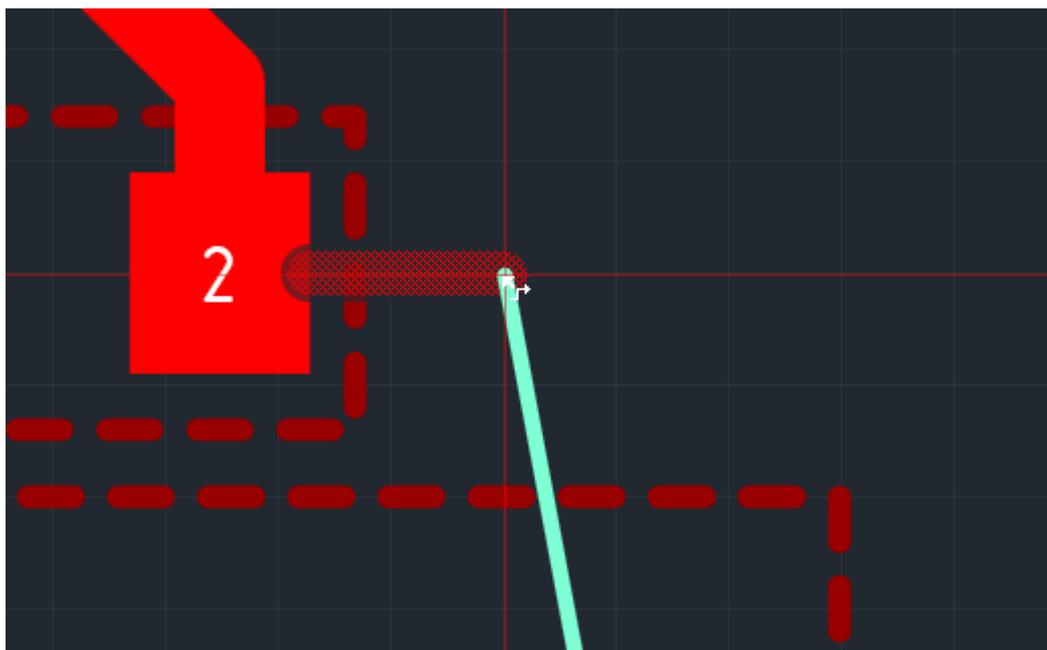


Рис. 38. Отображение возможного вида участка трека

2. Когда подходящая точка выбрана, необходимо нажать левую кнопку мыши, чтобы зафиксировать предлагаемый участок трека, см. Рис. 39.

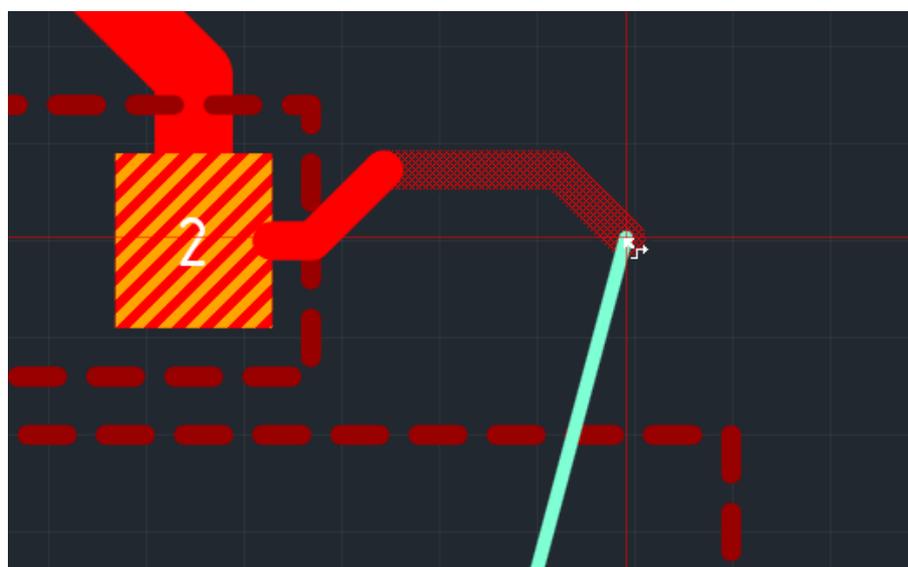


Рис. 39. Зафиксированный участок трека

3. Повторяя размещение отдельных участков можно добиться требуемой траектории трассы, см. Рис. 40.

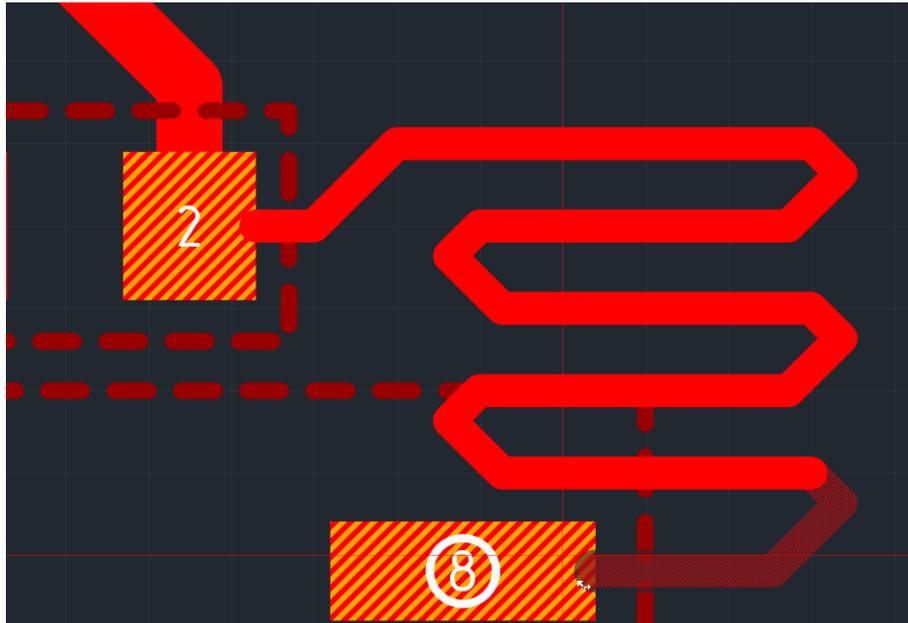


Рис. 40. Трасса с требуемой траекторией

4.3.2.3 Изменение прокладываемой трассы

Во время размещения сложного трека можно изменять его траекторию, отменяя ранее уложенные участки. Для того чтобы отменить предыдущий участок трека необходимо вызывать контекстное меню (инструмент «Разместить трек» должен быть активным) и воспользоваться пунктом «Удалить последний сегмент», см. Рис. 41. Также можно использовать «горячую» клавишу, которая назначена для этого действия, по умолчанию это клавиша «Назад» («Backspace»).

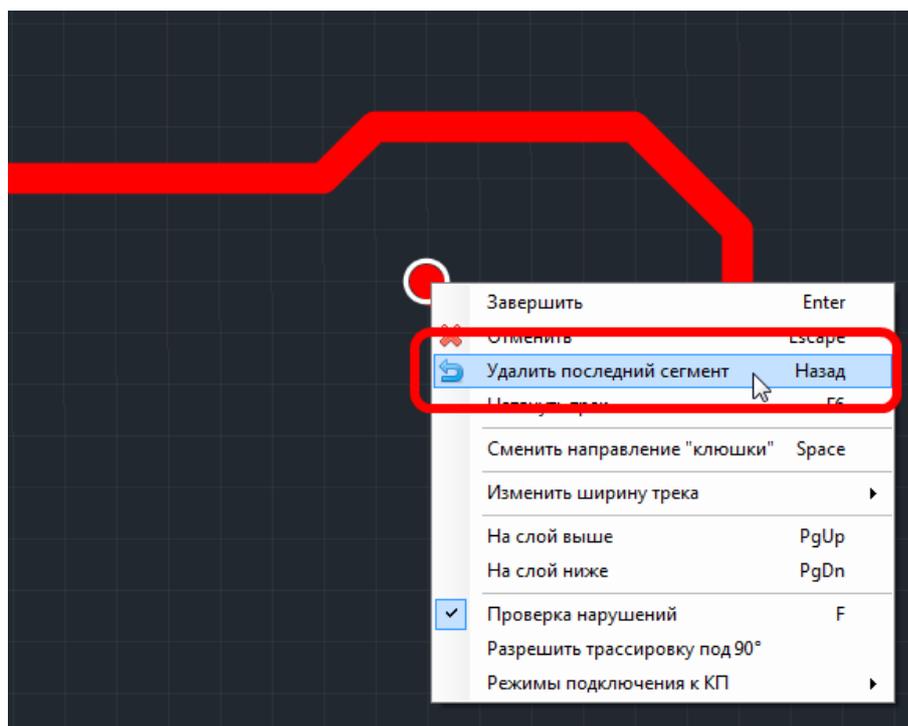


Рис. 41. Отказ от последнего участка трека

После этого последний зафиксированный участок трека будет удален, см. Рис. 42.

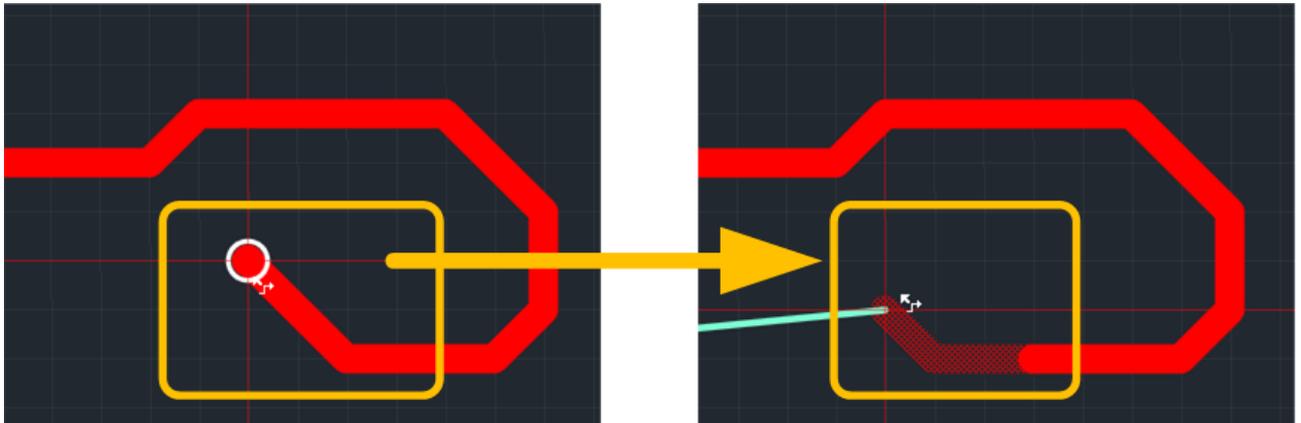


Рис. 42. Последний фиксированный сегмент удален

Повторяя команду «Удалить последний сегмент» несколько раз, можно видеть, как последовательно удаляются участки трека, см. Рис. 43. Удаление будет продолжаться до тех пор, пока не будет достигнута стартовая точка, работы инструмента «Разместить трек».

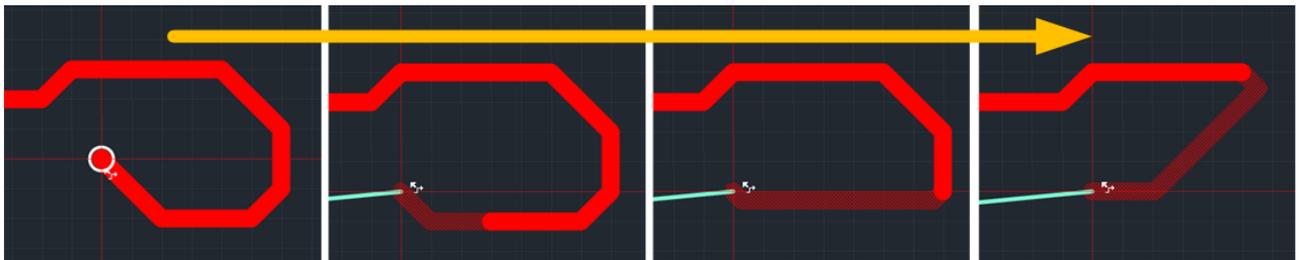


Рис. 43. Сегменты последовательно удаляются

4.3.3 Завершение трека вне проводящего рисунка

В процессе разработки печатной платы трек может завершаться вне других элементов проводящего рисунка. В дальнейшем, при проверке платы (раздел 7), 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» для инструмента «Разместить трек». Команду можно вызвать из контекстного меню (инструмент «Разместить трек» должен быть активным), см. Рис. 44, либо использовать «горячую» клавишу, которая назначена для данного действия. По умолчанию для завершения работы инструмента назначена клавиша «Ввод» («Enter»).

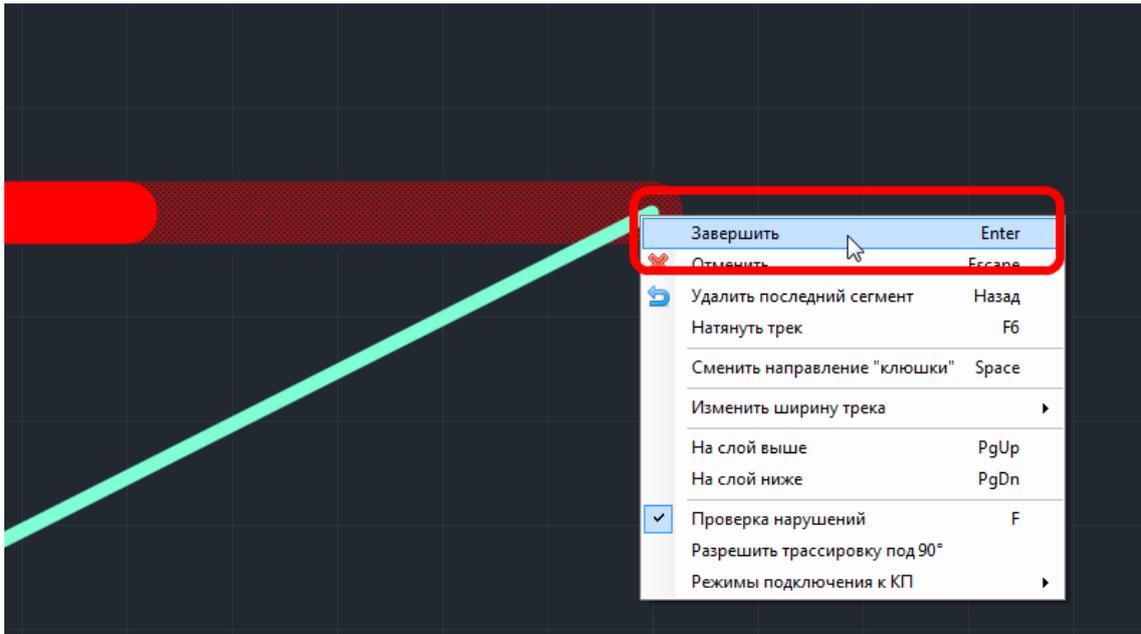


Рис. 44. Завершение размещение трека

После выполнения данной команды зафиксированные сегменты трека будут размещены, а инструмент «Разместить трек» будет готов для разрешения нового трека, см. Рис. 45.

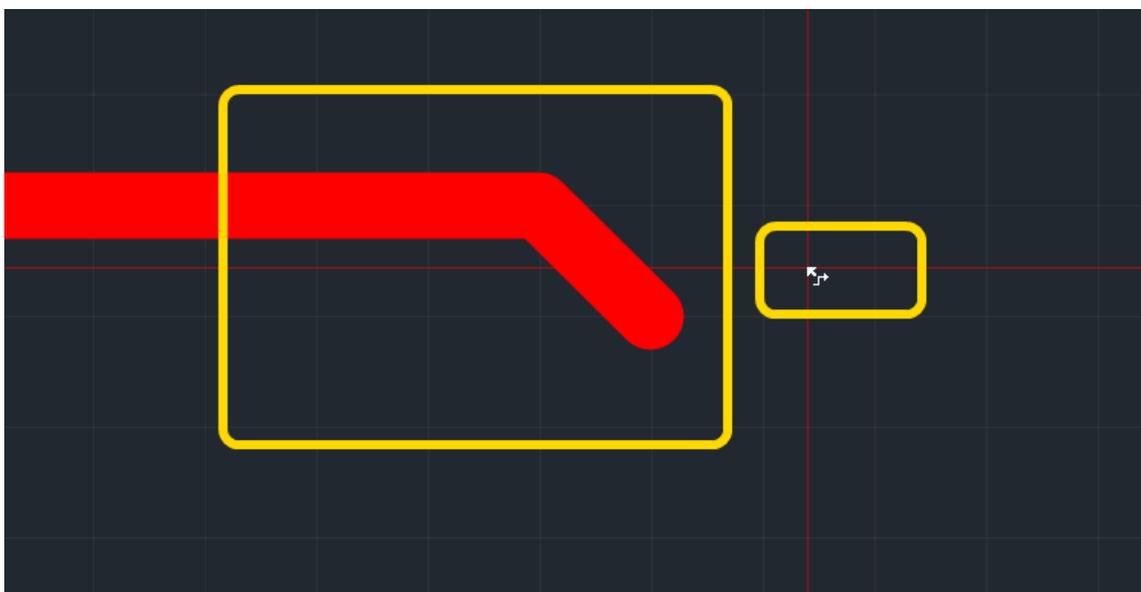


Рис. 45. Конец трека вне проводящего рисунка

4.3.4 Отмена размещения

При отмене размещения трека будет удален весь проводящий рисунок, который был создан за последний сеанс использования инструмента. Сеанс размещения оканчивается командой «Завершить», либо тем, что прокладываемая трасса оканчивается на контактной площадке, переходном отверстии или на другом подходящем объекте.

Для того чтобы отменить размещение трека необходимо: во время размещения трека вызвать контекстное меню и выбрать команду «Отменить», см. Рис. 46, либо воспользоваться горячей клавишей, которая назначена для этого действия. Для отмены размещения по умолчанию назначена клавиша «Выход» («Escape»).

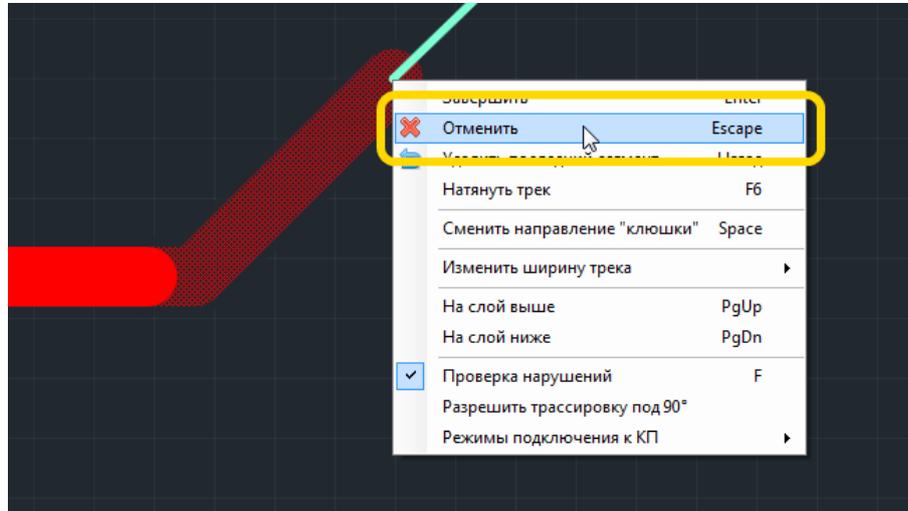


Рис. 46. Отмена размещения трека

После выполнения команды «Отменить», проложенный участок трека будет удален, см. Рис. 47.

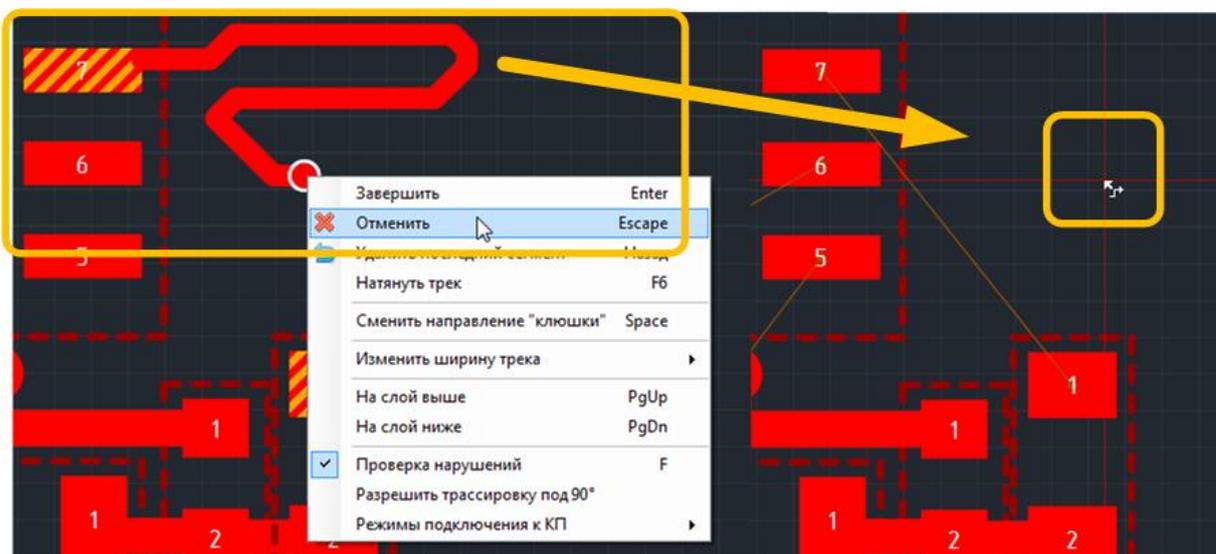


Рис. 47. Размещаемая часть трека удалена

4.3.5 Переход на другой слой

Прежде чем осуществить переход на другие проводящие слои необходимо убедиться, что в панели «Слои» включено отображение тех слоев, на которые необходимо осуществить переход, см. Рис. 48. В противном случае переход на другие слои осуществляться не будет.

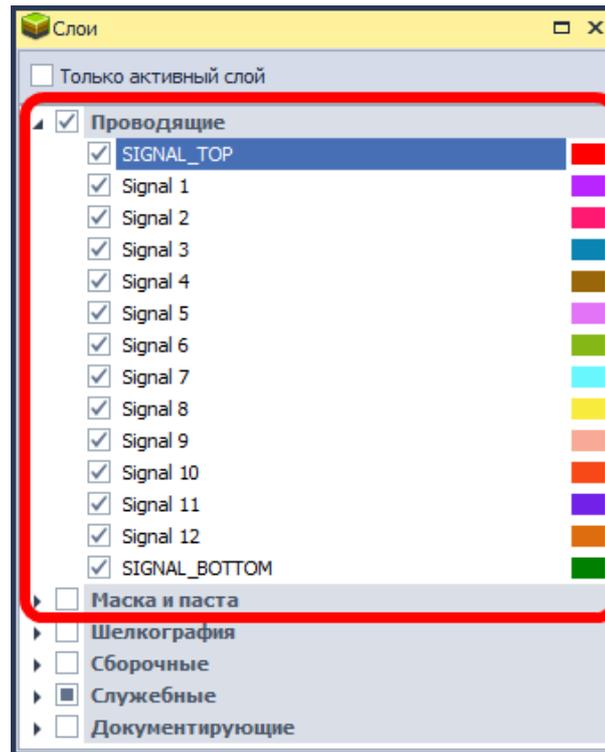


Рис. 48. Проводящие слои, доступные для перехода

Для того чтобы осуществить переход на другой слой необходимо выполнить следующие действия:

1. Начать либо продолжить размещение трека. При этом желательно чтобы последний зафиксированный сегмент трека находился вблизи области, в которой планируется осуществить переход на другой слой.
2. Вызвать с помощью контекстного меню (инструмент «Разместить трек» должен быть активным) команду «На слой выше» или «На слой ниже», в зависимости от расположения слоев, между которыми требуется осуществить переход, см. Рис. 49. Данные действия также могут быть выполнены с помощью «горячих» клавиш, которые были для них назначены. По умолчанию для команды «На слой выше» назначена клавиша «Страница вверх» («Page Up»), а для команды «На слой ниже» - «Страница вниз» («Page Down»).



Примечание. При выполнении команд «На слой выше» и «На слой ниже» в редакторе плат автоматически активируется тот слой, на который в данный момент совершен переход.

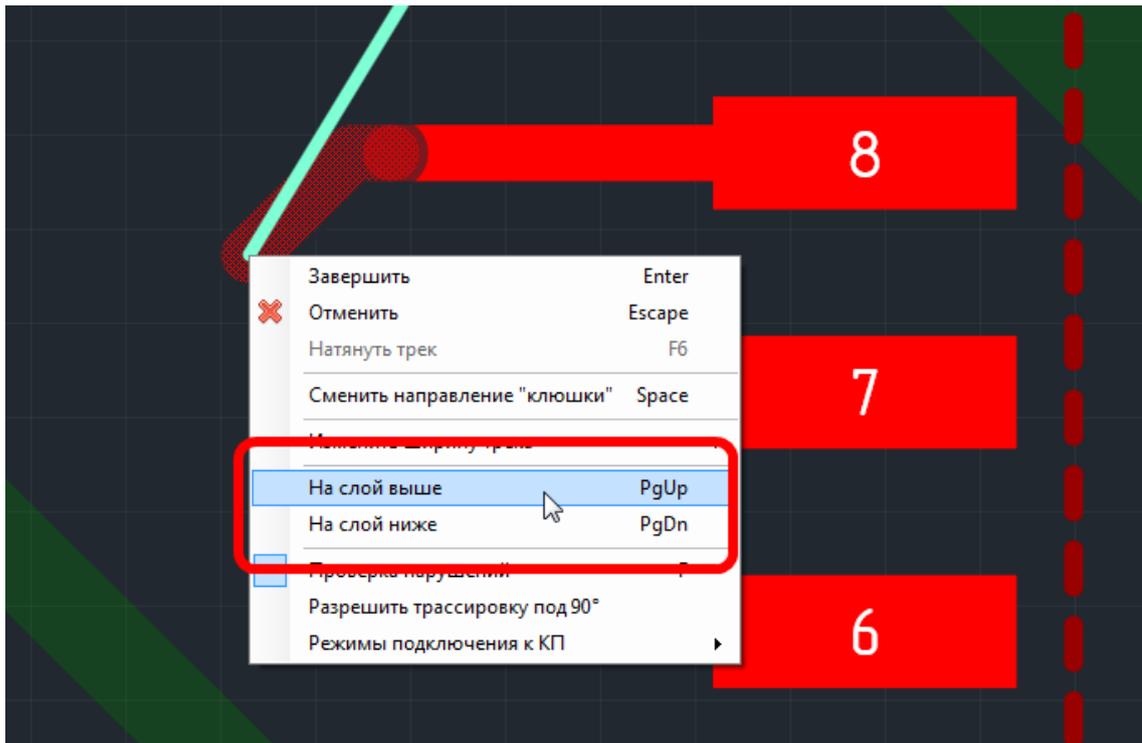


Рис. 49. Выбор направления перехода

3. В случае, если необходимый переход требует пересечь несколько слоев, то команды «На слой ниже» или «На слой выше» необходимо повторять, пока требуемый слой не будет достигнут.



Примечание. Достигнуть (активировать) нужный слой можно и другими способами: с помощью панели «Слои» или с помощью списка слоев.

4. После того, как требуемый слой достигнут, необходимо поместить курсор в место, где необходимо разместить переход, см. Рис. 50. Автотрассировщик продолжает трек с последнего зафиксированного участка до перехода – переходного отверстия. При этом на экране отображается возможный вид трека.

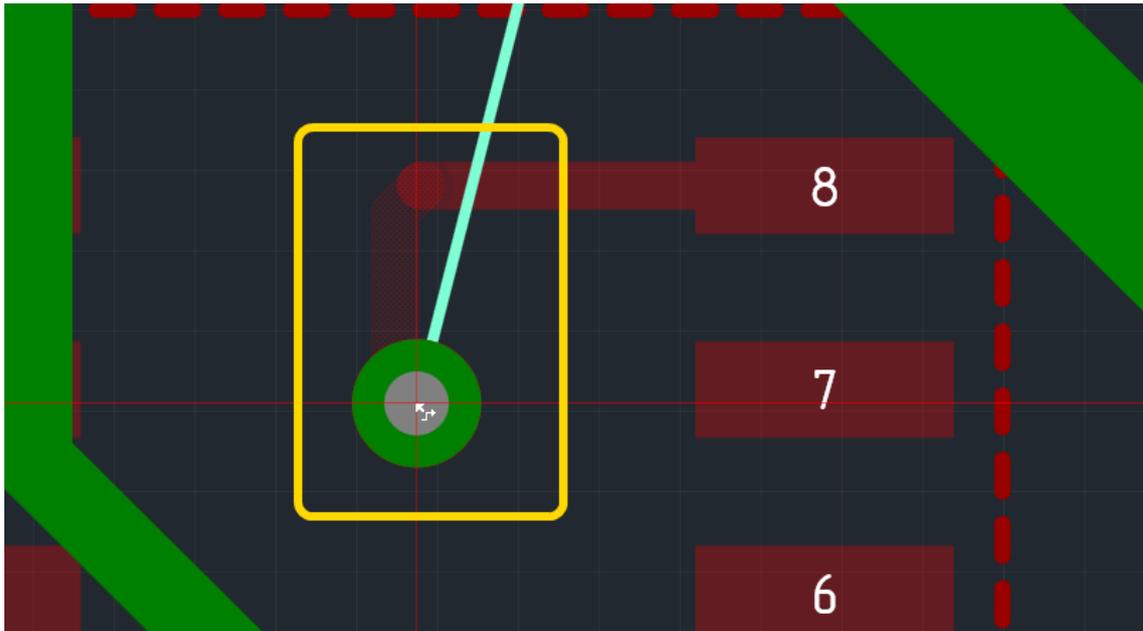


Рис. 50. Размещение перехода на другой слой

Если курсор будет помещен в место, где размещение перехода запрещено, то переходное отверстие будет помечено крестом, см. Рис. 51.

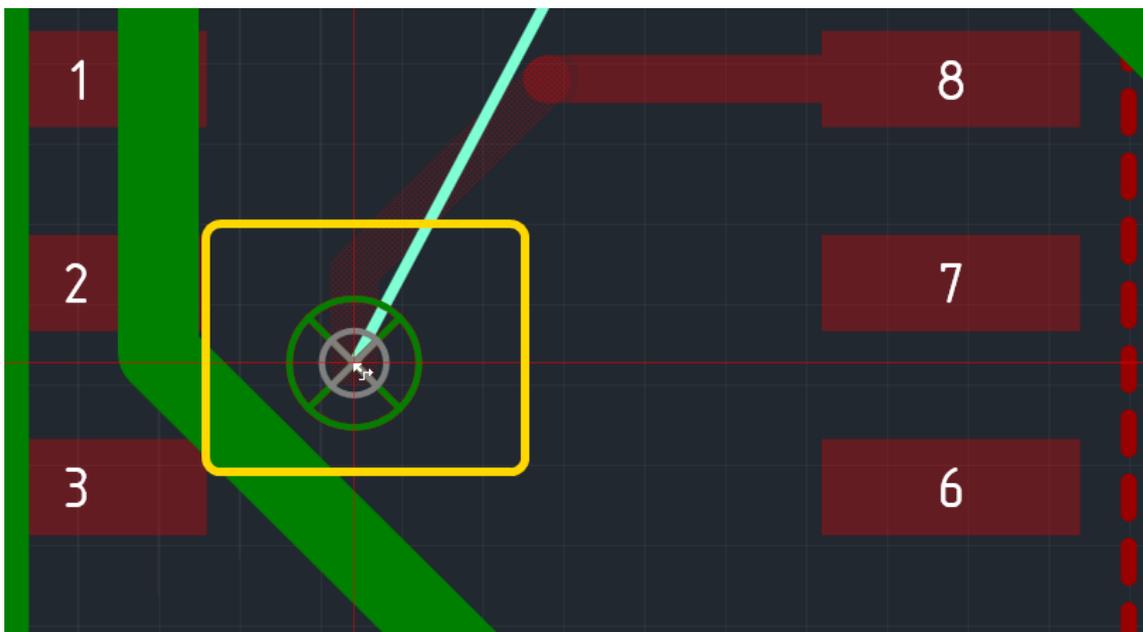


Рис. 51. Место, запрещенное для размещения перехода

5. После того как подходящее место для перехода найдено, необходимо его зафиксировать, нажать левую кнопку мыши, см. Рис. 52.

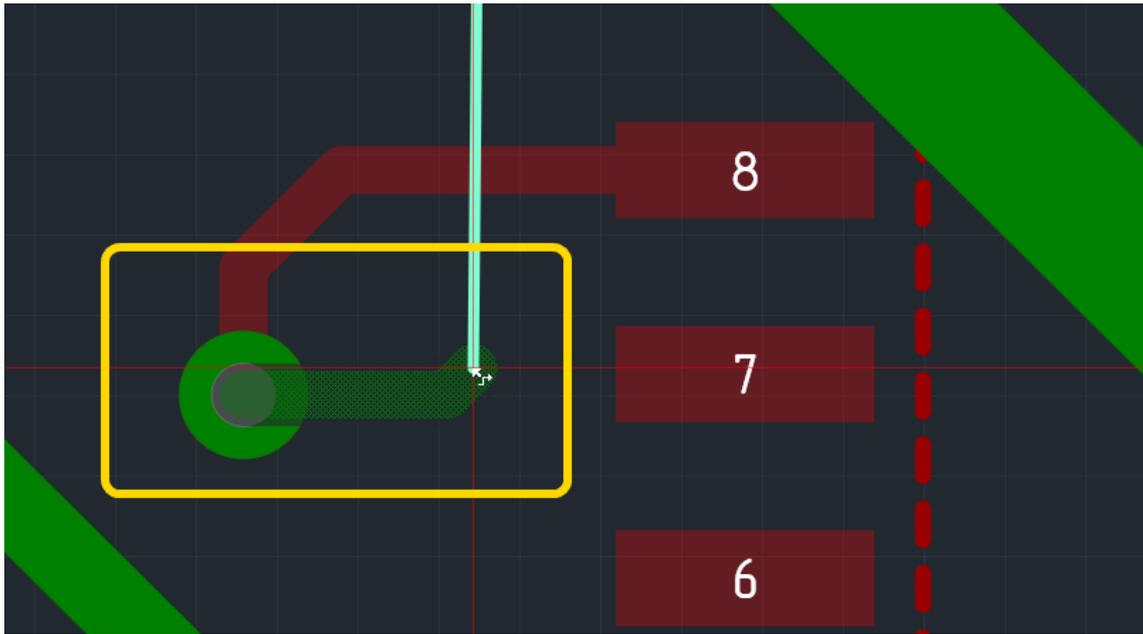


Рис. 52. Переход размещен

Далее размещение трека продолжается аналогичным образом на новом слое.



Примечание. После размещения переходного отверстия команда «Удалить последний сегмент» (4.3.2) убирает только те сегменты, что размещены на новом слое после перехода.

4.4 Режимы работы инструмента «Разместить трек»

4.4.1 Общие сведения о режимах работы инструмента

При трассировке печатных плат используются разные подходы к созданию проводящего рисунка. Для использования различных методик прокладки треков (трасс) у инструмента «Разместить трек» предусмотрено несколько режимов работы, которые можно разделить на категории:

- Подключения трека к контактным площадкам, раздел 4.4.2
- Проведение трека по плате, раздел 4.4.3

Различные варианты подключения треков к контактным площадкам позволяют организовать разные варианты соединения проводящего рисунка трассы 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 созданные элементы проводящего рисунка и формирует стиль работы конструктора.

4.4.2 Подключение трека к контактным площадкам

4.4.2.1 Варианты подключения трека к контактным площадкам

Подключение трека к контактным площадкам в системе Delta Design может иметь две особенности:

- Различные направления подключения трека к контактной площадке, раздел 4.4.2.2.
- Продолжение трека до центра контактной площадки, раздел 4.4.2.4.

4.4.2.2 Направление подключения к контактной площадке

Инструмент «Разместить трек» имеет два режима подключения треков к контактным площадкам: первый - **По осям**, обеспечивающий подключение трека к контактной площадке строго по направлениям осей и промежуточным углам, кратным 45°, второй - **Любое**, позволяющий размещать подключение трека к площадке в любом месте, сохраняя при этом направления выхода, кратные 45°.

На Рис. 53, в левой части показаны возможные варианты подключения трека в режиме **По осям**, а в правой части показаны возможные подключения при использовании режима **Любое**.

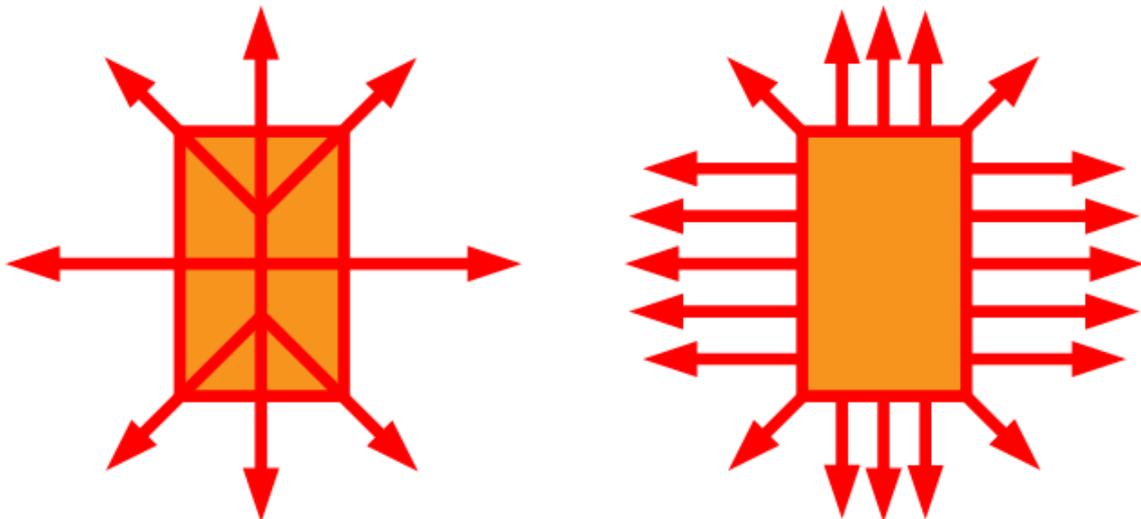


Рис. 53. Варианты подключения трека к контактной площадке

Переключение режимов производится с помощью выпадающего списка «Режимы подключения к КП» в контекстном меню (инструмент «Разместить трек» должен быть активным) или с помощью информационной строки, см. Рис. 54.

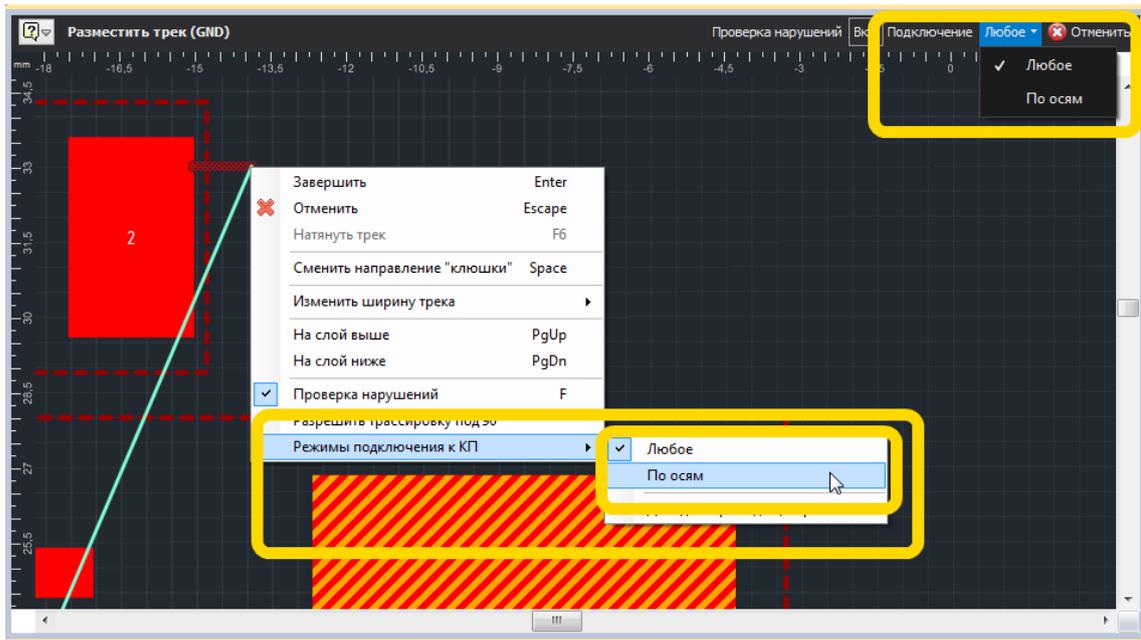


Рис. 54. Выбор режима подключения к контактным площадкам

4.4.2.3 Точное позиционирование подключения к контактной площадке

Для того чтобы точно позиционировать подключение трека к контактной площадке, необходимо выполнить следующие действия:

1. Активировать инструмент «Разместить трек».
2. Убедиться, что для подключения к контактным площадкам используется режим «Любое».
3. Навести курсор на контактную площадку. Для необходимости «привязаться» к выбранной контактной площадке необходимо нажать левую кнопку мыши.
4. Переместить курсор в ту точку, где необходимо установить подключение к площадке, при этом на экране будет отображаться возможный вид подключения, см. Рис. 55. Курсор должен быть внутри либо рядом с площадкой.

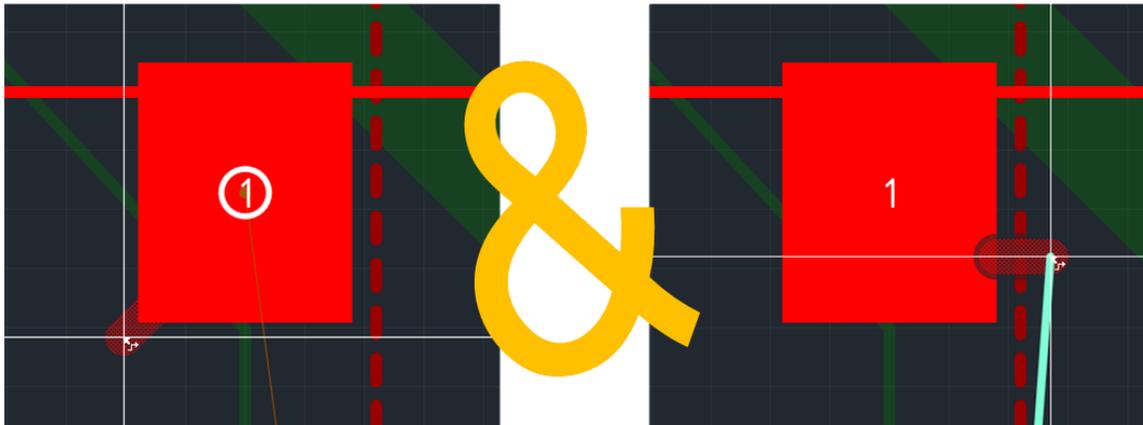


Рис. 55. Точное позиционирование подключения к контактной площадке

5. Зафиксировать необходимый вариант подключения нажатием левой кнопки мыши.



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

4.4.2.4 Подключение к центру контактных площадок

При необходимости продолжения трек до центров контактных площадок, необходимо включить режим «Доводить треки до центра КП». Это можно сделать с помощью пункта «Доводить треки до центра КП» выпадающего списка «Режимы подключения к КП» в контекстном меню (инструмент «Разместить трек» должен быть активным), см. Рис. 56. Также продолжение трек до центров контактных площадок можно включить//отключить в настройках программы.

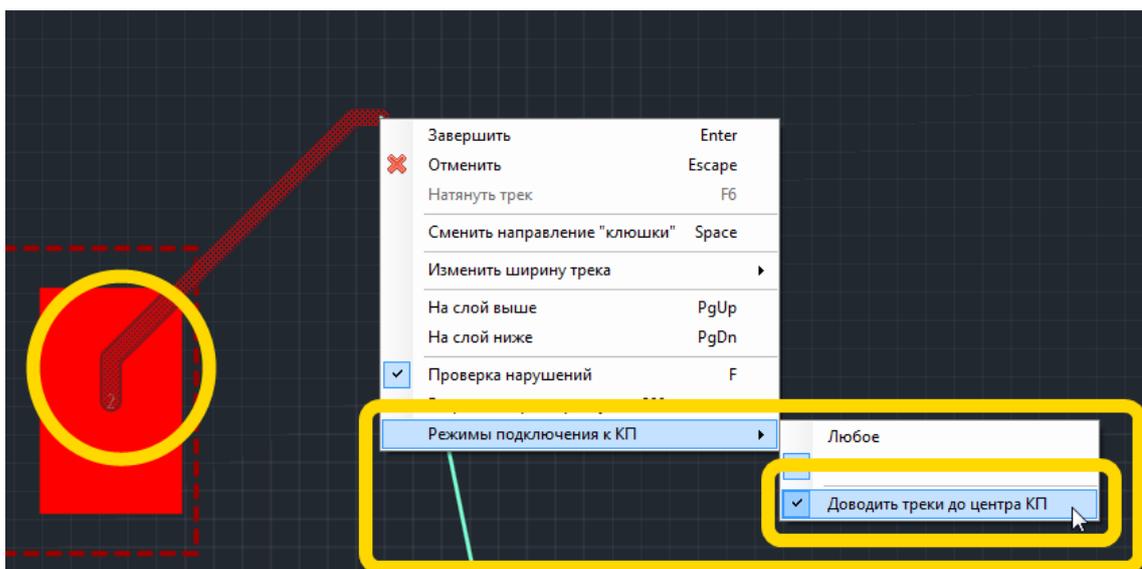


Рис. 56. Продолжение трека до центра контактной площадки

4.4.3 Проведение трека по плате

4.4.3.1 Варианты проведения трека по плате

При размещении трека на плате в системе Delta Design есть возможность задать следующие параметры размещения:

- Контроль углов поворота трека, изменяющий углы между смежными прямыми участками трека, раздел 4.4.3.2.
- *Проверка нарушений*, позволяющий отключить контроль правил проектирования при размещении трексов, раздел 4.4.3.3.

4.4.3.2 Контроль углов поворота трека

Контроль углов поворота трека позволяет изменять величину углов между смежными прямыми участками трека. По умолчанию эта величина составляет 135° , а соединение двух соседних участков под углом в 90° выполняется только в крайних случаях. При необходимости конструктор может разрешить соединять соседние прямые участки трексов под углом 90° . Для этого необходимо в контекстном меню (инструмент «Разместить трек» должен быть активным) отметить флагом поле «Разрешить трассировку под 90° », см. Рис. 57 (или отметить соответствующий пункт в панели «Свойства»). Также на рисунке показаны примеры работы различной трассировки: в верхней части с запретом на трассировку под 90° , а в нижней части без такого запрета.

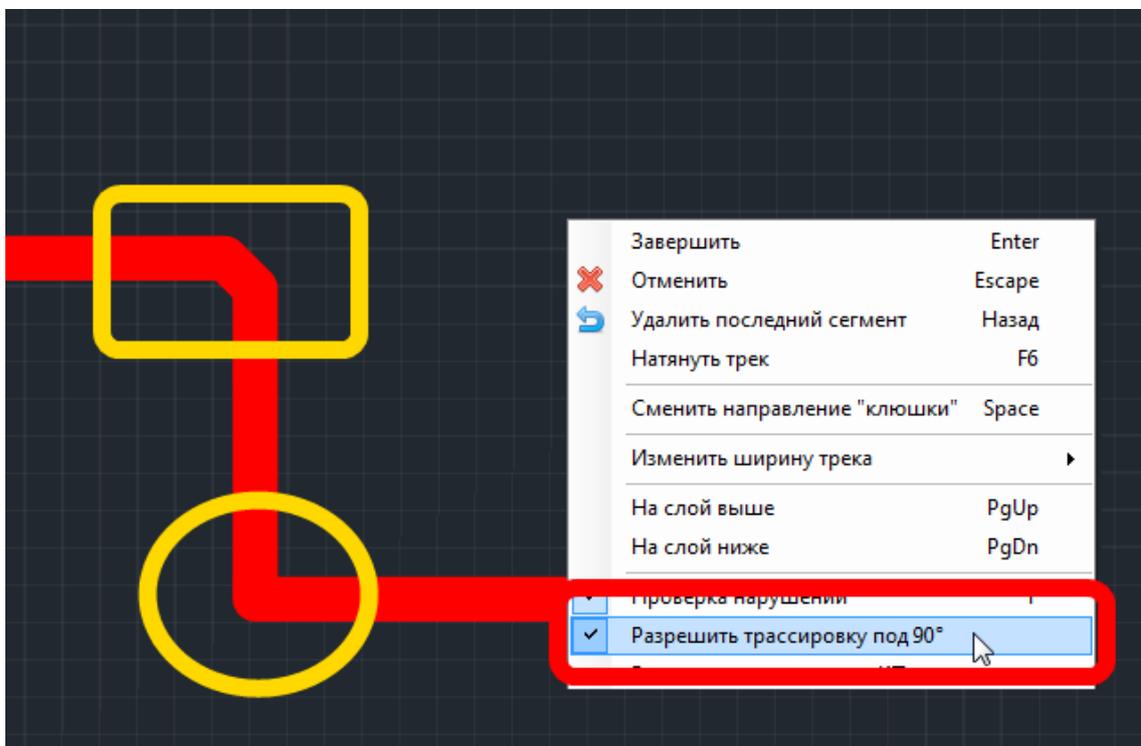


Рис. 57. Включение разрешения на трассировку под 90°

4.4.3.3 Проверка нарушений

Проверка нарушений, позволяет проводить трек с динамическим контролем нарушений правил проектирования или же без такого контроля. При отключенной *Проверке нарушений* трек прокладывается без соблюдения каких-либо правил. Включение и отключение проверки нарушений осуществляется в информационной строке, см. Рис. 58 (или с помощью в панели «Свойства»). Трек, проложенный с ошибками, отмечается темным цветом.

