

ПРОГРАММА ДЛЯ ЭВМ «МАКС.EDA»
Руководство пользователя по эксплуатации

Аннотация

Настоящий документ (далее — Руководство) распространяется на программу для ЭВМ «Макс.EDA» (далее — Программа).

Данное Руководство содержит сведения для работы с Программой.

В разделе «Назначение Программы» указаны детальные сведения о назначении Программы.

В разделе «Условия выполнения Программы» указан минимальный состав аппаратных и программных средств, требования к квалификации оператора.

В разделе «Графический интерфейс Программы» описаны элементы пользовательского интерфейса Программы.

В разделе «Управление библиотеками» указана последовательность действий по подготовке в Программе компонентов для дальнейшей работы.

В разделе «Управление проектами» указана последовательность действий по подготовке в Программе проектов для дальнейшей работы.

В разделе «Работа в редакторе схем» указана последовательность действий пользователей, обеспечивающих создание всех типов электрических схем в виде конструкторских документов, необходимых для описания изделия.

В разделе «Работа в редакторе плат» указана последовательность действий пользователей по работе в визуальном 2D/3D-редакторе топологии печатных плат.

Содержание руководства постоянно уточняется и дополняется в процессе доработки Программы (выпуска новых версий).

1. Назначение Программы

1.1. Область применения Программы

Программа применяется для проектирования печатных плат.

1.2. Функциональное назначение Программы

Программа обеспечивает выполнение следующих задач:

- Создание конструктива печатных плат.
- Компоновка печатных узлов.
- Формирование топологии.
- Формирование данных для производства.
- Проведение инженерных расчетов.

1.3. Функции, выполняемые Программой

Программа выполняет следующие функции:

- Загрузка, редактирование, сохранение и закрытие проекта.
- Создание, открытие, редактирование, закрытие, удаление документов проекта.
- Добавление в проект необходимых компонентов из базы данных.
- Размещение условных графических обозначений компонентов на схеме.
- Добавление графических примитивов и текстовых надписей.
- Нумерация компонентов схемы.
- Создание электрических правил и контроль нарушений.
- Синхронизация схемы и платы.
- Размещение посадочных мест.
- Создание линий соединения.
- Создание на плате трекров, переходных отверстий, контактных площадок.
- Интерактивная трассировка плат.
- Генерация файлов для производства.
- Экспорт 3D-модели платы.
- Вывод информации о статусе работы Программы.

1.4. Формат данных, используемых Программой

Для экспорта и импорта проектной информации используется собственный формат данных — файлы формата PRJ.

Файл формата PRJ (расширение **.prj**) содержит в себе данные проекта, актуальные на момент сохранения файла.

2. Условия выполнения Программы

2.1. Минимальный состав аппаратных средств

Программа функционирует в составе аппаратуры АРМ.

В таблице представлен минимальный состав аппаратных средств для работы с Программой.

Таблица 1. Минимальный состав аппаратных средств

Оборудование компьютера	Минимальное требование
Процессор	64-разрядный (x64) процессор с тактовой частотой от 2.5 ГГц
Оперативная память	8 ГБ
Видеокарта	Графические карты с поддержкой полноцветного режима True Color и OpenGL
Жесткий диск (свободное пространство)	1 ГБ
Средства ввода	Клавиатура, манипулятор «мышь»

2.2. Минимальный состав программных средств

В таблице представлен минимальный состав программных средств для работы с Программой.

Таблица 2. Минимальный состав программных средств

Программное обеспечение	Требуемая версия
Операционная система	Windows 10 64 бит
PostgreSQL	14.0

В рабочей среде на базе ОС Windows, подготовленной к установке Программы, должны быть установлены библиотеки Microsoft Visual C++ 2015—2022 Redistributable x64.

2.3. Требования к квалификации оператора

До начала работы с Программой пользователь должен изучить данное Руководство.

Пользователь должен иметь опыт работы с персональным компьютером на базе операционной системы, установленной на АРМ, на уровне квалифицированного пользователя и свободно осуществлять базовые операции с использованием стандартного интерфейса операционной системы.

2.4. Лицензирование работы с Программой

Для корректной работы программного обеспечения необходимо постоянное подключение к серверу лицензии. Получение лицензии и организация лицензионной работы рассматривается в документе «Инструкция по лицензированию работы программы «Макс.EDA».

3. Графический интерфейс Программы

3.1. Запуск Программы

Для запуска Программы в среде Windows служит исполняемый файл *eda.exe*, размещенный в рабочем каталоге. Для автоматизации запуска рекомендуется создать ярлык Программы и разместить его на рабочем столе операционной системы или в любом удобном месте.

Если отсутствует подключение к серверу лицензии, то будет отображено окно с сообщением об ошибке (см. [рисунок 1](#)).

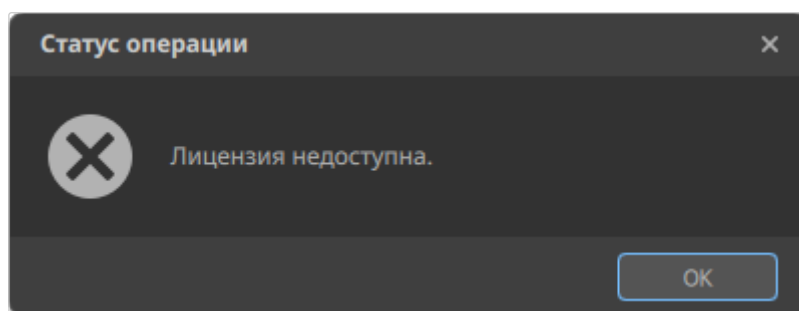


Рисунок 1. Сообщение об ошибке подключения к серверу лицензии

3.2. Графический интерфейс

Главное окно Программы представлено на следующем рисунке.

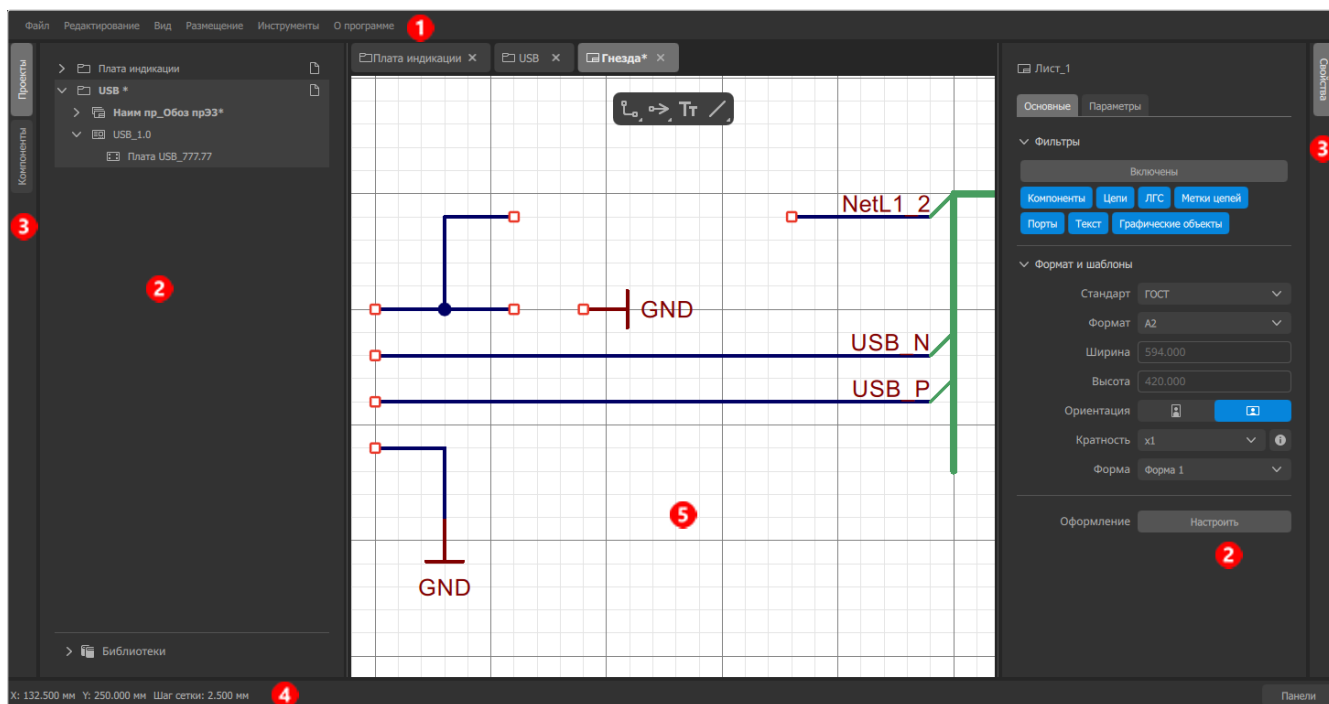


Рисунок 2. Главное окно Программы

Главное окно Программы включает:

- ❶ — строка меню;
- ❷ — рабочие панели;
- ❸ — вкладки панелей;
- ❹ — строка состояния;
- ❺ — рабочая область.

3.3. Адаптивное меню

Главное меню Программы является адаптивным, то есть в нем отображаются пункты и команды, соответствующие действиям пользователя, работающего с определенным типом документа.

Если в Программе не открыт ни один документ либо пользователь открыл вкладку со свойствами проекта, то в меню отображаются только пункты «Файл», содержащий список команд управления проектом и библиотеками, и «О программе», содержащий команду для вызова справки.

В таком случае в выпадающем списке «Файл» отображаются команды:

- «Создать» — содержит дополнительный пункт «Проект», предназначенный для создания нового проекта;
- «Открыть проект» — позволяет открыть проект через менеджер проектов;
- «Сохранить» — предназначена для сохранения проекта на диск;
- «Сохранить все» — предназначена для одновременного сохранения всех открытых документов;
- «Импорт» — содержит дополнительные пункты:
 - «Библиотека Altium Designer» — предназначен для импорта в проект данных из файлов типа IntLib и SchLib, созданных в EDA-системе Altium Designer;
 - «Проект Altium Designer» — предназначен для импорта в Программу проекта из файла типа PrjPcb, созданного в EDA-системе Altium Designer.
- «Очистить библиотеку» — предназначена для полного удаления всех компонентов из загруженной библиотеки.
- «Выход» — предназначена для завершения работы с Программой.

При открытии документа со схемой электрической или печатным узлом в меню дополнительно присутствуют списки команд «Редактирование», «Вид», «Размещение» и «Инструменты». Подробнее о командах, доступных в меню редактора схем и редактора плат, а также их применении см. [Работа в редакторе схем](#) и [Работа в редакторе плат](#).

При работе в редакторе схем в меню «Файл» отображается дополнительный пункт «Печать», предназначенный для печати листов открытого документа в файлы формата PDF.

При работе в редакторе печатных плат в меню «Файл» отображается дополнительный пункт «Файлы для производства», предназначенный для формирования на диске файлов в выбранном формате:

- *Gerbers и NC Drill* — Gerber-файлы слоев и файл сверловки *NC Drill*;
- *Pick&Place* — файл для станка-расстановщика компонентов.

3.4. Строка состояния

Строка состояния отображается внизу рабочего окна и предназначена для отображения вспомогательной информации, такой как текущие координаты позиции курсора, значение шага активной сетки, текущая ширина проводника в инструменте трассировки и др. Информация в строке состояния выводится при работе в редакторах схем и печатных плат.



Рисунок 3. Строка текущего состояния

3.5. Рабочие панели

Рабочие панели являются частью интерфейса пользователя, в которых отображается основная информация по проекту, документам, свойствам компонентов и объектов схем и печатных плат.

Панели выполнены в виде плавающих окон, и их содержимое адаптивно зависит от типа данных, с которыми работает пользователь.

Панели можно скрывать, освобождая рабочее пространство Программы. Для этого в области строки состояния необходимо щелкнуть по кнопке «Панели» и в открывшемся списке включить или отключить отображение требуемых панелей.

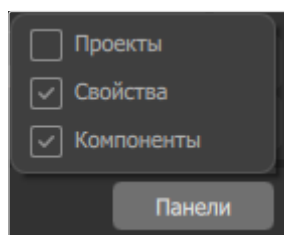


Рисунок 4. Кнопка управления видимостью панелей

3.5.1. Панель «Проекты»

Панель «Проекты» предназначена для отображения структуры проекта и открытия документов проекта в рабочей области.

Загруженные проекты, документы, библиотеки и компоненты, открытые в рабочей области, отмечаются значком . При этом светло-серым фоном подсвечено наименование документа, открытого в активной вкладке, а также

светлым фоном подсвечена структура проекта, к которому относится активный документ (см. [рисунок 5](#)).

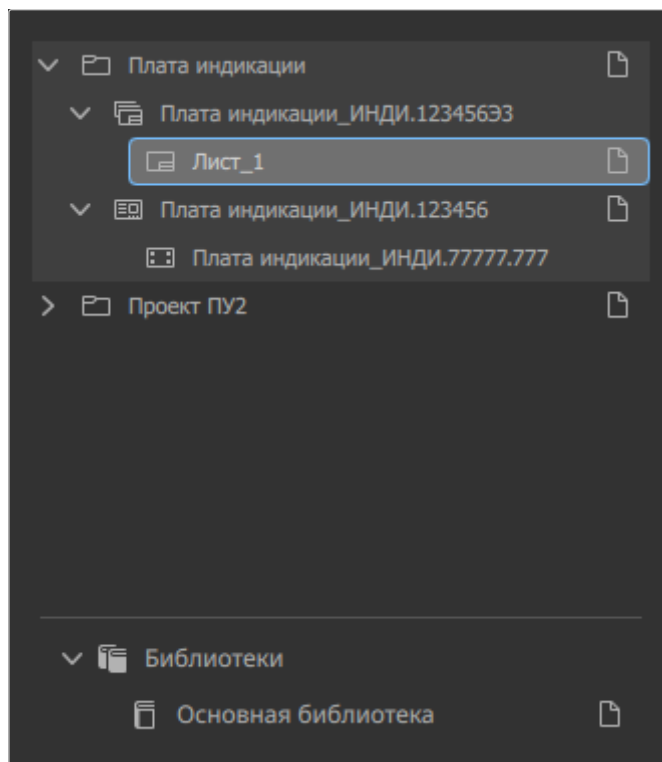


Рисунок 5. Панель «Проекты»

3.5.2. Панель «Свойства»

Панель «Свойства» предназначена для просмотра и управления свойствами документа или выбранного в рабочей области объекта.

Состав отображаемых свойств зависит от типа объекта, с которым в текущий момент работает пользователь.

Для листа документа типа «Схема» на панели «Свойства» отображаются такие параметры, как шаг видимой сетки, настройки привязки курсора и управление форматом и основной надписью.

Также для документов типа «Печатный узел» и листов документов типа «Схема» на панели «Свойства» доступна область «Фильтры», позволяющая включить или выключить возможность выделения определенного типа объектов на схеме или плате.

Лист_1

Основные Параметры

Фильтры

Включены

Компоненты Цепи ЛГС Метки цепей

Порты Текст Графические объекты

Формат и шаблоны

Стандарт ГОСТ

Формат A2

Ширина 594.000

Высота 420.000

Ориентация  

Кратность x1

Форма Форма 1

Оформление Настроить

Рисунок 6. Панель «Свойства» для листа документа типа «Схема»

Для УГО компонента, выбранного на листе, на панели «Свойства» отображаются координаты расположения точки привязки УГО, свойства компонента в проекте и атрибутивный состав объекта.

Компонент

ОбщиеВыводы

Положение

XY

335.000

317.500

Угол поворота

0°

☐ Зеркальность

Основные настройки

Поз. обозначение

C1

Примечание

=Value

Описание

Поле ввода

Тип компонента

Стандартный

Раздел спецификац...

Прочие изделия

Наименование

GRM21MR72A474KA35D

Параметры

Модели

	Имя	Значение
	Comment	=Value
	Value	0.47 мк
	PartNumber	GRM21MR72A474...
	Manufacturer	Murata
	Tolerance	±10%
	Value2	0,47 мкФ
	Case	0805
	ComponentType	Конденсатор
	Voltage	100 В

Рисунок 7. Панель «Свойства» для элемента на листе

Для графического примитива, выбранного на листе, на панели «Свойства» отображается набор его свойств и параметров. Каждый тип графических объектов имеет собственный набор таких свойств. В общем случае на панели «Свойства» отображаются координаты расположения характерных точек объекта,

геометрические параметры, графические свойства (типы и толщина линии, цвета линий и заливки). Для текста — шрифт, его стиль, а также выбор точки привязки и другие параметры.

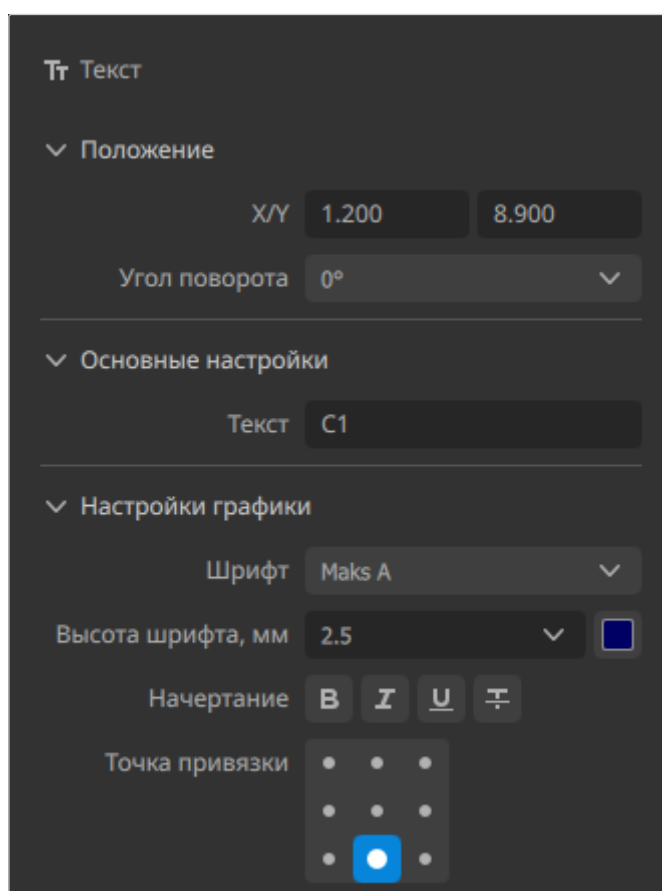


Рисунок 8. Панель «Свойства» для текста на листе

3.5.3. Панель «Компоненты»

Панель «Компоненты» предназначена для работы с библиотеками компонентов. Пользователю доступен просмотр списка компонентов, поиск компонентов, просмотр моделей, свойств и параметров выбранного компонента и размещение выбранного компонента на листе схемы.

Выбранный компонент можно разместить на листе схемы, нажав на кнопку «Разместить», или путем переноса компонента с панели на лист схемы.

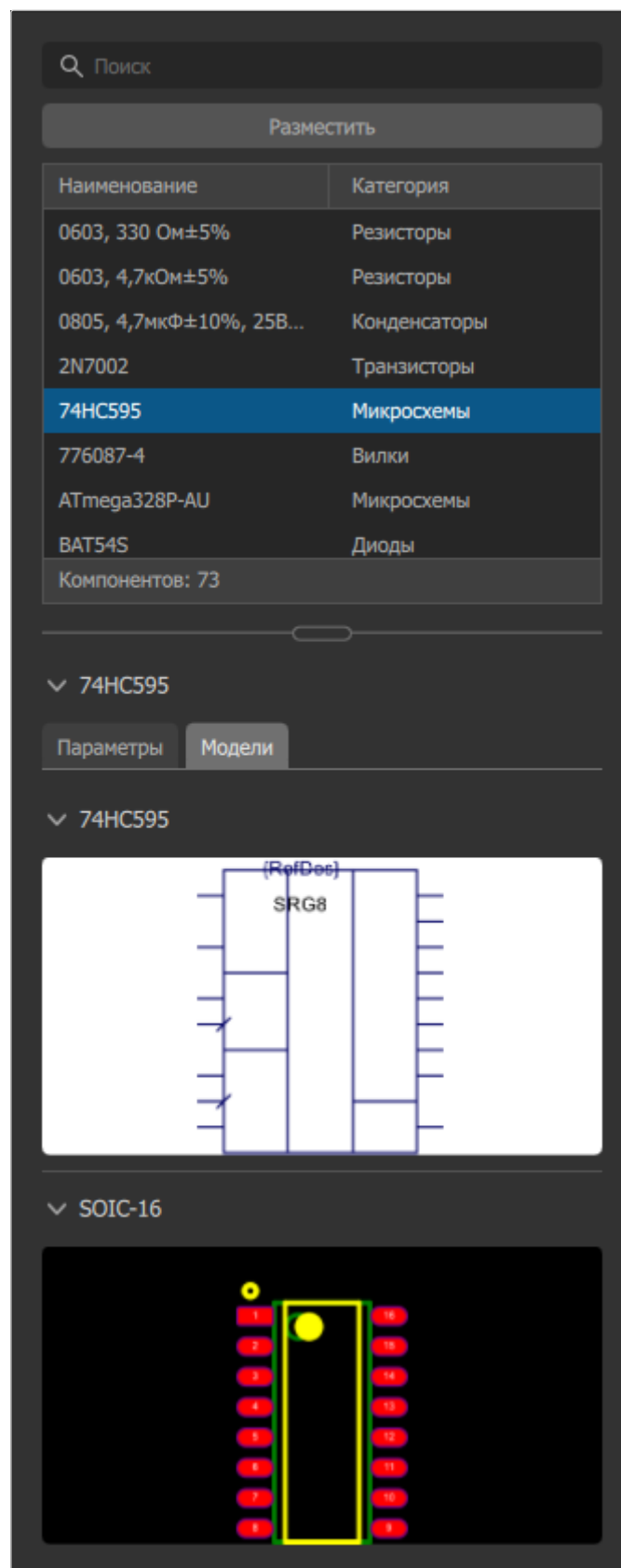


Рисунок 9. Панель «Компоненты»

4. Управление библиотеками и компонентами

В Программе предусмотрен обозреватель библиотек для управления компонентами библиотеки.

Для открытия обозревателя библиотек необходимо на панели «Проекты» в разделе «Библиотеки» выбрать требуемую библиотеку.

В открывшейся вкладке обозревателя библиотек представлена таблица компонентов библиотеки, а также их параметры и модули (см. [рисунок 10](#)).

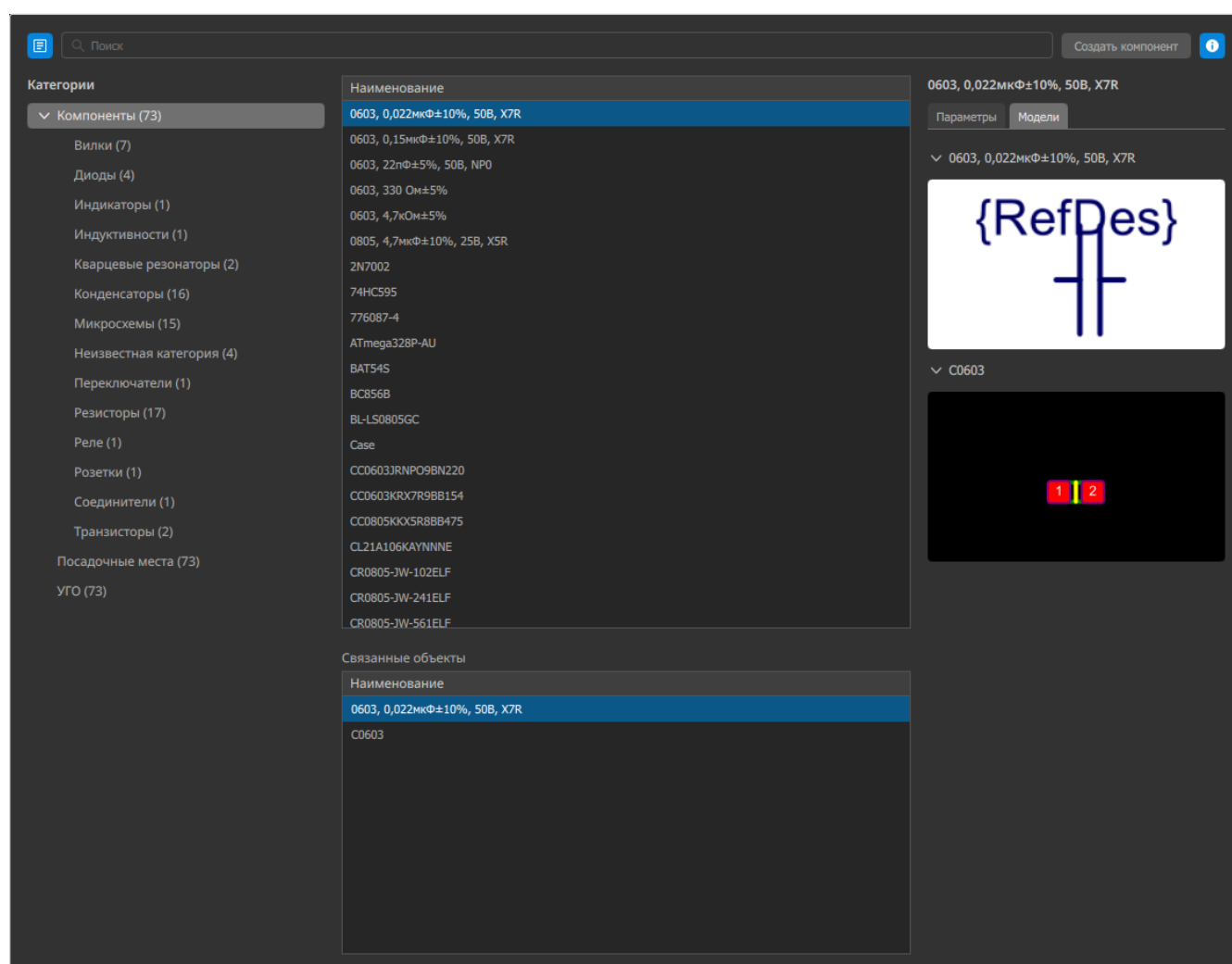


Рисунок 10. Обозреватель библиотек

В левой части обозревателя библиотек представлены категории элементов библиотек:

- Компоненты — раскрывающийся список подкатегорий компонентов библиотеки.
- Посадочные места — комбинация геометрии контактных площадок и других графических объектов, используемых для монтажа компонента на плату.

— Условные графические обозначения (УГО) — графические представления компонентов на листе схемы.

В табличном представлении отображаются наименования элементов, которые относятся к выбранной категории или подкатегории.

УГО и посадочные места, связанные с выбранным компонентом, отображаются в таблице «Связанные объекты».

В правой части обозревателя библиотек отображаются параметры и модели выбранного компонента.

При необходимости области категорий и свойств можно скрыть. Для этого необходимо нажать на кнопку  для скрытия категорий или на кнопку  для скрытия параметров и моделей.

4.1. Создание компонентов библиотеки

Для создания компонента необходимо открыть идентификационную карточку создаваемого компонента одним из следующих способов:

- 1) В обозревателе библиотек нажать на кнопку «Создать компонент», расположенную в верхнем правом углу вкладки открытой вкладки (см. [рисунок 11](#)).

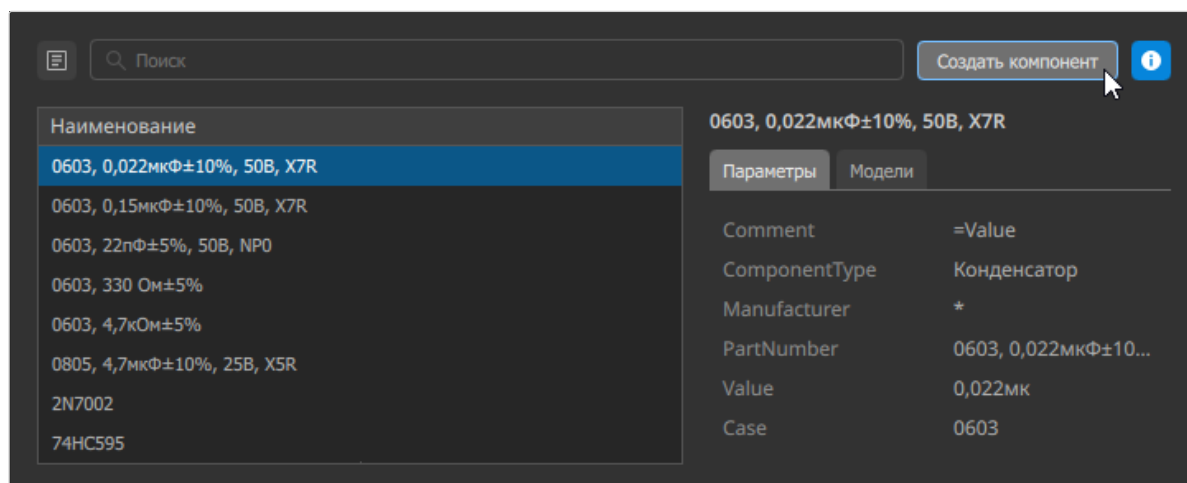


Рисунок 11. Кнопка «Создать компонент»

- 2) Нажать правой кнопкой мыши по наименованию компонента в таблице и в открывшемся контекстном меню выбрать команду «Создать» (см. [рисунок 12](#)).

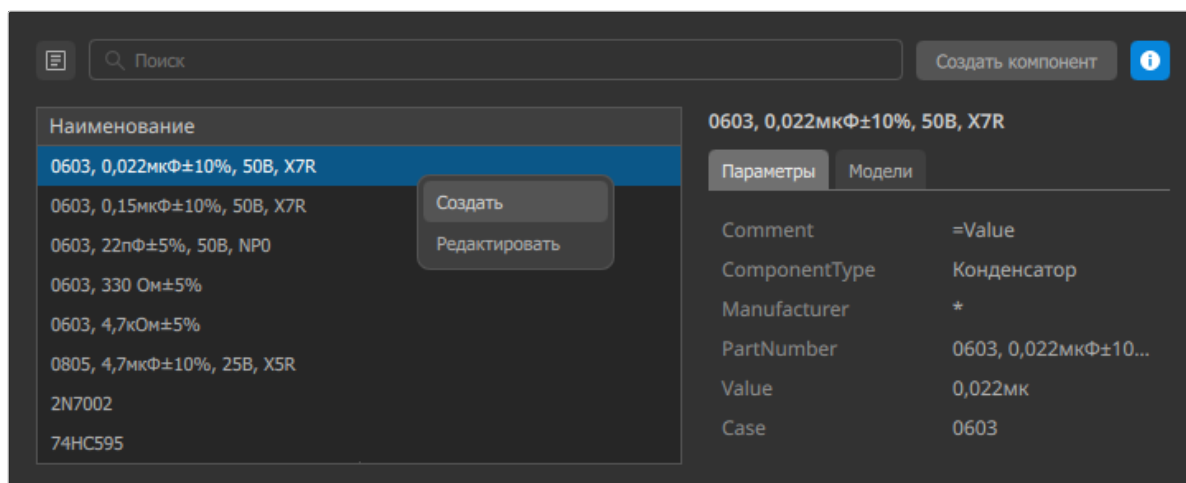


Рисунок 12. Команда «Создать» контекстного меню

В рабочей области откроется вкладка с идентификационной картой компонента, содержащей перечень свойств, параметров и моделей компонента (см. [рисунок 13](#)).

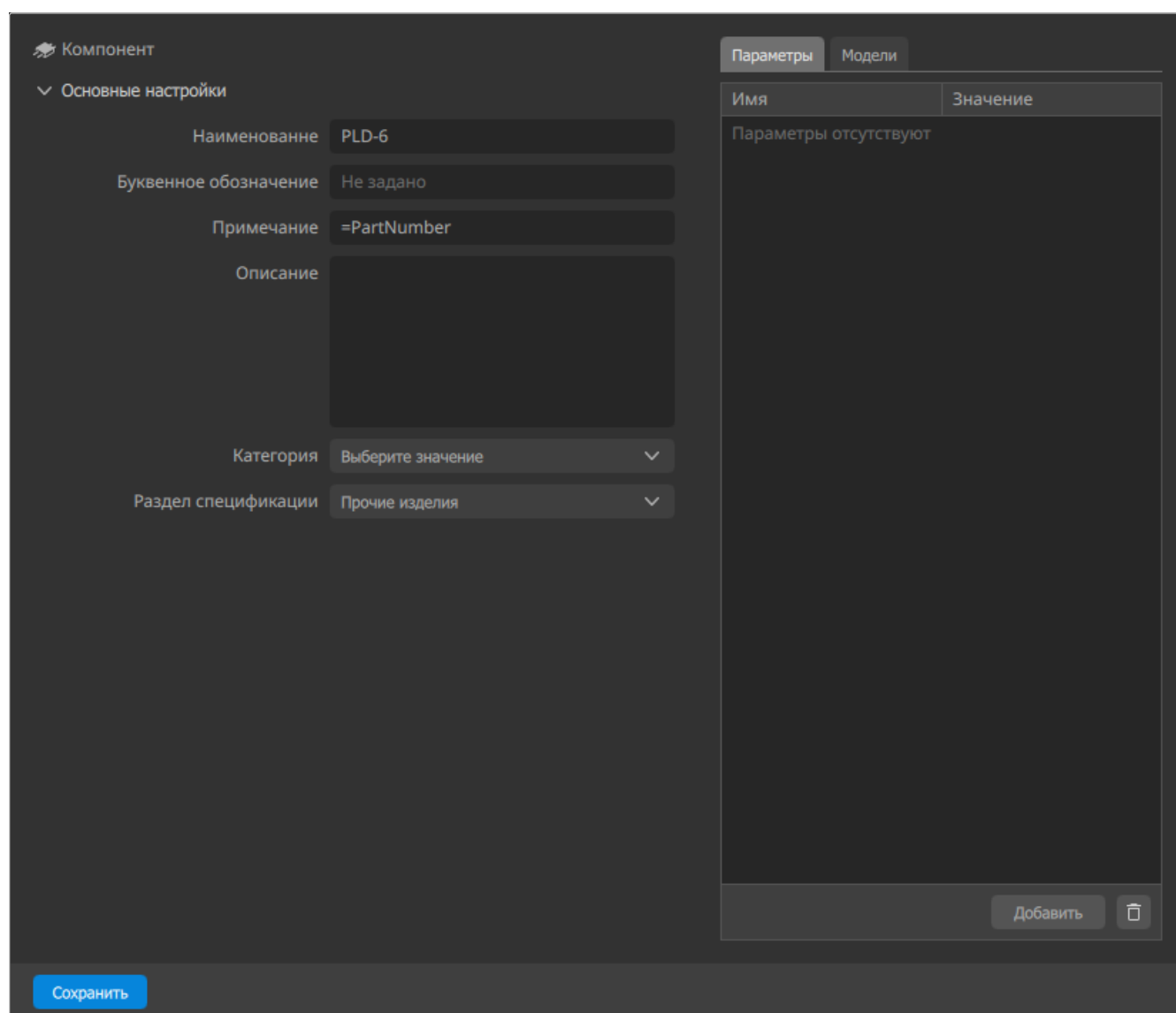


Рисунок 13. Идентификационная карта компонента

В области параметров «Основные настройки» доступны для заполнения

следующие поля:

- «Наименование» — поле обязательное для заполнения — указать наименование создаваемого компонента.
- «Буквенное обозначение» — поле обязательное для заполнения — указать буквенный код создаваемого компонента.
- «Примечание» — при необходимости указать примечание компонента.
- «Описание» — при необходимости указать описание компонента.
- «Категория» — выпадающий список с выбором значения — указать к какой категории будет относиться создаваемый компонент.

В правой части идентификационной карты компонента представлены вкладки «Параметры» и «Модели».

На вкладке «Параметры» отображаются параметры компонента. Для добавления параметра необходимо нажать на кнопку «Добавить» и в появившихся ячейках указать наименование и значение параметра (см. [рисунок 14](#)).

Имя	Значение
Comment	*
Manufacturer	*
Value	0.022мк
Параметр 4	*

Добавить

Рисунок 14. Добавление нового параметра создаваемому компоненту

Для удаления параметра необходимо щелчком левой кнопки мыши выделить требуемый параметр и нажать на кнопку . В открывшемся диалоговом окне подтвердить удаление (см. [рисунок 15](#)).

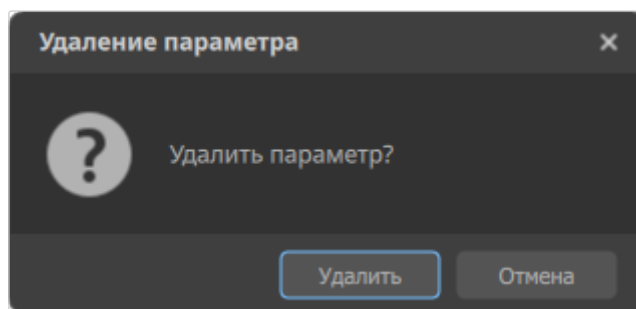


Рисунок 15. Диалоговое окно подтверждения удаления

На вкладке «Модели» содержатся разделы управления УГО и посадочных мест компонента (см. [рисунок 16](#)).

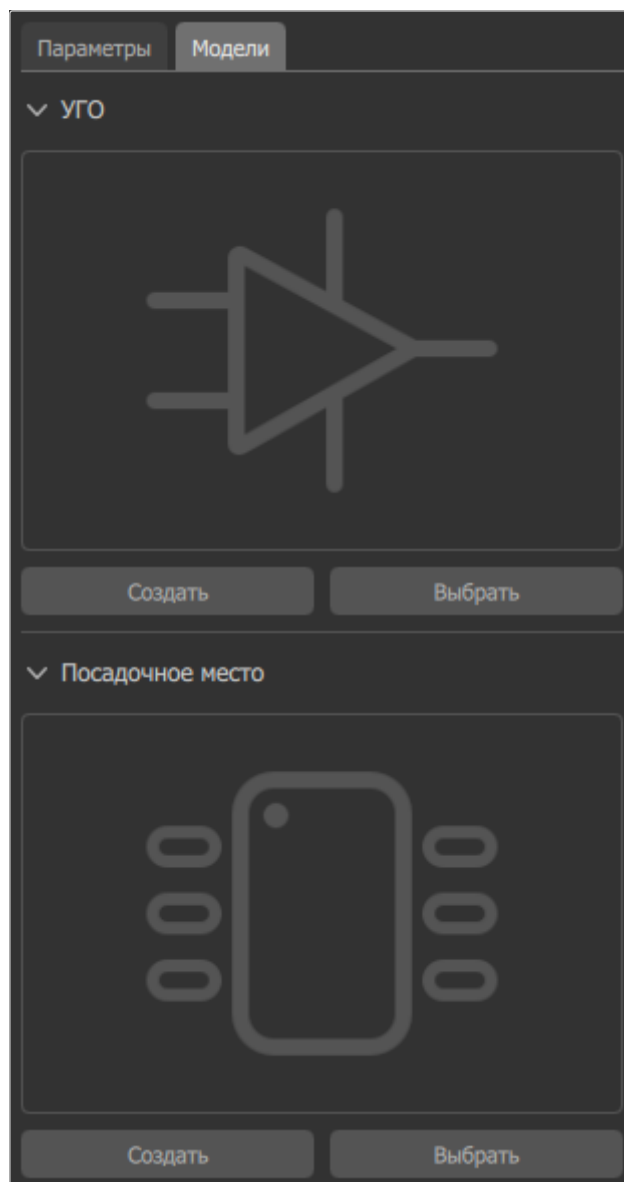


Рисунок 16. Открытая вкладка «Модели»

В разделе «УГО» расположены кнопки управления УГО создаваемого компонента:

- «Создать» — при нажатии на кнопку, в рабочей области откроется редактор УГО (см. [Создание условного графического обозначения](#)).

- «Выбрать» — после нажатия на кнопку откроется окно «Выбор УГО», где необходимо щелчком левой кнопки выделить требуемое УГО и нажать на кнопку «Выбрать» в нижней части окна (см. [рисунок 17](#)).

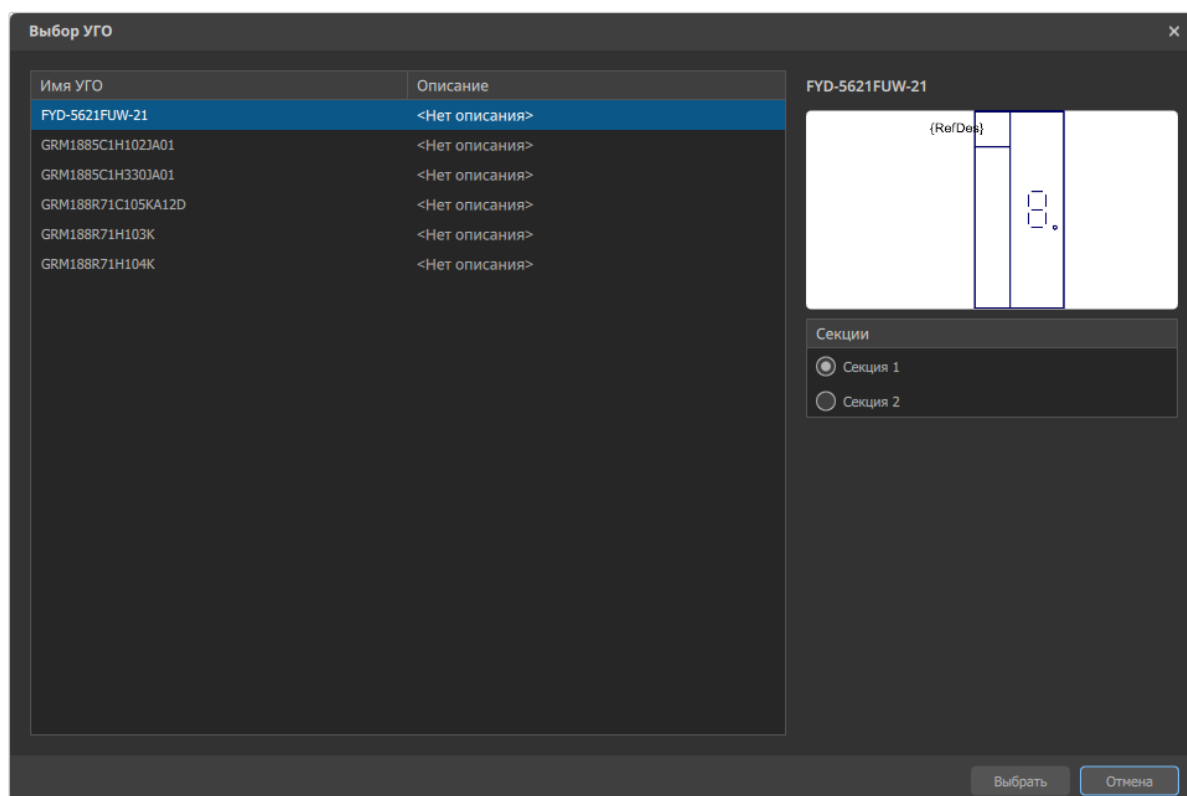


Рисунок 17. Окно «Выбор УГО»

В разделе «Посадочные места» расположены кнопки управления ПМ создаваемого компонента:

- «Создать» — после нажатия на кнопку в рабочей области откроется редактор ПМ (см. [Создание посадочных мест](#)).
- «Выбрать» — после нажатия на кнопку откроется окно «Выбор ПМ», где необходимо щелчком левой кнопки выделить требуемое ПМ и нажать на кнопку «Выбрать» в нижней части окна (см. [рисунок 18](#)).

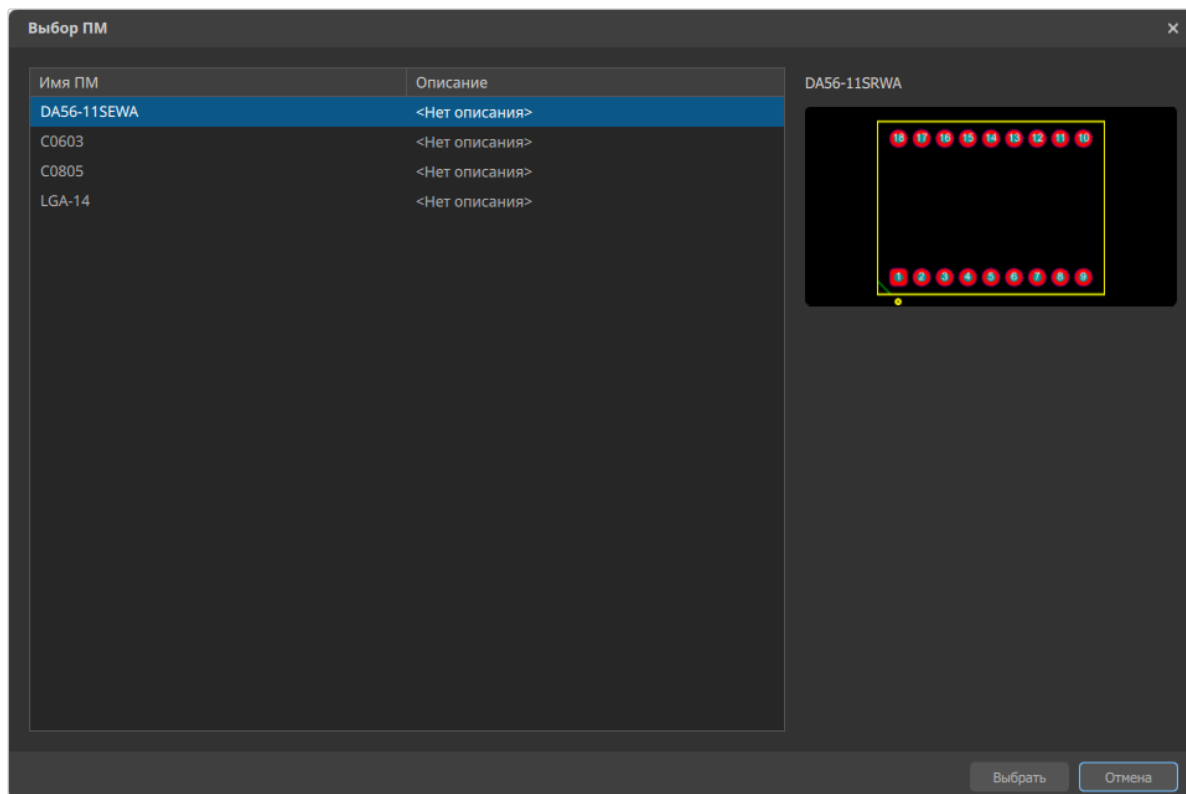


Рисунок 18. Окно «Выбор ПМ»

Для сохранения созданного компонента в библиотеку и дальнейшего использования в проектах необходимо нажать на кнопку «Сохранить», расположенную внизу идентификационной карты создаваемого компонента.

После нажатия на кнопку «Сохранить» отобразится диалоговое окно в котором необходимо подтвердить добавление нового компонента в библиотеку (см. [рисунок 19](#)).

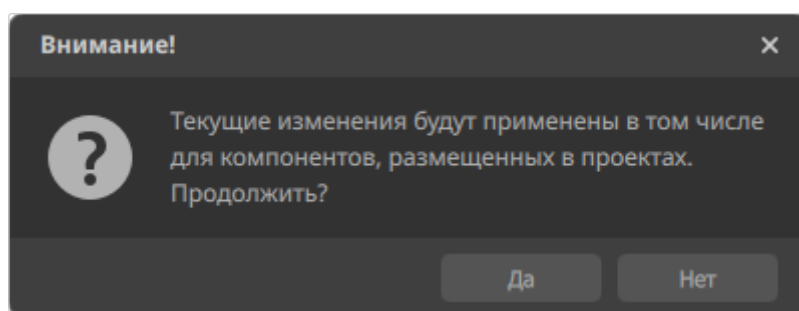


Рисунок 19. Диалоговое окно подтверждения добавления компонента

4.2. Редактирование компонентов библиотеки

Для редактирования компонента необходимо в табличном представлении перечня компонентов в обозревателе библиотек нажать правой кнопкой мыши по требуемому компоненту и в открывшемся контекстном меню выбрать пункт «Редактировать» (см. [рисунок 20](#)).

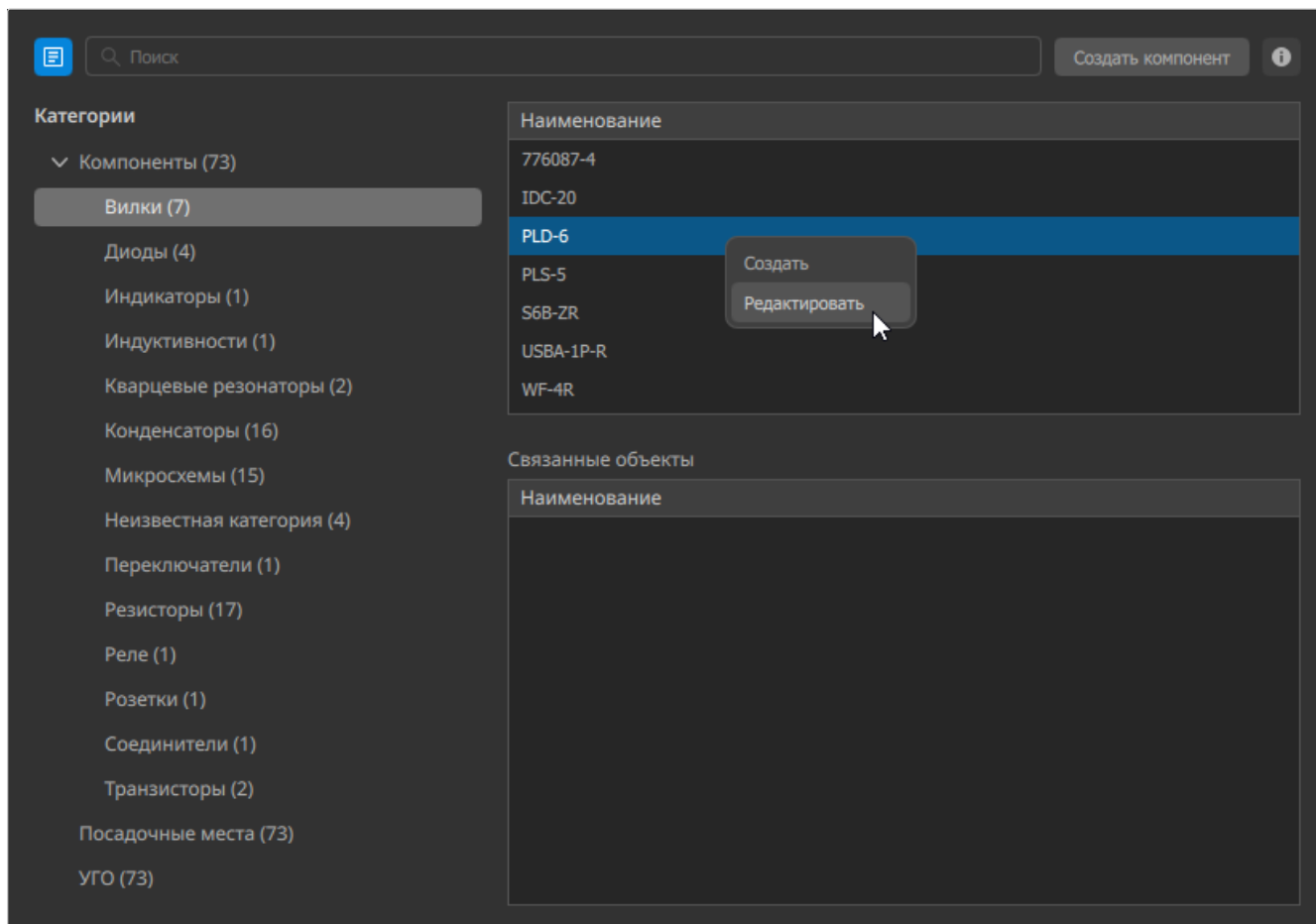


Рисунок 20. Команда «Редактировать» контекстного меню компонента

В рабочей области откроется вкладка с идентификационной картой компонента, содержащей перечень свойств, параметров и моделей компонента (см. [рисунок 21](#)).

Компонент

Основныe настройки

Наименование

STM32F103RBT6

Буквенное обозначение

D?

Примечание

=PartNumber

Описание

ARM Cortex-M3 32-bit MCU, 128 KB Flash, 20 KB Internal RAM, 51 I/Os, 64-pin LQFP, -40 to 85 degC, Tray

Категория

Микросхемы

Раздел спецификации

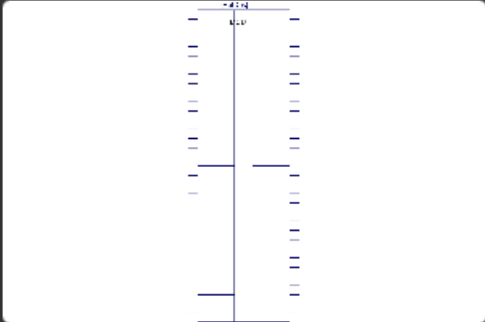
Прочие изделия

Параметры

Модели

УГО

STM32F103RBT6



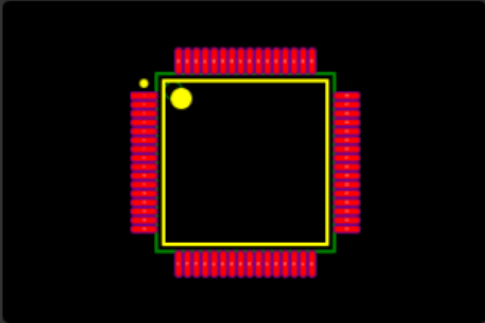
Секции

Секция 1

Секция 2

Посадочное место

LQFP-64



Сохранить

Рисунок 21. Идентификационная карта компонента

Для редактирования доступны следующие свойства компонента в группе параметров «Основные настройки»:

- «Наименование» — изменить наименование компонента.
- «Буквенное обозначение» — изменить буквенный код компонента.
- «Примечание» — изменить примечание компонента.
- «Описание» — изменить описание компонента.
- «Категория» — выпадающий список с выбором значения — изменить категорию компонента.