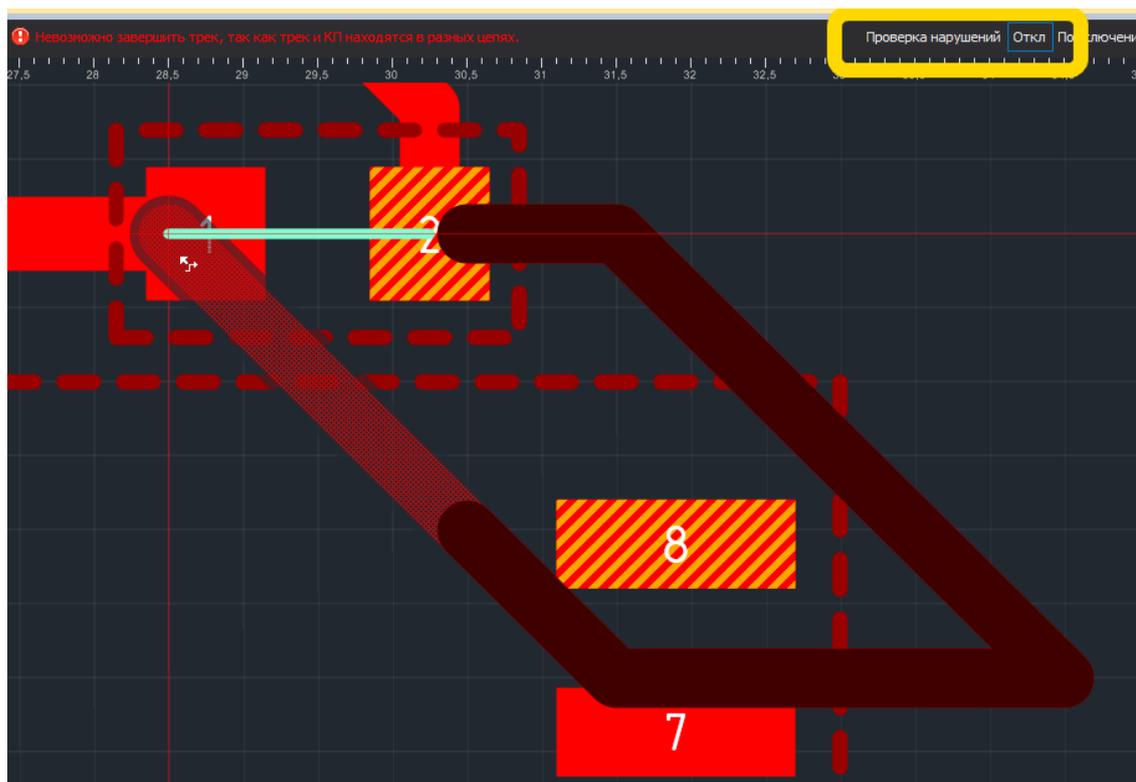


Рис. 58. Размещение трека в режиме отключенной проверки нарушений



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 и появление других видов нестандартной геометрии проводящего рисунка.

4.5 Ширина трека

4.5.1 Выбор predetermined значения ширины

Ширина трека может быть изменена с помощью пункта контекстного «Изменить ширину трека», см. Рис. 59. В данном пункте представлены приоритетные значения ширины трека, находящиеся в диапазоне между минимальным и номинальным значениями, заданными в правилах проектирования (Приложение Б). Приоритетные значения ширины задаются в настройках системы.

Последовательный перебор допустимых приоритетных значений также осуществляется по нажатию клавиши, назначенной для того действия. По умолчанию для перебора назначена клавиша «D».

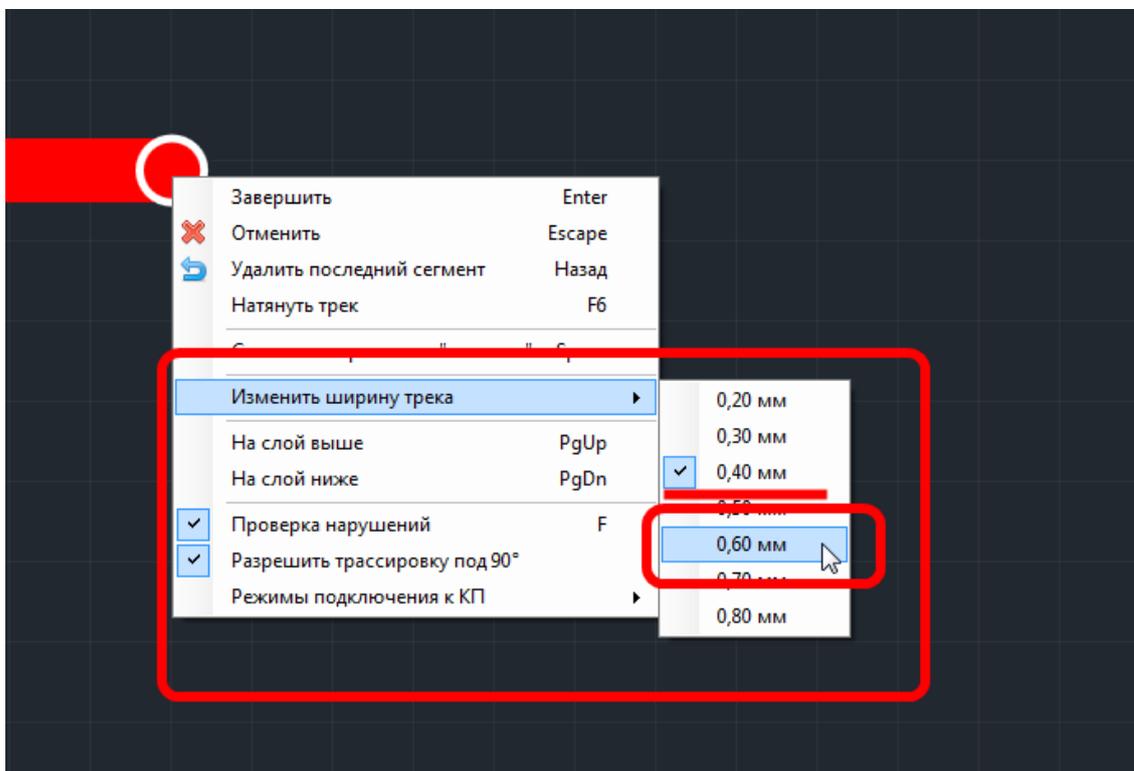


Рис. 59. Изменение ширины трека

4.5.2 Установка произвольного значения ширины

В разработке

4.5.3 Зауженный режим

В разработке

4.5.4 Установка predetermined значений

В разработке

4.6 Свойства трека

В разработке

4.6.1 Структура трека

В разработке

Каждый трек состоит из нескольких *сегментов*. *Сегмент* – это прямой участок трека, он также является минимальной величиной редактирования трека.

4.6.2 Свойства сегмента и трека

В разработке

4.7 Редактирование геометрии трека

4.7.1 Общие сведения о геометрии трека

Трек состоит из нескольких сегментов. Изменение геометрии трека происходит как за счет изменения геометрии какого-либо сегмента, входящего в состав трека, либо 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, раздел 4.7.2.
- Удаление сегментов и трека, раздел 4.7.3.
- Завершение трека с удаленными сегментами, раздел 4.7.4.
- Изменение геометрии сегмента, раздел 4.7.5.
- Редактирование подключения к контактным площадкам, раздел 4.7.6.
- Спряmlение трека, раздел 4.7.6.
- Создание и редактирование меандра, раздел 4.7.8.

4.7.2 Выбор отдельных сегментов и целого трека

В системе Delta Design, прежде чем совершить какое либо действие с объектом, данный объект необходимо выбрать. Выбор осуществляется с помощью инструмента «Выбрать». Данный инструмент активируется автоматически, если не включен какой-либо другой инструмент.

Для выбора сегмента трека и/или трека целиком необходимо выполнить следующие действия:

1. Активировать инструмент «Выбрать» и навести курсор на трек, см. Рис. 60. Трек будет подсвечен, а рядом с курсором отобразится имя цепи. Инструмент «Выбрать» активен, если не выбран другой инструмент.

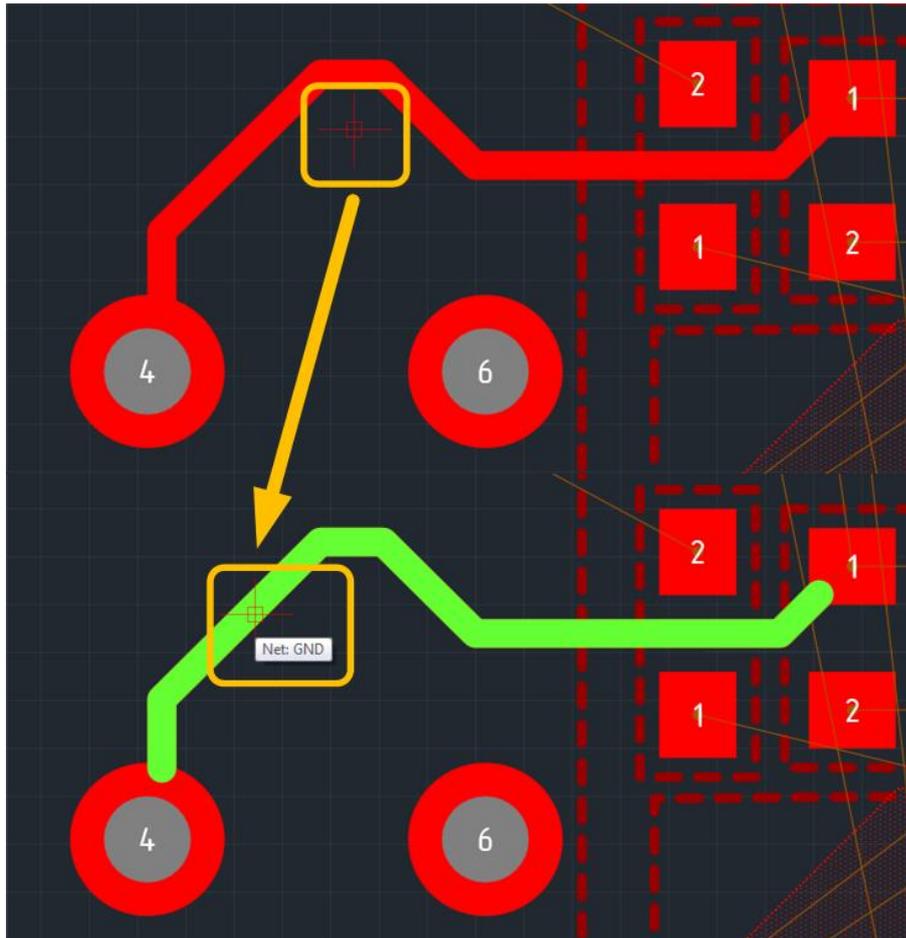


Рис. 60. Подсветка трека под курсором

2. Нажать левую кнопку мыши, при этом будет выбран тот сегмент трека, на который наведен курсор, см. Рис. 61

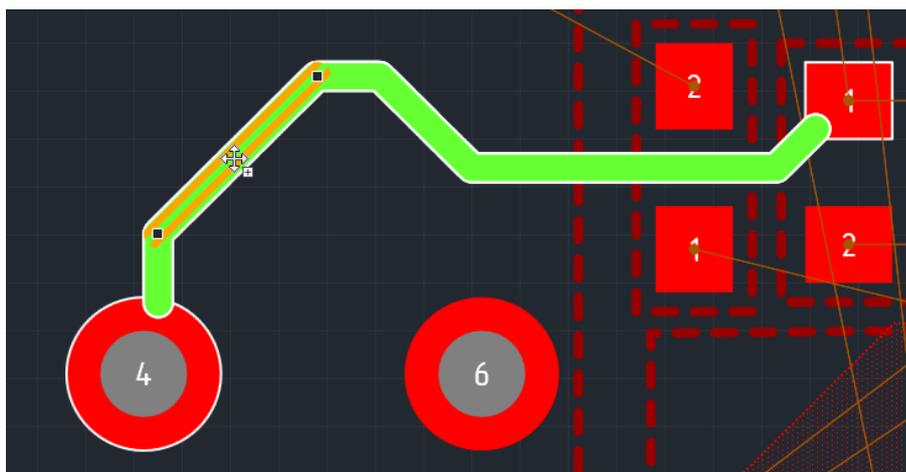


Рис. 61. Выбор сегмента трека

3. При повторном нажатии левой кнопки мыши трек будет выбран целиком, см. Рис. 62. Следующее нажатие левой кнопки мыши приведет к тому, что у трека будет выбран только тот сегмент, на котором установлен курсор.

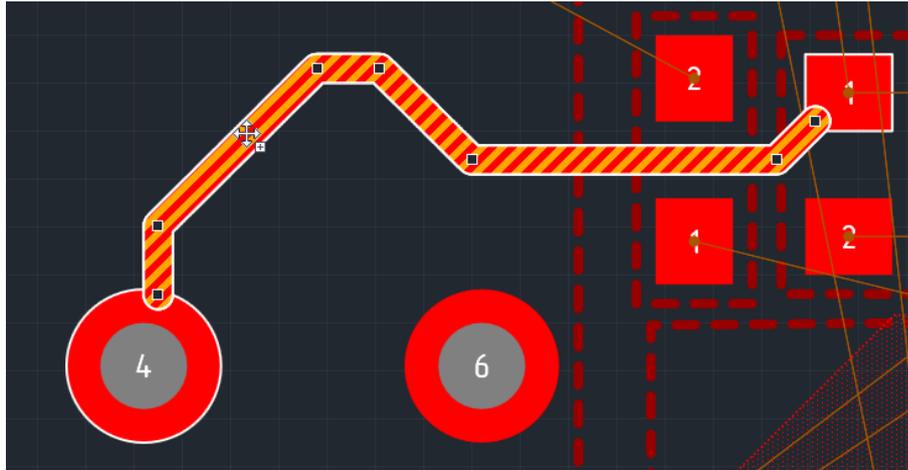


Рис. 62. Выбор трека целиком

4.7.3 Удаление сегментов и трека

Сегмент трека или целый трек можно удалить. Для удаления нужно выполнить следующие действия:

1. Выбрать объект, который необходимо удалить - сегмент трека или трек целиком.
2. Вызвать контекстное меню и выбрать пункт «Удалить», см. Рис. 63. Кроме того, можно воспользоваться клавишей, которая назначена для этого действия. Для этого действия по умолчанию назначена клавиша «Delete».

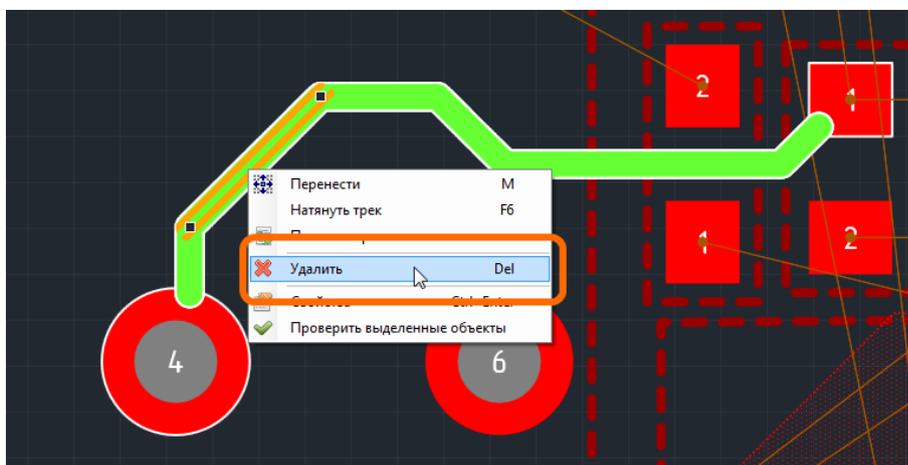


Рис. 63. Удаление трека

Трек или сегмент трека будут удалены. После удаления трека или сегмента в редактор отображается линия соединения, указывающую на необходимость соединения оставшихся участков. При этом линия соединения будет проведена между ближайшими точками проводящего рисунка, которые надо соединить, см. Рис. 64.

Для перемещения сегмента трека необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать сегмент, который должен быть перемещен.
2. После того, как сегмент выбран, а курсор изменил свой вид (см. Рис. 66) необходимо нажать левую кнопку мыши, и, удерживая ее, переместить сегмент. Перемещение сегмента определяется перемещением курсора.

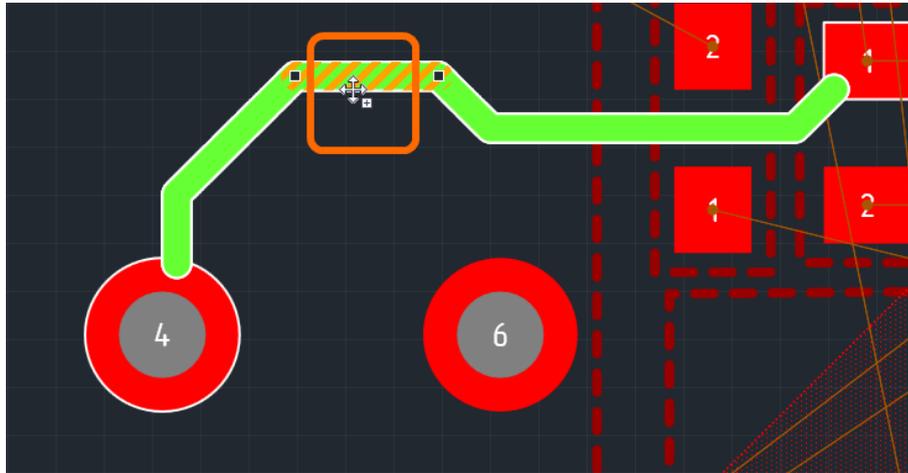


Рис. 66. Сегмент трека готов к перемещению

Сегмент перемещается, сохраняя свою ориентацию. 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. 67. На рисунке видно, что длина соседних сегментов увеличилась, а перемещаемого уменьшилась.

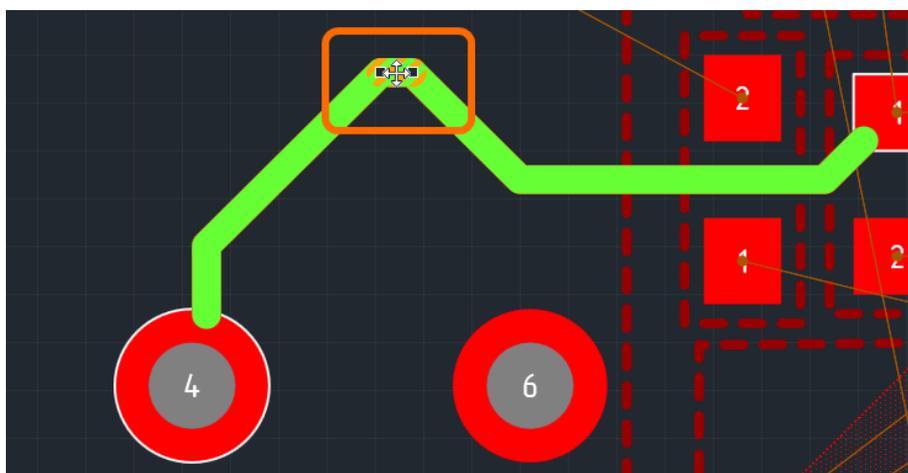


Рис. 67. Перемещение сегмента проводника

Кроме того, при перемещении какого-либо сегмента его длина может стать равной нулю, что приведет к тому, что количество сегментов в треке уменьшится, см. Рис. 68.

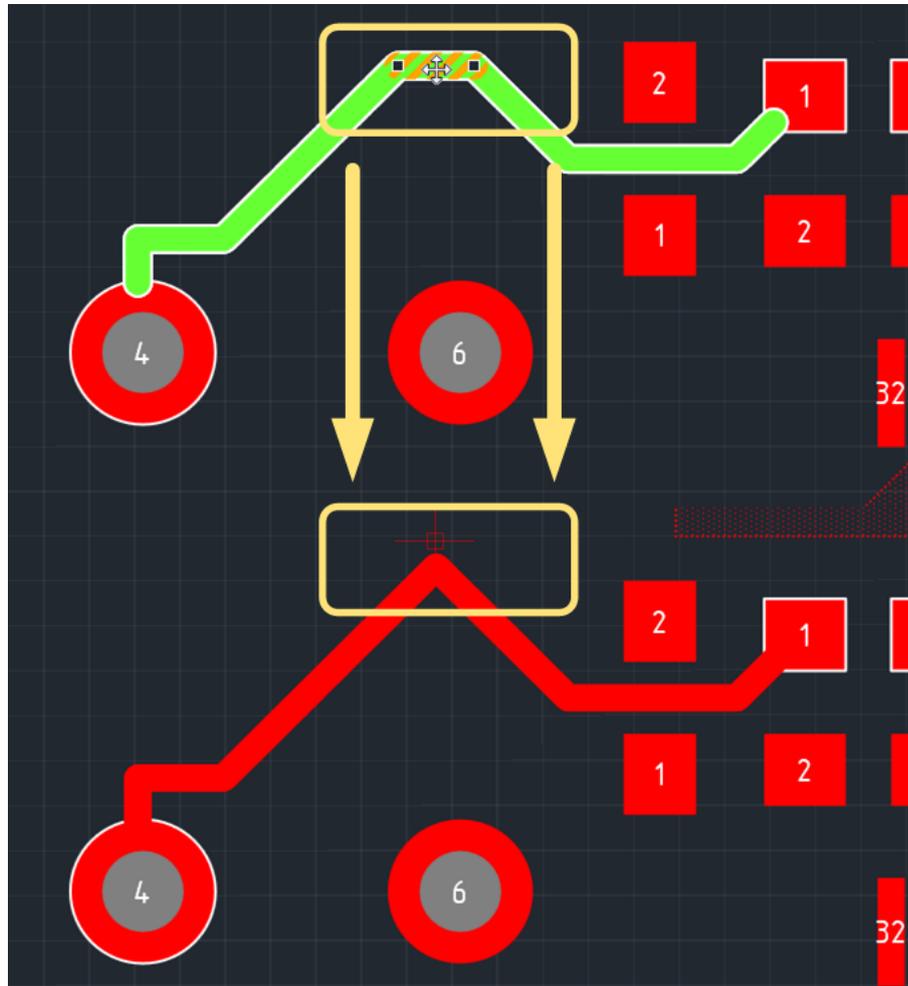


Рис. 68. Уменьшение количества сегментов трека



Примечание. Если при перемещении сегмент будет совмещен с другим, то сегменты будут объединены, см. Рис. 69. Таким образом, количество сегментов трека уменьшится.

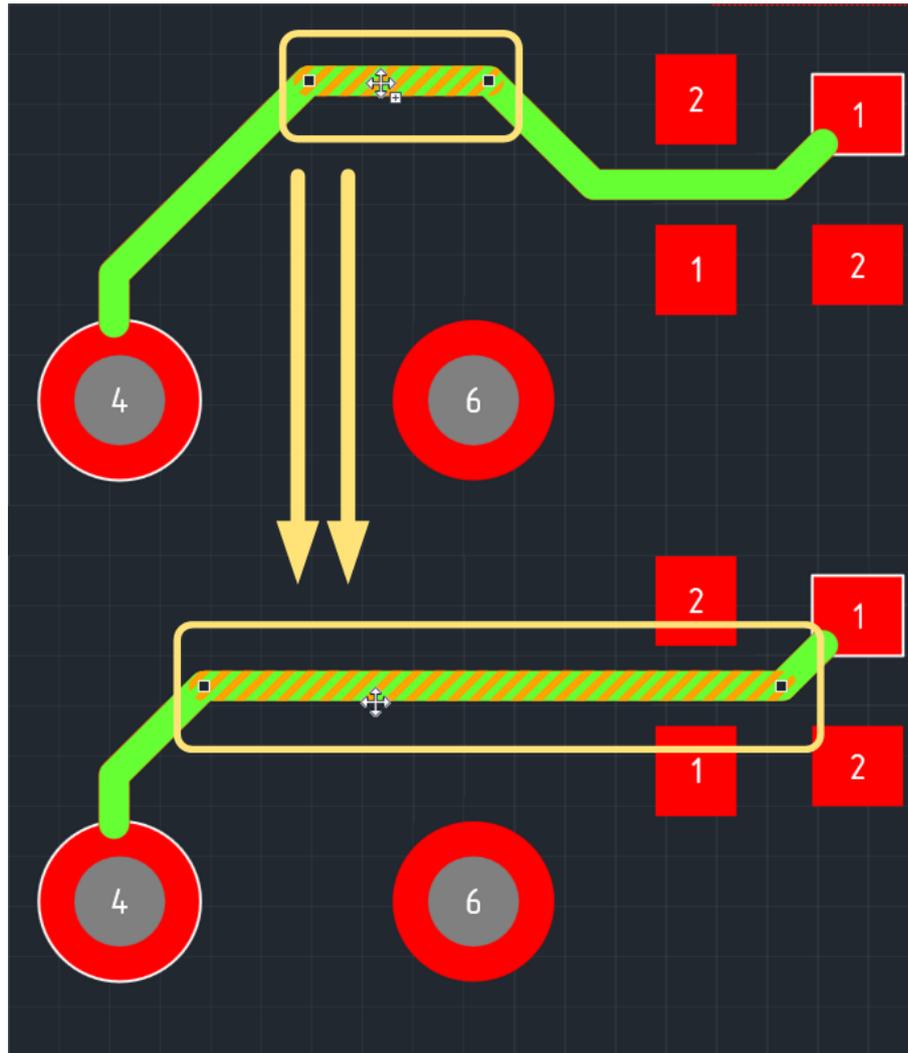


Рис. 69. Объединение сегментов трека

4.7.5.2 Перемещение конечных точек сегмента

Перемещение сегмента трека возможно с помощью перемещение 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.

Для того, чтобы переместить конечную точку сегмента необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать сегмент, конечную точку которого нужно переместить или трек целиком.
2. Навести курсор на конечную точку сегмента, которую требуется переместить, при этом курсор должен изменить свою форму, см. Рис. 70.

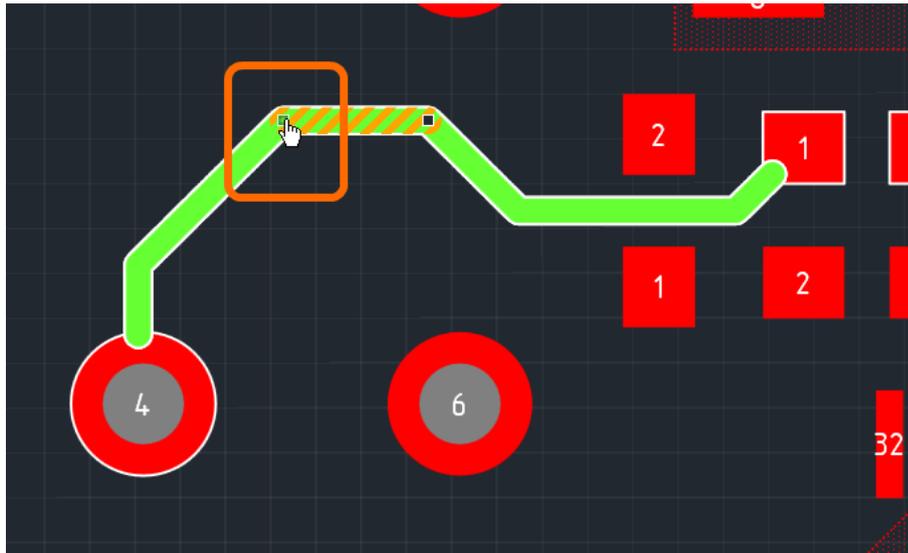


Рис. 70. Курсор при перемещении конечной точки сегмента

3. Нажать левую кнопку мыши, и, удерживая ее, переместить курсор. При этом выбранный сегмент и соседний с ним будут проложены заново. Новая часть трека будет прокладываться двумя «клюшками» через точку, в которой установлен курсор, см. Рис. 71.

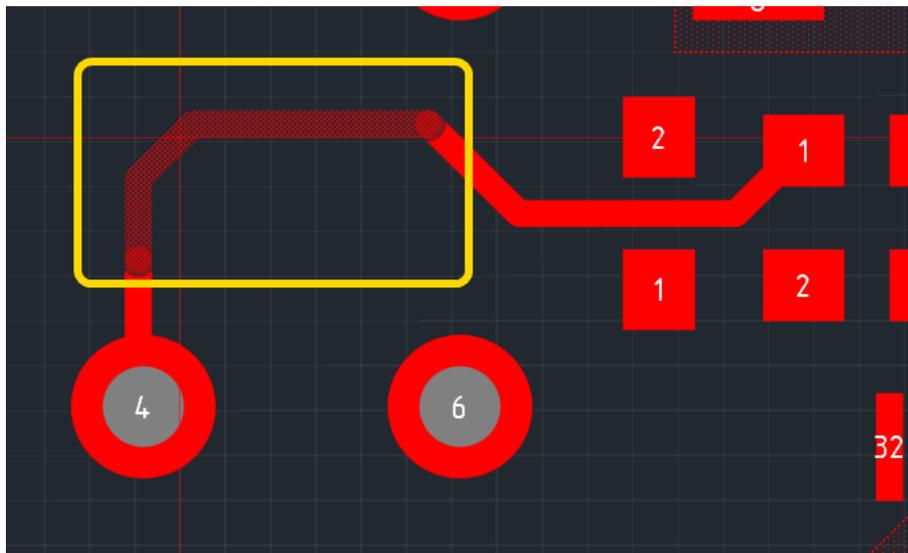


Рис. 71. Перемещение конечной точки сегмента

4. Отпустить левую кнопку мыши, тем самым зафиксировав новую геометрию трека, см. Рис. 72.

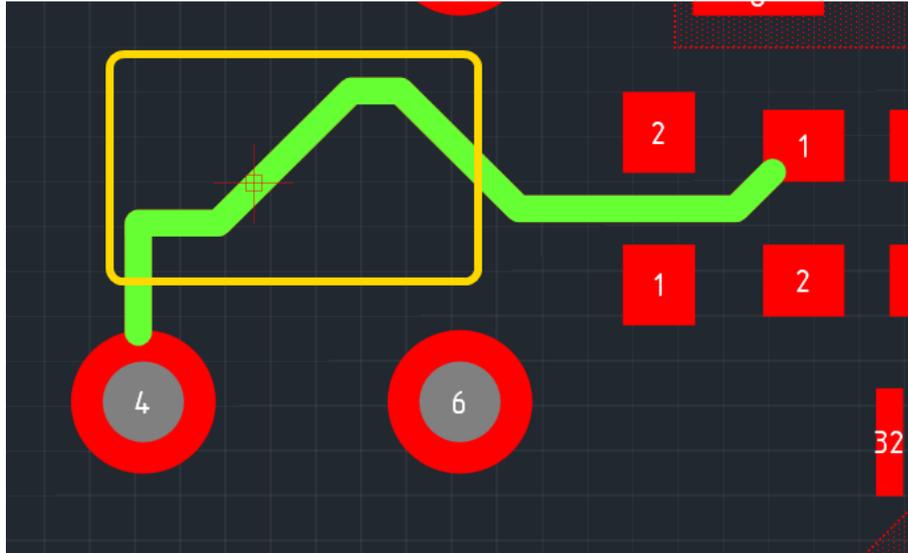


Рис. 72. Геометрия трека изменена после перемещения конечной точки сегмента

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

4.7.6 Редактирование подключения к контактным площадкам

В разработке

4.7.7 Спряmlение трека

При трассировке печатной платы могут возникнуть случаи, когда какая-либо трасса проложена не оптимальным образом. В Delta Design можно оптимизировать участок такой трассы, пролегающий на одном слое. Оптимизация подразумевает уменьшение длины участка за счет использования наименьших разрешенных значений зазоров (между элементами проводящего рисунка) и уменьшения общего количества сегментов.



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

Для того, чтобы спряmlить участок трека необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать один из сегментов трека или целиком трек, траекторию которого необходимо оптимизировать.
2. Выполнить команду «Натянуть трек», которая доступна в контекстном меню или с помощью «горячей» клавиши, назначенной для этого действия, см. Рис. 73. По умолчанию для команды «Натянуть трек» назначена клавиша «F6».

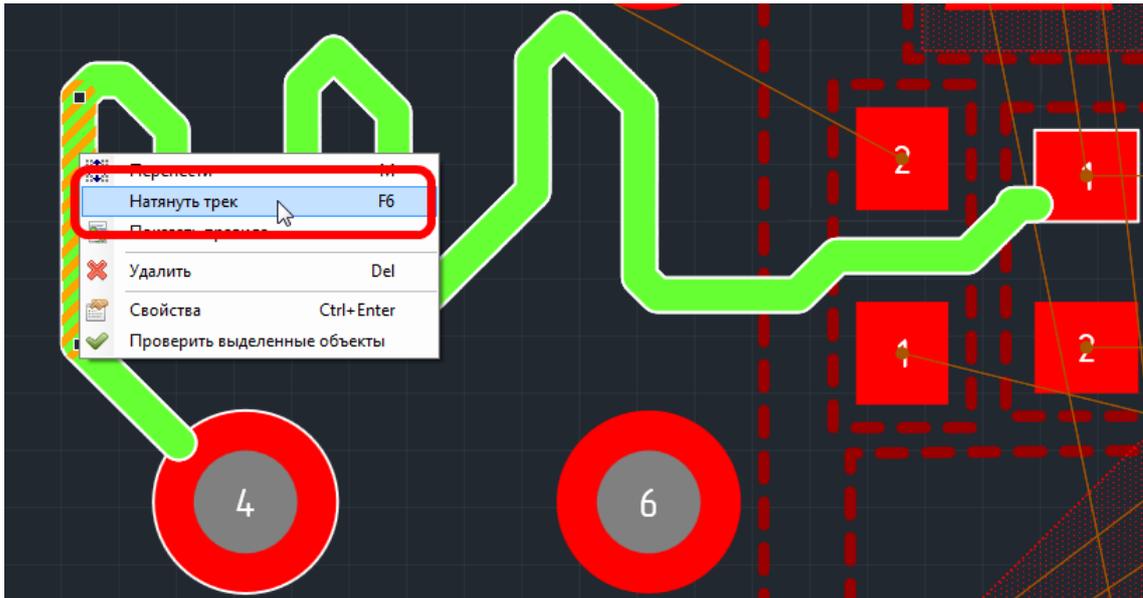


Рис. 73. Спряmlение трека

Пример спряmlения трека показан на Рис. 74.

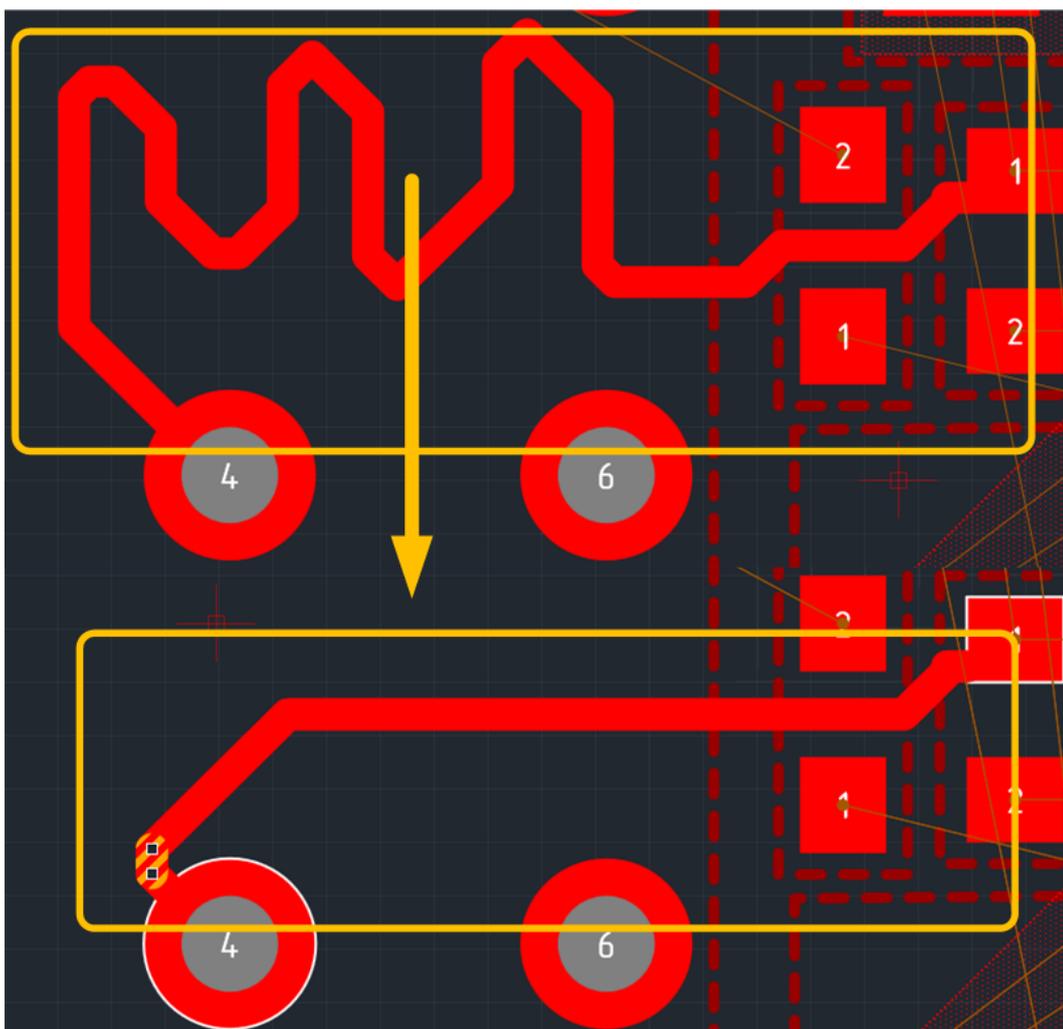


Рис. 74. Пример работы механизма спряmlения трека

4.7.8 Создание и редактирование меандра

4.7.8.1 Создание меандра

В некоторых случаях длину размещенного трека необходимо увеличить. Это можно сделать в ручном режиме либо использовать меандр. Для того чтобы создать меандр необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать трек, длину которого необходимо увеличить.
2. Активировать инструмент «Разместить меандр», который обозначается значком на панели инструментов «Плата», см. Рис. 75.

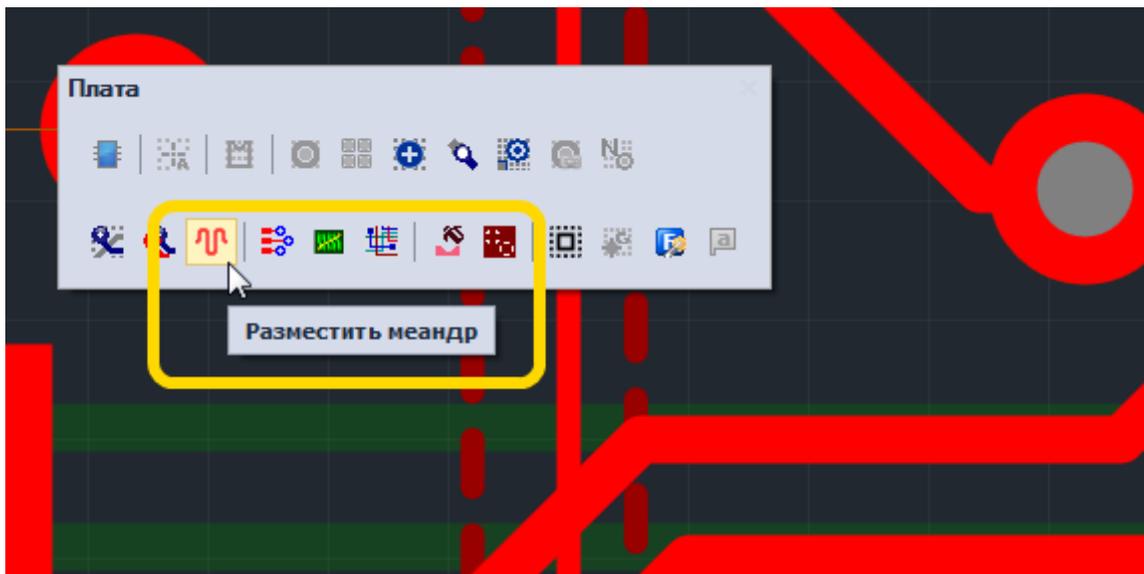


Рис. 75. Инструмент «Разместить меандр»

3. Навести курсор на выбранный трек и определить точку начала меандра, см. Рис. 76.

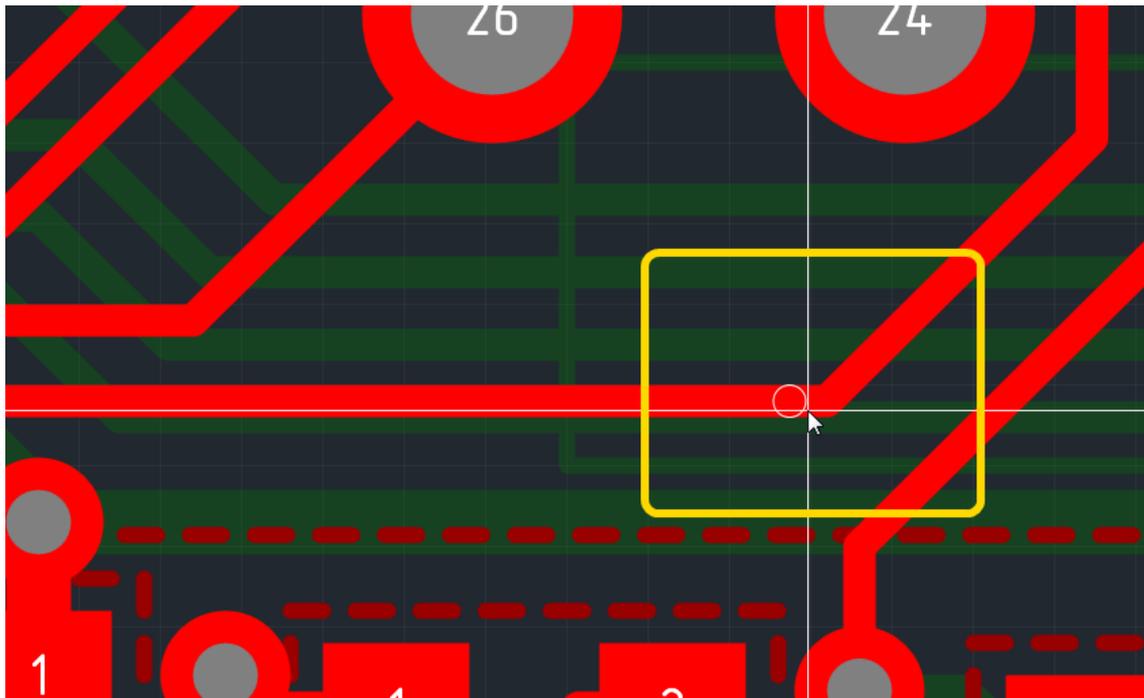


Рис. 76. Точка начала меандра

4. Нажать левую кнопку мыши для начала размещения меандра.
5. Переместить курсор мыши, формируя область размещения меандра, которая обозначается прямоугольником с белыми линиями, см. Рис. 77. При перемещении мыши отображается возможный вид меандра.

Внутри области строится меандр, который ограничен границами области и правилами проектирования. То есть, если размещение не противоречит правилам проектирования, то «амплитуда» меандра будет совпадать с размерами области.

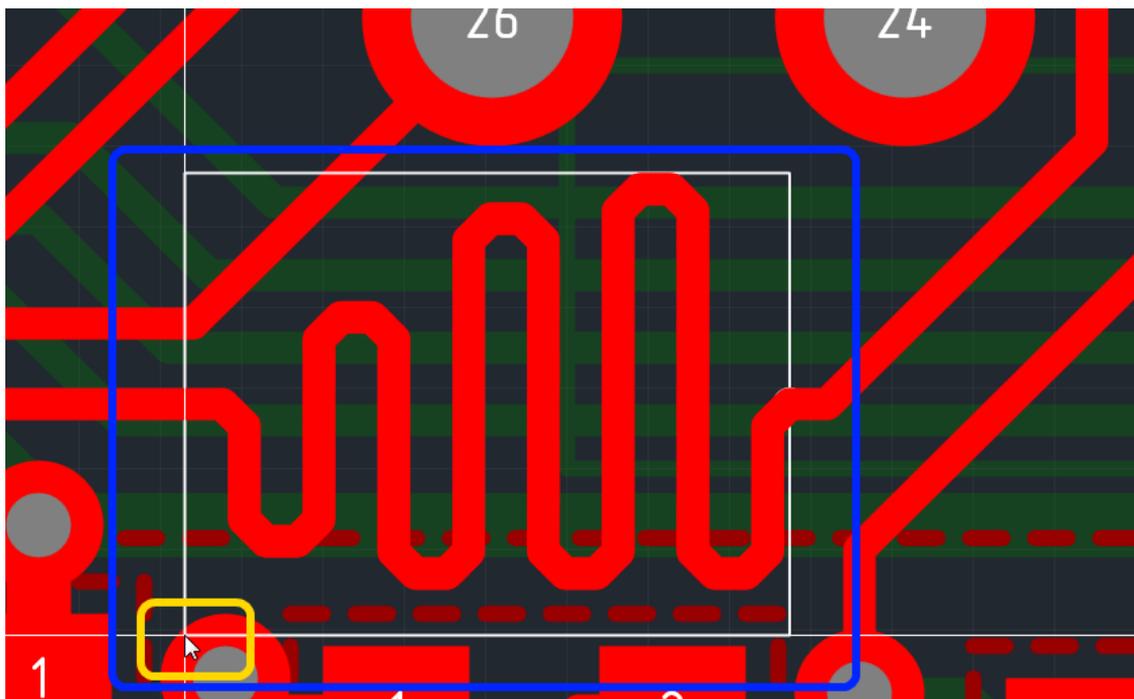


Рис. 77. Область размещения меандра

6. Зафиксировать меандр, нажав левую кнопку мыши.
Меандр будет размещен, см. Рис. 78.

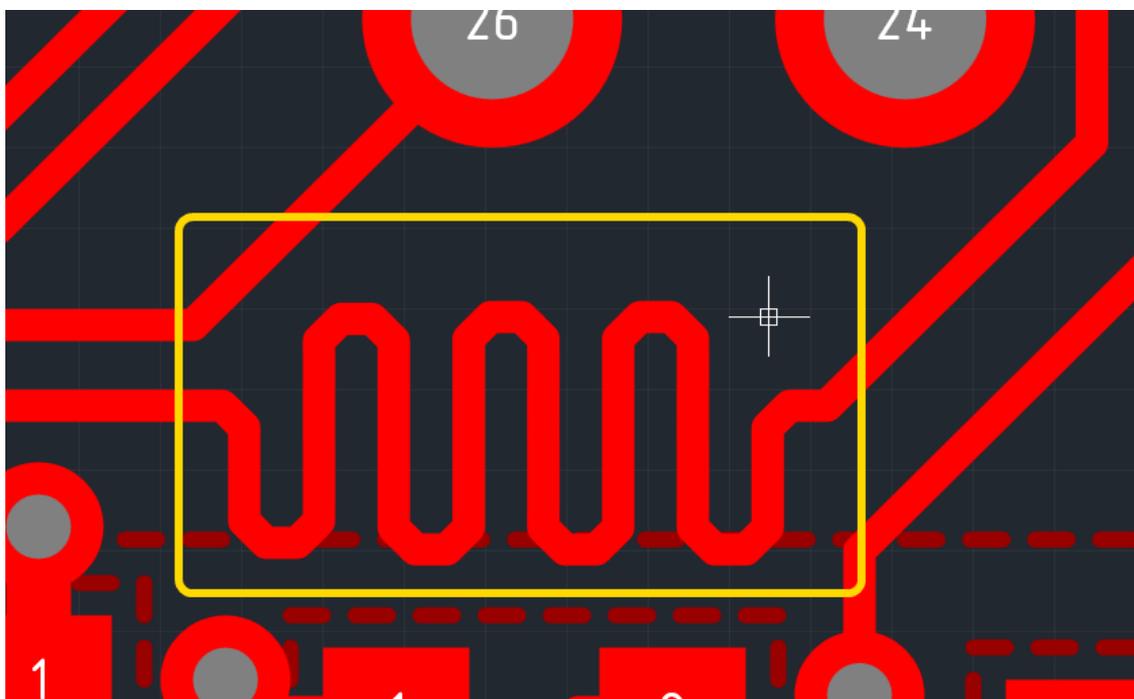


Рис. 78. Размещенный меандр

4.7.8.1 Редактирование меандра

Для того чтобы отредактировать меандр необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать меандр, наведя на него курсор и нажав левую кнопку мыши.
2. Навести курсор на одну из четырех точек редактирования, ограничивающих область размещения меандра. Вид курсора должен измениться, см. Рис. 79.

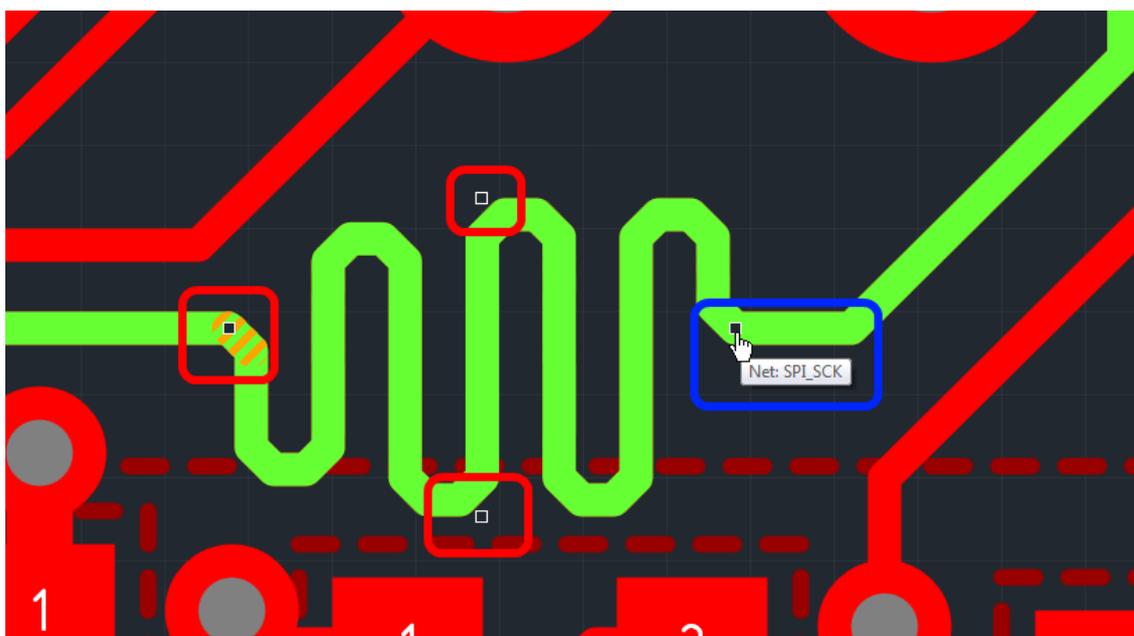


Рис. 79. Точки редактирования области размещения меандра

3. Нажать левую кнопку мыши и, удерживая ее, переместить курсор, определяя тем самым новые границы области размещения, см. Рис. 80. Изменения меандра будут отображаться на экране.

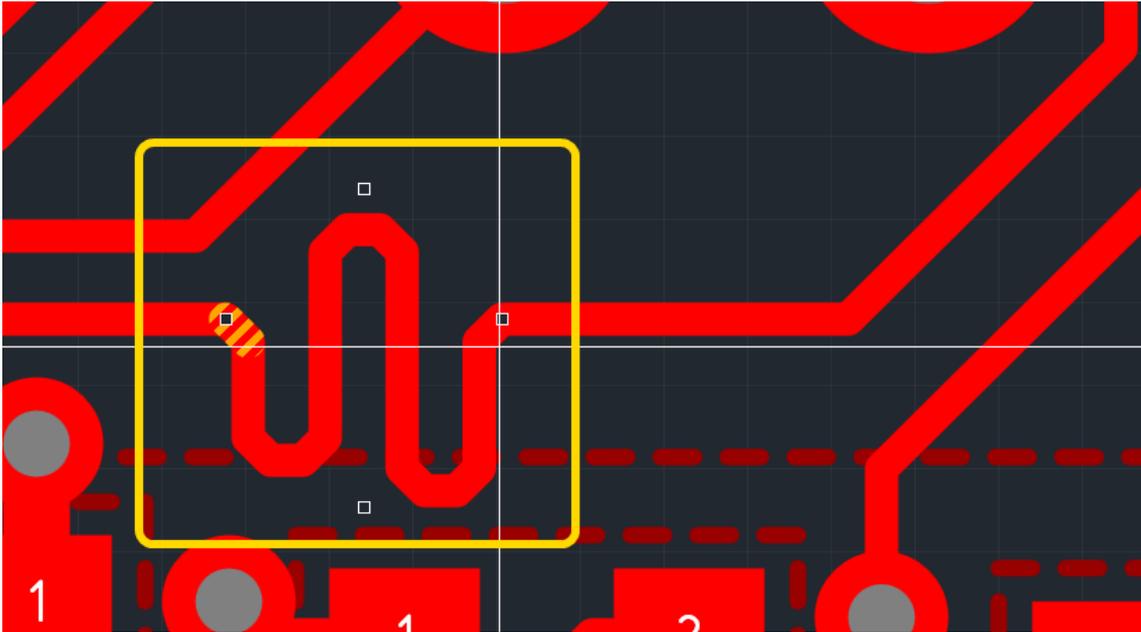


Рис. 80. Изменение области размещения меандра

4. Отпустить левую кнопку мыши, закончив редактирования меандра.

4.8 Трассировка диффпар

4.8.1 Общие сведения о диффпарах

4.8.1.1 Дифференциальные линии

В системе Delta Design имеется возможность реализовать линии связи с низковольтной дифференциальной передачей сигналов. Дифференциальная передача сигналов осуществляется по двух-проводниковой линии. Отсюда и происходит упрощенное название - дифференциальная пара, или просто «диффпара».

Для эффективного использования диффпар, необходимо соблюдать определенные правила, размещения диффпары на печатной плате:

- Обеспечить необходимое дифференциальное сопротивление линии
- Разместить линию так, чтобы разница хода между проводниками укладывалась в установленный допуск
- Обеспечить правильное взаимное положение обоих проводников диффпары

Вопрос о расчете дифференциального сопротивления очень широк и в настоящем документе не рассматривается. Руководство рассматривает возможность установки конкретных значений, а не из подбор.

4.8.1.2 Параметры диффпар

С одной стороны диффпара это два трека, каждый из которых обладает вполне определенным набором характеристик свойственным всем трекам, раздел 4.2. Так толщина диффпары определяется толщиной проводника,

используемого на слое, по которому она трассируется. Параметры проводящих слоев определяются в редакторе слоев платы.

Общие параметры диффпар задаются по аналогии с параметрами отдельных треков. Так использование «номинальных», «минимальных» и «зауженных» параметров несет ту же смысловую нагрузку, что и для одиночного трека – при трассировке диффпары в обычных обстоятельствах используется «номинальное» значение, которое, может быть уменьшено до минимального (без дополнительных проверок). Для преодоления препятствия можно использовать «зауженное» значение, однако, длина участка с использованием зауженного отрезка ограничивается установками правил проектирования.

В системе Delta Design используются следующие параметры диффпар как единого целого (см. Рис. 81):

- Номинальный (C_{nv}) и минимальный (C_m) (не показан) 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.
- Параметр заужения (C_n) зазоры между проводниками диффпары в режиме заужения. Величины зазоров используются по аналогии с шириной треков.
- Допуск на зазор (не показан) – параметр, описывающий 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» и «зауженному».
- Параметр зауженная ширина (W_n) – ширина диффпары, трассируемой в режиме заужения. Данная ширина складывается из ширин режима заужения для каждого отдельного трека диффпары и зазора между треками диффпары в режиме заужения.
- Параметр заужения: общая длина зауженных участков у данной цепи ($\Sigma(L_n)$) и максимальная длина единичного зауженного участка (L_n). Данные параметры устанавливают ограничение на участки трека, проложенные в зауженном режиме.
- Максимально допустимая задержка между отдельными проводниками (разность фаз).

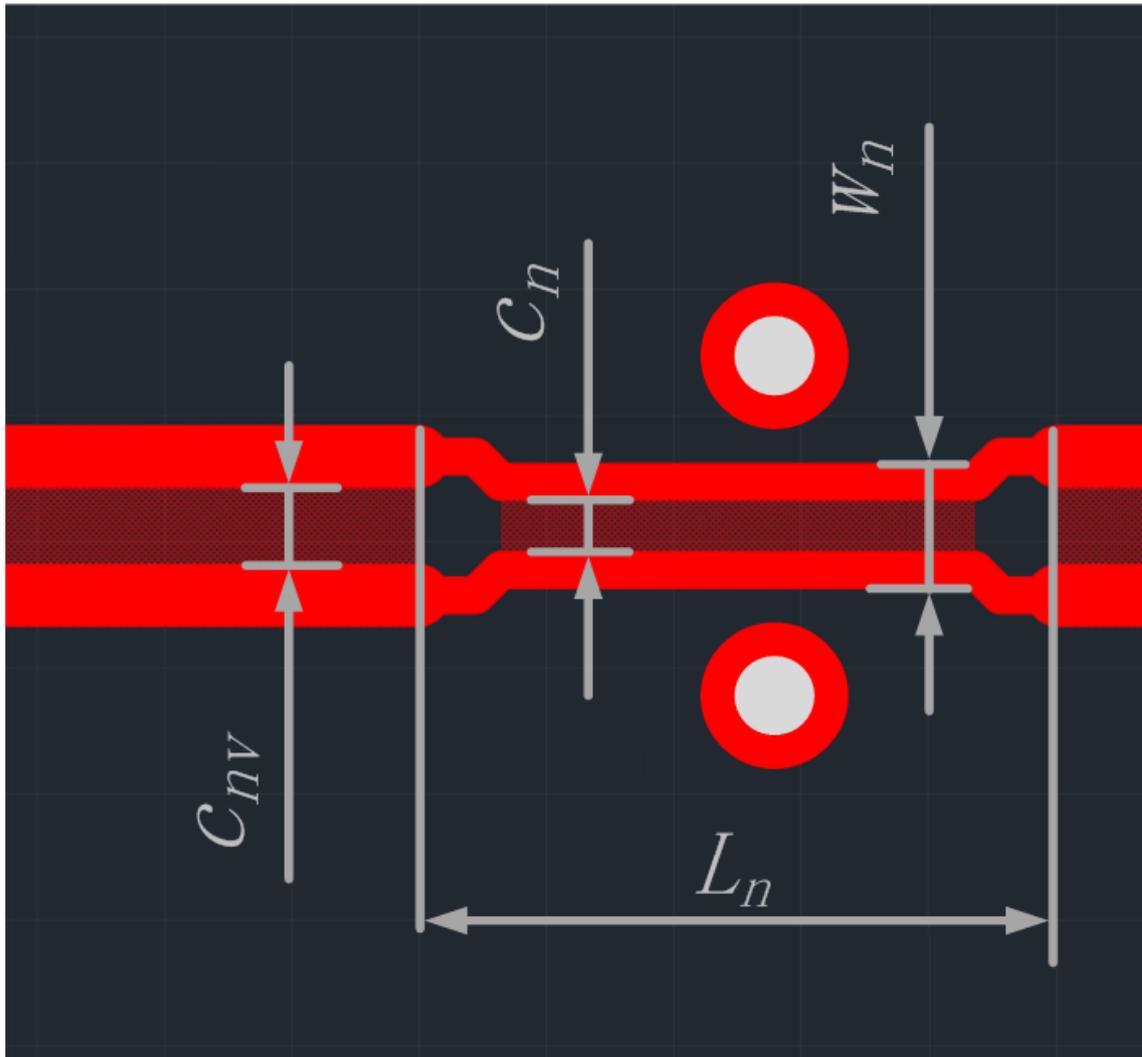


Рис. 81. Параметры диффпар

Параметры диффпар, как и параметры треков могут быть predeterminedляются в редакторе правил (приложение Б.1.7). При необходимости, некоторые значения параметров можно заменить на плате.



Примечание. Ограничения на длину зауженных участков берутся из аналогичных значений для одиночных проводников, составляющих пару. Если же случается, что два проводника пары разделены и имеют разное заужение, например, на одном проводнике два узких участка, а на другом три, то общая длина сужения рассчитывается следующим образом: для каждого проводника диффпары рассчитывается длина суженных участков, а потом из двух полученных значений берется максимальное.

4.8.1.3 Возможности трассировки диффпар

Delta Design предлагает конструктору различные подходы к трассировке диффпар. К этим подходам относятся:

- Трассировка диффпар как единого целого. Это основной механизм трассировки диффпар, трассирующий диффпару как единое целое (оба трека одновременно). 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 (см. раздел 4.8.4). Данный подход позволяет автоматически преодолевать типовые препятствия, однако построенный таким образом участок будет учитываться как несогласованный.
- Независимая трассировка треков диффпары (см. раздел 4.8.4.3). 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.

4.8.2 Трассировка диффпары как единого целого

4.8.2.1 Инструмент для трассировки диффпар

Размещение диффпар на проектируемой плате осуществляется с помощью инструмента «Разместить диффпару», который отмечен значком  на панели инструментов «Плата», либо доступен в контекстном меню, см. Рис. 82.

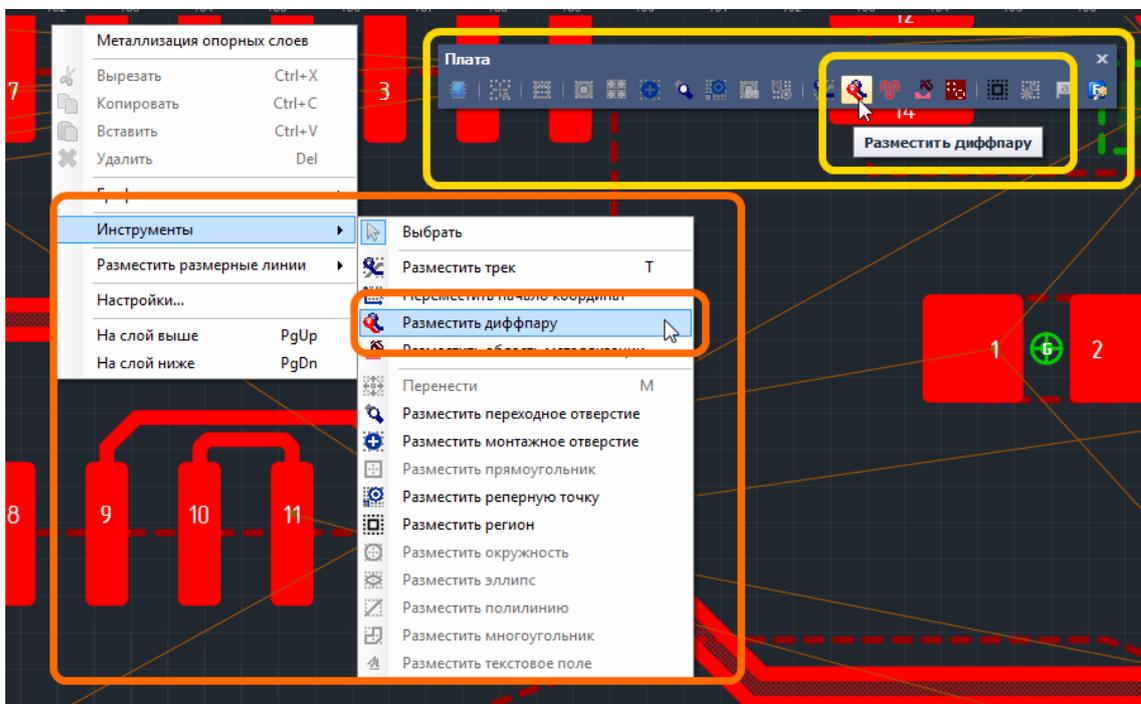


Рис. 82. Вызов инструмента «Разместить диффпару»

После того, как инструмент «Разместить диффпару» выбран, курсор в рабочей области изменит свой вид, см. Рис. 83. Текущее положение курсора дополнительно отмечается вертикальной и горизонтальной линиями, образующими крест. Текущие координаты курсора указываются в правом нижнем углу главного окна.

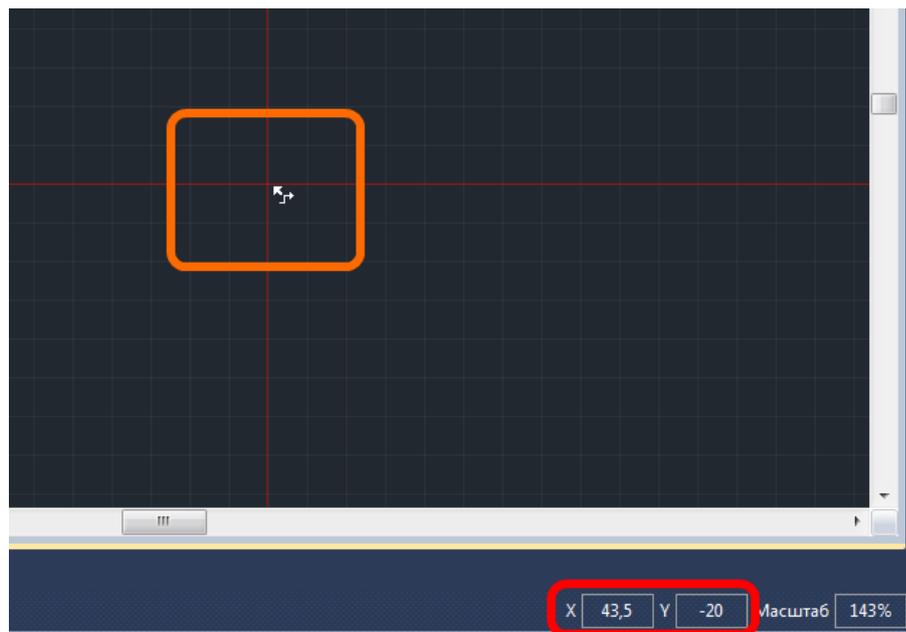


Рис. 83. Вид курсора при использовании инструмента «Разместить диффпару»

Диффпары на правильно устроенной плате, должны быть подключены к контактным площадкам, поэтому в Delta Design, для первичного размещения диффпары доступны только контактные, для которых назначены цепи диффпар.

В момент, когда активируется инструмент «Разместить диффпару» все линии соединения, предназначенные для визуализации обычных цепей, перестают отображаться, см. Рис. 84. Такое поведение позволяет конструктору точно определить контактные площадки, которые предназначены для передачи дифференциального сигнала.

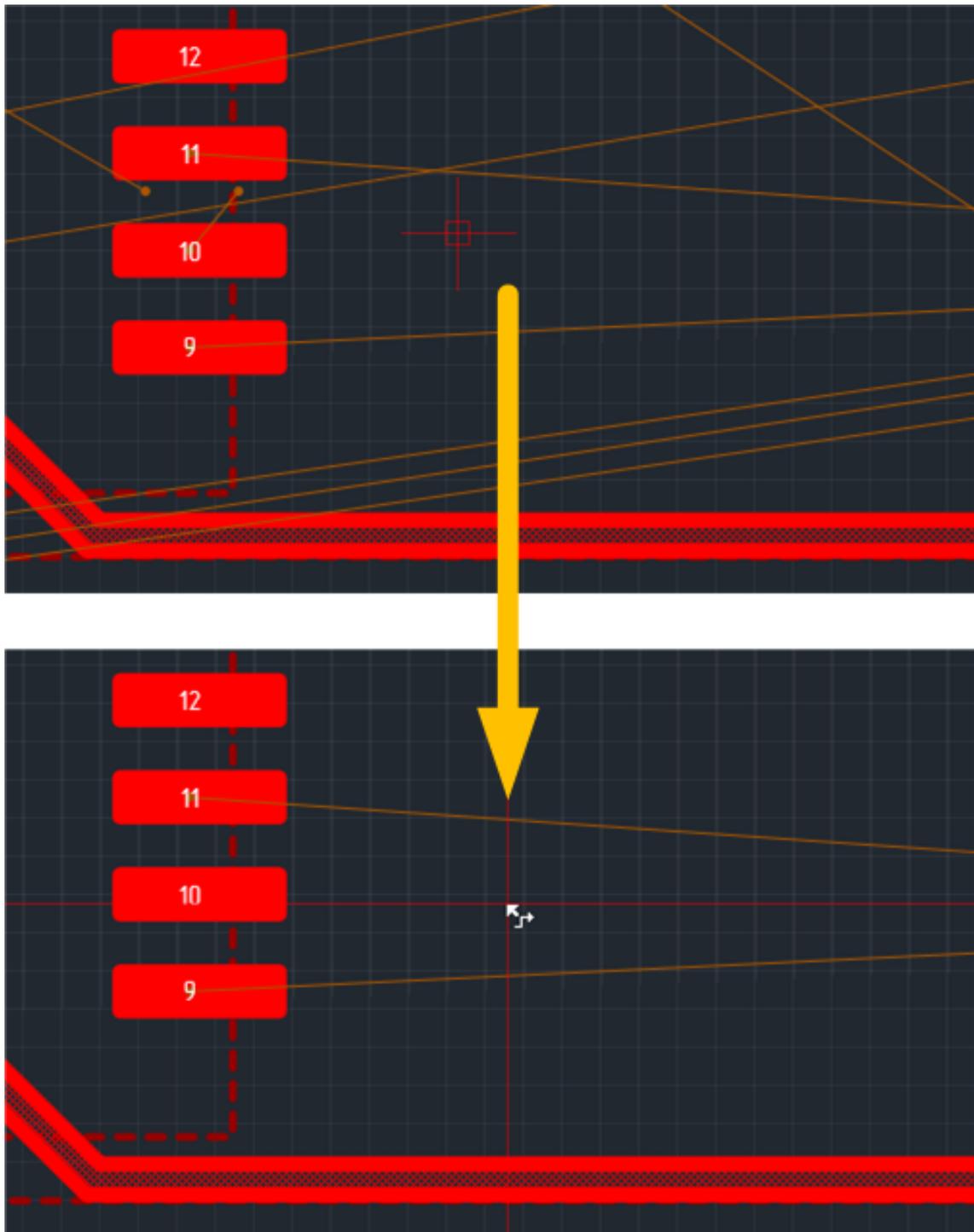


Рис. 84. Уменьшение количества отображаемых линий связи при трассировке диффпары

4.8.2.2 Построение схождения диффпары вблизи площадок

После того, как инструмент «Разместить диффпару» активирован, конструктор выбирает контактные площадки, с которых будет начата трассировка диффпары. При наведении курсора на какую-либо контактную площадку, предназначенную для передачи дифференциального сигнала, с помощью белого кружка будет выделяться

номер контактной площадки, а так же номер второй контактной площадки из состава пары, см. Рис. 85.

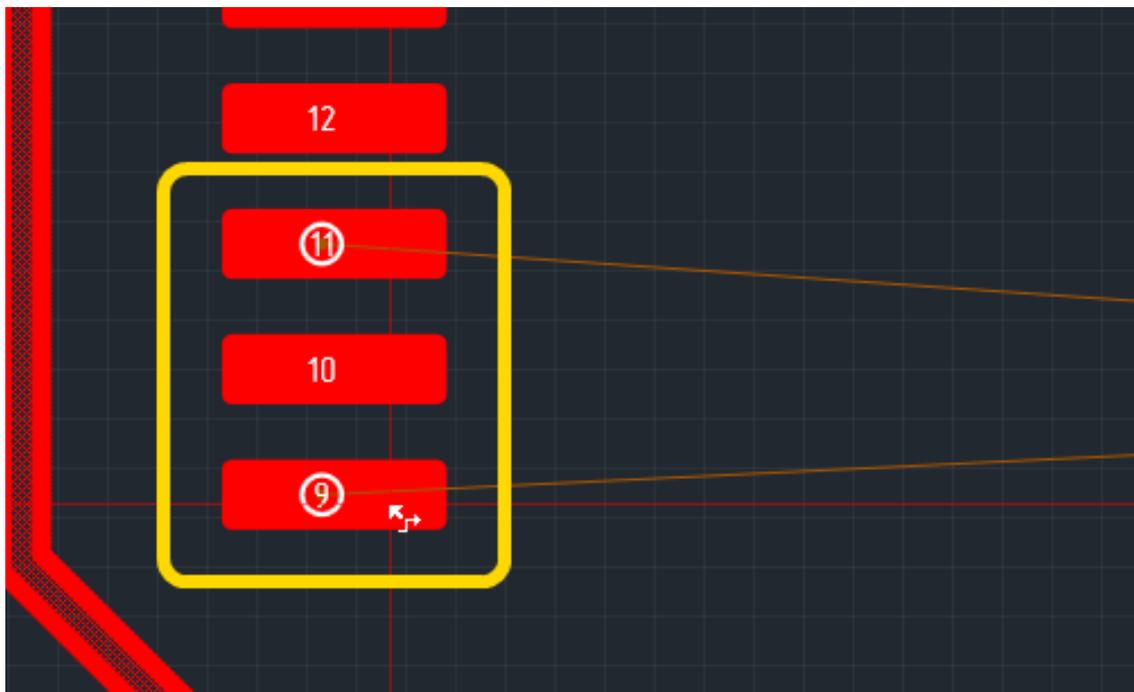


Рис. 85. Выбор контактных площадок для старта диффпары

4.8.2.3 Трассировка диффпары на плате

Трассировка диффпары как единого целого выполняется в целом аналогично трассировке одиночного трека. Для трассировки диффпар применимо большинство приемов, описанных в разделе 4.3.

Общая картина при трассировке диффпары такова: после того, как сформировано схождение диффпары, конструктор выбирает точку на плате и перемещает в нее курсор. Трассировщик считывает координаты указанной точки и предлагает проложить линию. Возможный вид диффпары показывается с помощью штриховки, см. Рис. 86.

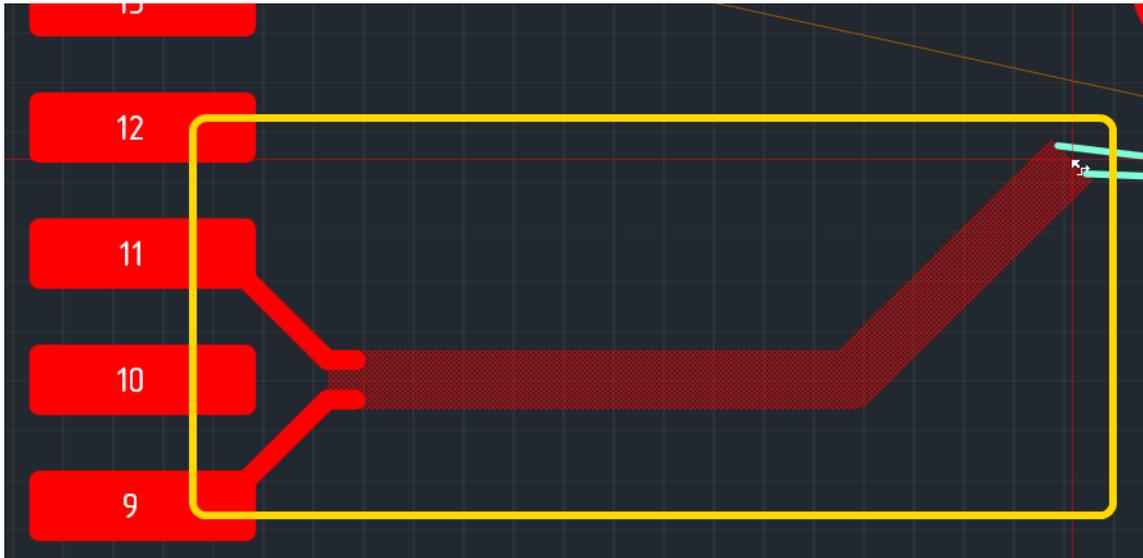


Рис. 86. Возможный вид диффпары

Конструктор может сразу поместить курсор в район завершения дифференциальной линии, переходя сразу к ее завершению (раздел 4.8.2.4). Однако, зачастую трек диффпары более сложен, чем обычный трек, и могут возникнуть случаи, в которых трассировщик не сможет сразу предложить законченный вариант трассы. Поэтому, диффпару рекомендуется размещать отдельными участками, по аналогии с одиночным треком (раздел 4.3.2). Размещение отдельными участками осуществляется следующим образом:

1. После старта диффпары выбирается подходящая точка в некотором отдалении от начала линии, и в нее помещается курсор. При этом на экране демонстрируется возможный вид диффпары.
2. Нажимается левая кнопка мыши и демонстрируемый участок фиксируется, см. Рис. 87. При этом сразу начинает трассироваться новый участок.

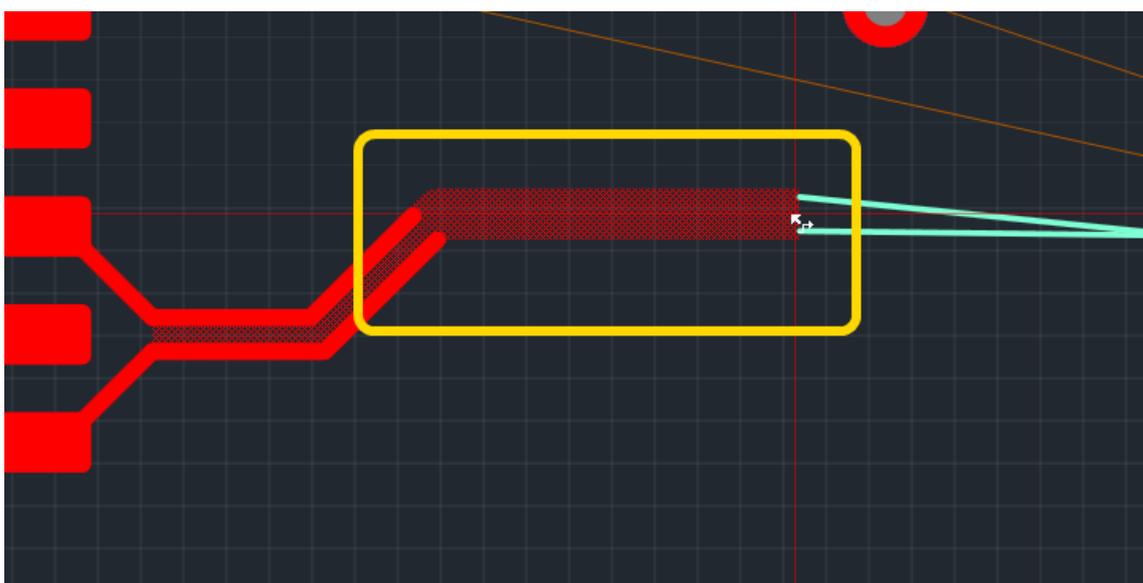


Рис. 87. Зафиксированный участок диффпары и возможный вид следующего участка

3. Далее выбирается новая промежуточная точка, фиксируется следующий участок, см. Рис. 88. И так повторяется до тех пор, пока диффпара не будет подведена к контактным площадкам, предназначенным для ее завершения.

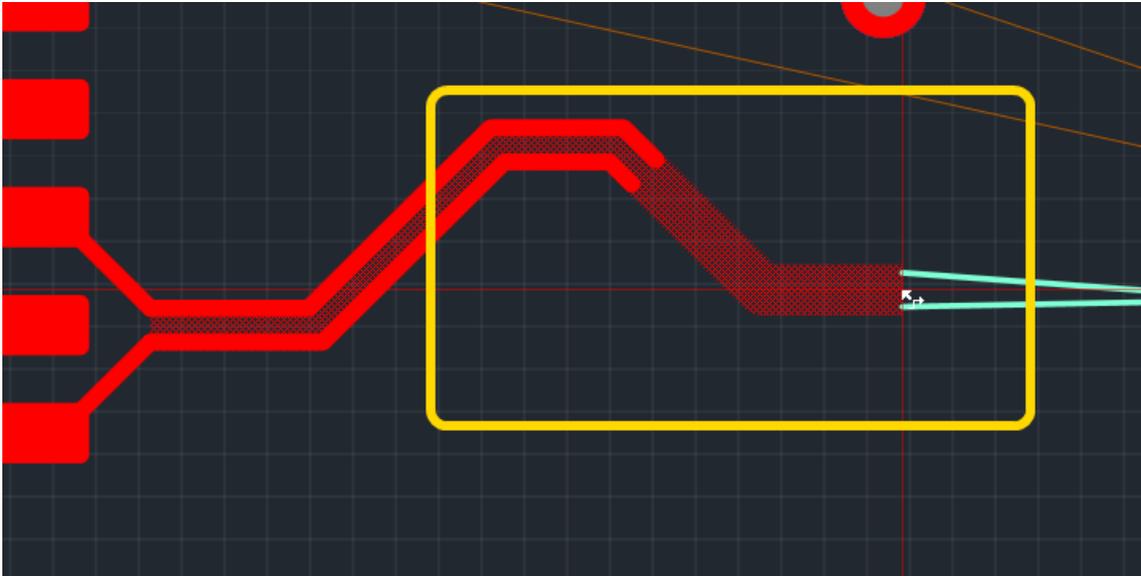


Рис. 88. Трассировка очередного участка диффпары

Также при трассировке диффпар, по аналогии с одиночными треками, применимы следующие приемы:

- Отмена размещения последнего сегмента (см. раздел 4.3.2.3)
- Изменение направления поворота (см. раздел 4.3.2.1)

4.8.2.4 Завершение диффпары

Завершение диффпары (присоединение к «финишным» контактным площадкам) в целом сходно со стартовым формированием схождения вблизи контактных площадок (раздел 4.8.2.2). Отличием здесь является тот факт, что некоторое положение проводников на плате уже определено, поэтому имеется приоритетное направление для построения схождения. Тем не менее, изменяя положения курсора вблизи контактных площадок можно получить различные варианты построения схождения, см. Рис. 89.



Рис. 89. Варианты подключения диффпары к финишным площадкам

Если предлагаемые способы подключения, по каким-либо причинам не подходят, то можно воспользоваться одним из альтернативных вариантов действий.

- Изменить положение участка диффпары близи контактных площадок и попробовать построить схождение заново, см. Рис. 90.

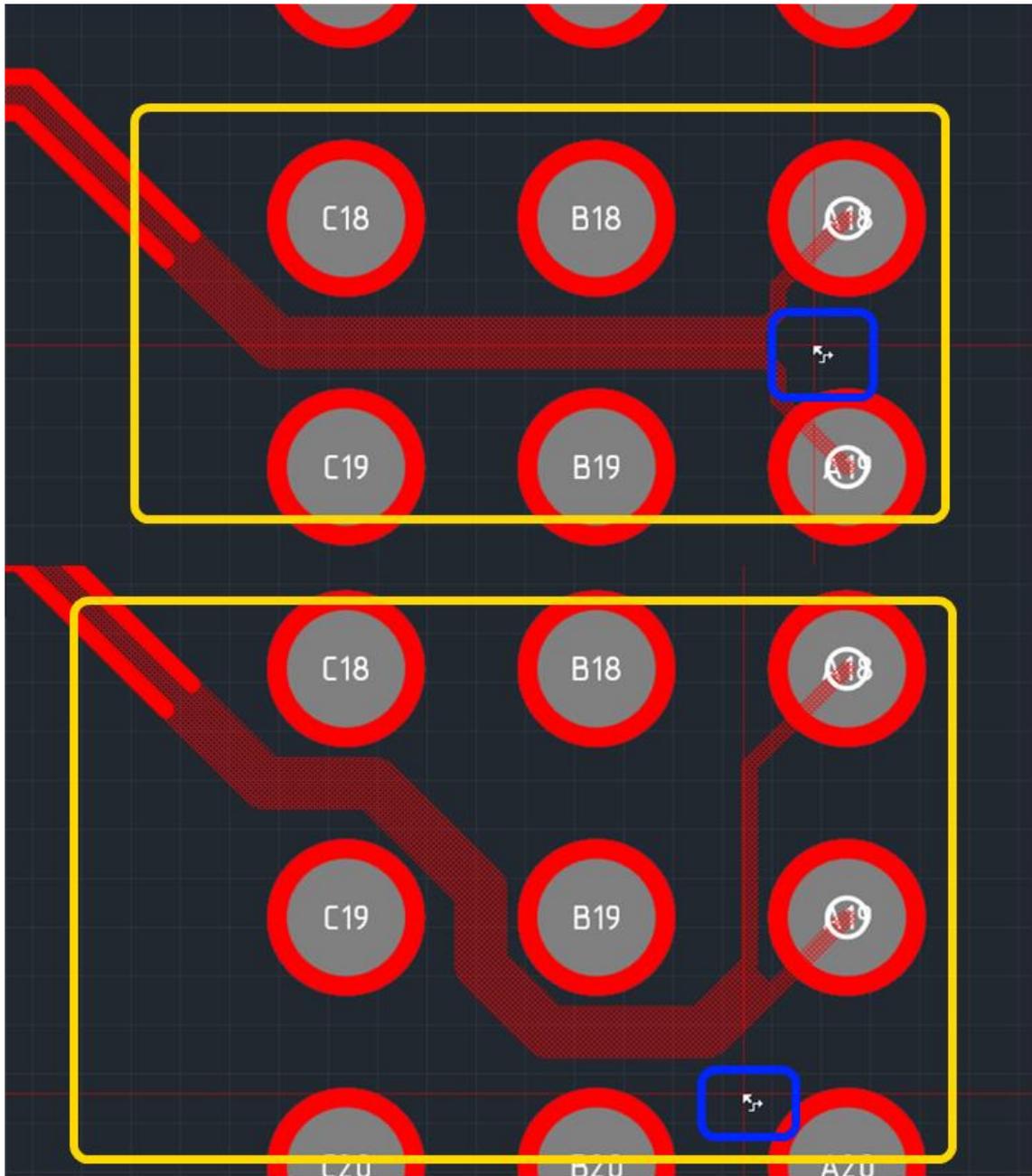


Рис. 90. Альтернативные варианты построения схождения диффпары

- Построить необходимое схождение как начальное, а затем соединить два участка линии, см. Рис. 91.

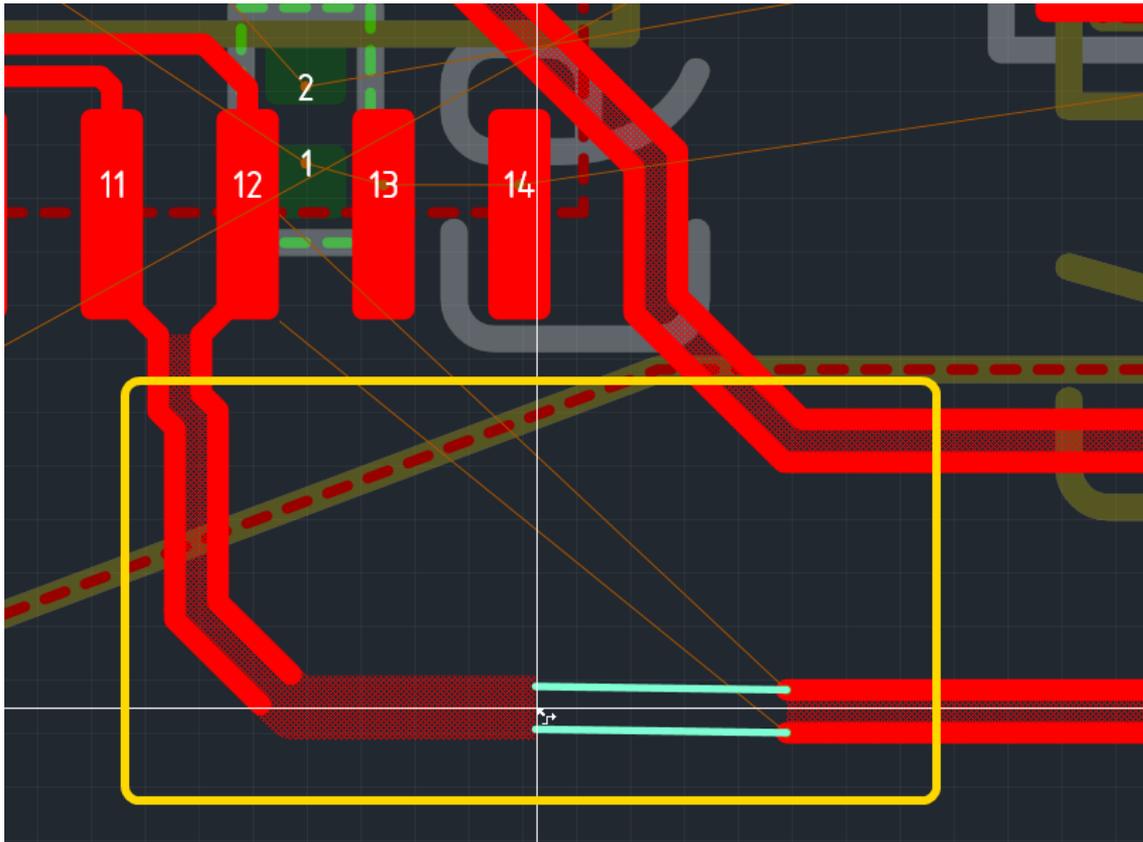


Рис. 91. Соединение двух участков диффпары

4.8.3 Переход диффпары на другой слой

Переход на другой слой при трассировке диффпары в целом осуществляется аналогично тому, как это делается для одиночного трека (раздел 4.3.5). Выбирается новый слой, затем линия продолжается на новом слое.

Существенным отличием является то, что при переходе на другой слой может нарушиться разность хода между отдельными треками диффпары. Для того чтобы избежать (или минимизировать) разность хода, возникающую при переходе, в Delta Design создан механизм выбора шаблонов размещения переходных отверстий для диффпар (раздел 4.8.3.2).

4.8.3.1 Выбор нового слоя

Переход на другой слой для диффпар осуществляется по аналогии с одиночным треком. Для этого можно воспользоваться следующими способами:

- Пунктами контекстного меню «На слой выше» и «На слой ниже»
- Клавишами, которые назначены для перехода на другой слой (по умолчанию это «PageUp» и «PageDown»)
- Панелью «Слои»
- Списком отображаемых слоев, который расположен в нижней части главного окна

4.8.3.2 Выбор шаблона размещения переходных отверстий

Выбор одного из стандартных вариантов построения перехода на другой слой осуществляется с помощью команды «Изменить расположение межслойных переходов диффпары». Команда назначается на какую-либо клавишу, по умолчанию эта клавиша «N». При выполнении команды (по нажатию клавиши), конфигурация перехода автоматически изменяется, как это показано на Рис. 92.

Доступные шаблоны «зациклены», то есть перебрав все варианты, система вновь предоставит вам первый шаблон, за которым будет следовать второй, и т.д.

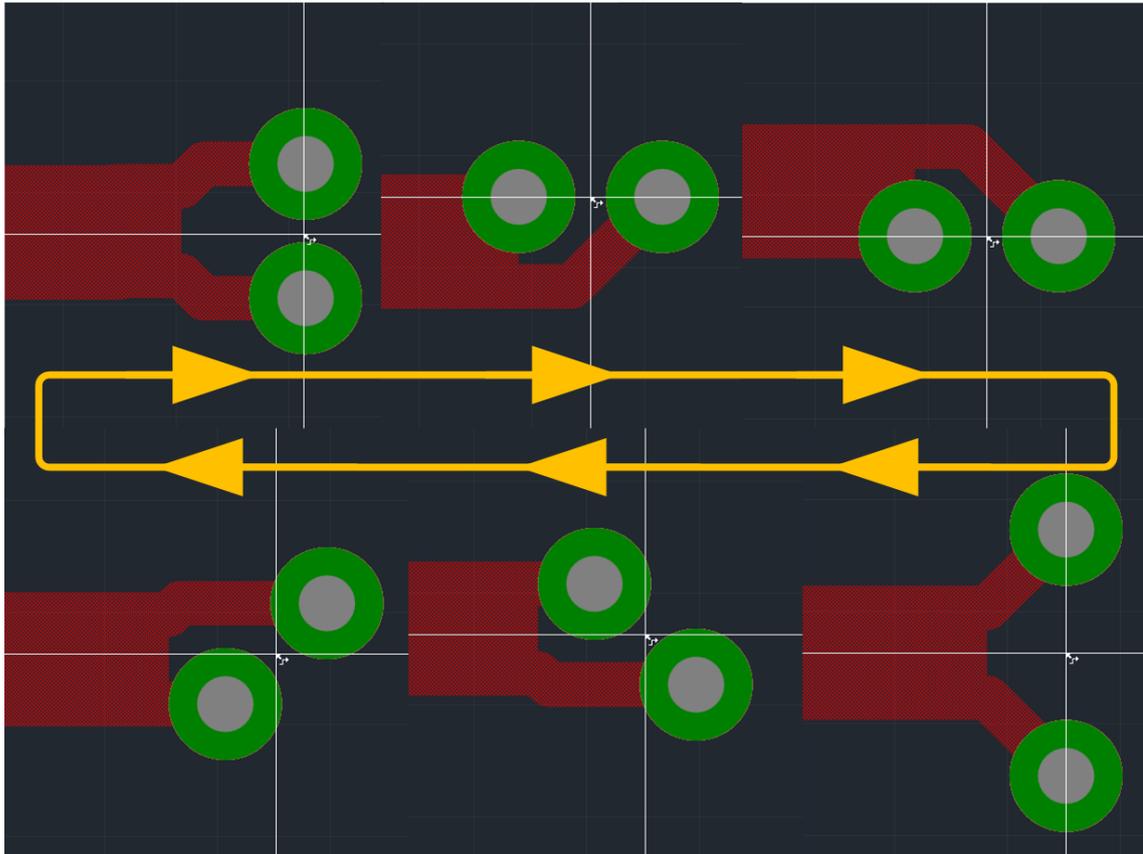


Рис. 92. Варианты межслойных переходов диффпар



Примечание. Если предлагаемые варианты межслойного перехода 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.

4.8.4 Использование «расстегнутой» диффпары

4.8.4.1 Общие сведения о расстегнутой диффпаре

Как ранее упоминалось, 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, также именуется «*расстегнутой*» *диффпарой*».

Трассировка «расстегнутой» диффпары может осуществляться двумя способами:

- Одновременная трассировка в «расстегнутом» режиме с помощью инструмента «Разместить диффпару», раздел 4.8.4.2.
- Трассировка отдельных треков диффпары», раздел 4.8.4.3.



Примечание. Если диффпара трассируется не как единое целое, то при таком варианте трассировки образуются непарные участки. Ограничения на длину непарных участков установлены в правилах проектирования, раздел Б.1.7.

4.8.4.2 «Расстегнутый» режим для двух треков

Одновременная трассировка двух треков в «расстегнутом» режиме предназначена для оперативного преодоления простых препятствий, см. Рис. 93.

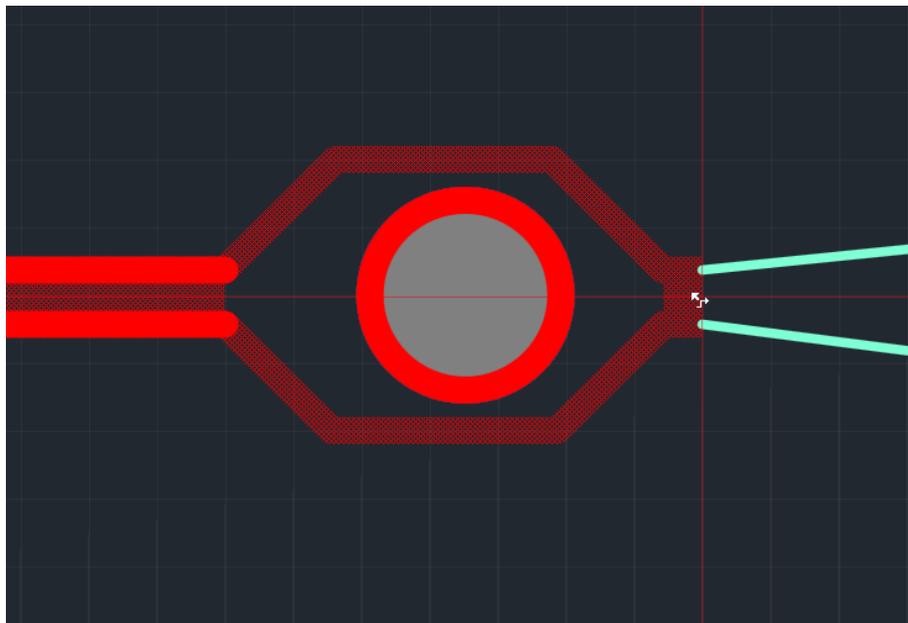


Рис. 93. Преодоление препятствие «расстегнутой» диффпарой

Данный функционал рекомендуется использовать на ограниченном пространстве и близко от препятствия, иначе возможны построения протяженных непарных участков, см. Рис. 94. Обратите внимание на начало «расстегнутого»

участка диффпары в левой части рисунка и положения курсора в правой части. – на таких больших участках нецелесообразно использовать данный режим.