На вкладке «Параметры» при необходимости изменить наименования и значения параметров компонента. Для редактирования значений необходимо дважды щелкнуть левой кнопкой мыши по требуемой ячейке и указать новое значение.

Перечень параметров компонента можно дополнить. Для этого необходимо нажать на кнопку «Добавить», расположенную внизу таблицы (см. [рисунок 22](#)).

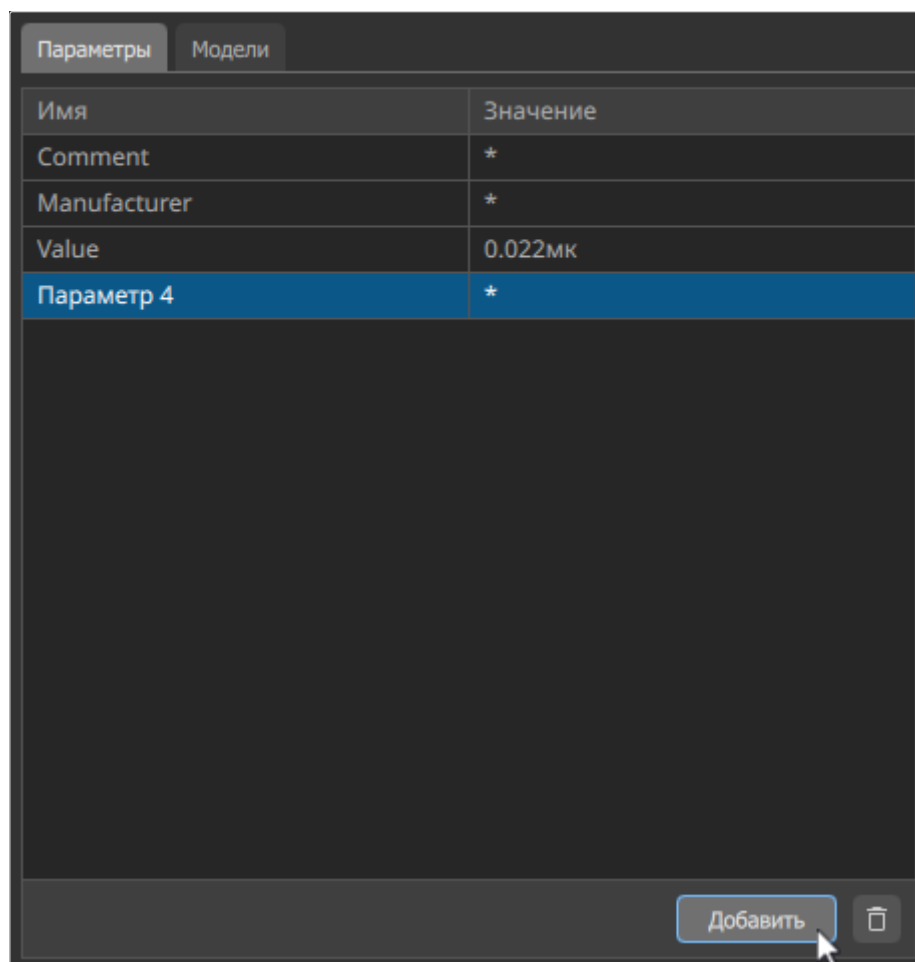


Рисунок 22. Добавление нового параметра создаваемому компоненту

Для удаления параметра необходимо выделить требуемый параметр и нажать на кнопку .

На вкладке «Модели» доступно управление назначенными компоненту УГО и ПМ.

Для управления назначенным компоненту УГО необходимо нажать на кнопку , расположенную над представлением УГО, и выбрать требуемое действие (см. [рисунок 23](#)):

- «Редактировать» — изменение назначенного УГО в редакторе УГО (см. [Работа в редакторе УГО](#)).
- «Заменить» — открытие окна «Выбор УГО». В окне необходимо щелчком левой кнопки выделить требуемое УГО и нажать на кнопку «Выбрать» в нижней части окна. Выбранное УГО будет назначено компоненту.

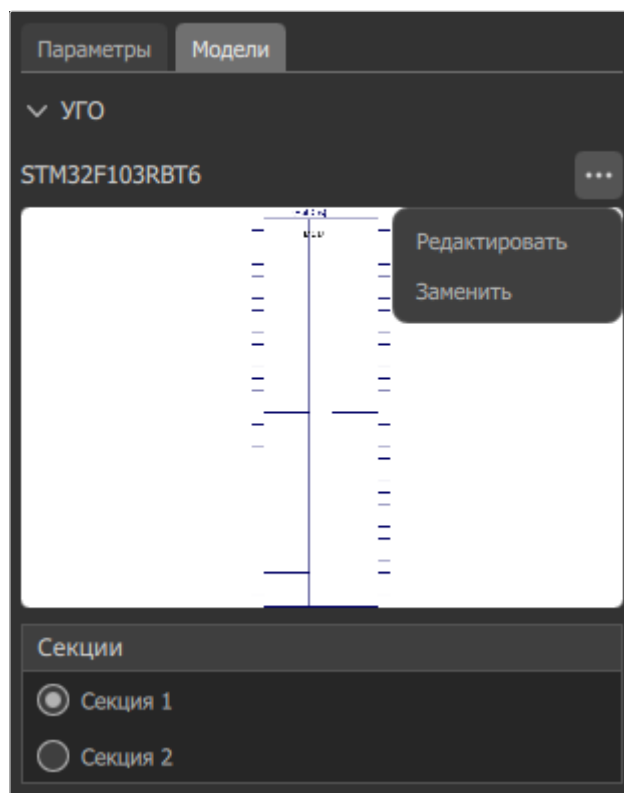


Рисунок 23. Раздел «УГО»

Для управления назначенным компоненту ПМ необходимо нажать на кнопку , расположенную над представлением ПМ, и выбрать требуемое действие (см. [рисунок 24](#)):

- «Редактировать» — изменение назначенного ПМ в редакторе ПМ (см. [Работа в редакторе посадочных мест](#)).
- «Заменить» — открытие окна «Выбор УГО». В окне необходимо щелчком левой кнопки выделить требуемое ПМ и нажать на кнопку «Выбрать» в нижней части окна. Выбранное ПМ будет назначено компоненту.

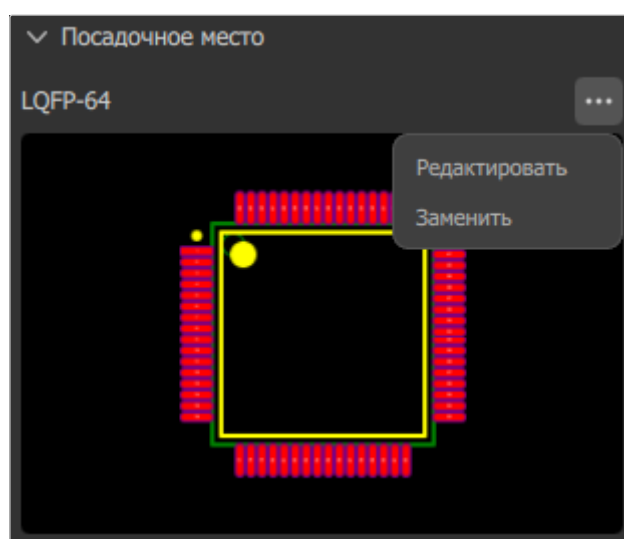


Рисунок 24. Раздел «ПМ»

Для сохранения изменений компонента необходимо нажать на кнопку «Сохранить», расположенную внизу идентификационной карты компонента.

После нажатия на кнопку «Сохранить» отобразится диалоговое окно в котором необходимо подтвердить сохранение изменений компонента в библиотеке (см. [рисунок 25](#)).

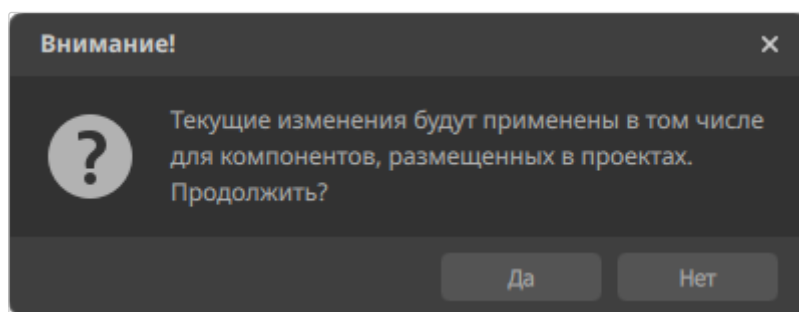


Рисунок 25. Диалоговое окно подтверждения сохранения изменений

4.3. Создание условного графического обозначения

Для создания нового УГО необходимо в идентификационной карточке компонента перейти на вкладку «Модели» и в разделе «УГО» нажать на кнопку «Создать» (см. [рисунок 26](#)).

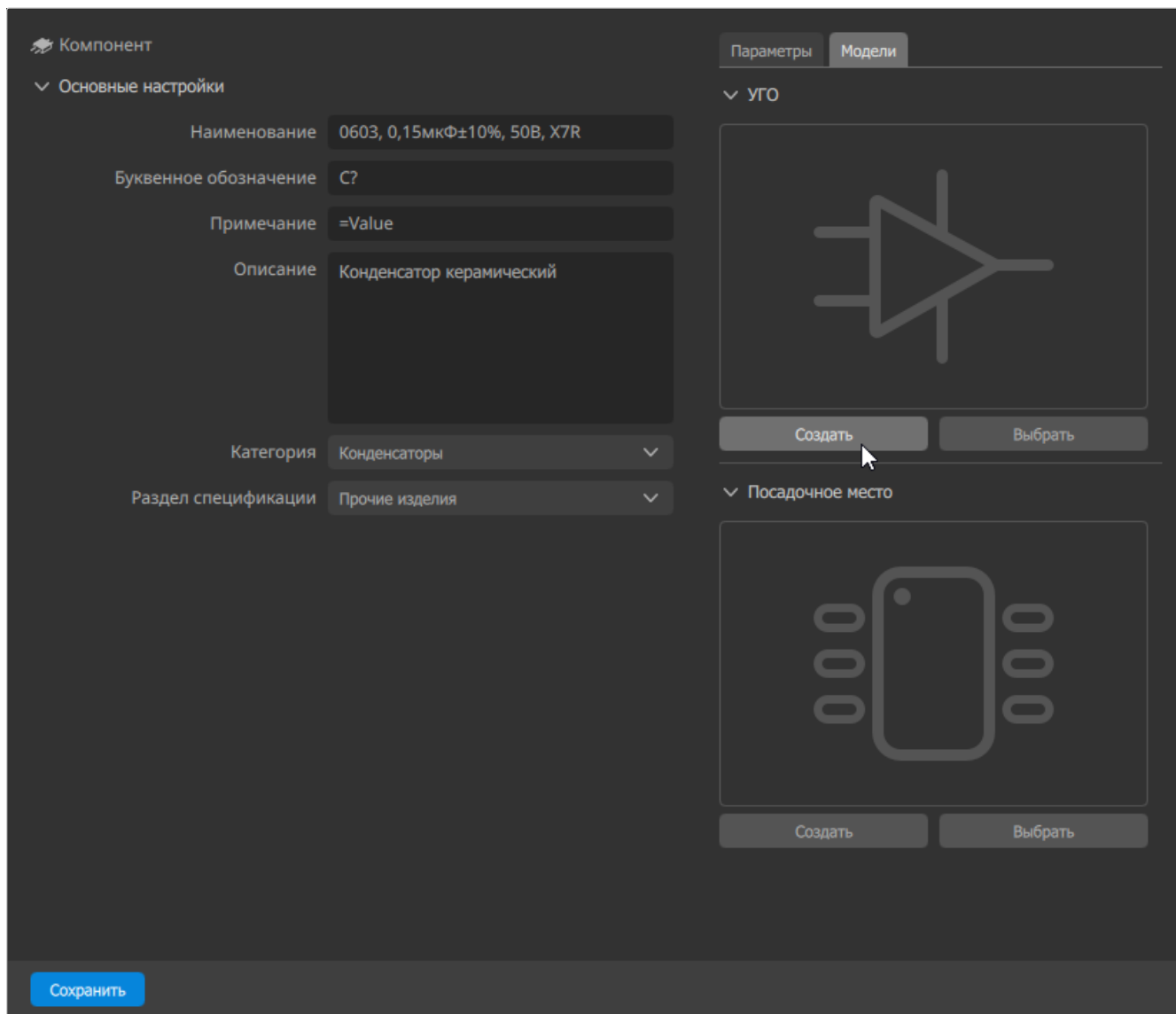


Рисунок 26. Кнопка создания УГО

В рабочей области отобразится вкладка редактора УГО. В рабочей области редактора УГО отображаются текстовые ссылки на значения параметров «Поз. обозначение» и «Примечание», а также начало координат УГО в виде перекрестия (см. [рисунок 27](#)).

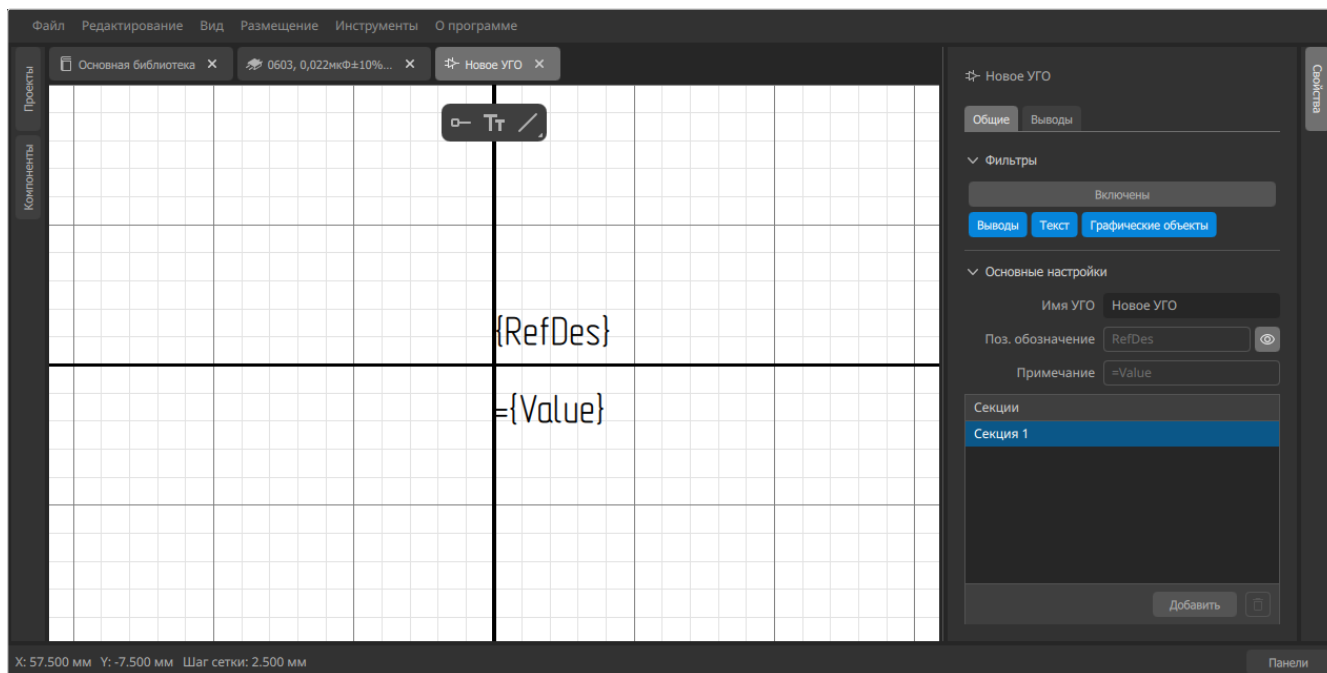


Рисунок 27. Открытый редактор УГО

4.3.1. Работа в редакторе УГО

4.3.1.1. Настройка отображения

Для вписывания всех объектов в рабочую область необходимо нажать комбинацию клавиш **Ctrl** + **PgDown** либо выполнить в меню «Вид» команду «Все объекты».

Чтобы панорамировать область обзора к объектам выбранной секции необходимо воспользоваться командой меню «Вид» → «Все объекты секции» (см. [рисунок 28](#)).

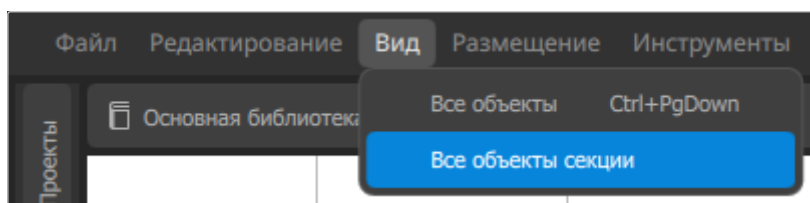


Рисунок 28. Пункт «Все объекты секции» в меню «Вид»

4.3.1.2. Свойства УГО

При открытой вкладке редактора УГО на рабочей панели «Свойства» отображаются свойства создаваемого УГО.

Свойства УГО категоризированы и разнесены на двух вкладках «Общие» и «Выводы».

На вкладке «Общие» представлены следующие группы параметров:

— «Фильтры» — позволяет выключить возможность выделения объектов

определенного типа в редакторе. По умолчанию все фильтры включены — это означает, что в рабочей области можно выделять объекты любого типа без исключения (см. [рисунок 29](#)).

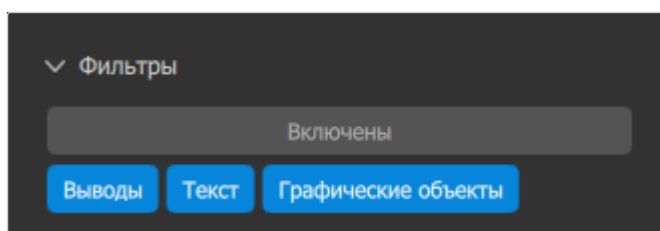


Рисунок 29. Группа «Фильтры» свойств УГО

— «Основные настройки» — группа параметров содержащая следующие параметры УГО:

- «Имя УГО» — наименование УГО, используемое в библиотеке компонентов.
- «Поз. обозначение»
- Значок  рядом с позиционным обозначением — позволяет включить/выключить отображение позиционного обозначения компонента на листе.
- «Примечание».
- «Секции» — содержит перечень секций создаваемого УГО.

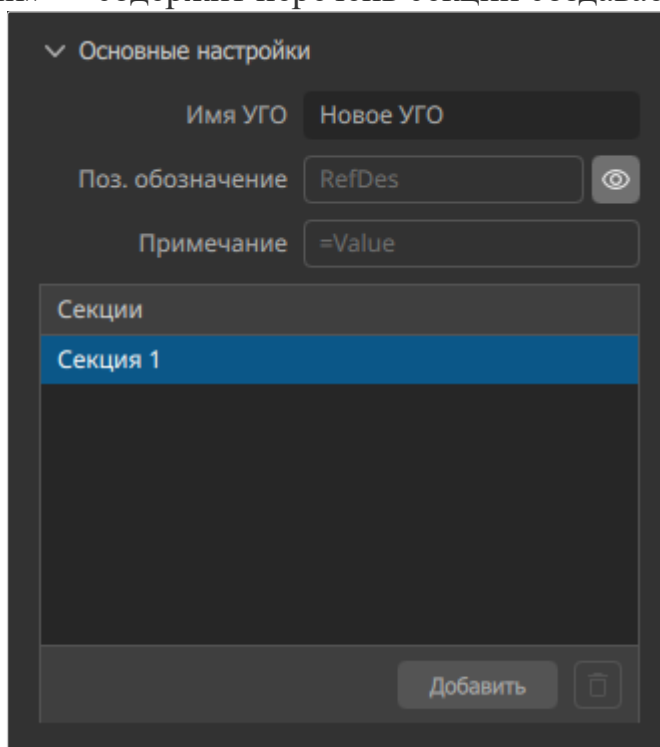


Рисунок 30. Группа «Основные настройки» свойств УГО

На вкладке «Выводы» представлен перечень добавленных выводов создаваемого УГО (см. [Выводы УГО](#)).

4.3.1.3. Графические объекты

Формирование УГО производится при помощи графических объектов. К графическим объектам могут быть присоединены выводы для взаимодействия УГО с сегментами цепей и портами (см. [Выводы УГО](#)).

В редакторе УГО доступны для размещения следующие графические объекты:

- «Текстовая надпись».
- «Отрезок».
- «Полилиния».
- «Прямоугольник».
- «Окружность».
- «Дуга».

Для размещения графических объектов можно воспользоваться панелью инструментов в рабочей области, щелкнув по требуемому объекту (см. [рисунок 31](#)).

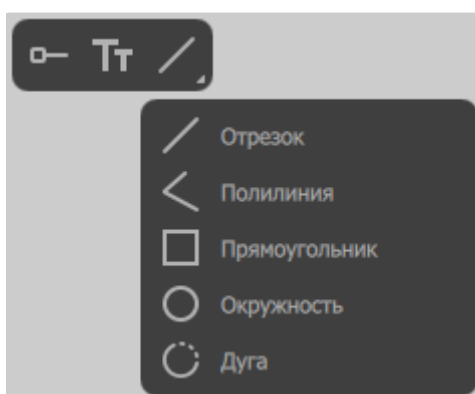


Рисунок 31. Панель инструментов редактора УГО

Также для размещения графики УГО можно воспользоваться командой меню «Размещение» (см. [рисунок 32](#)).

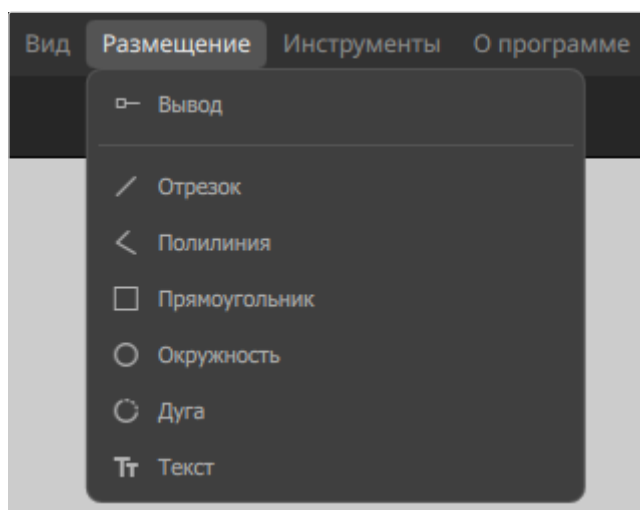


Рисунок 32. Команда меню «Размещение»

Свойства имеющихся графических объектов и способы взаимодействия с ними в редакторе УГО полностью соответствует таким же объектам в редакторе схем (см. [Графические объекты](#)).

4.3.1.4. Секции УГО

Секции УГО предназначены для разделения сложного или крупного компонента на несколько логических частей.

Каждое новое УГО по умолчанию содержит одну секцию. Для добавления новых секций необходимо нажать на кнопку «Добавить», расположенную внизу табличного перечисления секций (см. [рисунок 33](#)).

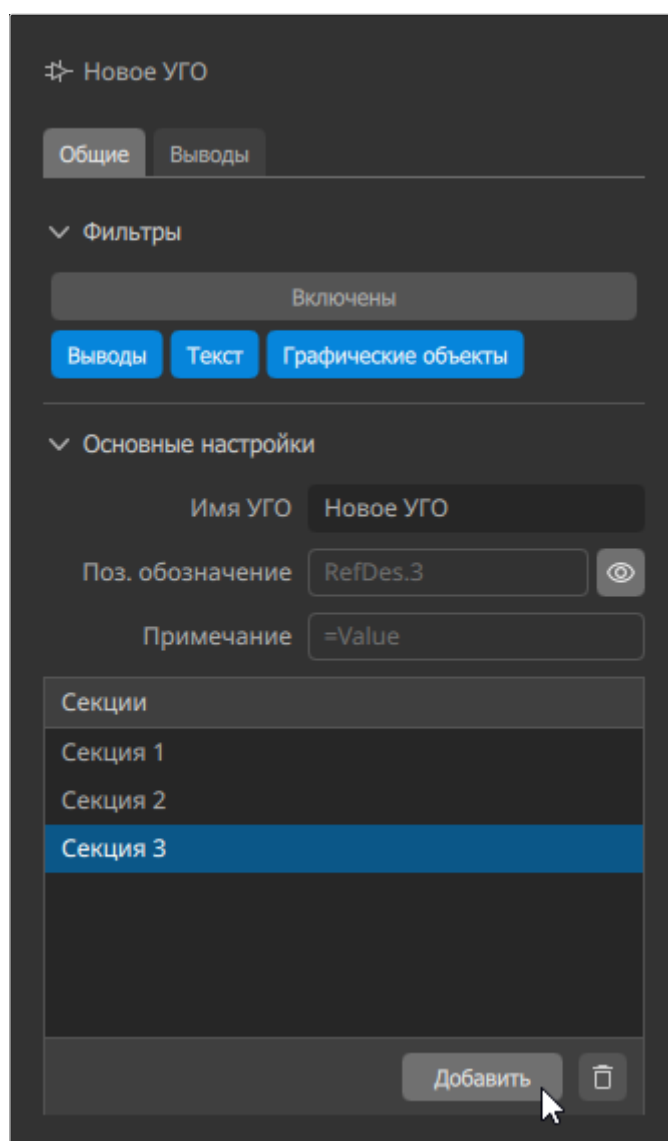


Рисунок 33. Кнопка добавления секции

Также новую секцию можно добавить выполнив команду меню «Инструменты» → «Добавить секцию».

При добавлении секции курсор примет вид перекрестия, обозначая начало координат новой секции. Текстовые ссылки на значения параметров «Поз. обозначение» и «Примечание» новой секции УГО будут «привязаны» к курсору

мыши. Для подтверждения размещения необходимо нажать левую кнопку мыши в нужной точке рабочей области.

К позиционному обозначению новой секции добавляется ее порядковый номер через знак точки.

Для работы с определенной секцией УГО необходимо выделить ее в табличном представлении. При этом остальные секции, расположенные в рабочей области, будут затенены (см. [рисунок 34](#)).

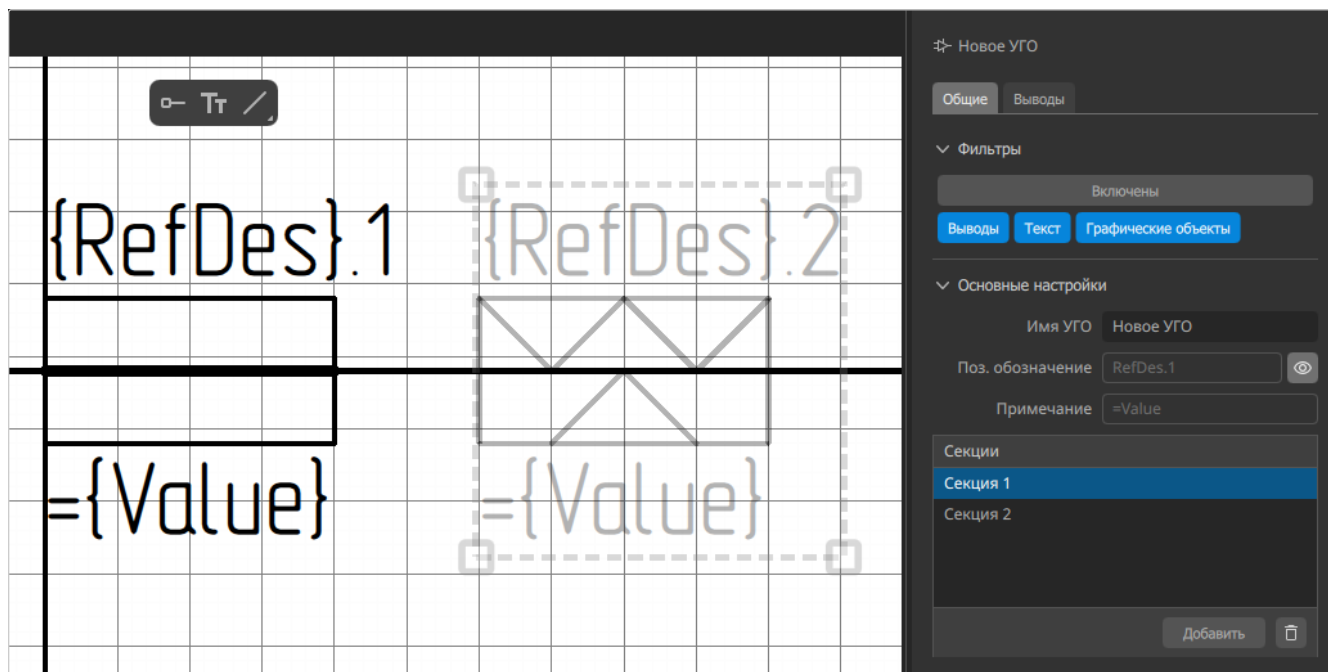


Рисунок 34. Затенение секции

Затененные секции УГО можно перемещать. Для этого необходимо:

- 1) Нажать левой кнопкой мыши по требуемой секции.
- 2) Удерживая левую кнопку мыши нажатой, переместить указатель мыши в требуемую точку.
- 3) Отпустить левую кнопку мыши. Начало координат секции будет размещено в новом месте.

Для удаления секции необходимо нажать на кнопку  и в открывшемся диалоговом окне подтвердить удаление.

4.3.1.5. Выводы УГО

Для возможности взаимодействия УГО с электрическими объектами необходимо разместить выводы.

Чтобы разместить вывод, необходимо активировать соответствующий инструмент одним из двух способов:

- Щелкнуть левой кнопкой мыши по значку  на панели инструментов

(см. [рисунок 35](#)).



Рисунок 35. Инструмент «Вывод» на панели инструментов

— Вызвать инструмент из адаптивного меню «Размещение».

При выборе инструмента «Вывод» рядом с курсором мыши будет отображаться вывод, положение которого на схеме привязано к сетке и меняется в соответствии с текущим шагом сетки.

Для размещения вывода в выбранной точке рабочей области необходимо нажать левую кнопку мыши.

В процессе размещения доступны следующие действия с выводом:

- Нажатие клавиши **Пробел** поворачивает вывод на 90 градусов против часовой стрелки.
- Нажатие клавиши **Пробел** с зажатой клавишей **Shift** поворачивает вывод на 90 градусов по часовой стрелке.
- Нажатие клавиши **X** отражает вывод по оси X.

Добавленные в редактор выводы отображаются в табличном представлении на вкладке «Выводы» свойств УГО ([рисунок 36](#)).

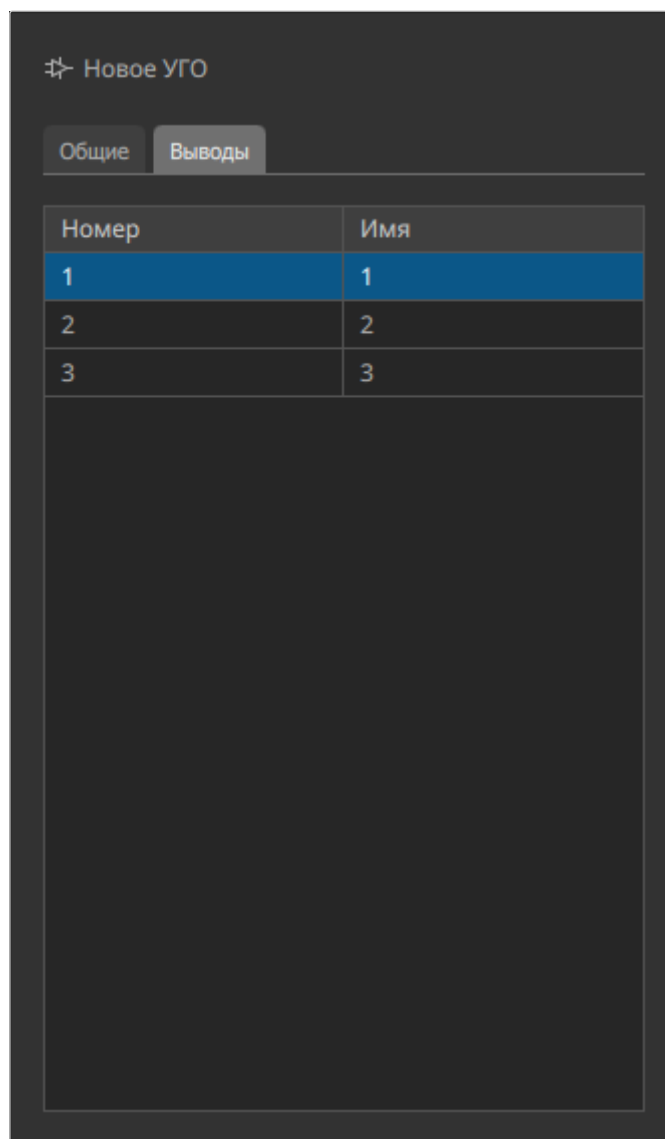


Рисунок 36. Вкладка «Выводы» свойств УГО

При выделении размещенного вывода доступно изменение его свойств на панели «Свойства» (см. [рисунок 37](#)):

- В группе параметров «Положение»:
 - «X/Y» — положение вывода по координатам X и Y.
 - «Угол поворота» — угол поворота вывода с шагом 90 градусов.
- В группе параметров «Основные настройки»:
 - «Номер».
 - «Имя».
 - Кнопки , рядом с номером и именем — позволяют включить или выключить отображение номера или имени вывода.
 - «Описание».
 - «Длина» — длина вывода (по умолчанию — 2,5 мм)
- В группе параметров «Настройки графики»:
 - «Толщина линии» — выбирается из выпадающего списка значений (по умолчанию — 0,4 мм).
 - Кнопка выбора цвета вывода.

Рисунок 37. Свойства вывода

Примечание — Свойства текстовых надписей вывода являются нередактируемыми. Для текстовых надписей вывода установлены следующие значения по умолчанию:

- «Шрифт» — *Maks A*.
- «Высота шрифта, мм» — 2,5.
- «Цвет шрифта» — черный.
- Без начертаний.

4.3.1.6. Создание массива объектов

Программа позволяет создать массив копий выделенных объектов в рабочей области. Для этого необходимо:

- 1) Выделить требуемые объекты в рабочей области.
- 2) Вызвать команду меню «*Редактирование*» → «*Вставить массив*» (см. [рисунок 38](#)).

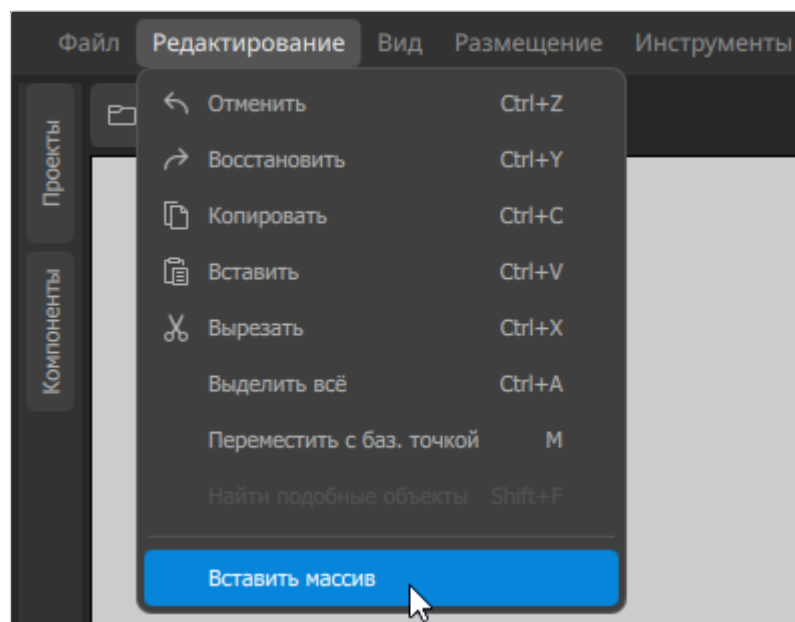


Рисунок 38. Меню «Редактирование» → «Вставить массив»

П р и м е ч а н и е— Команда меню «*Редактирование*» → «*Вставить массив*» доступна, только если в рабочей области были выделены объекты.

- 3) В открывшемся окне указать параметры размещения массива объектов (см. [рисунок 39](#)):

Настройки вставки массива

Столбцы

Количество 2

Интервал, мм 10.000

Строки

Количество 2

Интервал, мм 10.000

Приращение индекса элемента

Направление ☒ Сначала по горизонтали
☐ Сначала по вертикали
☐ Не задано

Инкремент, № 1

Инкремент, Имя 1

OK Отмена

Рисунок 39. Окно настроек параметров вставки массива

- а) В группе параметров «Столбцы» необходимо указать количество размещаемых объектов массива по горизонтали и интервал между ними. При вводе положительного значения в строке «Интервал» объекты будут размещены справа от исходных элементов. При вводе отрицательного значения — слева от исходных элементов.
- б) В группе параметров «Строки» необходимо указать количество размещаемых объектов по вертикали и интервал между ними. При вводе положительного значения в строке «Интервал» объекты будут размещены сверху от исходных элементов. При вводе отрицательного значения — снизу от исходных элементов.
- в) В группе параметров «Приращение индекса элемента» необходимо указать параметры определения позиционных обозначений новых объектов:
- «Сначала по горизонтали» — порядок нумерации начинается с горизонтально расположенных объектов.
 - «Сначала по вертикали» — порядок нумерации начинается с вертикально расположенных объектов.
 - «Не задано» — объекты копируются без инкремента текстовых параметров.
 - «Инкремент, №» — значение шага приращения для позиционных обозначений копируемых объектов.

Параметр доступен при выборе направления порядка нумерации по горизонтали или по вертикали.

- «Инкремент, Имя» — значение шага нумерации параметра «Имя» объекта типа «Вывод». Параметр доступен при выборе направления порядка нумерации по горизонтали или по вертикали.

4.4. Создание посадочных мест

Для создания посадочного места необходимо в идентификационной карточке компонента перейти на вкладку «Модели» и в разделе «Посадочное место» нажать на кнопку «Создать» (см. [рисунок 40](#)).

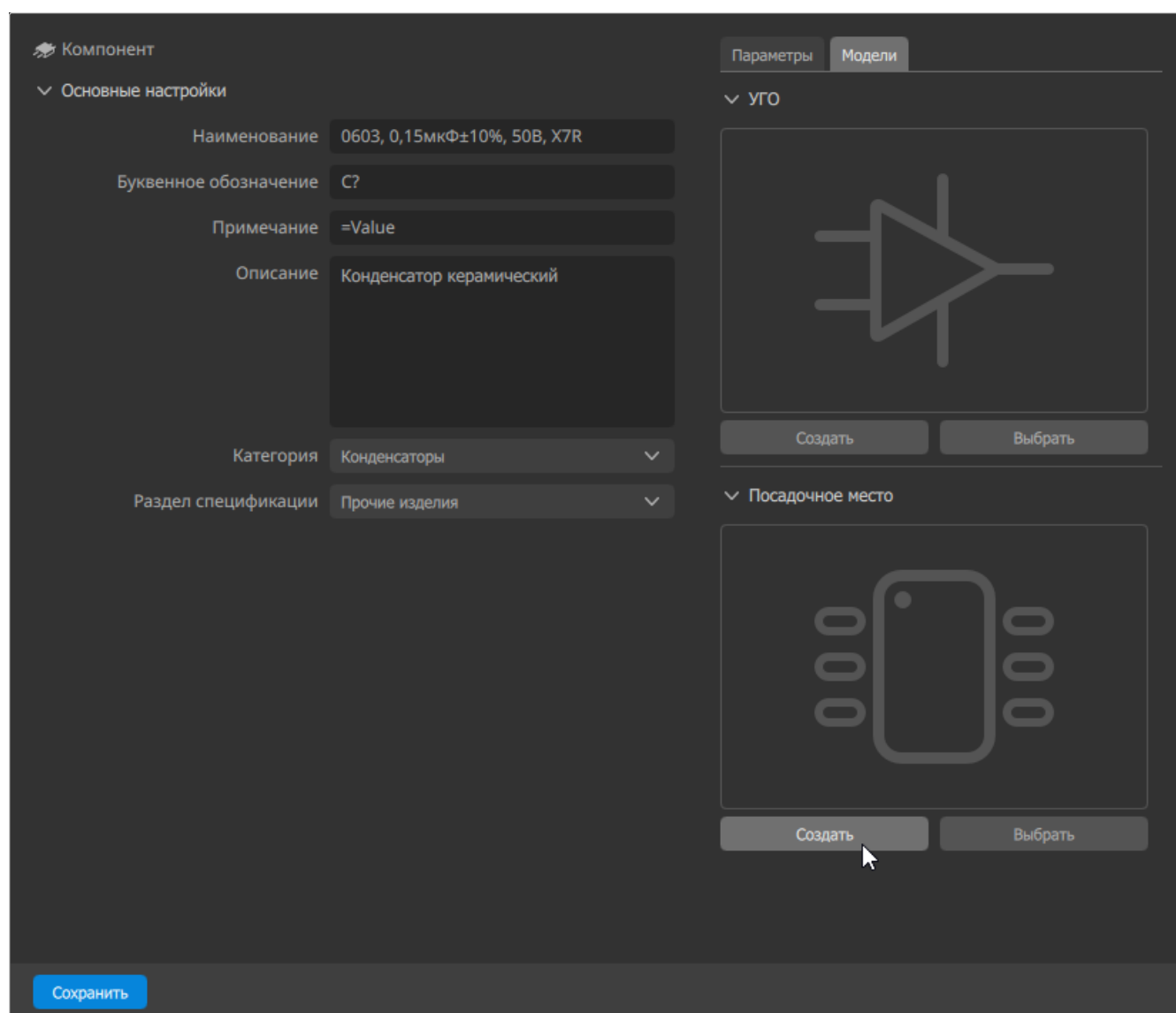


Рисунок 40. Кнопка создания посадочного места

В рабочей области отобразится вкладка редактора посадочных мест. В центре редактора УГО отображаются текстовые ссылки на значения параметров «Поз. обозначение» и «Примечание» (см. [рисунок 41](#)).

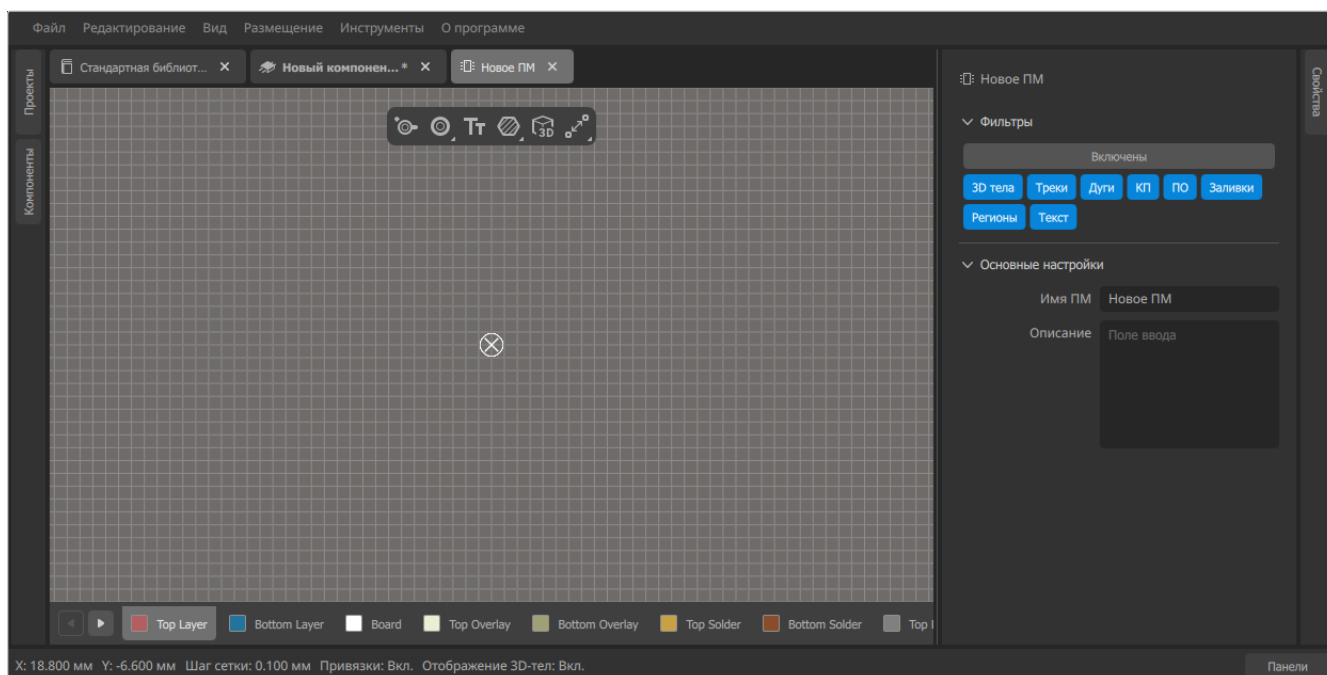


Рисунок 41. Открытый редактор посадочных мест

В процессе работы в редакторе посадочных мест доступны команды последовательной отмены операций (команда меню «*Редактирование*» → «*Отменить*» или сочетание клавиш **Ctrl** + **Z**) и повтора отмененных операций (команда меню «*Редактирование*» → «*Повторить*» или сочетание клавиш **Ctrl** + **Y**).

Функциональность имеющихся инструментов редактора ПМ частично или полностью схожа с такими же инструментами редактора плат. В частности:

- Настройка отображения (см. [Настройка отображения](#)):
 - Перемещения по рабочей области.
 - 2D- и 3D-режимы.
 - Режим зеркального отображения.
 - Шаг сетки.
- Импорт файлов DXF (см. [Импорт файлов DXF](#)).
- Работа со слоями (см. [Работа со слоями](#)):
 - Активация слоев.
 - Отключение/включение отображения слоев.
 - Отключение/включение отображения неактивных слоев.
- Измерение расстояний между точками (см. [Измерение расстояний между точками](#)).
- Измерение расстояния между примитивами (см. [Измерение расстояния между примитивами](#)).
- Создание массива объектов (см. [Создание массива объектов](#)).

4.4.1. Работа в редакторе посадочных мест

4.4.1.1. Настройки отображения

Для координации размещения и точного позиционирования элементов ПМ применяется вспомогательная прямоугольная сетка.

Начало координат сетки расположено в центре рабочей области в виде окружности с перекрестием.

Для выбора новой точки начала координат необходимо перейти в меню «Редактирование» → «Начало координат» и выбрать метод определения начала координат:

- «Задать» — после вызова команды необходимо нажать левой кнопкой мыши на нужной точке в рабочей области. Для завершения задания точки начала координат необходимо нажать правую кнопку мыши или клавишу **Escape**.
- «Центр» — точка начала координат перемещается в центральную позицию между размещенными в рабочей области контактными площадками.
- «КП №1» — точкой начала координат становится контактная площадка, в свойствах которой параметр «Номер КП» имеет значение «1».

Примечания

- 1) Если в рабочей области отсутствуют КП, то при вызове команды меню «Редактирование» → «Начало координат» → «Центр» выводится предупреждающее сообщение (см. [рисунок 42](#)).

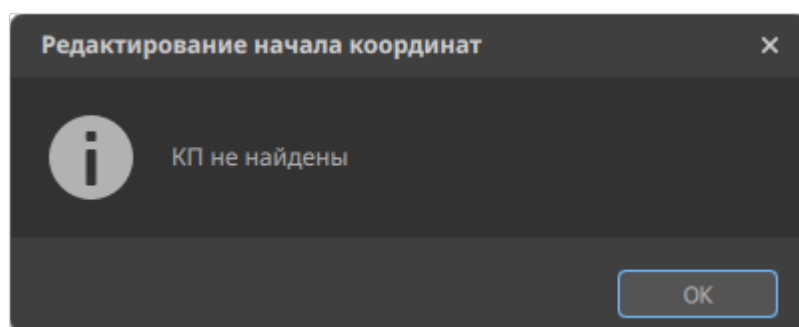


Рисунок 42. Ошибка размещения начала координат в центре

- 2) Если в рабочей области отсутствуют КП или ни одному КП не присвоено значение «1», то при вызове команды меню «Редактирование» → «Начало координат» → «КП №1» выводится предупреждающее сообщение (см. [рисунок 43](#)).

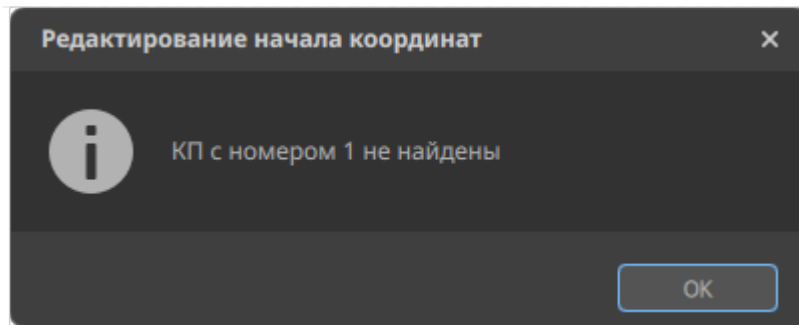


Рисунок 43. Ошибка размещения начала координат в точке первого КП

Для сброса точки начала координат в положение, заданное по умолчанию, необходимо выполнить команду меню «*Редактирование*» → «*Начало координат*» → «*Сбросить*».

4.4.1.2. Импорт файлов DXF

В редакторе посадочных мест предусмотрен импорт графических объектов из файлов формата DXF. Для этого необходимо:

- 1) Перейти в редактор ПМ.
- 2) Вызвать команду меню «*Файл*» → «*Импорт*» → *DXF* (см. [рисунок 44](#)).

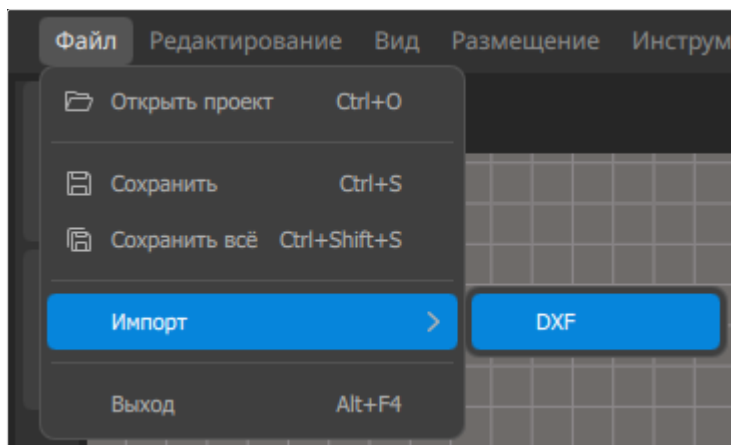


Рисунок 44. Меню «Файл» → «Импорт» → DXF

- 3) Выбрать нужный файл с расширением **.dxf** и нажать на кнопку «Открыть».

Отобразится дополнительное окно «Настройки импорта из DXF», где можно задать параметры импорта.

4.4.1.3. Свойства ПМ

При открытой вкладке редактора ПМ на рабочей панели «Свойства» отображаются свойства создаваемого ПМ:

- «Фильтры» — позволяет выключить возможность выделения объектов определенного типа в редакторе. По умолчанию все фильтры

включены — это означает, что на листе можно выделять объекты любого типа без исключения (см. [рисунок 45](#)).

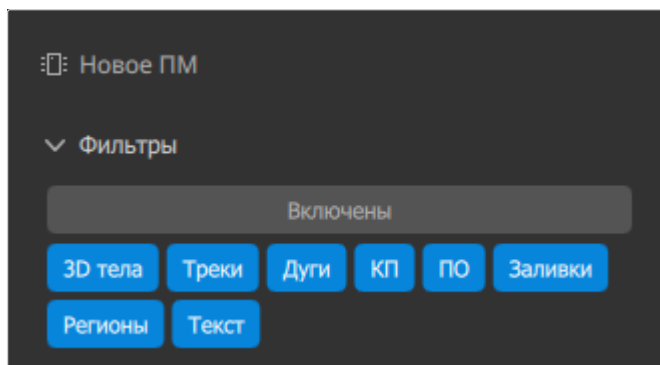


Рисунок 45. Группа «Фильтры» свойств ПМ

— «Основные настройки» — группа параметров содержащая следующие параметры УГО:

- «Имя ПМ» — наименование УГО, используемое в библиотеке компонентов.
- «Описание».

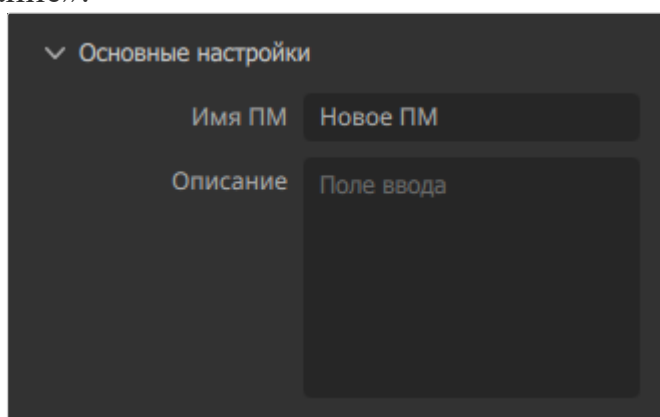


Рисунок 46. Группа «Основные настройки» свойств ПМ

4.4.1.4. Графические объекты

В редакторе посадочных мест доступны для размещения следующие графические объекты:

- «Переходные отверстия».
- «Контактные площадки».
- «Текст».
- «Трек».
- «Окружность».
- «Дуга».
- «Регион».
- «Заливка».
- «3D-тело».

Для размещения графических объектов можно воспользоваться панелью

инструментов в рабочей области, щелкнув по требуемому объекту (см. [рисунок 47](#)).