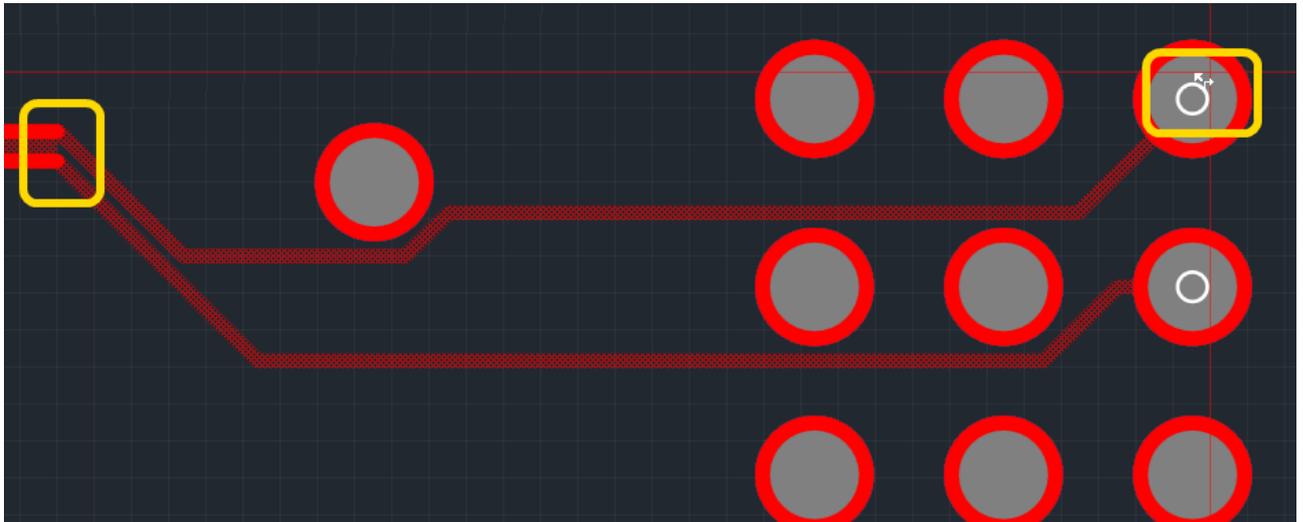


Рис. 94. Протяженные непарные участки

Для того чтобы избежать размещения протяженных непарных участков инструмент «Разместить диффпару» после построения участка в «расстегнутом» режиме (фиксации участка) автоматически возвращается в обычный режим, см. Рис. 95. При трассировке диффпары в режиме единого целого зазор между треками заполняется штриховкой.

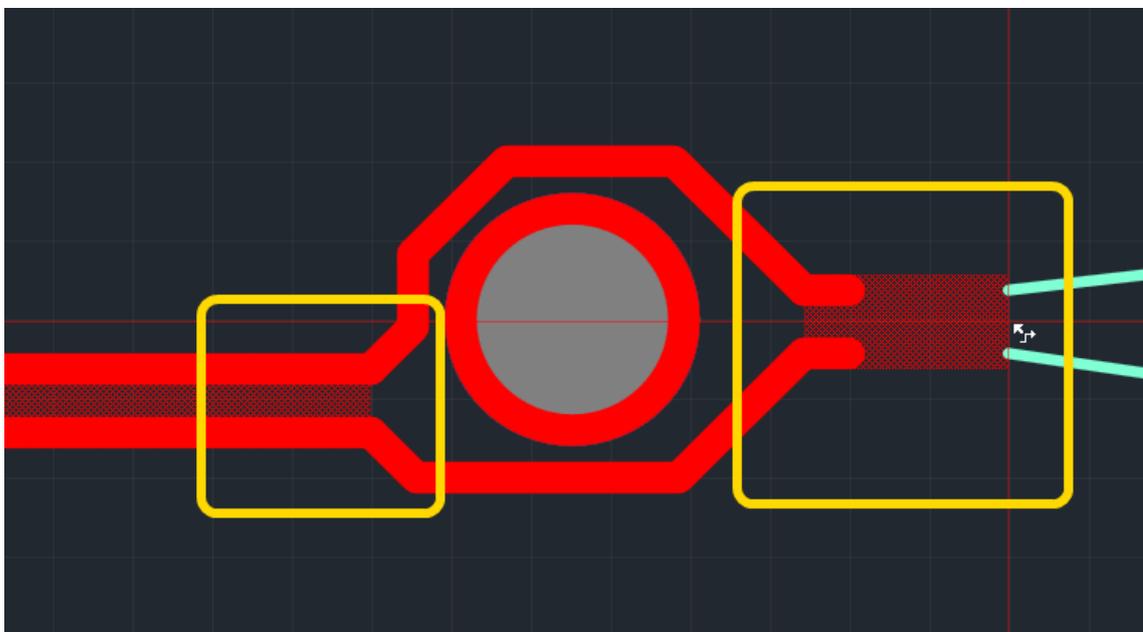


Рис. 95. Восстановление обычного режима трассировки диффпары после использования «расстегнутого» режима

«Расстегнутый» режим трассировки диффпар активируется следующим образом: во время трассировки диффпары необходимо вызвать контекстное меню и воспользоваться пунктом «Расстегнуть» диффпару, см. Рис. 96. Для получения

аналогичного результата можно воспользоваться «горячей» клавишей, назначенной для данного действия, по умолчанию для данного действия назначена клавиша «С».

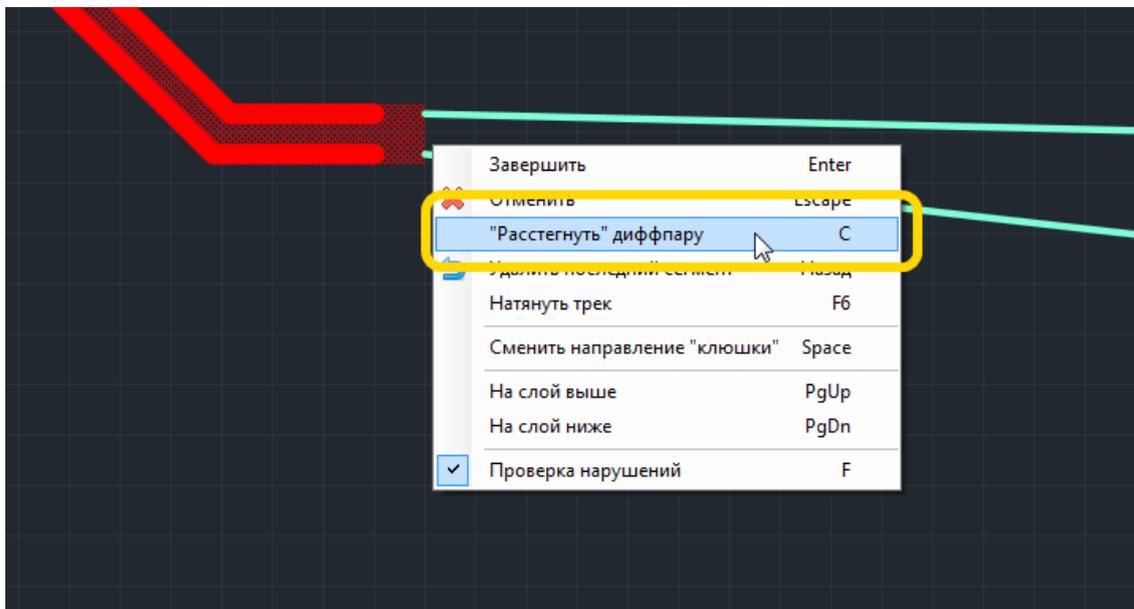


Рис. 96. Включение «расстегнутого» режима трассировки диффпары

4.8.4.3 Независимая трассировка треков диффпары

Трассировка отдельных треков диффпары осуществляется с помощью инструмента «Разместить трек».

4.8.5 Продолжение незавершенной диффпары

В разработке

4.8.6 Контроль параметров текущей диффпары (окно «Свойства»)

В разработке

4.8.7 Редактирование диффпары

В разработке

4.8.7.1 Перемещение сегмента

4.8.7.2 Перемещение вершины

4.8.8 Спряmlение диффпары

Спряmlение диффпар осуществляется так же, как и спряmlение обычных треков (раздел 4.7.6). Однако, есть важное отличие: в случае, если диффпара содержит непарные участки, то парные и непарные участки будут спряmlяться независимо. При этом граничные точки не изменят свои координаты. На Рис. 97 показан пример спряmlения диффпары, содержащий непарный участок. Непарный участок спряmlен независимо

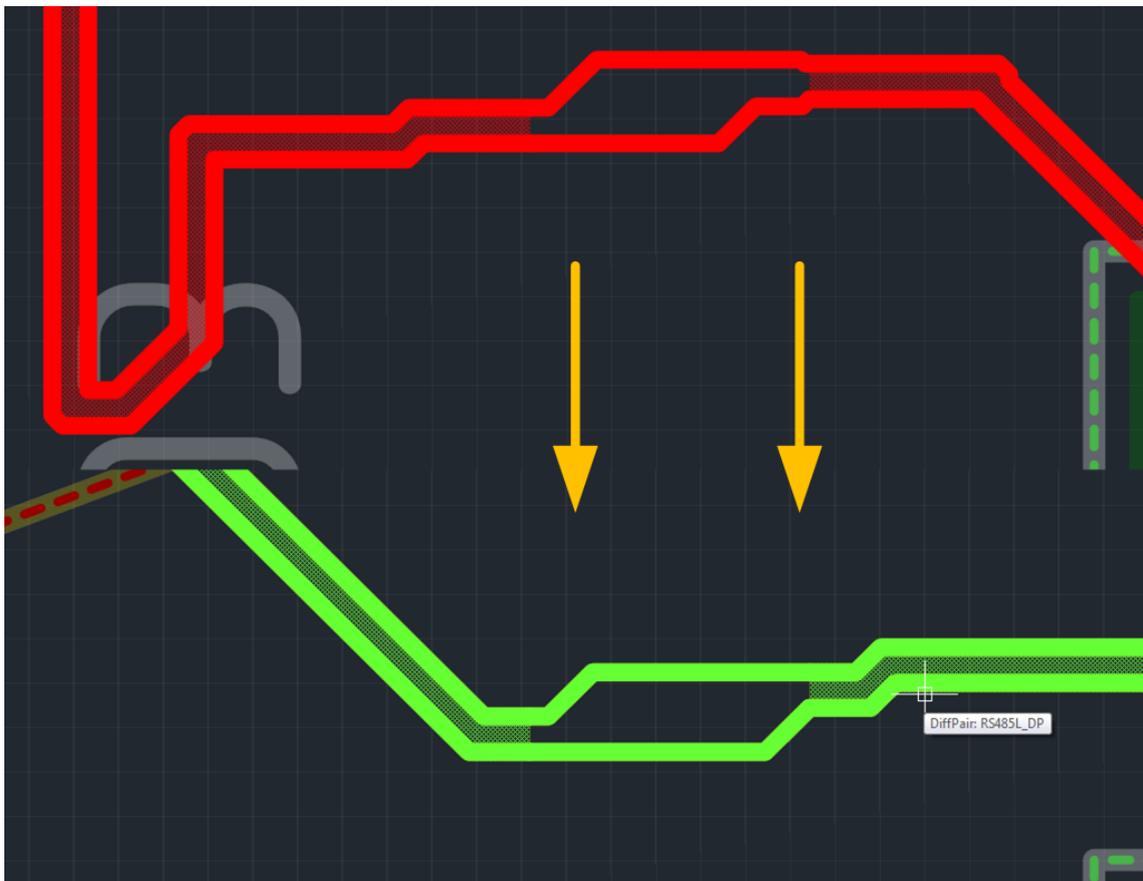


Рис. 97. Спряmlение диффпары с непарным участком



ВАЖНО! Спряmlение диффпары изменяет значение задержки между сигналами.

5 Навигация по компонентам и цепям платы

5.1 Общие сведения о навигации на плате

Основой для навигации по проекту и плате в частности является *нетлист*. Нетлист – это общий список, в котором указывается перечень компонентов (с учетом контактов каждого компонента), входящих в проект и перечень, цепей, соединяющих контакты компонентов. Нетлист формируется на этапе проектирования схемы и при разработке печатной платы, он, как правило, не изменяется. Поэтому, далее, нетлист рассматривается как неизменяемый.

К нетлисту можно подойти с двух позиций:

- с позиции списка **цепей**, осуществляя поиск компонентов по известному имени цепи
- с позиции списка **компонентов**, осуществляя поиск цепи по известному компоненту

Оба эти подхода дополняют друг друга и позволяют конструктору выбрать предпочтительный стиль работы.

Нетлист отображается с помощью панели «Менеджер проекта». Если панель не активна, то ее можно вызвать следующим способами:

1. Воспользоваться пунктом «Менеджер продукта» из группы «Вид» в главного меню, см. Рис. 98.
2. Воспользоваться панелью инструментов «Панели» и вызвать «Менеджер продукта» с помощью кнопки, обозначенной значком , см. Рис. 98.

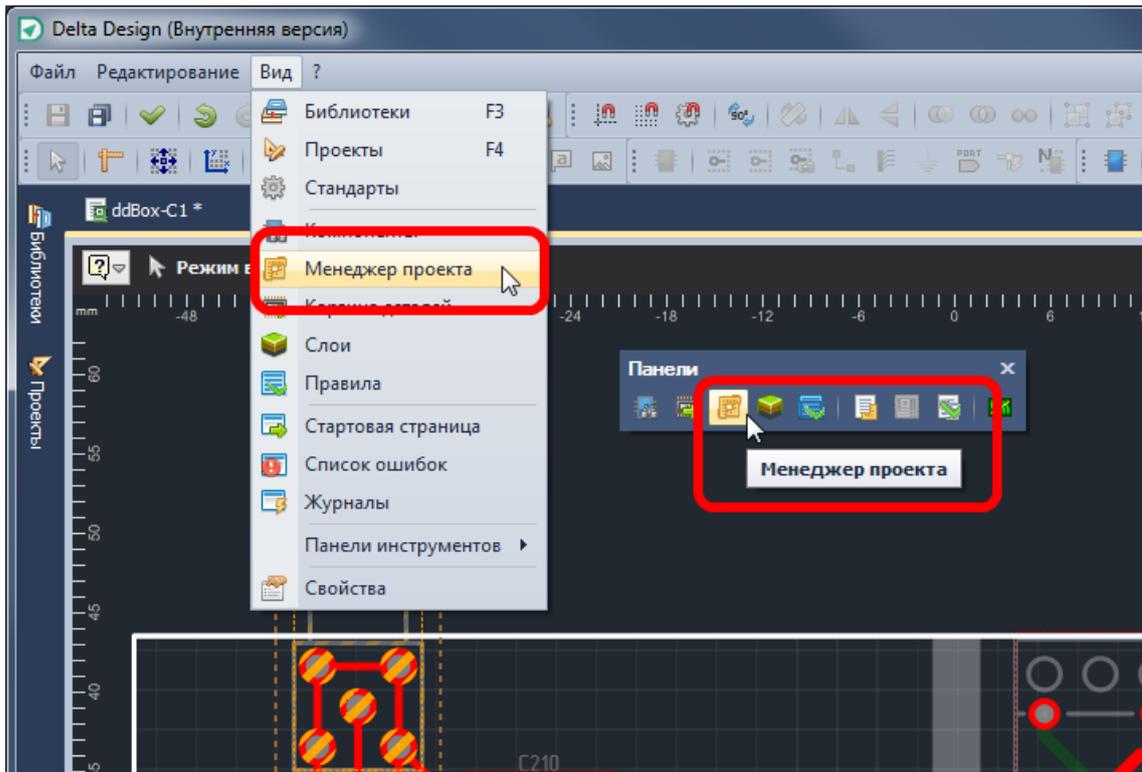


Рис. 98. Вызов панели «менеджер проекта»

Общий вид функциональной панели «Менеджер проекта» представлен на Рис. 99. Для навигации используется рабочая область панели, расположенная под элементами управления.

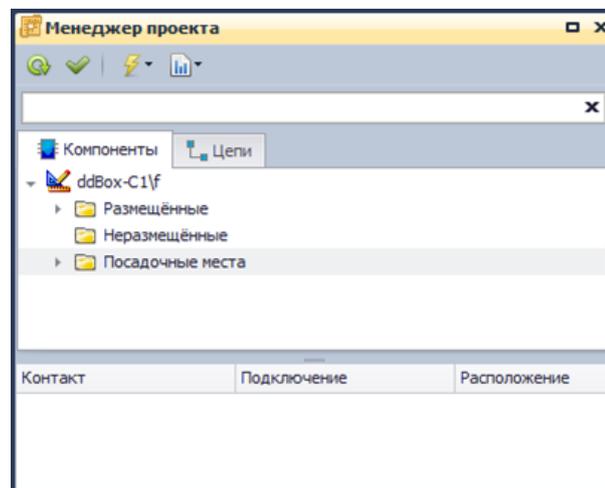


Рис. 99. «Менеджер проекта»



Примечание. Описываемый вид функциональной панели «Менеджер проекта» будет доступен только при активированном редакторе плат.

5.1 Общие сведения о навигации на плате

Рабочая область состоит из двух закладок, позволяющих переключать представления нетлиста:

- «Компоненты», предназначенная для навигации по компонентам, см. раздел 5.2.
- «Цепи», предназначенная для навигации по цепям, см. раздел 5.3.

Над закладками располагается *строка поиска* см. Рис. 100. Строка поиска связана с активной закладкой, то есть поиск осуществляется только по элементам той закладки, которая в настоящий момент активирована. На рисунке это закладка «Компоненты». Переключение между закладками осуществляется путем наведения курсора на заголовок закладки и нажатия левой кнопки мыши.

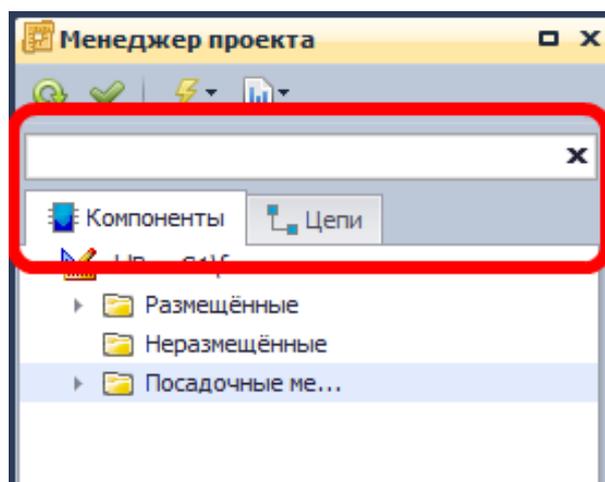


Рис. 100. Строка поиска в панели «Менеджер проекта»

В нижней части панели расположено поле, для отображения дополнительной информации, по выбранному объекту см. Рис. 101.

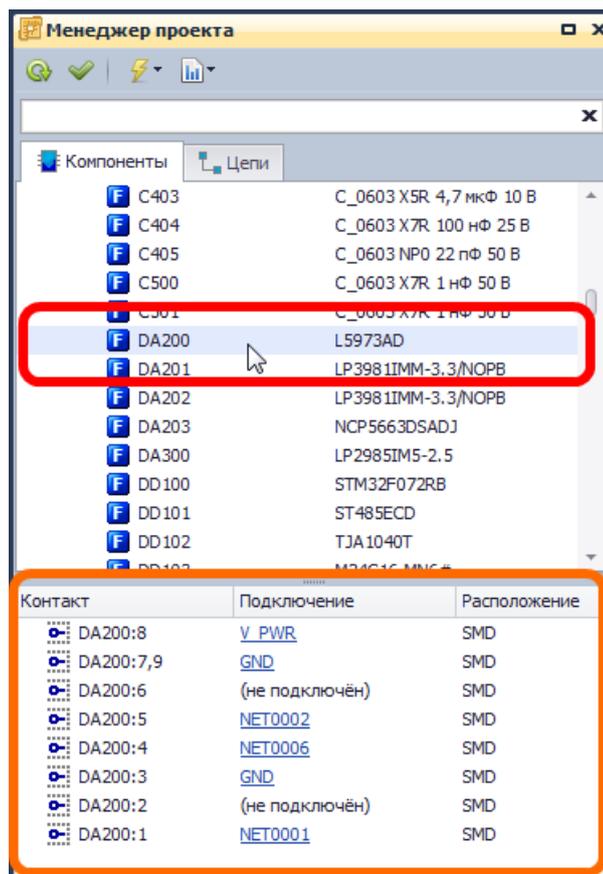


Рис. 101. Поле для отображения дополнительной информации

Размер поля для дополнительной информации можно изменить, для этого необходимо выполнить следующие действия:

1. Поместить курсор на границу поля (форма курсора должна измениться).
2. Зажать левую кнопку мыши и, перемещая курсор, указать необходимый размер поля, см. Рис. 102 (стрелка указывает последовательность действий).
3. Отпустить левую кнопки мыши, зафиксировав новый размер дополнительного поля.

5.2 Навигация по компонентам

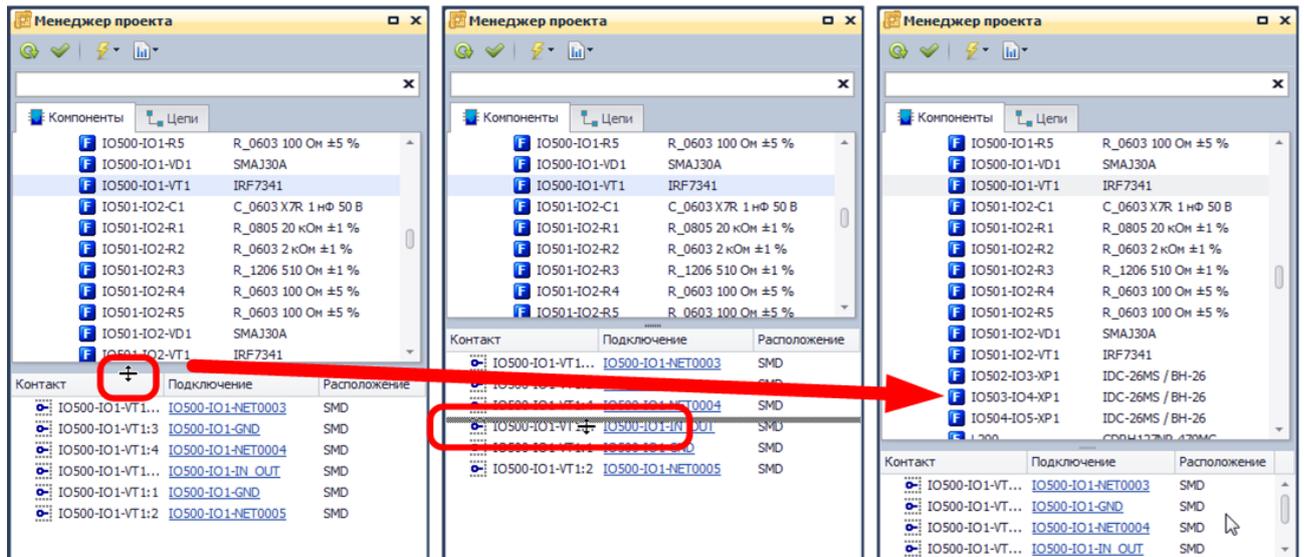


Рис. 102. Изменение размера поля для отображения дополнительной информации

5.2 Навигация по компонентам

5.2.1 Общие сведения о навигации по компонентам

На закладке «Компоненты» отображается список компонентов, выбранных (в ходе разработки схемы) для создания платы. Закладка дополнительно содержит список посадочных мест, связанных с компонентами.

Основной узел закладки – узел, указывающий на проект (используется имя проекта), см. Рис. 103. Далее следует три группы:

- Размещенные, отображающая список компонентов (радиодеталей), уже помещенных на печатную плату.
- Неразмещенные, отображающая список компонентов (радиодеталей), которые использованы в проекте, но еще не были размещены на плате.
- Посадочные места, отображающая список посадочных мест, предназначенных для монтажа используемых в проекте компонентов.

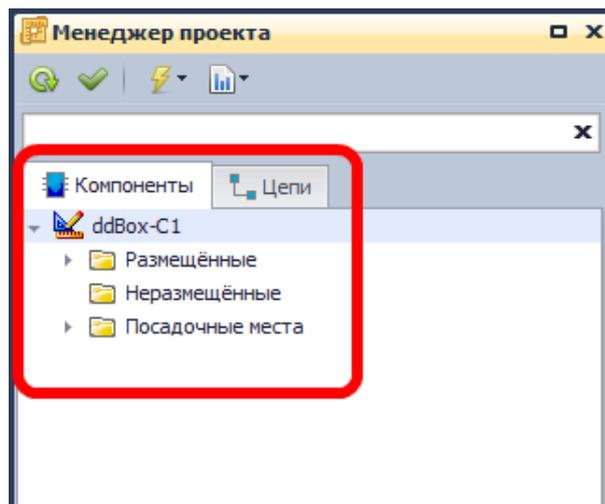


Рис. 103. Узлы закладки «Компоненты»

Любую группу можно развернуть/свернуть. Для этого необходимо привести курсор на значок, стоящий слева от названия и нажать левую кнопку мыши. Форма значка показывает вид отображения: «▼» - группа развернута, «▶» - группа свернута.

5.2.2 Навигация по компонентам

В группах для отображения компонентов («Размещённые» и «Не размещённые») отображается список компонентов, используемых в проекте. Список содержит два столбца: первый содержит позиционное обозначение компонента в проекте, второй - имя посадочного места, которое назначено для данного компонента (радиодетали), см. Рис. 104. Сортировка осуществляется в алфавитном порядке по позиционным обозначениям.

5.2 Навигация по компонентам

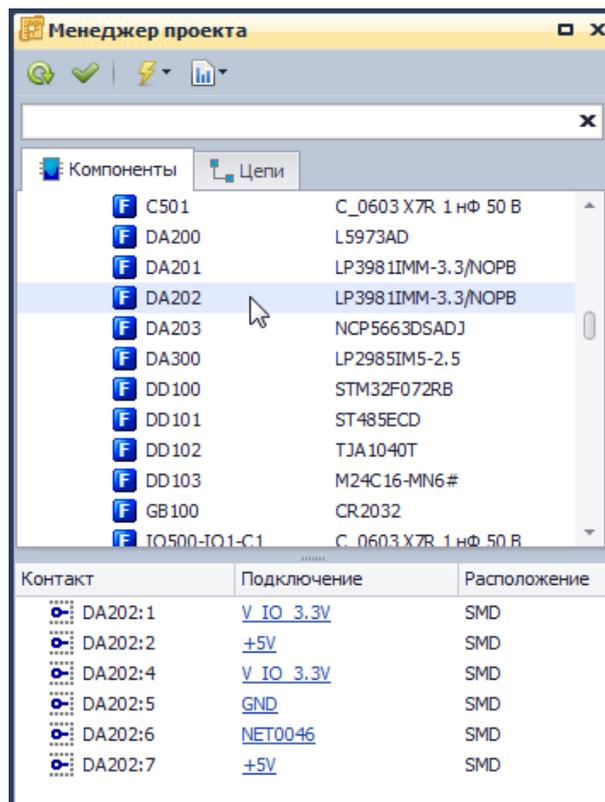


Рис. 104. Список компонентов

Переход к посадочному месту выбранного компонента на плате осуществляется с помощью двойного нажатия левой кнопки мыши по строке компонента. При этом, в редакторе плат будет выбрано посадочное место компонента, см. Рис. 105.

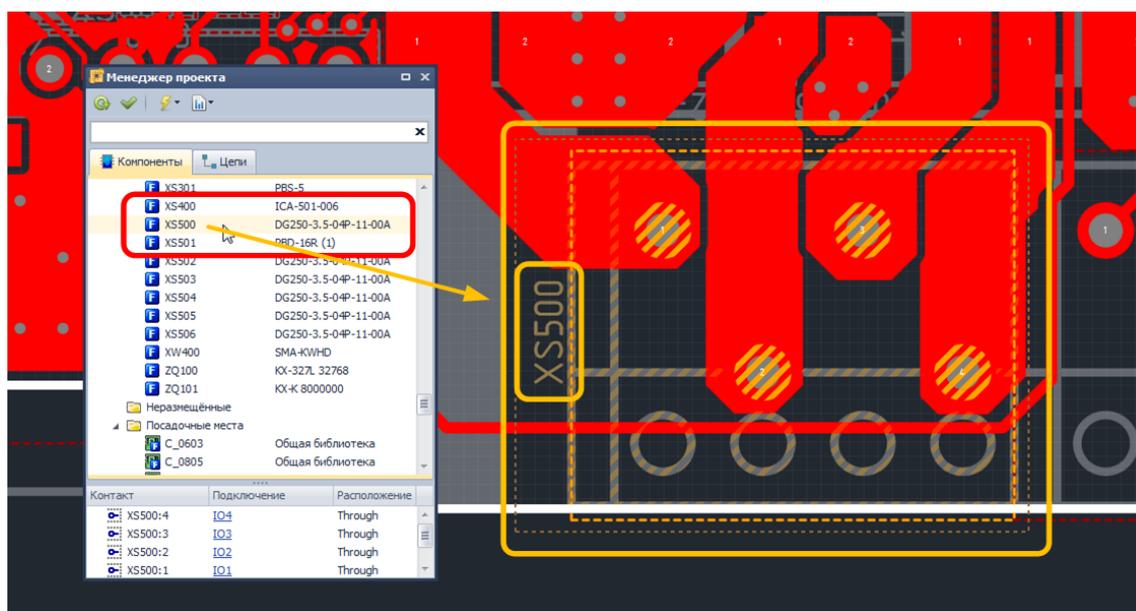


Рис. 105. Переход к посадочному месту компонента на плате

Ускорить выбор компонента можно следующим способом: начать набирать позиционное обозначение компонента с клавиатуры. При этом из списка первый

5.2 Навигация по компонентам

компонент, позиционное обозначение которого соответствует символам, введенным с клавиатуры, см. Рис. 106. На примере с клавиатуры набрано «С20».

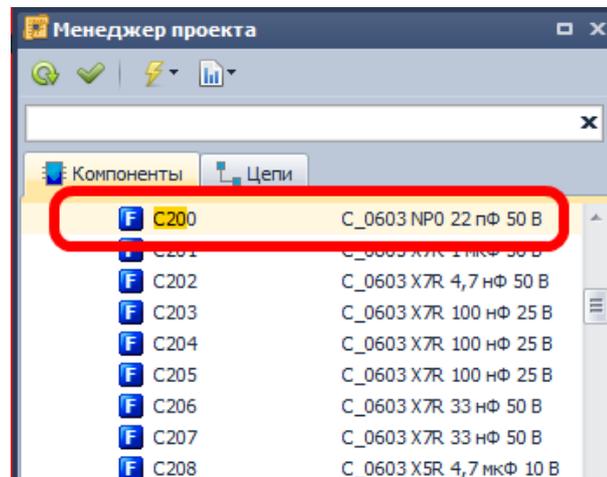


Рис. 106. Ускоренный выбор компонента



Примечание. Для использования ускоренного выбора убедитесь, что список компонентов находится в «фокусе». Чтобы гарантировать работу механизма поиска необходимо привести курсор в любое место списка и нажать левую кнопку мыши.

При выборе какого-либо компонента в поле для дополнительной информации будет отображен список контактов выбранного компонента. В данном списке указывается имя контакта – колонка «Контакт», имя цепи, которая подключена к данному контакту (или отметка, что контакт не подключен) – колонка «Подключение», и тип контактной площадки, которая назначена для данного контакта – колонка «Расположение».

В поле для дополнительной информации отображаются список контактов компонентов и цепей, которые подключены к данным контактам. Этот список позволяет перейти на плате к контакту и цепи, подключенной к данному контакту. Переход осуществляется с помощью двойного нажатия левой кнопки мыши по строке контакта в поле для дополнительной информации, см. Рис. 107.

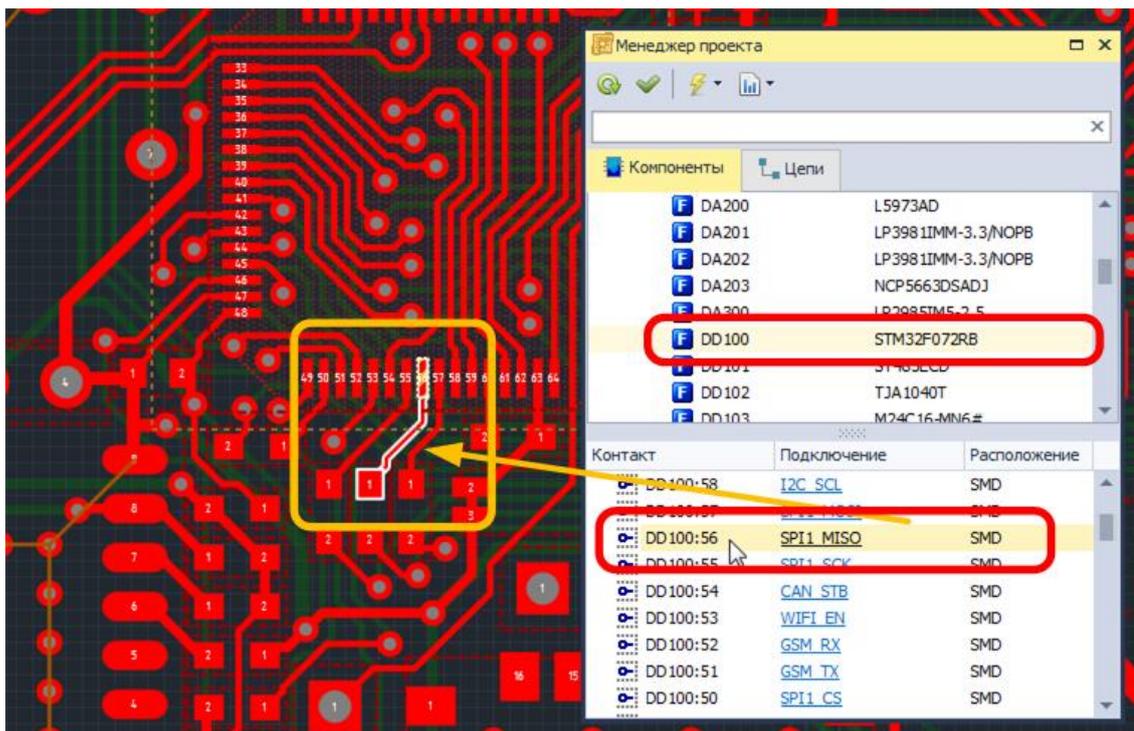


Рис. 107. Переход к контакту компонента и подключенной к нему цепи

5.2.3 Навигация по посадочным местам

Группа «Посадочные места» отображает имена всех посадочных мест, используемых компонентами в проекте, и позволяет обеспечить переход для отображения данных посадочных мест на плате. Список посадочных мест формируется по именам, которые были для них назначены. Сортировка списка осуществляется в алфавитном порядке. В качестве дополнительной информации для каждого посадочного места указывается библиотека, в рамках которой данное посадочное место было создано, см. Рис. 108.

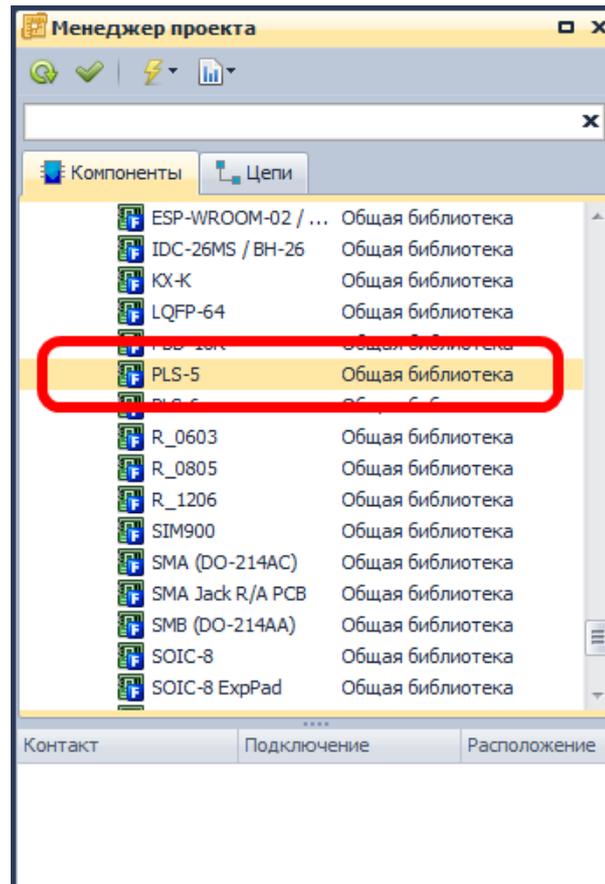


Рис. 108. Посадочное место в «Менеджере проекта»

Переход к выбранному типу посадочных мест на плате осуществляется с помощью двойного нажатия левой кнопки мыши по строке посадочного места. При этом, в редакторе плат будут выбраны все посадочные места с данным именем, см. Рис. 109.

5.2 Навигация по компонентам

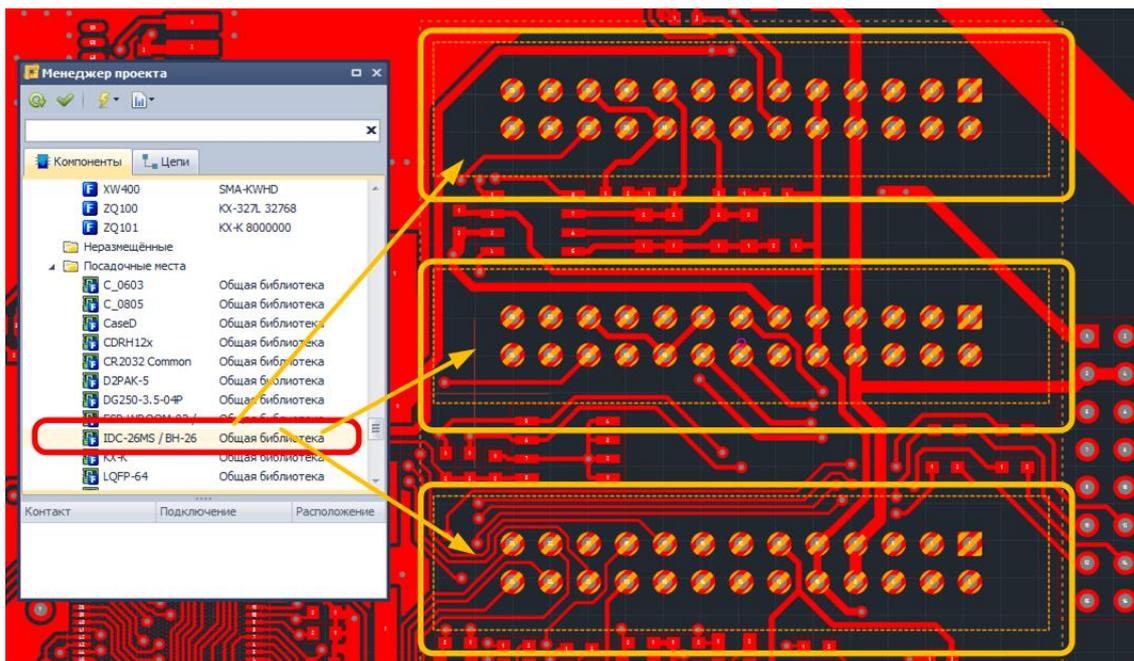


Рис. 109. Переход ко всем посадочным местам с данным именем

Для быстрого выбора определенного типа посадочного места можно воспользоваться механизмом ускорения, вводя с клавиатуры первые символы имени посадочного места, см. Рис. 110. На примере с клавиатуры набрано «soic». Данный механизм работает точно так же, как механизм ускоренного поиска компонента.

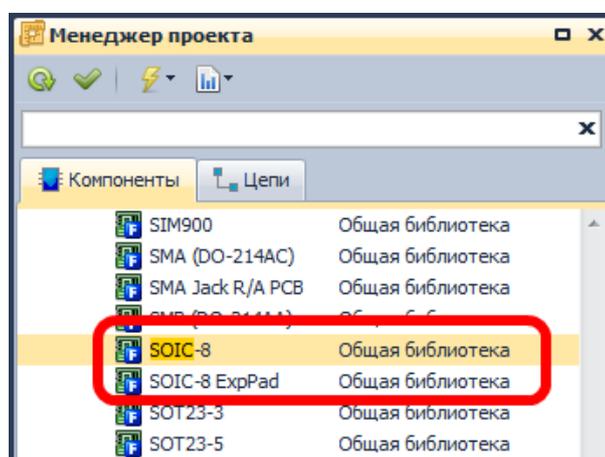


Рис. 110. Ускоренный выбор посадочного места



Примечание. Для использования ускоренного выбора убедитесь, что список посадочных мест находится в «фокусе». Чтобы гарантировать работу механизма поиска необходимо привести курсор в любое место списка и нажать левую кнопку мыши.

Для посадочных мест дополнительная информация не отображается.

5.3 Навигация по цепям

На закладке «Цепи» отображается список цепей, созданных в ходе разработки схемы.

Основной узел закладки – узел, указывающий на проект (используется имя проекта), см. Рис. 111. Далее следует три группы:

- Цепи (на плате), отображающая список цепей уже помещенных на печатную плату.
 - Цепи (неразмещенные),
 - Диффпары (на плате), отображающая список диффпар.
- Функциональность всех групп идентична.

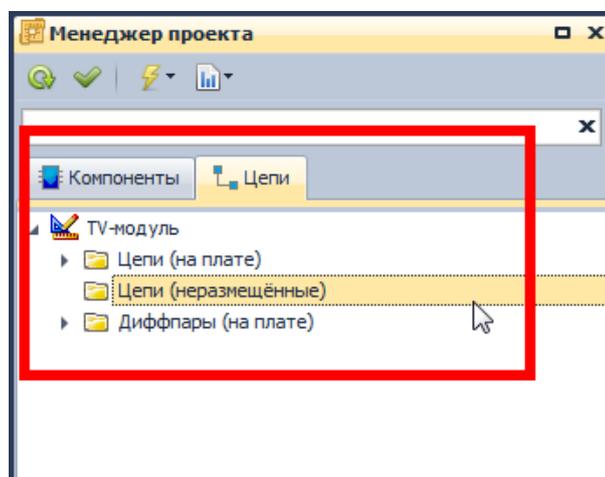


Рис. 111. Узлы закладки «Цепи»

Любую группу можно развернуть/свернуть. Для этого необходимо привести курсор на значок, стоящий слева от названия и нажать левую кнопку мыши. Форма значка показывает вид отображения: «▼» - группа развернута, «▶» - группа свернута.

В группах отображаются цепи проекта, сортировка осуществляется в алфавитном порядке по позиционным обозначениям, см. Рис. 112.

5.3 Навигация по цепям

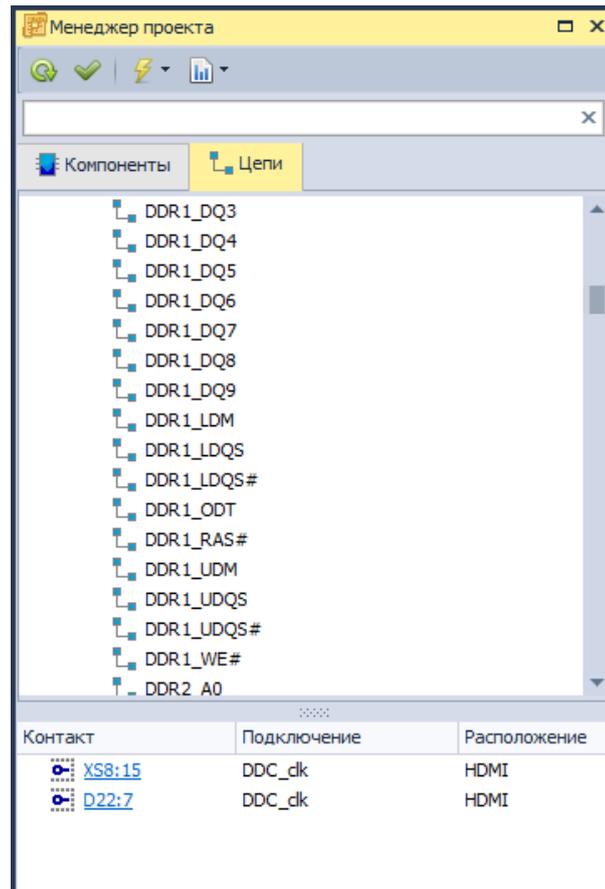


Рис. 112. Список цепей

В поле для отображения дополнительной информации находится список контактов, которые входят в состав данной цепи, см. Рис. 113.

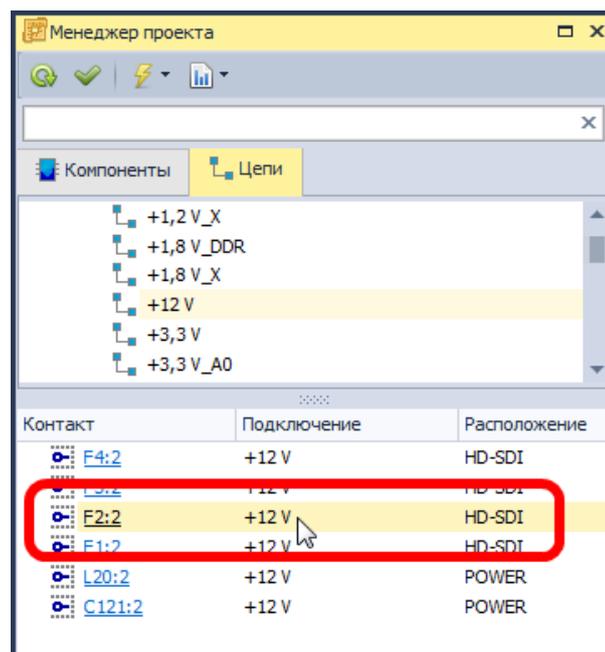


Рис. 113. Контакты, входящие в состав цепи

5.3 Навигация по цепям

При помощи списка контактов можно перейти к конкретному контакту на плате. Для этого необходимо навести курсор на второй или третий столбец в строке нужного контакта и воспользоваться пунктом контекстного меню «Показать [Имя контакта] на плате», см. Рис. 114 или осуществить двойное нажатие левой кнопкой мыши.

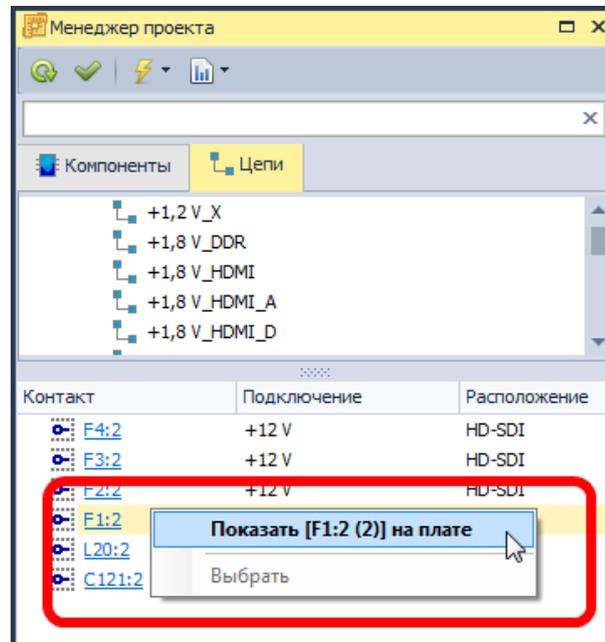


Рис. 114. Переход к контакту на плате

6 Металлизированные области платы

6.1 Общие сведения об областях металлизации

Области металлизации на печатных платах используются для создания экранов, трассировки силовых цепей и создания опорных слоев. Система Delta Design позволяет создавать области металлизации с поддержкой следующих возможностей:

- Автоматическое создание термобарьеров, в том числе с возможностью предварительной настройки параметров термобарьеров для отдельных контактных площадок
- Поддержка различных видов штрихового заполнения области металлизации
- Предварительная настройка параметров области металлизации и возможность применять заданные параметры для других областей металлизации
- Поддержка областей металлизации, разделенных другими элементами проводящего рисунка на несколько не связанных зон

Работа с областями металлизации в системе Delta Design основывается на следующих принципах:

- Перед созданием области металлизации задаются границы области, раздел 6.2.
- Заполнение области металлизации осуществляется в пределах построенных границ с помощью отдельной команды, раздел 6.4.
- Заполнение металлом происходит в соответствии с набором предустановленных правил, раздел 6.5.
- Область металлизации может быть разделена на отдельные зоны не связанные друг с другом зоны – острова области металлизации, раздел 6.6.2.
- Редактирование области металлизации осуществляется преимущественно с помощью изменения конфигурации границ и правил заполнения области, при этом необходимо повторное заполнение области металлизации, раздел 6.6.4.