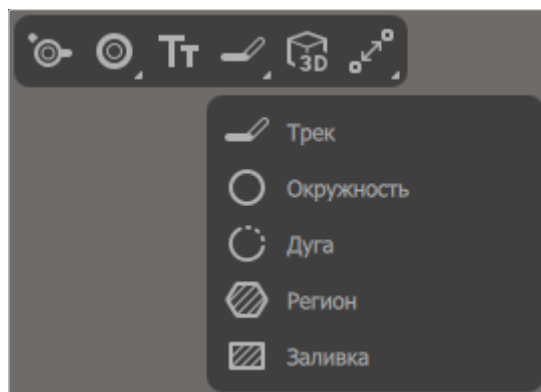


Рисунок 47. Панель инструментов редактора ПМ

Также для размещения объектов можно воспользоваться командой меню «Размещение» (см. [рисунок 48](#)).

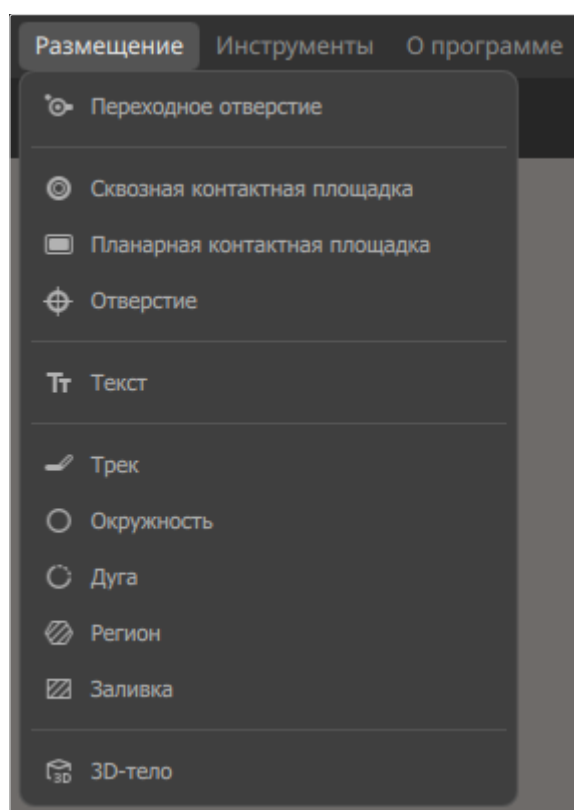


Рисунок 48. Команда меню «Размещение»

Свойства имеющихся графических объектов и способы взаимодействия с ними в редакторе ПМ полностью соответствует таким же объектам в редакторе плат (см. [Графические объекты](#)).

4.5. Импорт библиотеки Altium Designer

В Программе существует возможность использовать интегрированные библиотеки компонентов, созданные в программе *Altium Designer*. Для импорта библиотек *Altium Designer* в Программу необходимо:

- 1) Вызвать пункт меню «Файл» → «Импорт» → «Библиотека Altium Designer» (см. [рисунок 49](#)).

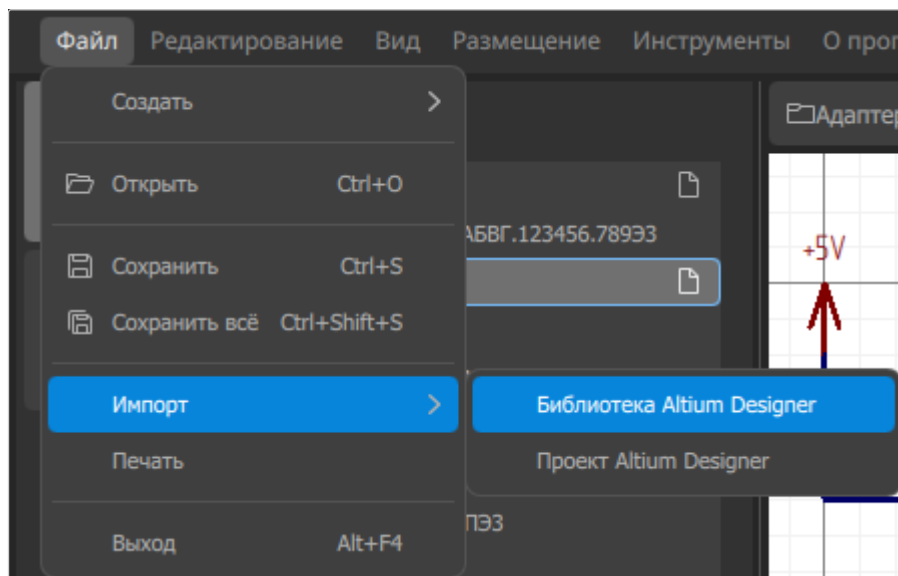


Рисунок 49. Пункт меню Файл → Импорт → Библиотека Altium Designer

- 2) Выбрать файл с расширением **.IntLib**.
- 3) При появлении сообщения об успешном импорте библиотеки нажать на кнопку ОК (см. [рисунок 50](#))

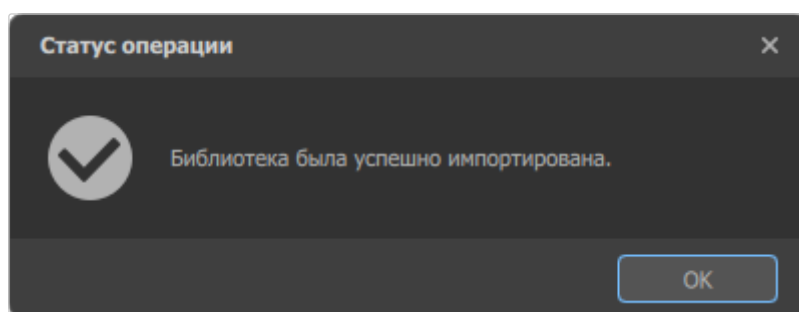


Рисунок 50. Подтверждение успешного импорта библиотеки компонентов

При импорте компонентов из библиотеки *Altium Designer*, импортируемые компоненты добавляются в уже существующую библиотеку. При этом:

- 1) Импортируемые компоненты, имеющие одинаковые наименования с объектами открытой библиотеки, импортируются без изменения наименований.
- 2) Импортируемые модели УГО и ПМ, имеющие одинаковые наименования с объектами открытой библиотеки, импортируются без изменения наименований.
- 3) Всем импортируемым объектам присваивается уникальный идентификационный номер в целевой библиотеке.

4.6. Очистка библиотеки

Для очистки библиотеки необходимо в меню «Файл» выбрать команду

«Очистить библиотеку» (см. [рисунок 51](#)).

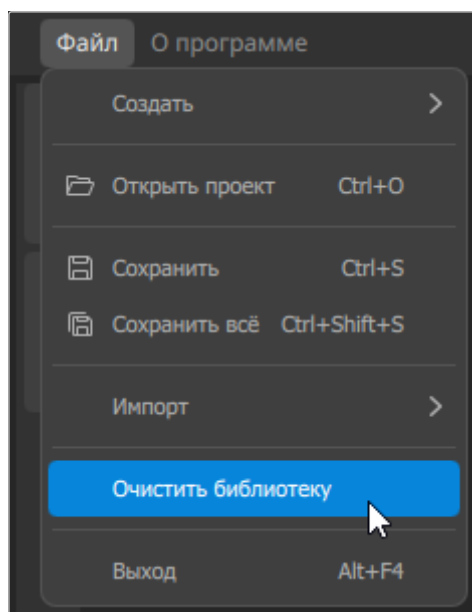


Рисунок 51. Команда меню «Файл» → «Очистить библиотеку»

При очистке из библиотеки удаляются все компоненты и связанные с ними УГО и посадочные места, а также категории компонентов.

5. Управление проектами

5.1. Создание проекта

Для создания нового проекта необходимо в меню «Файл» выбрать команду «Создать» и в ее дополнительном меню команду «Проект» (см. [рисунок 52](#)).

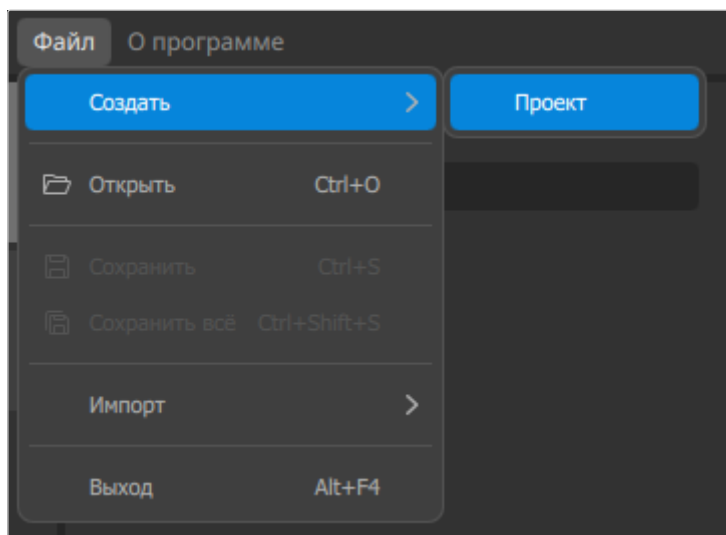


Рисунок 52. Команда создания нового проекта

На панели «Проекты» будет создан новый проект, а в рабочей области откроется вкладка идентификационной карты проекта (см. [рисунок 53](#)).

По умолчанию проекту присваивается имя «Проект ПУ».

Проект ПУ X

Проект +

Общие

Имя проекта: Проект ПУ

Наименование изделия: Наименование изделия

Обозначение изделия: Обозначение изделия

Перв. применяемость: Поле ввода

Автор: Разработал

Место хранения проектных данных

Проект: /Projects/Проект ПУ/Проект ПУ.prj

Резервные копии: /Projects/Проект ПУ/Recovery

Сохранить

Рисунок 53. Создание нового проекта

Идентификационная карта проекта позволяет задать свойства проекту, а затем создать документы, входящие в структуру проекта.

Для редактирования свойств проекта необходимо на вкладке «Проект» (см. [рисунок 54](#)) ввести требуемые данные в поля:

- «Имя проекта» — изменить имя проекта.
- «Наименование изделия» — ввести наименование изделия, которое будет использоваться при заполнении основной надписи чертежа схемы, атрибутивного состава печатного узла.
- «Обозначение изделия» — ввести десятичный номер или другой код, шифр, присвоенный разрабатываемому изделию.
- «Перв. применяемость» — ввести обозначение соответствующего документа, в котором впервые записан данный документ (по ГОСТ 2.104).
- «Автор» — ввести фамилию разработчика, которая будет использоваться при заполнении основной надписи чертежа схемы, атрибутивного состава печатного узла.

Рисунок 54. Заполненная идентификационная карта проекта

Примечание — Если имя создаваемого проекта идентично уже созданному проекту, то при попытке сохранения проекта отобразится окно об ошибке (см. [рисунок 55](#)).

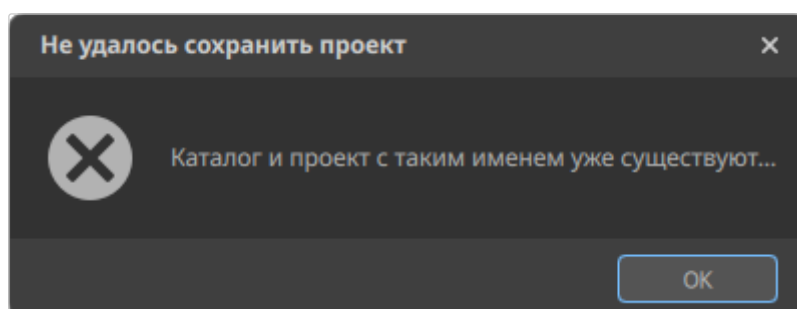


Рисунок 55. Ошибка сохранения проекта

В раскрываемой области «Место хранения данных» можно просмотреть папку, в которую будут сохранены файлы резервных копий проекта (см. [рисунок 56](#)).

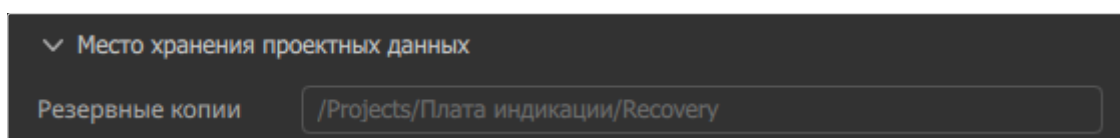
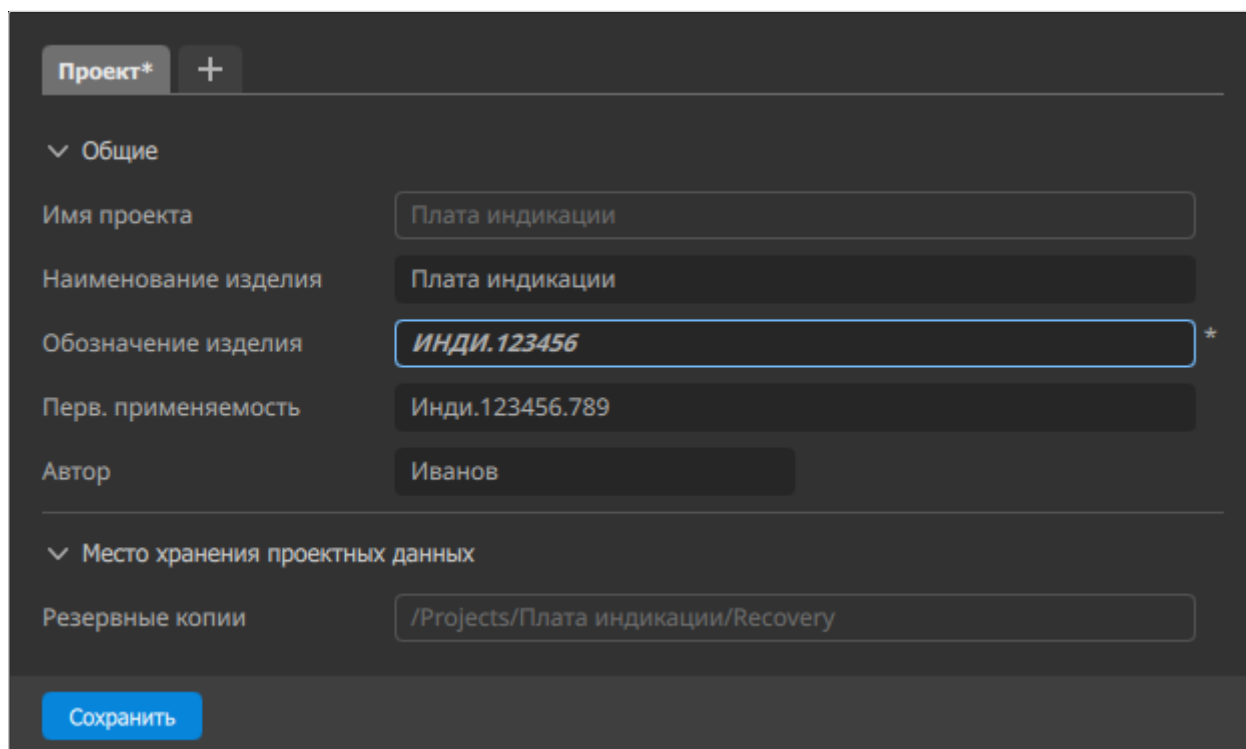


Рисунок 56. Область «Место хранения данных»

По умолчанию устанавливается путь **<папка Программы> → Projects → Recovery**. При несанкционированном выходе из Программы, резервные копии открытых проектов автоматически сохраняются в папку **Recovery**.

По завершению редактирования нажать на кнопку «Сохранить».

П р и м е ч а н и е — Поля, значение в которых было изменено, но не было сохранено, помечаются значком «*», а само значение в них выделено жирным курсивом (см. [рисунок 57](#)).



The screenshot shows a web interface for project configuration. At the top, there is a tab labeled 'Проект*' with a plus sign to its right. Below the tab, there is a section titled 'Общие' (General) with a dropdown arrow. Under this section, there are several input fields: 'Имя проекта' (Project name) with the value 'Плата индикации', 'Наименование изделия' (Product name) with the value 'Плата индикации', 'Обозначение изделия' (Product designation) with the value 'ИНДИ.123456' (which is bold and italicized and followed by an asterisk), 'Перв. применяемость' (First applicability) with the value 'Инди.123456.789', and 'Автор' (Author) with the value 'Иванов'. Below the 'Общие' section, there is another section titled 'Место хранения проектных данных' (Project data storage location) with a dropdown arrow. Under this section, there is an input field for 'Резервные копии' (Backup copies) with the value '/Projects/Плата индикации/Recovery'. At the bottom left of the form, there is a blue button labeled 'Сохранить' (Save).

Рисунок 57. Поле, содержащее несохраненные изменения

5.2. Работа с документами проекта

В проекте пользовательские данные разделены на схемы и печатные узлы. Данные между структурными элементами проекта сквозным образом связаны друг с другом.

5.2.1. Создание схемы

Для создания нового документа типа «Схема» необходимо нажать на символ «плюс» справа от вкладки «Проект». В раскрывшемся списке новых документов выбрать тип «Схема» (см. [рисунок 58](#)).

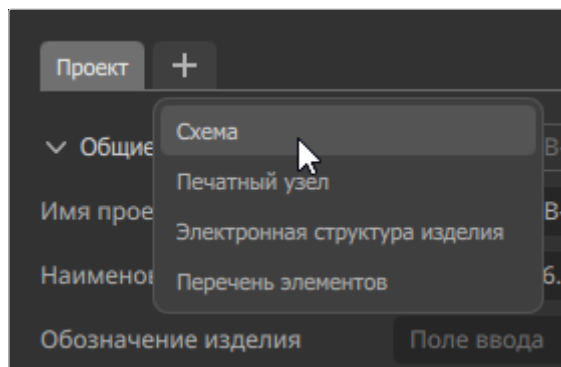


Рисунок 58. Команда создания нового документа

В рабочей области откроется вкладка с идентификационной картой схемы, содержащей перечень свойств документа.

Схема в проекте может быть одного из двух типов, определяемого в свойстве «Тип схемы» с помощью переключателей:

- «Э3 (Схема электрическая принципиальная)».
- «Э4 (Схема электрическая соединений)».

Часть свойств документа автоматически заполняется данными с вкладки «Проект». У таких полей при создании документа включен параметр «Заполнять автоматически»:

- «Наименование схемы» — заполняется данными из свойства проекта «Наименование изделия».
- «Обозначение схемы» — заполняется данными из свойства проекта «Обозначение изделия» с добавлением суффикса, соответствующего типу схемы (Э3 или Э4).
- «Перв. применяемость» — заполняется данными из свойства проекта «Обозначение изделия», в котором впервые записан данный документ (по ГОСТ 2.104).
- «Разработал» — заполняется данными из свойства проекта «Автор».

П р и м е ч а н и е—Внесение правок на вкладке «Проект» автоматически обновляет поля на вкладке «Схема», для которых включен параметр «Заполнять автоматически».

Если требуется указать собственное значение в каком-либо из вышеперечисленных полей, то для этого поля необходимо отключить параметр «Заполнять автоматически». При этом поле, значение в котором было изменено, но не было сохранено, помечается значком «*», а само значение выделяется жирным курсивом (см. [рисунок 59](#)).

Рисунок 59. Поле, содержащее несохраненные изменения

Также на вкладке «Схема» в области «Общие параметры» при необходимости заполнить реквизиты, которые будут использоваться при формировании основной надписи чертежа схемы:

- «Проверил» — ввести фамилию проверяющего.
- «Т. контр.» — ввести фамилию лица, осуществляющего технический контроль.
- «Доп. параметр: Имя/Значение» — поля ввода для свободных граф 10 и 11 основной надписи.
- «Н. контр.» — ввести фамилию нормоконтролера.
- «Утвердил» — ввести фамилию утверждающего лица.

В области «Другие параметры» также доступны для заполнения реквизиты, которые будут использоваться при формировании основной надписи чертежа схемы (см. [рисунок 60](#)):

Рисунок 60. Область «Другие параметры»

- «Организация» — ввести наименование организации.
- «Инв. № подл.» — ввести инвентарный номер подлинника.
- «Взаим. инв. №» — ввести взаимный инвентарный номер.
- «Справ. №» — ввести справочный номер документа.

— «Вер.» — ввести версию документа.

В области «Управление листами» представлена таблица листов схемы, которая позволяет:

- Задать листу другой номер или имя — двойным щелчком в соответствующем поле нужного листа. Отредактировав нужное значение в таблице, необходимо нажать клавишу **Enter**, чтобы подтвердить ввод.
- Добавить новый лист — нажатием на кнопку «Добавить».
- Удалить выделенный лист схемы — нажатием на кнопку .
- Переместить выделенный лист вверх/вниз в списке — нажатием на кнопку  или .

Также в области «Управление листами» возможен импорт листа схемы из *Altium Designer*. Для этого необходимо:

- 1) Нажать на кнопку «Импорт».
- 2) Выбрать файл с расширением **.SchDoc**.
- 3) Откроется окно «Настройки импорта» (см. [рисунок 61](#)), в котором:

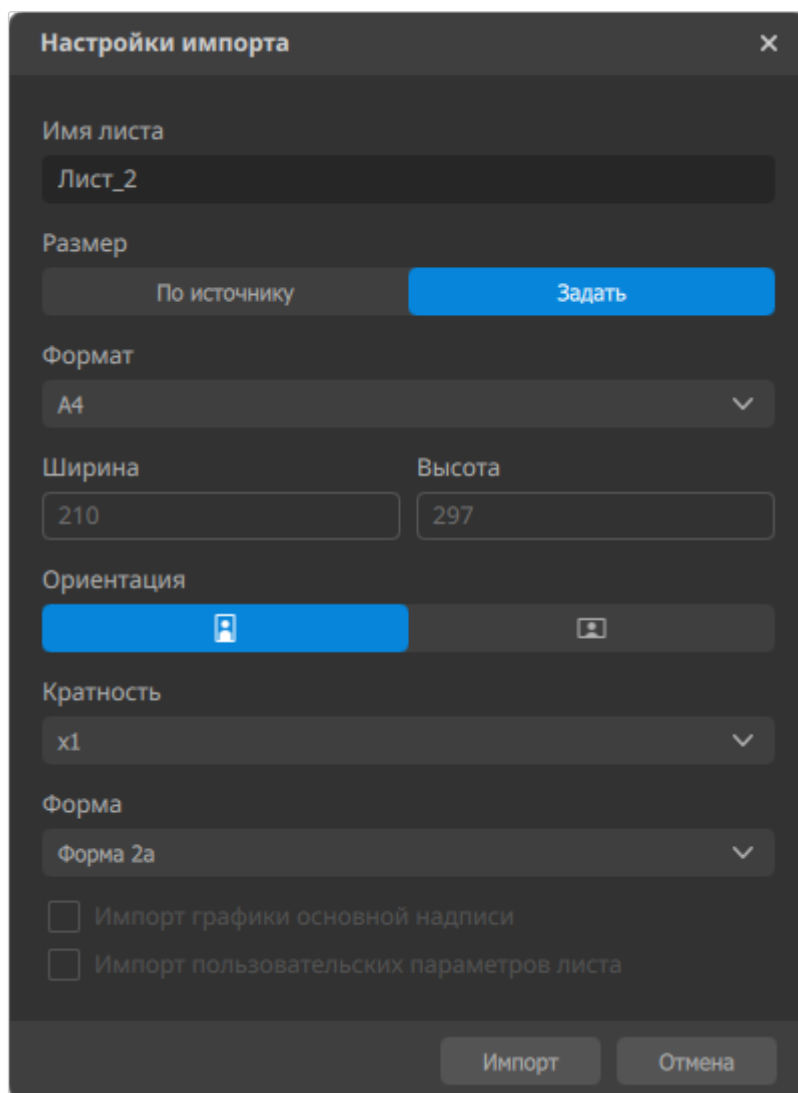


Рисунок 61. Окно «Настройки импорта»

- а) Задать имя для импортируемого листа.
 - б) Выбрать размер листа: автоматический («По источнику») или пользовательский («Задать»).
 - в) При выборе пользовательского размера листа указать формат листа в списке «Формат» или выбрать «Пользовательский» и задать размеры листа вручную в полях «Ширина» и «Высота» (размеры задаются в мм).
 - г) Указать ориентацию листа.
 - д) Выбрать кратность размеров листа.
 - е) Выбрать форму для основной надписи.
 - ж) Нажать на кнопку «Импорт».
- 4) В таблицу листов схемы будет добавлен новый лист, а в библиотеку компонентов будут добавлены отсутствующие компоненты, которые представлены на импортированном листе.

П р и м е ч а н и е— При импорте листов схемы из *Altium Designer* также учитываются соединения шин, расположенных на импортируемой схеме.

По завершению редактирования нажать на кнопку «Сохранить». Документ будет размещен в дереве проекта, а его листы будут представлены в дереве схемы.

Проект

Схема

Печатный узел

+

Общие параметры

Тип схемы

Э3 (Схема электрическая принципиальная)

Э4 (Схема электрическая соединений)

Наименование схемы

Плата индикации

Заполнять автоматически

Обозначение схемы

ИНДИ 12345.67833

Заполнять автоматически

Перв. применяемость

ИНДИ 12345.678

Заполнять автоматически

Разработал

Разработал

Заполнять автоматически

Проверил

Иванов

Т. контр

Поле ввода

Доп. параметр: Имя

Поле ввода

Доп. параметр: Значение

Поле ввода

Н. контр

Кузнецов

Утвердил

Кирсанов

Другие параметры

Управление листами

#	Номер	Имя
1	1	Лист_1

Листов: 1

↑

↓

Импорт

Добавить

🗑

Сохранить

Удалить документ

Рисунок 62. Заполненная карта схемы

5.2.2. Создание печатного узла

Для создания нового конструкторского объекта «Печатный узел» необходимо нажать на символ «плюс» в правой части вкладок документов. В раскрывшемся списке новых документов выбрать тип «Печатный узел» (см. [рисунок 63](#)).

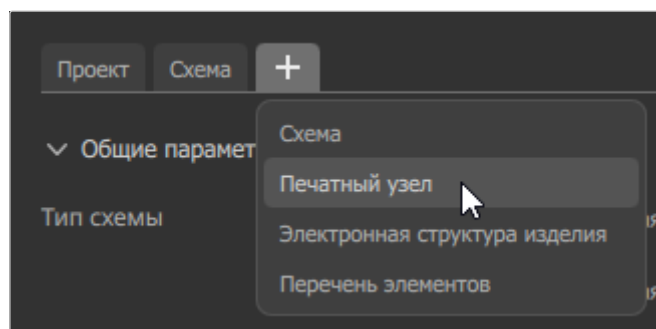


Рисунок 63. Команда создания нового печатного узла

В открывшейся вкладке «Печатный узел» в областях параметров «Печатный узел» и «Печатная плата» по умолчанию поля автоматически заполняются данными, собранными с вкладки «Проект», кроме полей «Наименование ПП» и «Обозначение ПП» для печатной платы. Пользователь может ввести собственные данные, отключив в требуемых полях параметр «Заполнять автоматически» (см. [рисунок 64](#)).

П р и м е ч а н и е—Поле «Наименование ПП» автоматически заполняется в соответствии с ГОСТ 2.417-91. Поле «Обозначение ПП» необходимо заполнить вручную.

Рисунок 64. Заполненная карта печатного узла

По завершению редактирования нажать на кнопку «Сохранить». Документ будет размещен в дереве проекта на уровне своего печатного узла.

5.2.3. Создание электронной структуры изделия

Для создания нового документа типа «Электронная структура изделия» (ЭСИ) необходимо нажать на символ «плюс» в правой части вкладок документов. В раскрывшемся списке новых документов выбрать тип «Электронная структура изделия» (см. [рисунок 65](#)).

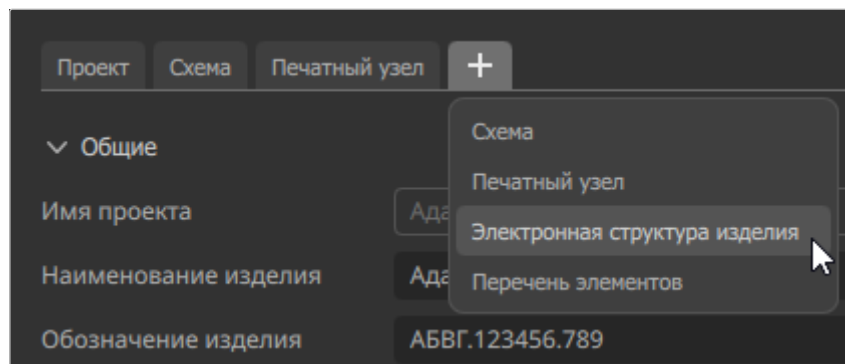


Рисунок 65. Команда создания электронной структуры изделия

Примечание— ЭСИ не отображается в структуре проекта как отдельный документ, а хранится в карте проекта.

В открывшейся вкладке «Электронная структура изделия» представлена таблица элементов, соответствующих типу ЭСИ-Сх, а также параметры этих элементов (см. [рисунок 66](#)). Окно позволяет:

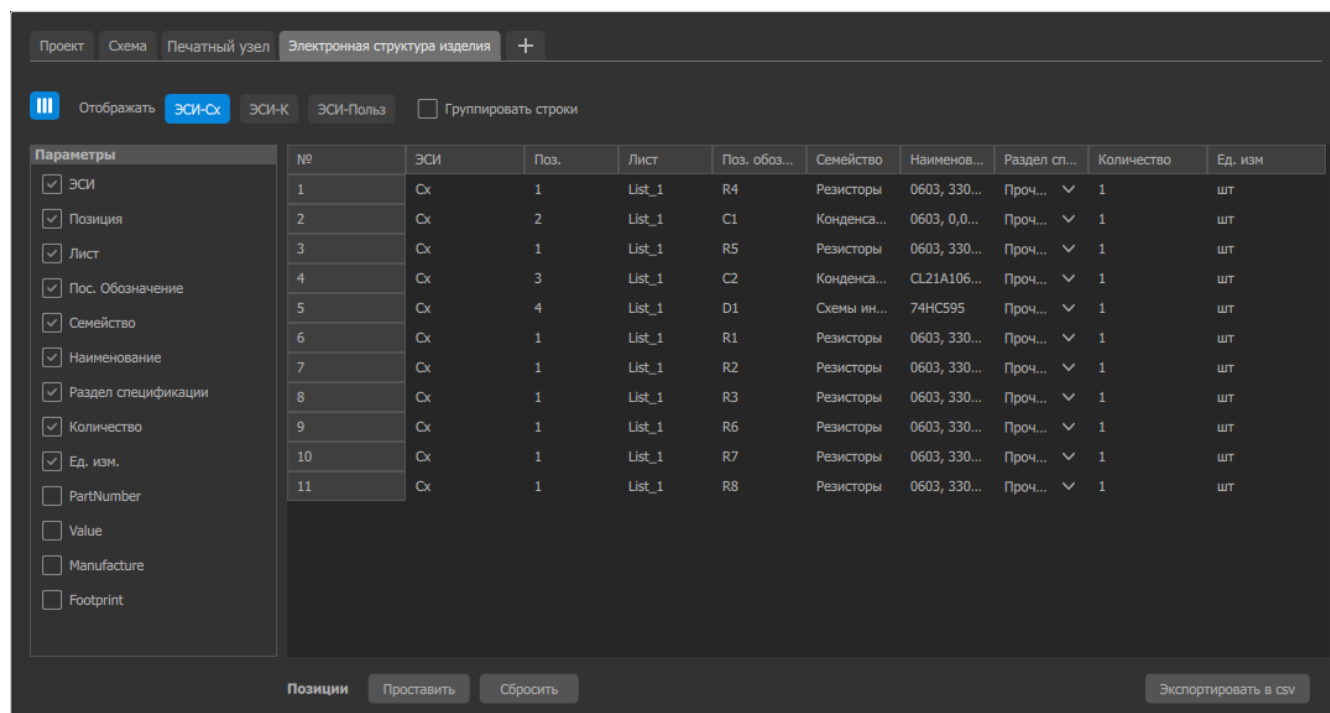


Рисунок 66. Создание электронной структуры изделия

— В области «Параметры» в левой части окна можно отметить параметры, которые будут отражены в документе. При этом выключение параметра также скрывает соответствующий столбец из основной таблицы в правой

части окна.

- Кнопка  — позволяет включить или выключить отображение области «Параметры».
- «Группировать строки» — позволяет объединить элементы с одинаковым наименованием в одну строку. При этом в столбце «Количество» отражается число объединенных элементов.
- Область «Позиции»:
 - Кнопка «Проставить» — распределяет номера позиций в столбце «Поз». При включенном параметре «Группировать строки» сгруппированным элементам присваивается одинаковый номер позиции.
 - Кнопка «Сбросить» — стирает все значения в столбце «Поз».
- Кнопка «Экспортировать в CSV» — позволяет сохранить таблицу ЭСИ в виде файла в формате CSV.

По нажатию на кнопку «Экспортировать в CSV» откроется окно, в котором необходимо указать директорию сохранения файла. В указанной директории будет создан CSV-файл с именем **<Наименование изделия>_<Обозначение изделия>**.

5.2.4. Создание перечня элементов

Для создания документа типа «Перечень элементов» необходимо нажать на кнопку «плюс» в правой части вкладок документов. В раскрывшемся списке новых документов выбрать тип «Перечень элементов» (см. [рисунок 67](#)).

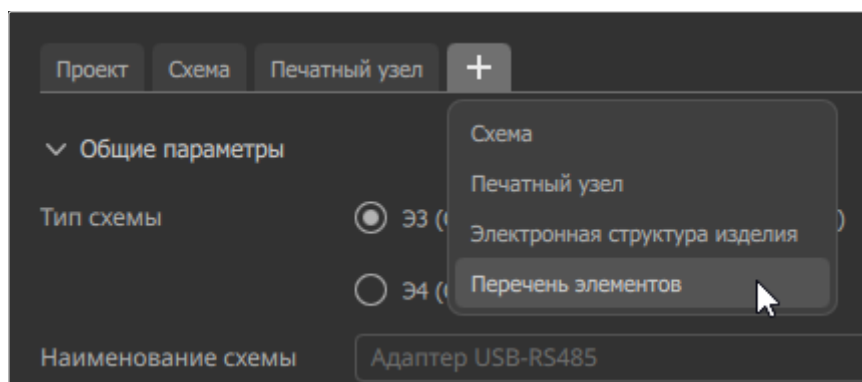


Рисунок 67. Команда создания перечня элементов

Примечание — Создание документа типа «Перечень элементов» возможно только при уже созданном документе типа «Схема».

В открывшейся вкладке «Перечень элементов» в областях «Общие параметры» и «Другие параметры» по умолчанию поля автоматически заполняются данными, собранными со вкладок «Проект» и «Схема». Для ввода пользовательских значений необходимо отключить в требуемых полях параметр

«Заполнять автоматически» (см. [рисунок 68](#)).

Проект Схема Печатный узел **Перечень элементов** +

▼ Общие параметры

Наименование перечня: ☒ Заполнять автоматически

Обозначение перечня: ☒ Заполнять автоматически

Перв. применяемость: ☒ Заполнять автоматически

Разработал: ☒ Заполнять автоматически

Проверил: ☒ Заполнять автоматически

Доп. параметр: Имя: ☐ Заполнять автоматически

Доп. параметр: Значение: ☐ Заполнять автоматически

Н. контр.: ☒ Заполнять автоматически

Утвердил: ☒ Заполнять автоматически

▼ Другие параметры

Организация: ☐ Заполнять автоматически

Инв. № подл.: ☐ Заполнять автоматически

Взам. инв. №: ☐ Заполнять автоматически

Инв. № дубл.: ☐ Заполнять автоматически

Справ. №: ☐ Заполнять автоматически

Вер.: ☐ Заполнять автоматически

▼ Настройки формирования перечня

Добавить: ☒ Лист регистрации изменений
☐ Пробел между обозначением и кодом документа
☐ Доп. графы для заказчика

Символ-разделитель: ▼

Рисунок 68. Заполненная карта перечня элементов

Также на вкладке представлена группа параметров «Настройки формирования перечня», содержащая следующие настройки:

— «Добавить»:

- «Лист регистрации изменений» — при включенном параметре в состав документа добавляется лист регистрации изменений.
- «Пробел между обозначением и кодом» — вставка разделяющего пробела между обозначением и кодом документа в поле «Обозначение перечня».
- «Доп. графы для заказчика» — при включенном параметре в основную надпись документа добавляются графы 27—30 для госзаказчика, соответствующие требованиям ГОСТ 2.104-2023.

— «Символ-разделитель» — выпадающий список с выбором разделителя

перечисления диапазона компонентов: < - > или <...>.

- Кнопка «Сформировать» — предназначена для применения внесенных изменений на схеме, к уже созданному документу перечня элементов.

Примечание — По нажатию на кнопку «Сформировать» отобразится окно подтверждения формирования перечня элементов с новыми параметрами (см. [рисунок 69](#)).

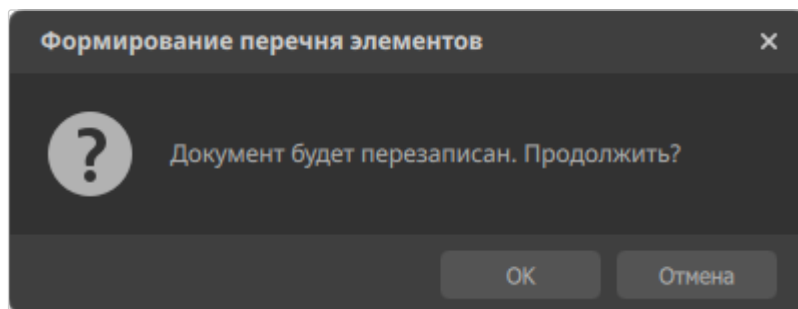


Рисунок 69. Окно подтверждения формирования перечня элементов

По завершению редактирования нажать на кнопку «Сохранить». Документ будет размещен в дереве проекта на уровне «Документация».

5.2.5. Открытие документов

Созданные в структуре проекта документы отображаются на панели «Проекты» (см. [рисунок 70](#)).

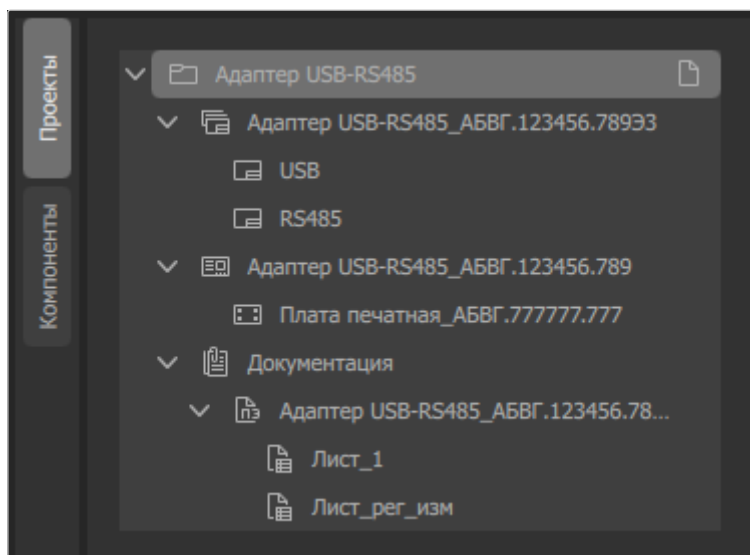


Рисунок 70. Структура проекта на панели «Проекты»

Для работы с документом необходимо раскрыть структурную часть проекта (схему, печатный узел или перечень элементов) и произвести двойной щелчок мыши по наименованию документа или одному из его листов.

Если открыт лист документа, то будет создана вкладка с наименованием листа и содержимое листа отобразится в рабочей области (см. [рисунок 71](#)).

5.2.6. Печать документов

Печать доступна для документов типа «Схема» и «Перечень элементов».

Для печати листов документа в файл формата PDF необходимо открыть лист требуемого документа и вызвать команду адаптивного меню *Файл* → *Печать* (см. [рисунок 73](#)).

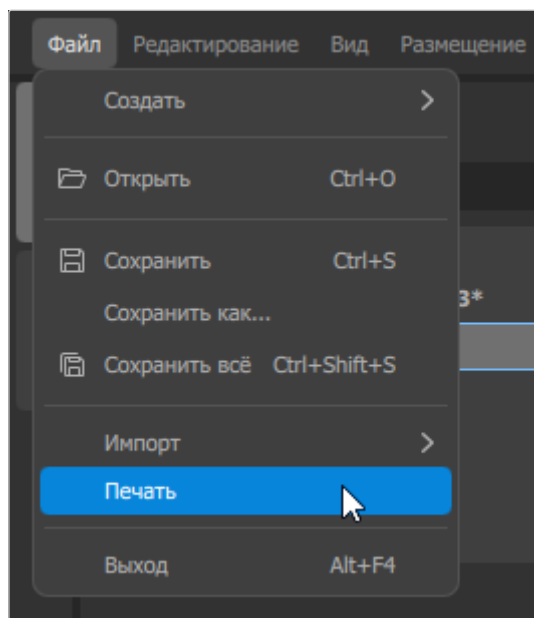


Рисунок 73. Команда адаптивного меню «Файл» → «Печать»

При вызове данной команды откроется диалоговое окно «Печать», позволяющее задать параметры печатаемого документа (см. [рисунок 74](#)):

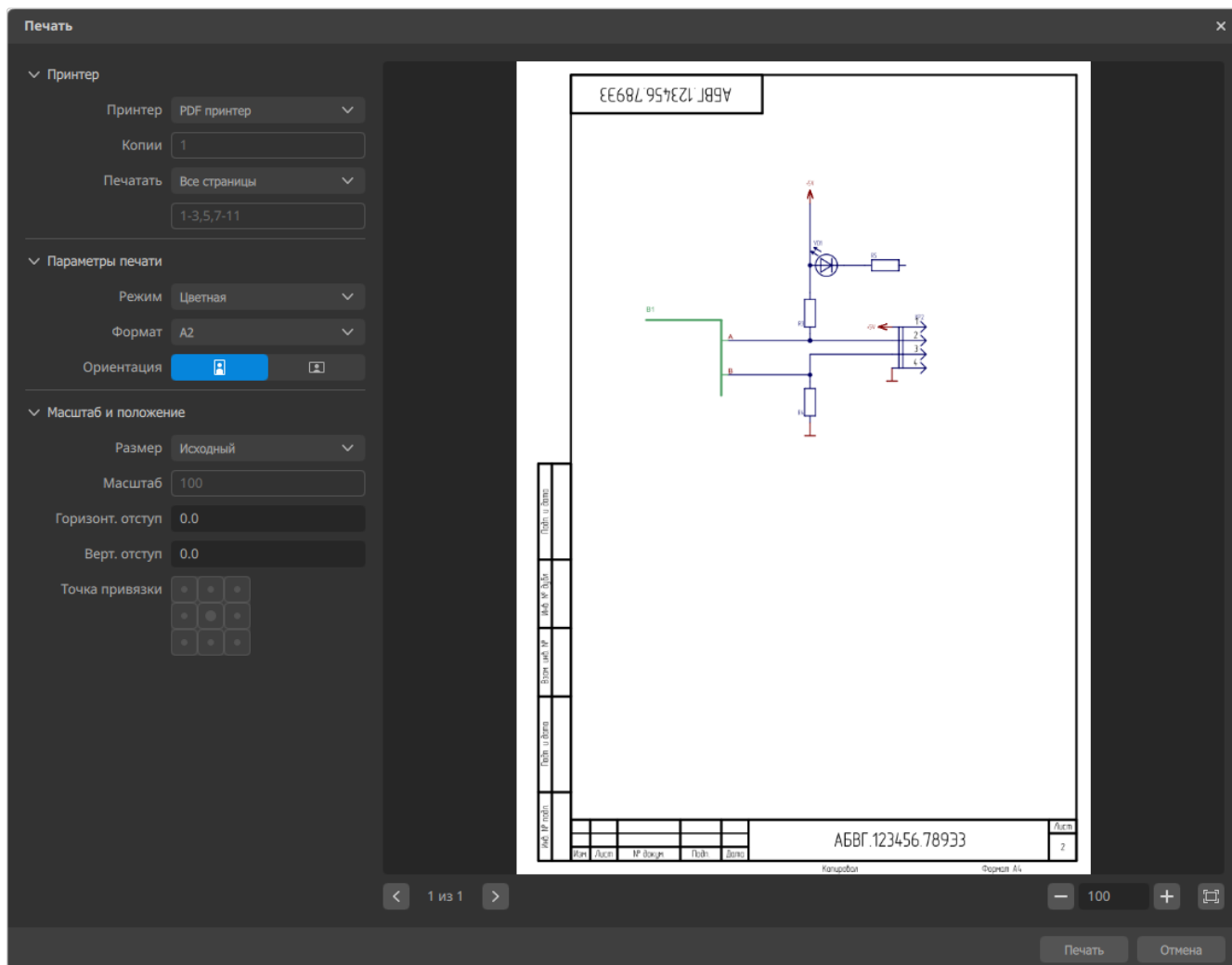


Рисунок 74. Окно «Печать»

- «Печатать» — выбор листов для печати:
 - «Все страницы» — печать всех листов документа;
 - «Текущая» — печать только текущего листа;
 - «Выборочно» — при выборе данного параметра в поле необходимо указать номера листов для печати. Листы для печати указываются через знак «,». Диапазон листов для печати указывается через знак «-».
- «Режим» — цветовой режим печати листов. Для выбора доступны варианты: цветная, черно-белая и градации серого.
- «Формат» — формат листов. Для выбора доступны варианты: A4, A3, A2, A1 и A0.
- «Ориентация» — ориентация листов: книжная или альбомная.
- «Размер» — масштабирование схемы. Для выбора доступны варианты: исходный, вписать в формат и пользовательское;
- «Масштаб» — поле доступно для ввода при значении «Пользовательское» параметра «Размер».
- Горизонтальные и вертикальные отступы схемы от границ листа.

После настройки параметров печати необходимо нажать на кнопку «Печать» и выбрать нужное расположение для созданного документа PDF.

5.2.7. Удаление документов

Для удаления документа необходимо нажать на кнопку «Удалить документ» в нижней части вкладки документа ([рисунок 75](#)).

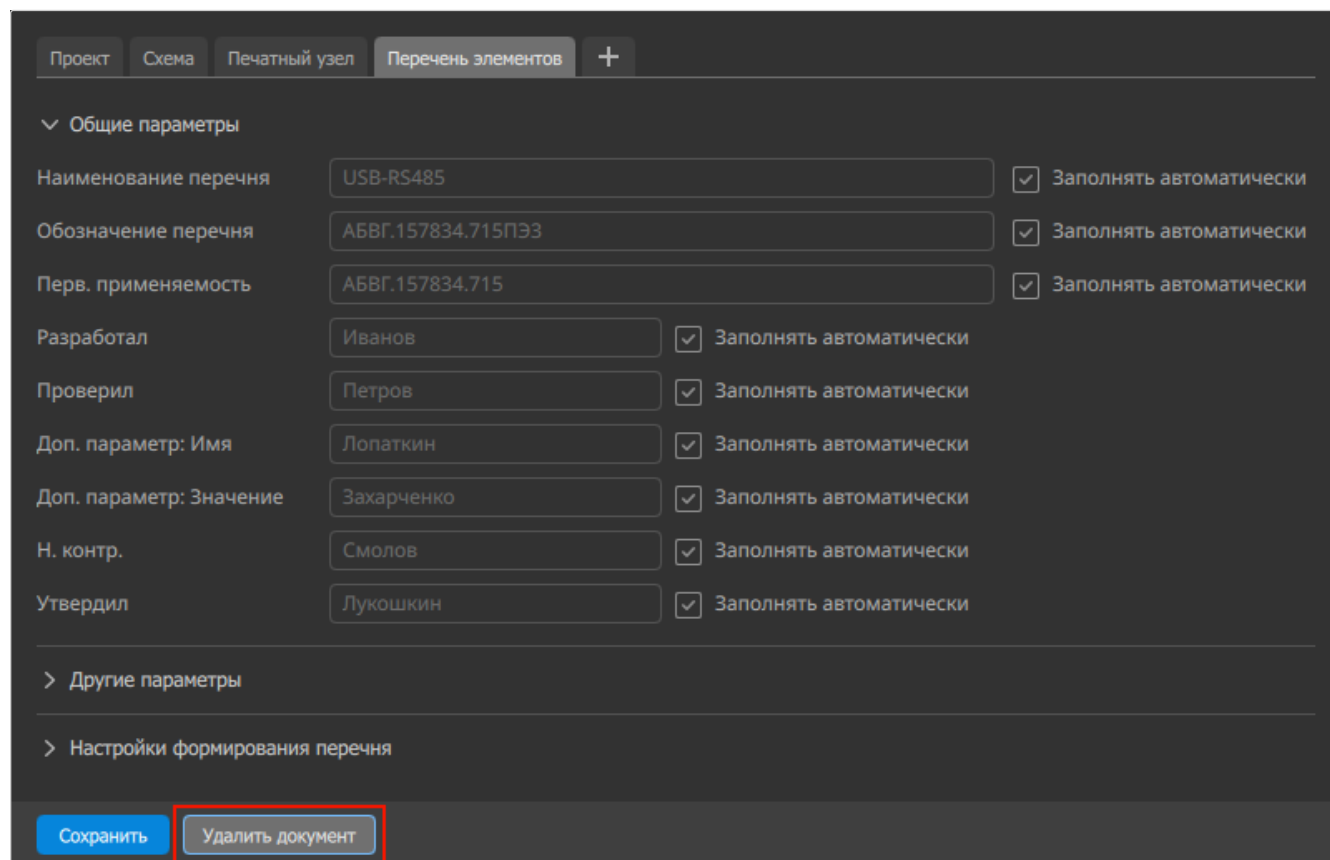


Рисунок 75. Кнопка «Удалить документ» на вкладке документа

При нажатии на кнопку отобразится окно с просьбой подтвердить удаление документа (см. [рисунок 76](#)).

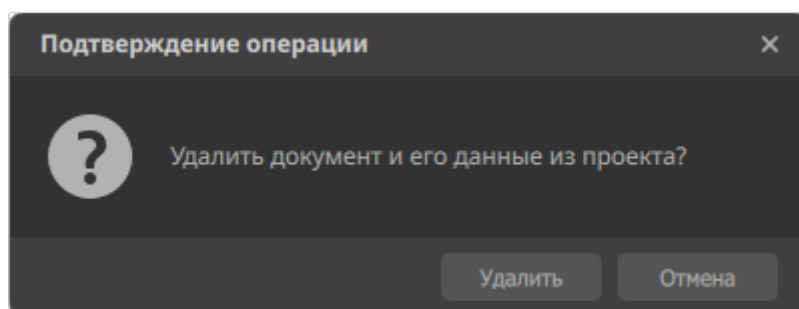


Рисунок 76. Окно подтверждения удаления документа

5.3. Сохранение проектов

Изменения проектных данных, произведенные пользователем в текущем сеансе работы, будут автоматически сохранены в базе данных. При этом сохранение изменений происходит в фоне без прерывания рабочего процесса.

Если связь с сервером лицензий нарушена во время работы с проектом, то будет отображено окно с сообщением об ошибке (см. [рисунок 77](#)).

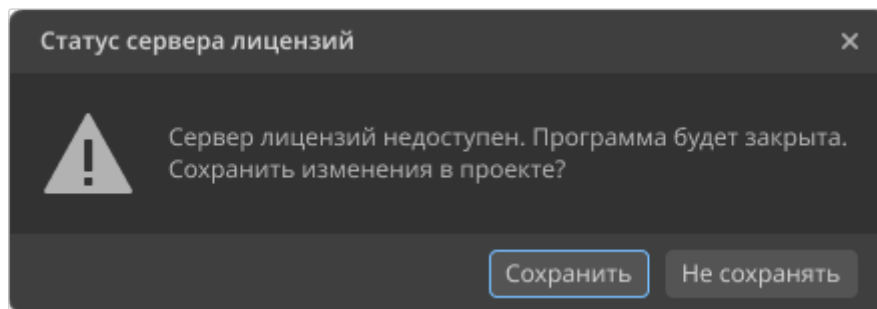


Рисунок 77. Ошибка к доступу сервера лицензий при работе с проектом

При нажатии на кнопку «Сохранить» все изменения, внесенные в проекты до отключения от сервера лицензий, будут сохранены. Программа закроется.

При нажатии на кнопку «Не сохранять» произойдет закрытие Программы без сохранения изменений в проектах.

5.3.1. Ручное сохранение проектов

Для сохранения изменений в проекте необходимо в меню «Файл» выбрать команду «Сохранить» либо нажать комбинацию клавиш **Ctrl** + **S**.

Если на панели «Проект» открыто несколько проектов, требующих сохранения, то можно сразу сохранить все изменения во всех проектах. Для этого необходимо в меню «Файл» выбрать команду «Сохранить все» либо нажать комбинацию клавиш **Ctrl** + **Shift** + **S**.

5.4. Открытие проектов

Для открытия проекта необходимо открыть менеджер проектов, выполнив команду меню «Файл» → «Открыть проект», либо нажать комбинацию клавиш **Ctrl** + **O**. В рабочей области откроется вкладка «Менеджер проектов» (см. [рисунок 78](#)).