ВАЖНО! В настоящей версии системы (Delta Design 2.5) нет возможности размещать треки в границах заполненной области металлизации. Поэтому рекомендуется разместить треки, и лишь потом выполнять металлизацию. В противном случае, придется отменять заполнения, размещать трек и заполнять область повторно.

6.2 Создание границ области металлизации

6.2.1 Базовый механизм размещения областей металлизации

Области металлизации создаются с помощью инструмента «Разместить область металлизации», который обозначается значком  на панели инструментов «Плата», а также доступен в разделе «Инструменты» контекстного меню, см. Рис. 115.

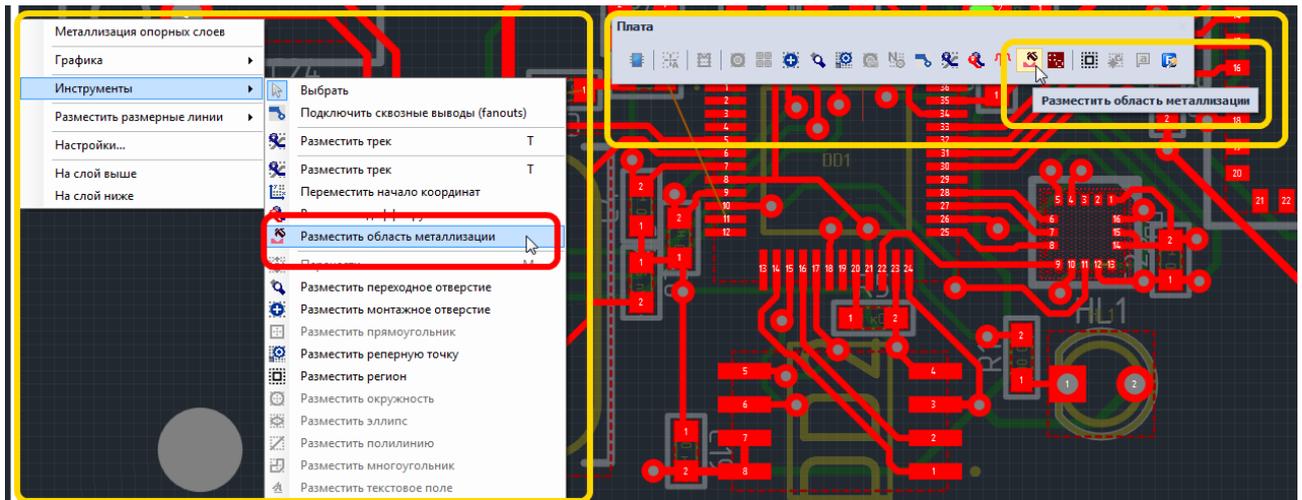


Рис. 115. Инструмент «Разместить область металлизации»

Создание области металлизации, в целом, похоже на размещение многоугольника, однако, имеются некоторые отличия. Для того, чтобы разместить область металлизации необходимо выполнить следующие действия:

1. Активировать инструмент «Разместить область металлизации».
2. Выбрать точку на печатной плате, которая будет принадлежать границе размещаемой области металлизации, и нажать левую кнопку мыши.
3. Перевести курсор на другую точку печатной платы, при этом между точками будет построена линия – одна из граней будущей области металлизации, см. Рис. 116.

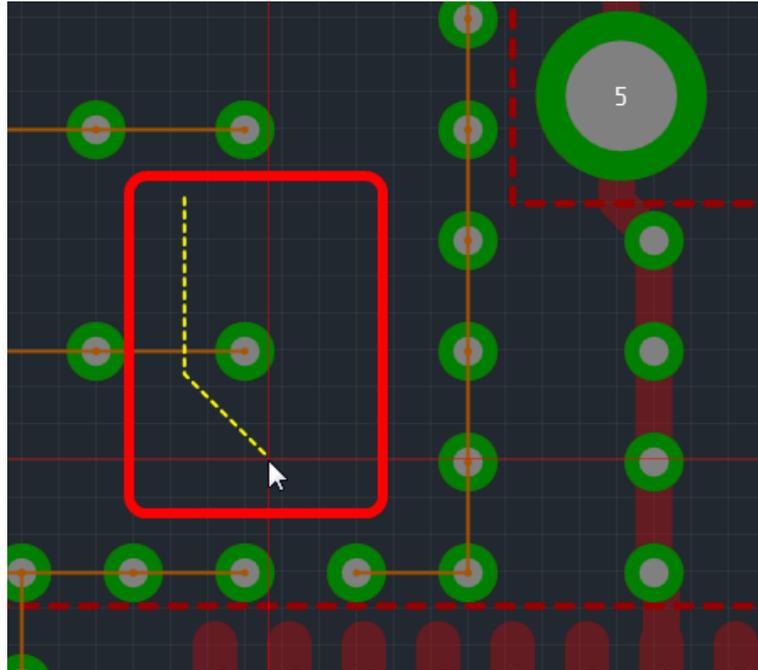


Рис. 116. Начало построения области металлизации

4. Нажать левую кнопку мыши, и тем самым, зафиксировать промежуточную точку границы области металлизации, см. Рис. 117.

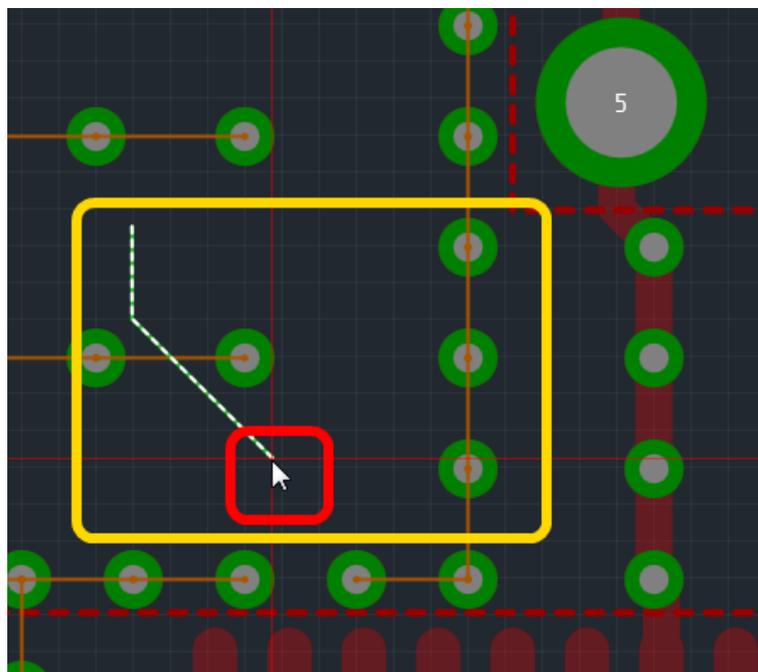


Рис. 117. Промежуточная точка границы области металлизации

5. Переместить курсор в следующую точку границы области металлизации. При этом начальная точка и текущая точка будут соединены линией, см. Рис. 118.

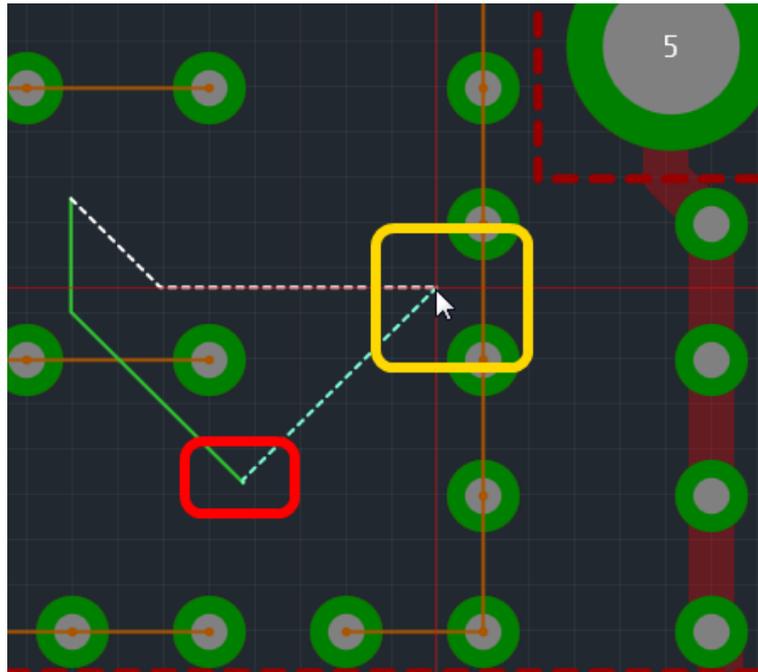


Рис. 118. Третья точка в границе области металлизации

6. Завершить создание области металлизации, воспользовавшись пунктом «Завершить» контекстного меню, см. Рис. 119, либо нажав горячую клавишу, которая назначена для данного действия. По умолчанию, для завершения размещения области металлизации предназначена клавиша «Ввод» («Enter»).

Завершить создание области металлизации можно нажатием левой кнопки мыши, если курсор помещен в начальную точку линии границы области, см. Рис. 120. Рекомендуется использовать второй способ только при включенной привязке, когда курсор точно позиционируется при приближении к «привязочным» точкам.



Примечание. Обратите внимание, что перед завершением создания области металлизации ее контур должен обозначаться зеленым цветом. Подробнее читайте раздел 6.2.2.

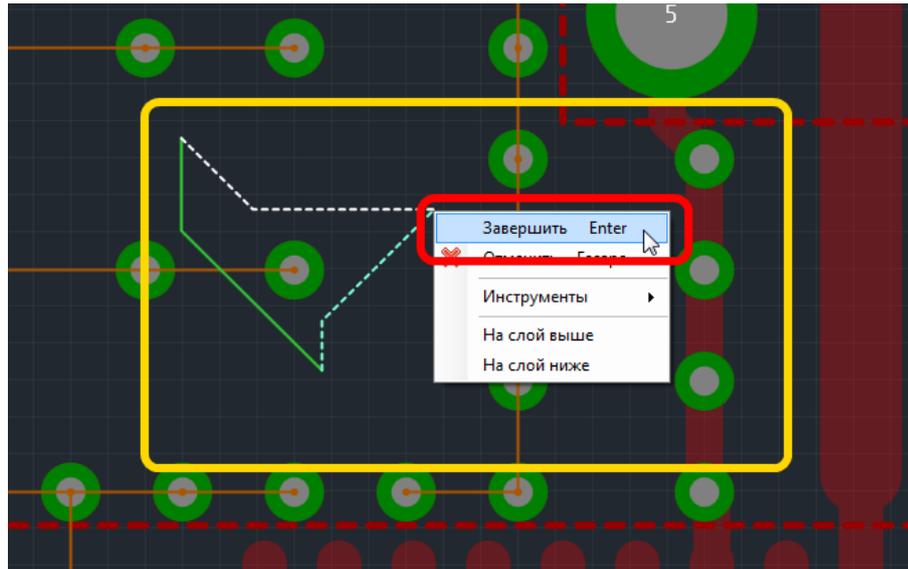


Рис. 119. Завершение создание области металлизации

Область металлизации создана. Сразу после создания области отображаются только ее границы. Дальнейшие действия с областью металлизации, такие как заполнение и редактирование описаны в разделах 6.4 и 6.6.

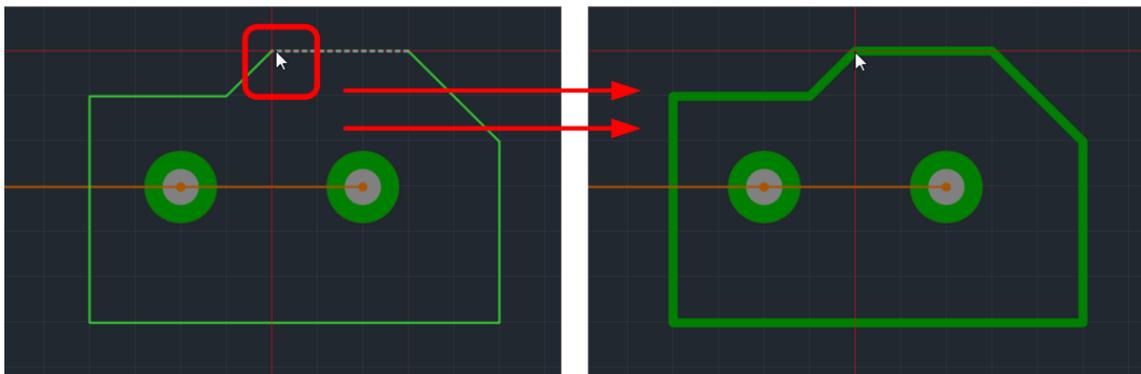


Рис. 120. Создание области металлизации «закрыванием»

Любая область металлизации расположена на конкретном проводящем слое печатной платы. Поэтому в редакторе плат области металлизации отображаются тем цветом, который выбран для слоя, на котором они созданы.

6.2.2 Особенности размещения областей металлизации

6.2.2.1 Общие сведения об особенностях размещения областей металлизации

Размещение области металлизации и размещение многоугольника весьма похожи между собой. Но для оптимизации создания областей металлизации в работе инструмента предусмотрены особенности, которые будут полезны при размещении областей. К этим особенностям относятся:

- Цветовая индикация границы размещаемой области, раздел, 6.2.2.2.

- Режим работы инструмента, раздел, 6.2.2.3.
- Отмена зафиксированных участков границ, раздел, 6.2.2.4.

6.2.2.2 Цветовая индикация границы размещаемой области металлизации

При построении области металлизации ее границы отображаются разными цветами: зеленым, желтым и красным отображаются разными цветами. Такая индикация введена потому, что для размещения области металлизации не обязательно совмещать начальную и конечную точки многоугольника, отображающего границы области. Возможно, просто завершать область металлизации, когда ее граница отображается зеленым цветом, см. Рис. 121.

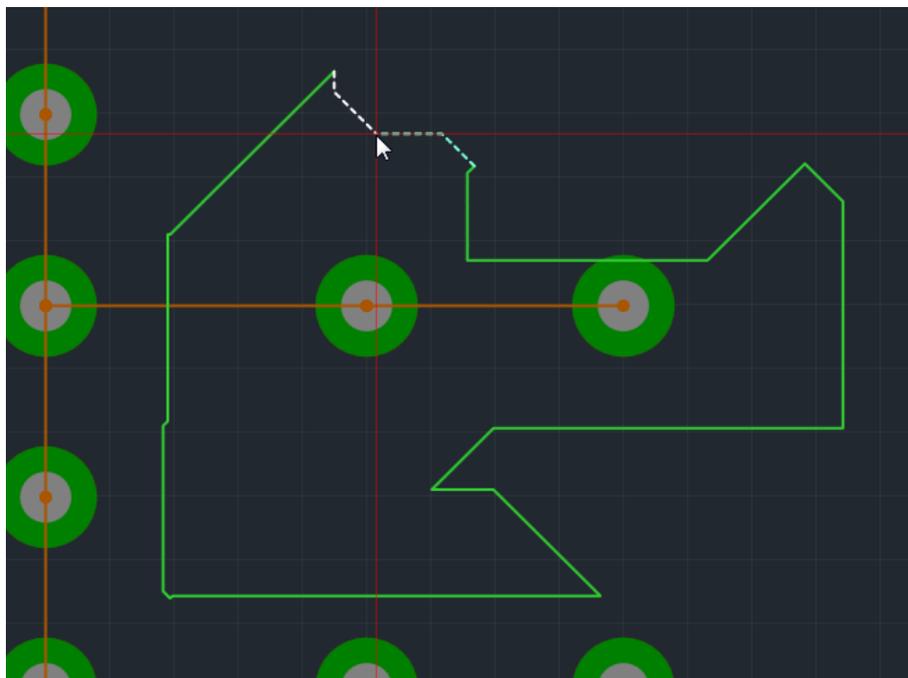


Рис. 121. Контур области металлизации, отображаемый зеленым цветом

Границы области, отображаемые желтым цветом указывают на то, что одна из сторон линии границы имеет ошибку, см. Рис. 122. Ошибка может быть вызвана, например, совмещением границ на каком-либо участке. Ошибочная сторона подсвечивается белым цветом.

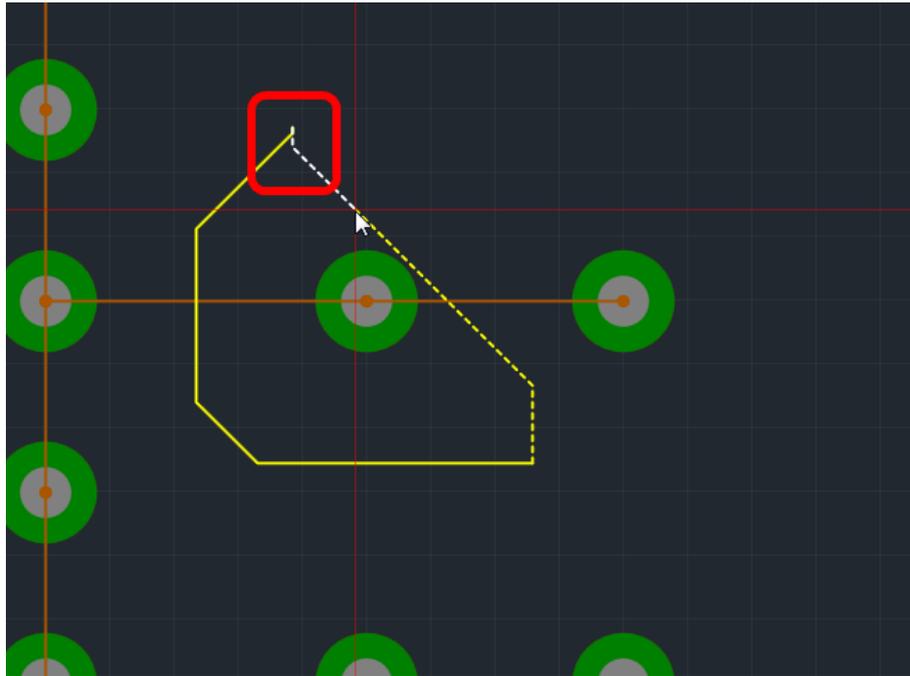


Рис. 122. Контур области металлизации, отображаемый желтым цветом



Примечание. Область металлизации не может быть размещена, пока линии границы содержат ошибки.

Если линии границы создаваемой области металлизации содержат две и более ошибки, то контур будет отображен красным цветом, см. Рис. 123.

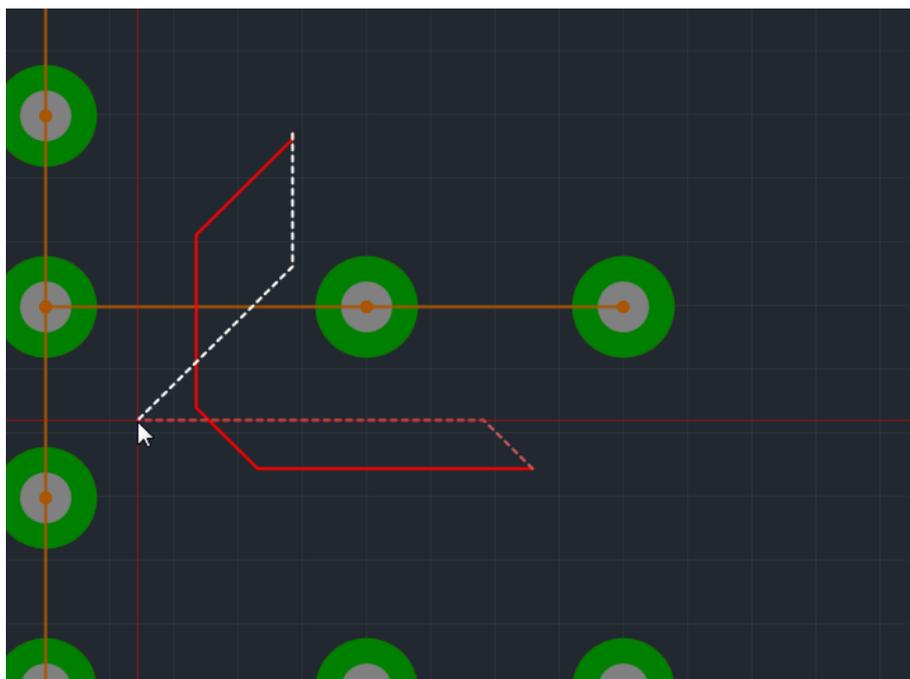


Рис. 123. Контур области металлизации, отображаемый красным цветом

6.2 Создание границ области металлизации

6.2.2.3 Режимы работы инструмента «Разместить область металлизации»

Инструмент «Разместить область металлизации» имеет несколько режимов работы, которые позволяют быстро создавать различные формы областей металлизации. У инструмента реализованы следующие режимы:

- Диагональный
- Ортогональный
- Произвольный

Переключение между режимами осуществляется с помощью панели «Свойства»: выпадающий список в пункте «Режим», раздела «Инструмент», см. Рис. 124.

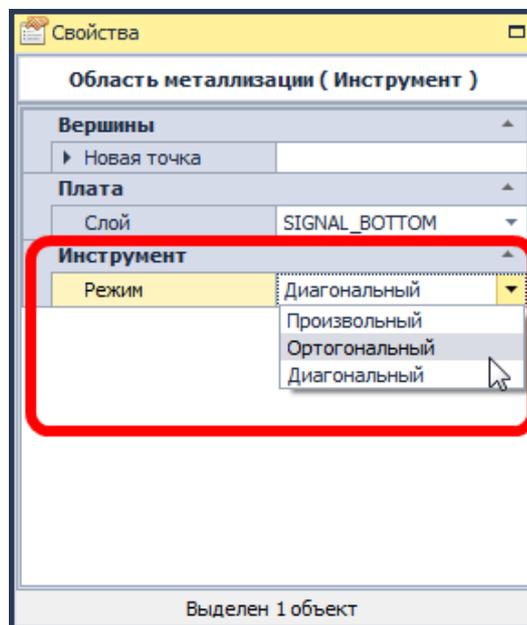


Рис. 124. Выбор режима работы инструмента «Разместить область металлизации»

Режим «Диагональный» предназначен для оперативного размещения областей металлизации сложной формы, см. Рис. 125. Данный режим активирован по умолчанию.



Рис. 125. Режим «Диагональный» инструмента «Разместить область металлизации»

Режим «Ортогональный» предназначен для оперативного размещения областей металлизации, ограниченных перпендикулярными прямыми линиями, см. Рис. 126.

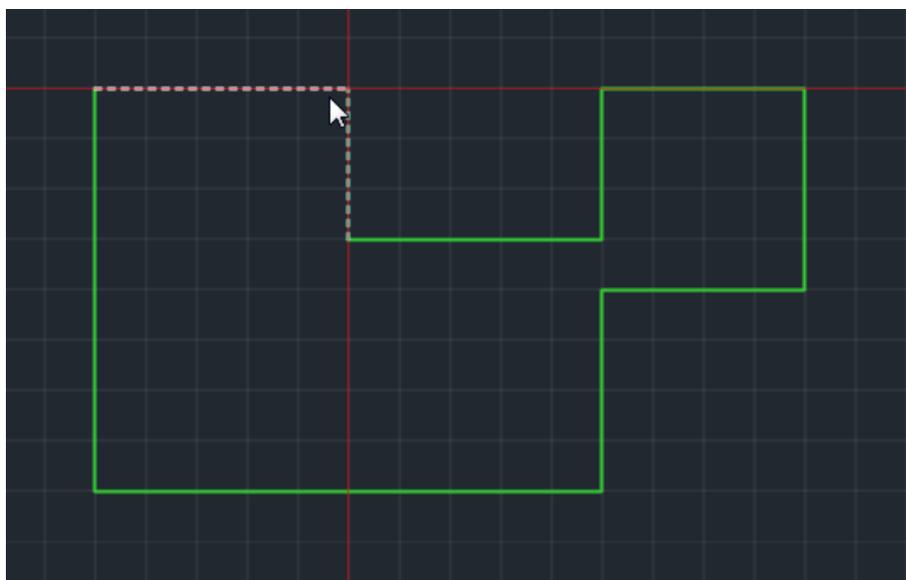


Рис. 126. Режим «Ортогональный» инструмента «Разместить область металлизации»

Режим «Произвольный» предназначен для размещения областей металлизации произвольной формы, см. Рис. 127. Отличительной особенностью этого режима является то, что линия границ при построении увеличивается на одну грань за каждый шаг фиксации. В то время как в других режимах при каждом шаге фиксации могут быть построено две и более граней линии границы.

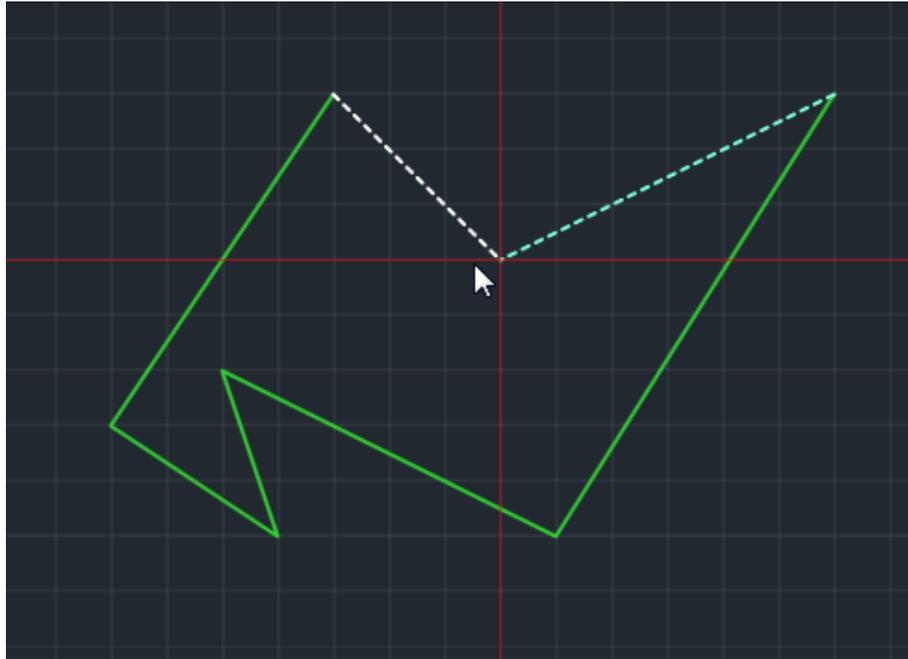


Рис. 127. Режим «Произвольный» инструмента «Разместить область металлизации»

6.2.2.4 Отмена зафиксированных участков границ

При создании области металлизации, обладающей сложной формой есть возможность изменять зафиксированные участки границы. Для того чтобы отменить фиксацию предыдущего участка необходимо использовать горячую клавишу, которая назначена для этого действия, по умолчанию это клавиша «Назад» («Backspace»). После нажатия клавиши «Назад» («Backspace») и перемещения курсора последний зафиксированный участок границы будет удален. Операцию можно повторять многократно – количество отменяемых участков определяется количеством повторов нажатия клавиши «Назад» («Backspace»), см. Рис. 128.

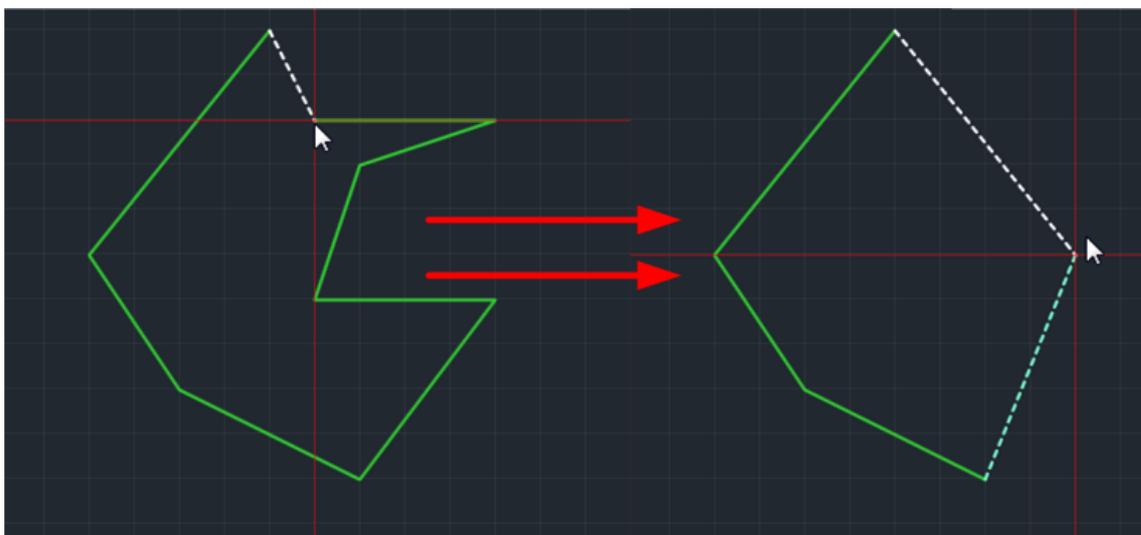


Рис. 128. Отмена зафиксированных участков при построении границ области металлизации

6.2.3 Свойства инструмента «Разместить область металлизации»

В разработке

6.3 Свойства областей металлизации

Сразу после размещения область металлизации представлена только в виде границ. Для того, чтобы создать полноценную область металлизации необходимо правильно настроить ее свойства. Области металлизации обладают следующими свойствами (см. Рис. 129):

- Имя цепи, к которой относится область металлизации – имя цепи, частью которой является область металлизации – пункт «Имя цепи», раздел «Подключение». Выбор цепи осуществляется из нетлиста проекта с помощью выпадающего списка.
- Заполнение области проводящим рисунком либо отмена заполнения – пункт «Металлизация», раздел «Подключение». Заполнение и отмена заполнения осуществляются путем установки/снятия флага в данном пункте.
- Слой, на котором расположена область металлизации – пункт «Слой», раздел «Печатная плата».
- Запрещение редактирования – запрет изменять любые параметры области металлизации – пункт «Зафиксировать», раздел «Настройки».
- Назначение параметров проводящего рисунка – установка выбранного сочетания параметров (стиля) области металлизации (см. раздел 6.5) – пункт «Стиль области металлизации» раздел «Настройки».
- Количество отдельных элементов области металлизации – пункт «Количество островков», раздел настройки. Это справочное свойство, оно изменяется только при изменении области металлизации.



Примечание. Отдельные элементы областей металлизации появляются при наложении области металлизации и других объектов печатной платы. Так, например, трек, проведенный через область металлизации, делит ее на два острова (если область и трек относятся к разным цепям).

- Порядковый номер, указывающей, какой по счету будет заполняться данная область металлизации при одновременном заполнении нескольких областей - пункт «Приоритет», раздел «Настройки». Первой заполняется область металлизации, которой присвоен наименьший номер.
- Допустимая погрешность, которая возможна при заполнении области металлизации - пункт «Точность», раздел «Настройки». Измеряется в единицах длины, установленных в системе. Увеличение погрешности приводит к уменьшению времени расчета заполнения области металлизации (актуально для областей металлизации сложной формы).



Примечание. Отдельные элементы областей металлизации появляются при наложении области металлизации и других объектов печатной платы. Так, например, трек, проведенный через область металлизации, делит ее на два острова (если область и трек относятся к разным цепям).

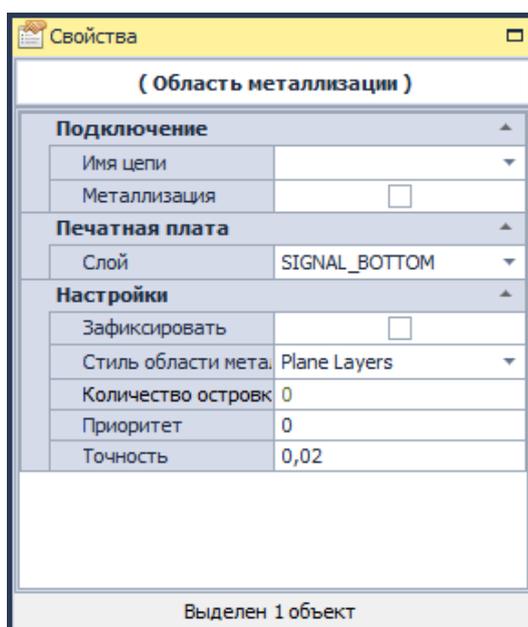


Рис. 129. Свойства областей металлизации

6.4 Заполнение области металлизации

Прежде чем создать заполненную область металлизации, необходимо задать ее границы, см. раздел 6.2.

Для заполнения области металлизации необходимо выполнить следующие действия:

1. Активировать слой, на котором должна быть размещена область металлизации и выбрать линию ограничивающую область, см. Рис. 130.

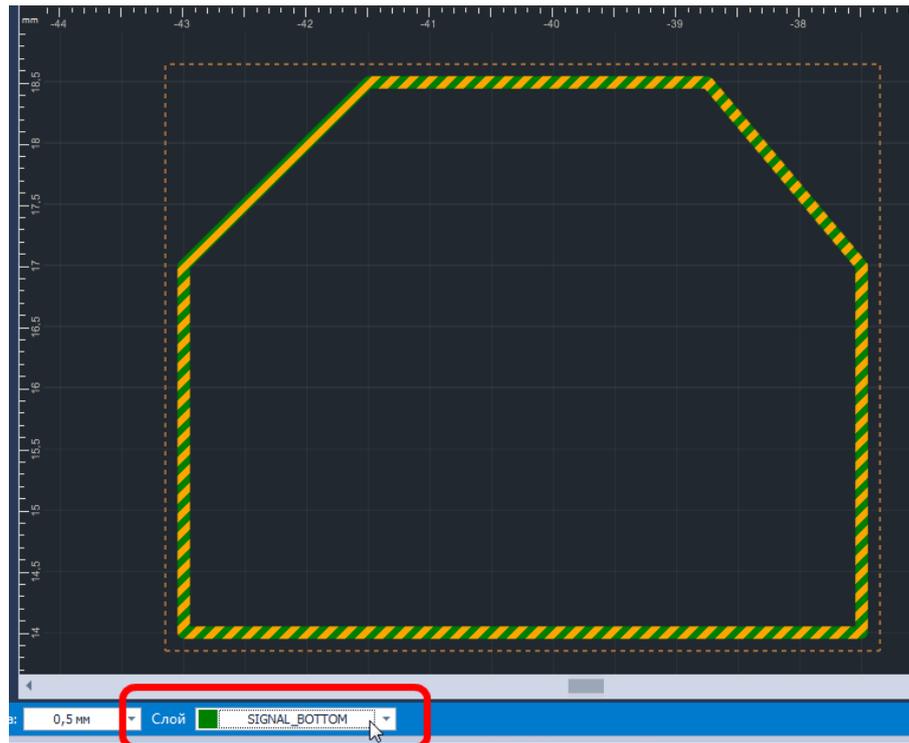


Рис. 130. Выбор границы области металлизации

2. Вызвать контекстное меню и воспользоваться пунктом «Залить область металлизации», либо, воспользовавшись панелью «Свойства» установить флаг в пункте «Металлизация» см. Рис. 131.

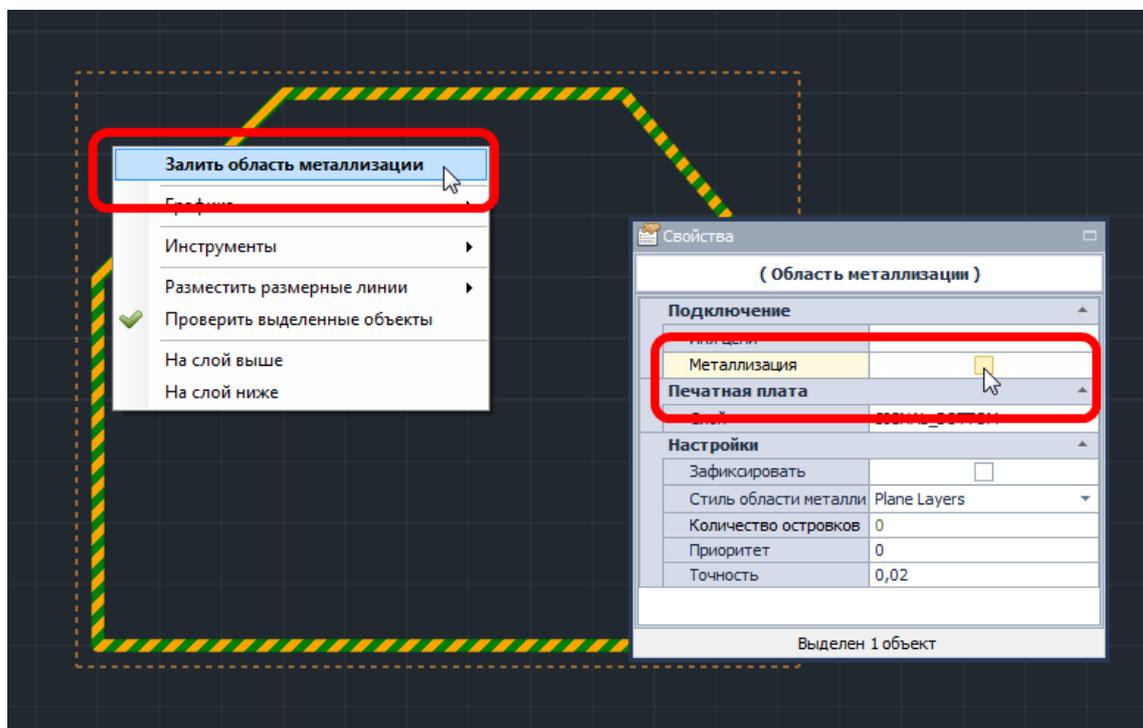


Рис. 131. Заполнение области металлизации



Примечание. Область металлизации заполняется в соответствии с шаблоном, который указан в пункте «Стиль область металлизации» панели «Свойства».

6.5 Настройка параметров областей металлизации

6.5.1 Общее сведения о параметрах области металлизации

Области металлизации обладают большим количеством параметров. Для определения всех параметров областей металлизации предназначено отдельное окно «Настройки областей металлизации», которое вызывается с помощью кнопки  - «Настроить область металлизации», см. Рис. 132.

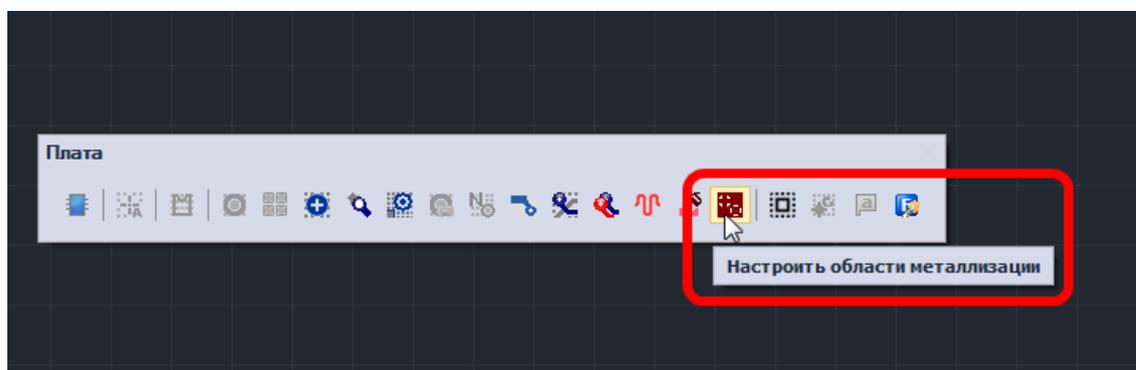


Рис. 132. Вызов окна «Настройки областей металлизации»

Общий вид окна «Настройки областей металлизации» представлен на Рис. 133. В верхней части окна расположен функционал, предназначенный для создания группы настроек (*стилей*) областей металлизации. Ниже следуют закладки, на которых определяются параметры областей металлизации.

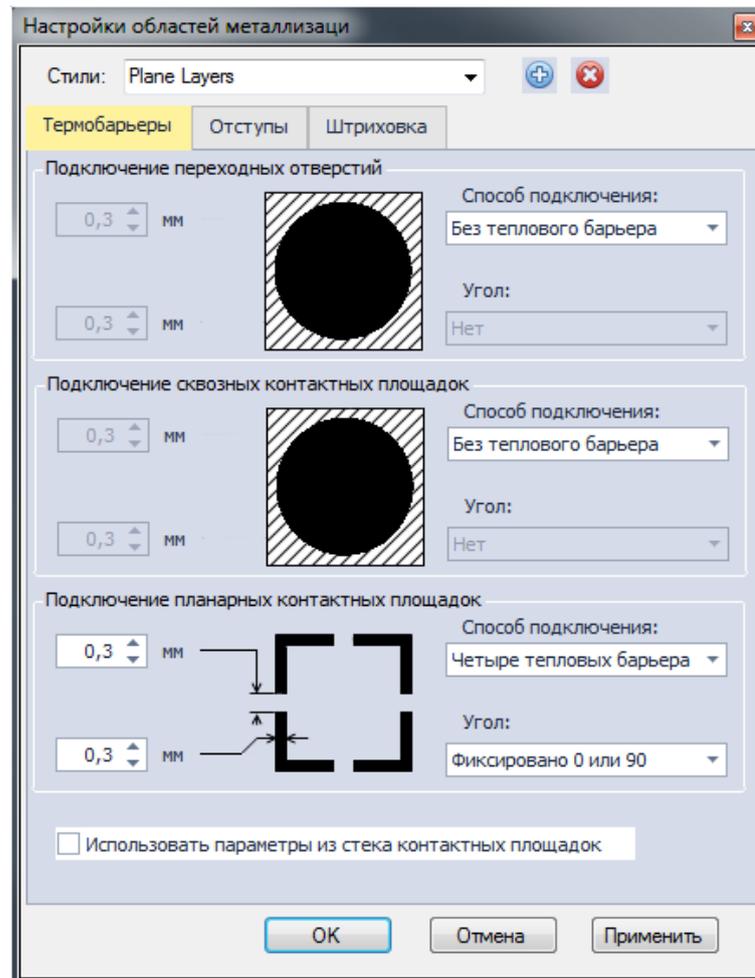


Рис. 133. Окно «Настройки областей металлизации»

Настройка параметров области металлизации происходит следующим способом:

1. Создается новый *стиль* области металлизации, см. раздел 6.5.2.
2. На различных закладках окна «настройки областей металлизации» задаются необходимые значения параметров металлизации, см. раздел 6.5.3.
3. Созданный стиль (группа настроек) сохраняется.
4. Созданный стиль (группа настроек) применяется к размещенной области металлизации.

6.5.2 Работа со стилями областей металлизации

Размещенные области металлизации заполняются на основании *стиля* – группы параметров, который является одним из свойств области металлизации, см. раздел 6.3. Выбор того или иного стиля производится из списка, который формируется с помощью окна «Настройки областей металлизации».

Прежде чем приступить к определению параметров нового стиля его необходимо создать. Создание стиля осуществляется по нажатию кнопки , расположенной в верхней части окна, см. Рис. 134.

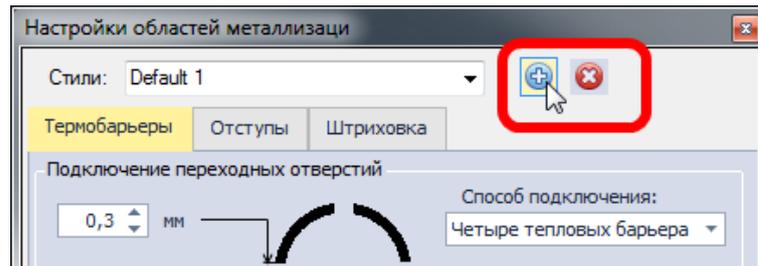


Рис. 134. Создание нового стиля области металлизации

Только что созданный стиль имеет имя вида «Default N», где N – натуральное число. Для того чтобы переименовать стиль необходимо поместить курсор в поле «Стиль», нажать левую кнопку мыши, ввести новое имя и нажать кнопку «Применить», см. Рис. 135.

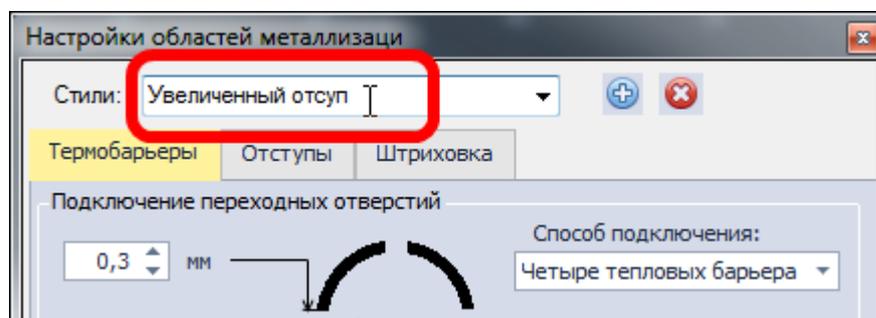


Рис. 135. Переименование стиля области металлизации

Нажатие кнопок «ОК» или «Применить» приводит к тому, что созданный стиль сохраняется и далее будет доступен для применения и/или редактирования (в том числе в свойствах областей металлизации), см. Рис. 136.

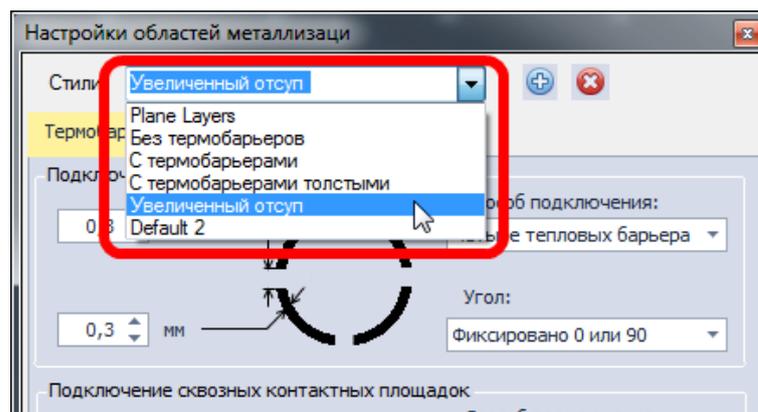


Рис. 136. Список сохраненных стилей

Для того чтобы удалить какой-либо стиль области металлизации, его необходимо выбрать с помощью выпадающего списка и нажать кнопку , расположенную в верхней части окна, см. Рис. 137.

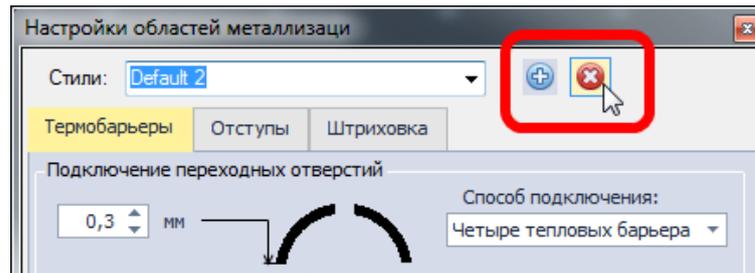


Рис. 137. Удаления стиля области металлизации



Примечание. Стилль не может быть удален если он был назначен для какой-либо области металлизации. Таким образом, прежде чем удалить стилль области металлизации стоит убедиться, что он не используется в проекте.

6.5.3 Определение параметров области металлизации

6.5.3.1 Группировка параметров областей металлизации

Различные параметры областей металлизации сгруппированы на закладках окна «Настройки областей металлизации». Каждая закладка предназначена для установки значений определенной группы параметров. В окне «Настройки областей металлизации» присутствуют следующие закладки (Рис. 138):

- Термобарьеры, см. раздел 6.5.3.2
- Отступы, см. раздел 6.5.3.3
- Штриховка, см. раздел 6.5.3.4

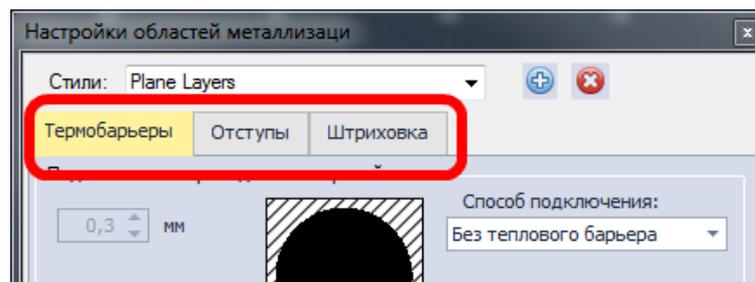


Рис. 138. Закладки окна «Настройки областей металлизации»

6.5.3.2 Закладка Термобарьеры

На закладке «Термобарьеры» сгруппированы настройки создания термобарьеров, в области металлизации. Термобарьеры могут создаваться для контактных площадок и переходных отверстий, находящихся внутри области, и подключенных к той же электрической цепи, что и область металлизации.

Параметры термобарьеров для подключения к переходным отверстиям, планарным контактным площадкам и сквозным контактным площадкам задаются независимо, см. Рис. 139.

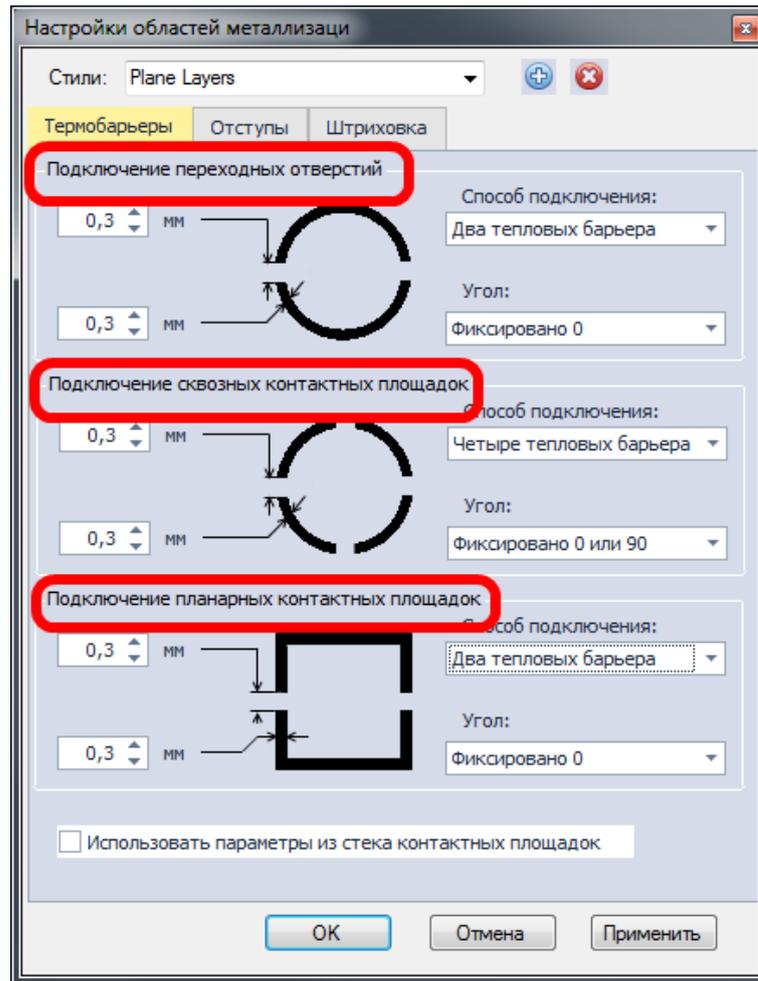


Рис. 139. Отдельные разделы для термобарьеров различных типов объектов

Тип термобарьера устанавливается с помощью выпадающего списка, расположенного в поле «Способ подключения», см. Рис. 140. Выбранный тип термобарьера схематически показывается 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 через две «спицы»
- «Четыре тепловых барьера» - подключение к области металлизации через четыре спицы
- «Без теплового барьера» - термобарьер отсутствует



Рис. 140. Способы подключения термобарьеров

Возможные варианты расположения «спиц» термобарьера выбирается с помощью выпадающего списка в поле «Угол», см. Рис. 141.



Рис. 141. Возможные варианты положения термобарьера

В левой части окна задаются размеры термобарьера – ширина термобарьера и толщина «спиц», см. Рис. 142. Для редактирования значений необходимо поместить курсор на поле, нажать левую кнопку мыши и ввести требуемое значение.

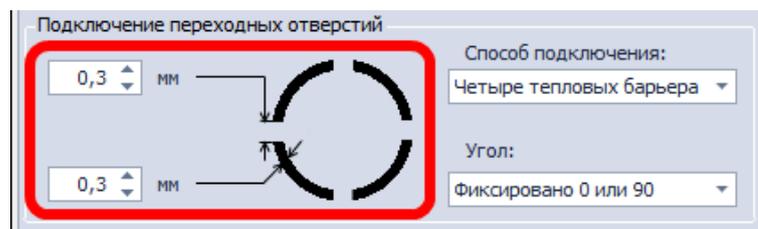


Рис. 142. Размеры термобарьера

Для контактных площадок в системе Delta Design может быть задан свой тип термобарьера. Чтобы в области металлизации использовались заранее заданные термобарьеры необходимо поставить флаг в поле «Использовать параметры из стека контактных площадок», см. Рис. 143.

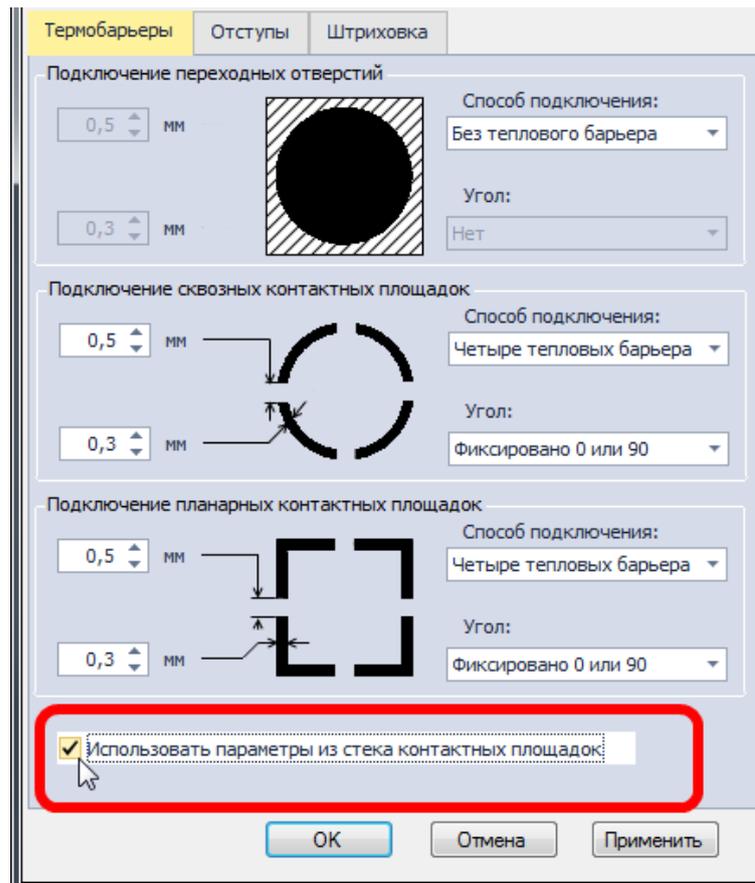


Рис. 143. Использование заранее заданных термобарьеров

6.5.3.3 Закладка Отступы

На закладке «Отступы» сгруппированы настройки, позволяющие автоматически удалять фрагменты областей металлизации, размеры которых не превышают заданных значений или не соответствуют другим устанавливаемым параметрам (например, подключение к цепи).

К числу параметров, определяющих автоматическое удаление фрагментов областей металлизации, относятся (см. Рис. 144):

- Пункт «Все неподключенные участки» - удаление всех участков области металлизации, которые не имеют электрической связи с другими объектами
- Пункт «С одной контактной площадкой» - удаление всех участков области металлизации, которые имеют электрическую связь только с одной контактной площадкой (электрическая связь с другими объектами отсутствует)
- Пункт «Участки меньше чем» - удаление всех участков областей металлизации, размеры которых не превышает заданный
- Пункт «Участки, площадью меньше чем» - удаление всех участков областей металлизации, площадь которых не превышает заданную
- Пункт «Участки, площадью меньше чем» - удаление всех участков областей металлизации, площадь которых не превышает заданную

- Пункт «Удалить перешейки» - удаление элемента области металлизации, максимальный линейный размер которого не превышает указанного значения
- Пункт «удалить «гребешки»

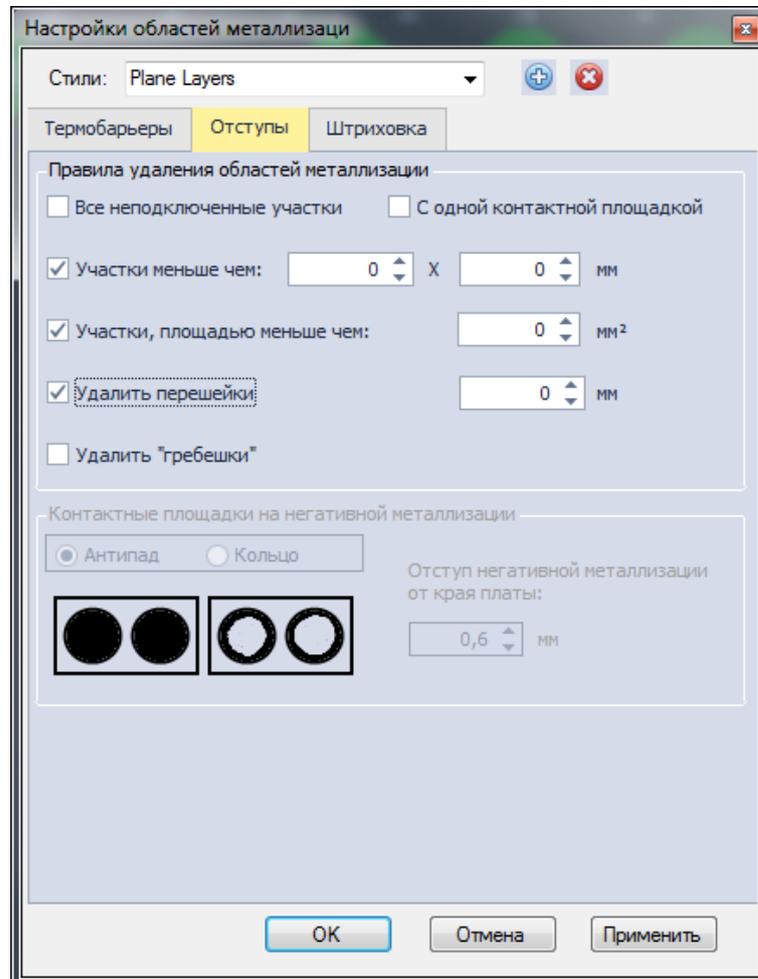


Рис. 144. Закладка «Отступы»

6.5.3.4 Закладка Штриховка

На закладке «Штриховка» сгруппированы настройки заполнения области металлизации. Настройки заполнения делятся на следующие группы (см. Рис. 145):

- Способ (рисунок) заполнения области металлизации – поле «Шаблон заливки»
- Параметры заполняющего рисунка – поле «Параметры штриховки»
- Дополнительные параметры заполнения области металлизации – поле «Настройки штриховки»

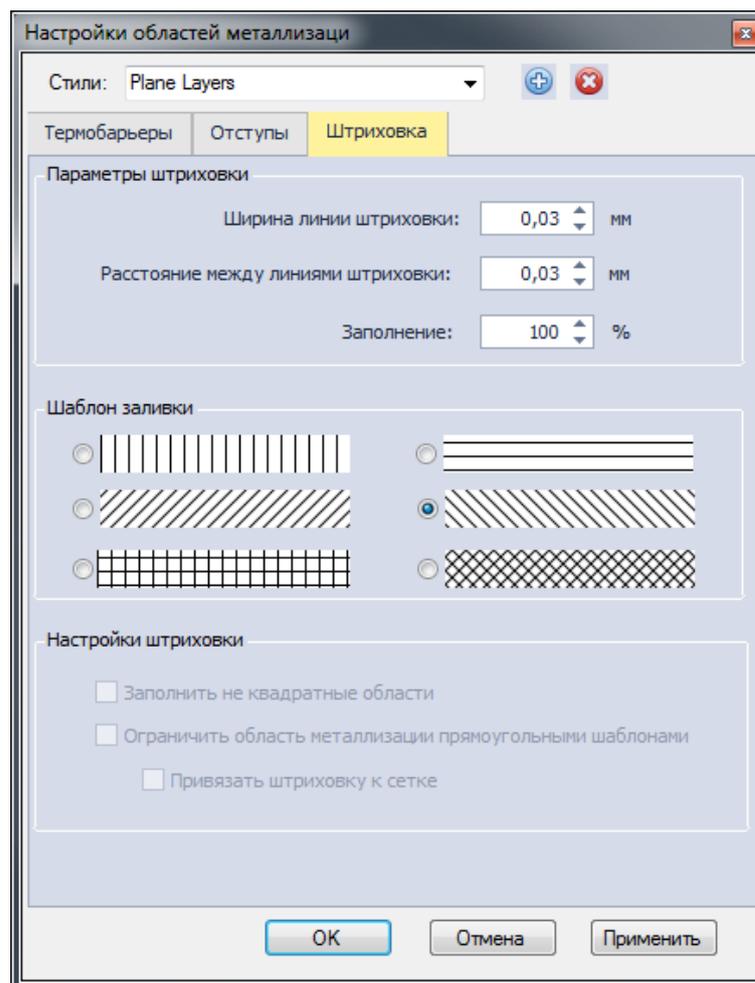


Рис. 145. Закладка «Штриховка»

В поле «Шаблон заливки» выбирается способ (шаблон, рисунок), в соответствии с которым будет заполняться область металлизации. Для заполнения доступны различные варианты прямой и наклонной (под углом 45) штриховки. На Рис. 146 представлен вариант заполнения области металлизации одним из вариантов наклонной штриховки.

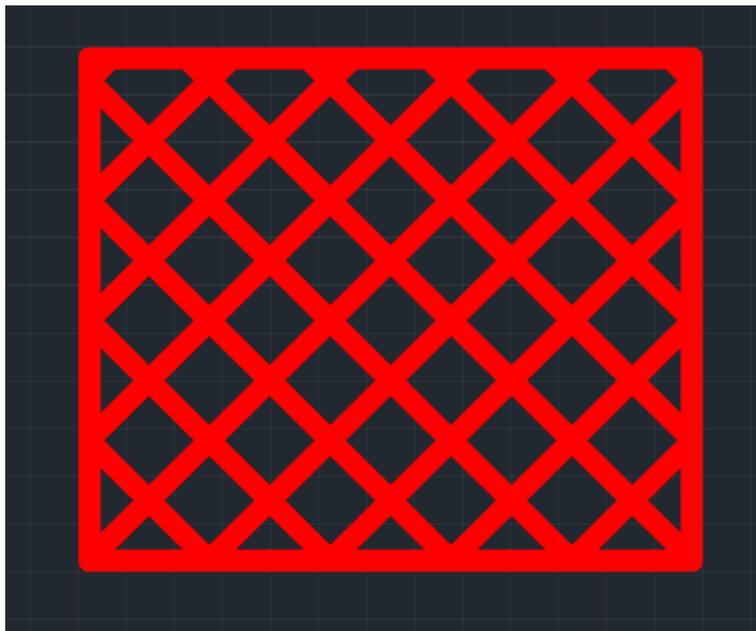


Рис. 146. Пример штрихового заполнения области металлизации

Конкретный вариант штриховки устанавливается с помощью переключателя в поле «Шаблон заливки», см. Рис. 147. Стоит обратить внимание, что при использовании любого способа заполнения (рисунка) область металлизации может быть заполнена полностью.

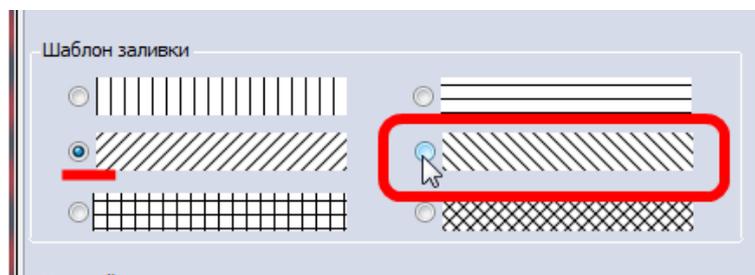


Рис. 147. Выбор способа заполнения области металлизации

В поле «Параметры штриховки» задаются ширина линии штриховки, расстояние между линиями и процент заполнения области металлизации, см. Рис. 148. При этом процент заполнения и расстояние между линиями связаны между собой. То есть при увеличении *процента заполнения* будет уменьшаться *расстояние между линиями*, а ширина линии будет сохраняться.

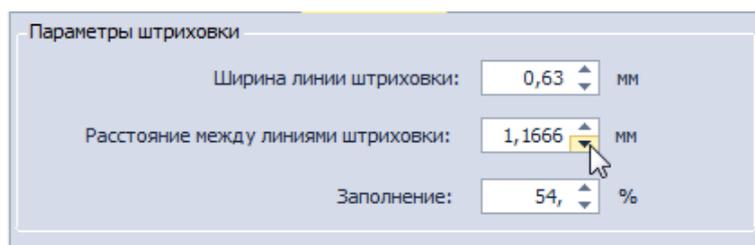


Рис. 148. Установка параметров штриховки

Строго говоря, параметр «Расстояние между линиями штриховки» определяет расстояние между центрами линий. Поэтому, в случае если ширина линии равна расстоянию между линиями, то область металлизации будет заполнена на 100%, см. Рис. 149.

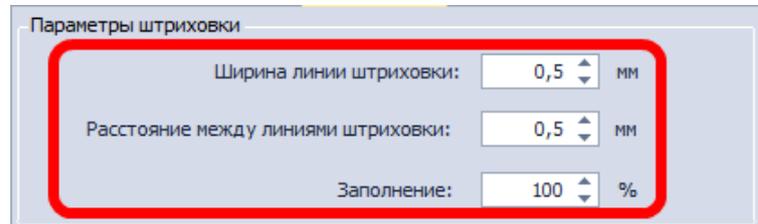


Рис. 149. Установка полного заполнения области металлизации

Для двойных штриховок, образующих квадратный рисунок, доступен параметр «Заполнить не квадратные области», который включается установкой флага в одноименном пункте в поле «Настройки штриховки», см. Рис. 150.

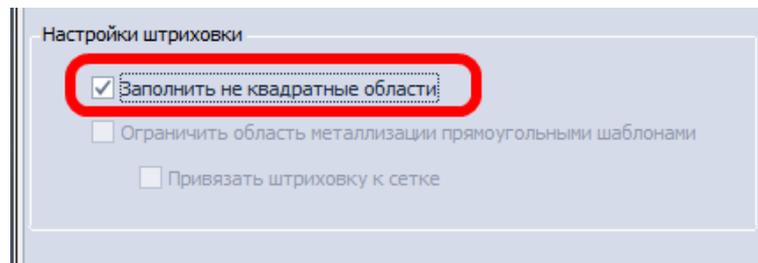


Рис. 150. Параметр «Заполнить не квадратные области»

Этот параметр включает сплошное заполнение области металлизации в тех местах, где невозможно разместить целые элементы наклонной штриховки. На Рис. 151 приведен пример использования заполнения неквадратных областей: в левой части рисунка параметр «Заполнить не квадратные области» отключен, в правой – включен.

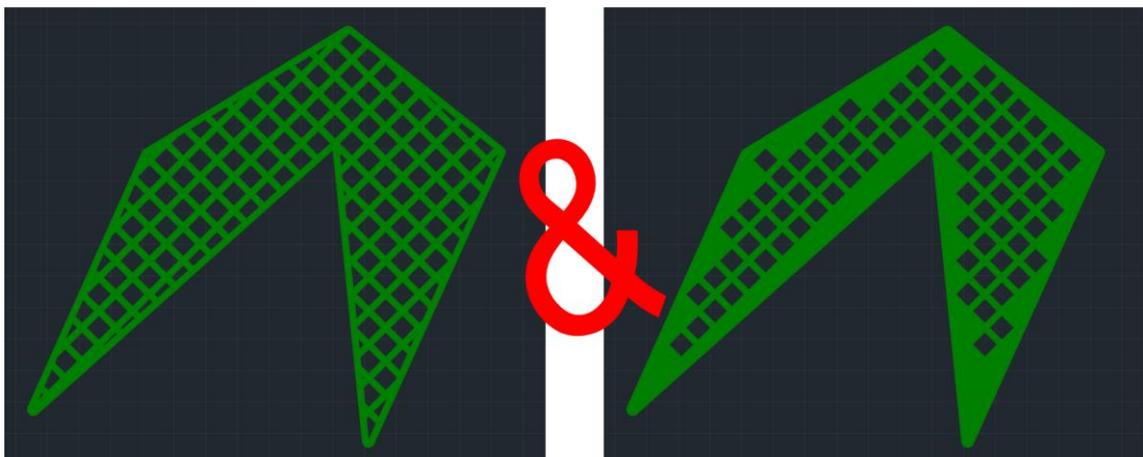


Рис. 151. Применение параметра «Заполнить не квадратные области»

6.6 Редактирование области металлизации

6.6.1 Общие сведения о редактировании областей металлизации

Редактирование областей металлизации может осуществляться двумя способами:

1. Отмена заполнения области металлизации, редактирование границ, и повторное заполнение области металлизации.
2. Редактирование существующего заполнения области металлизации.

В общем случае, рекомендуется применять первый способ, так как он гарантирует сохранение формы металлизации при повторных отменах/заполнениях областей металлизации и передачи информации в другие системы (например, для авторассировки).

Второй способ позволяет более оперативно (по сравнению с первым способом) скорректировать область металлизации. Однако, стоит обратить внимание, что эти изменения не сохраняются при отмене и повторном заполнении области металлизации. Соответственно, вторым способом рекомендуется пользоваться только на финальных стадиях разработки платы.

6.6.2 Острова области металлизации

Области металлизации могут быть разделены другими элементами проводящего рисунка на отдельные не связанные друг с другом зоны. Такие зоны в Delta Design называются *острова*.

Наиболее частой причиной разбиения области металлизации на острова 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. 152.

Кроме треков область металлизации может быть разделена на острова и другими элементами проводящего рисунка, например группой контактных площадок.

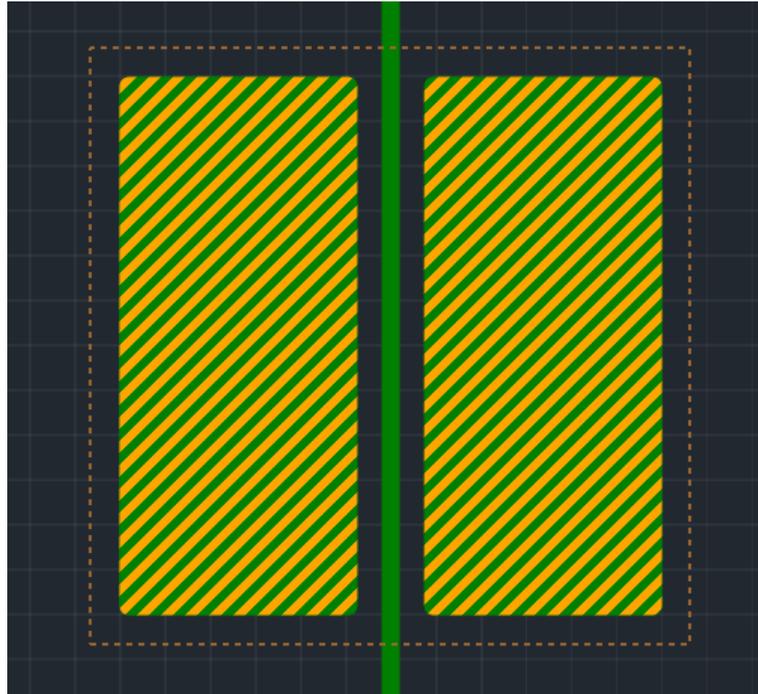


Рис. 152. Пример разделения области металлизации треком

При работе с областями металлизации важно помнить, что заполненная область всегда содержит острова. В простейшем случае границы области и единственного острова совпадают. Выбор острова или целой области происходит по следующему принципу: при первом выборе (нажатии левой кнопки мыши, когда курсор помещен на объект) выбирается остров металлизации, при втором – область металлизации целиком, см. Рис. 153 (последовательность действий показана стрелками).

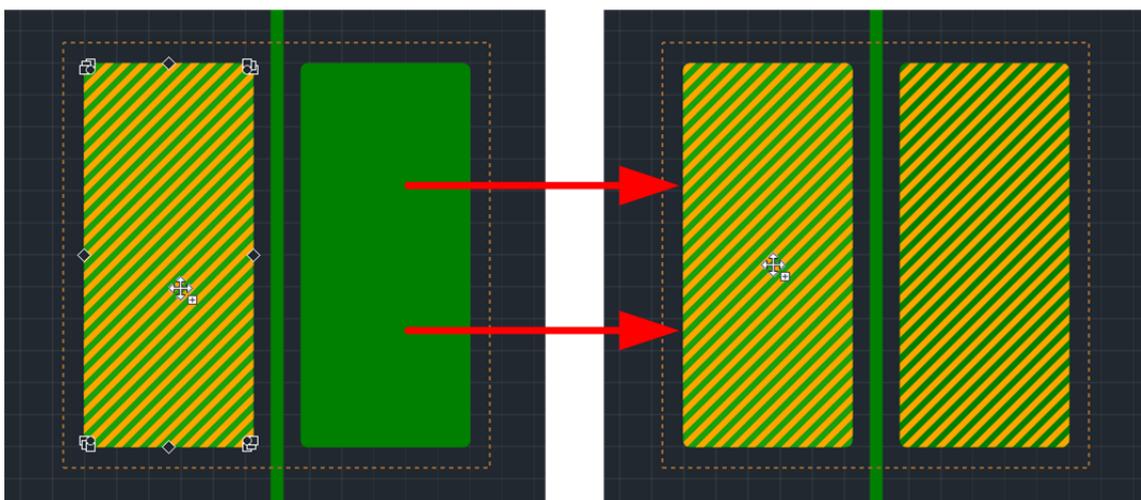


Рис. 153. Выбор острова и всей области металлизации

Данный факт важно учитывать в случаях, когда область металлизации представлена одним островом. Еще стоит обратить внимание, что в момент, когда выбрана вся область металлизации не отображаются точки редактирования (редактирование области не возможно) – правая часть изображения. А в момент когда выбран остров области металлизации точки редактирования отображаются,

указывая на возможность редактирования геометрии области металлизации – левая часть изображения.

6.6.3 Повторное заполнение области металлизации

Повторное заполнение области металлизации осуществляется следующим способом:

1. Выбирается заполненная область металлизации, которую необходимо отредактировать.
2. С помощью панели «Свойства» отменяется заполнение области металлизации – в пункте «Металлизация» снимается флаг, см. Рис. 154.

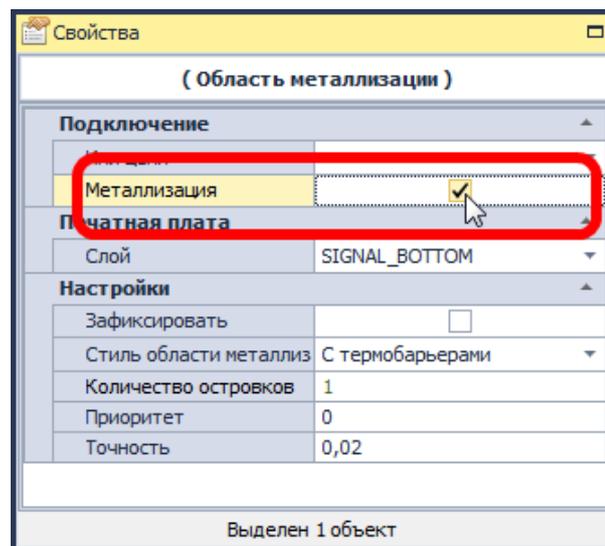


Рис. 154. Отмена заполнения области металлизации

3. Границы области металлизации редактируются, например, с помощью перемещения точек редактирования, см. Рис. 155. Обычно редактирование границ области металлизации осуществляется по аналогии с редактированием многоугольника.



Рис. 155. Редактирование границ области металлизации

4. Осуществляется повторное заполнение отредактированной области металлизации, см. раздел 6.4.

6.6.4 Редактирование существующего заполнения

Изменение геометрии заполненной области металлизации возможно только для отдельных островов.



ВАЖНО! При повторном заполнении области металлизации все изменения геометрии какого-либо острова будут потеряны.

В системе существует ряд действий, которые приводят к отмене заполнения области металлизации, поэтому перед редактированием геометрии острова 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 острова металлизации необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать остров металлизации, геометрию которого требуется изменить, см. Рис. 156.

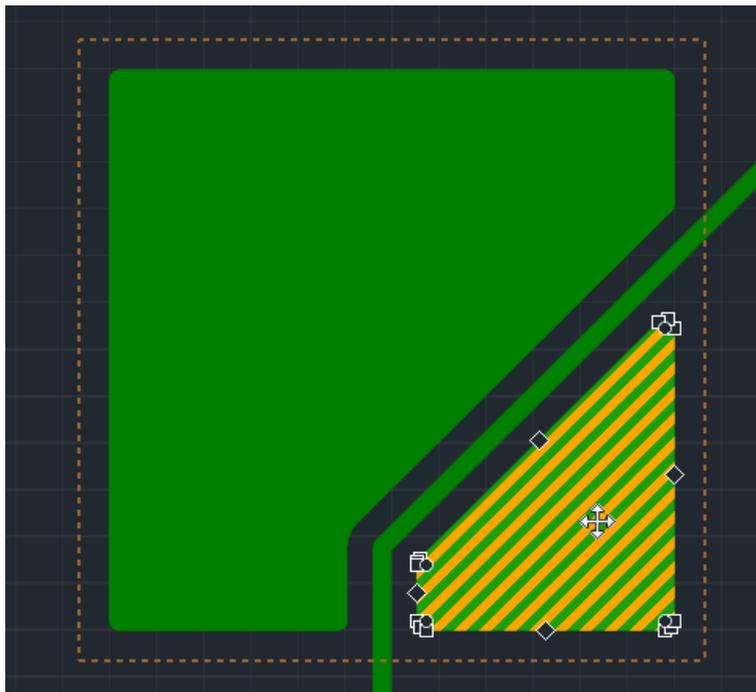


Рис. 156. Выбор острова области металлизации

2. Поместить курсор на одну из точек редактирования и, зажав левую кнопку мыши, переместить точку, изменяя геометрию острова, см. Рис. 157. При наведении курсора на точку редактирования он изменяет свой вид (на рисунке справа).

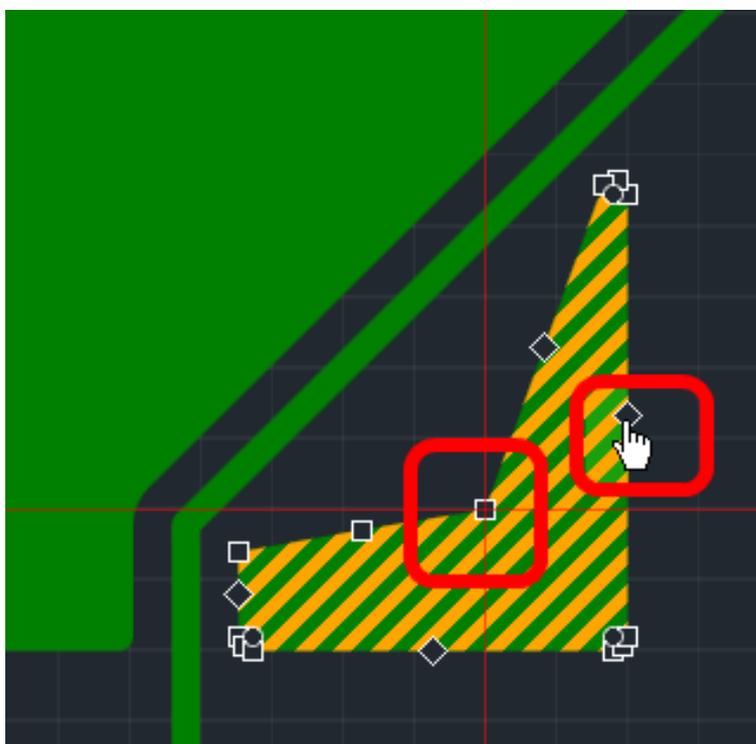


Рис. 157. Изменение геометрии острова металлизации

3. Отпустить левую кнопку мыши – геометрия острова будет изменена.

Кроме того, остров области металлизации может быть перемещен или повернут по аналогии с другими объектами.

6.7 Опорные слои

В разработке

7 Проверка правил проектирования

7.1 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.

Все правила проектирования можно разделить на две группы:

- **Зазоры** – группа правил, описывающих минимальные расстояния между объектами на плате.
- **Физические** – группа правил, описывающих размеры объектов (треков) на печатной плате.

В системе Delta Design реализована возможность выбирать различные варианты проверки правил проектирования. Разработчику доступны следующие возможности:

- Проверять выполнение правил непосредственно во время создания проводящего рисунка печатной платы.
- Проверять правило в рамках комплексной проверки печатной платы, вызываемой по запросу.
- Не проверять правило.

Проверки нарушений правил проектирования позволяют не допускать и/или оперативно исправлять ошибки, которые могут возникнуть при создании печатной платы. Перед генерацией производственных файлов, на финальном этапе проектирования платы, рекомендуется запускать проверку нарушений правил проектирования и исправлять все обнаруженные ошибки, при их наличии.

7.2 Виды и настройки проверок правил

7.2.1 Виды проверок

Создание печатной платы обычно не обходится без проверки заданных правил проектирования. Система Delta Design предоставляет разработчикам широкий спектр возможностей для контроля правил проектирования – любое правило имеет несколько градаций проверки:

- Правило не проверяется.
- Правило проверяется в составе общей проверки по запросу.
- Выполнение правила контролируется в процессе проектирования платы и правило проверяется в составе общей проверки.

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*.

7.2.2 Настройки проверок

Определение состава (списка правил) динамической и отложенной проверок осуществляется с помощью закладки «Применимость правил» (поле «DRC») в редакторе правил, см. Рис. 158.

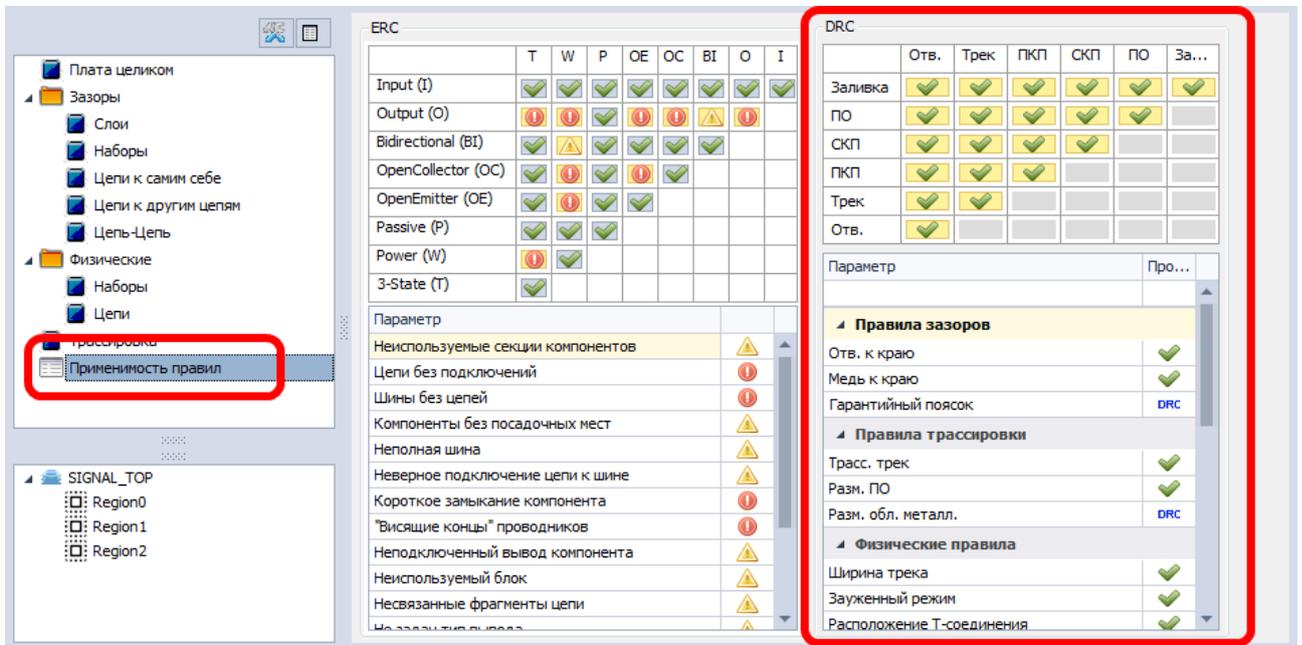


Рис. 158. Определение состава проверок в редакторе правил

Определение списка правил для проверок также доступно в панели «Правила», если в редакторе печатных плат не выбран какой-либо объект, см. Рис. 159.

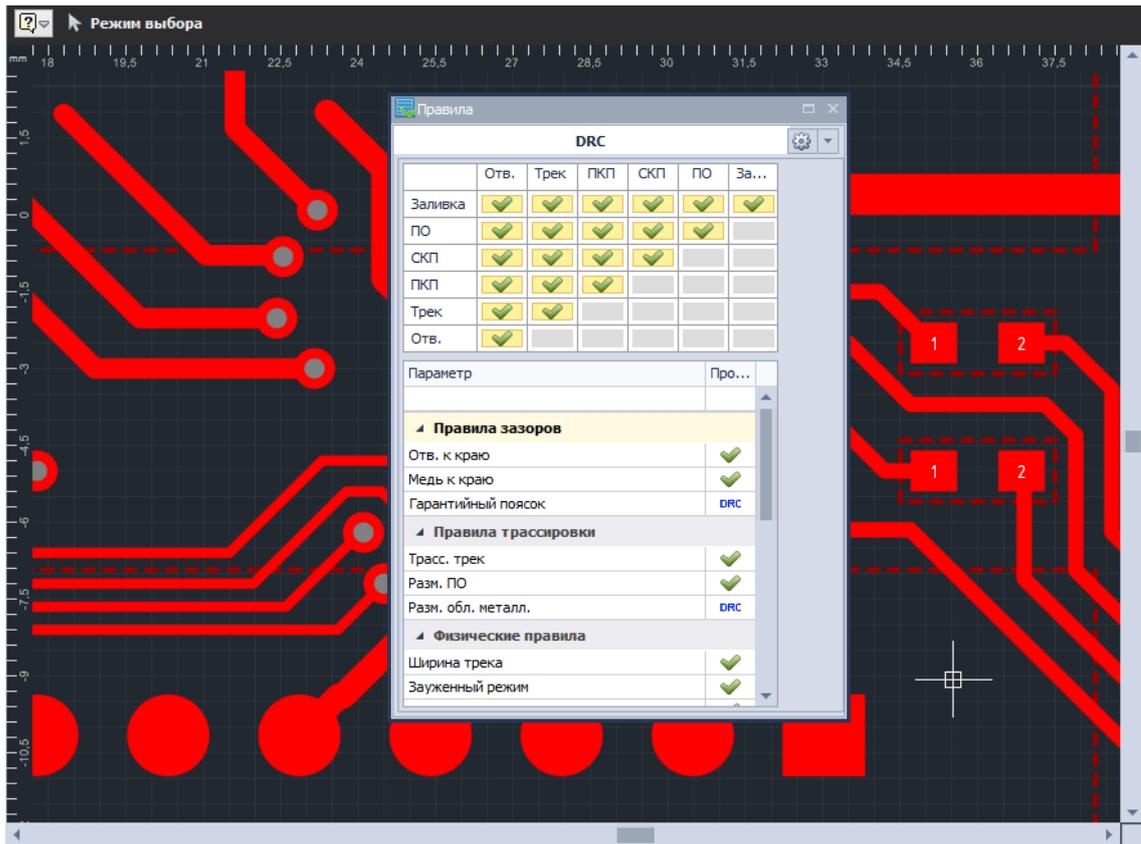


Рис. 159. Определение состава проверок в панели «Правила»

Для каждого правила может быть выбрана одна из настроек, включающая правило в ту или иную проверку:

- Проверять данное правило в составе динамической проверки. Обозначается значком .
- Проверять данное правило в составе отложенной проверки. Обозначается значком **DRC**.
- Не проверять данное правило. Обозначается значком .



Примечание. При отложенной проверке система проверяет все правила, как отмеченные для динамической проверки, так и для отложенной. Исключения составляют правила, проверка которых полностью отменена.

Для того чтобы включить правило в одну из проверок необходимо выполнить следующие действия:

1. Навести курсор на значок, отображающий текущий статус проверки правила.
2. Нажать левую кнопку мыши и, в отобразившемся списке, выбрать новый тип проверки, см. Рис. 160.

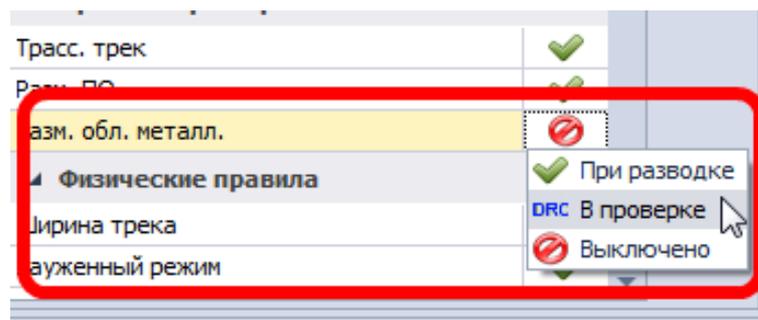


Рис. 160. Изменение типа проверки правила

Описание правил проектирования приведено в разделе Приложение Б, более подробное описание правил проектирования и работы с ними.

7.3 Отложенная проверка

7.3.1 Запуск проверки

Отложенная проверка может осуществляться как для всей платы в целом, так и для выбранных элементов платы.

Для того чтобы выполнить общую проверку платы необходимо на панели инструментов «Общие» нажать кнопку «Проверить», обозначенную значком , см. Рис. 161, или нажать клавишу, назначенную для этого действия.

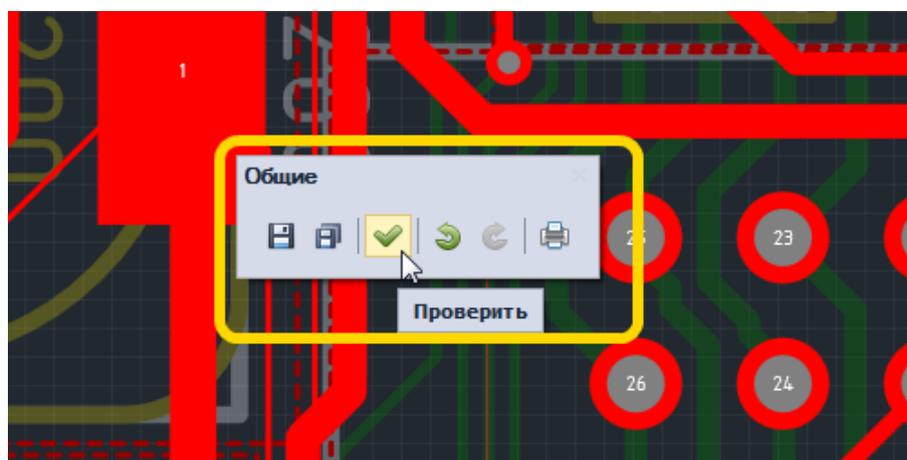


Рис. 161. Запуск проверки платы

Проверка платы осуществляется только для активного окна редактора плат, поэтому перед началом проверки рекомендуется убедиться, окно с нужной платой активно. Заголовок активного окна дополнительно подсвечивается, см. Рис. 162.

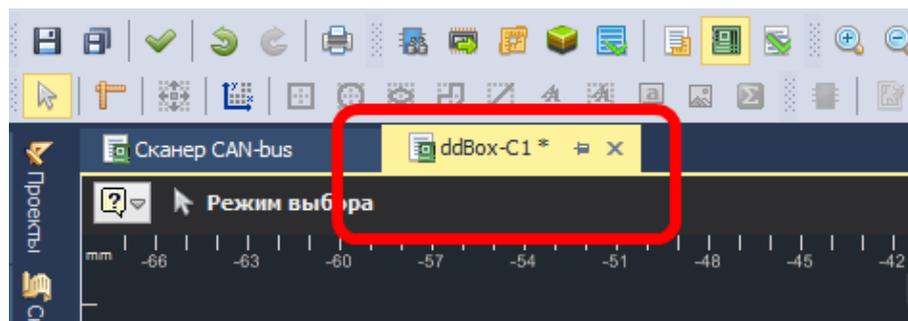


Рис. 162. Активное окно редактора плат

Для проверки отдельных элементов платы их необходимо выбрать (выбор элементов описан в разделе 3.4), вызвать контекстное меню и воспользоваться пунктом «Проверить выделенные объекты», см. Рис. 163.

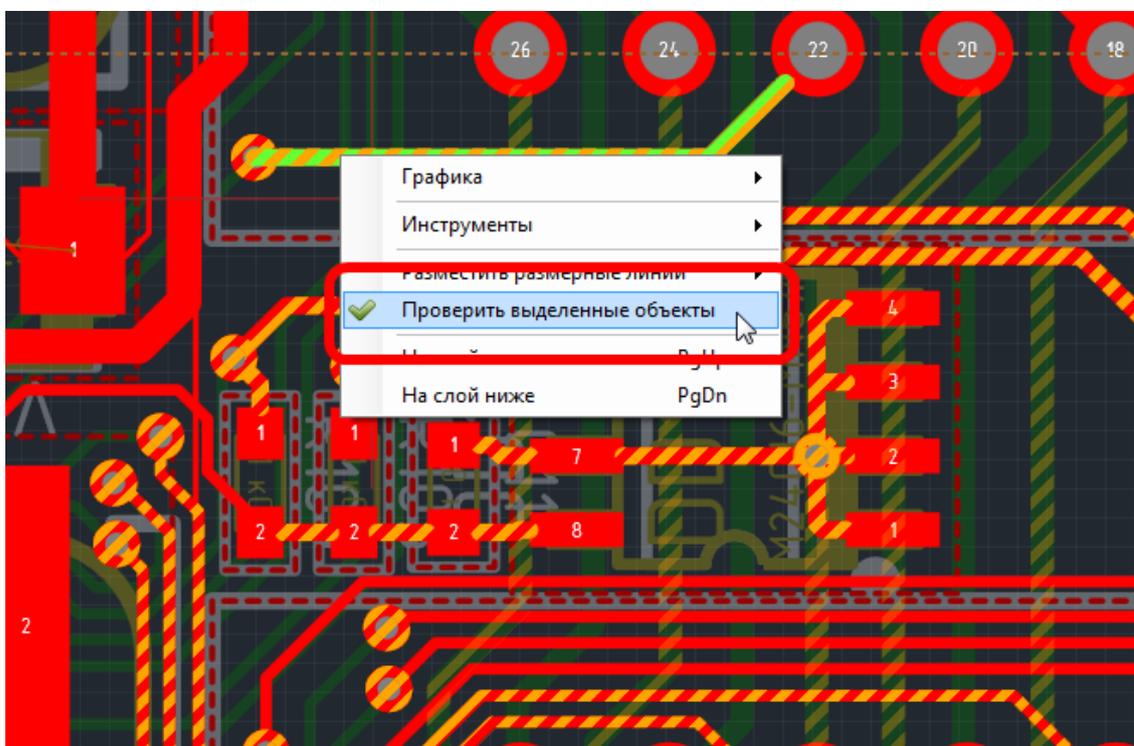


Рис. 163. Запуск проверки выбранных элементов

Во время проверки на экран выводится окно, отображающее процесс выполнения проверки, см. Рис. 164. Начатая проверка может быть отменена, для этого необходимо нажать кнопку «Отмена», расположенную в правой части окна.