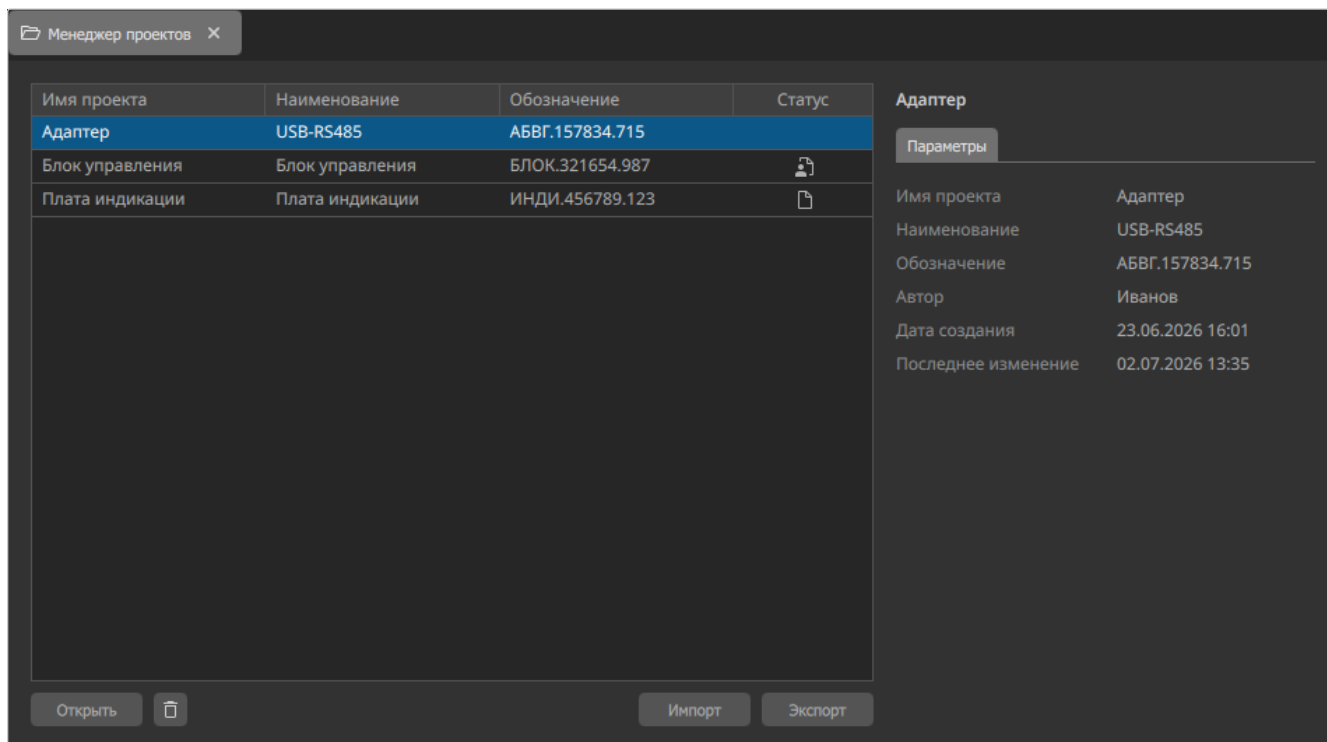


Рисунок 78. Вкладка «Менеджер проектов»

В открывшейся вкладке расположено табличное представление перечня созданных проектов. Для открытия проекта необходимо выделить требуемый проект и нажать на кнопку «Открыть», расположенную внизу табличного представления, либо дважды щелкнуть левой кнопкой мыши по требуемому проекту.

В столбце «Статус» отображаются значки обозначающие состояние проекта:

- Значок  означает, что проект открыт в текущем сеансе работы Программы.
- Значок  означает, что проект открыт другим пользователем Программы. Открытие данных проектов на момент пользования другими пользователями невозможно. При попытке открытия проекта с данным статусом отображается сообщение об ошибке (см. [рисунок 79](#))

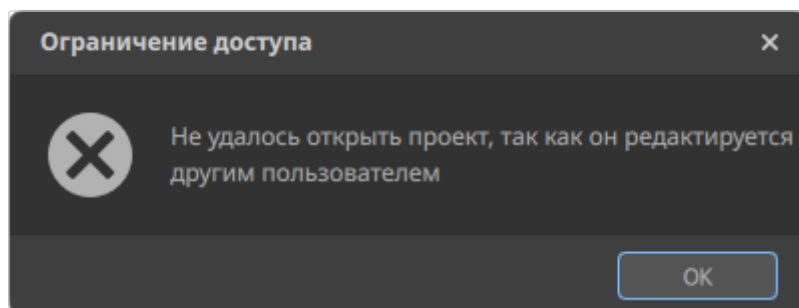


Рисунок 79. Сообщение об ошибке открытия проекта

5.5. Импорт проектов

Для импорта проекта «Макс.EDA» необходимо нажать на кнопку «Импорт»,

расположенную в нижней части вкладки «Менеджер проектов» (см. [рисунок 80](#)).

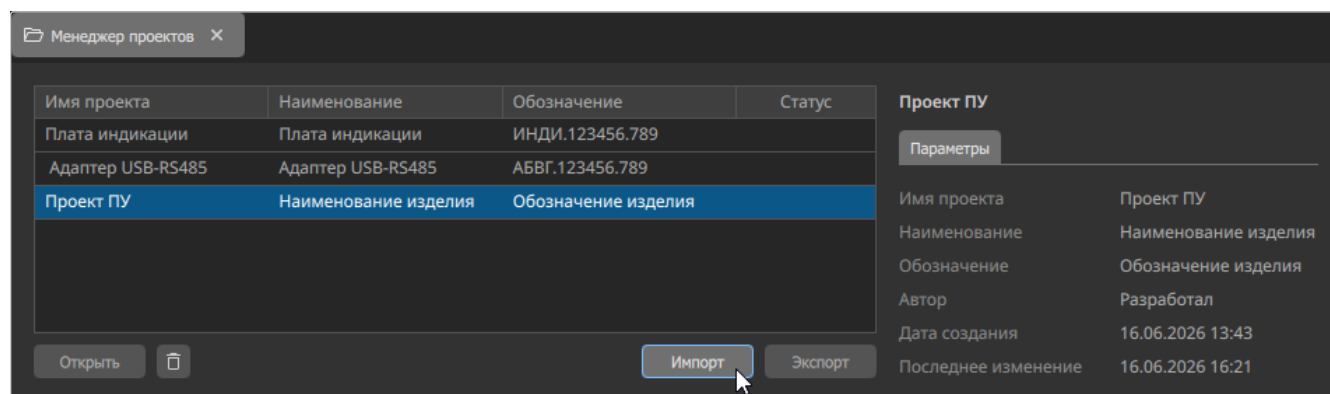


Рисунок 80. Кнопка импорта проекта

В открывшемся окне файлового проводника следует выбрать файл с расширением **.prj** и нажать на кнопку «Открыть».

5.6. Импорт проекта Altium Designer

Для корректного отображения документов в импортируемом проекте из *Altium Designer* необходимо предварительно выполнить импорт библиотеки проекта *Altium Designer* (см. [Импорт библиотеки Altium Designer](#)).

В Программе предусмотрена возможность импорта проекта созданного в программе *Altium Designer*. Для импорта проекта *Altium Designer* в Программу необходимо:

- 1) Вызвать пункт меню «Файл» → «Импорт» → «Проект Altium Designer» (см. [рисунок 81](#)).

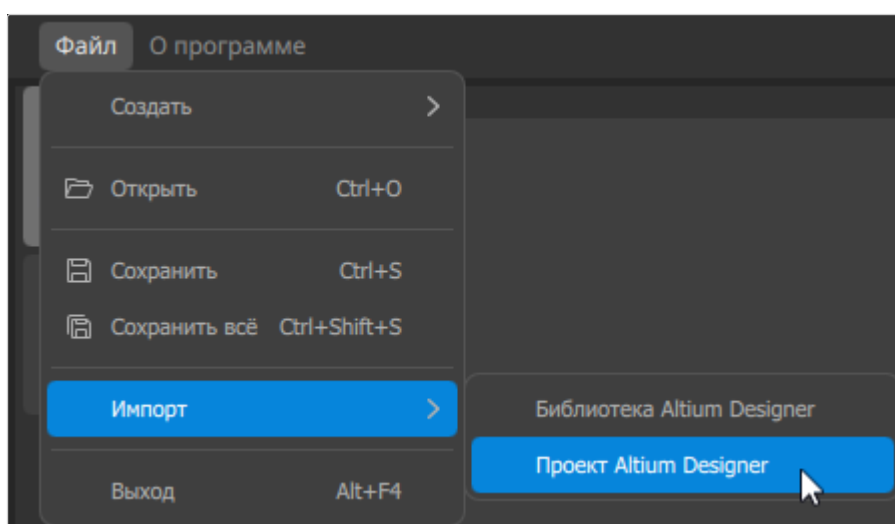


Рисунок 81. Пункт меню «Файл» → «Импорт» → «Проект Altium Designer»

- 2) Выбрать файл с расширением **.PrjPcb**.

На панели «Проекты» будет отображен импортированный проект, а в рабочей области откроется вкладка идентификационной карты проекта. При

необходимости можно отредактировать данные проекта.

Для дальнейшей работы с проектом необходимо сохранить импортированный проект (см. [Ручное сохранение проектов](#)).

5.7. Экспорт проектов

Для экспорта проекта в локальный файл необходимо выделить требуемый проект и нажать на кнопку «Экспорт», расположенную в нижней части вкладки «Менеджер проектов» (см. [рисунок 82](#)).

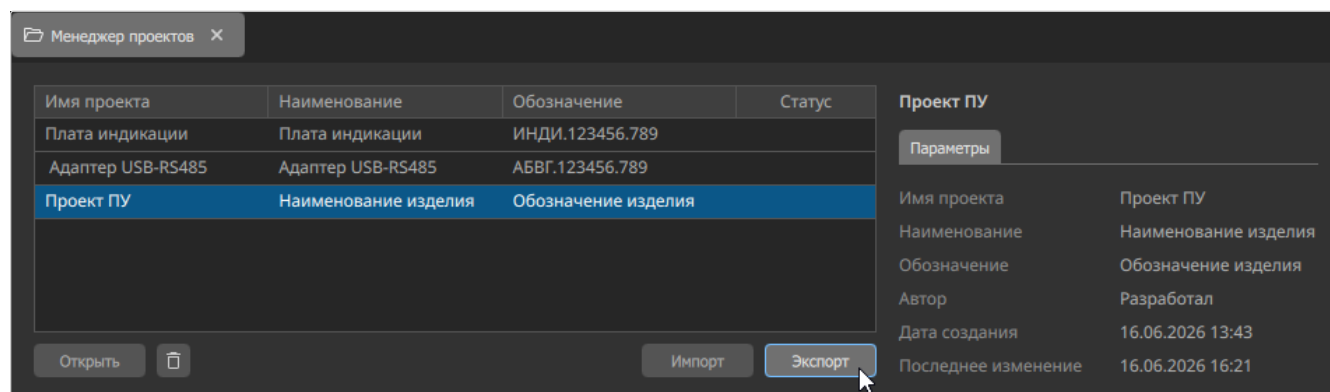


Рисунок 82. Кнопка экспорта проекта

В открывшемся окне файлового проводника следует указать директорию для сохранения файла проекта. Файл проекта экспортируется с расширением **.prj**.

5.8. Заккрытие проектов

Для закрытия проекта необходимо нажать правой кнопкой мыши на наименование нужного проекта на панели «Проекты» и в открывшемся контекстном меню выбрать команду «Закрыть проект» (см. [рисунок 83](#)).

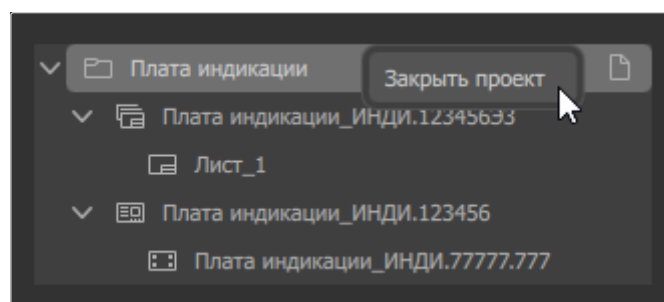


Рисунок 83. Пункт контекстного меню «Закрыть проект»

После вызова данной команды Программа по очереди закрывает каждый документ, относящийся к выбранному проекту.

Если в документах проекта есть несохраненные изменения, проект необходимо сохранить перед закрытием нажатием сочетания клавиш **Ctrl + S** или вызвав команду меню «Файл» → «Сохранить».

При ручном закрытии вкладки документа или окна Программы, если в закрываемом документе есть несохраненные изменения, Программа предложит сохранить документ перед закрытием (см. [рисунок 84](#)).

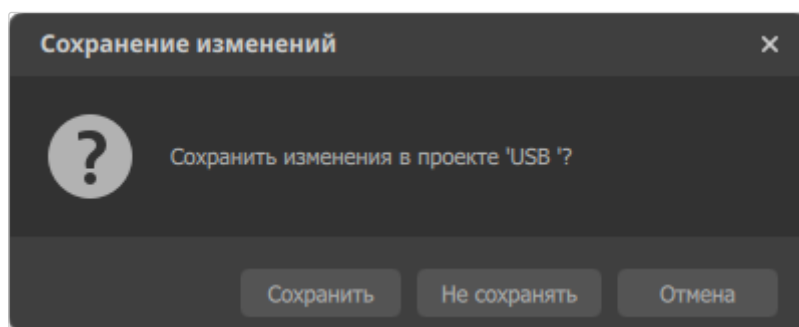


Рисунок 84. Предупреждение при закрытии документа с несохраненными изменениями

П р и м е ч а н и е— Документы, в которых есть несохраненные изменения, помечены в структуре проекта и на строке вкладок значком «*», а их наименование на вкладке выделено жирным шрифтом (см. [рисунок 85](#) и [рисунок 86](#)).

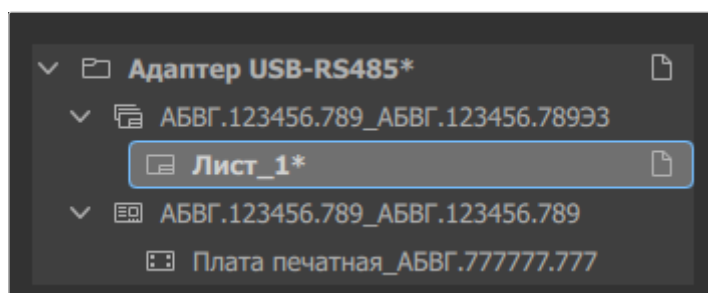


Рисунок 85. Лист документа с несохраненными изменениями на панели «Проекты»



Рисунок 86. Лист документа с несохраненными изменениями на строке вкладок

5.9. Удаление проектов

Для удаления проекта необходимо выделить требуемый проект и нажать на кнопку , расположенную в нижней части вкладки «Менеджер проектов» (см. [рисунок 87](#)).

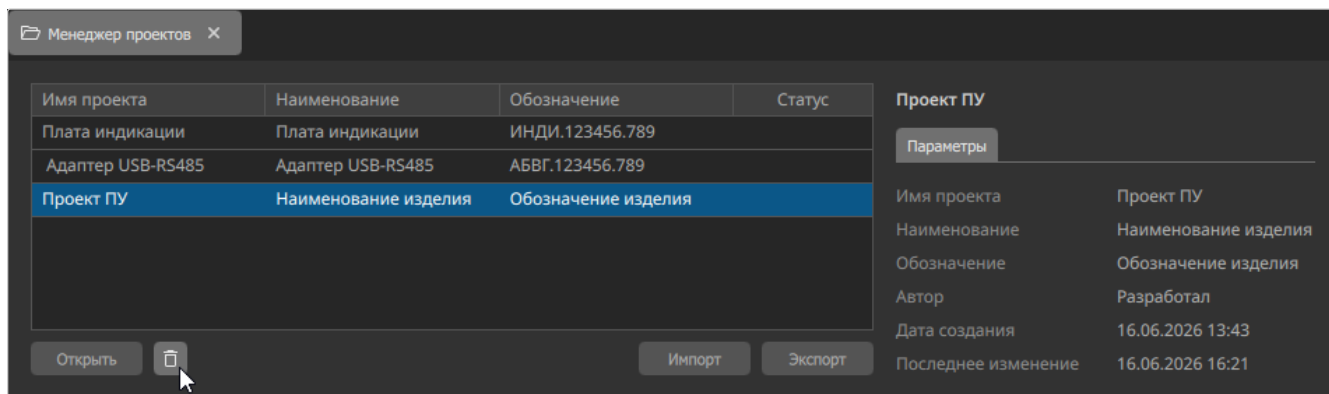


Рисунок 87. Кнопка удаления проекта

В открывшемся диалоговом окне подтвердить удаление нажатием на кнопку «Удалить» (см. [рисунок 88](#)).

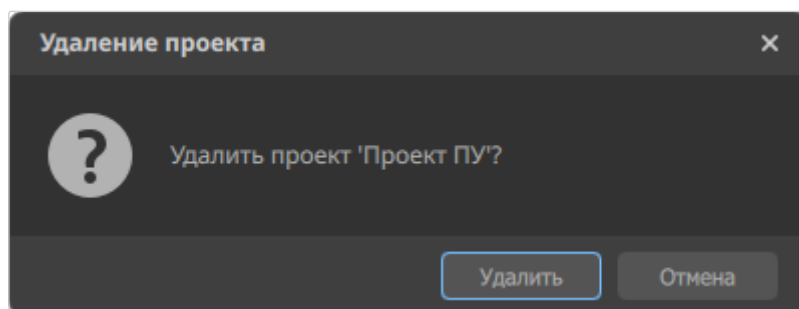


Рисунок 88. Диалоговое окно «Удаление проекта»

6. Работа в редакторе схем

Для начала работы в редакторе схем необходимо открыть лист документа типа «Схема», дважды щелкнув по наименованию листа в дереве документов панели «Проекты» (см. [рисунок 89](#)).

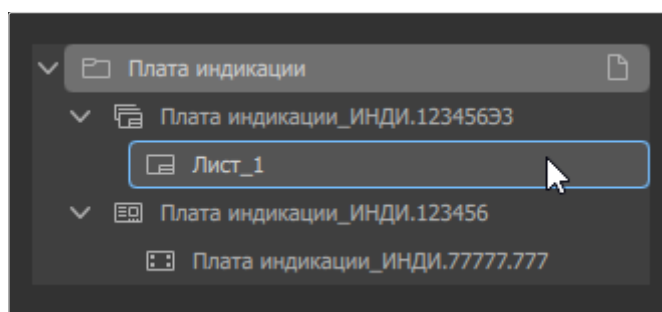


Рисунок 89. Открытие листа в редакторе схем

Также можно дважды щелкнуть по наименованию самого документа типа «Схема», это позволяет открыть документ в многолистовом режиме ([рисунок 90](#)).

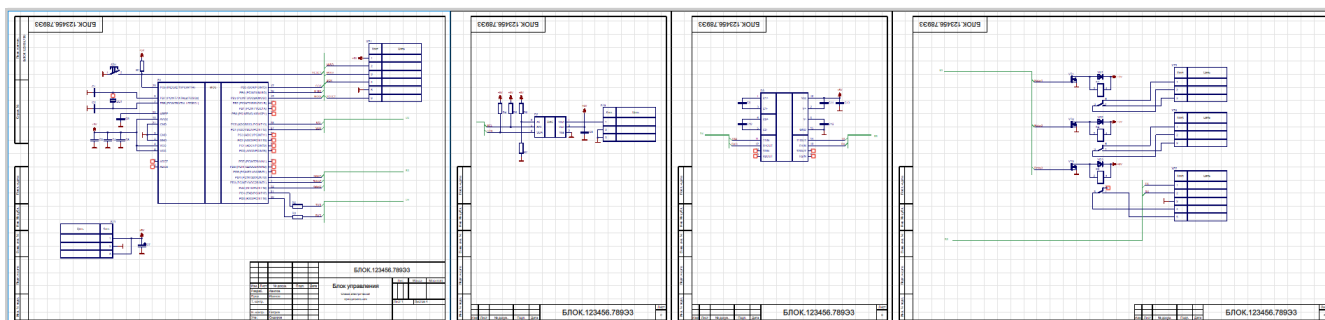


Рисунок 90. Открытый документ схемы в многолистовом режиме

Порядок отображения листов в многолистовом режиме определяется порядком следования листов в области «Управление листами» на вкладке «Схема» идентификационной карты проекта (см. [Создание схемы](#)).

В процессе работы в редакторе схем доступны команды последовательной отмены операций (команда меню «Редактирование» → «Отменить» или сочетание клавиш **Ctrl** + **Z**) и повтора отмененных операций (команда меню «Редактирование» → «Повторить» или сочетание клавиш **Ctrl** + **Y**). Отмена и повтор операций производится в рамках открытого листа.

6.1. Настройка отображения

В рабочей области редактора схем отображается лист документа типа «Схема», предназначенный для размещения на нем УГО компонентов, линий взаимосвязи, цепей, буквенно-цифровых обозначений элементов, текстовых блоков и примитивов.

Для координации размещения и точного позиционирования элементов схемы применяется вспомогательная прямоугольная сетка. Сетка отображается только в

пределах листа схемы.

Начало координат сетки расположено в левом нижнем углу прямоугольника в виде окружности.

В любой момент работы шаг сетки можно изменять, используя клавишу **G**. По умолчанию в качестве шага сетки задано значение 2,5 мм. Изменение шага производится в следующем порядке: 2,5 мм → 5 мм → 0,5 мм → 1 мм. Координаты курсора и текущее значение шага сетки отображаются в строке состояния в левом нижнем углу окна Программы (см. [рисунок 91](#)).

X: 27.500 мм Y: 32.500 мм Шаг сетки: 2.500 мм

Рисунок 91. Отображение шага сетки в строке состояния

Для перемещения по рабочей области редактора схем и управления видом используются действия мышью в сочетании с клавишами клавиатуры:

- Приближение/отдаление вида в позиции курсора (способ I) — перемещение мыши вперед/назад при нажатом колесе (третьей кнопке мыши).
- Приближение/отдаление вида в позиции курсора (способ II) — вращение колеса мыши вперед/назад при нажатой клавише **Ctrl**.
- Панорамирование вида — перемещение мыши при нажатой правой кнопке.
- Вертикальная прокрутка вида вниз/вверх — вращение колеса мыши вперед/назад.
- Горизонтальная прокрутка вида вправо/влево — вращение колеса мыши вперед/назад при нажатой клавише **Shift**.

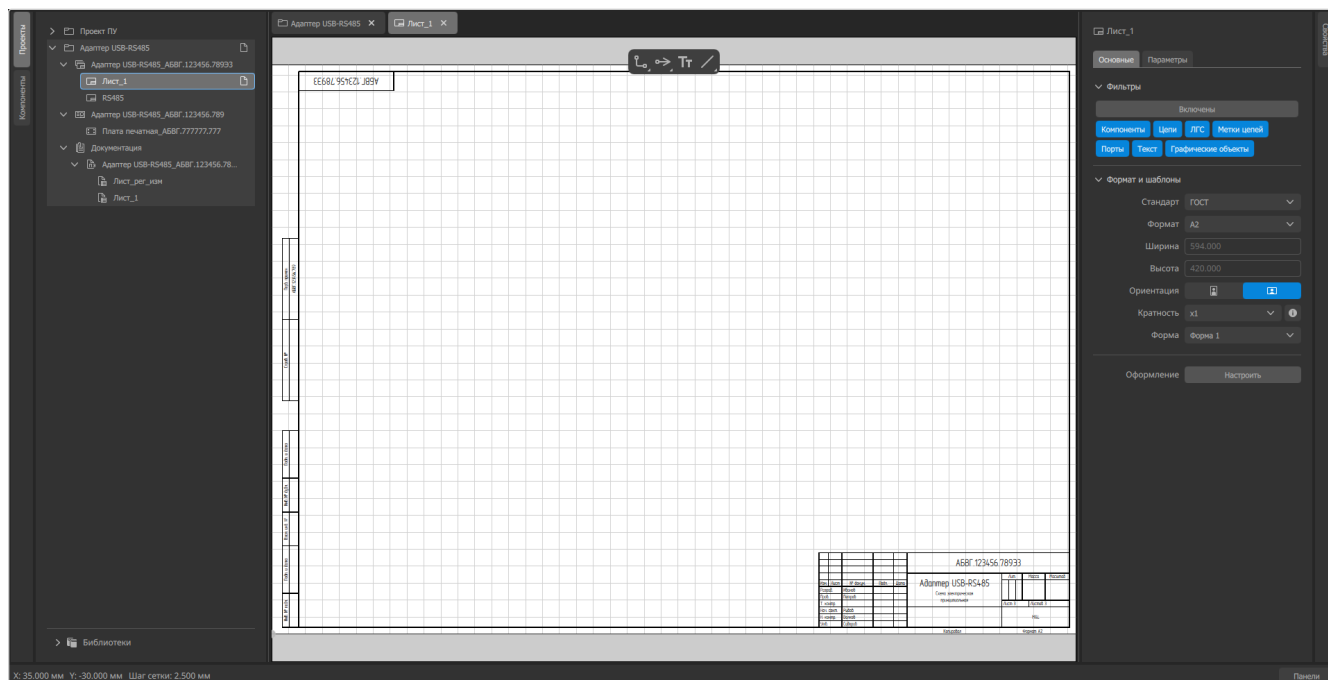


Рисунок 92. Рабочая область редактора схем

Чтобы панорамировать область обзора к ее первоначальному положению — где на ней отображен весь текущий лист целиком — необходимо нажать клавишу **Home** или выбрать в главном меню пункт *Вид* → *Лист* (см. [рисунок 93](#)).

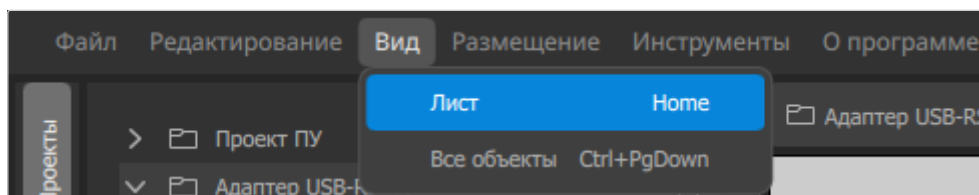


Рисунок 93. Пункт «Лист» в меню «Вид»

Для вписывания всех объектов, размещенных вне листа, в рабочую область необходимо нажать комбинацию клавиш **Ctrl** + **PgDown** либо выполнить в меню «Вид» команду «Все объекты».

6.2. Свойства документов

Если в рабочей области Программы открыт лист схемы, то на панели «Свойства» отображаются свойства данного листа.

6.2.1. Вкладка «Основные»

- «Фильтры» — позволяет выключить возможность выделения объектов определенного типа на схеме. По умолчанию все фильтры включены — это означает, что на листе можно выделять объекты любого типа без исключения (см. [рисунок 94](#)).

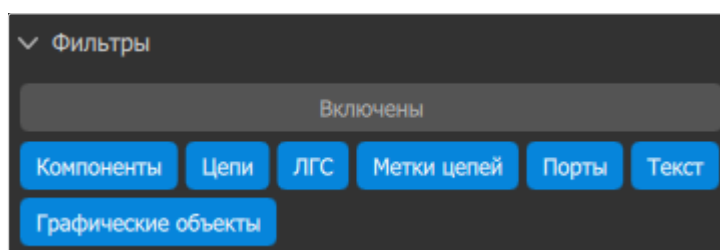


Рисунок 94. Группа «Фильтры» свойств документа

Примечание — Данные настройки распространяются на открытый лист схемы и индивидуальны для каждого открытого листа.

- «Формат и шаблоны» — группа параметров, отвечающая за формат и оформление листа (см. [рисунок 95](#)):

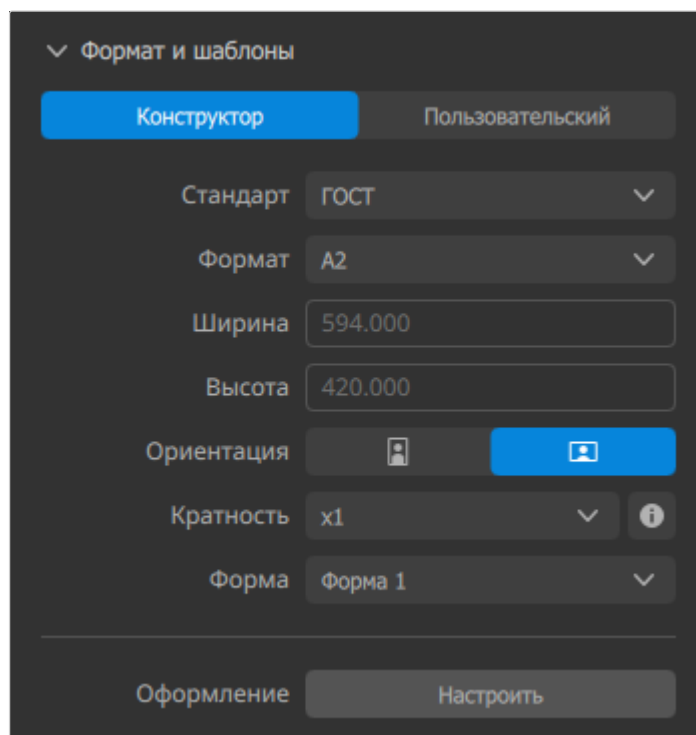


Рисунок 95. Группа «Формат и шаблоны» свойств документа

- Переключатель «Конструктор/Пользовательский» — выбор между пользовательским шаблоном форматки или конструктором форматки.
- «Стандарт» — стандарт, по которому формируется форматка. Значение «ГОСТ» соответствует ГОСТ Р 2.104-2023.
- «Формат» — размер листа документа, выбор из предустановленных значений выпадающего списка.
- «Ширина», «Высота» — поля, позволяющие задать точные размеры листа в мм при выборе значения «Пользовательский» для параметра «Формат». Если параметру «Формат» задано одно из предустановленных значений, эти поля отображают текущие размеры листа.
- «Ориентация» — горизонтальная (альбомная) или вертикальная (книжная) ориентация листа.
- «Кратность» — множитель размеров листа по ГОСТ 2.301-68.
- Кнопка  рядом с полем «Кратность» — открывает окно «Свойства множителя», в котором представлена справочная таблица форматов и разрешенной кратности для каждого формата (см. [рисунок 96](#)).

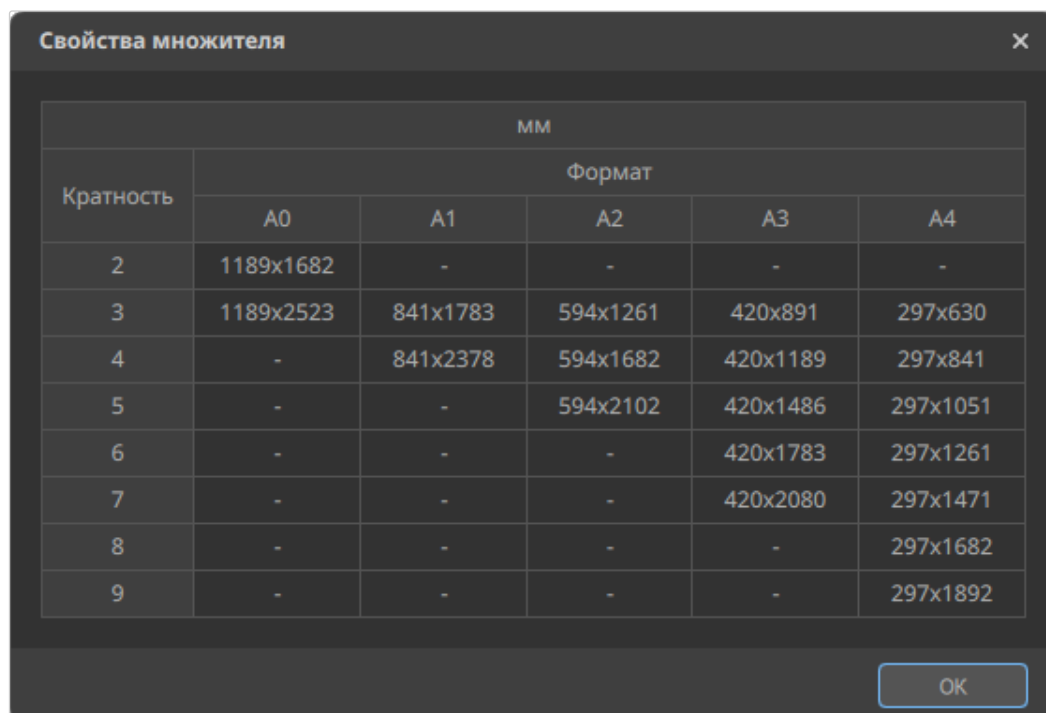


Рисунок 96. Окно «Свойства множителя»

- «Форма» — форма основной надписи по ГОСТ Р 2.104-2023.
- «Оформление» — при наличии основной надписи (значение в поле «Форма» отлично от «Без формы») позволяет настроить отображение соответствующих граф форматки согласно ГОСТ Р 2.104-2023. Для этого необходимо нажать на кнопку «Настроить» и отметить галочками те графы, которые должны отображаться на листе (см. [рисунок 97](#)).

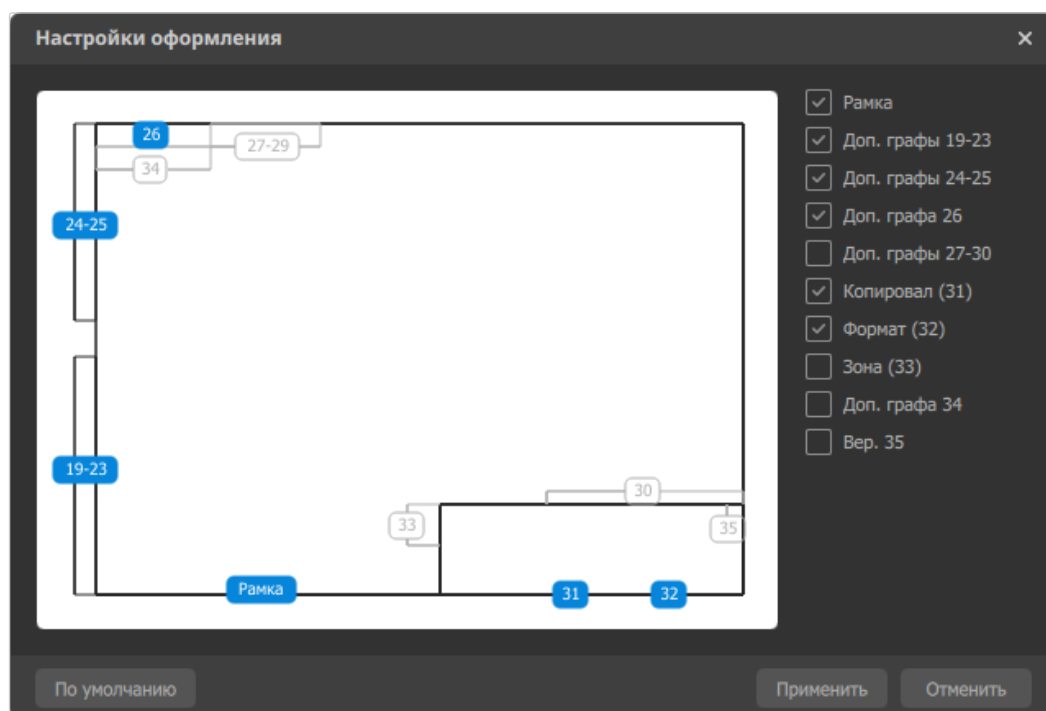


Рисунок 97. Настройка отображения граф

6.2.2. Вкладка «Параметры»

Содержит системные параметры файла проекта, а также информацию о заполнении полей основной надписи (см. [рисунок 98](#)).

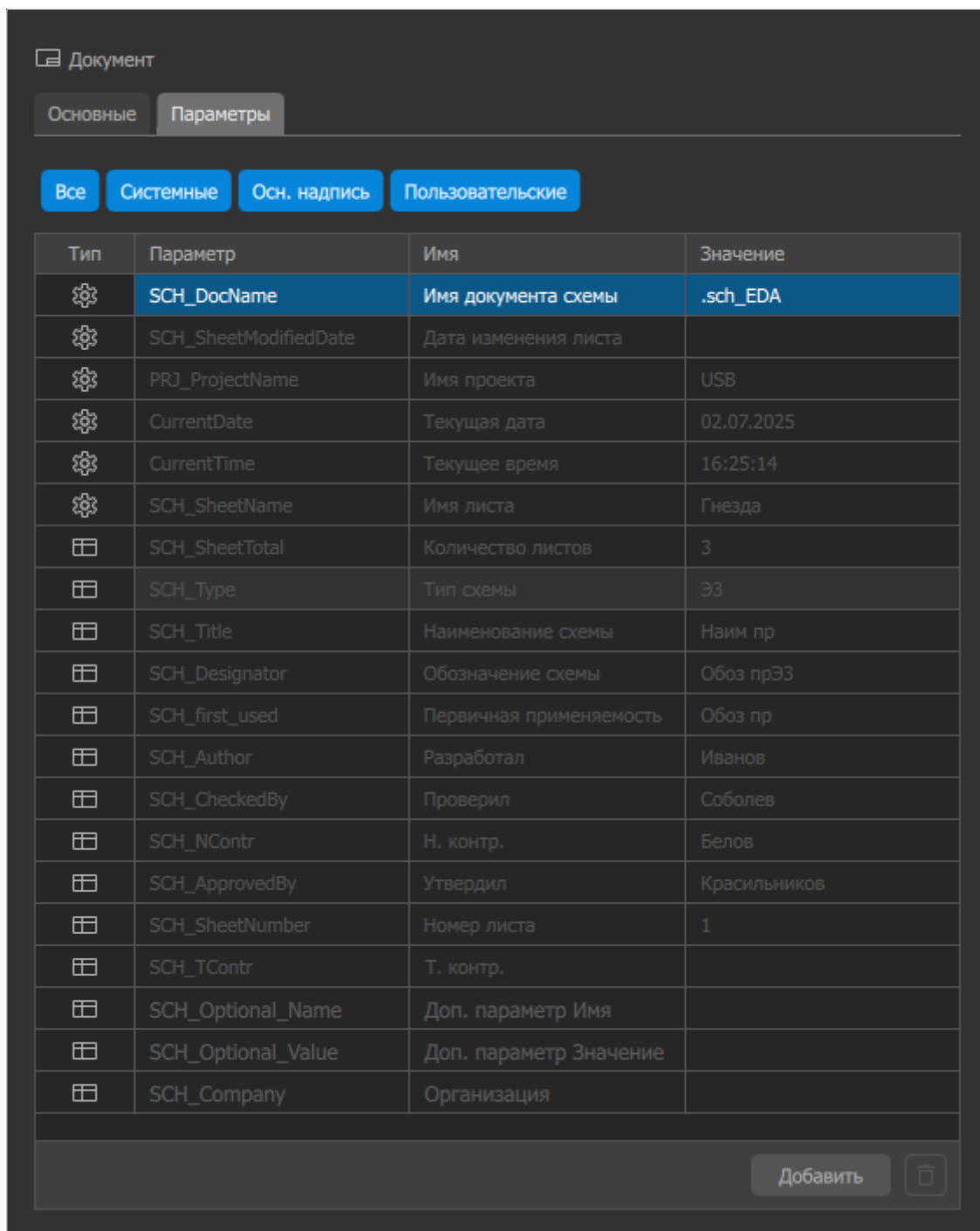


Рисунок 98. Вкладка «Параметры»

В верхней части вкладки представлены кнопки фильтра типов параметров. Щелкнув на нужный тип, можно отфильтровать список, оставив в нем только параметры определенных типов.

Список отображаемых параметров:

— Системные параметры отмечаются значком ⚙️:

- *PRJ_ProjectName* — имя проекта, которому принадлежит лист схемы.
- *CurrentDate* — текущая дата.
- *CurrentTime* — текущее время.
- *SCH_DocName* — имя документа схемы.
- *SCH_SheetName* — имя текущего листа документа схемы.
- *SCH_SheetModifiedDate* — дата изменения текущего листа.
- Параметры основной надписи отмечаются значком :
 - *SCH_SheetNumber* — номер текущего листа.
 - *SCH_SheetTotal* — общее число листов в проекте с учетом работы инструмента «Пронумеровать листы проекта».
 - *SCH_Type* — тип выбранной схемы: Э3 или Э4.
 - *SCH_Title* — наименование схемы.
 - *SCH_Designator* — обозначение схемы.
 - *SCH_first_used* — параметр «Перв. применяемость» карты проекта.
 - *SCH_Author* — параметр «Разработал» карты проекта.
 - *SCH_CheckedBy* — параметр «Проверил» карты проекта.
 - *SCH_NContr* — параметр «Н. контр.» карты проекта.
 - *SCH_TContr* — параметр «Т. контр.» карты проекта.
 - *SCH_Optional_Name* — параметр «Доп. параметр: Имя» карты проекта.
 - *SCH_Optional_Value* — параметр «Доп. параметр: Значение» карты проекта.
 - *SCH_Company* — параметр «Организация» карты проекта.
 - *SCH_ApprovedBy* — параметр «Утвердил» карты проекта.

В нижней части вкладки расположена кнопка «Добавить», позволяющая дополнить список произвольными параметрами на усмотрение пользователя. Данные параметры будут относиться к типу «Пользовательские» и отмечаются значком .

По нажатию кнопки «Добавить» в перечне параметров создается новая строка в которой доступны для заполнения следующие свойства:

- «Параметр» — поле доступно для заполнения только латиницей, цифрами и символом подчеркивания.
- «Имя».
- «Значение».

Для удаления пользовательского параметра необходимо щелчком левой кнопки мыши выделить параметр и нажать на значок .

6.3. Работа с компонентами на схеме

6.3.1. Библиотеки компонентов

Для работы с компонентами в Программе должна быть загружена библиотека компонентов. Библиотека представляет собой набор компонентов, их параметров и моделей (см. [рисунок 99](#)), в частности:

- Условные графические обозначения (УГО) — графические представления компонентов на листе схемы. Для многосекционных УГО доступен выбор секции для просмотра и размещения.
- Посадочные места — комбинация геометрии контактных площадок и других графических объектов, используемых для монтажа компонента на плату.
- 3D-модели — представления компонентов в трехмерном пространстве для проверки на выполнение конструктивных и технологических ограничений.

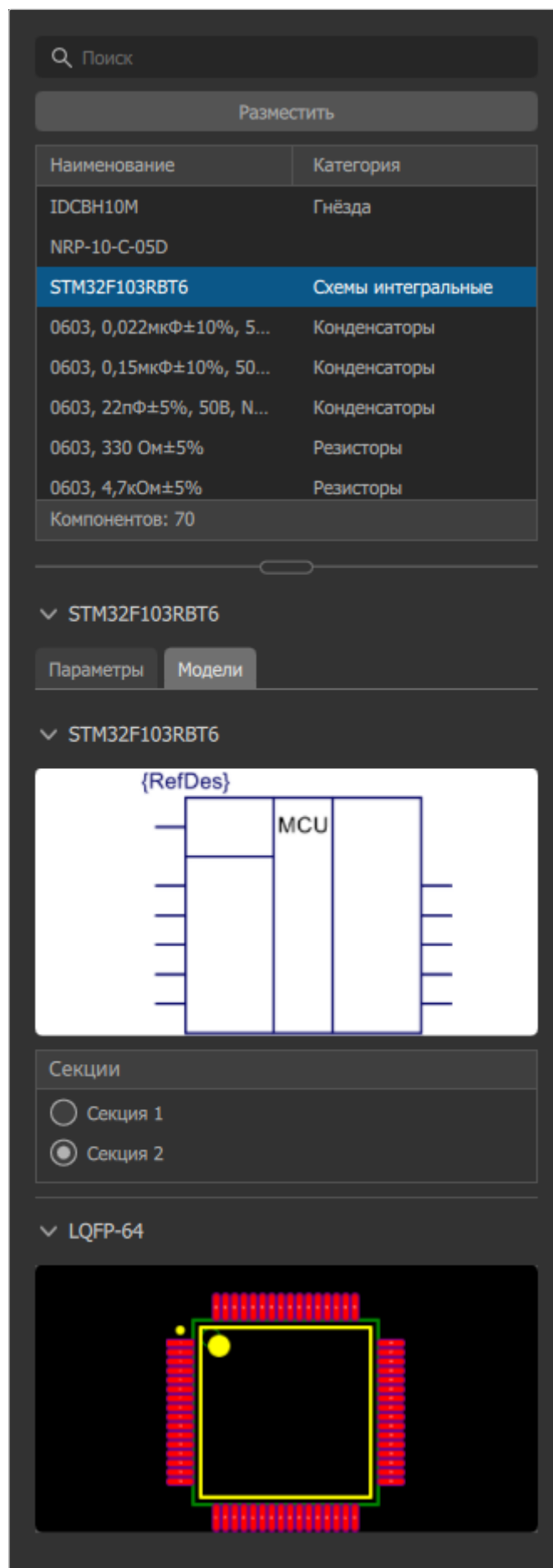


Рисунок 99. Модели компонента в библиотеке компонентов

Для быстрого поиска нужного компонента в загруженной библиотеке можно

воспользоваться строкой поиска под выпадающим списком выбора библиотеки (см. [рисунок 100](#)). После ввода символов в строку поиска необходимо нажать **Enter**, в результате чего происходит поиск соответствий в наименованиях, категориях и параметрах компонентов.

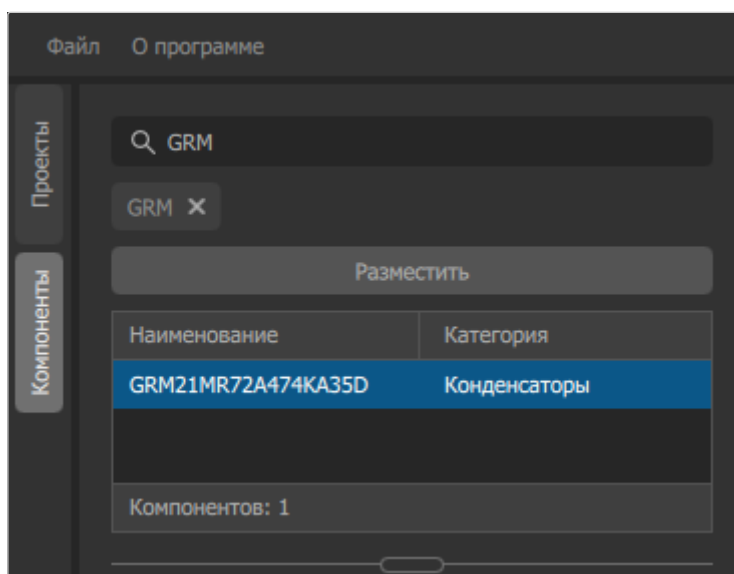


Рисунок 100. Поиск компонента в библиотеке компонентов

Для очистки поискового запроса необходимо нажать на «крестик» рядом с автоматически созданным фильтром, содержащим искомую последовательность символов (см. [рисунок 101](#)).

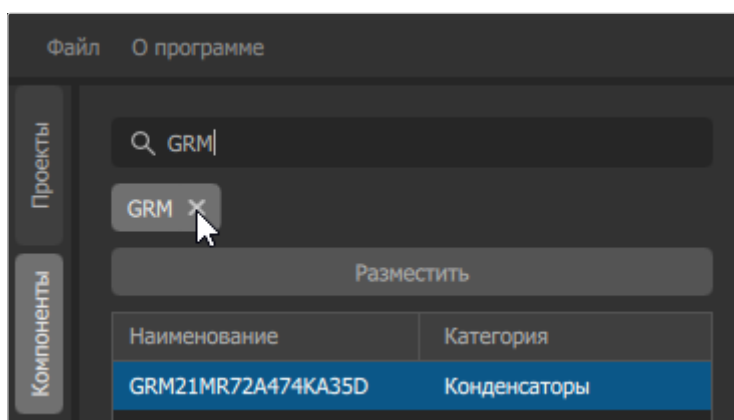


Рисунок 101. Очистка результатов поиска

6.3.2. Размещение компонентов на схеме

Разместить компонент на схеме можно одним из следующих способов:

- Выбрать компонент в списке и нажать на кнопку «Разместить». УГО компонента или его выбранная секция будет «привязана» к курсору мыши, позволяя выбрать нужное расположение для добавляемого компонента с привязкой к сетке в соответствии с текущим шагом сетки (см. [Настройка отображения](#)). Для подтверждения размещения компонента или его секции необходимо нажать левую кнопку мыши в нужной точке на схеме.

- Дважды щелкнуть по наименованию нужного компонента. УГО компонента или его выбранная секция будет «привязана» к курсору мыши, позволяя выбрать нужное расположение для добавляемого компонента или его секции.
- Зажать левую кнопку мыши на нужном компоненте в списке и перенести его на лист схемы. Для подтверждения размещения компонента необходимо отпустить левую кнопку мыши в нужной точке на схеме.

В процессе размещения доступны следующие действия с компонентом:

- Нажатие клавиши **Пробел** поворачивает УГО на 90 градусов против часовой стрелки.
- Нажатие клавиши **Пробел** с зажатой клавишей **Shift** поворачивает УГО на 90 градусов по часовой стрелке.
- Нажатие клавиши **X** отражает УГО по оси X.

Нажатие левой кнопки мыши подтверждает выбор расположения и добавляет компонент или его секцию на схему. В случае многосекционных УГО при размещении секции к курсору мыши «привязывается» следующая секция УГО по порядку, а при добавлении на лист последней секции размещение компонента вновь начинается с первой секции. Выбранный компонент можно продолжить размещать на листе, пока не будет нажата правая кнопка мыши или клавиша **Esc**.

П р и м е ч а н и е — Компонентам автоматически присваиваются позиционные обозначения в порядке добавления их на схему. Данную нумерацию можно переназначить как вручную (изменяя текстовые метки компонентов), так и автоматически (см. [Нумерация компонентов схемы](#)).

При размещении компонента двумя контактами на уже созданную цепь, компонент автоматически подключается к данной цепи, разделяя ее на два сегмента, образуя разрыв цепи (см. [рисунок 102](#)). При этом происходит переименование цепей новых сегментов.

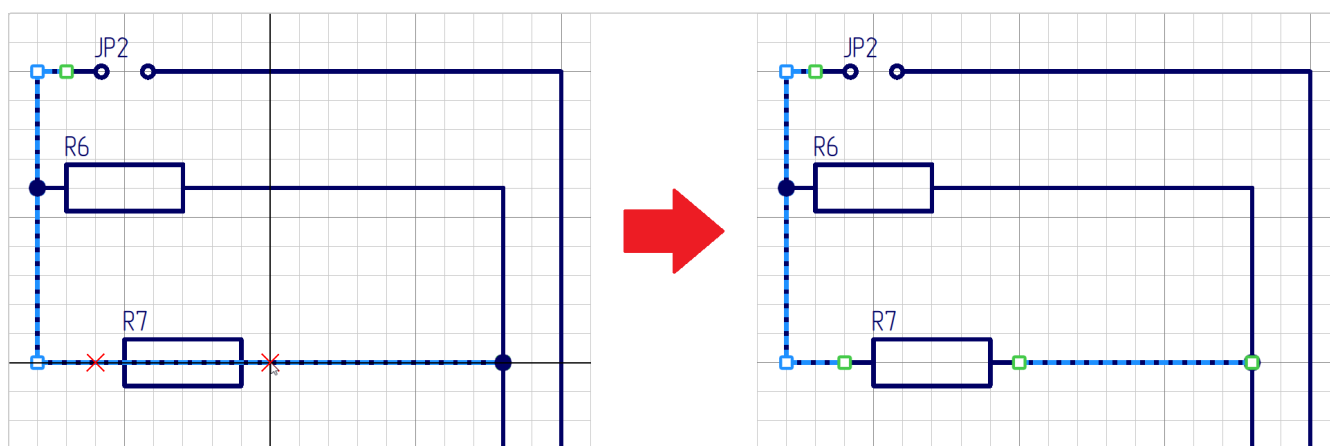


Рисунок 102. Размещение компонента параллельно на цепь

П р и м е ч а н и е—Если длина сегмента цепи равна расстоянию между выводами компонента, то данный сегмент удаляется (см. [рисунок 103](#)).

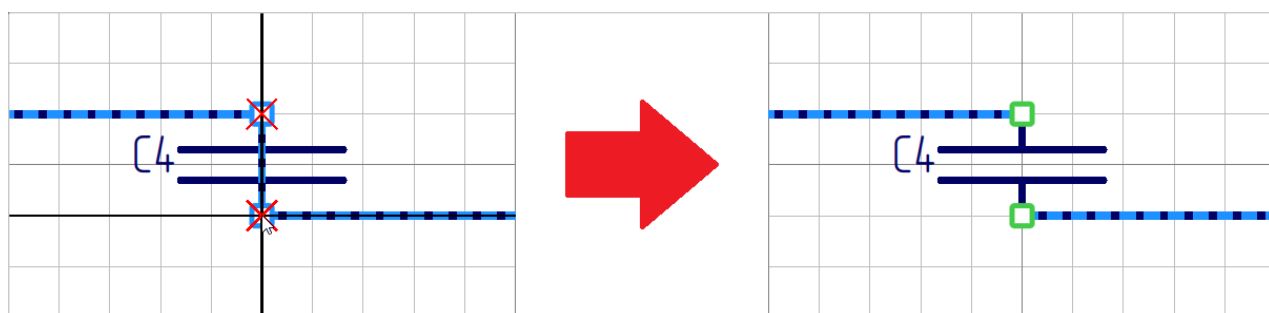


Рисунок 103. Размещение компонента на короткий сегмент цепи

6.3.3. Редактирование свойств компонентов на схеме

При выделении уже размещенного компонента на схеме доступно изменение его свойств на панели «Свойства» (см. [рисунок 104](#)):

Компонент

ОбщиеВыводы

Положение

XY

335.000317.500

Угол поворота

0°

☐ Зеркальность

Основные настройки

Поз. обозначение

C1

Примечание

=Value

Описание

Поле ввода

Тип компонента

Стандартный

Раздел спецификац...

Прочие изделия

Наименование

GRM21MR72A474KA35D

Параметры

Модели

	Имя	Значение
	Comment	=Value
	Value	0.47 мк
	PartNumber	GRM21MR72A474...
	Manufacturer	Murata
	Tolerance	±10%
	Value2	0,47 мкФ
	Case	0805
	ComponentType	Конденсатор
	Voltage	100 В

Рисунок 104. Свойства компонента

1) Вкладка «Общие»:

- Положение компонента на схеме по осям координат X и Y.
- Угол поворота компонента с шагом 90 градусов.

- Зеркальное отражение компонента.
- Позиционное обозначение.

Примечание — Если задаваемое позиционное обозначение выбранного компонента дублирует обозначение размещенного на схеме компонента, то компоненту на схеме будет присвоено исходное позиционное обозначение выбранного компонента.