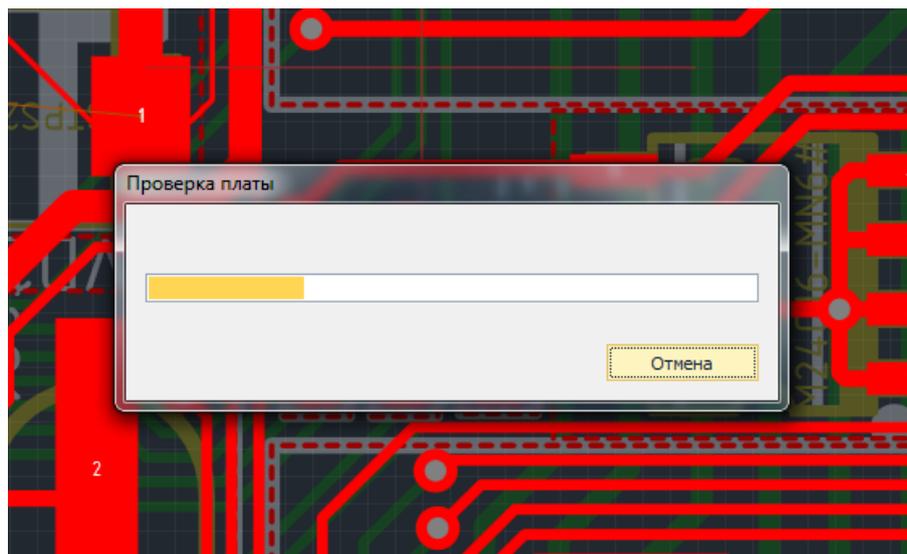


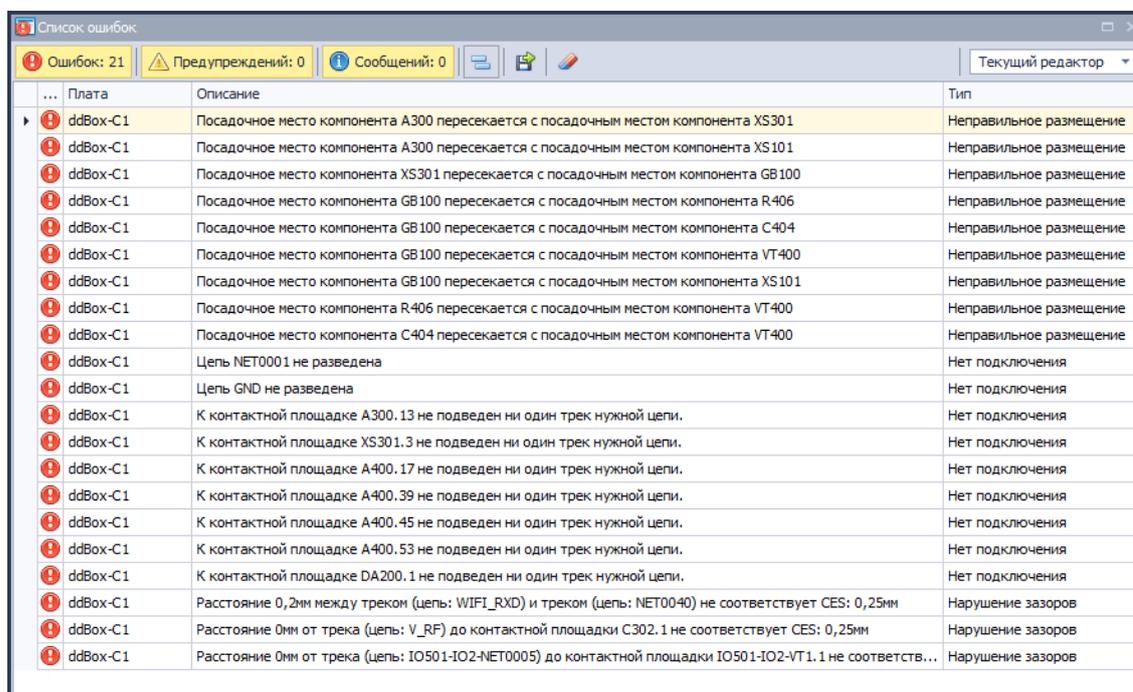
Рис. 164. Индикатор выполнения проверки

Во время проверки система недоступна. Единственное возможное действие – это отмена проверки.

7.3.2 Список нарушений

7.3.2.1 Общие сведения о списке ошибок

Если во время проверки были обнаружены нарушения правил проектирования, то они будут отображены в панели «Список ошибок», см. Рис. 165.



Плата	Описание	Тип
ddBox-C1	Посадочное место компонента A300 пересекается с посадочным местом компонента XS301	Неправильное размещение
ddBox-C1	Посадочное место компонента A300 пересекается с посадочным местом компонента XS101	Неправильное размещение
ddBox-C1	Посадочное место компонента XS301 пересекается с посадочным местом компонента GB100	Неправильное размещение
ddBox-C1	Посадочное место компонента GB100 пересекается с посадочным местом компонента R406	Неправильное размещение
ddBox-C1	Посадочное место компонента GB100 пересекается с посадочным местом компонента C404	Неправильное размещение
ddBox-C1	Посадочное место компонента GB100 пересекается с посадочным местом компонента VT400	Неправильное размещение
ddBox-C1	Посадочное место компонента GB100 пересекается с посадочным местом компонента XS101	Неправильное размещение
ddBox-C1	Посадочное место компонента R406 пересекается с посадочным местом компонента VT400	Неправильное размещение
ddBox-C1	Посадочное место компонента C404 пересекается с посадочным местом компонента VT400	Неправильное размещение
ddBox-C1	Цель NET0001 не разведена	Нет подключения
ddBox-C1	Цель GND не разведена	Нет подключения
ddBox-C1	К контактной площадке A300.13 не подведен ни один трек нужной цепи.	Нет подключения
ddBox-C1	К контактной площадке XS301.3 не подведен ни один трек нужной цепи.	Нет подключения
ddBox-C1	К контактной площадке A400.17 не подведен ни один трек нужной цепи.	Нет подключения
ddBox-C1	К контактной площадке A400.39 не подведен ни один трек нужной цепи.	Нет подключения
ddBox-C1	К контактной площадке A400.45 не подведен ни один трек нужной цепи.	Нет подключения
ddBox-C1	К контактной площадке A400.53 не подведен ни один трек нужной цепи.	Нет подключения
ddBox-C1	К контактной площадке DA200.1 не подведен ни один трек нужной цепи.	Нет подключения
ddBox-C1	Расстояние 0,2мм между треком (цель: WIFI_RXD) и треком (цель: NET0040) не соответствует CES: 0,25мм	Нарушение зазоров
ddBox-C1	Расстояние 0мм от трека (цель: V_RF) до контактной площадки C302.1 не соответствует CES: 0,25мм	Нарушение зазоров
ddBox-C1	Расстояние 0мм от трека (цель: IO501-IO2-NET0005) до контактной площадки IO501-IO2-VT1.1 не соответств...	Нарушение зазоров

Рис. 165. Список нарушений в панели «Список ошибок»

7.3 Отложенная проверка

Панель «Список ошибок» содержит ряд инструментов, помогающих работать с отображаемыми данными. Кнопки вызова инструментов распложены в верхней части панели, см. Рис. 166.

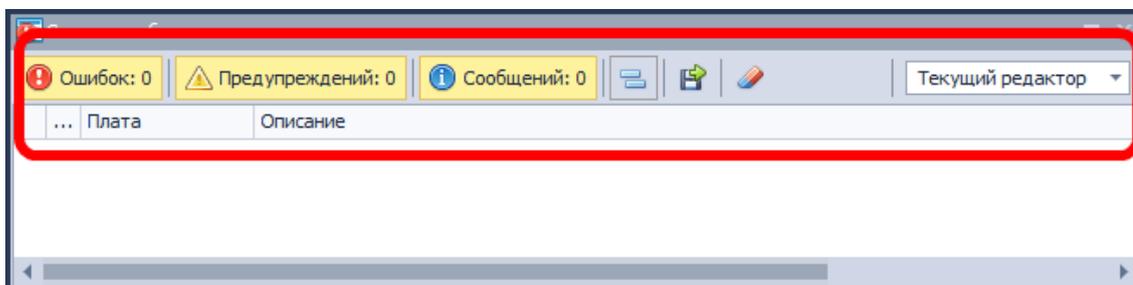


Рис. 166. Инструменты в панели «Список ошибок»

Инструменты панели позволяют:

- Выводить на панели записи определенного вида, раздел 7.3.2.2.
- Группировать нарушения из списка по типам, раздел 7.3.2.3.
- Сортировать список нарушений, раздел 7.3.2.4.
- Экспортировать список нарушений, раздел 7.3.2.5.
- Очищать список нарушений, раздел 7.3.2.6.
- Сохранять отображение списка нарушений при переходе между различными частями программы, раздел 7.3.2.7.

7.3.2.2 Отображение записей разного вида

Панель «Список ошибок» может отображать записи различного вида:

- Ошибки
- Предупреждения
- Сообщения

В панели отображаются записи только выбранных видов. Выбранные виды подсвечены светлым тоном, см. Рис. 167. Для того чтобы выбрать вид записей, или отменить выбор, необходимо навести курсор на кнопку с соответствующей надписью и нажать левую кнопку мыши. Вид записи будет добавлен в отображение, либо исключен из отображения в панели.

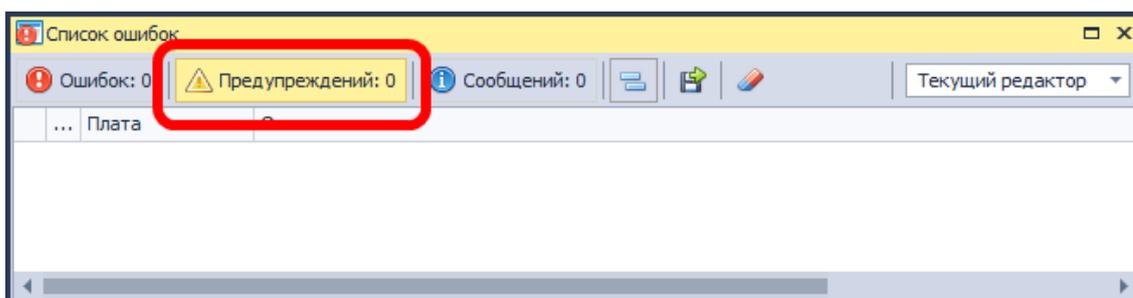


Рис. 167. Выбранный вид записей

7.3.2.3 Группировка нарушений

Записи, отображаемые в панели «Список ошибок» могут быть сгруппированы по категориям. Для того чтобы сгруппировать записи необходимо навести курсор на инструмент «Группировать», обозначенный значком  и нажать левую кнопку мыши. Записи в панели будут сгруппированы по типам, см. Рис. 168.

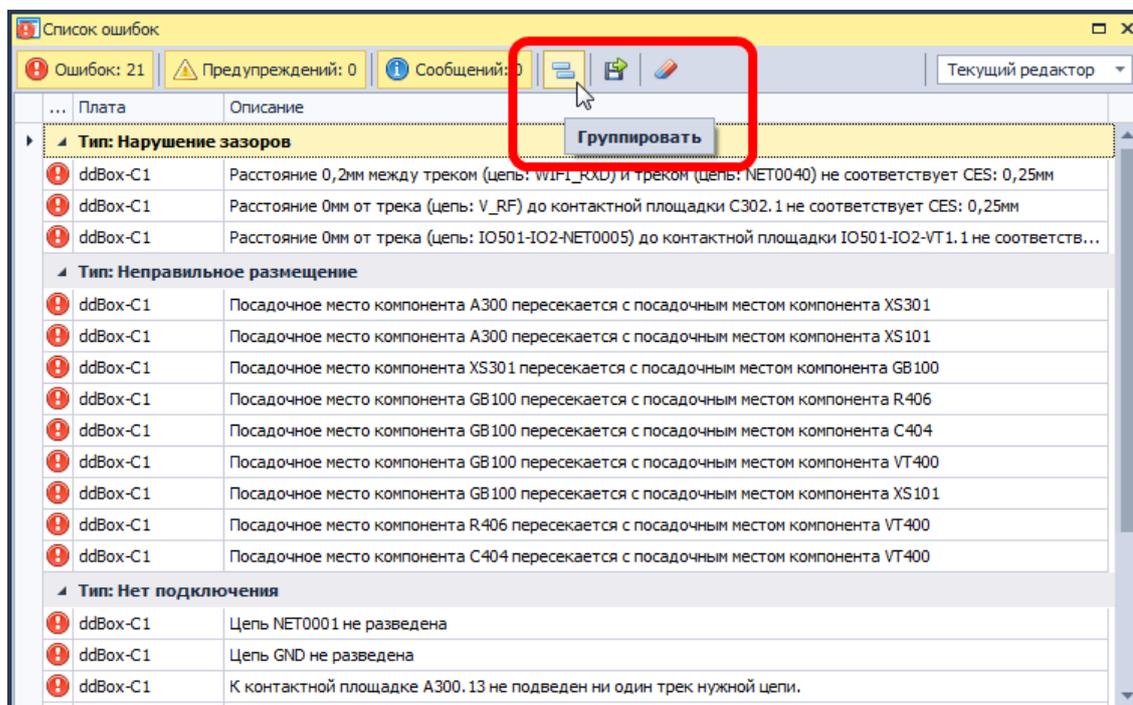


Рис. 168. Группировка записей в панели «Список ошибок»

7.3.2.4 Сортировка списка нарушений

Записи 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, см. Рис. 169. Знаки «▼» и «▲» указывают направление сортировки. Кроме того, для колонок можно применить фильтрацию (с поддержкой сложных фильтров), воспользовавшись значком , размещенным в правом верхнем углу заголовка столбца.

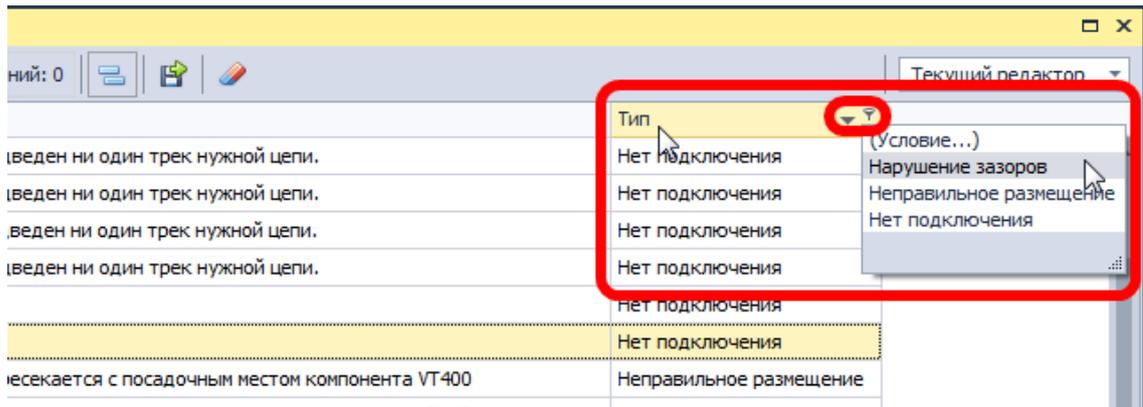


Рис. 169. Сортировка записей в панели «Список ошибок»

7.3.2.5 Экспорт списка нарушений

Список нарушений может быть экспортирован в виде **.txt** – файла. Для этого необходимо выполнить следующие действия:

1. Навести курсор на инструмент «Сохранить в...», обозначенный значком  и нажать левую кнопку мыши, см. Рис. 170.

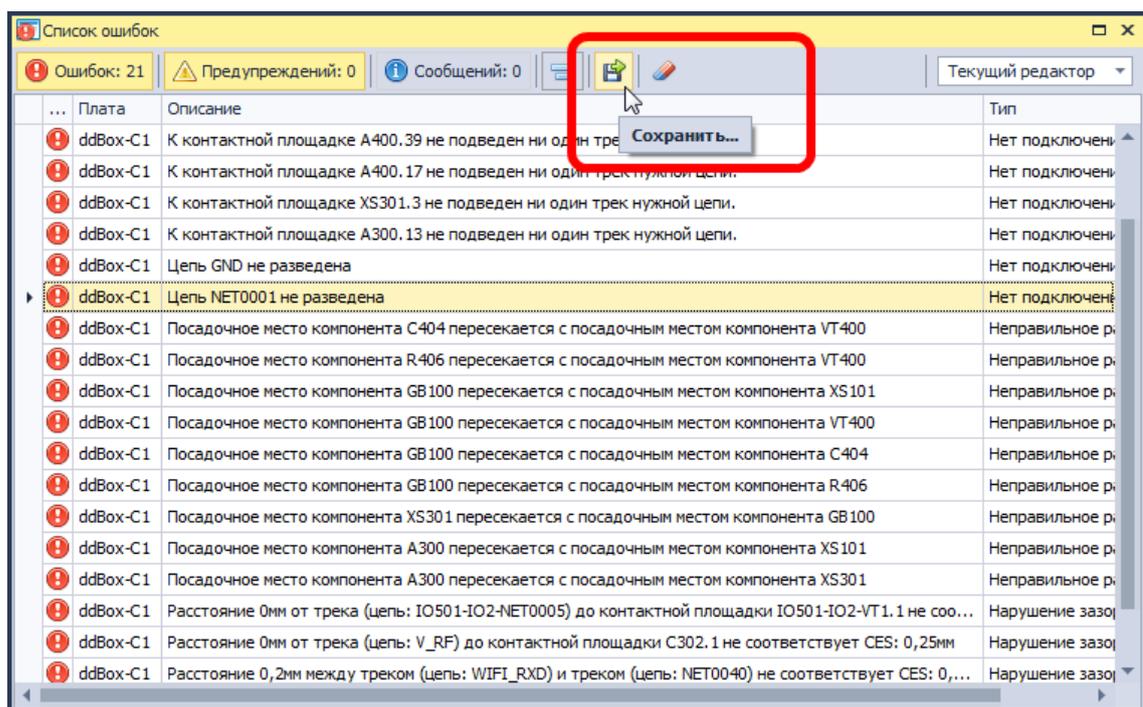


Рис. 170. Экспорт списка нарушений

2. В открывшемся окне проводника указать место для сохранения файла и его имя, после чего нажать кнопку «Сохранить» расположенную в правой нижней части окна, см. Рис. 171.

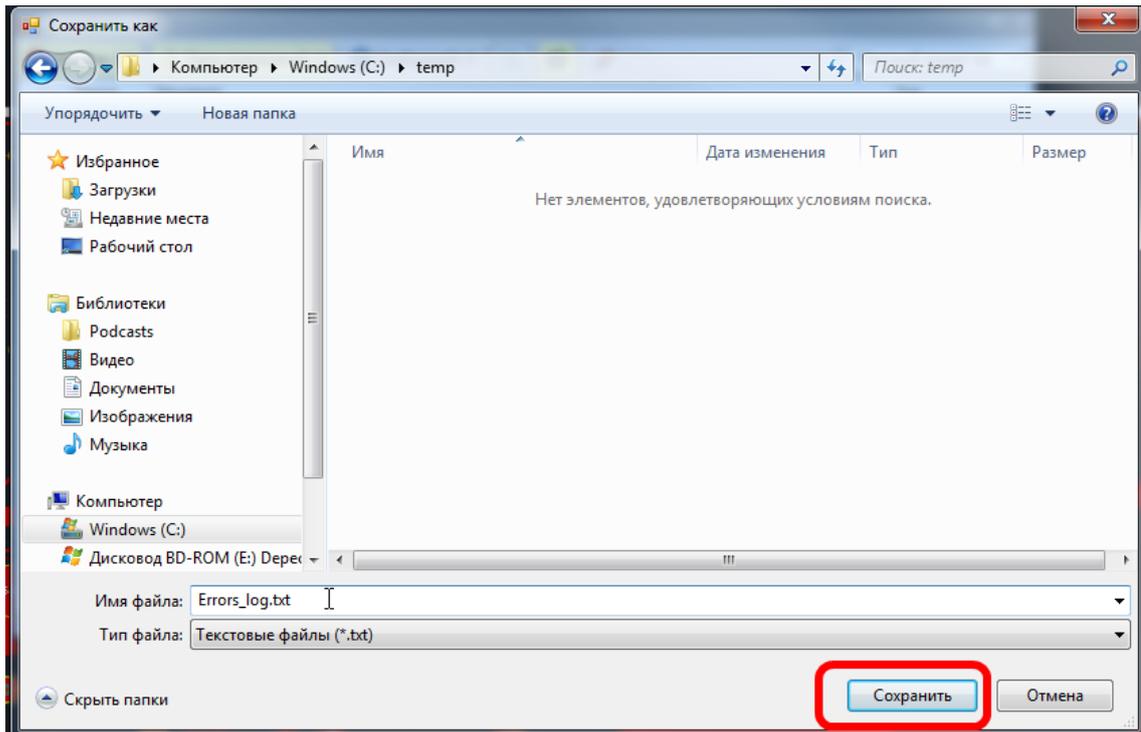


Рис. 171. Сохранение экспортируемого списка нарушений

7.3.2.6 Очистка список ошибок

Для того чтобы очистить список нарушений необходимо навести курсор на инструмент «Очистить», обозначенный значком  и нажать левую кнопку мыши, см. Рис. 172.

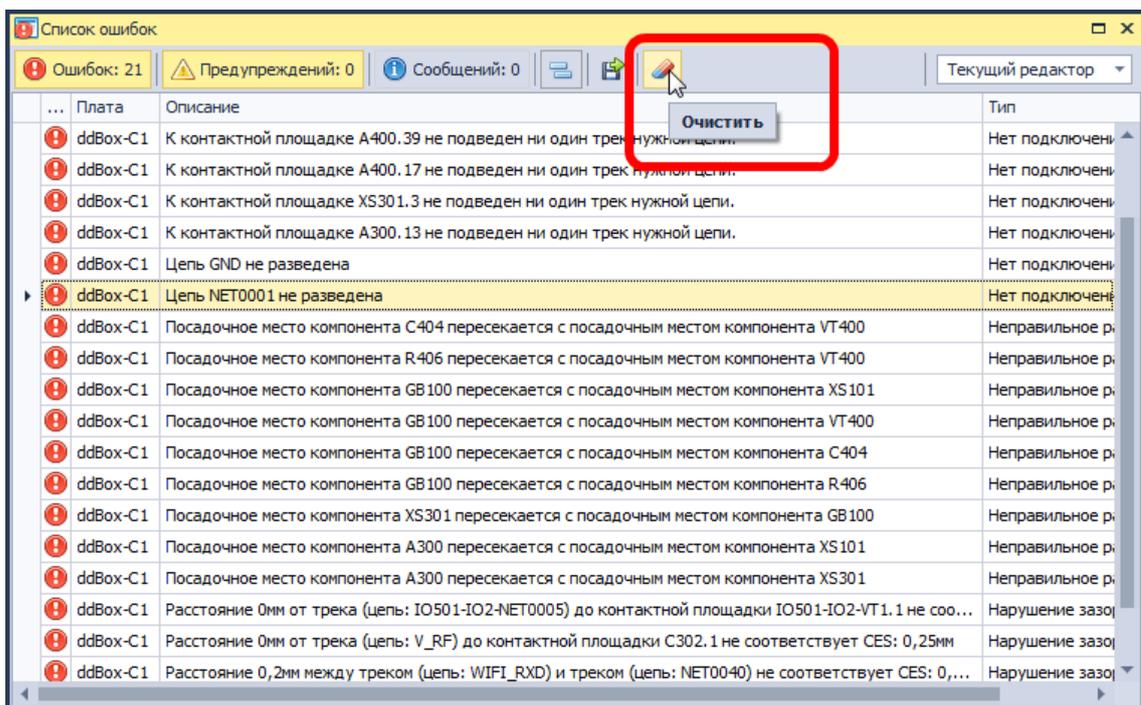


Рис. 172. Очистка списка ошибок



Примечание. При очистке списка нарушений, в редакторе плат будут удалены все отметки о нарушениях, показанные для проверяемой платы.

7.3.2.7 Список нарушений и переход между частями программы

При переходе в другую часть программы (в другой редактор или к другому проекту) отображаемый список нарушений может очищаться или сохраняться. Для того чтобы отображаемый список сохранялся необходимо из выпадающего списка, расположенного в правой части панели, выбрать пункт «Последняя проверка», см. Рис. 173.

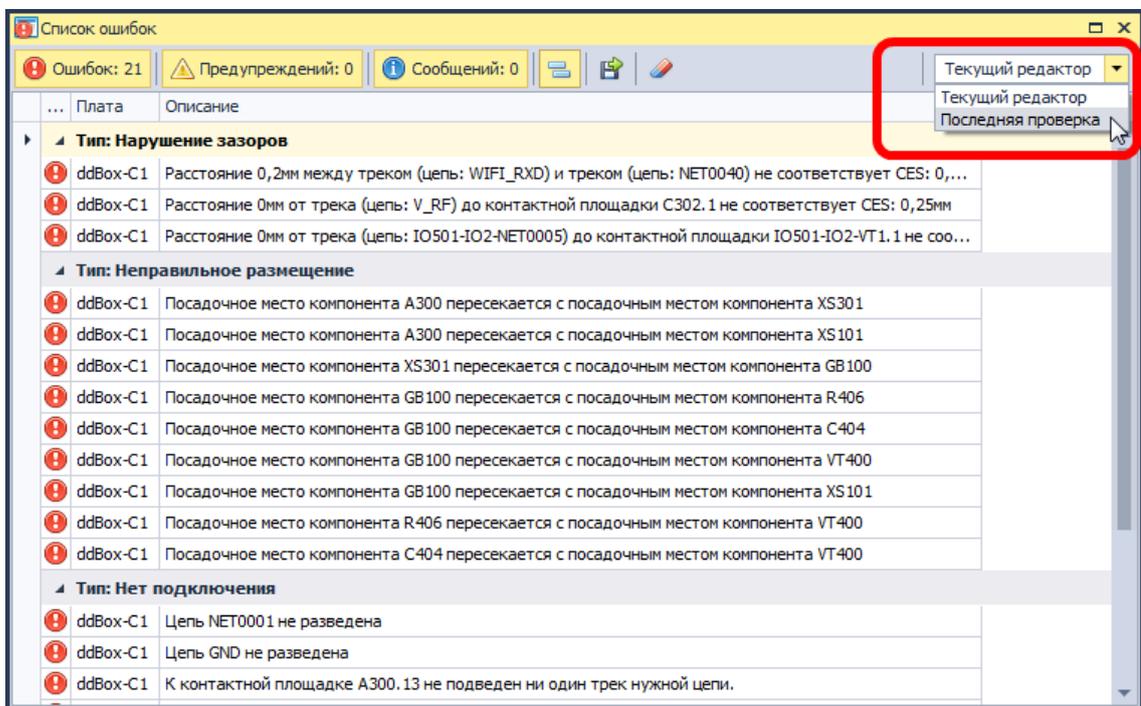


Рис. 173. Настройка отображения списка при переходе между частями программы



Примечание. Если в выпадающем списке выбран пункт «Текущий результат», то при переходе в другую часть программы отображаемый список нарушений будет потерян, даже если после перехода будет выбран пункт «Последняя проверка».

7.3.3 Работа с нарушениями

Работа с нарушениями предполагает быстрый доступ к описанию нарушения, месту, на плате, где выявлено нарушение, и правилу проектирования, которое было нарушено. Для этих целей в системе предусмотрен следующий функционал:

- Запись о нарушении в панели «Список ошибок»

- Визуальное отображение нарушения в редакторе печатных плат
- Информация о нарушении в панели «Правила»

Запись в панели «Список ошибок» позволяет быстро перейти на тот участок платы, где обнаружено нарушение. Для этого необходимо навести курсор на запись о нарушении, и осуществить двойное нажатие левой кнопкой мыши – нарушение будет показано в редакторе плат, см. Рис. 174.

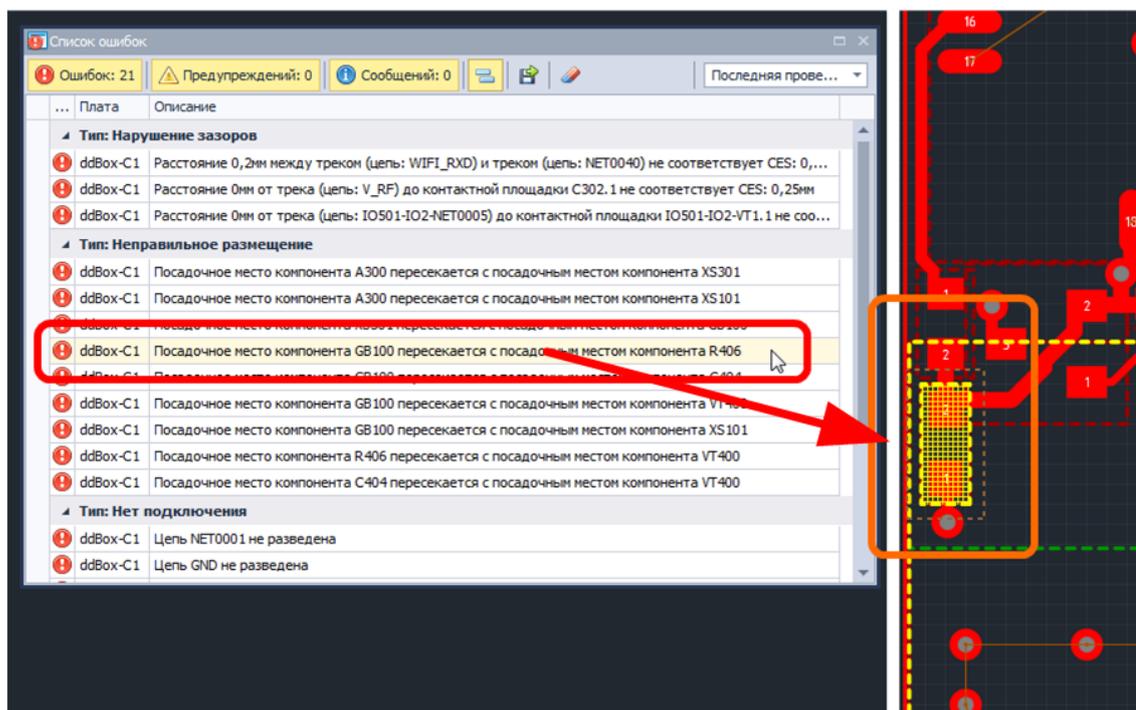


Рис. 174. Переход к нарушению в редакторе плат

Для корректной работы с нарушениями, необходимо убедиться, что в редакторе плат отображается слой «ERRORS», а инструмент «Выбрать» взаимодействует с объектами типа «Нарушение», см. Рис. 175.

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

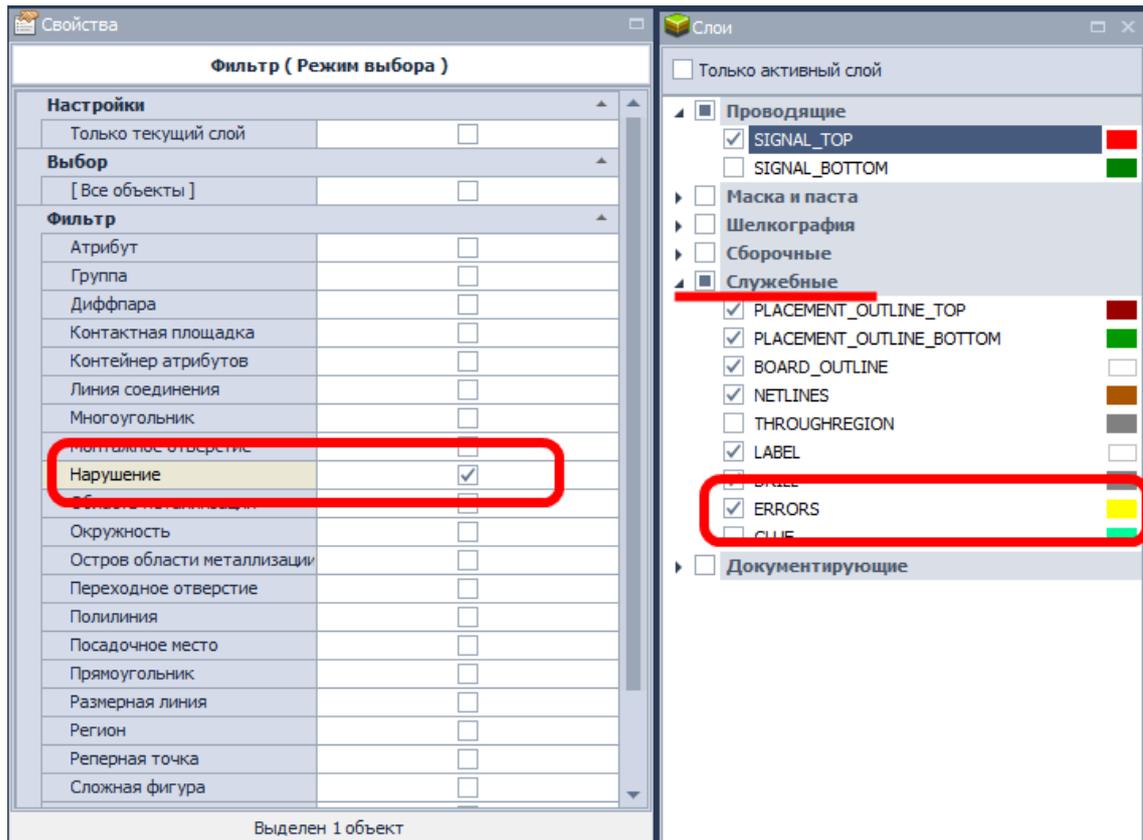


Рис. 175. Настройка редактора плат для отображения нарушений

Нарушения, которые занимают четкое определенное пространство на плате (например, нарушение величины зазоров, пересечение посадочных мест, нарушение ширины трека) обозначаются штриховкой и являются отдельными объектами, которые можно выбрать, см. Рис. 176. Объекты «нарушения», обозначаются штриховкой того цвета, что задан для слоя «ERRORS».

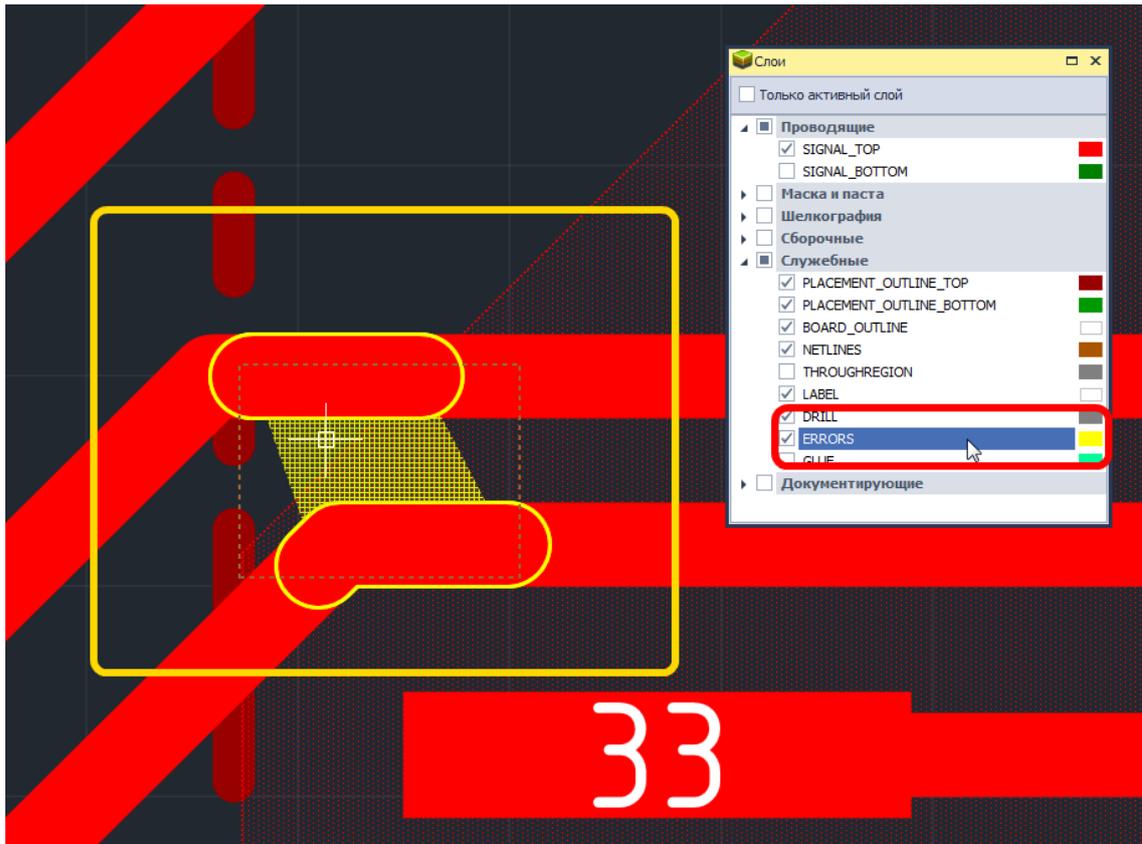


Рис. 176. Объект «Нарушение» на плате

Если нарушение не может быть однозначно локализовано (например, отсутствие необходимого соединения между контактными площадками), то, в данном случае, будут обозначены только объекты, между которыми выявлено нарушение, см. Рис. 177.

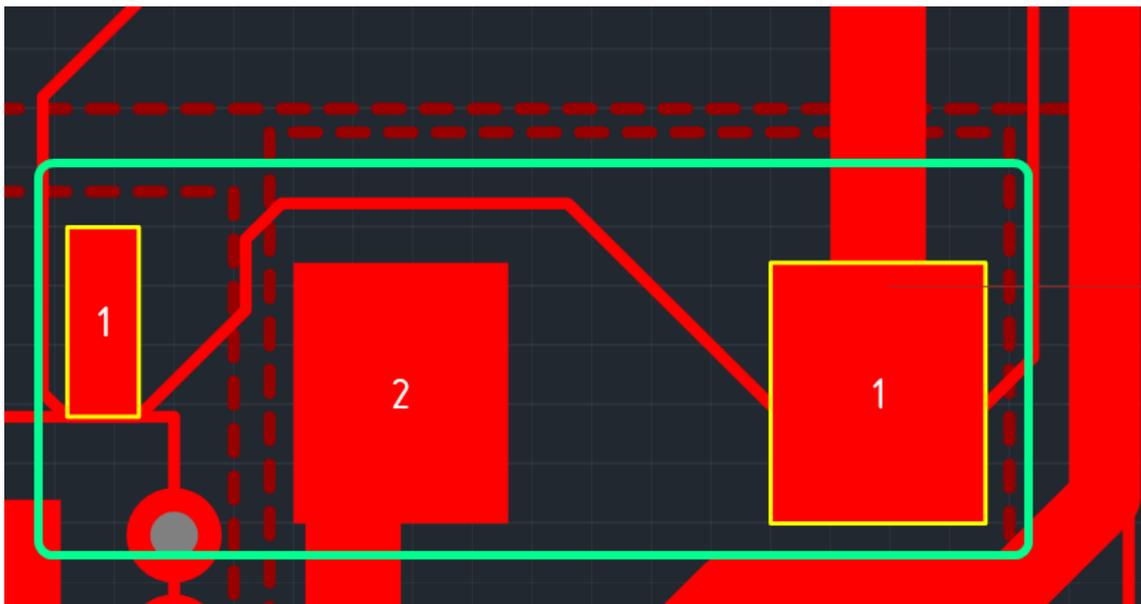


Рис. 177. Объекты, между которыми выявлено нарушение

Краткая информация о нарушении приводится в записи в панели «Список ошибок», см. Рис. 178.

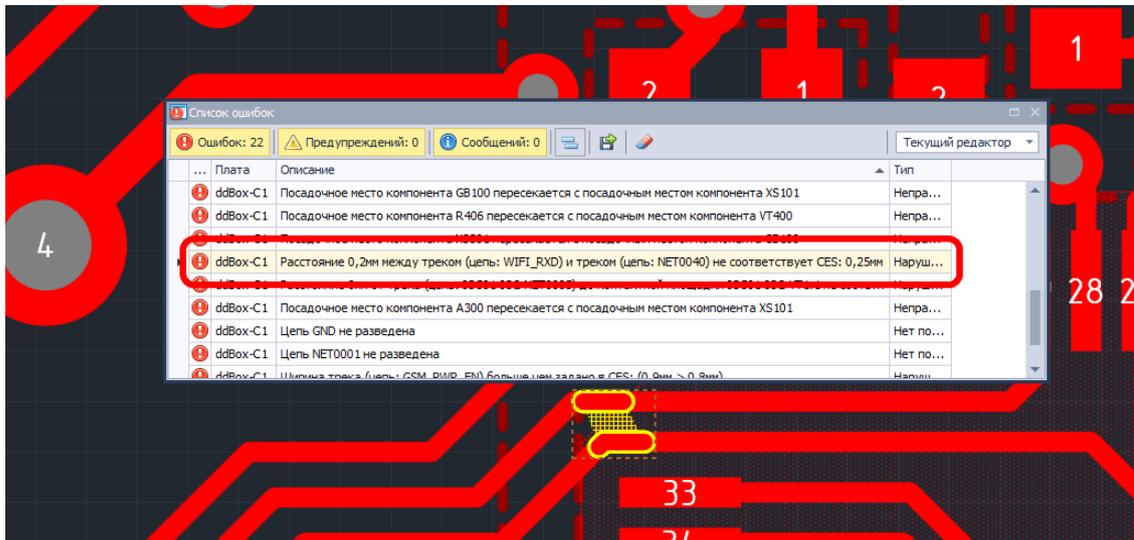


Рис. 178. Краткая информация о нарушении

Более полные данные о нарушении приводятся в панели «Правила», см. Рис. 179. Здесь указывается, какое правило проектирования было нарушено, какое значение было задано в редакторе правил и какое реальное значение между объектами на плате. Кроме того, панель позволяет оперативно перейти в соответствующий узел редактора правил, и, при необходимости, изменить значение для нарушенного правила.

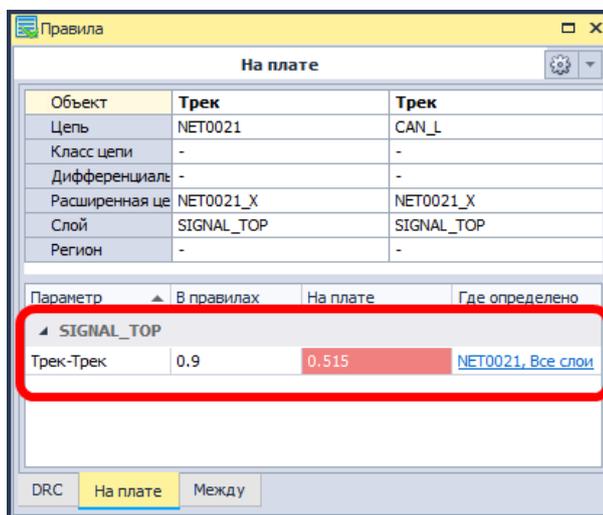


Рис. 179. Подробная информация о нарушении в панели «Правила»

8 Графическая информация

8.1 Общие сведения о дополнительной графике

Создание печатной платы требует некоторого объема графической информации. К этой информации относятся как графические данные, наносимые в виде шелкографии непосредственно на плату, так и данные, на основе которых формируется конструкторская документация к выпускаемому изделию.

Если с шелкографией на плате все обстоит очень просто, то работа с графической информацией для составления документации имеет свои нюансы. Разберем сначала шелкографию, а затем прочие графические данные.

Графика на слоях шелкографии состоит из следующих частей:

- Элементов шелкографии, заданных при создании посадочных мест компонентов
- Графических элементов, размещенных непосредственно на плате

На плате элементы шелкографии размещаются на слоях группы «Шелкография» (см. Рис. 180):

- SILK_BOTTOM
- SILK_TOP

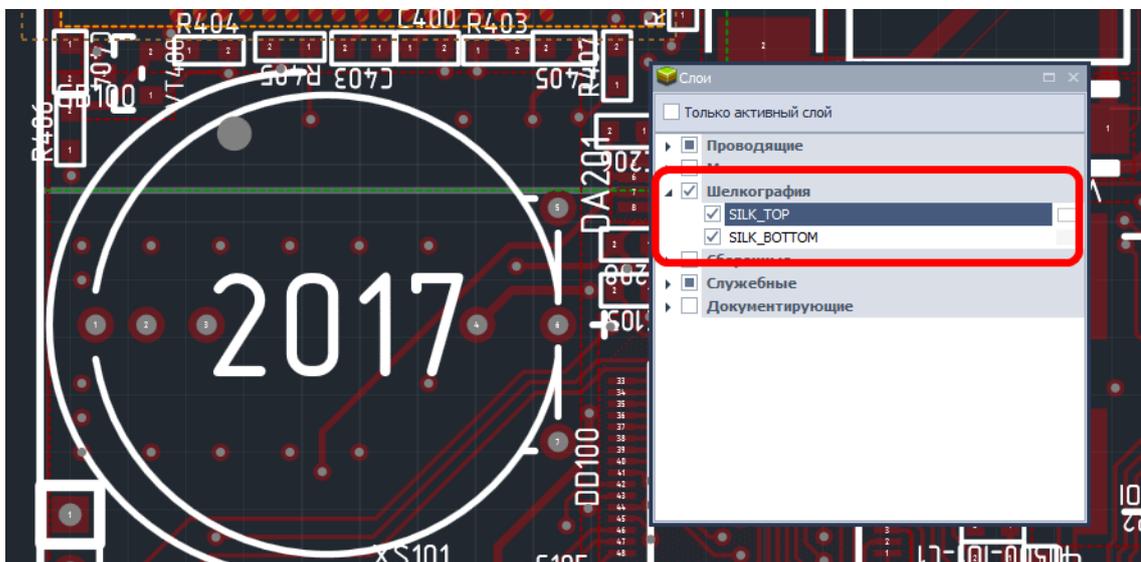


Рис. 180. Слои шелкографии

Другие графические данные, в силу исторических причин развития систем, подобных Delta Design, имеют более сложную структуру. Главное отличие заключается в том, что для дополнительной графики назначается сразу две группы слоев:

- Сборочные. Слои данной группы изначально предназначались для создания чертежей.

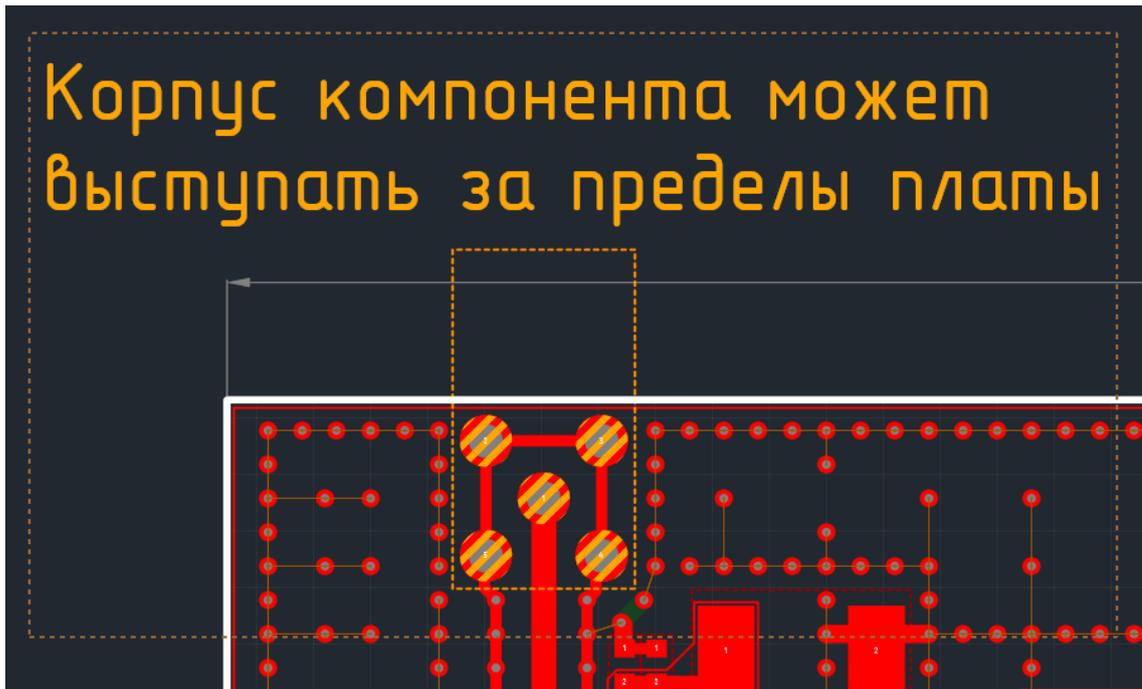


Рис. 182. Графическая информация на документационном слое

Помимо этого на документационных слоях размещаются размерные линии, см. Рис. 183. Механизм размещения размерных линий отличается от размещения других видов графики, поэтому размещение размерных линий будет описано подробнее.

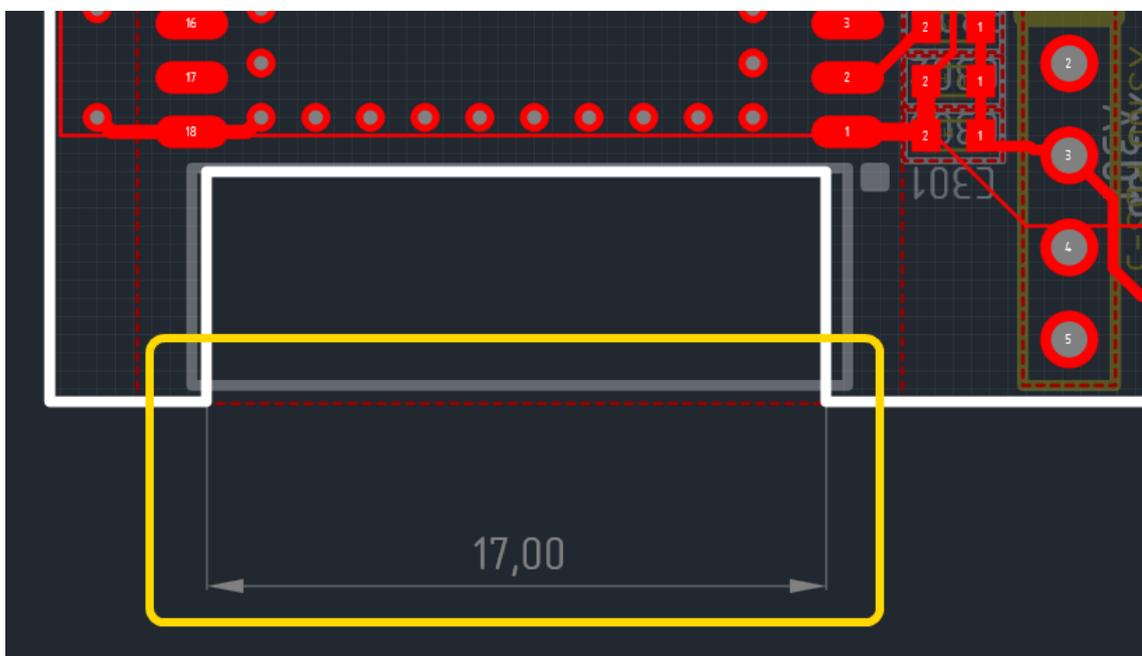


Рис. 183. Размерная линия в редакторе плат

Для размещения размерной линии необходимо выполнить следующие действия:

8.1 Общие сведения о дополнительной графике

1. Убедиться, что включена группа слоев «Документирующие» (подробнее см. раздел 3.3.3).
2. Вызвать контекстное меню и перейти в пункт «Разместить размерную линию». Далее выбрать тип размещаемой размерной линии, см. Рис. 184.

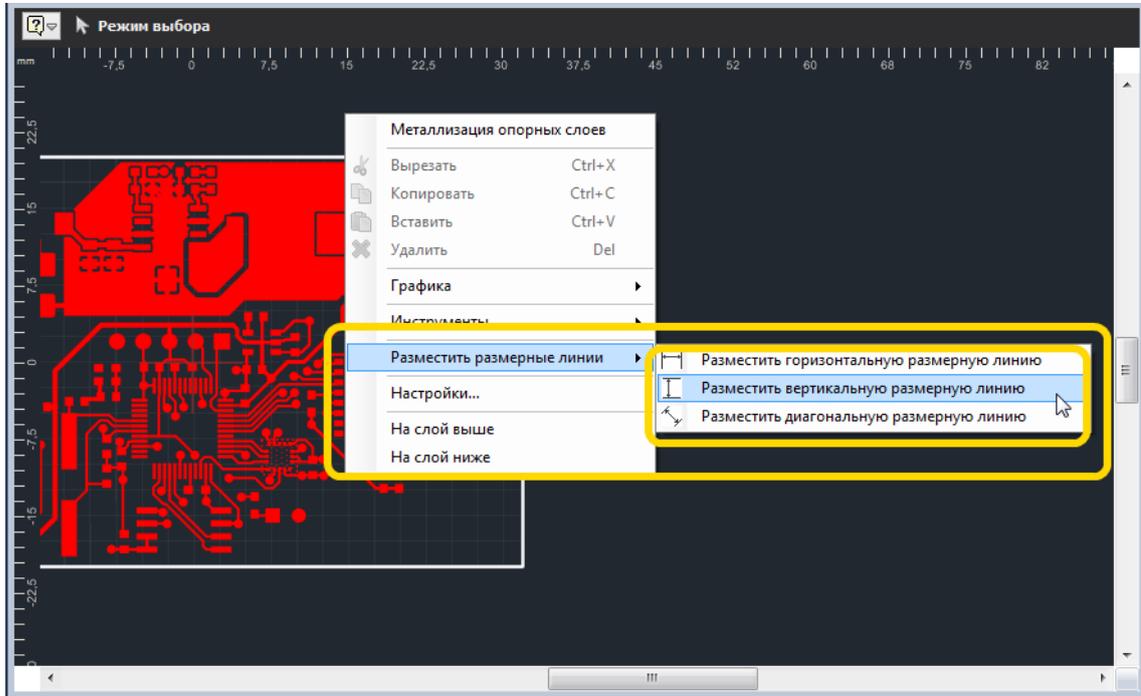


Рис. 184. Выбор типа размещаемой размерной линии

3. Выбрать положение начала первой выноски размерной линии, наведя курсор в нужную точку и нажав левую кнопку мыши, см. Рис. 185.

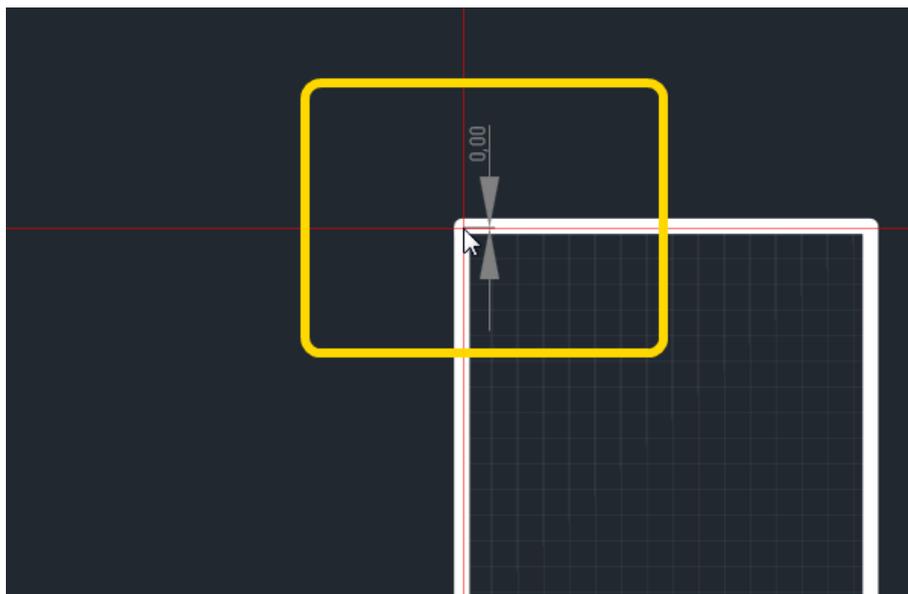


Рис. 185. Размещение размерной линии

8.1 Общие сведения о дополнительной графике

4. Определить положение начала второй выноски размерной линии, наведя курсор в нужную точку и нажав левую кнопку мыши. При этом будет отображаться возможный вид размерной линии, см. Рис. 186.

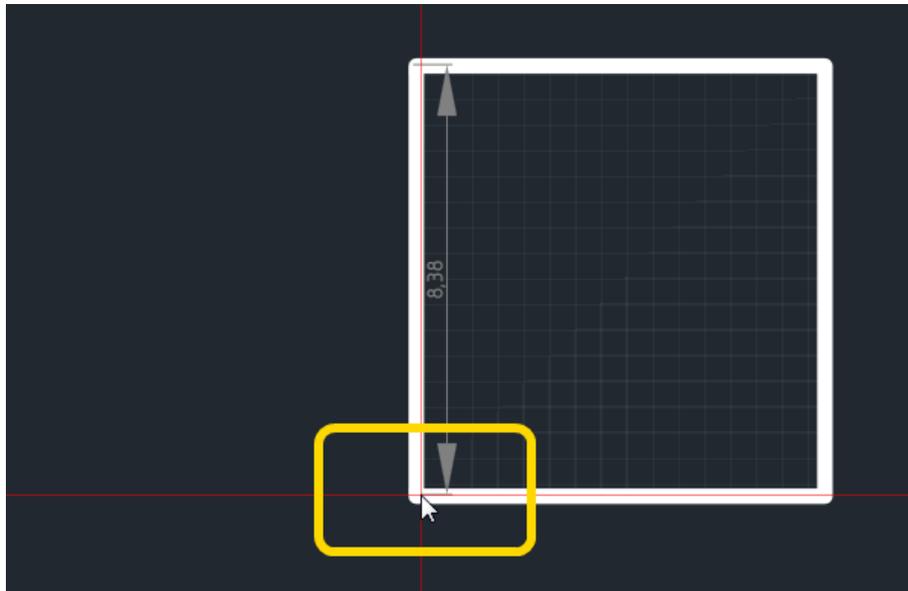


Рис. 186. Установка второй выноски размерной линии

5. Установить длину и направление выносок размерной линии, перемещая курсор, см. Рис. 187. Возможный вид размерной линии будет отображаться на экране.

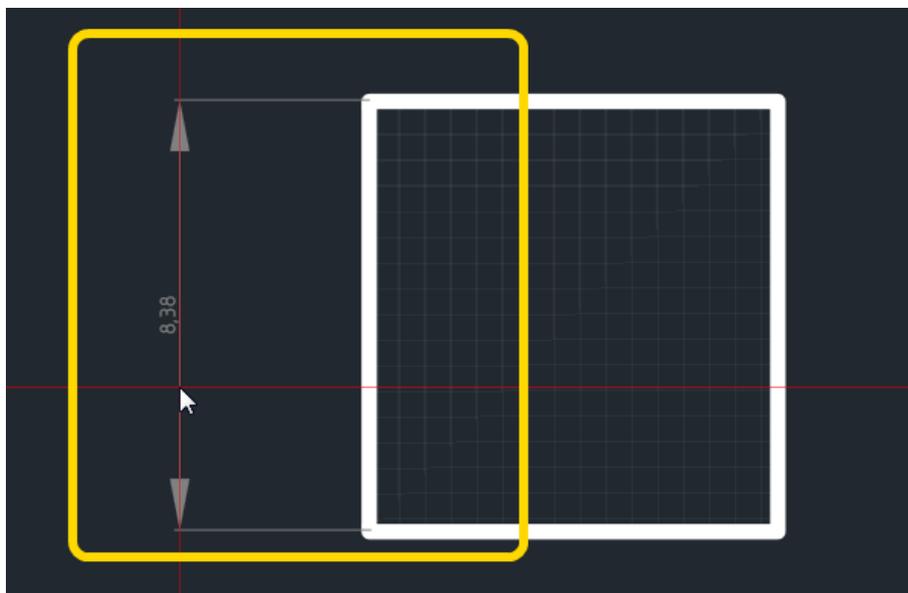


Рис. 187. Определение длины и направления выносок размерной линии

6. Зафиксировать положение размерной линии, нажав левую кнопку мыши, см. Рис. 188.

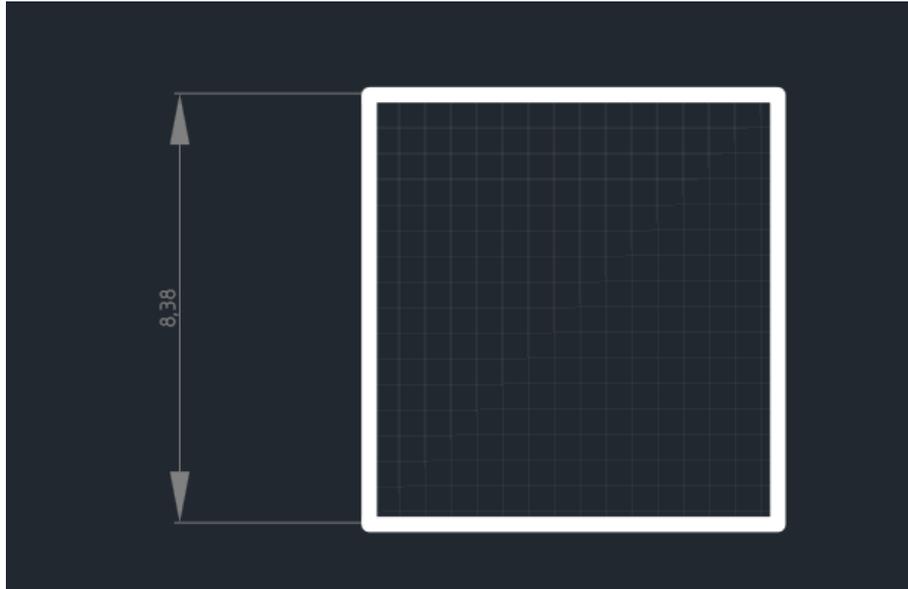


Рис. 188. Размерная линия размещена

8.2 Размещение дополнительной графики на плате

Размещение дополнительной графики показывается на примере шелкографии. Для сборочных и документирующих слоев работа с графикой осуществляется полностью аналогично.

Для размещения доступны любые объекты, которые могут быть созданы с помощью инструментов графического редактора системы. Для того чтобы разместить графические объекты на слое шелкографии необходимо выполнить следующие действия:

1. Перейти на необходимый слой из группы «Шелкография» («SILK_BOTTOM» или «SILK_TOP»).
2. Воспользоваться инструментами графического редактора (панель инструментов «Рисование», либо контекстное меню) для размещения необходимой графики, см. Рис. 189.

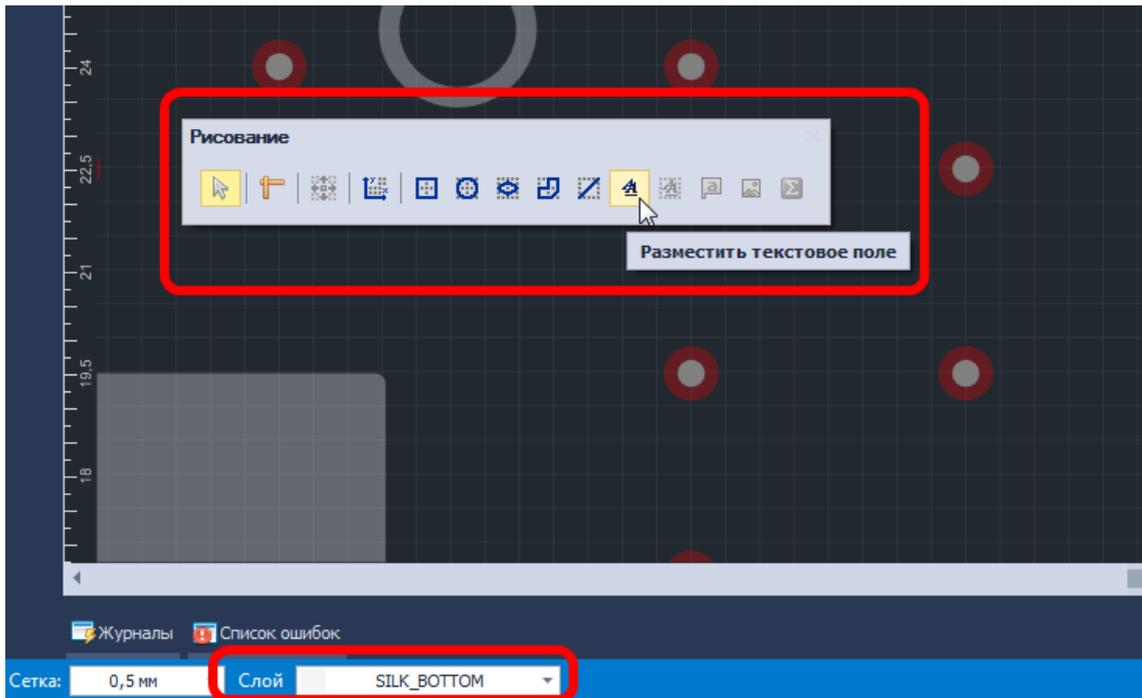


Рис. 189. Инструменты графического редактора для создания шелкографии



Примечание. При размещении объектов на слоях шелкографии система не проверяет, пересечение с элементами проводящего рисунка, отверстиями и т.п. Проверка и коррекция шелкографии осуществляется на этапе подготовки к производству.

9 Изменение маски и пасты

9.1 Общие сведения о замене маски и пасты

В большинстве случаев параметры пасты и маски определяются на этапе создания посадочных мест (при определении параметров контактных площадок), однако, в некоторых случаях параметры пасты и маски необходимо переопределить непосредственно на плате. Для этих целей в Delta Design создан механизм изменения параметров пасты и маски.

Система позволяет устанавливать новые параметры пасты и маски относительно контактных площадок, на проводящем слое. Замена осуществляется как для всех компонентов, так и только для выбранной группы компонентов.



Примечание. Параметры пасты заменяются только для планарных контактных площадок.

9.2 Механизм изменения маски и пасты

Для того чтобы изменить параметры пасты и маски необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать компоненты, для посадочных мест которых необходимо изменить параметры маски и пасты. Если компоненты не выбраны, то операция замены будет применена ко всем компонентам на плате.
2. Нажать кнопку «Заменить маску и пасту», обозначенную значком  на панели инструментов «Плата», см. Рис. 190.

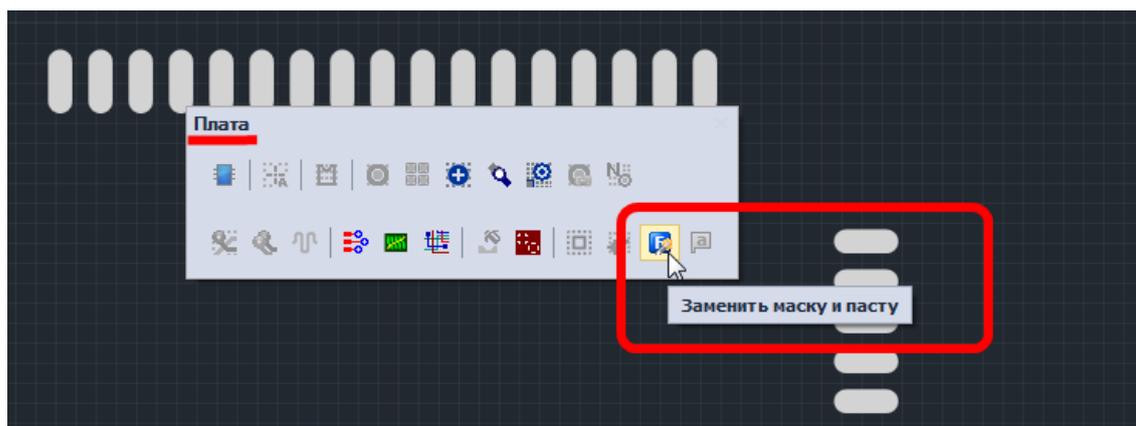


Рис. 190. Запуск механизма изменения маски и пасты

3. Установить параметры отступов маски и пасты от границы контактных площадок в открывшемся окне «Заменить маску и пасту», см. Рис. 191. Для маски обычно устанавливается положительный отступ (наружу от контактной площадки), для пасты – отрицательный (внутри контактной площадки).

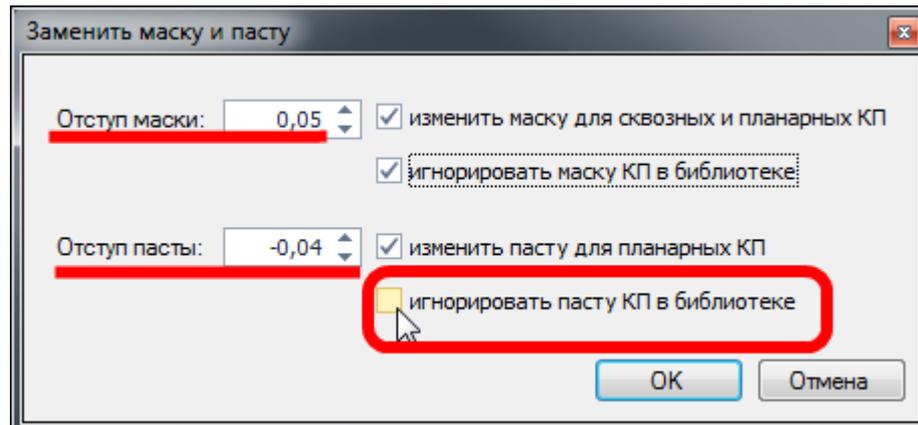


Рис. 191. Установка отступов для пасты и маски

В случае, если требуется заменить параметры пасты и маски установленные при создании посадочного места, то необходимо отметить флагом поля «игнорировать маску/пасту КП в библиотеке».

4. Нажать на кнопку «ОК», расположенную в правой нижней части окна для запуска старта операции замены или кнопку «Отмена» для отмены операции.

Сведения о выполняемых операциях замены пасты и маски отражаются в панели «Журналы». Если во время замены не произошло каких-либо ошибок, то на экране будет отображено сообщение «Операция успешно завершена», см. Рис. 192.

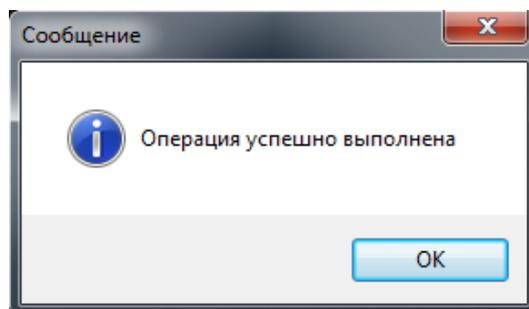


Рис. 192. Замена пасты и маски успешно завершена



ВАЖНО! Операция замены пасты и маски не предполагает обычной отмены действия. Поэтому, если вы не уверены в параметрах замены, сохраните проект до начала операции.

10 Изменение посадочного места компонента

10.1 Общие сведения об изменении посадочных мест

В процессе проектирования печатных плат может возникнуть ситуация, когда необходимо на конкретной плате изменить параметры какого-либо посадочного места. При этом такое изменение будет характерно только для данного проекта и не должно затрагивать библиотеку ЭРИ.

Для решения подобного рода задач в системе Delta Design предусмотрен механизм редактирования посадочного места на плате. Данный механизм позволяет изменять посадочные места «по месту», не внося изменения в библиотеку. Измененное посадочное место сохраняется во внутренней библиотеке проекта, и, при необходимости, может быть добавлено к общей библиотеке ЭРИ.

10.2 Механизм изменения посадочных мест

Для того чтобы изменить посадочное место компонента на плате необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать посадочное место, которое необходимо изменить.
2. Вызвать контекстное меню и выбрать пункт «Редактировать», см. Рис. 193.

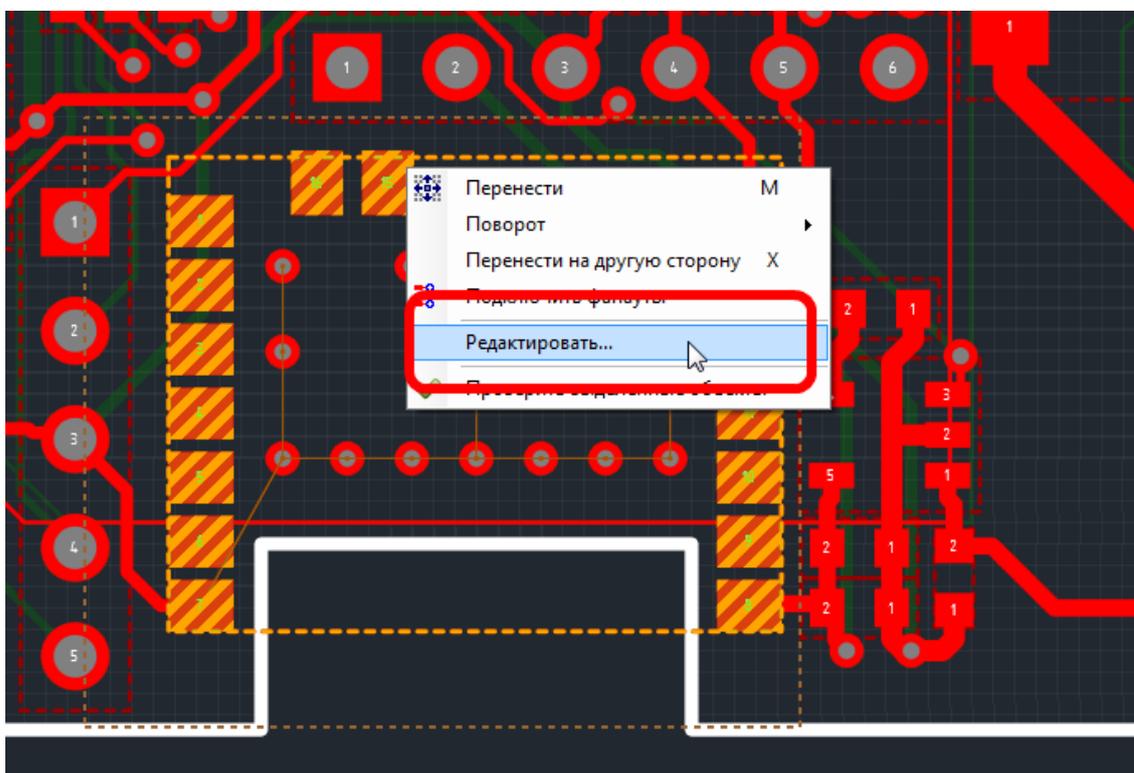


Рис. 193. Изменение посадочного места на плате

3. Внести изменения в посадочное место, используя инструменты открывшегося редактора посадочных мест.

Приложение А Слои печатной платы

10.3 Список групп слоев

В Delta Design для создания печатных плат используются несколько групп слоев, которые детализуются отдельными слоями, входящими в эти группы. Все слои имеют названия, записываемые заглавными латинскими буквами. Для работы доступны следующие группы:

- Проводящие
- Маска и паста
- Шелкография
- Сборочные
- Служебные
- Документирующие

10.4 Описание слоев

А.1.1 Проводящие

Слои группы «Проводящие» предназначены для создания проводящих слоев платы. В состав слоев 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.

А.1.2 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

А.1.3 Шелкография

Слои группы «Шелкография» предназначены нанесения маркировки на плату. В состав слоев группы входят следующие слои:

- SILK_BOTTOM – нижний слой шелкографии
- SILK_TOP – верхний слой шелкографии

А.1.4 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

А.1.5 Служебные

Группа «Служебные» предназначена для отображения «внутренней» информации, системы. 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 - граница корпуса компонента (радиодетали) на нижней стороне платы
- PLACEMENT_OUTLINE_TOP - граница корпуса компонента (радиодетали) на верхней стороне платы
- BOARD_OUTLINE - слой, который предназначен для создания границ платы
- NETLINES – слой, служащий для отображения линий соединения (линий, указывающих между какими элементами проводящего рисунка необходимо проложить проводник)
- THROUGH_REGION - слой, который предназначен для отображения регионов, влияющих на все 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, а ходе проверки платы
- GLUE - слой, который предназначен для отображения капель клея

А.1.6 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.

В базовом варианте настроек системы задан всего один документирующий слой. При необходимости, разработчик может добавить неограниченное количество дополнительных документирующих слоев.

Приложение Б Правила проектирования

10.5 Правила в проекте

Правила проектирования являются частью проекта и задаются для каждого проекта отдельно. Правила для проекта создаются на основании шаблона правил. Работа с правилами осуществляется с помощью редактора управления правилами.

10.6 Типы правил проектирования

Управление правилами проектирования позволяет задавать различные конструкционные ограничения, которые должны выполняться при проектировании печатной платы. Обычно ограничения подобного рода определяют величину зазоров между различными объектами на плате и т.п.

Управление правилами проектирования в системе Delta Design позволяет задавать правила для следующих объектов:

- Треков – печатных проводников
- Переходных отверстий
- Монтажных отверстий
- Планарных контактных площадок
- Сквозных контактных площадок
- Областей металлизации
- Дифференциальных пар

Величины всех зазоров указываются в единицах, установленных в настройках системы. Параметры правил для дифференциальных пар указываются в единицах длины, заданных в системе.

10.7 Объекты, для которых задаются правила

В системе Delta Design определены следующие основные объекты, для которых могут быть заданы правила:

- Слой
- Регион
- Класс цепей
- Цепь
- Дифференциальная пара
- Отверстие (любое отверстие в плате)
- Граница платы

Слой – это проводящий слой печатной платы, в пределах которого могут применяться особые правила.

Регион – ограниченная область на слое (или на всех слоях) платы, в пределах которой могут действовать особые правила.

Класс цепей – это группа цепей, для которой могут быть заданы одинаковые правила.

Цепь – это группа объектов на плате, которые относятся к одной электрической цепи (определенной в списке цепей (нетлисте)). Цепь может содержать несколько типов объектов. Для каждого типа объектов можно задать собственные правила. К типам объектов, входящих в цепь относятся:

- Печатный проводник, обозначаются как *Трек*.
- Сквозные контактные площадки, обозначаются как *СКП*.
- Планарные контактные площадки, обозначаются как *ПКП*.
- Переходные отверстия, обозначаются как *ПО*.
- Область металлизации, обозначаются как *Заливка*.
- Монтажное отверстие, как отдельный частный случай. Такое монтажное отверстие становится аналогом сквозной контактной площадки.

Дифференциальная пара – пара цепей, используемая для организации дифференциальной линии, для которой задаются специальные правила.

Отверстие (любое) – любое отверстие, просверленное в печатной плате. Глухие и внутренние переходные отверстия влияют только на те слои, на которых они расположены. Отверстия обозначаются как *Отв*.

Граница платы – края конструкции платы. Границы платы обозначаются как *Край*.

Правила в редакторе разделены по следующим типам:

- Зазоры – в данном типе правил определяются расстояния между различными объектами на плате. Зазоры разделяются на категории:
 - *По слоям*, в которой определяются зазоры между отверстиями, отверстиями и краем платы, областью металлизации и краем платы. Параметры расположения глухих и внутренних переходных отверстий задаются отдельно.
 - *Цепь к самой себе*, в которой определяются зазоры между объектами, входящими в состав одной цепи.
 - *Цепь к другим цепям*, в которой определяются зазоры между объектами, входящими в состав разных цепей.
- Физические параметры – в данном типе правил определяются параметры объектов.
- Разрешение на трассировку – в данном типе правил для цепей определяется возможность трассировки по тому или иному слою, и возможность установки переходных отверстий.

10.8 Определение правил зазоров

Б.1.1 Категории правил зазоров

Правила зазоров делятся на следующие категории:

- Зазоры по слоям, раздел Б.1.2.
- Зазоры цепей к другим цепям, раздел Б.1.3.
- Зазоры цепей к самим себе, раздел Б.1.4.

Величина зазоров устанавливаются в единицах длины, которые заданы в стандартах системы.

Б.1.2 Зазоры по слоям

Зазоры по слоям определяют зазоры между:

- Любыми отверстиями в плате, см. Рис. 194, обозначается как «Отв. к Отв.». Зазор определяет зону вокруг отверстия, в которой запрещается располагать любой элемент другого отверстия.

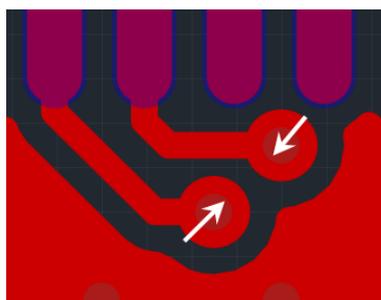


Рис. 194. Зазор между отверстиями

- Любым отверстием и границей платы, см. Рис. 195, обозначается как «Отв. к краю». Зазор определяет размер области на границе платы, в которой запрещается располагать любой элемент какого-либо отверстия.

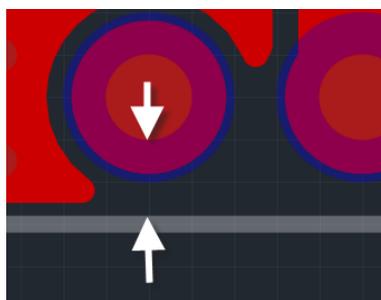


Рис. 195. Зазор между любым отверстием и границей платы

- Между любым электрическим объектом (цепью) и краем платы, см. Рис. 196, обозначается как «Медь к краю». Зазор определяет размер области на границе платы, в которой запрещено располагать любой электрический объект.

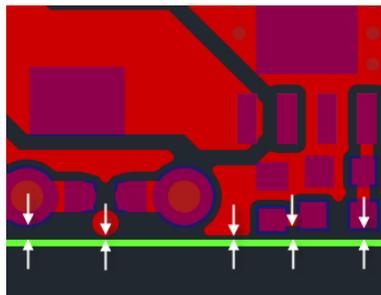


Рис. 196. Зазор между границей платы и любым электрическим объектом (цепью)

Б.1.3 Зазоры цепей к другим цепям

А.1.1.1 Общие сведения о зазорах к другим цепям

В категории *Зазоры цепей к другим* определяются величины зазоров между объектами, входящими в состав цепи, и аналогичными объектами, принадлежащими другим цепям. Таким образом, реализована возможность попарно задавать зазоры между объектами, принадлежащими «своей» и «чужим» цепям. Также для цепей задаются зазоры между объектами, принадлежащими цепи и любыми отверстиями (обозначаются как «Отв.»).

К числу объектов, входящих в состав цепи относятся:

- Треки – печатные проводники
- СКП – сквозные контактные площадки
- ПКП – планарные контактные площадки
- ПО – переходные отверстия
- Заливка – область металлизации

А.1.1.2 Зазоры для треков

Зазор между треком и другим треком (входящему в состав другой цепи), см. Рис. 197, обозначается как «*Трек к Треку*». Зазор определяет область вокруг трека, в которой не может присутствовать какой-либо элемент другого трека.

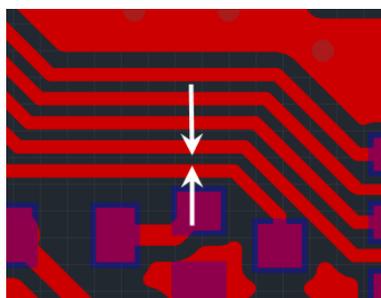


Рис. 197. Зазор между треками

Зазор между треком и сквозной контактной площадкой, см. Рис. 198, обозначается как «*Трек к СКП*». Зазор определяет область вокруг контактной площадки, в которой не может присутствовать какой-либо элемент трека.

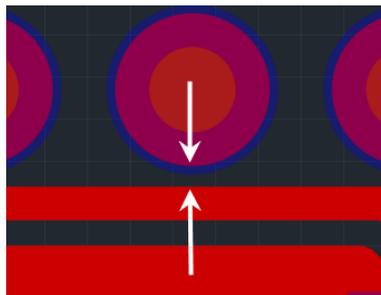


Рис. 198. Зазор между треком и сквозной контактной площадкой

Зазор между треком и переходным отверстием, см. Рис. 199, обозначается как «Трек к ПО». Зазор определяет область вокруг переходного отверстия, в которой не может присутствовать какой-либо элемент трека.

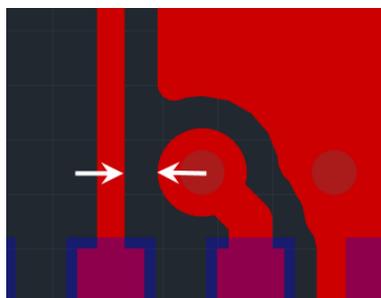


Рис. 199. Зазор между треком и переходным отверстием

Зазор между треком и планарной контактной площадкой, см. Рис. 200, обозначается как «Трек к ПКП». Зазор определяет область вокруг планарной контактной площадки, в которой не может присутствовать какой-либо элемент трека.

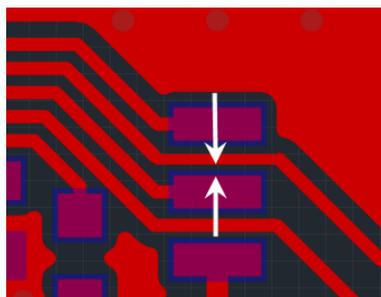


Рис. 200. Зазор между треком и планарной контактной площадкой

Зазор между треком и областью металлизации, см. Рис. 201, обозначается как «Трек к Заливке». Зазор определяет область вокруг трека, в которой запрещено размещение области металлизации. Если трек будет наложен на область металлизации, то часть области металлизации будет удалена, чтобы обеспечить необходимый зазор до трека.

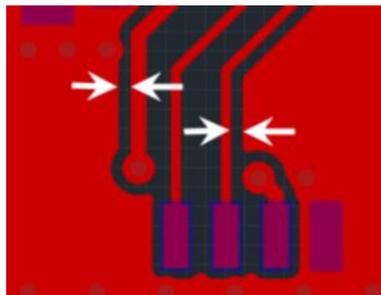


Рис. 201. Зазор между треком и областью металлизации

Зазор между треком и любым отверстием, см. Рис. 202, обозначается как «Трек к Отв.». Зазор определяет область вокруг отверстия (не учитывая наличия контактной площадки, в случаях, если она есть), в которой не может присутствовать какой-либо элемент любого трека.

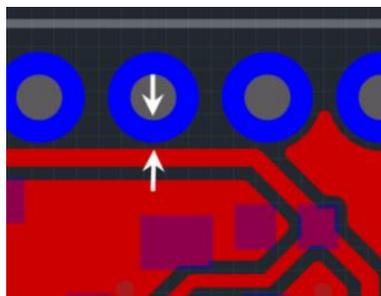


Рис. 202. Зазор между треком и отверстием

А.1.1.3 Зазоры для сквозных контактных площадок

Зазор между сквозной контактной площадкой и другой сквозной контактной площадкой (входящей в состав другой цепи), см. Рис. 203, обозначается как «СКП к СКП». Зазор определяет область вокруг сквозной контактной площадки, в которой не может присутствовать какой-либо элемент другой сквозной контактной площадки.

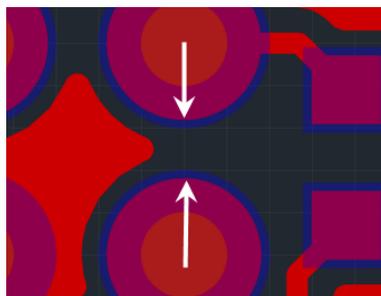


Рис. 203 Зазор между контактными площадками с отверстиями

Зазор между сквозной контактной площадкой и переходным отверстием, см. Рис. 204, обозначается как «СКП к ПО». Зазор определяет область вокруг сквозной контактной площадки, в которой не может присутствовать какой-либо элемент переходного отверстия.

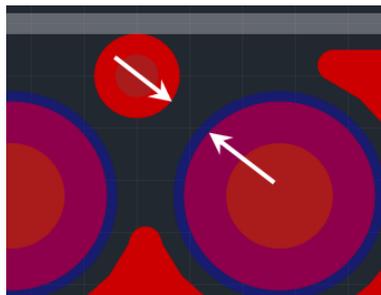


Рис. 204. Зазор между сквозной контактной площадкой и переходным отверстием

Зазор между сквозной контактной площадкой и планарной контактной площадкой, см. Рис. 205, обозначается как «СКП к ПКП». Зазор определяет область вокруг сквозной контактной площадки, в которой не может присутствовать какой-либо элемент планарной контактной площадки.

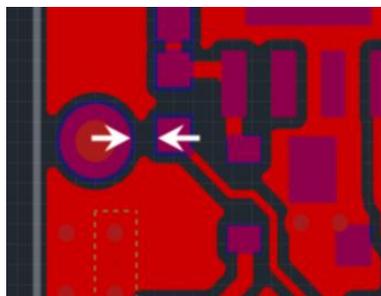


Рис. 205. Зазор между сквозной контактной площадкой и планарной контактной площадкой

Зазор между сквозной контактной площадкой и областью металлизации, см. Рис. 206, обозначается, как «СКП к Заливке». Зазор определяет область вокруг сквозной контактной площадки, в которой запрещено размещение металлизации. Если такая контактная площадка будет наложена на область металлизации, то часть области металлизации будет удалена, чтобы обеспечить необходимый зазор.

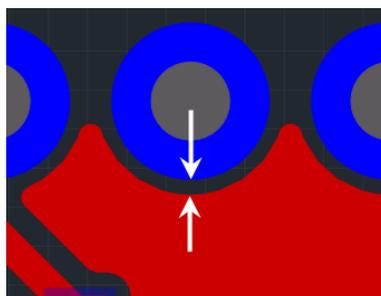


Рис. 206. Зазор между сквозной контактной площадкой и областью металлизации

Зазор между сквозной контактной площадкой и любым отверстием, см. Рис. 207, обозначается как «СКП к Отв.». Зазор определяет область вокруг сквозной контактной площадки, в которой не может присутствовать какой-либо элемент любого отверстия.

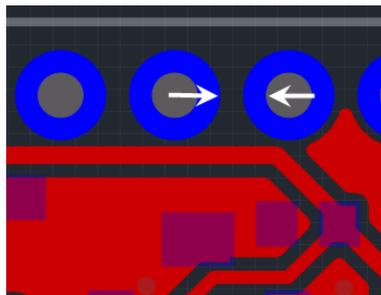


Рис. 207. Зазор между сквозной контактной площадкой и каким-либо другим отверстием

А.1.1.4 Зазоры для переходных отверстий

Зазор между переходным отверстием и другим переходным отверстием (входящим в состав другой цепи), см. Рис. 208, обозначается как «ПО к ПО». Зазор определяет зону вокруг переходного отверстия, в которой не может присутствовать какой-либо элемент другого переходного отверстия.

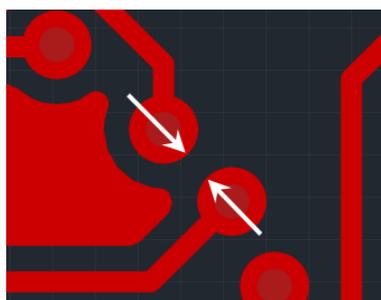


Рис. 208. Зазор между переходным отверстием и другим переходным отверстием

Зазор между переходным отверстием и планарной контактной площадкой, см. Рис. 209, обозначается как «ПО к ПКП». Зазор определяет зону вокруг переходного отверстия, в которой не может присутствовать какой-либо элемент планарной контактной площадки.

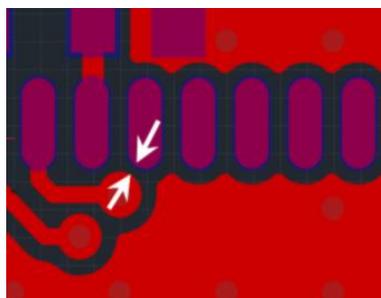


Рис. 209. Зазор между переходным отверстием и планарной контактной площадкой

Зазор между переходным отверстием и областью металлизации, см. Рис. 210, обозначается как «ПО к Заливке». Зазор определяет область вокруг переходного отверстия, в которой запрещено размещение металлизации. Если переходное

10.8 Определение правил зазоров

отверстие будет наложено на область металлизации, то часть области будет удалена, чтобы обеспечить необходимый зазор.

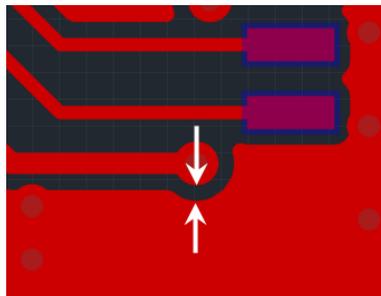


Рис. 210. Зазор между переходным отверстием и областью металлизации

Зазор между переходным отверстием и любым отверстием, см. Рис. 211 обозначается как «ПО к Отв.». Зазор определяет область вокруг переходного отверстия (рассчитывается от края контактной площадки ПО), в которой не может присутствовать какой-либо элемент любого отверстия.



Рис. 211. Зазор между переходным отверстием и любым другим отверстием

А.1.1.5 Зазоры для планарных контактных площадок

Зазор между планарной контактной площадкой и другой планарной контактной площадкой (в том числе, входящей в состав другой цепи), см. Рис. 212, обозначается как «ПКП к ПКП». Зазор определяет область вокруг планарной контактной площадки, в которой не может присутствовать элемент другой планарной контактной площадки (входящей в состав другой цепи).

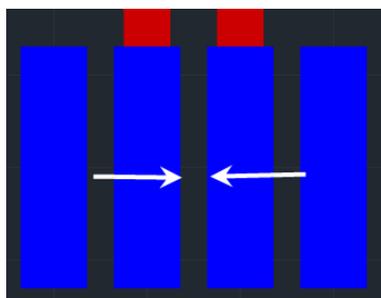


Рис. 212. Зазор между планарной контактной площадкой и другой планарной контактной площадкой

10.8 Определение правил зазоров

Зазор между планарной контактной площадкой и областью металлизации, см. Рис. 213, обозначается как «ПКП к Заливке». Зазор определяет область вокруг планарной контактной площадки, в которой запрещено размещение металлизации. Если планарная контактная площадка будет наложена на область металлизации, то часть области будет удалена, чтобы обеспечить необходимый зазор.

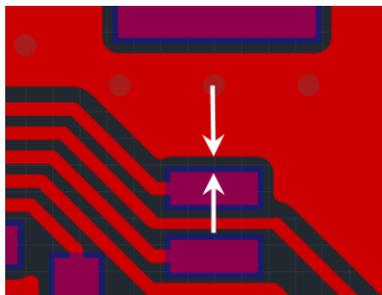


Рис. 213. Зазор между планарной контактной площадкой и областью металлизации

Зазор между планарной контактной площадкой и любым отверстием, см. Рис. 214, обозначается как «ПКП к Отв.». Зазор определяет область вокруг планарной контактной площадки, в которой не может присутствовать какой-либо элемент любого отверстия.

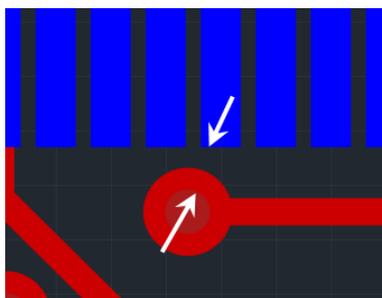


Рис. 214. Зазор между планарной контактной площадкой и любым отверстием

А.1.1.6 Зазоры для областей металлизации

Зазор между областью металлизации и другой областью металлизации (входящей в состав другой цепи), см. Рис. 215, обозначается как «Заливка к Заливке».

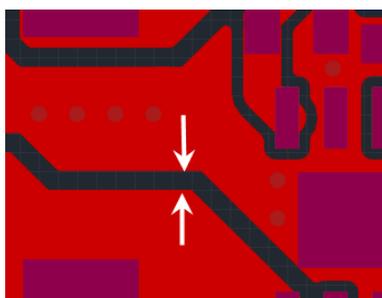


Рис. 215. Зазор между областью металлизации и другой областью металлизации

Зазор между областью металлизации и любым отверстием, см. Рис. 216, обозначается как «Заливка к Отв.». Зазор определяет область вокруг отверстия, в которой запрещено размещение металлизации. Если отверстие будет наложено на область металлизации, то часть области будет удалена, чтобы обеспечить необходимый зазор.

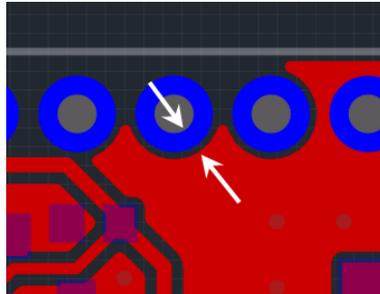


Рис. 216. Зазор между областью металлизации и любым отверстием

Б.1.4 Зазоры цепей к самим себе

Зазоры цепей к самим себе в целом идентичны зазорам между цепью и другими цепями. Разница проявляется в расчете следующих зазоров:

Зазор между треком и другим треком (входящему в ту же цепь) обозначается как «Трек к Треку». При расчете области зазора игнорируется сторона соединения треков, перпендикулярная оси трека см. Рис. 217.

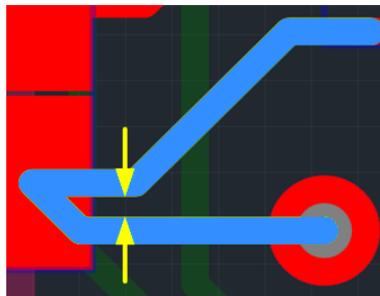


Рис. 217. Зазор «Трек к треку» для соседних треков

10.9 Определение правил физических параметров

Б.1.5 Категории правил физических параметров

Правила физических параметров делятся на следующие категории:

- *Треки* – набор параметров, описывающий печатные проводники, см. раздел Б.1.6.
- *Дифференциальная пара* – набор параметров, описывающий дифференциальные пары, см. раздел Б.1.7.

Значение физических параметров для треков и переходных отверстий устанавливаются в единицах длины, которые заданы в стандартах системы.

Б.1.6 Физические параметры треков

К физическим параметрам треков (печатных проводников) относятся:

- *Ширина трека* – ширина печатного проводника. Ширина задается в целом для части цепи, расположенной на слое. Для определения ширины задается минимальное и максимальное значения: [0,5;0,8].
- *Реальная ширина* – данный параметр показывает ширину размещенного на плате трека (если трек уже размещен). Данные показываются для частей цепи, которые расположены на разных слоях. Отображается минимальное и максимальное значения ширины трека, размещенного на данном слое: [0,6;0,7].
- *Трассировка трека* – установка разрешений на трассировку цепи (по слоям). Разрешения указываются в бинарном виде (да/нет). Разрешение/запрещение трассировки действует на слое или в пределах региона.
- *Размещение ПО* - разрешение/запрещение на установку переходных отверстий на слое при трассировке цепи.



Примечание. Трассировка трека и размещение ПО напрямую связаны с правилами разрешения трассировки, см. раздел 10.10.

Б.1.7 Физические параметры дифференциальных пар

К физическим параметрам дифференциальных пар относятся:

- Дифференциальный параметр

Дифференциальный параметр это группа значение. В его состав входят следующие компоненты:

- Номинальная величина зазора между треками дифференциальной пары
- Допуск на увеличение зазора между треками дифференциальной пары
- Допуск на уменьшение зазора между треками дифференциальной пары
- Минимально допустимое значение зазора между треками дифференциальной пары, которое допустимо на ограниченных участках. Используется для сужения или расширения

Значения устанавливаются в единицах длины, которые заданы в стандартах системы.

10.10 Определение правил разрешения трассировки

Правила разрешения трассировки указываются в двоичном виде (да/нет). Для каждой цепи доступно:

- разрешение/запрещение трассировки на слое и/или в пределах региона
- разрешение/запрещение на установку переходных отверстий на слое и/или регионе при трассировке цепи