- Значок  рядом с позиционным обозначением — позволяет включить/выключить отображение позиционного обозначения компонента на схеме.
 - Примечание.
 - Описание.
 - Тип компонента.
 - Раздел спецификации.
 - Наименование.
 - Ниже, на вкладке «Параметры», представлен список атрибутов компонента и их значений.
 - Значок  рядом с именем атрибута — позволяет включить/выключить отображение значения атрибута компонента на схеме.
 - На вкладке «Модели» представлен список моделей и УГО компонента как в 2D-, так и в 3D-исполнении. Также на этой вкладке представлен список секций для многосекционных УГО с возможностью разместить на листе неразмещенные секции при помощи кнопки .
- 2) Вкладка «Выводы» — содержит таблицу выводов компонента, где каждому выводу сопоставлены номер и имя.

6.4. Электрические объекты

После размещения компонентов на схеме необходимо создать электрические соединения между их выводами. При этом свободные выводы электрических объектов и компонентов обозначены красным квадратиком, а при выделении объекта на схеме дополнительно зелеными квадратиками обозначены выводы, к которым уже произведено подключение (см. [рисунок 105](#)).

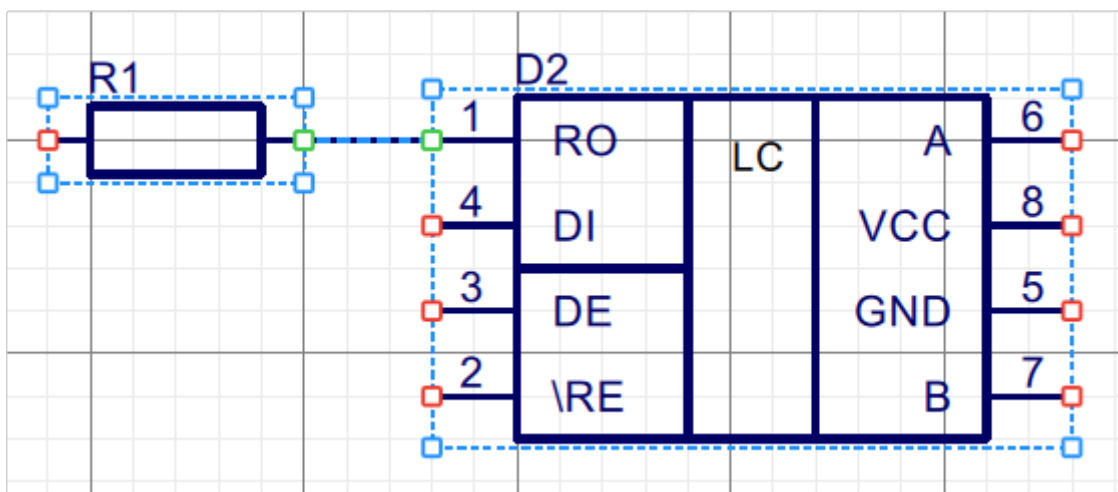


Рисунок 105. Пример отображения символов выводов на схеме

Для создания электрических соединений в редакторе схем предусмотрены инструменты добавления электрических объектов. Данные инструменты размещены на панели инструментов редактора схем, отображаемой вверху рабочей области (см. [рисунок 106](#)).



Рисунок 106. Панель инструментов редактора схем

Все кнопки панели инструментов имеют возможность выбора выполняемой команды. Для назначения на кнопку другой возможной команды необходимо длительно нажать левой кнопкой мыши на эту кнопку либо нажать правой кнопкой мыши и в открывшемся списке выбрать доступный вариант. Значок кнопки изменится в соответствии с выбранной командой до следующей смены команды пользователем. Активная в данный момент кнопка выделяется синим цветом.

На панели инструментов представлены четыре кнопки, в которых доступны функциональные группы команд:

- «Размещение и разметка цепей». При запуске Программы и открытии новой вкладки со схемой кнопке всегда назначена команда «Цепь».
- «Расстановка портов». При запуске Программы и открытии новой вкладки со схемой кнопке всегда назначена команда «Порт питания».
- «Размещение текстовых объектов». При запуске программы и открытии новой вкладки со схемой кнопке всегда назначена команда «Текст».
- «Размещение графических объектов». При запуске Программы и открытии новой вкладки со схемой кнопке всегда назначена команда «Отрезок».

6.4.1. Цепи

Для соединения выводов компонентов применяется инструмент «Цепь». Для его вызова необходимо щелкнуть левой кнопкой мыши по первой кнопке со

значком «Цепь» . Также вызвать инструмент можно из адаптивного меню «Размещение» → «Цепь» или нажатием сочетания клавиш **Ctrl** + **W**.

Если кнопке назначена другая команда, то необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши по первой кнопке на панели инструментов редактора схем. В раскрывшемся списке выбрать инструмент «Цепь» (см. [рисунок 107](#)).

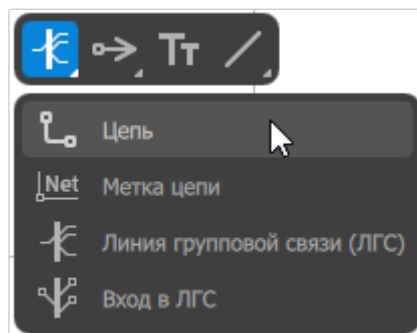


Рисунок 107. Инструмент «Цепь» на панели инструментов

После выбора инструмента курсор мыши сменится на перекрестие (см. [рисунок 108](#)), положение которого на схеме привязано к сетке и меняется в соответствии с текущим шагом сетки (см. [Настройка отображения](#)).

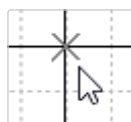


Рисунок 108. Курсор мыши при активном инструменте

При наведении курсора на электрический объект — другую цепь, порт или вывод — цвет перекрестия сменится на красный, обозначая возможность подключения в данном месте схемы (см. [рисунок 109](#)).

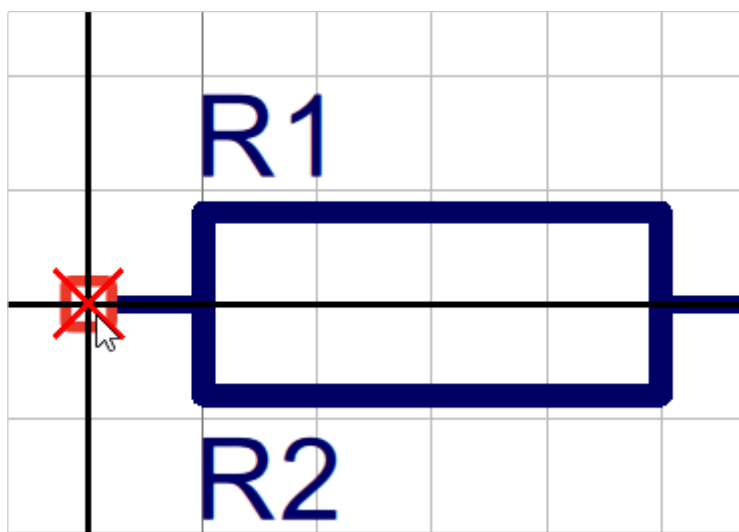


Рисунок 109. Курсор мыши при наведении на электрический объект

Для закрепления сегмента цепи в выбранной точке необходимо нажать левую кнопку мыши. Предварительно закрепленные сегменты будут отображены полупрозрачной синей линией (см. [рисунок 110](#)).

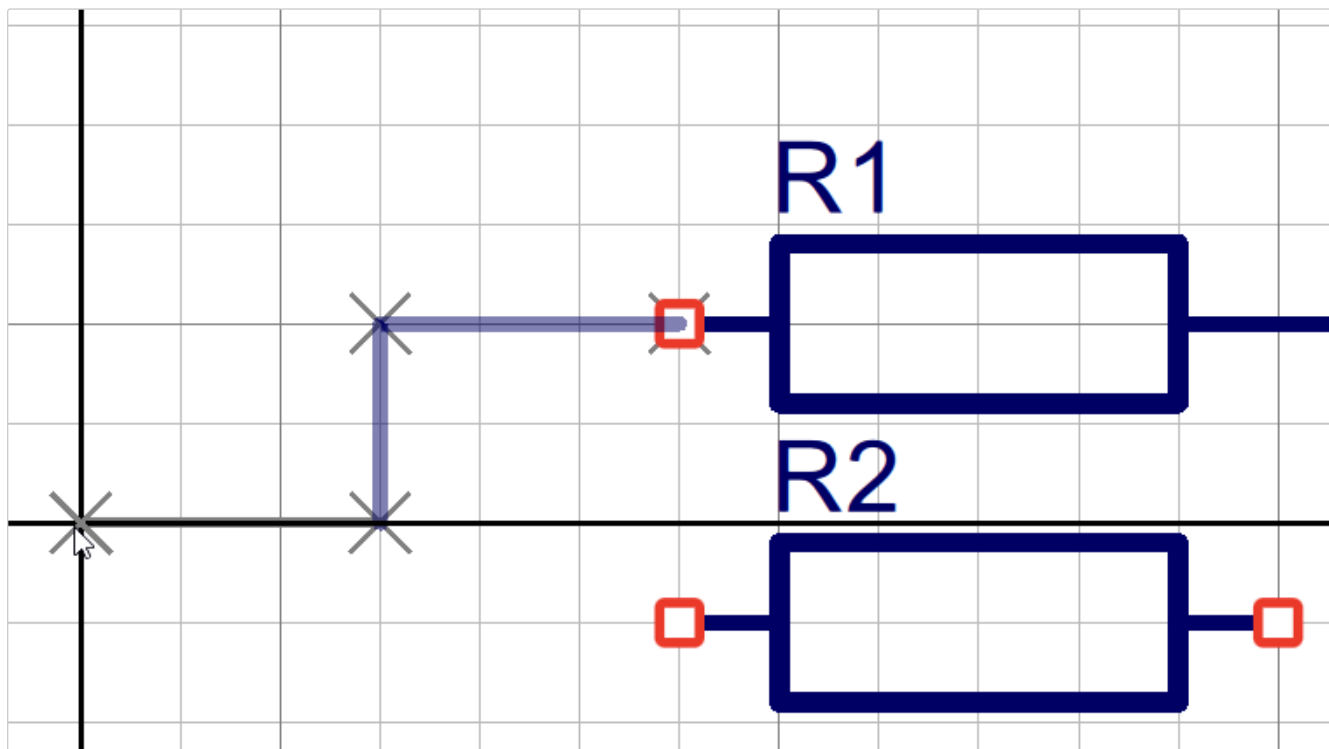


Рисунок 110. Частично построенная цепь

П р и м е ч а н и е— Направление прокладывания сегмента цепи, начинающегося от вывода УГО, совпадает с направлением самого вывода.

Отменить закрепление предыдущего сегмента можно клавишей **Backspace**.

По умолчанию сегменты при построении поворачиваются на 90 градусов. Можно изменить направление поворота, нажав клавишу **Пробел**. Также можно изменить угол поворота, нажав комбинацию клавиш **Shift** + **Пробел**.

При соединении в одной точке трех и более электрических объектов будет автоматически создана точка ветвления (см. [рисунок 111](#)).

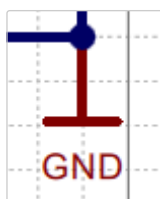


Рисунок 111. Точка ветвления на схеме

Для завершения создания цепи необходимо нажать правую кнопку мыши или клавишу **Esc**.

При выделении на схеме построенной цепи на панели «Свойства» будут отображены ее параметры (см. [рисунок 112](#)):

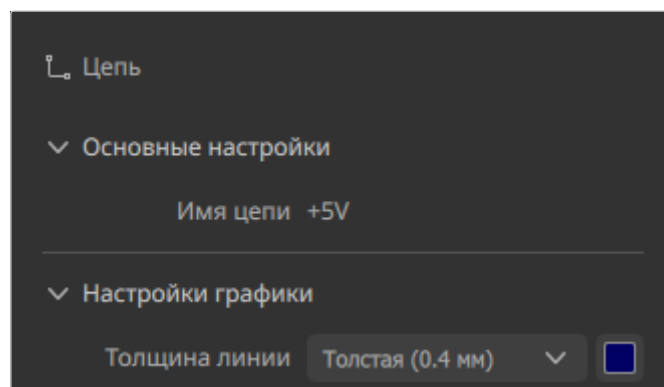


Рисунок 112. Свойства цепи

- «Имя цепи» — присваивается автоматически.
- «Толщина линии» — выбирается из выпадающего списка значений.
- «Цвет линии» — текущий цвет линии отображается в значке справа от выпадающего списка «Толщина линии». Щелчком по значку текущего цвета открывается окно палитры цветов, позволяющее сменить цвет линии.

Нажатие левой кнопкой мыши на сегмент уже выделенной цепи позволяет выделить данный сегмент. Выделенный сегмент цепи можно удалить нажатием кнопки `Delete`, в результате чего произойдет разбиение цепи на две новые цепи с автоматическим переименованием новых цепей.

6.4.2. Метка цепи

Для переименования цепей либо создания связей без физического соединения выводов применяется инструмент «Метка цепи». Для его вызова необходимо активировать инструмент одним из способов:

- Щелкнуть правой кнопкой мыши по первой кнопке на панели инструментов редактора схем и в раскрывшемся списке выбрать инструмент «Метка цепи» (см. [рисунок 113](#)).

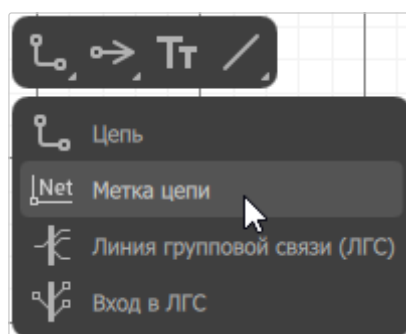


Рисунок 113. Инструмент «Метка цепи» на панели инструментов

- Вызвать команду адаптивного меню «Размещение» → «Метка цепи».

После выбора инструмента «Метка цепи» рядом с курсором мыши будет отображаться текст по умолчанию, положение которого на схеме привязано к сетке и меняется в соответствии с текущим шагом сетки

При наведении курсора на цепь цвет перекрестия сменится на красный, обозначая возможность подключения в данном месте схемы (см. [рисунок 114](#)).

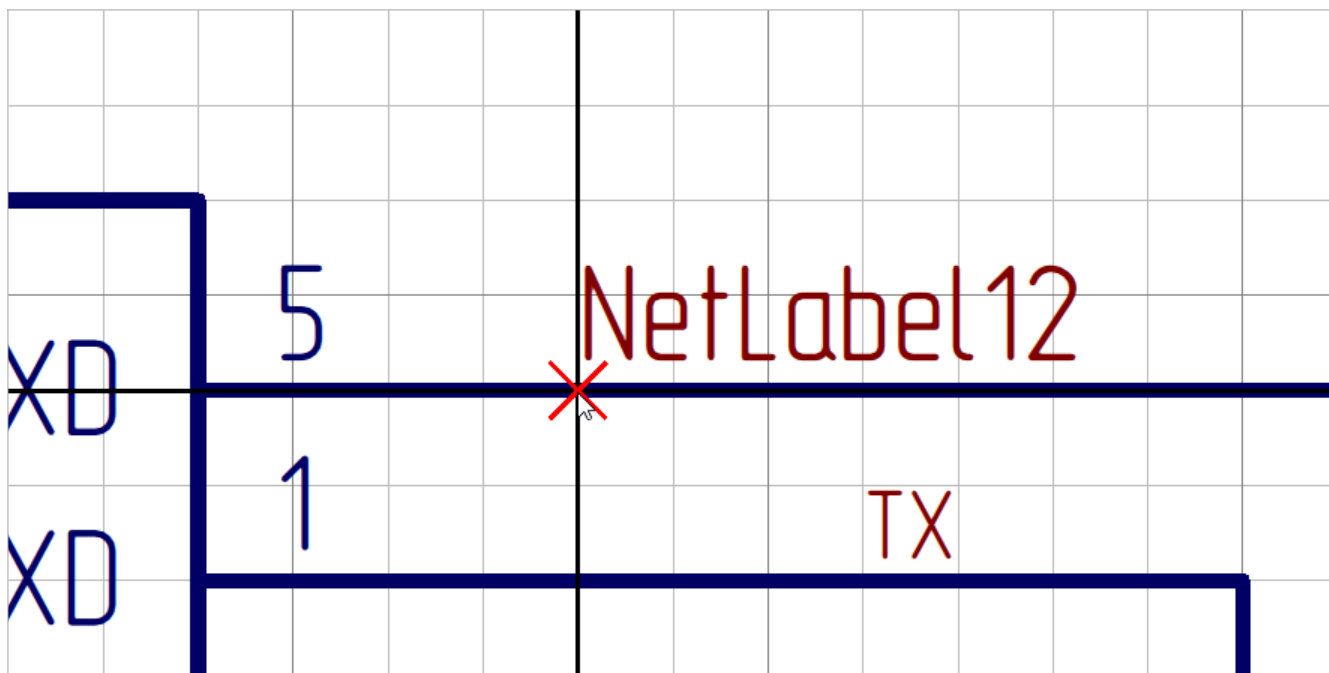


Рисунок 114. Курсор мыши при активном инструменте «Метка цепи»

В процессе размещения текст метки цепи можно поворачивать на 90 градусов против и по часовой стрелке, нажимая **Пробел** или **Shift** + **Пробел** соответственно.

Для размещения метки цепи в выбранной точке необходимо нажать на левую кнопку мыши.

Текст надписи метки цепи можно менять двумя способами:

- Изменив текст на панели «Свойства» в поле «Текст».
- Двойным щелчком левой кнопки мыши по текстовой надписи на схеме.

При выделении размещенной на схеме метки цепи доступно изменение ее свойств на панели «Свойства» (см. [рисунок 115](#)):

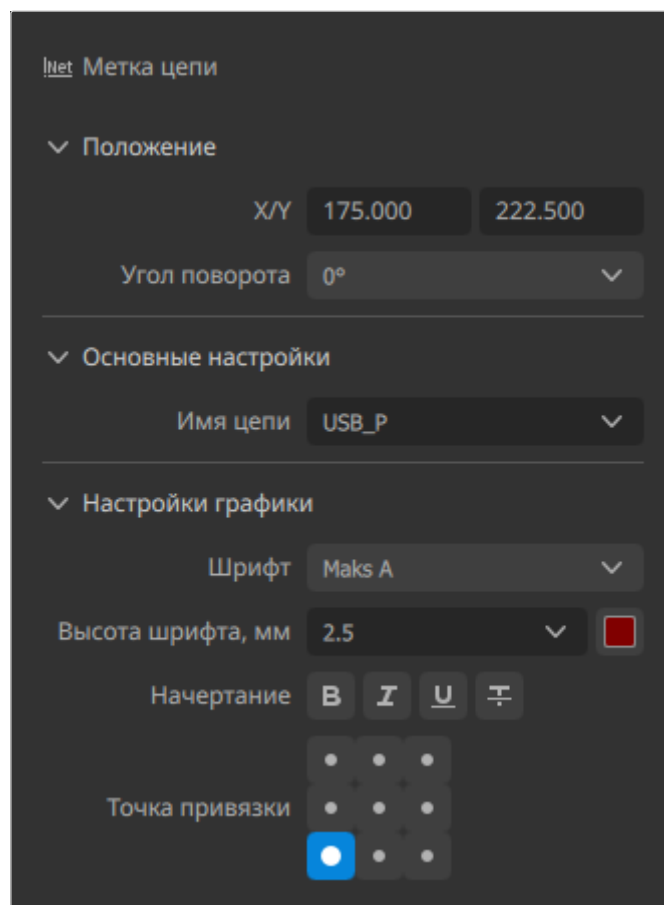


Рисунок 115. Свойства метки цепи

- «X/Y» — положение метки на схеме по осям координат X и Y.
- «Угол поворота» — угол поворота надписи метки цепи с шагом 90 градусов.
- «Имя цепи» — выбор уже созданной цепи из выпадающего списка или определение наименования новой цепи.
- «Шрифт» — по умолчанию выбран шрифт *Maks A*.
- «Высота шрифта, мм» — выбор значения из выпадающего списка (значения указаны в мм).
- «Цвет шрифта надписи» — выбор цвета надписи метки цепи.
- «Начертание» — полужирный, курсив, подчеркнутый, зачеркнутый.
- «Точка привязки надписи» — управляет расположением надписи относительно точки ее размещения на схеме.

6.4.3. Линии групповой связи

Для размещения на схеме линий групповой связи (шин) необходимо активировать соответствующий инструмент одним из способов:

- Щелкнуть правой кнопкой мыши по первой кнопке на панели инструментов редактора схем и в раскрывшемся списке выбрать инструмент «Линия групповой связи (ЛГС)» (см. [рисунок 116](#)).

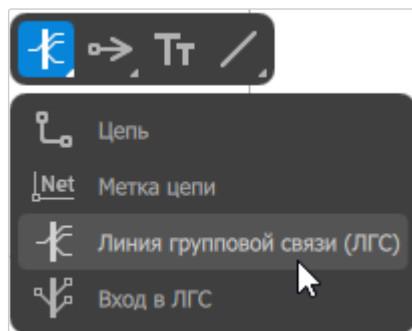


Рисунок 116. Инструмент «Линия групповой связи (ЛГС)» на панели инструментов

— Вызвать команду адаптивного меню «Размещение» → «Линия групповой связи (ЛГС)».

После выбора инструмента курсор мыши сместится на перекрестие, положение которого на схеме привязано к сетке и меняется в соответствии с текущим шагом сетки (см. [Настройка отображения](#)).

Для закрепления сегмента линии групповой связи в выбранной точке необходимо нажать левую кнопку мыши. Предварительно закрепленные сегменты будут отображены полупрозрачной зеленой линией (см. [рисунок 117](#)).

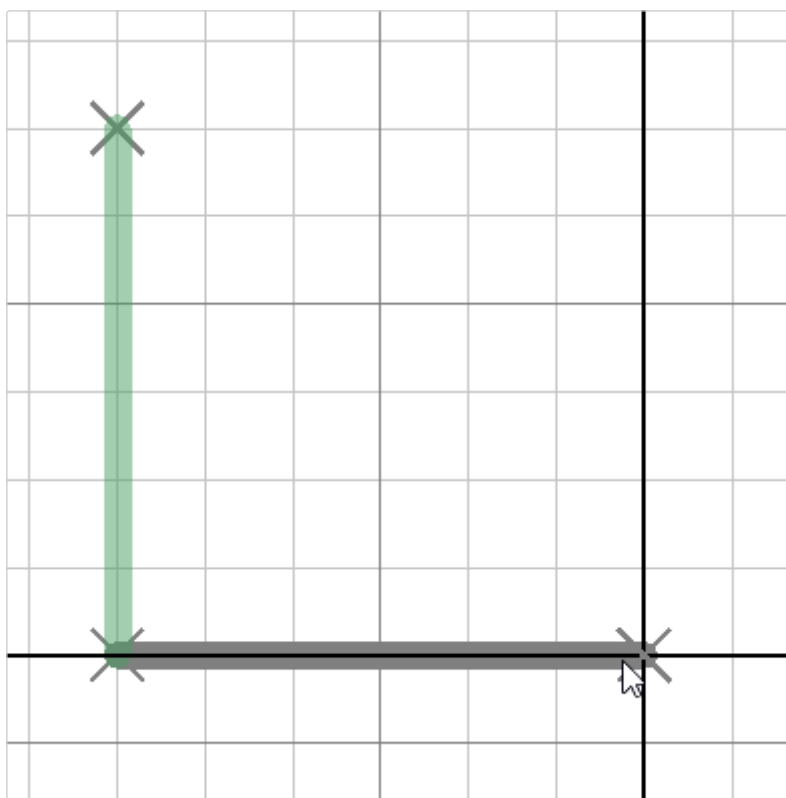


Рисунок 117. Частично размещенная линия групповой связи

Отменить закрепление предыдущего сегмента можно клавишей **Backspace**.

По умолчанию сегменты при построении поворачиваются на 90 градусов. Можно изменить направление поворота, нажав клавишу **Пробел**.

Для завершения размещения линии групповой связи необходимо нажать правую кнопку мыши или клавишу **Esc**.

При выделении на схеме размещенной линии групповой связи на панели «Свойства» будут отображены ее параметры (см. [рисунок 118](#)):

Линия групповой связи (ЛГС)

Основные настройки

Имя ЛГС: B1

Сбросить положение метки

☐ Создать класс цепей

Имя класса цепей: NetClass_B1

Настройки графики

Толщина линии: Утолщенная (0.8 ...)

Список цепей

Цепи в ЛГС
A
B

Рисунок 118. Свойства линии групповой связи

- «Имя ЛГС» — присваивается автоматически.
- Значок  рядом с именем линии групповой связи — позволяет включить/выключить отображение метки линии групповой связи на схеме.
- Кнопка «Сбросить положение метки» — перемещает метку линии групповой связи в исходное положение, если ее положение было изменено вручную.
- «Создать класс цепей» — при включении параметра активирует поле «Имя класса цепей» и позволяет задать имя класса, в который будут включены все цепи, подключенные к линии групповой связи.
- «Толщина линии» — выбирается из выпадающего списка значений.
- «Цвет линии» — текущий цвет линии отображается в значке. Щелчком по значку открывается окно палитры цветов, позволяющее сменить цвет линии.
- «Список цепей» — наименования цепей, подключенных к линии групповой связи.

6.4.4. Вход в линию групповой связи

Примечание — В общем случае вход в линию групповой связи

размещается автоматически при соединении цепи с линией групповой связи.

Для ручного размещения на схеме входа в линию групповой связи необходимо активировать соответствующий инструмент одним из способов:

- Щелкнуть правой кнопкой мыши по первой кнопке на панели инструментов редактора схем и в раскрывшемся списке выбрать инструмент «Вход в ЛГС» (см. [рисунок 119](#)).

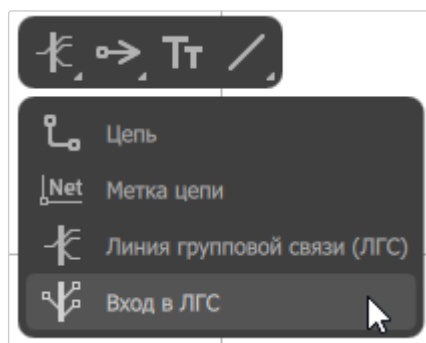


Рисунок 119. Инструмент «Вход в ЛГС» на панели инструментов

- Вызвать команду адаптивного меню *Размещение* → *Вход в ЛГС*.

После выбора инструмента к курсору мыши привязывается полупрозрачный вход в линию групповой связи концом, противоположным метке цепи. При наведении курсора на линию групповой связи цвет перекрестия под курсором мыши сменится на красный, обозначая возможность подключения (см. [рисунок 120](#)).

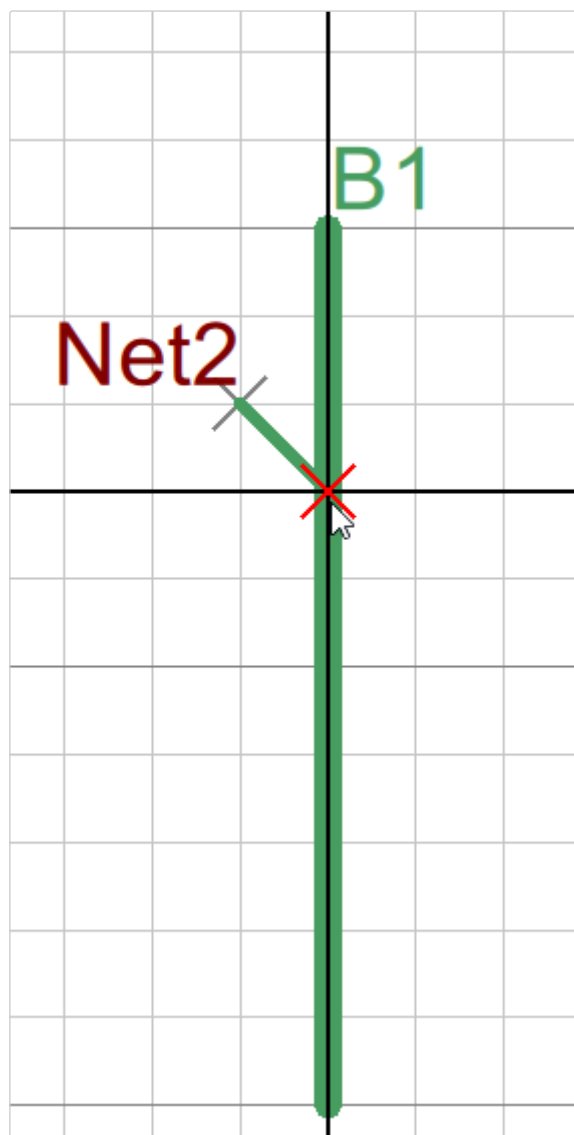


Рисунок 120. Размещение входа в линию групповой связи

При необходимости вход в линию групповой связи можно поворачивать на 90 градусов против часовой стрелки, нажимая **Пробел**. Сочетание клавиш **Shift** + **Пробел** позволяет изменить наклон на 45 градусов.

Для закрепления входа в линию групповой связи в выбранной точке необходимо нажать левую кнопку мыши.

При закреплении входа в линию групповой связи на схеме открывается окно «Выбор цепи» (см. [рисунок 121](#)), в котором можно задать наименование цепи вручную или выбрать одну из существующих цепей в ЛГС или на схеме.

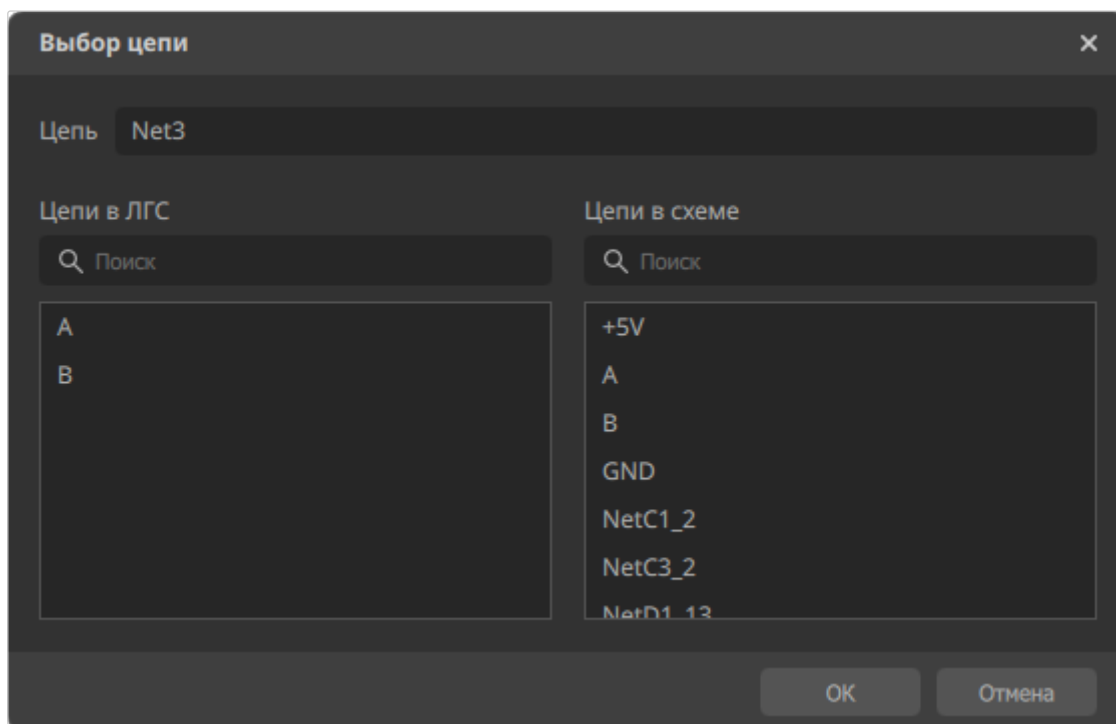


Рисунок 121. Окно «Выбор цепи»

При выделении на схеме размещенного входа в линию групповой связи на панели «Свойства» будут отображены его параметры (см. [рисунок 122](#)):

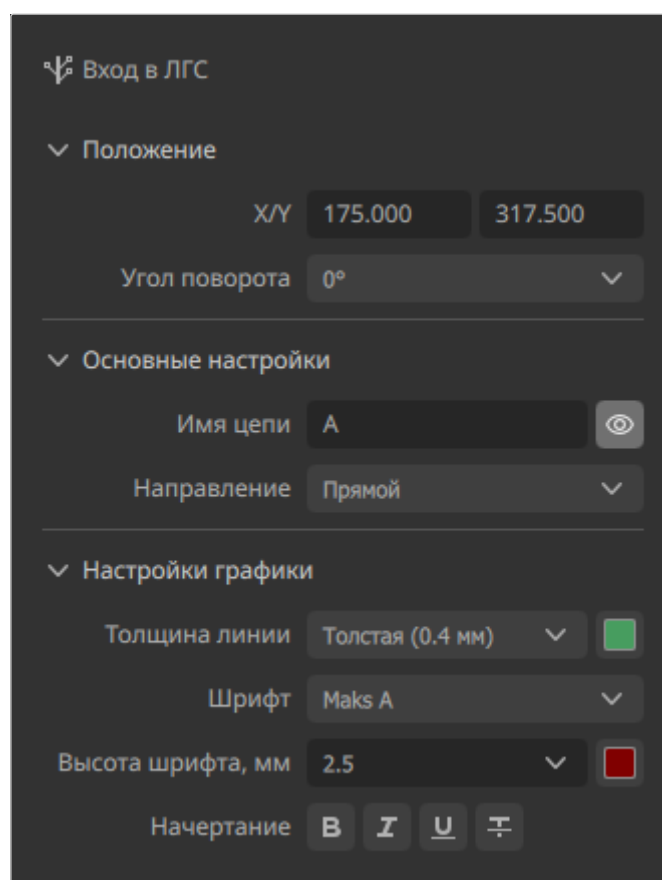


Рисунок 122. Свойства входа в линию групповой связи

- Положение входа в линию групповой связи на схеме по осям координат X и Y.

- Угол поворота с шагом 90 градусов.
- Имя цепи, присоединяемой к линии групповой связи данным входом.
- Значок  рядом с именем цепи — позволяет включить/выключить отображение имени цепи на схеме.
- Стилль наклона входа в линию групповой связи:
 - прямой;
 - 45 градусов;
 - -45 градусов.
- «Толщина линии» — выбирается из выпадающего списка значений.
- «Цвет линии» — текущий цвет линии отображается в значке. Щелчком по значку открывается окно палитры цветов, позволяющее сменить цвет линии.
- «Шрифт» — шрифт наименования цепи на схеме.
- «Высота шрифта, мм» — выбирается из выпадающего списка значений.
- «Начертание» — полужирный, курсив, подчеркнутый, зачеркнутый.

6.4.5. Порты питания и заземления

Для размещения на схеме портов питания и заземления необходимо выбрать требуемый инструмент на панели инструментов редактора схем. Для смены команды, назначенной кнопке необходимо:

- 1) Щелкнуть правой кнопкой мыши по второй кнопке на панели инструментов редактора схем.
- 2) В раскрывшемся списке выбрать инструмент «Порт питания» или «Порт земли» (см. [рисунок 123](#)).

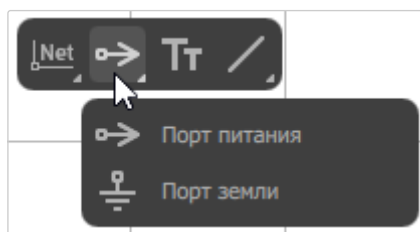


Рисунок 123. Инструменты «Порт питания» и «Порт земли» на панели инструментов

Также вызвать инструменты «Порт питания» и «Порт земли» можно из адаптивного меню «Размещение» → «Порт питания» / «Порт земли».

После выбора инструмента рядом с курсором мыши будет отображаться его УГО, положение которого на схеме привязано к сетке и меняется в соответствии с текущим шагом сетки (см. [Настройка отображения](#)).

При наведении курсора на электрический объект — цепь, порт или вывод — цвет перекрестия сменится на красный, обозначая возможность подключения в данном месте схемы (см. [рисунок 124](#)).

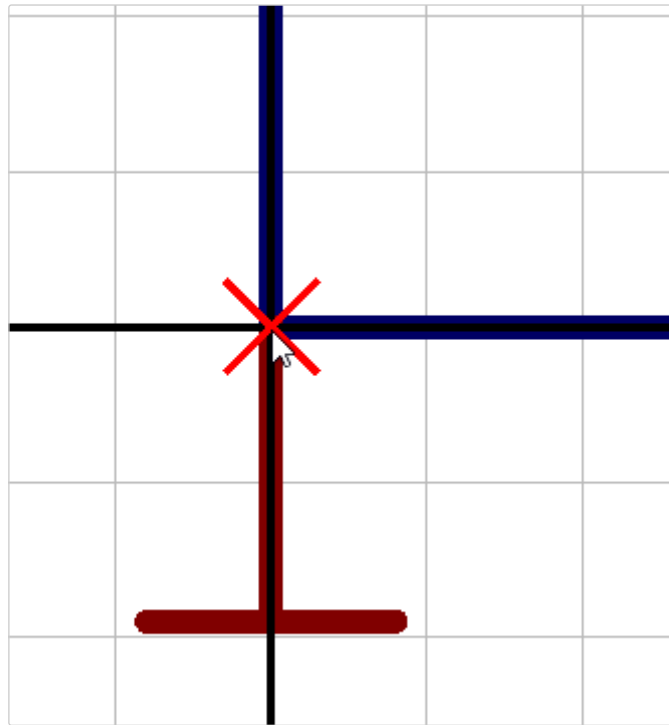


Рисунок 124. Курсор мыши при активном инструменте «Порт земли»

При необходимости УГО можно поворачивать на 90 градусов против и по часовой стрелке, нажимая **Пробел** или **Shift + Пробел** соответственно.

Для размещения порта в выбранной точке схемы необходимо нажать левую кнопку мыши.

При выделении на схеме размещенного порта на панели «Свойства» будут отображены его параметры (см. [рисунок 125](#)):

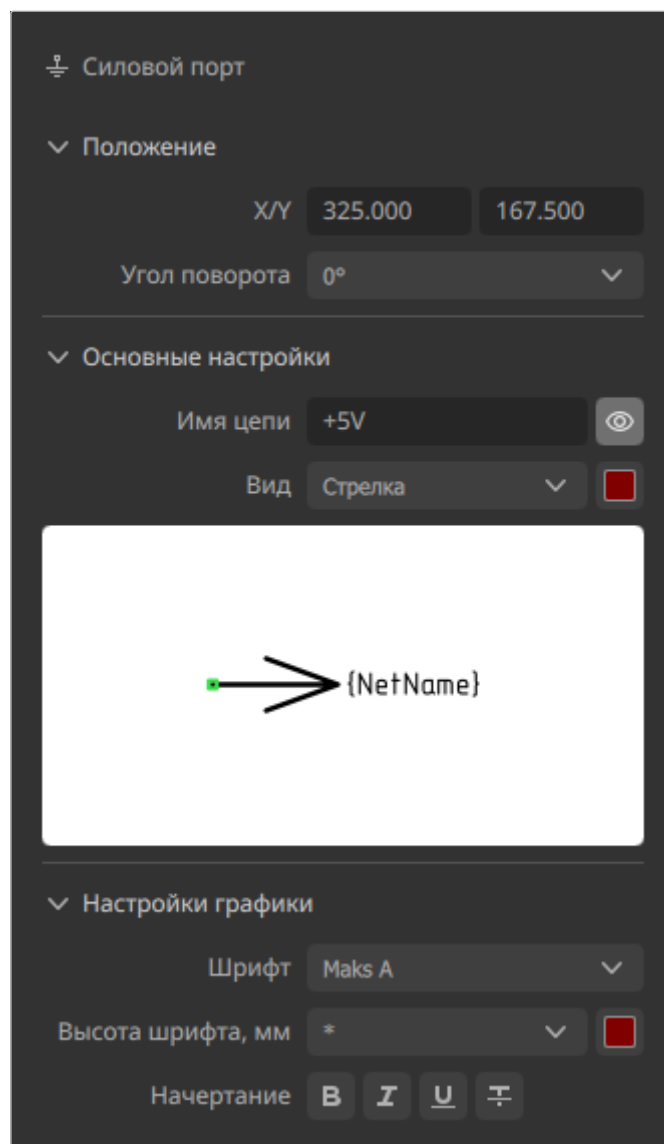


Рисунок 125. Свойства силового порта

- Положение силового порта на схеме по осям координат X и Y.
- Угол поворота с шагом 90 градусов.
- Имя цепи.
- Значок  рядом с именем цепи — позволяет включить/выключить отображение имени цепи на схеме.
- Вид — выбирается из выпадающего списка значений: «Стрелка», «Земля».
- Цвет символа порта — текущий цвет отображается в значке напротив поля «Стиль порта». Щелчком по значку открывается окно палитры цветов, позволяющее сменить цвет.
- Окно предварительного просмотра символа порта.
- Шрифт метки цепи — выбирается из выпадающего списка значений.
- Высота шрифта метки цепи — выбирается из выпадающего списка значений.
- Цвет шрифта метки цепи — текущий цвет шрифта отображается в значке. Щелчком по значку открывается окно палитры цветов, позволяющее сменить цвет.

— Стиль начертания метки цепи — полужирный, курсив, подчеркнутый, зачеркнутый.

6.4.6. Подсветка элементов одной цепи на схеме

Режим маски позволяет подсветить элементы, относящиеся к одной цепи. Для этого необходимо нажать на цепь левой кнопкой мыши с зажатой клавишей **Ctrl**. При этом все элементы, не относящиеся к данной цепи, будут затенены (см. рисунок 126).



Рисунок 126. Подсветка элементов, объединенных в общую цепь

Нажатие левой кнопкой мыши на другую цепь в режиме маски подсвечивает выбранную цепь, затеня остальные.

Для выхода из режима маски необходимо нажать в свободное место схемы с зажатой клавишей **Ctrl** или использовать сочетание клавиш **Shift** + **C**.

Примечание — Подсветка элементов одной цепи также работает в многолистовом режиме просмотра схемы.

6.5. Графические объекты

Для добавления на схему дополнительных элементов типа надписей, рисунков или фигур служат графические объекты. Они не являются электрическими и не взаимодействуют с основной частью схемы — в частности, к ним не могут быть присоединены сегменты цепей и порты.

6.5.1. Текстовая надпись

Чтобы добавить текстовую надпись на схему, необходимо активировать соответствующий инструмент одним из двух способов:

— Щелкнуть левой кнопкой мыши по значку  на панели инструментов редактора схем (см. [рисунок 127](#)).



Рисунок 127. Инструмент «Текст» на панели инструментов

— Вызвать инструмент из адаптивного меню «Размещение» → «Графические объекты».

При выборе инструмента «Текст» рядом с курсором мыши будет отображаться текст по умолчанию, положение которого на схеме привязано к сетке и меняется в соответствии с текущим шагом сетки (см. [Настройка отображения](#)).

Для размещения текста в выбранной точке схемы необходимо нажать левую кнопку мыши.

В процессе размещения текстовую надпись можно поворачивать на 90 градусов против и по часовой стрелке клавишами Пробел и Shift + Пробел соответственно.

Текст надписи можно менять двумя способами:

- Изменив текст на панели «Свойства» в поле «Текст» — данный способ доступен как до размещения надписи, так и после.
- Дважды щелкнув на надписи после размещения ее на схеме.

При выделении размещенной на схеме простой текстовой надписи доступно изменение ее свойств на панели «Свойства» (см. [рисунок 128](#)):

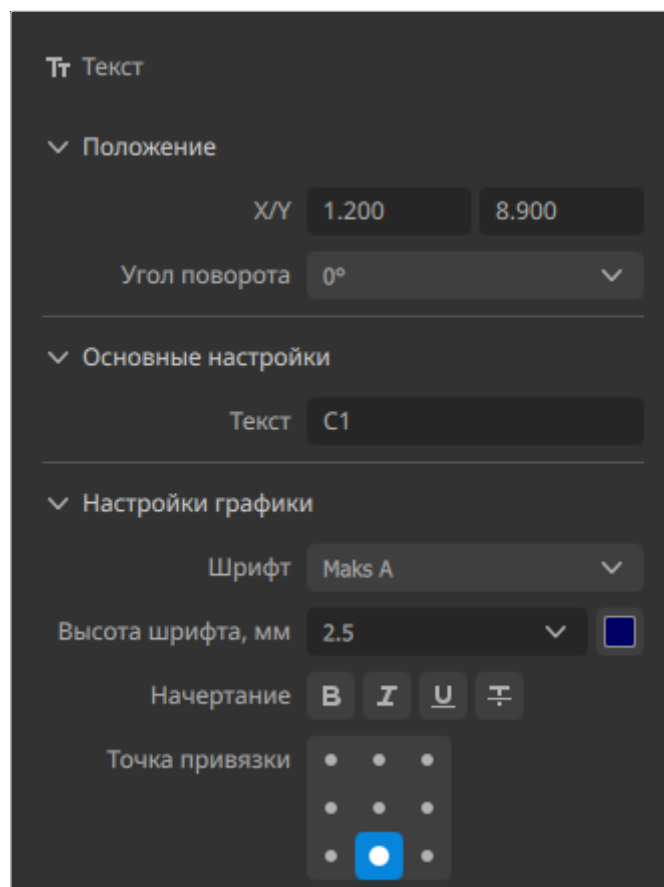


Рисунок 128. Свойства простой текстовой надписи

- Положение надписи на схеме по осям координат X и Y.
- Угол поворота с шагом 90 градусов.
- Текст надписи.
- Шрифт надписи — по умолчанию выбран шрифт *Maks A*.
- Размер шрифта надписи — выбор значения из выпадающего списка (значения указаны в мм).
- Цвет шрифта надписи.
- Стиль начертания надписи — полужирный, курсив, подчеркнутый, зачеркнутый.
- Точка привязки надписи — управляет расположением надписи относительно точки ее размещения на схеме.

Примечания

- 1) Шрифт текста графических объектов схемы по умолчанию *Maks A* соответствует требованиям ГОСТ 2.304-81.
- 2) Предустановленные значения высоты текста соответствует требованиям ГОСТ 2.304-81.

6.5.2. Графические примитивы

Чтобы добавить графический примитив на схему, необходимо:

- 1) Щелкнуть правой кнопкой мыши по значку  на панели инструментов редактора схем.
- 2) В раскрывшемся списке выбрать инструмент «Отрезок», «Полилиния», «Прямоугольник», «Окружность» или «Дуга» (см. [рисунок 129](#)).

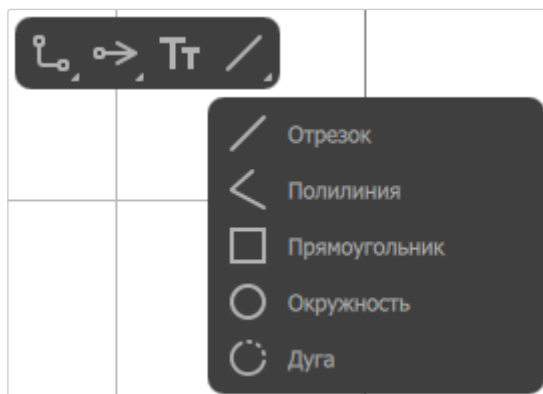


Рисунок 129. Инструменты графических примитивов на панели инструментов

Также вызвать инструменты добавления графических примитивов можно из адаптивного меню «Размещение» → «Графические объекты».

6.5.2.1. Отрезок

При выборе инструмента «Отрезок» для размещения объекта на схеме необходимо нажать левую кнопку мыши, отметив точку начала отрезка, и затем нажать левую кнопку мыши в конечной точке отрезка.

В процессе размещения отрезка, а также при выделении уже размещенного, доступно изменение его свойств на панели «Свойства» (см. [рисунок 130](#)):

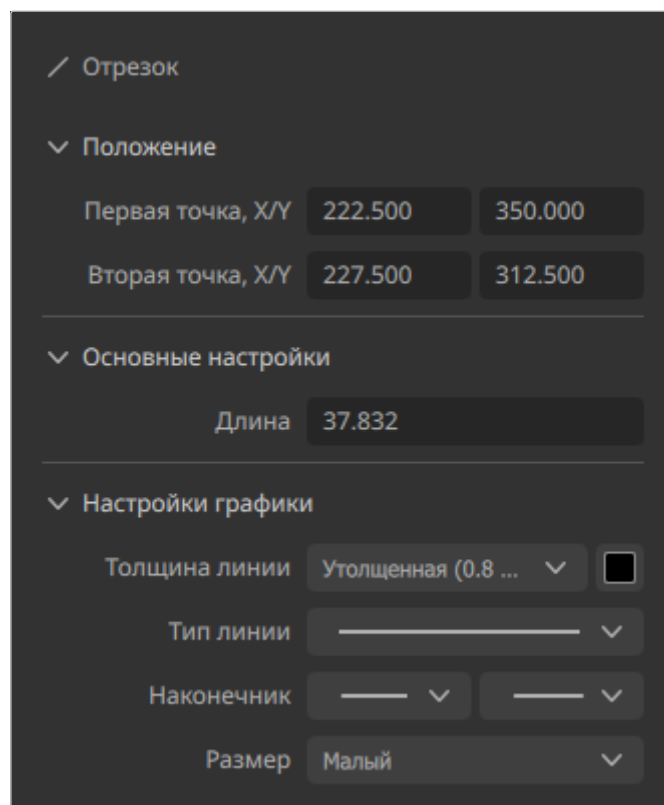


Рисунок 130. Свойства отрезка

- Положение начальной и конечной точки на схеме по осям координат X и Y.
- Длина отрезка — при изменении данного значения автоматически меняется положение конечной точки отрезка.

П р и м е ч а н и е — Изменение длины отрезка также возможно при помощи маркеров трансформации (см. [Трансформирование объектов](#)).

- Толщина линии — выбирается из выпадающего списка предустановленных значений.
- Цвет линии.
- Тип линии — сплошная или один из нескольких вариантов пунктирных линий.
- Наконечник — варианты исполнения конечных точек отрезка, включая несколько видов стрелок и меток.
- Размер наконечников.

Программа также позволяет перемещать (см. [Перемещение объектов](#)) и изменять геометрию размещенной линии (см. [Трансформирование объектов](#)).

6.5.2.2. Полилиния

При выборе инструмента «Полилиния» для размещения объекта на схеме необходимо нажать левую кнопку мыши, отметив точку начала полилинии, а затем

нажать левую кнопку мыши для фиксирования точки сегмента полилинии. Для завершения размещения полилинии необходимо нажать на правую кнопку мыши.

В процессе размещения полилинии доступны следующие команды:

- Изменение направления угла поворота сегмента полилинии — клавиша **Пробел**.
- Изменение угла поворота сегмента полилинии — сочетание клавиш **Shift** + **Пробел**. Угол последовательно меняется в следующем порядке: 45 градусов → произвольный → 90 градусов.
- Отмена фиксирования предыдущей точки — клавиша **Backspace**.

При выделении размещенной на схеме полилинии доступно изменение ее свойств на панели «Свойства» (см. [рисунок 131](#)):

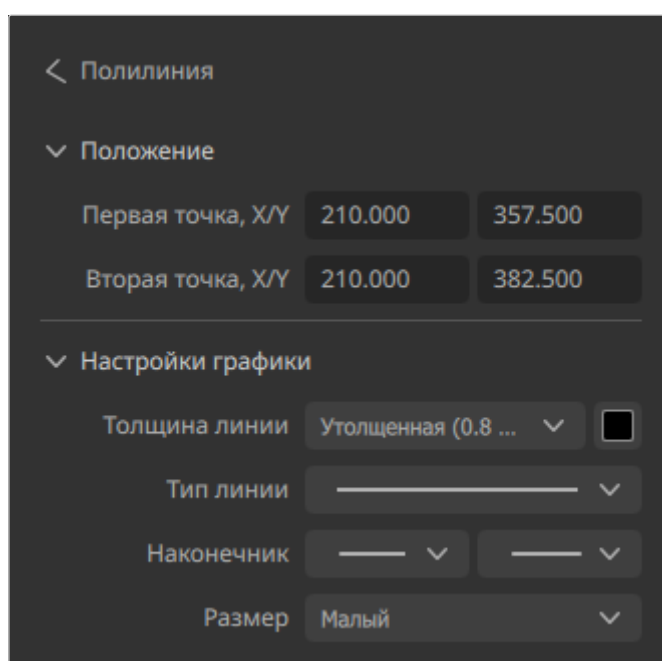


Рисунок 131. Свойства полилинии

- Положение начальной и конечной точки на схеме по осям координат X и Y.
- Толщина линии — выбирается из выпадающего списка предустановленных значений.
- Цвет линии.
- Тип линии — сплошная или один из нескольких вариантов пунктирных линий.
- Наконечник — варианты исполнения конечных точек полилинии, включая несколько видов стрелок и меток.
- Размер наконечников.

Программа также позволяет перемещать (см. [Перемещение объектов](#)) и изменять геометрию размещенной полилинии (см. [Трансформирование объектов](#)).

6.5.2.3. Прямоугольник

При выборе инструмента «Прямоугольник» для размещения объекта на схеме необходимо нажать левую кнопку мыши, отметив первую угловую точку прямоугольника, а затем движением мыши растянуть прямоугольник до требуемых размеров и нажать левую кнопку мыши для размещения противоположной угловой точки.

В процессе размещения прямоугольника, а также при выделении уже размещенного, доступно изменение его свойств на панели «Свойства» (см. [рисунок 132](#)):

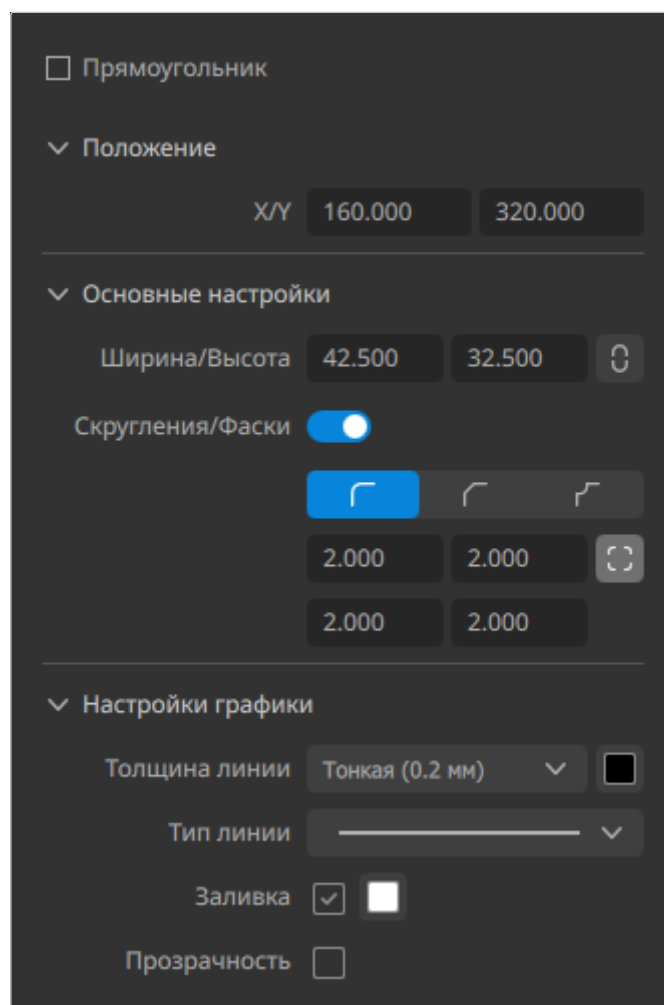


Рисунок 132. Свойства прямоугольника

- Положение левой нижней точки прямоугольника на схеме по осям координат X и Y.
- Ширина и высота прямоугольника — если требуется приравнять высоту прямоугольника к его ширине, необходимо нажать на значок , чтобы он принял вид .
- Толщина линии — выбирается из выпадающего списка предустановленных значений.
- Цвет линии.
- Тип линии — сплошная или один из нескольких вариантов пунктирных линий.

- Заливка прямоугольника.
- Цвет заливки прямоугольника.
- Частичная прозрачность заливки.

Программа также позволяет перемещать (см. [Перемещение объектов](#)) и изменять геометрию размещенного прямоугольника (см. [Трансформирование объектов](#)).

6.5.2.4. Окружность/дуга

При выборе инструмента «Окружность» для размещения объекта на схеме необходимо нажать левую кнопку мыши, отметив центр окружности, а затем движением мыши растянуть окружность до требуемых размеров и нажать левую кнопку мыши для фиксации размера и подтверждения размещения.

Если выбран инструмент «Дуга», то для размещения объекта необходимо:

- 1) Щелкнуть левой кнопкой мыши для фиксации центра дуги.
- 2) Переместить курсор для определения радиуса дуги, затем щелкнуть левой кнопкой мыши, чтобы зафиксировать радиус.
- 3) Переместить курсор для определения начального угла дуги, затем щелкнуть левой кнопкой мыши, чтобы зафиксировать угол.
- 4) Переместить курсор для определения конечного угла дуги, затем щелкнуть левой кнопкой мыши, чтобы зафиксировать угол и завершить размещение дуги.

В процессе размещения окружности/дуги, а также при выделении уже размещенной, доступно изменение ее свойств на панели «Свойства» (см. [рисунок 133](#)):

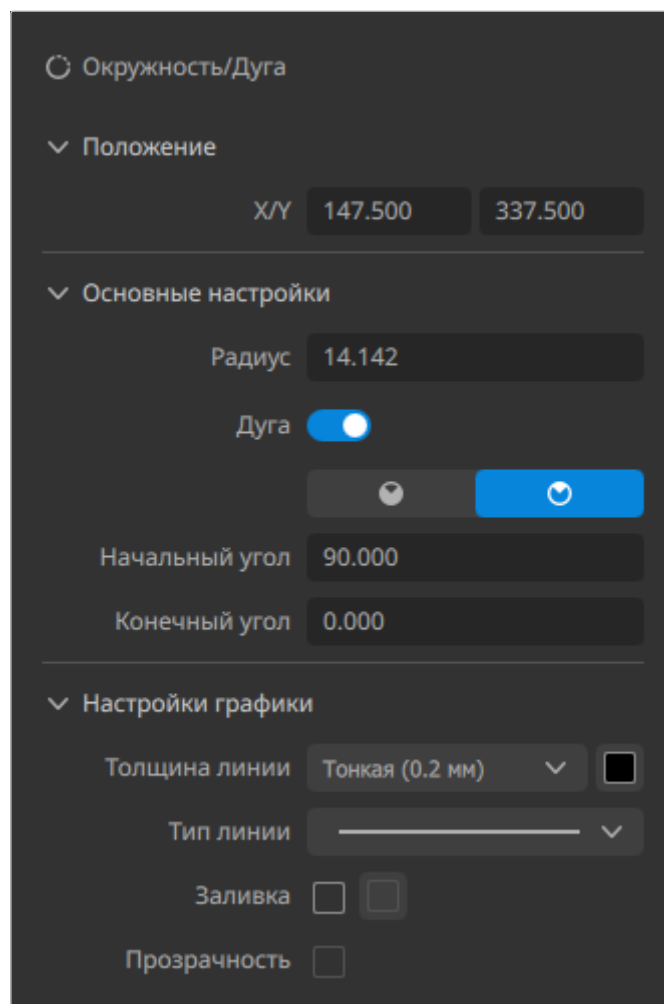


Рисунок 133. Свойства окружности/дуги

- Положение центральной точки окружности/дуги на схеме по осям координат X и Y.
- Радиус окружности/дуги.
- «Дуга» — этот переключатель позволяет превратить окружность в дугу и раскрывает ряд дополнительных параметров:
 - Начальный и конечный угол дуги на окружности.
 - Значки  и  позволяют поменять местами начальную и конечную точку дуги.
- Толщина линии — выбирается из выпадающего списка предустановленных значений.
- Цвет линии.
- Тип линии — сплошная или один из нескольких вариантов пунктирных линий.
- Заливка окружности/дуги.
- Частичная прозрачность заливки.

Программа также позволяет перемещать размещенные окружности и дуги (см. [Перемещение объектов](#)).

6.6. Работа с объектами на схеме

6.6.1. Выделение объектов

При выделении объектов на схеме доступны следующие приемы:

- **Левая кнопка мыши** на объекте — выделить объект.
- **Shift** + **Левая кнопка мыши** на объекте — добавить или исключить объект из выделения.
- **Ctrl** + **Левая кнопка мыши** на цепи — выделить все одноименные цепи на всех листах.
- **Перемещение мыши** вправо + зажатая **Левая кнопка мыши** на свободной области — выделение синей рамкой полностью очерченных объектов.
- **Перемещение мыши** влево + зажатая **Левая кнопка мыши** на свободной области — выделение зеленой рамкой объектов, которые очерчены или касаются рамки выделения.
- **Shift** + выделение синей рамкой — добавление или исключение очерченных объектов из выделения.
- **Shift** + выделение зеленой рамкой — добавление или исключение из выделения объектов, которые очерчены или касаются рамки выделения.
- **Левая кнопка мыши** в пустой области на схеме — снять выделение.

В Программе предусмотрен механизм перекрестного выделения: при выделении УГО на схеме будут автоматически выделены и центрированы соответствующие посадочные места в рабочей области редактора плат и наоборот.

Режим перекрестного выделения можно включить или выключить, нажав сочетание клавиш **Shift** + **Ctrl** + **X** или через команду меню «*Инструменты*» → «*Перекрестное выделение*» (см. [рисунок 134](#)).

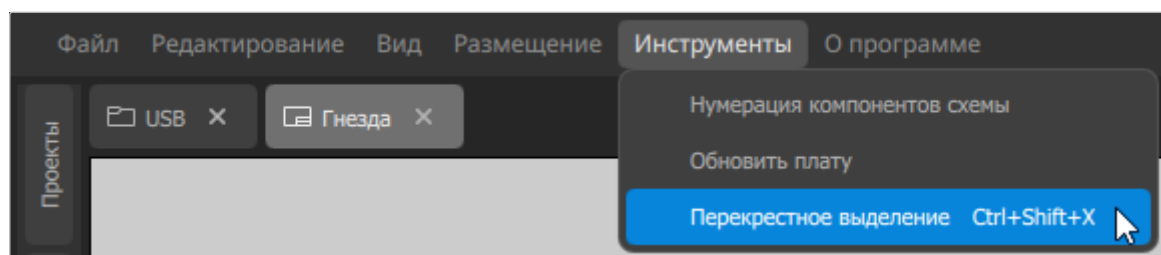


Рисунок 134. Команда меню «Инструменты» → «Перекрестное выделение»

6.6.2. Инструменты «Копировать», «Вырезать» и «Вставить»

Программа позволяет копировать или вырезать выделенные графические объекты на схеме для последующей вставки в другое место на листе схемы, а также на другие листы как в рамках проекта, так и в других проектах. Для этого необходимо:

- 1) Выделить нужные графические объекты.
- 2) Нажать сочетание клавиш **Ctrl** + **C** (для копирования) или **Ctrl** + **X** (для вырезки). Также можно вызвать команду меню «Редактирование» → «Копировать» или «Редактирование» → «Вырезать».
- 3) Перейти на нужный лист схемы или в нужное место схемы.
- 4) Нажать сочетание клавиш **Ctrl** + **V** или вызвать команду меню «Редактирование» → «Вставить». Вставляемые объекты будут привязаны к курсору мыши в точке ближайшего вывода на момент копирования/вырезки (см. [рисунок 135](#)).

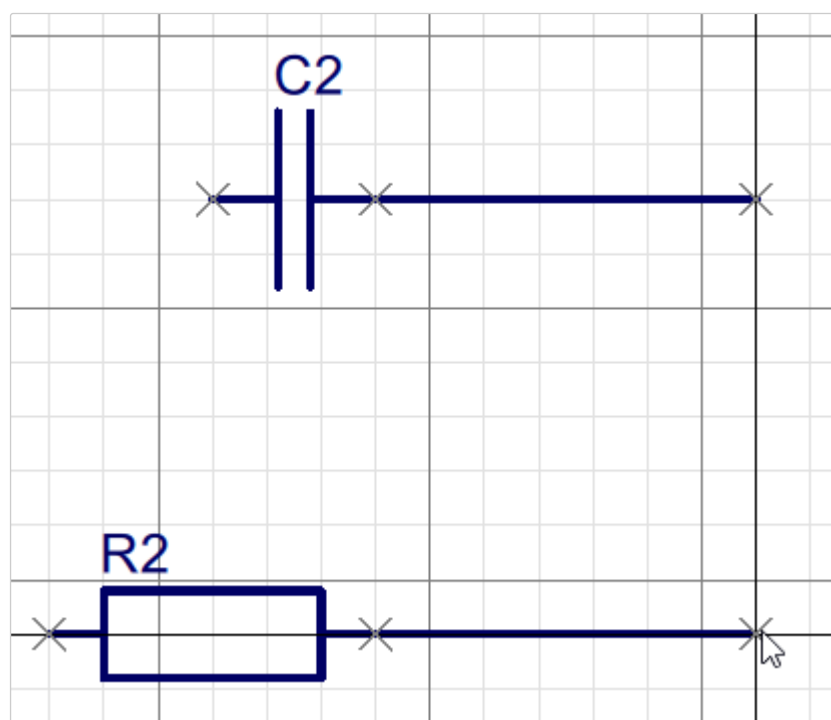


Рисунок 135. Вставка копированных/вырезанных объектов

- 5) Переместить курсор мыши в требуемую точку на схеме. При этом доступны следующие действия со вставляемыми объектами:
 - Поворот против/по часовой стрелке на 90 градусов — клавиши **Пробел** и **Shift** + **Пробел** соответственно.
 - Отражение по осям X и Y — клавиши **X** и **Y** соответственно.
- 6) Нажать левую кнопку мыши в нужной точке. Графические объекты будут вставлены в новое место на схеме.
- 7) Если объекты были скопированы, то при необходимости можно снова нажать **Ctrl** + **V**, чтобы вставить дополнительные экземпляры скопированных объектов.

Программа также позволяет создать копию компонента, расположенного на листе схемы, методом перетаскивания. Для этого необходимо:

- 1) С предварительно зажатой клавишей **Shift** нажать левой кнопкой мыши по требуемому компоненту.
- 2) Удерживая левую кнопку мыши нажатой, переместить указатель мыши в требуемую точку на схеме. Новая копия компонента будет «привязана» к

курсору мыши. При этом доступны следующие действия со вставляемым компонентом:

- Поворот против/по часовой стрелке на 90 градусов — клавиши **Пробел** и **Shift** + **Пробел** соответственно.
- Отражение по осям X и Y — клавиши **X** и **Y** соответственно.

3) Отпустить левую кнопку мыши. Компонент будет вставлен в новое место на схеме.

При вставке новым экземплярам объектов присваивается следующее свободное позиционное обозначение.

Если при вставке объект подключается к существующему электрическому объекту, то назначение цепей происходит по следующей логике:

- Если среди вставляемых объектов есть порты питания/земли, входы в ЛГС или метки цепей, то существующим электрическим объектам присваивается та же цепь, которой принадлежат вставляемые объекты.
- Если среди вставляемых объектов нет портов питания/земли, входов в ЛГС и меток цепей, то им будет присвоена цепь тех электрических объектов, к которым они подключаются.

6.6.3. Перемещение объектов

Программа позволяет перемещать выделенные графические и электрические объекты на схеме. Для этого необходимо:

- 1) Выделить нужный объект или несколько объектов. При выделении отображаются маркеры трансформации объекта. При наведении указателя мыши на маркер трансформации курсор меняет вид в соответствии с доступным типом действия для данного маркера (см. [рисунок 136](#)).

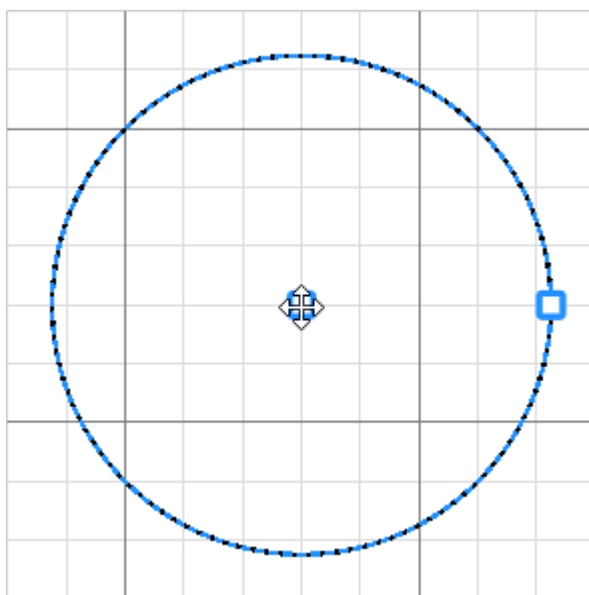


Рисунок 136. Вид курсора при доступном действии перемещения

- 2) Нажать левой кнопкой мыши на один из выделенных объектов либо на маркер трансформации и, зажав левую кнопку мыши, переместить курсор в нужную точку на схеме. Выделенные объекты будут перемещаться вместе с курсором в соответствии с шагом сетки.
- 3) В процессе перемещения доступны следующие действия с переносимыми объектами:
 - Поворот против/по часовой стрелке — клавиши **Пробел** и **Shift** + **Пробел** соответственно.
 - Отражение по оси X — клавиша **X**.
- 4) Отпустить левую кнопку мыши в нужной точке. Объекты будут зафиксированы на новом месте на схеме.

Также перемещение выделенных объектов возможно на клавиши стрелок **Вверх**, **Вниз**, **Влево** и **Вправо**. При этом перемещение происходит в соответствии с текущим шагом сетки (см. [Настройка отображения](#)). Если производить данное действие с предварительно зажатой клавишей **Shift**, то перемещение будет происходить на 10 делений выбранной сетки.

Объекты также можно перемещать методом перетаскивания. Для этого необходимо:

- 1) Нажать левой кнопкой мыши на объект и удерживая левую кнопку мыши нажатой, переместить указатель мыши в требуемую точку схемы.
- 2) Отпустить левую кнопку мыши. Объект будет зафиксирован на новом месте схемы.

Примечание — Позиционные обозначения и группу позиционных обозначений компонентов также можно перемещать методом перетаскивания.

Компоненты перемещаются схожим образом. При этом:

- 1) Если компонент подключен хотя бы одним контактом к сегменту цепи, то при перемещении компонент не будет оторван от цепи.
- 2) Если порт подключен к контакту компонента напрямую (без цепи), то при перемещении компонента подключенные порты перемещаются вместе с ним.

Для перемещения компонента или порта с отрывом необходимо:

- 1) Нажать на компонент или порт левой кнопкой мыши одновременно удерживая нажатой клавишу **Ctrl**.
- 2) Удерживая левую кнопку мыши нажатой, переместить указатель мыши в требуемую точку схемы.
- 3) Отпустить левую кнопку мыши. Объект будет зафиксирован на новом месте схемы.

Схожим образом можно перемещать точки сегментов цепей и ЛГС, а также сами сегменты цепей и ЛГС. При этом:

- При перемещении конечной точки происходит создание поворота или удлинение/укорачивание последнего сегмента.
- При перемещении промежуточной точки происходит смена направления поворота цепи/ЛГС и расположения точки изгиба.
- При перемещении сегмента происходит параллельное перемещение его крайних точек, при этом необходимые сегменты для соединения с уже существующими сегментами цепи/ЛГС создаются и удаляются автоматически.

6.6.4. Перемещение с выбором базовой точки

Программа также позволяет перемещать несколько выделенных графических и электрических объектов на схеме одновременно с предварительным выбором базовой точки перемещения. Для этого необходимо:

- 1) Выделить нужные объекты.
- 2) Вызвать команду меню «Редактирование» → «Переместить с баз. точкой» или нажать клавишу **M**.
- 3) Курсор примет вид перекрестия, после чего необходимо щелкнуть левой кнопкой мыши в точку, относительно которой будут перемещаться выделенные объекты (см. [рисунок 137](#)).

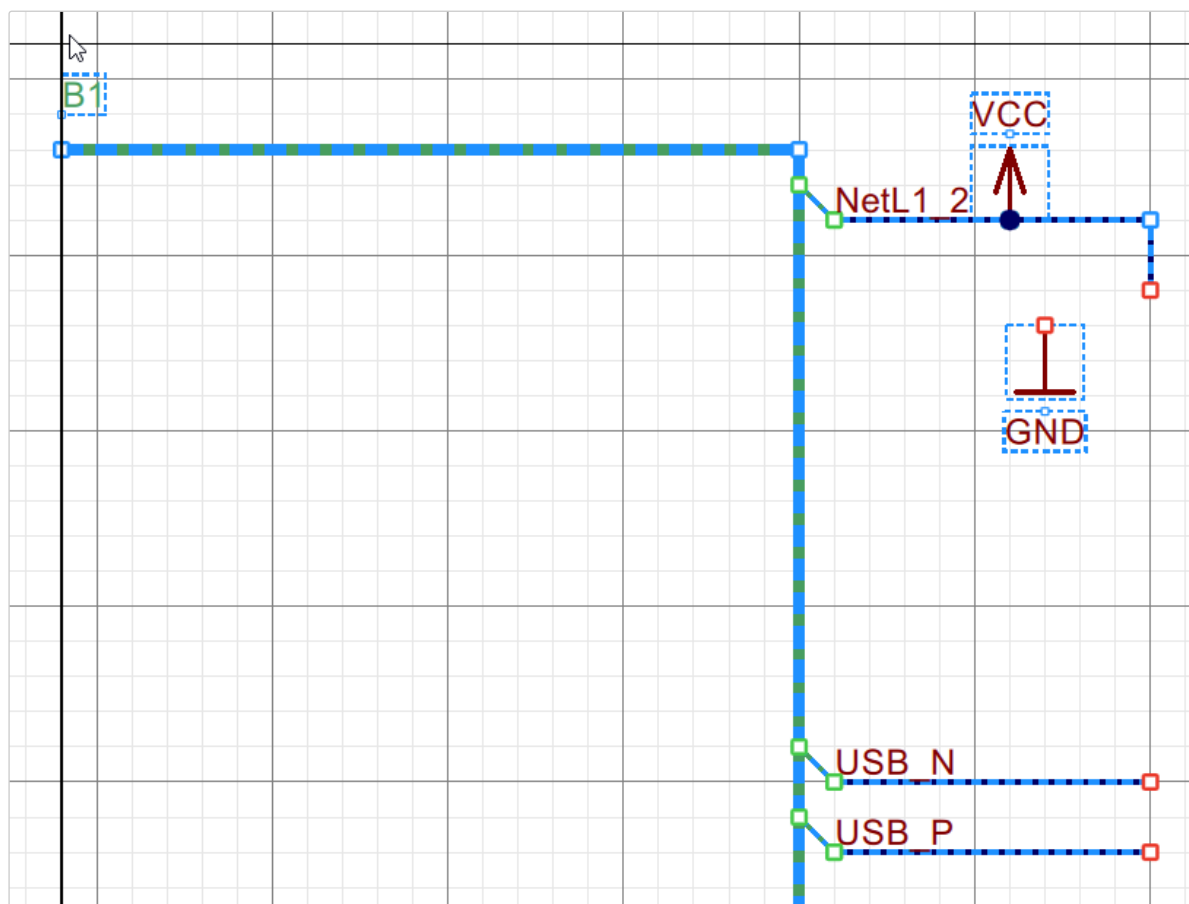


Рисунок 137. Выбор базовой точки при перемещении

- 4) Переместить курсор мыши в требуемую точку на схеме. При этом доступны следующие действия с переносимыми объектами:
 - Поворот против/по часовой стрелке — клавиши **Пробел** и **Shift + Пробел** соответственно.
 - Отражение по оси X — клавиша **X**.
- 5) Нажать левую кнопку мыши в нужной точке. Объекты будут зафиксированы на новом месте на схеме.
- 6) По завершении перемещения необходимо нажать левой кнопкой мыши в пустом месте рабочей области, чтобы снять выделение с объектов.

Примечание — Позиционные обозначения и группу позиционных обозначений компонентов также можно перемещать при помощи инструмента «Переместить с баз. точкой».

6.6.5. Трансформирование объектов

При выделении объектов на схеме отображаются маркеры трансформации объекта. При наведении указателя мыши на маркер трансформации курсор меняет вид в соответствии с доступным типом преобразования для данного маркера (см. [рисунок 138](#)).

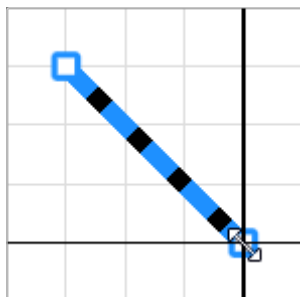


Рисунок 138. Вид курсора при доступном действии изменения геометрии

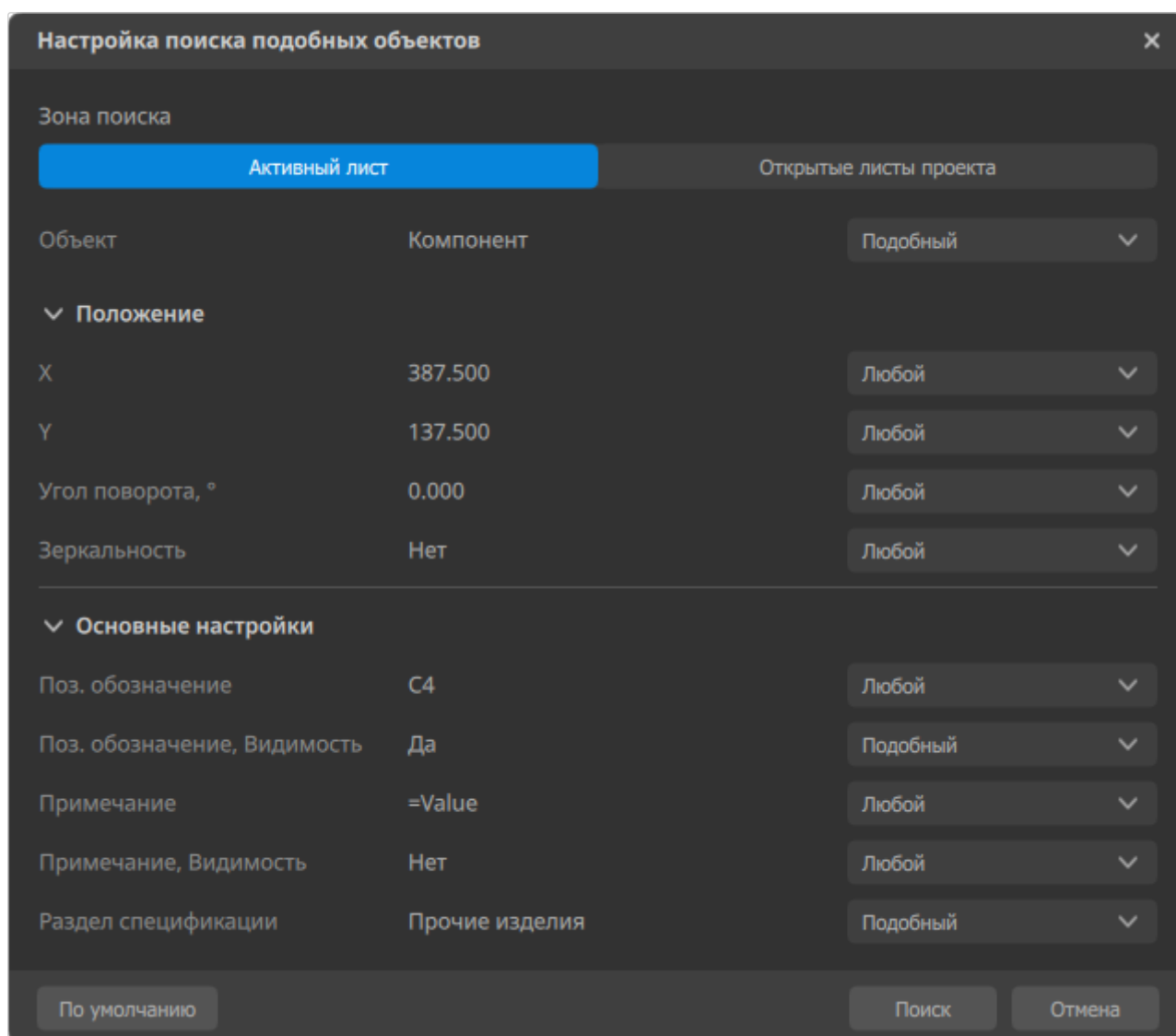
Для растяжения или уменьшения графического объекта необходимо нажать на один из маркеров трансформации и удерживая левую кнопку мыши в нажатом состоянии, переместить указатель мыши в нужную позицию на схеме для растягивания или уменьшения объекта и отпустить левую кнопку мыши.

6.6.6. Поиск подобных объектов

Доступен поиск объектов, расположенных как на активном листе, так и на открытых листах проекта, по общим признакам. Для этого необходимо открыть окно «Настройка поиска подобных объектов»:

- 1) Вызвать команду меню «*Редактировать*» → «*Найти подобные объекты*» или использовать сочетание клавиш **Shift + F**. Курсор примет вид перекрестия.
- 2) Нажать левой кнопкой мыши на требуемый объект. Откроется окно

настроек поиска (см. [рисунок 139](#)).



Объект	Компонент	Подобный
Положение		
X	387.500	Любой
Y	137.500	Любой
Угол поворота, °	0.000	Любой
Зеркальность	Нет	Любой
Основные настройки		
Поз. обозначение	C4	Любой
Поз. обозначение, Видимость	Да	Подобный
Примечание	=Value	Любой
Примечание, Видимость	Нет	Любой
Раздел спецификации	Прочие изделия	Подобный

Рисунок 139. Окно «Настройка поиска подобных объектов»

В верхней части окна представлены кнопки выбора зоны поиска объектов:

- «Активный лист» — поиск осуществляется на листе на котором был выбран объект.
- «Открытые листы проекта» — поиск осуществляется на всех открытых листах проекта.

Ниже кнопок выбора зоны поиска расположена область свойств выбранного объекта схемы. Данная область разделена на три столбца:

- 1) Первый столбец содержит наименование свойства.
- 2) Второй столбец содержит значение свойства.
- 3) Третий столбец содержит выпадающий список с выбором значений:
 - а) «Любой» — поиск похожих объектов с любым значением свойства.
 - б) «Подобный» — поиск похожих объектов с идентичным значением свойства.

При нажатии на кнопку «По умолчанию» изменения, произведенные пользователем в окне «Настройка поиска подобных объектов», будут сброшены к начальным значениям.

После завершения настройки поиска необходимо нажать на кнопку «Поиск». Все подобные объекты будут выделены.

6.6.7. Создание массива объектов

Программа позволяет создать массив копий выделенных объектов на схеме. Для этого необходимо:

- 1) Выделить требуемые объекты на схеме.
- 2) Вызвать команду меню «*Редактирование*» → «*Вставить массив*» (см. [рисунок 140](#)).

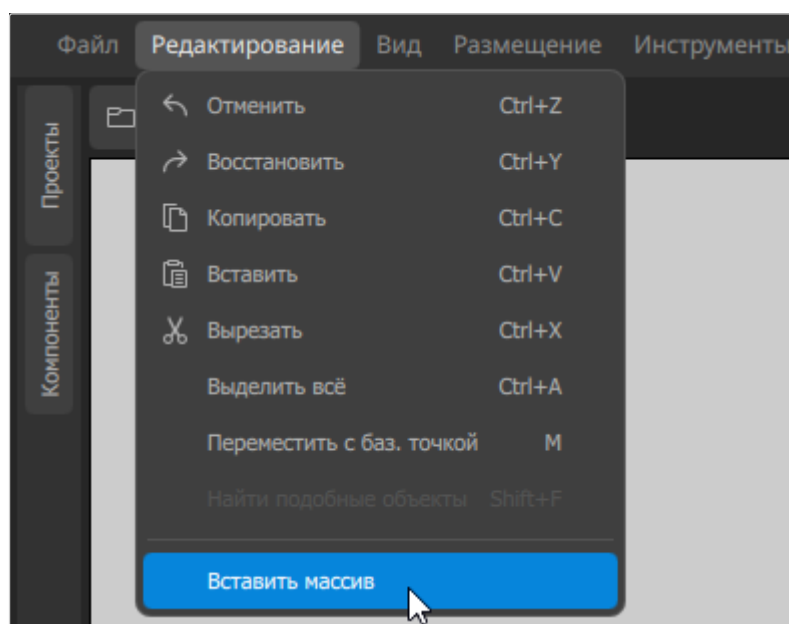


Рисунок 140. Меню «Редактирование» → «Вставить массив»

П р и м е ч а н и е— Команда меню «*Редактирование*» → «*Вставить массив*» доступна, только если на схеме были выделены объекты.

- 3) В открывшемся окне указать параметры размещения массива объектов (см. [рисунок 141](#)):

Рисунок 141. Окно настроек параметров вставки массива

- а) В группе параметров «Столбцы» необходимо указать количество размещаемых объектов массива по горизонтали и интервал между ними. При вводе положительного значения в строке «Интервал» объекты будут размещены справа от исходных элементов. При вводе отрицательного значения — слева от исходных элементов.
- б) В группе параметров «Строки» необходимо указать количество размещаемых объектов по вертикали и интервал между ними. При вводе положительного значения в строке «Интервал» объекты будут размещены сверху от исходных элементов. При вводе отрицательного значения — снизу от исходных элементов.
- в) В группе параметров «Приращение индекса элемента» необходимо указать параметры определения позиционных обозначений новых объектов:
 - «Сначала по горизонтали» — порядок нумерации начинается с горизонтально расположенных объектов.
 - «Сначала по вертикали» — порядок нумерации начинается с вертикально расположенных объектов.
 - «Не задано» — приращение номеров, используемых в именах цепей, меток цепей или входов в ЛГС останется неизменным.
 - «Инкремент, №» — значение шага нумерации для позиционных обозначений или номеров в именах меток

цепей или входов в ЛГС. Параметр доступен при выборе направления порядка нумерации по горизонтали или по вертикали.

6.6.8. Редактирование свойств группы объектов

В Программе предусмотрено изменение свойств нескольких объектов одного типа одновременно. Для этого необходимо выделить требуемые объекты и перейти в панель «Свойства» (см. [рисунок 142](#)).

Примечание— Количество доступных для изменения свойств объектов варьируется в зависимости от типов выбранных объектов.

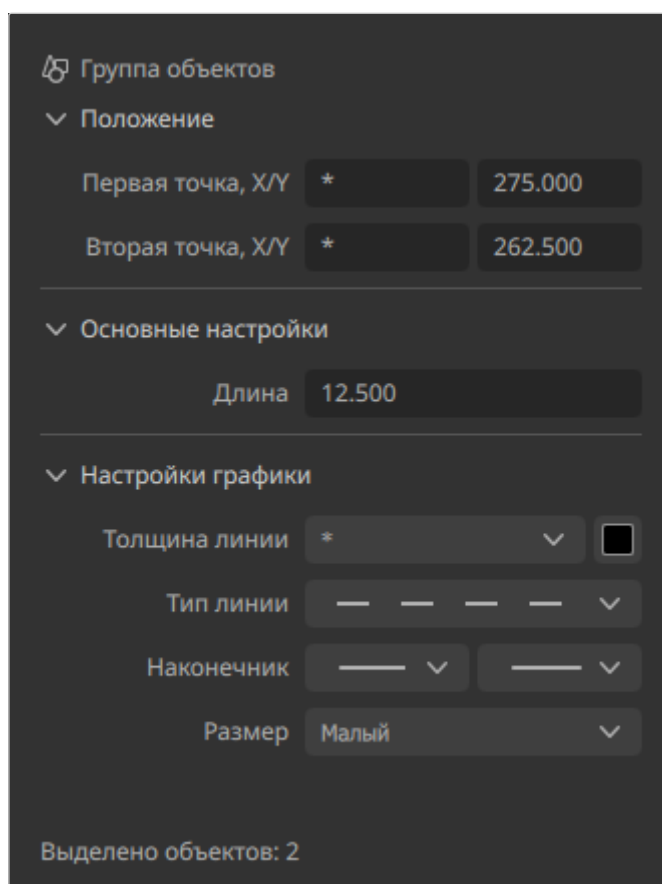


Рисунок 142. Панель «Свойства» для группы объектов разных типов

Для редактирования доступны общие свойства всех выделенных объектов. При наличии различий в значениях свойств выделенных объектов, поля этих свойств помечаются значком «*».

6.7. Нумерация компонентов схемы

По умолчанию компонентам на схеме присваиваются позиционные обозначения в порядке их добавления на схему. В Программе предусмотрен инструмент, позволяющий автоматически перенумеровать компоненты в

соответствии с их конечным расположением на схеме.

Для автоматической перенумерации компонентов необходимо:

- 1) Вызвать команду меню «Инструменты» → «Нумерация компонентов схемы» (см. [рисунок 143](#)).

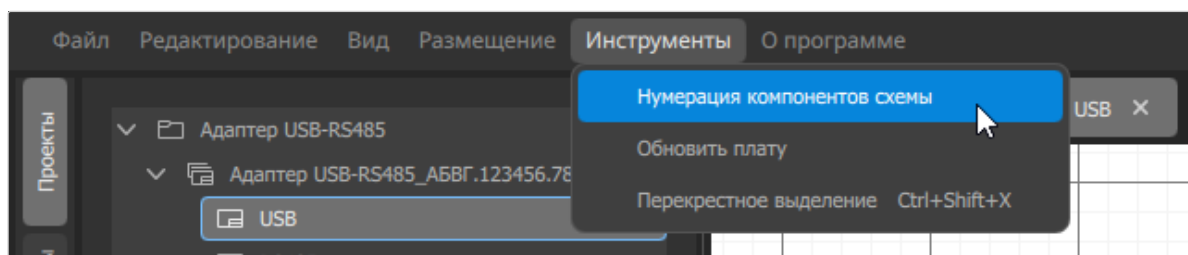


Рисунок 143. Пункт меню «Нумерация компонентов схемы»

- 2) В диалоговом окне, подтверждающем перенумерацию компонентов, нажать на кнопку ОК (см. [рисунок 144](#)).

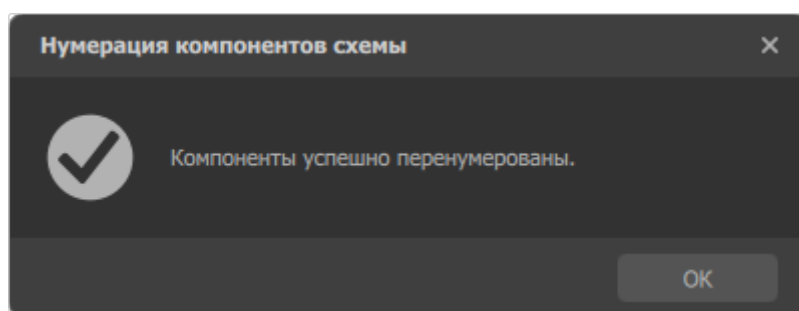


Рисунок 144. Диалоговое окно подтверждения перенумерации компонентов

Результатом автоматической перенумерации будет назначение компонентам позиционных обозначений в порядке сверху вниз, начиная с левого верхнего компонента схемы (см. [рисунок 145](#)).

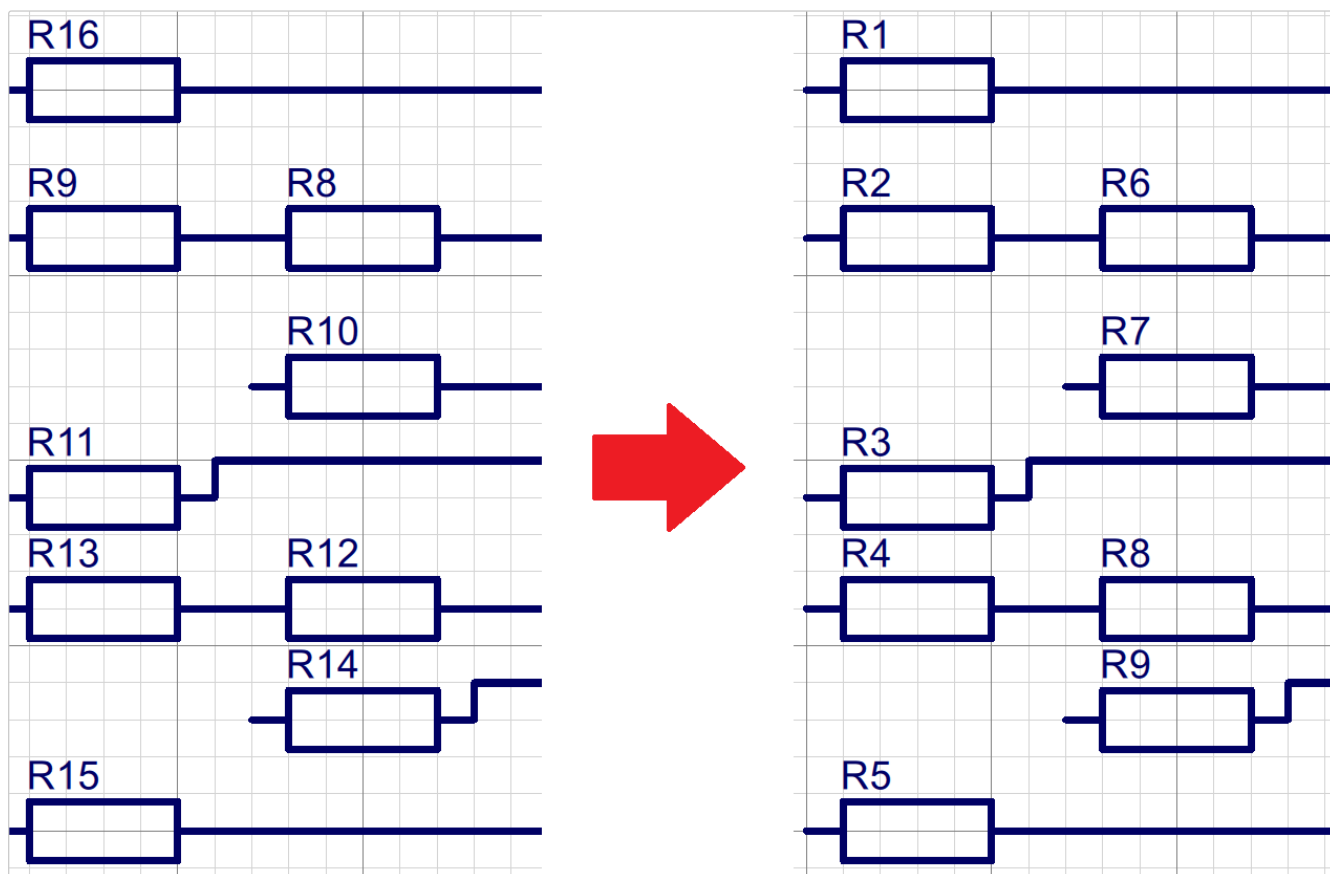


Рисунок 145. Результаты автоматической перенумерации

6.8. Синхронизация схем с платами

При внесении изменений в схему необходимо синхронизировать ее с моделью платы печатного узла. Для этого нужно:

- 1) Вызвать команду меню *«Инструменты»* → *«Обновить плату»* (см. [рисунок 146](#)).

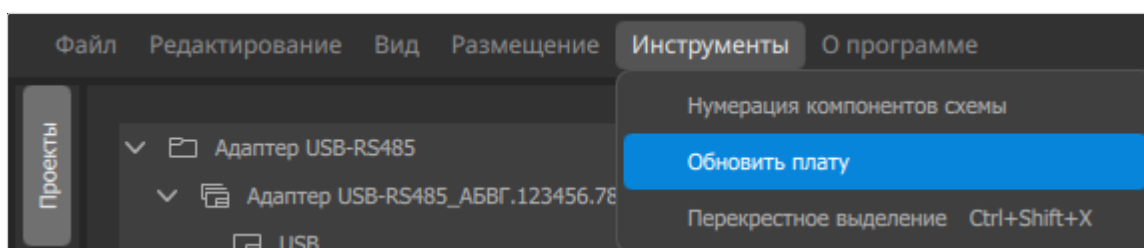


Рисунок 146. Пункт меню «Обновить плату»

Примечания

- 1) При вызове данной команды отобразится предупреждение о необходимости предварительно сохранить проект.
- 2) Синхронизацию также можно выполнить из редактора плат, вызвав команду меню *«Инструменты»* → *«Обновить плату из схемы»* (см. [рисунок 147](#)).

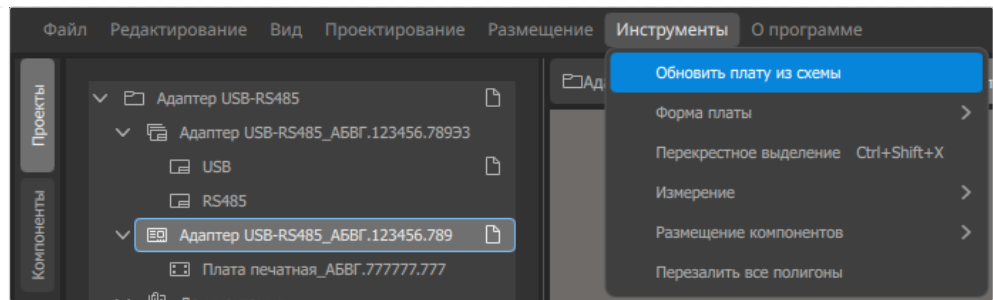


Рисунок 147. Пункт меню «Обновить плату из схемы» в редакторе плат

- 2) После вызова команды при наличии изменений на схеме отобразится окно «Синхронизация изменений», отображающее список изменений, которые будут внесены в топологию платы (см. [рисунок 148](#)).

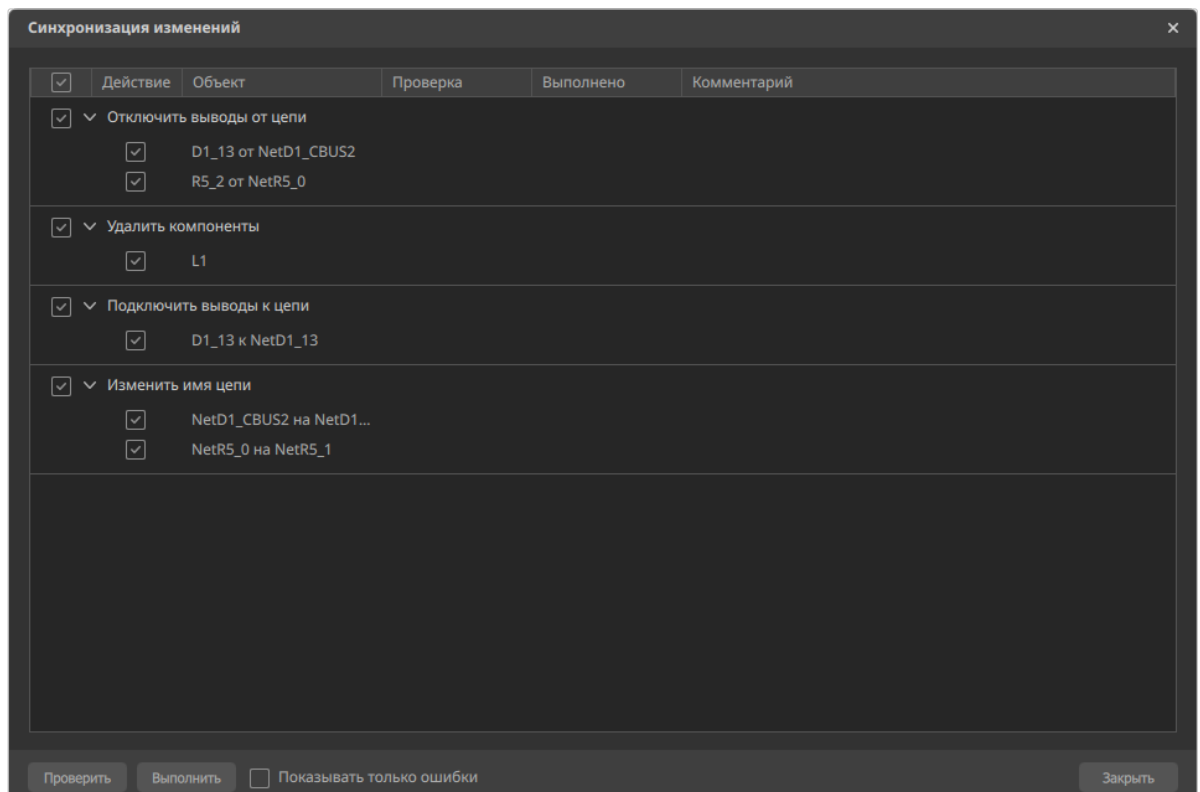


Рисунок 148. Окно «Синхронизация изменений»

Примечание—Если внесение изменений в топологию платы не требуется, то при вызове команды «Обновить плату» отобразится сообщение «Различий между схемой и платой не найдено» (см. [рисунок 149](#)).

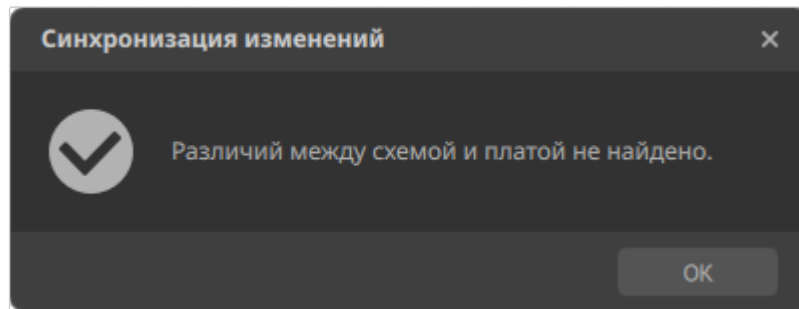


Рисунок 149. Сообщение об отсутствии необходимости внесения изменений в топологию платы

- 3) Флажками отметить необходимые изменения и нажать на кнопку «Проверить».
- 4) В столбце «Проверка» отобразится возможность применения выбранных изменений (см. [рисунок 150](#)).

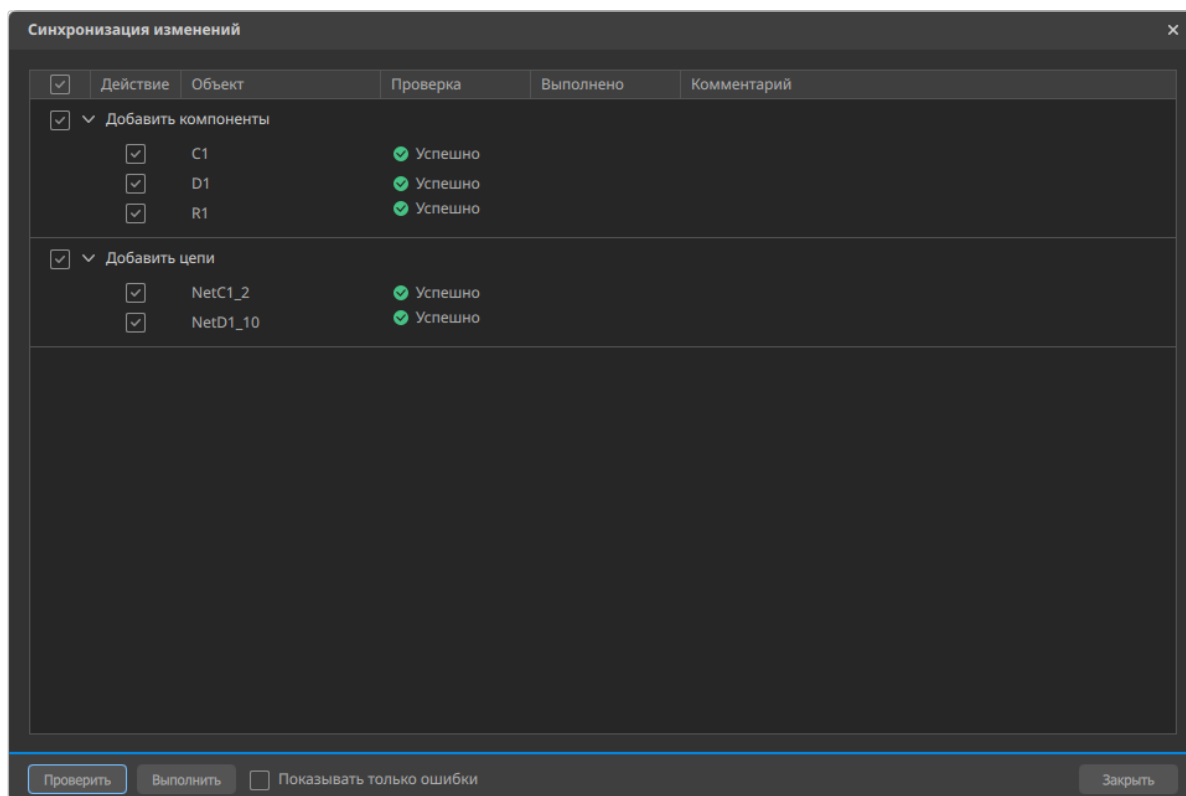


Рисунок 150. Статус проверки в окне «Синхронизация изменений»

- 5) При возникновении ошибок в результате проверки в колонке «Комментарий» будет указан характер и причина ошибки (см. [рисунок 151](#)).

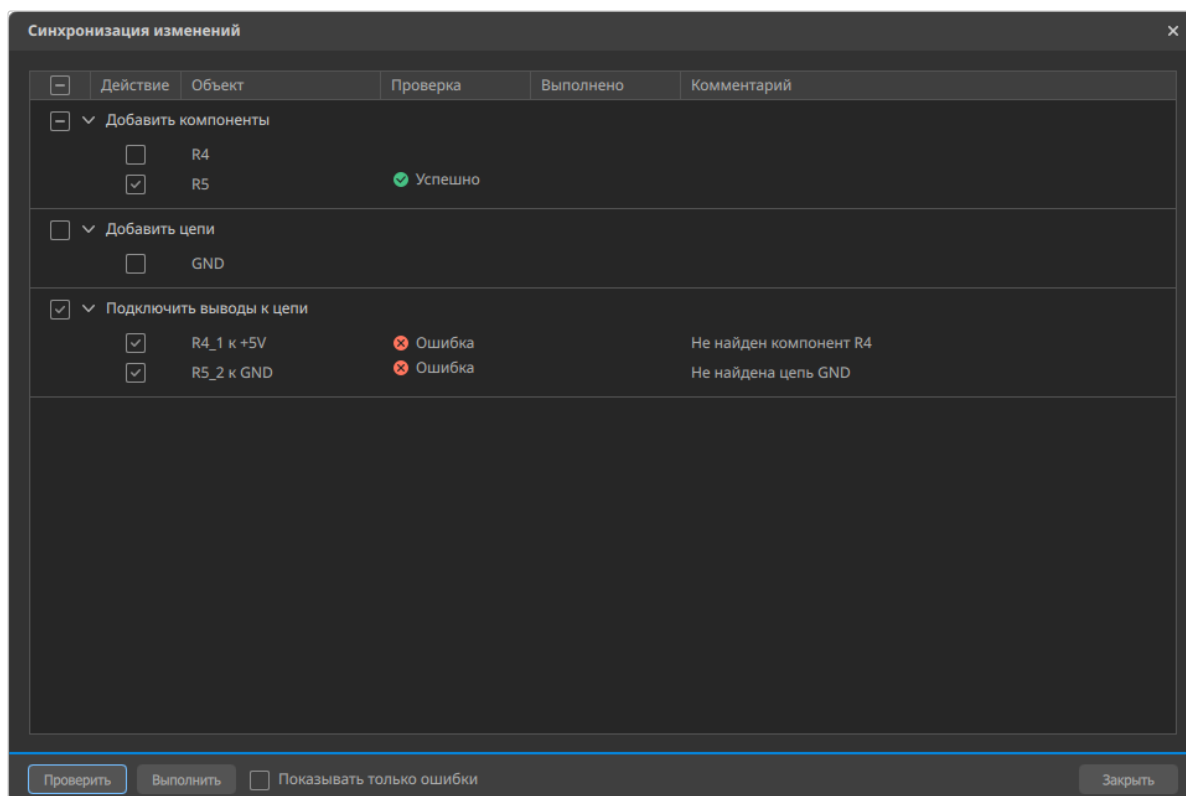


Рисунок 151. Ошибки в результате проверки в окне «Синхронизация изменений»

Если необходимо просмотреть только ошибки в списке предполагаемых действий, можно отметить флажком параметр «Показывать только ошибки» внизу окна «Синхронизация изменений».

- 6) После исправления всех ошибок нажать на кнопку «Выполнить». В столбце «Выполнено» отобразится состояние всех отмеченных действий (см. [рисунок 152](#)).

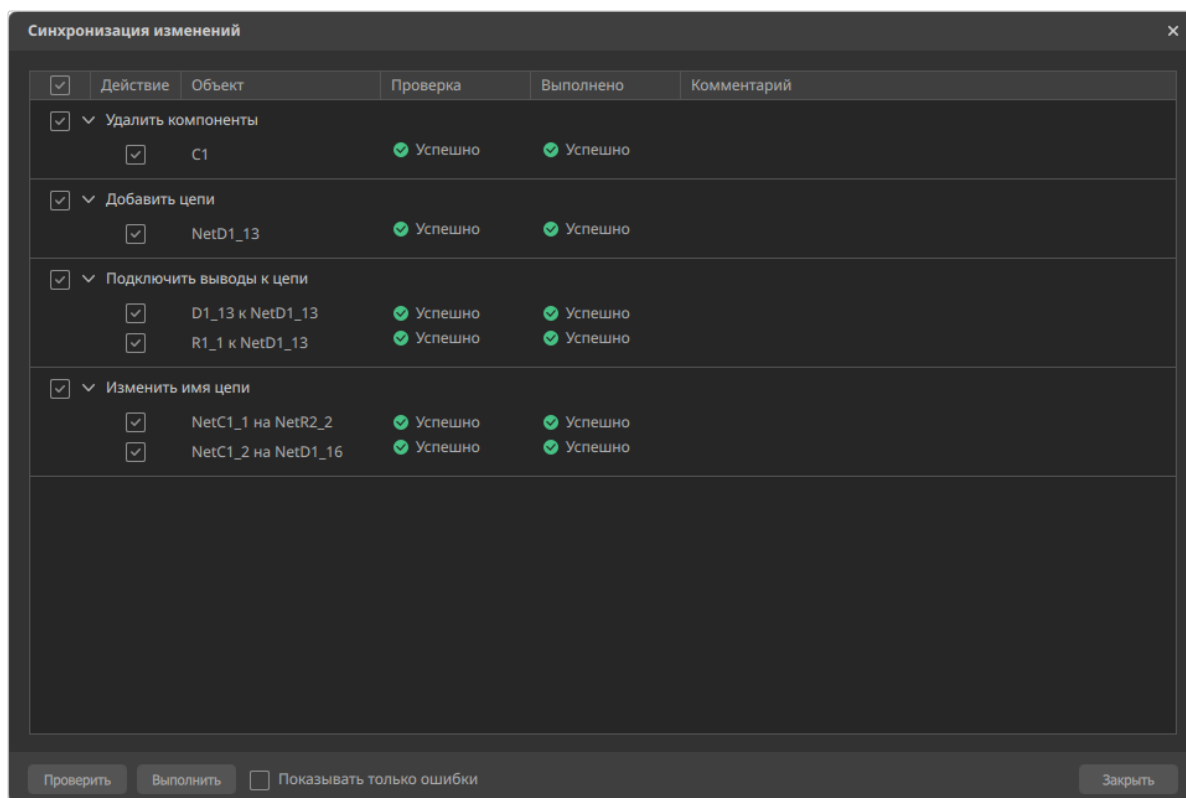


Рисунок 152. Статус выполнения в окне «Синхронизация изменений»

Примечание— В случае возникновения ошибок при применении выбранных изменений в колонке «Комментарий» будет также указан характер и причина ошибки. При этом действия, при выполнении которых ошибок не возникло, будут выполнены.

После синхронизации автоматически откроется вкладка редактора плат соответствующего печатного узла. На плату будут добавлены посадочные места компонентов и связи между контактными площадками, соединенными в одноименные цепи (см. [рисунок 153](#)).

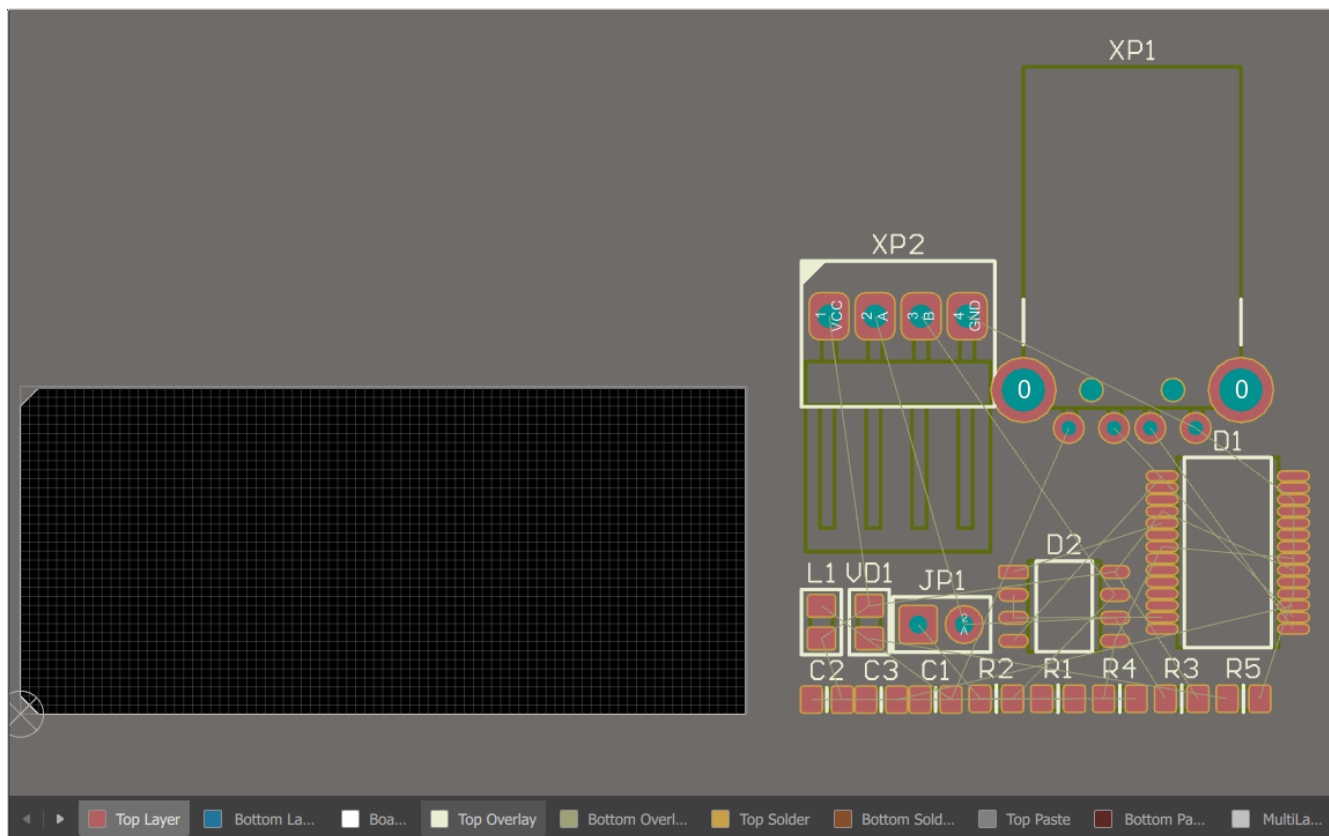


Рисунок 153. Окно редактора плат после синхронизации схемы с платой

7. Работа в редакторе плат

Для начала работы в редакторе плат необходимо открыть рабочую область печатного узла, дважды щелкнув по наименованию печатного узла в дереве документов панели «Проекты» (см. [рисунок 154](#)).

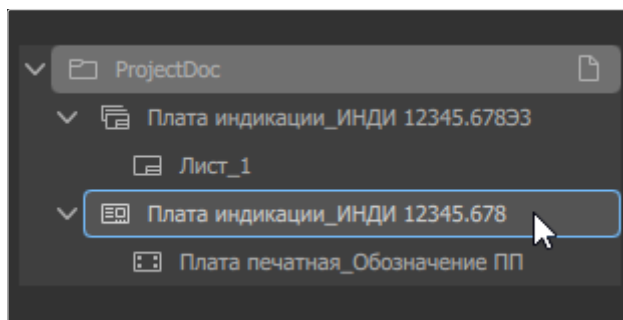


Рисунок 154. Открытие редактора плат

В процессе работы в редакторе плат доступны команды последовательной отмены операций (команда меню «Редактирование» → «Отменить» или сочетание клавиш **Ctrl** + **Z**) и повтора отмененных операций (команда меню «Редактирование» → «Повторить» или сочетание клавиш **Ctrl** + **Y**).

Графический интерфейс Программы поддерживает открытие вкладки редактора печатных плат в отдельном окне. Для открытия вкладки в отдельном окне Программы необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши по вкладке и в открывшемся контекстном меню выбрать пункт «Открыть вкладку в новом окне» (см. [рисунок 155](#)).

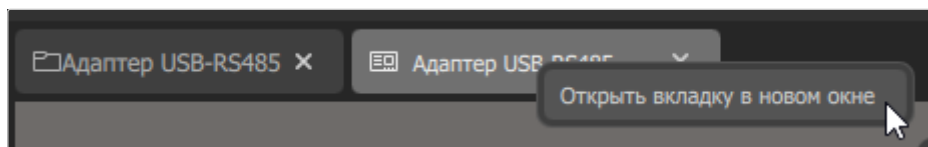


Рисунок 155. Открытие вкладки в новом окне

7.1. Настройка отображения

В редакторе печатной платы отображаются границы печатной платы и геометрия конструктивных элементов, размещенных на разных сторонах и слоях изделия: контактных площадок, переходных отверстий, проводников, заливок и др.

Для координации размещения и точного позиционирования элементов печатной платы применяется вспомогательная прямоугольная сетка. Сетка отображается только в пределах виртуального прямоугольника, описывающего контур платы.

Начало координат сетки расположено в левом нижнем углу прямоугольника в виде окружности с перекрестием (см. [рисунок 156](#)).

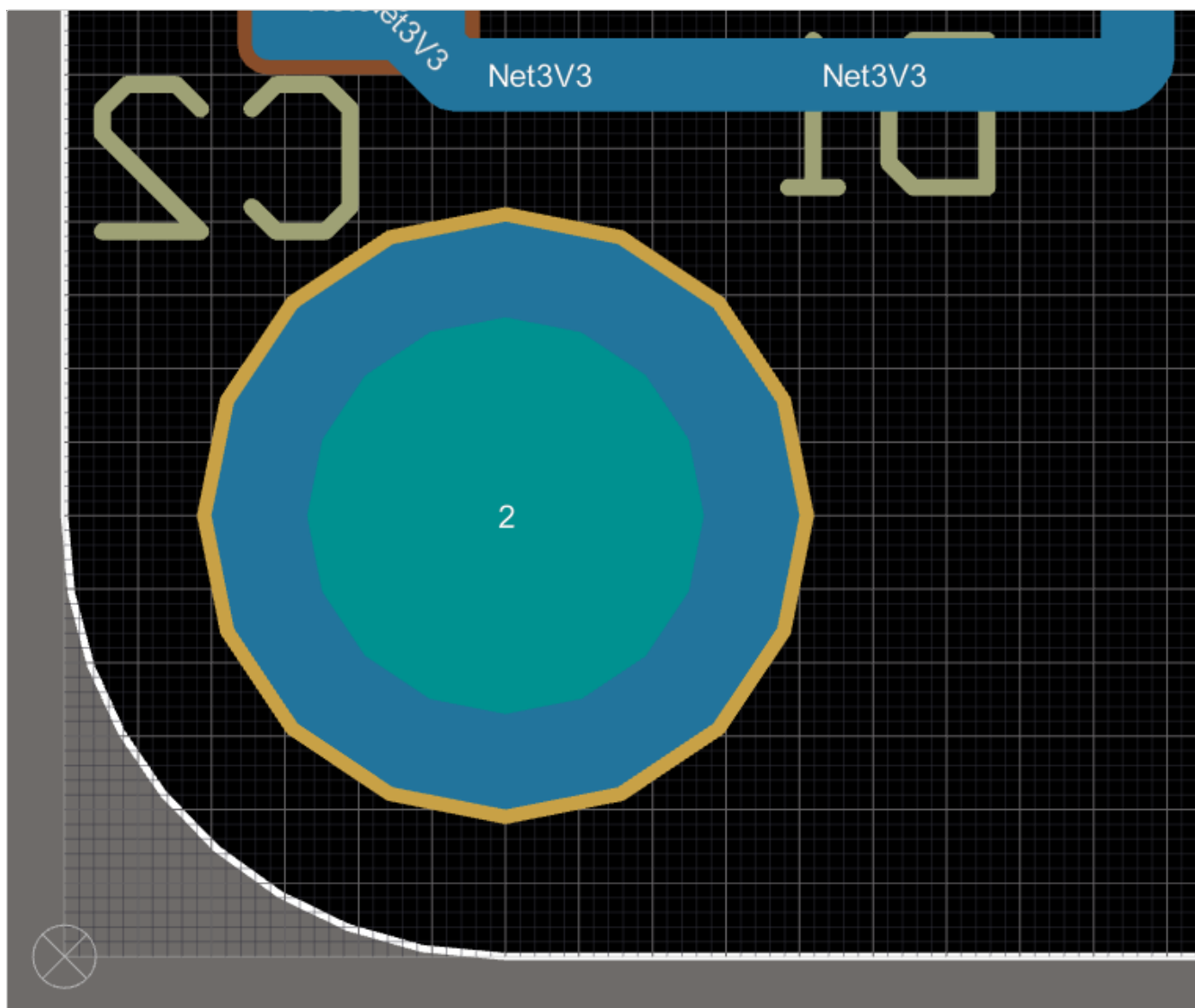


Рисунок 156. Начало координат вспомогательной сетки

Для выбора новой точки начала координат необходимо выполнить команду меню «Редактирование» → «Начало координат» → «Задать». После вызова команды необходимо нажать левой кнопкой мыши на нужной точке в рабочей области. Для завершения задания точки начала координат необходимо нажать правую кнопку мыши или клавишу **Escape**.

Для сброса точки начала координат в положение, заданное по умолчанию, необходимо выполнить команду меню «Редактирование» → «Начало координат» → «Сбросить».

Для перемещения по рабочей области редактора плат и управления видом используются действия мышью в сочетании с клавишами клавиатуры:

- Приближение/отдаление вида в позиции курсора (способ I) — перемещение мыши вперед/назад при нажатом колесе (третьей кнопке мыши).
- Приближение/отдаление вида в позиции курсора (способ II) — вращение колеса мыши вперед/назад при нажатой клавише **Ctrl**.

П р и м е ч а н и е— При достаточном приближении на сегментах трекров, переходных отверстиях и контактных площадках отображается название цепи, к которой они принадлежат. Также на контактных площадках отображается их номер.

- Панорамирование вида — перемещение мыши при нажатой правой кнопке.
- Вертикальная прокрутка вида вниз/вверх — вращение колеса мыши вперед/назад.
- Горизонтальная прокрутка вида вправо/влево — вращение колеса мыши вперед/назад при нажатой клавише **Shift**.
- Включение/отключение отображения 3D-тел компонентов — сочетание клавиш **Shift** + **Z**.

Для вписывания контура платы в рабочую область необходимо нажать клавишу **Home** либо выполнить в меню «Вид» команду «Плата».

Для вписывания всех объектов, размещенных вне контура платы, в рабочую область необходимо нажать комбинацию клавиш **Ctrl** + **PgDown** либо выполнить в меню «Вид» команду «Все объекты».

7.1.1. 2D- и 3D-режимы

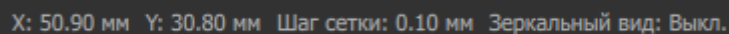
При открытии документа плата и компоненты всегда отображаются в 2D-режиме. Для представления объектов в 3D-режиме необходимо нажать клавишу **3** либо выполнить в меню «Вид» команду «Режим 3D». Для переключения вида обратно в 2D-режим следует нажать клавишу **2** либо выполнить в меню «Вид» команду «Режим 2D».

Дополнительно в 3D-режиме редактора доступно вращение модели с помощью перемещения мыши при нажатых правой кнопке мыши и клавише **Shift**. Вернуться к первоначальному виду (строго сверху платы) можно нажатием клавиши **0**.

7.1.2. Режим зеркального отображения платы

Для удобной работы с нижней стороной платы в Программе предусмотрен режим зеркального отображения платы. Для переключения данного режима необходимо нажать сочетание клавиш **Ctrl** + **F**.

Надпись «Зеркальный вид» в строке статуса отражает текущее состояние режима (см. [рисунок 157](#)).



X: 50.90 мм Y: 30.80 мм Шаг сетки: 0.10 мм Зеркальный вид: Выкл.

Рисунок 157. Сообщение о состоянии зеркального режима в строке статуса

7.1.3. Шаг сетки

По умолчанию в редакторе плат установлен шаг сетки 0,1 мм. В любой момент работы шаг сетки можно переключить на предустановленное или заданное пользователем значение. Для этого необходимо нажать клавишу **G** и в открывшемся диалоговом окне «Шаг видимой сетки (0.001-100 мм)» выбрать требуемый шаг из списка или ввести собственное значение в верхнем поле (см. [рисунок 158](#)).

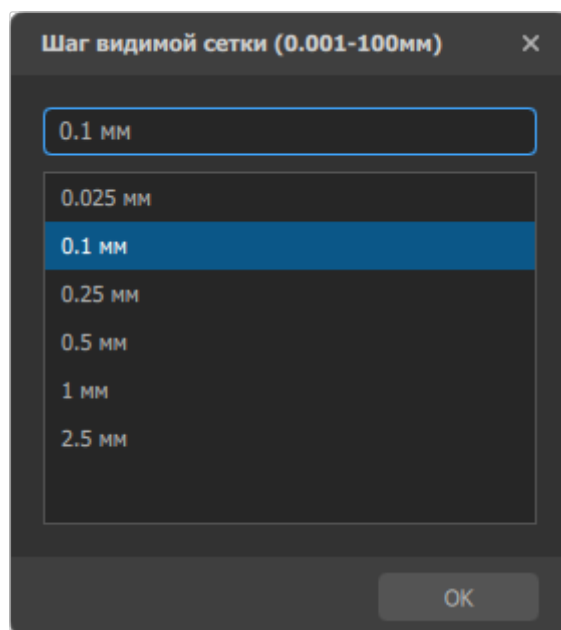


Рисунок 158. Диалоговое окно «Шаг видимой сетки»

Координаты курсора и текущее значение шага сетки отображаются в строке состояния.

7.2. Импорт файлов

7.2.1. Импорт файлов DXF

В Программе предусмотрен импорт графических объектов на слои платы из файлов формата DXF. Для этого необходимо:

- 1) Перейти в редактор плат.
- 2) Вызвать команду меню «Файл» → «Импорт» → DXF (см. [рисунок 159](#)).

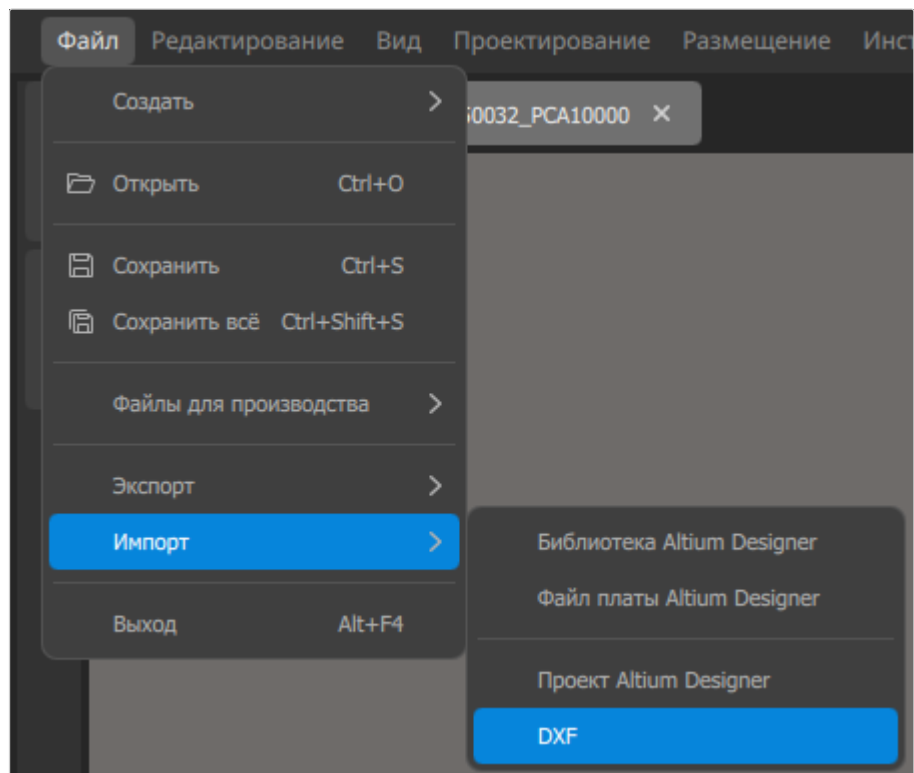


Рисунок 159. Меню «Файл» → «Импорт» → DXF

- 3) Выбрать нужный файл с расширением **.dxf** и нажать на кнопку «Открыть».

Отобразится дополнительное окно «Настройки импорта из DXF», где можно задать следующие параметры импорта (см. [рисунок 160](#)):

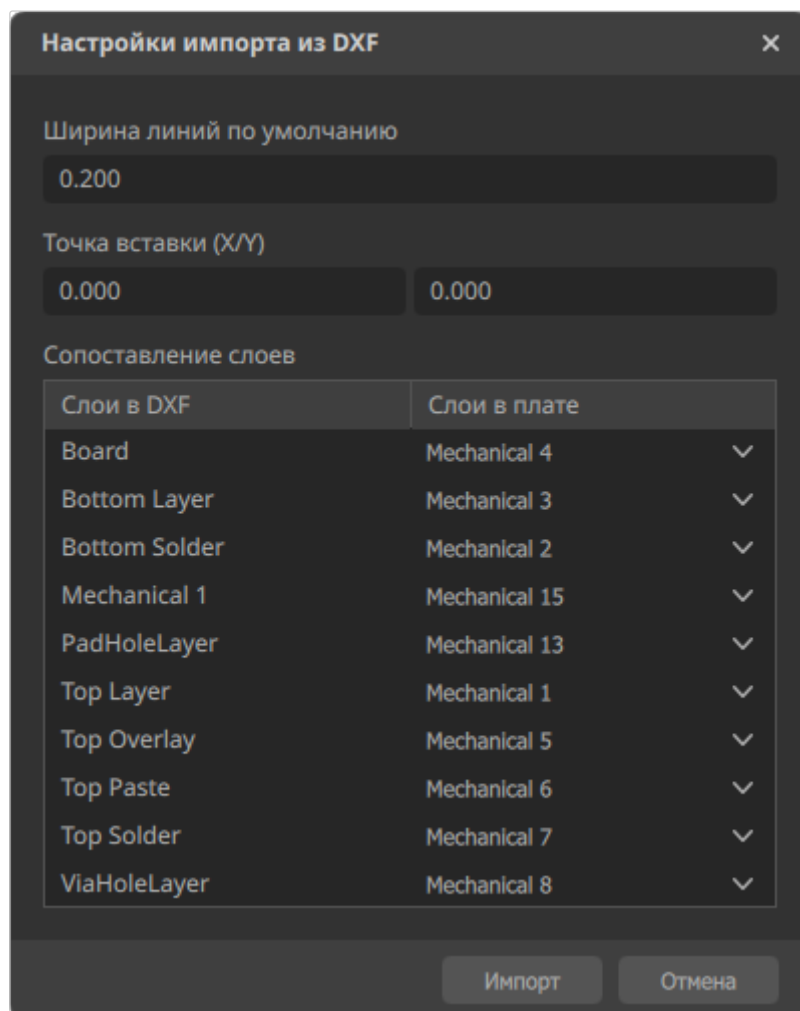


Рисунок 160. Окно «Настройки импорта из DXF»

- «Ширина линий по умолчанию» — ширина треков, добавляемых на слои печатной платы. По умолчанию установлено значение 0,2 мм.
- «Точка вставки» — координаты точки, относительно которой будут рассчитаны координаты вставляемых графических объектов.
- «Сопоставление слоев» — таблица, позволяющая задать соответствия между импортируемыми слоями файла DXF и слоями платы в Программе.
 - «Слой в DXF» — наименования импортируемых слоев.
 - «Слой в плате» — соответствующие слои в Программе. Можно выбрать существующий слой из выпадающего списка (за исключением слоев-диэлектриков).

При нажатии на кнопку «Импорт» произойдет импорт графических объектов из файла с расширением **.dxf** на соответствующие слои платы.

7.2.2. Импорт файлов платы Altium Designer

В Программе предусмотрен импорт платы из Altium Designer. Для этого необходимо:

- 1) Перейти в редактор плат.
- 2) Вызвать команду меню «Файл» → «Импорт» → «Файл платы Altium

Designer» (см. [рисунок 161](#)).

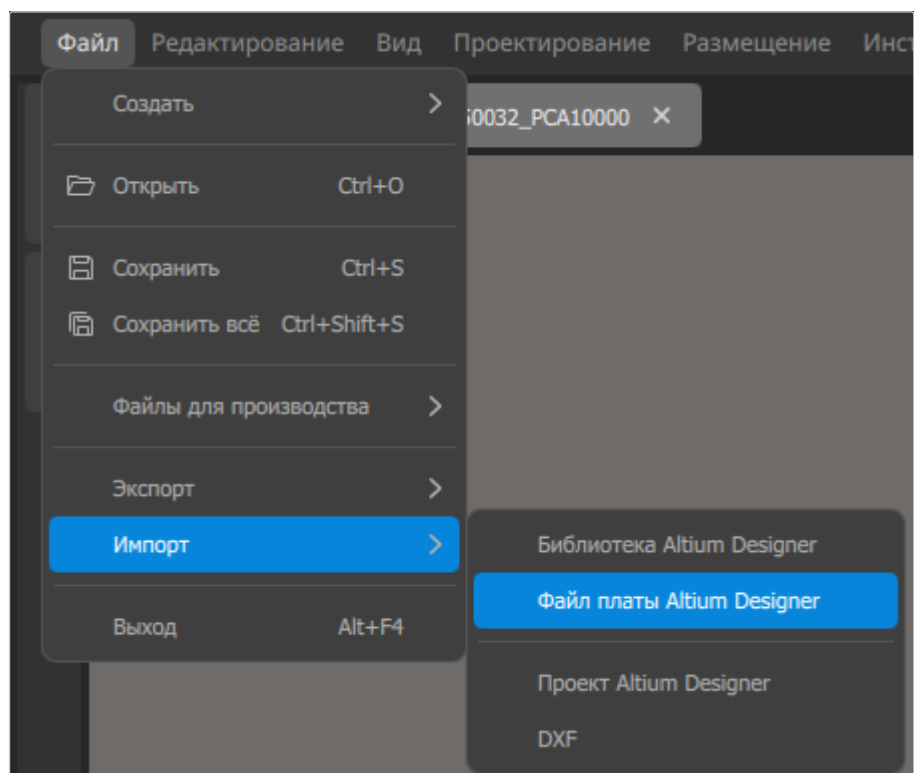


Рисунок 161. Меню «Файл» → «Импорт» → «Файл платы Altium Designer»

- 3) Выбрать нужный файл с расширением **.PcbDoc** и нажать на кнопку «Открыть».

Отобразится дополнительное окно «Настройки импорта», где можно задать следующие параметры импорта (см. [рисунок 162](#)):

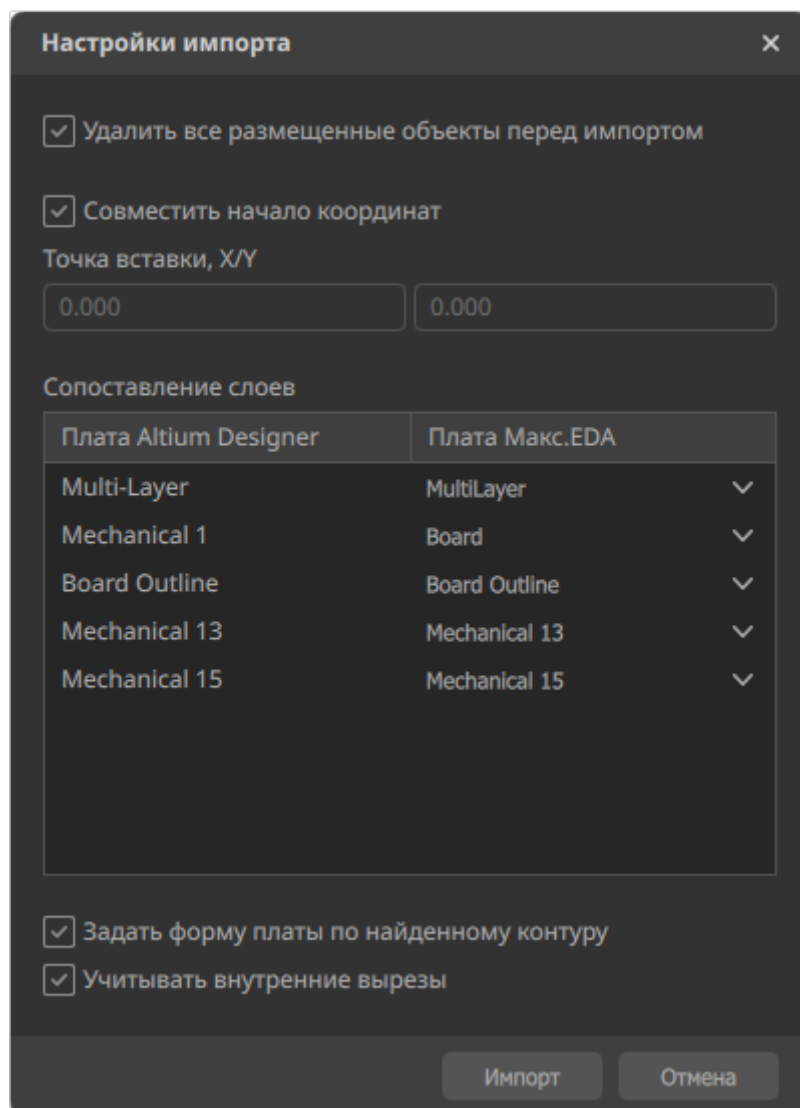


Рисунок 162. Окно «Настройки импорта»

- «Удалить все размещенные объекты перед импортом» — при включении данного параметра с платы в Программе удаляются все ранее размещенные объекты.
- «Совместить начало координат» — при включенном параметре начало точек координат из импортируемого файла совмещается с заданными точками начала координат в Программе. При выключении данного параметра доступна настройка точки вставки.
- «Точка вставки» — координаты точки, относительно которой будут рассчитаны координаты вставляемых графических объектов. Параметр доступен при отключении параметра «Совместить начало координат».
- «Сопоставление слоев» — таблица, позволяющая задать соответствия между импортируемыми слоями файла и слоями платы в Программе:
 - «Плата Altium Designer» — наименование импортируемых слоев.
 - «Плата Макс.EDA» — соответствующие слои в Программе.
 Можно выбрать соответствующий слой из выпадающего списка.
- «Задать форму платы по найденному контуру» — при включенном параметре форма платы в Программе перестраивается на форму платы из импортируемого файла.

- «Учитывать внутренние вырезы» — определение внутренних вырезов из импортируемого файла.

При нажатии на кнопку «Импорт» произойдет импорт объектов из файла с расширением **.PcbDoc** на соответствующие слои платы.

7.3. Работа со слоями

Элементы в редакторе плат размещаются на слоях. В Программе предусмотрено два вида слоев:

- Одиночные — используются для задач, которые не привязаны к конкретной стороне платы.
- Пары слоев — для информации, которая применима к определенной стороне платы: *Top* для верхней стороны и *Bottom* для нижней.

Список слоев отображается в нижней области редактора плат (см. [рисунок 163](#)):

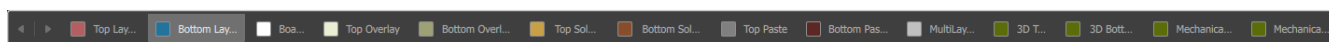


Рисунок 163. Список слоев в редакторе плат

- Top/Bottom/Int Layer — слои топологии.
- Board — слой контура платы.
- Top/Bottom Overlay — слои маркировки.
- Top/Bottom Solder — слои вскрытия в паяльной маске.
- Top/Bottom Paste — слои паяльной пасты для монтажа компонентов.
- 3D Top/Bottom — слои 3D-тел, импортированных вручную или присвоенных компонентам, расположенным на слоях Top и Bottom соответственно.
- Механические слои — слои дополнительной информации.

Активный слой подсвечен серым цветом.

Для активации слоя необходимо щелкнуть по его наименованию левой кнопкой мыши. Также перемещаться между слоями можно нажатием клавиш  и .

Для отключения отображения отдельных неактивных слоев необходимо щелкнуть по наименованию нужного слоя с зажатыми клавишами **Shift** + **Ctrl**. При этом вкладка соответствующего слоя будет отображаться серым цветом и не будет подсвечиваться при наведении. Для включения отображения ранее отключенного слоя необходимо снова щелкнуть по его наименованию с зажатыми клавишами **Shift** + **Ctrl**.

Также для временного отключения отображения неактивных слоев можно перейти в режим одного слоя нажатием сочетания клавиш **Shift** + **S**. В режиме одного слоя можно переключаться на другие слои, нажимая по их наименованию в

списке слоев, или клавишами  и . Для отключения режима одного слоя необходимо повторно нажать  + .

7.3.1. Редактирование структуры слоев

В редакторе плат предусмотрена возможность настройки структуры слоев. Данная функция предусматривает настройку толщины слоев, а также выбор из нескольких шаблонов структуры слоев, отличающихся количеством промежуточных слоев топологии:

- 2 слоя;
- 4 слоя;
- 6 слоев;
- 8 слоев.

Для изменения структуры слоев необходимо:

- 1) Вызвать команду меню «Проектирование» → «Редактор структуры слоев» (см. [рисунок 164](#)).

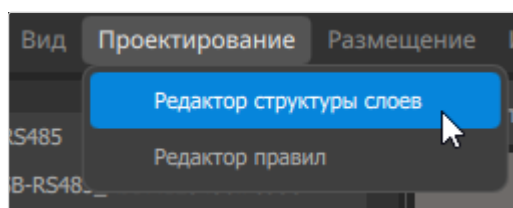


Рисунок 164. Вызов окна «Редактор структуры слоев»

- 2) В открывшемся окне «Редактор структуры слоев» произвести необходимые настройки (см. [рисунок 165](#)):

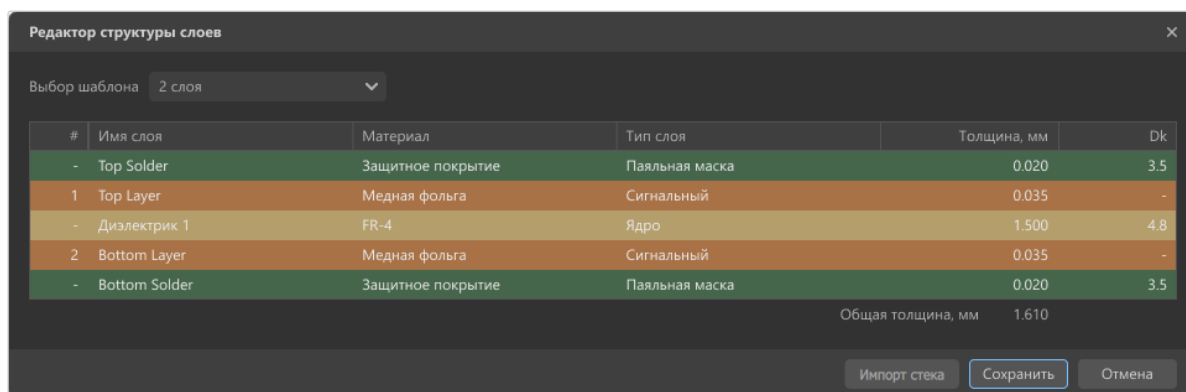


Рисунок 165. Окно «Редактор структуры слоев»

- в выпадающем списке «Выбор шаблона» выбрать нужный шаблон структуры слоев;
- в столбце «Имя» задать нужные наименования слоям;
- в столбце «Материал» задать нужный материал слоям;
- в столбце «Толщина, мм» задать нужные значения толщины слоев в мм;

— в столбце «Dk» задать нужные значения диэлектрической проницаемости слоев.

Примечание — Значения в столбце «Толщина, мм» автоматически суммируются, и суммарная толщина слоев отображается под таблицей в поле «Общая толщина, мм».

7.3.2. Импорт стека слоев

В редакторе плат предусмотрена возможность импорта стека слоев из Altium Designer. Данная функция предусматривает полный импорт данных слоев: толщины, наименование, порядок и значения диэлектрической проницаемости слоев.

Для импорта стека слоев необходимо:

- 1) Вызвать команду меню «Проектирование» → «Редактор структуры слоев».
- 2) В открывшемся окне «Редактор структуры слоев» нажать на кнопку «Импорт стека».
- 3) Выбрать нужный файл с расширением **.PcbDoc** и нажать на кнопку открыть.

При успешном импорте в окне «Редактор структуры слоев» отобразятся импортированные слои.

Примечание — Если в импортируемом файле содержатся слои типа *Plane*, то при импорте в Программу данные слои преобразуются в слои типа *Signal*.

7.4. Работа с правилами

Для редактирования правил необходимо вызвать команду меню «Проектирование» → «Редактор правил» (см. [рисунок 166](#)).

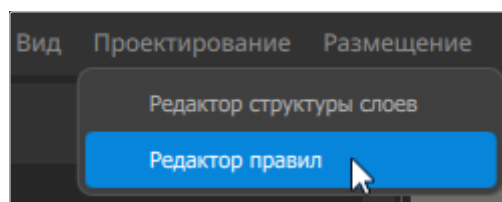


Рисунок 166. Меню «Проектирование» → «Редактор правил»

В открывшемся окне «Редактор правил» правила сгруппированы по вкладкам:

- «Электрические» (см. [Редактирование электрических правил](#)).
- «Трассировка» (см. [Редактирование трассировочных правил](#)).
- «Полигоны» (см. [Редактирование правил подключения заливки полигонов](#)).
- «Технологические» (см. [Редактирование технологических правил](#)).
- «Компоновка» (см. [Редактирование правил компоновки 3D-объектов](#)).

7.4.1. Редактирование электрических правил

На вкладке «Электрические» доступно определение минимального размера зазоров между примитивами (см. [рисунок 167](#)). Примитивы, нарушающие заданные минимальные зазоры, будут подсвечиваться зеленым цветом в редакторе плат.

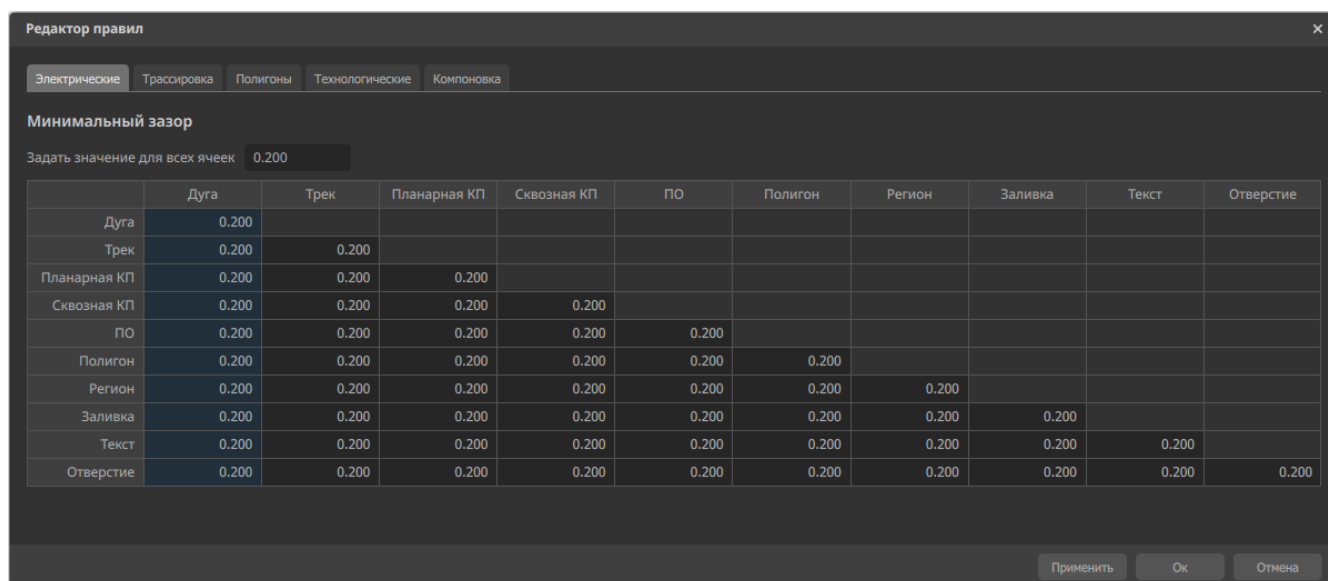


Рисунок 167. Вкладка «Электрические» окна «Редактор правил»

Для общего изменения минимального размера зазоров примитивов необходимо в поле «Задать значение для всех ячеек» указать новое значение и нажать на клавишу **Enter** чтобы подтвердить ввод.

Для частного изменения минимального размера зазора между определенными типами примитивов необходимо дважды щелкнуть левой кнопкой мыши по требуемой ячейке и указать новое значение. Отредактировав нужное значение в таблице, необходимо нажать на клавишу **Enter**, чтобы подтвердить ввод.

Примечание— При разных значениях ячеек таблицы в поле «Задать значение для всех ячеек» отображается значок «*».

Для сохранения изменений необходимо нажать на кнопку «Применить».

7.4.2. Редактирование трассировочных правил

На вкладке «Трассировка» доступно определение ширины проводников (см. [рисунок 168](#)).

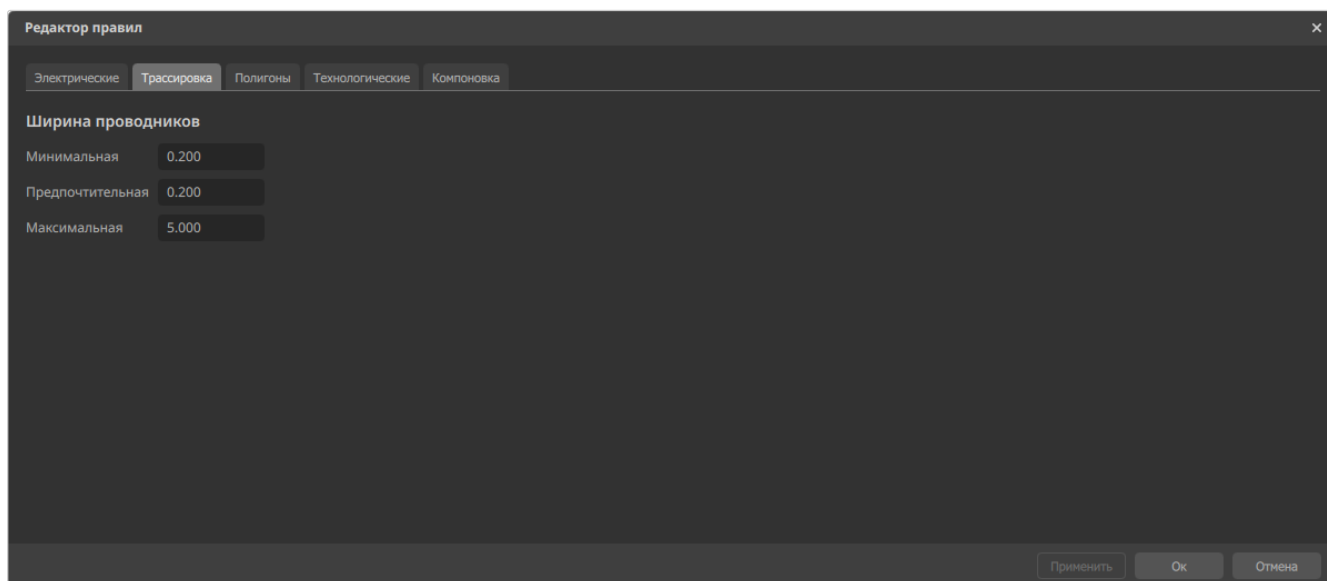


Рисунок 168. Вкладка «Трассировка» окна «Редактор правил»

В группе параметров «Ширина проводников» представлены следующие параметры:

- «Минимальная» — ограничение, указываемое в данном поле, задает минимально допустимую ширину проводников (значение по умолчанию — 0,2 мм).
- «Предпочтительная» — значение определяет ширину проводника по умолчанию (значение по умолчанию — 0,2 мм).
- «Максимальная» — ограничение, указываемое в данном поле, задает максимально допустимую ширину проводников (значение по умолчанию — 5 мм).

Примечание — Если размещенные на плате проводники нарушают правила ширины, то конфликтующие проводники будут подсвечены в редакторе плат зеленым цветом.

Для сохранения изменений необходимо нажать на кнопку «Применить».

7.4.3. Редактирование правил подключения заливки полигонов

На вкладке «Полигоны» доступно редактирование правил подключения заливки полигонов к контактным площадкам и переходным отверстиям (см. [рисунок 169](#)).

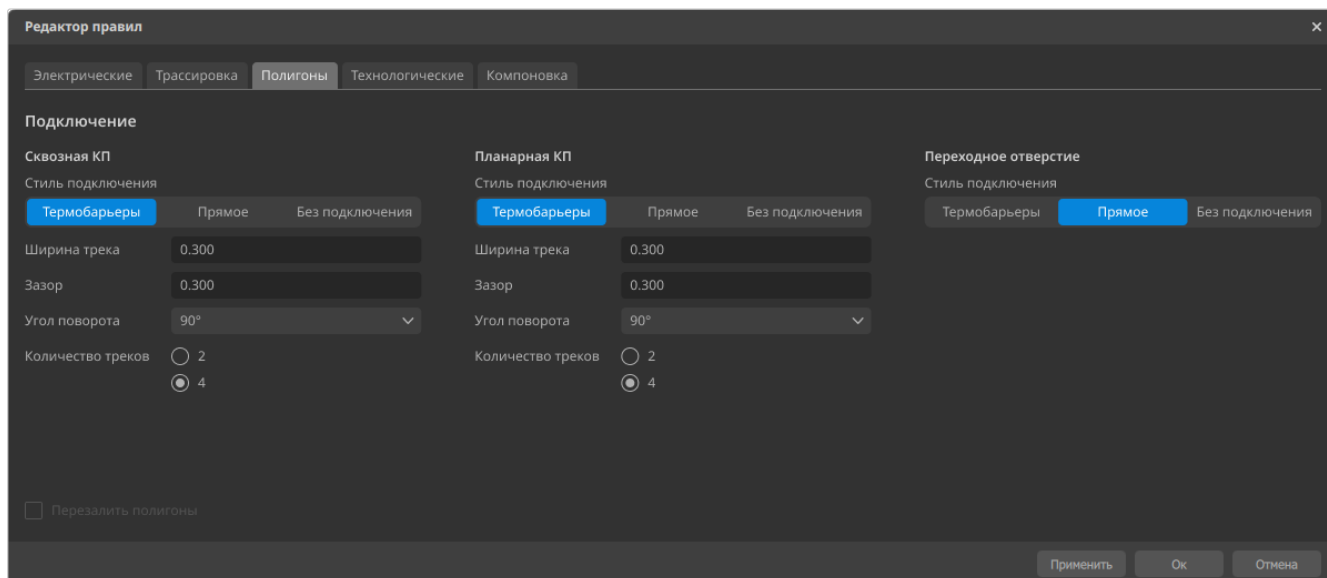


Рисунок 169. Вкладка «Полигоны» окна «Редактирование правил»

Для контактных площадок и переходных отверстий доступны три стиля подключения:

- «Термобарьеры» — подключение заливки полигона осуществляется через проводники.
- «Прямое» — полигон полностью заливает площадку или отверстие. Рекомендуется для переходных отверстий.
- «Без подключения» — изолирование контактной площадки или переходного отверстия от заливки полигона.

При выборе стиля «Термобарьеры» доступны следующие параметры подключения:

- «Ширина трека» — значение ширины проводника подключения заливки полигона к объекту в мм.
- «Зазор» — значение расстояния между заливкой полигона и объекта в мм.
- «Угол поворота» — угол, под которым проводник подключается к объекту.
- «Количество треков» — количество проводников, используемых для подключения к объекту.

При выборе стиля «Без подключения» доступна настройка значения зазора между заливкой полигона и объектом.

Для сохранения изменений необходимо нажать на кнопку «Применить».

7.4.4. Редактирование технологических правил

На вкладке «Технологические» доступно редактирование правил вскрытия паяльной маски и заужение паяльной пасты (см. [рисунок 170](#)).

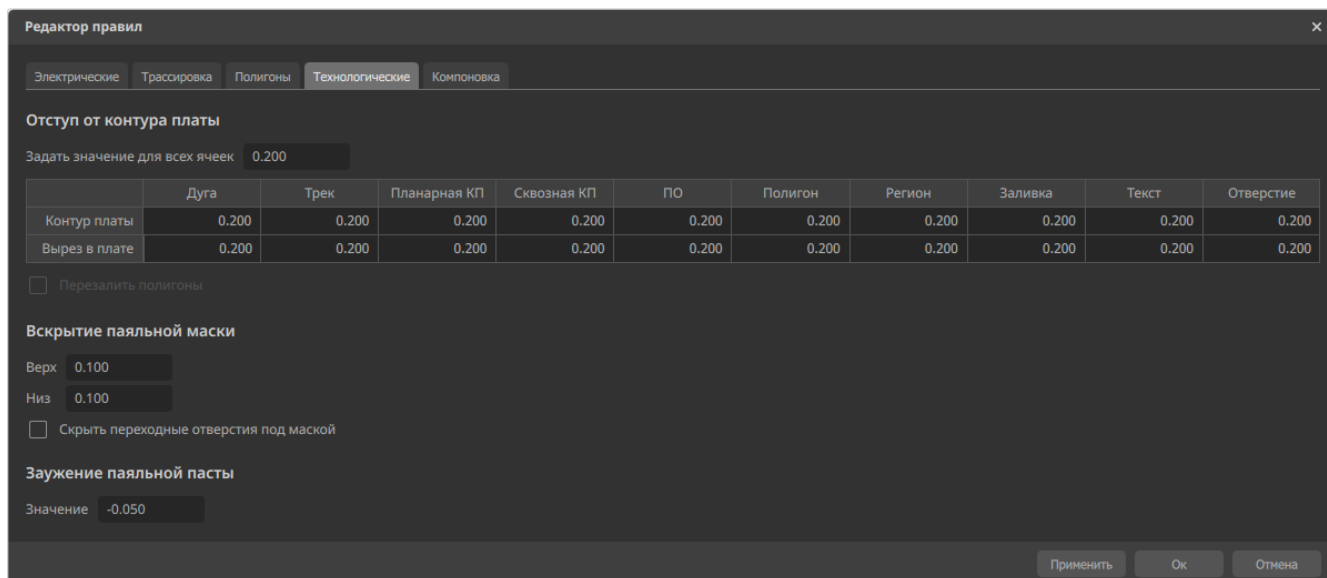


Рисунок 170. Вкладка «Технологические» окна «Редактор правил»

В группе параметров «Отступы от контура платы» представлена таблица со значениями минимально допустимых отступов примитивов от контура и вырезов платы. Примитивы, нарушающие заданные минимальные отступы, будут подсвечиваться зеленым цветом в редакторе плат.

Для общего изменения минимально допустимого отступа необходимо в поле «Задать значение для всех ячеек» указать новое значение и нажать на клавишу **Enter** чтобы подтвердить ввод.

Для частного изменения минимально допустимого отступа необходимо дважды щелкнуть левой кнопкой мыши по требуемой ячейке и указать новое значение. Отредактировав нужное значение в таблице, необходимо нажать на клавишу **Enter**, чтобы подтвердить ввод.

В группе параметров «Вскрытие паяльной маски» представлены следующие параметры:

- «Верх»/«Низ» — ограничения, указываемые в данных полях, используются для определения величины зазоров между краем защитной маски и медью для слоев *Top Solder* и *Bottom Solder* соответственно.
- «Скрыть переходные отверстия под маской» — включение данного параметра определяет покрытие переходных отверстий защитной маской (тентирование).

В группе параметров «Заужение паяльной пасты» в поле «Значение» необходимо указать заужение паяльной пасты, применяемое ко всем объектам печатной платы, имеющим возможность определения заужения паяльной пасты.

Для сохранения изменений необходимо нажать на кнопку «Применить».

7.4.5. Редактирование правил компоновки 3D-объектов

На вкладке «Компоновка» доступно редактирование правил зазоров между 3D-объектами (см. [рисунок 171](#)).

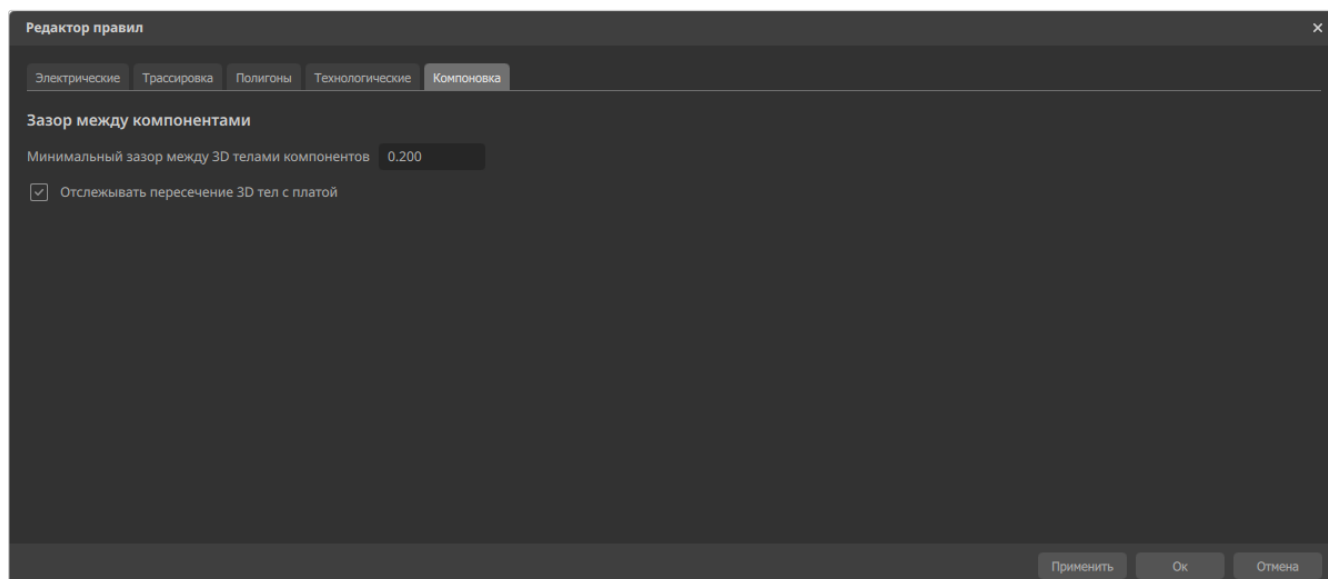


Рисунок 171. Вкладка «Компоновка» окна «Редактор правил»

В группе параметров «Зазор между компонентами» представлены следующие настройки компоновки 3D-объектов:

- «Минимальный зазор между 3D телами компонентов» — ограничение, указываемое в данном поле, определяет минимальный допустимый зазор между 3D-объектами в мм (по умолчанию задано значение 0,2 мм).

Если зазор между размещаемым объектом и существующим объектом на плате меньше чем значение минимально допустимого зазора, то оба объекта подсвечиваются зеленым цветом.

- «Отслеживать пересечение 3D тел с платой» — при включенном параметре 3D-объекты будут подсвечиваться зеленым цветом при пересечении ими тела платы (по умолчанию включен).

Для сохранения изменений необходимо нажать на кнопку «Применить».

7.5. Дополнительные инструменты

7.5.1. Создание контура платы

Для создания контура платы в редакторе плат необходимо:

- 1) Переключиться на слой *Board* (слой контура платы, см. [Работа со слоями](#)).
- 2) Щелкнуть правой кнопкой мыши по значку  на панели инструментов и выбрать инструмент «Трек», «Окружность» или «Дуга» (см.

[рисунок 172](#)). Также нужный инструмент можно выбрать в меню «Размещение».

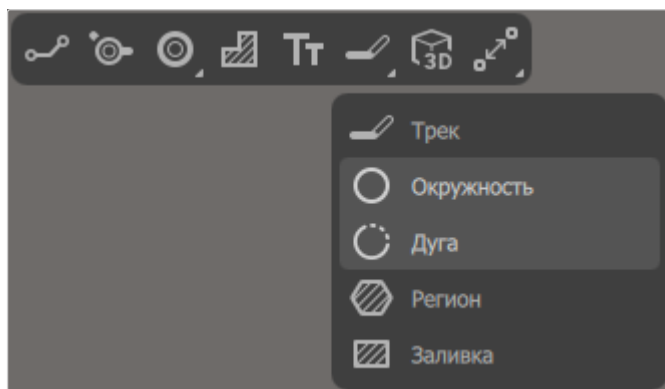


Рисунок 172. Инструмент «Окружность» на панели инструментов редактора плат

- 3) Нарисовать замкнутый контур (см. [рисунок 173](#)).

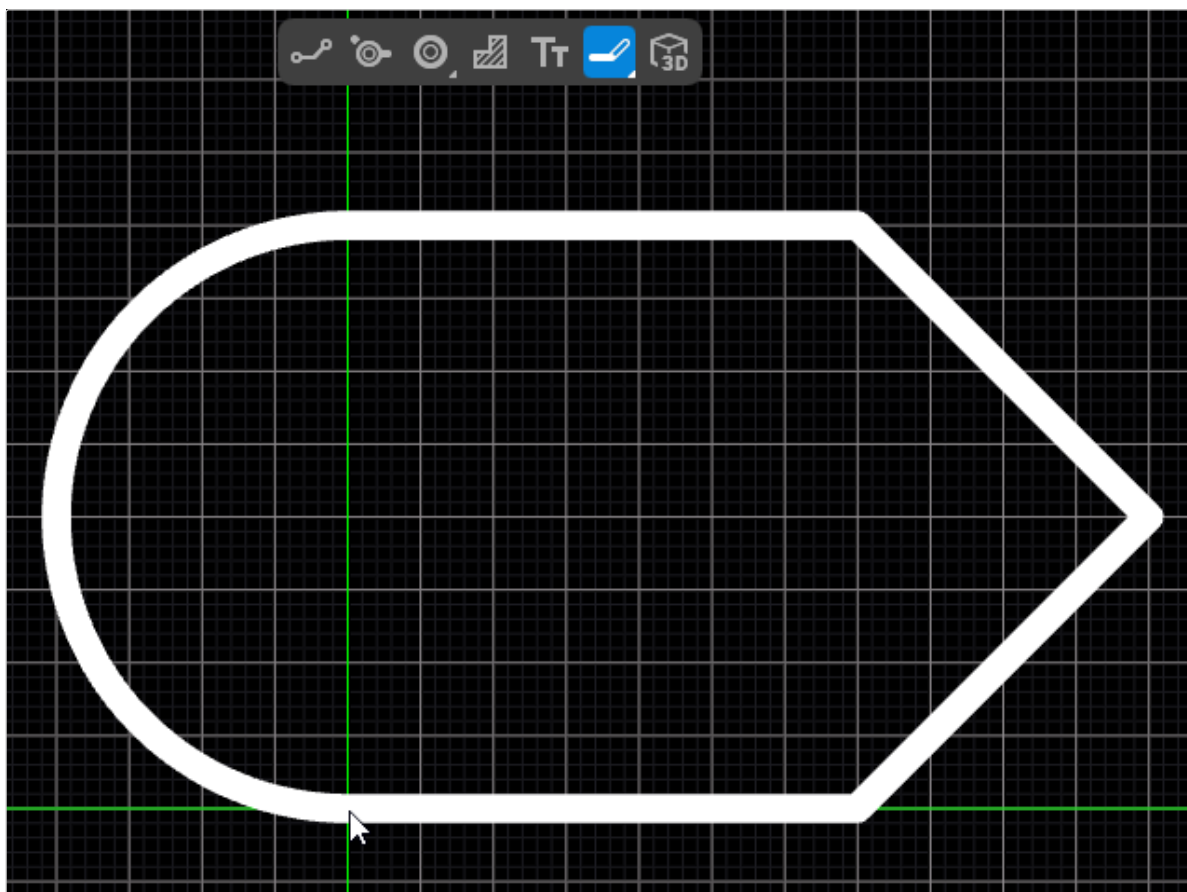


Рисунок 173. Создание замкнутого контура при помощи графических инструментов

- 4) Выделить созданный контур рамкой выделения или выделив один из сегментов и нажав клавишу **Tab**.
- 5) Вызвать команду меню «Инструменты» → «Форма платы» → «Форма по выделенному контуру» (см. [рисунок 174](#)).

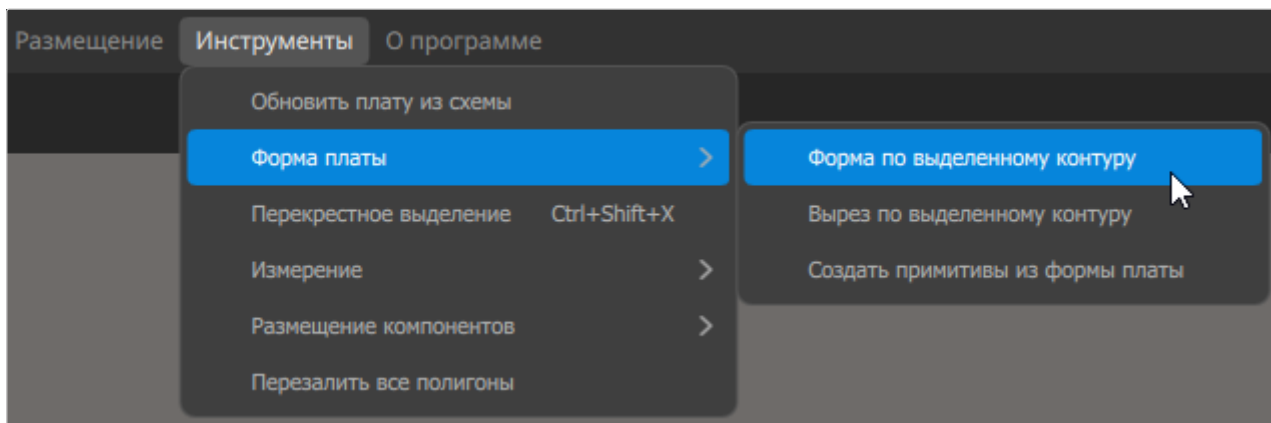


Рисунок 174. Команда меню «Форма по выделенному контуру»

При выполнении всех условий форма платы будет перестроена по выделенному контуру (см. [рисунок 175](#)).

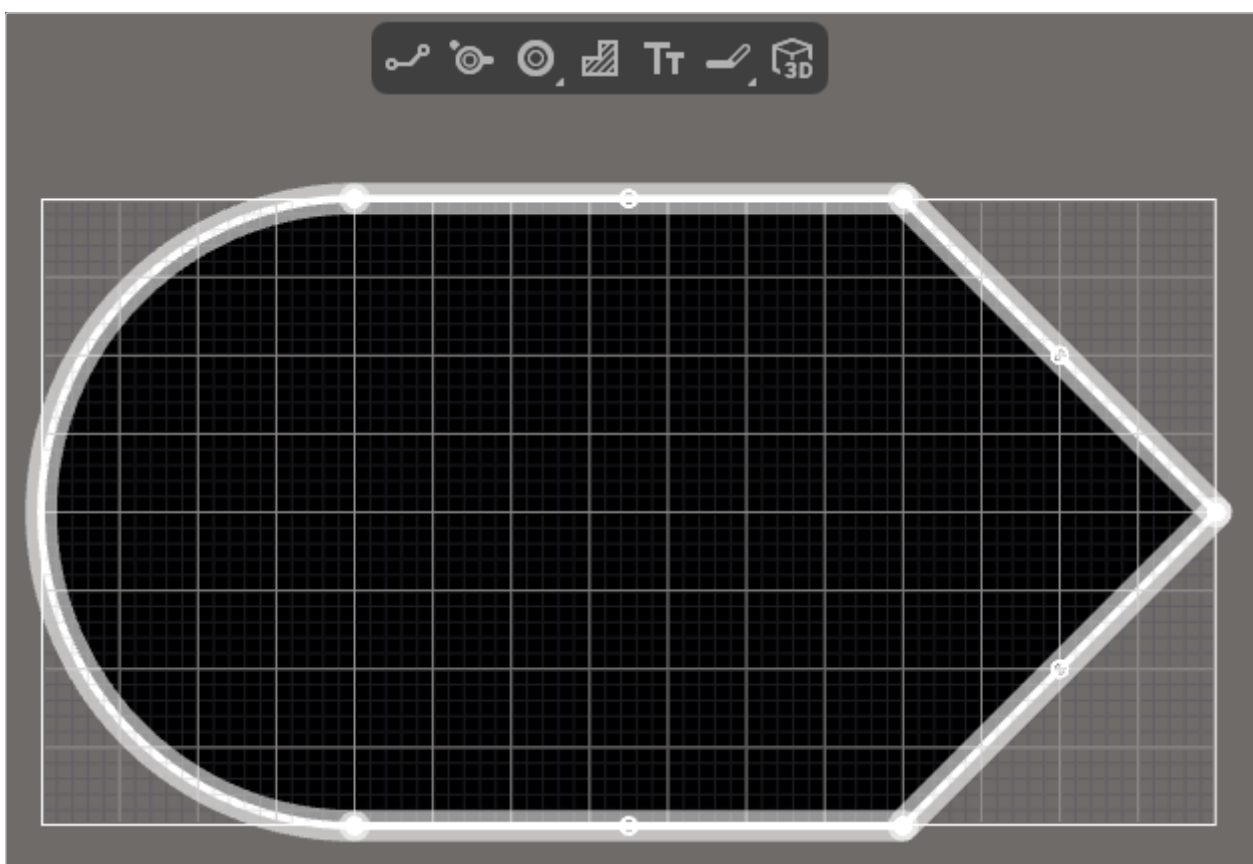


Рисунок 175. Перестроенный контур платы

Условия для успешного создания контура карты следующие:

- Контур должен быть нарисован на слое *Board*.
- Нарисованный контур должен быть замкнут.
- Контур не должен содержать дублирующих сегментов.
- Контур не должен содержать несвязанных или тупиковых сегментов.

Если какое-либо из этих условий не соблюдено, при попытке вызвать команду меню «Форма по выделенному контуру» отобразится сообщение об ошибке (см. [рисунок 176](#)).

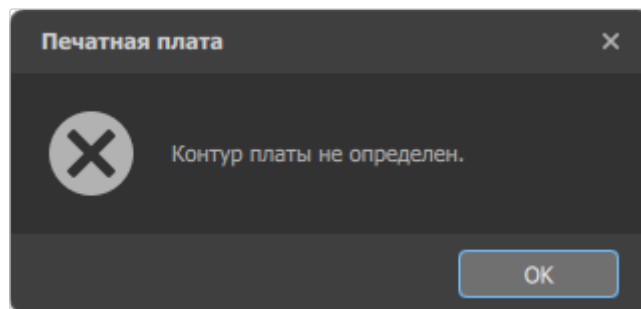


Рисунок 176. Ошибка при создании контура платы

7.5.2. Создание выреза в плате

Создание выреза в плате возможно двумя способами:

- 1) Создать примитив типа «Регион» нужной формы и присвоить ему тип «Вырез в плате» (см. [Регионы](#)).
- 2) Нарисовать на слое *Board* один или несколько замкнутых контуров способом, аналогичным созданию контура платы (см. [раздел 7.5.1](#)) и, выделив их, вызвать команду меню «Инструменты» → «Форма платы» → «Вырез по выделенному контуру». В данном случае на слое *Board* будут созданы регионы типа «Вырез в плате», форма которых будет повторять выбранные контуры.

Для удаления выреза платы необходимо выделить соответствующий регион типа «Вырез в плате» и нажать клавишу **Delete**.

7.5.3. Измерение расстояний между точками

Для измерения расстояния на плате между двумя точками необходимо:

- 1) Активировать инструмент одним из следующих способов:
 - щелкнуть правой кнопкой мыши по значку  на панели инструментов и выбрать инструмент «Расстояние между точками»;
 - вызвать команду меню «Инструменты» → «Измерение» → «Расстояние между точками»;
 - нажать сочетание клавиш **Ctrl** + **M**.
- 2) Нажать левой кнопкой мыши в точке на плате, откуда необходимо начать измерение.
- 3) Переместить курсор мыши в конечную точку измерения, при этом между двумя точками будет проведена виртуальная прямая линия для удобного выравнивания измерения (см. [рисунок 177](#)).

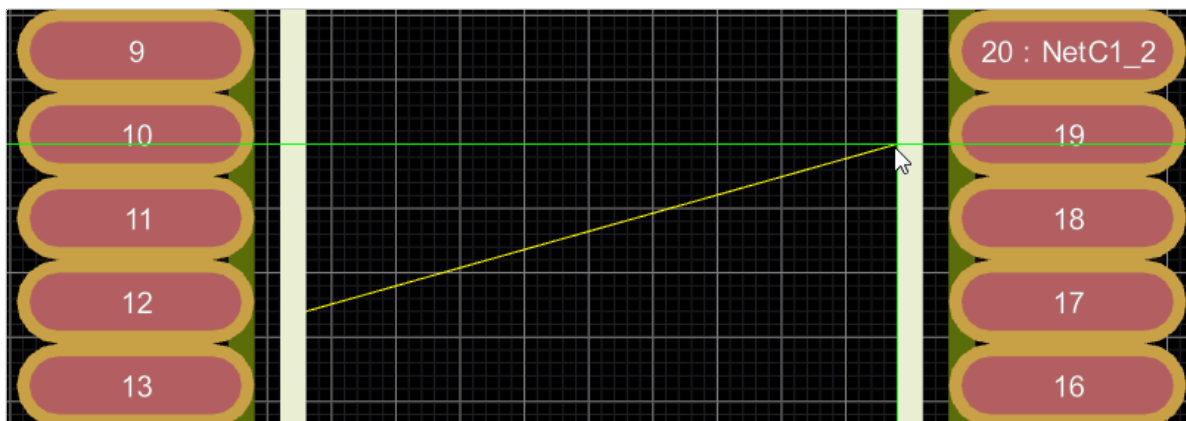


Рисунок 177. Измерение расстояния на плате

- 4) Нажать левой кнопкой мыши в конечной точке измерения. Отобразится всплывающее окно «Расстояние между точками» с результатами измерения (см. [рисунок 178](#)).

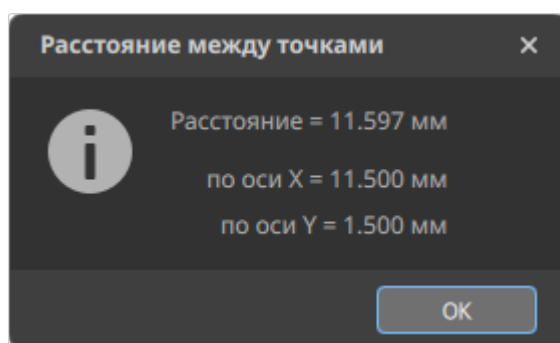


Рисунок 178. Результаты измерений

7.5.4. Измерение расстояния между примитивами

Программа позволяет измерить минимальное расстояние (зазор) между двумя примитивами на плате, как-то: треки, контактные площадки, переходные отверстия, текстовые надписи, полигоны, регионы и дуги.

Для измерения расстояния на плате между двумя примитивами необходимо:

- 1) Активировать инструмент одним из следующих способов:

- щелкнуть правой кнопкой мыши по значку  на панели инструментов и выбрать инструмент «Зазор между примитивами»;
- вызвать команду меню «Инструменты» → «Измерение» → «Зазор между примитивами»;
- нажать сочетание клавиш **Ctrl** + **Shift** + **M**.

- 2) Нажать левой кнопкой мыши в точке на первый примитив, от которого необходимо начать измерение зазора. Примитив будет выделен на плате (см. [рисунок 179](#)).

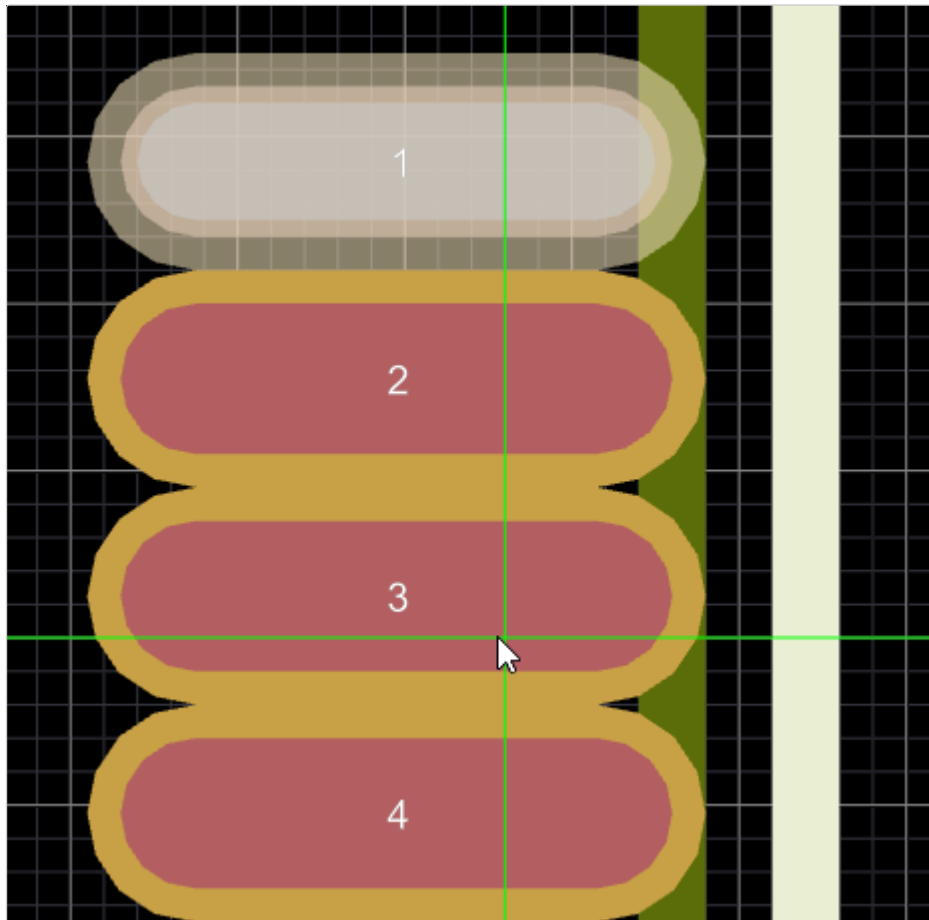


Рисунок 179. Выделенный примитив при измерении зазора

- 3) Нажать левой кнопкой мыши на второй примитив. Отобразится всплывающее окно «Зазор между примитивами» с результатами измерения минимального расстояния между выбранными примитивами (см. [рисунок 180](#)).

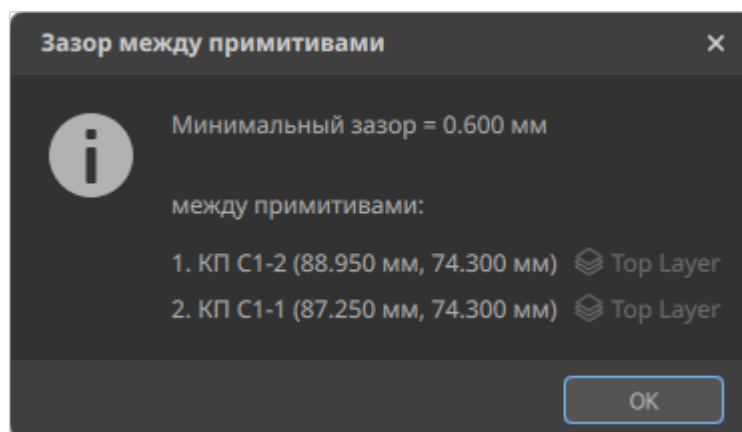


Рисунок 180. Результаты измерений зазора

7.5.5. Перезаливка полигонов

Программа позволяет обновить геометрию всех полигонов, расположенных на плате в редакторе печатных плат.

Для обновления геометрии всех полигонов необходимо вызвать команду меню «Инструменты» → «Перезалить все полигоны» (см. [рисунок 181](#)).

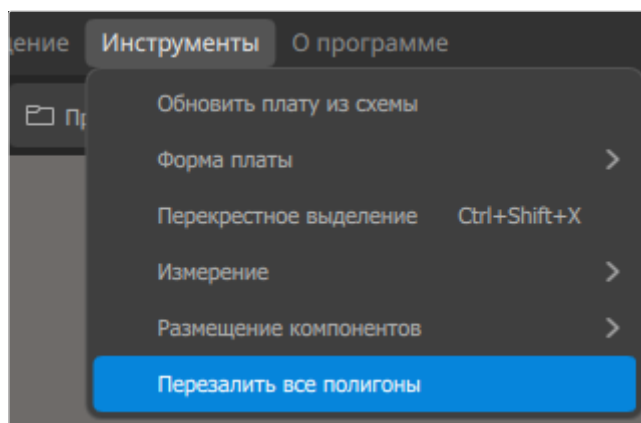


Рисунок 181. Команда меню «Перезалить все полигоны»

7.6. Работа с посадочными местами

7.6.1. Размещение посадочных мест

После синхронизации схемы и платы (см. [Синхронизация схем с платами](#)) посадочные места необходимо разместить на плате.

Для перемещения посадочного места необходимо захватить объект, зажав левую кнопку мыши внутри его контура, перенести в нужную позицию и отпустить левую кнопку мыши.

В процессе перемещения посадочного места контур посадочного места отображается заливкой зеленого цвета (см. [рисунок 182](#)). При этом доступны следующие действия:

- Поворот посадочного места против часовой стрелки на 90 градусов — клавиша **Пробел**.
- Поворот посадочного места по часовой стрелке на 90 градусов — сочетание клавиш **Shift** + **Пробел**.
- Перенос посадочного места с верхнего слоя на нижний и наоборот — клавиша **L**.

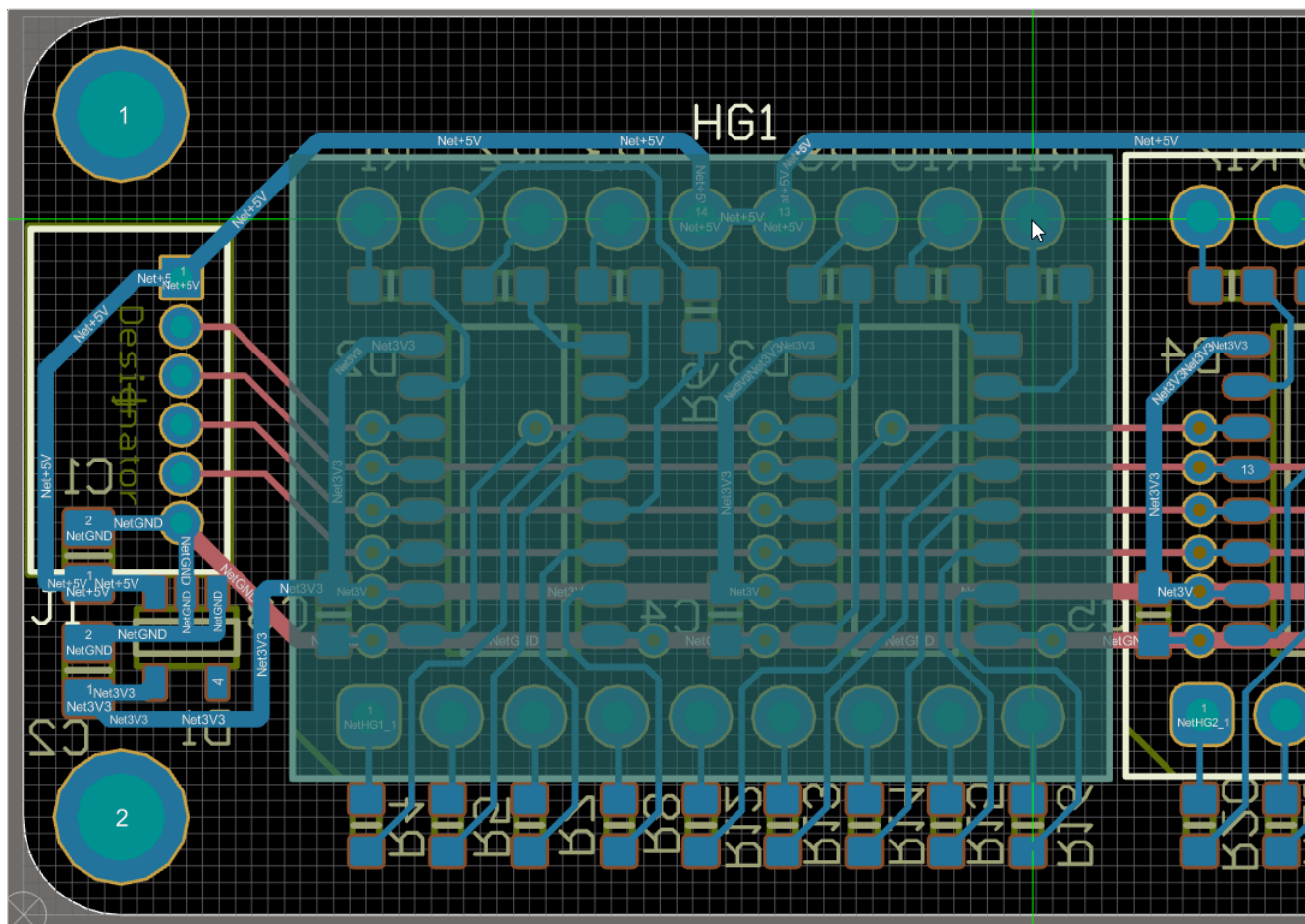


Рисунок 182. Перемещение посадочного места

При размещении посадочного места происходит проверка на наличие зазора между ним и контуром платы, а также на наличие зазора между ним и вырезом в плате. Если зазор между участками размещаемого места и контуром или вырезом на плате составляет менее 0,2 мм, то участки посадочного места подсвечивается зеленым цветом (см. [рисунок 183](#)).

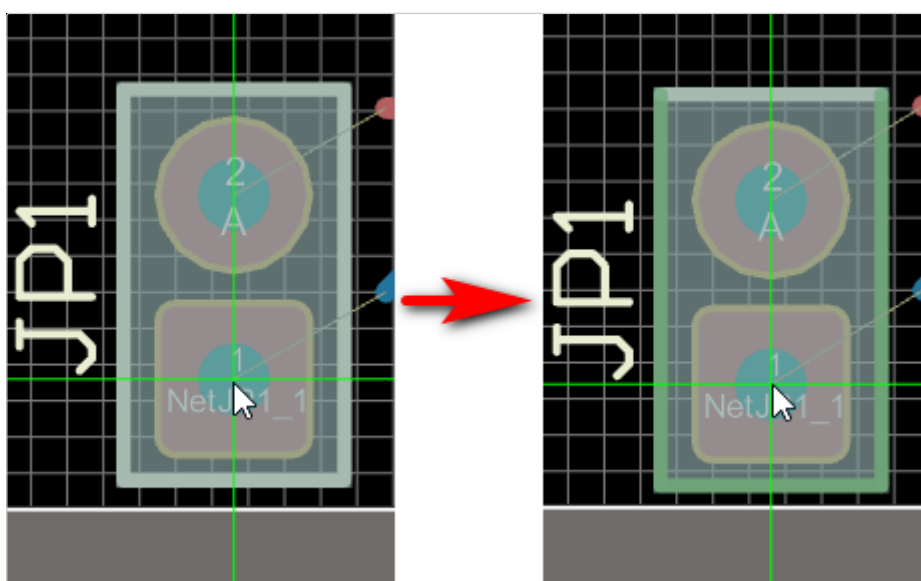
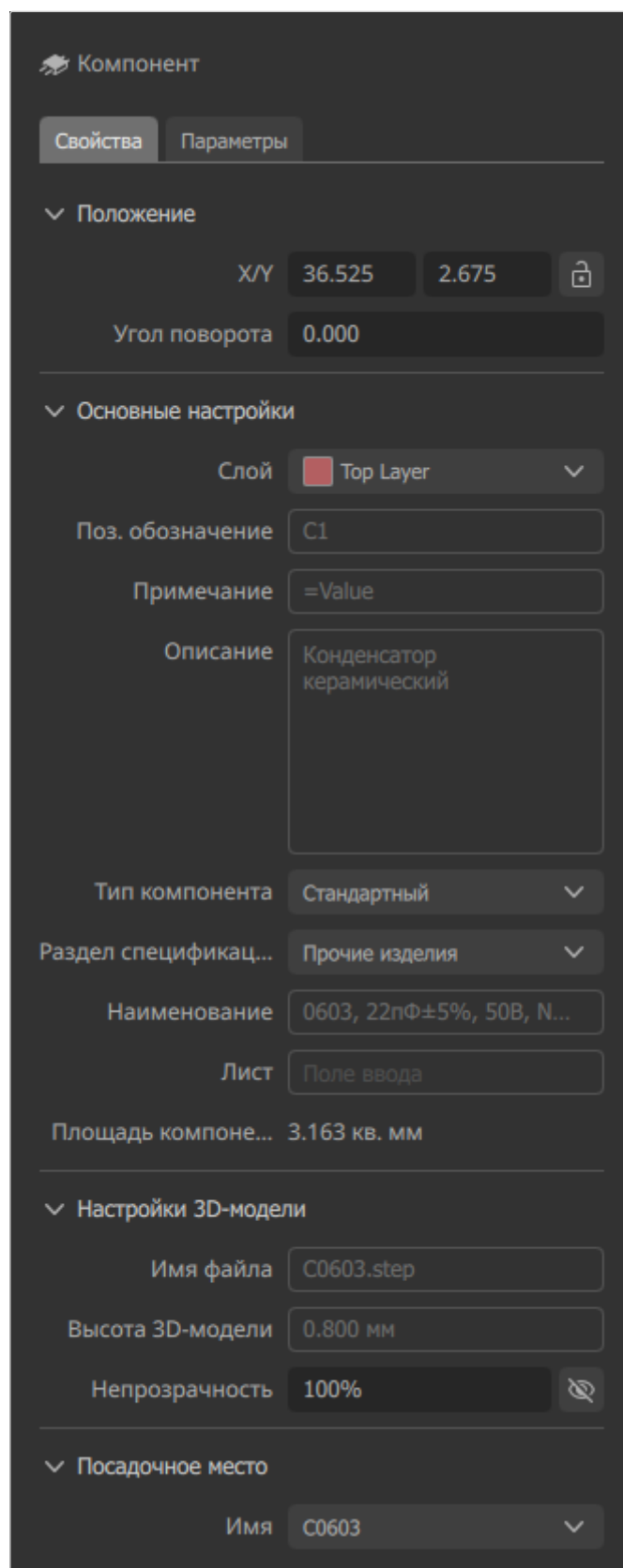


Рисунок 183. Нарушение правил зазоров

7.6.2. Свойства посадочных мест

После размещения посадочного места на панели «Свойства» можно просмотреть и задать его параметры (см. [рисунок 184](#)). Для этого необходимо выделить посадочное место, щелкнув по нему левой кнопкой мыши.



The image shows a software interface for configuring a mounting hole. The panel is titled 'Компонент' (Component) and has two tabs: 'Свойства' (Properties) and 'Параметры' (Parameters). The 'Свойства' tab is active.

The panel is organized into several sections, each with a dropdown arrow:

- Положение** (Position):
 - X/Y coordinates: 36.525 and 2.675, with a lock icon.
 - Угол поворота (Rotation angle): 0.000.
- Основные настройки** (Basic settings):
 - Слой (Layer): Top Layer (with a red square icon and a dropdown arrow).
 - Поз. обозначение (Position designation): C1.
 - Примечание (Note): =Value.
 - Описание (Description): Конденсатор керамический (Ceramic capacitor).
 - Тип компонента (Component type): Стандартный (Standard) (with a dropdown arrow).
 - Раздел спецификац... (Specification section): Прочие изделия (Other products) (with a dropdown arrow).
 - Наименование (Designation): 0603, 22пФ±5%, 50В, N...
 - Лист (Sheet): Поле ввода (Input field).
 - Площадь компоне... (Component area): 3.163 кв. мм.
- Настройки 3D-модели** (3D model settings):
 - Имя файла (File name): C0603.step.
 - Высота 3D-модели (3D model height): 0.800 мм.
 - Непрозрачность (Opacity): 100% (with a lock icon).
- Посадочное место** (Mounting hole):
 - Имя (Name): C0603 (with a dropdown arrow).

Рисунок 184. Свойства посадочного места

На вкладке «Свойства»:

1) «Положение»:

- «X/Y» — координаты центра посадочного места.
- Кнопка  — позволяет зафиксировать положение посадочного места, препятствуя его перемещению.
- «Угол поворота» — допустим ввод любого значения от 0 до 360, а также отрицательных значений. Поворот производится относительно центра против часовой стрелки (при положительных значениях).

2) «Основные настройки»:

- «Слой» — слой расположения посадочного места. Для выбора доступны слои *Top Layer* и *Bottom Layer*.
- «Поз. обозначение».
- «Примечание».
- «Описание».
- «Тип компонента».
- «Раздел спецификации».
- «Наименование» — имя компонента в электронной базе компонентов (ЭКБ).
- «Лист» — лист схемы, на котором размещен выделенный компонент.

3) «Настройки 3D-модели»:

- «Имя файла» — имя файла STEP-модели, используемой в компоненте.
- «Высота 3D-модели» — высота расположения 3D-модели над соответствующей стороной платы (в мм).
- «Непрозрачность» — указывается в процентах.

4) «Посадочное место»:

- «Имя» — выбирается из выпадающего списка. По умолчанию выбрано имя модели ПМ.

7.7. Интерактивная трассировка

Для трассировки проводников на плате в Программе предусмотрен инструмент «Интерактивная трассировка». Вызвать этот инструмент можно одним из трех способов:

- Нажав на кнопку  на панели инструментов.
- Выбрав команду меню «Размещение» → «Интерактивная трассировка».
- Нажав сочетание клавиш  + .

Перед началом работы с инструментом необходимо выбрать слой размещения проводника, нажав на наименование *Top Layer* или *Bottom Layer*. Активный слой можно также менять клавишами  и  (см. [Работа со слоями](#)).

Также для удобства трассировки можно включить режим одного слоя, нажав сочетание клавиш **Shift** + **S**.

При трассировке проводника инструмент может автоматически определить слой, где расположена целевая контактная площадка, и сделать его активным.

7.7.1. Выполнение трассировки

Для начала трассировки необходимо нажать левой кнопкой мыши на площадку, из которой необходимо провести проводник. При этом будут затенены все объекты, не относящиеся к указанной цепи (см. [рисунок 185](#)).

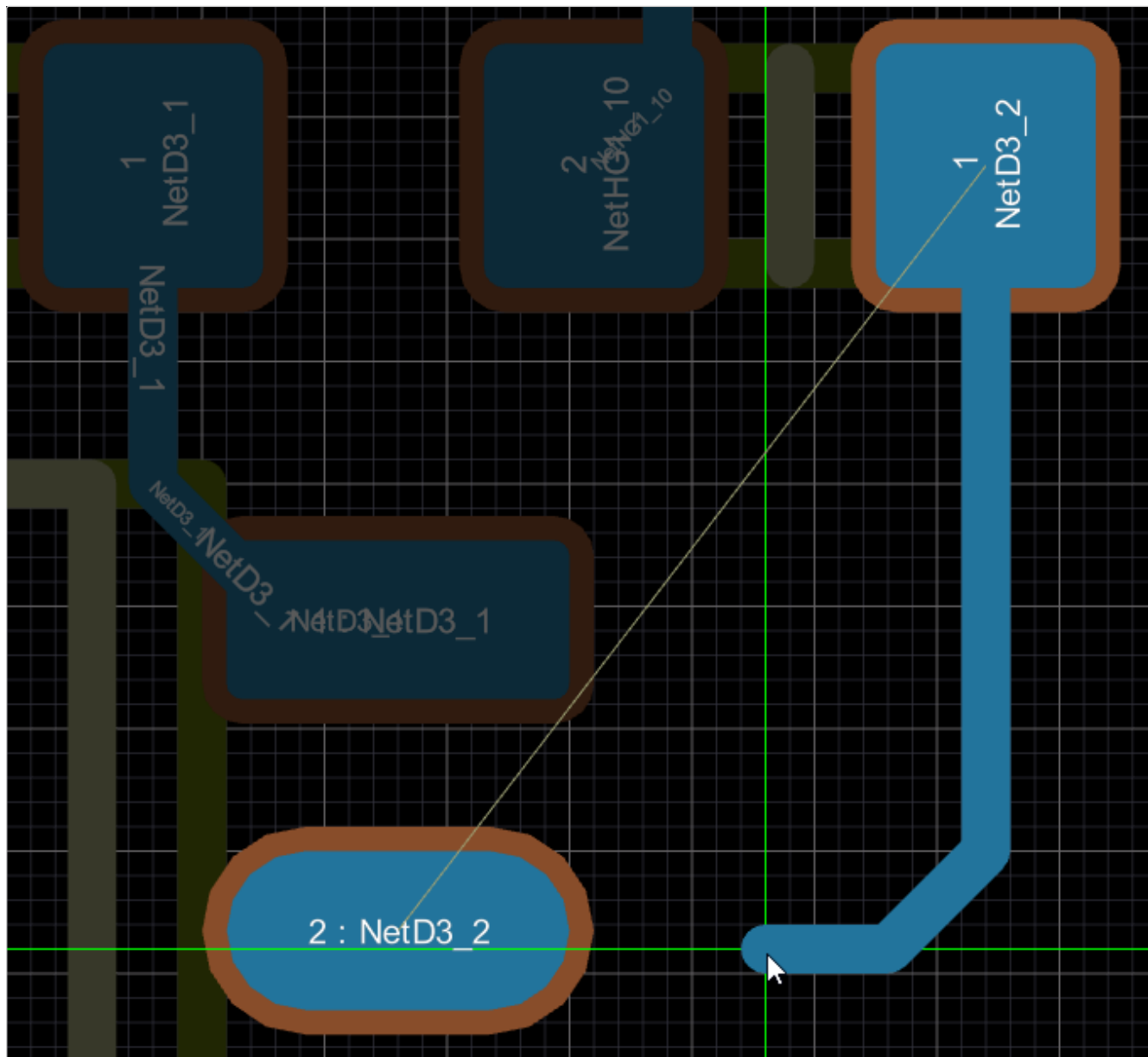


Рисунок 185. Подсветка площадок посадочных мест, объединенных в общую цепь

Дальнейшая трассировка проходит путем нажатия левой кнопки мыши для последовательного фиксирования сегментов.

При изменении активного слоя в процессе трассировки на конце предыдущего закрепленного сегмента автоматически добавляется переходное

отверстие с диаметром отверстия 0,4 мм и диаметром контактной площадки 0,9 мм (см. [рисунок 186](#)).

П р и м е ч а н и е—Если добавлению переходного отверстия препятствуют недостаточные зазоры между точкой фиксации сегмента и другими элементами платы, то переходное отверстие не создается. В таком случае необходимо отменить размещение предыдущего сегмента и зафиксировать его в более свободном месте платы.

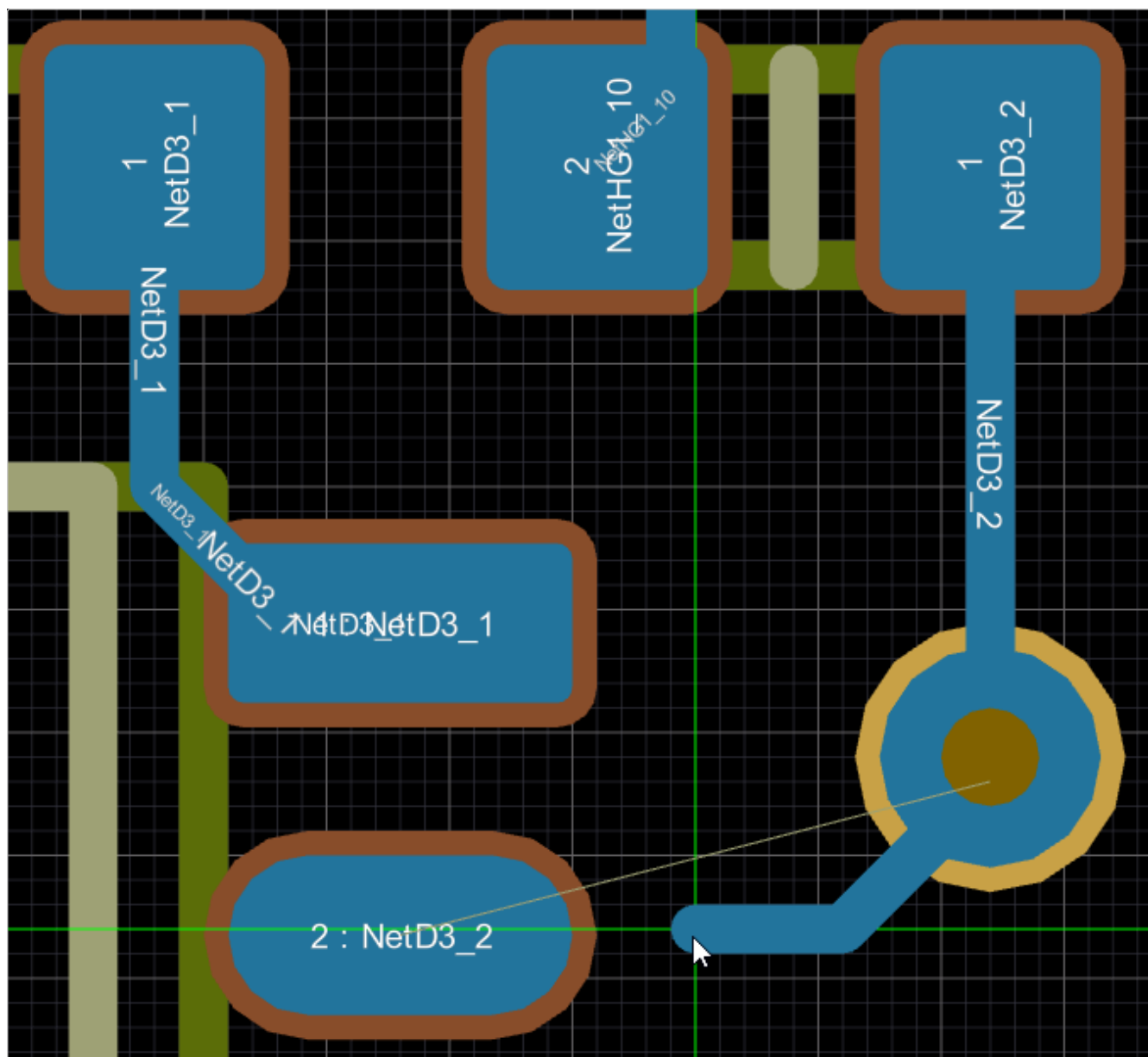


Рисунок 186. Трассировка с переходным отверстием

Для завершения трассировки цепи необходимо нажать правую кнопку мыши или клавишу **Esc**.

7.7.2. Доступные команды при выполнении трассировки

В процессе трассировки доступны следующие команды:

- Изменение ширины сегментов — сочетание клавиш **Shift** + **W**. Вызывает диалоговое окно «Ширина проводника» (см. [рисунок 187](#)), где можно выбрать одно из предустановленных значений или задать произвольное значение в миллиметрах.

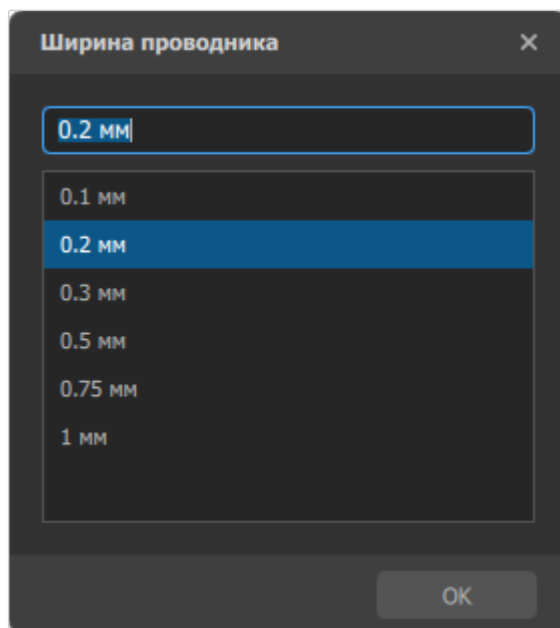


Рисунок 187. Выбор ширины сегмента

Примечание — При выборе другого значения изменяется ширина только новых добавляемых сегментов. Ширина проводников по умолчанию — 0,2 мм (см. [Редактирование трассировочных правил](#)). Это же значение принято в качестве минимального зазора от других цепей (см. [Редактирование электрических правил](#)).

- Изменение направления угла поворота сегмента — клавиша **Пробел**.
- Изменение угла поворота сегмента — сочетание клавиш **Shift** + **Пробел**. Угол последовательно меняется в следующем порядке: 45 градусов → произвольный → 90 градусов.
- Отмена фиксирования предыдущего сегмента — клавиша **Backspace**.
- Размещение переходного отверстия без смены активного слоя — клавиша **2**.

7.7.3. Внесение изменений в трассировку после создания

7.7.3.1. Изменение свойств сегмента

Для выделения сегмента на плате необходимо нажать по нему левой кнопкой мыши (см. [рисунок 188](#)). При выделенном сегменте нажатие клавиши **Tab** выделяет все связанные сегменты той же цепи на активном слое. Повторное нажатие клавиши **Tab** выделяет все связанные сегменты и другие подключенные примитивы (переходные отверстия, контактные площадки) на всех слоях.

Примечание— При отсутствии у выделенного сегмента привязки к цепи (отображается цепь *No Net*) повторное нажатие клавиши **Tab** вновь выделяет только этот сегмент.

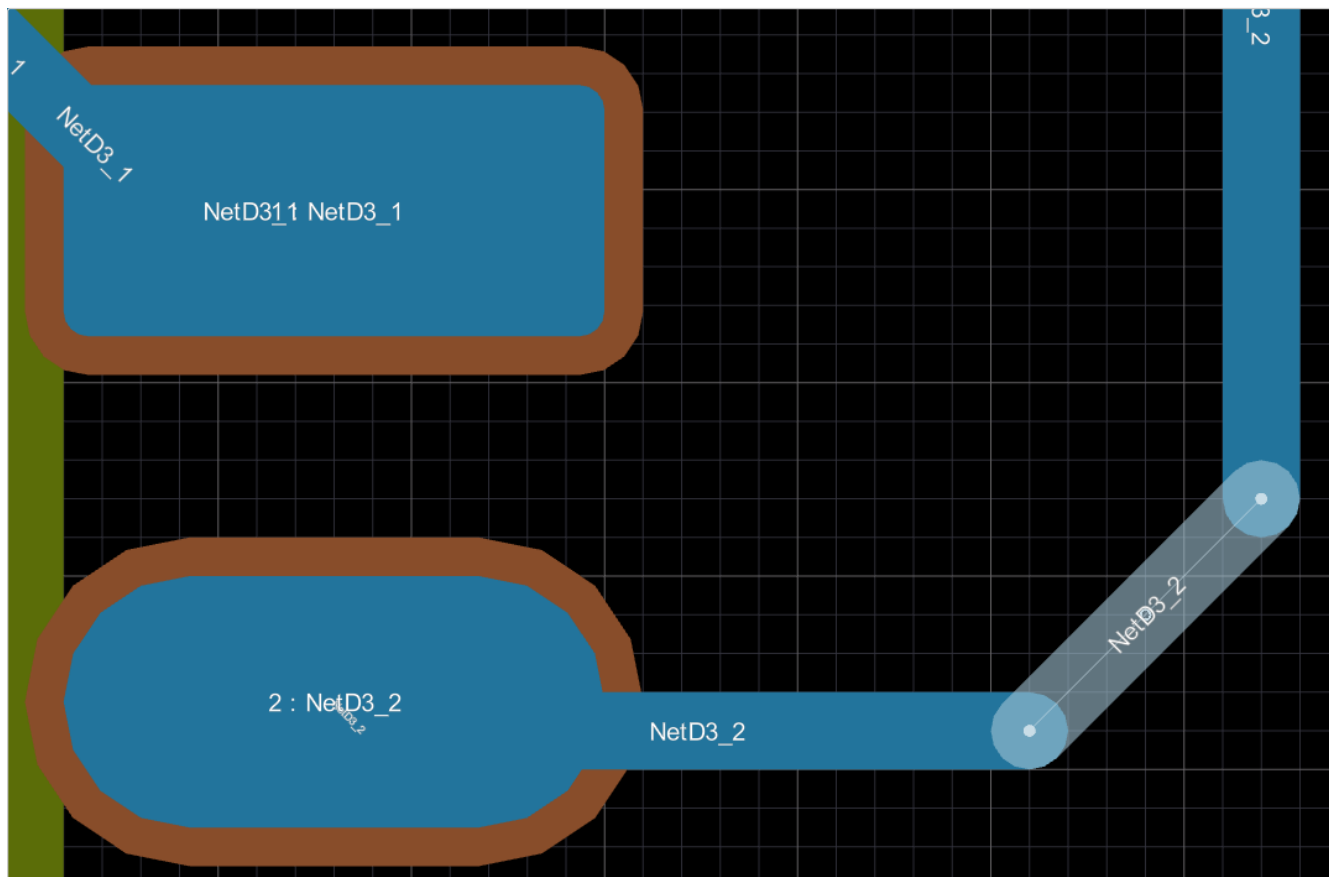


Рисунок 188. Выделенный сегмент на плате

Для удаления выделенных объектов необходимо нажать клавишу **Delete**.

При выделении сегмента на панели «Свойства» можно просмотреть и изменить его параметры (см. [рисунок 189](#)):

Трек

Положение

X/Y 29.400 15.700

Первая точка, X/Y 29.400 15.700

Вторая точка, X/Y 32.600 12.500

Основные настройки

Имя цепи USB_N

Слой Top Layer

Ширина 0.200

Длина 4.525

Заужение паяльной пасты

Из правил Пользовательское

Включено ☒ -0.050

Вскрытие паяльной маски

Из правил Пользовательское

Включено ☒ 0.100

Рисунок 189. Свойства сегмента трека

- «X/Y» — координаты трека.
- Положение первой и последней точки сегмента на плате по осям координат X и Y.
- «Имя цепи» — позволяет присвоить сегменту цепь из выпадающего списка.
- Кнопка «Задать цепь» — позволяет присвоить сегменту цепь любого элемента на плате. Для этого после нажатия на кнопку необходимо щелкнуть по элементу, которому уже задана нужная цепь. Этот инструмент также можно вызвать нажатием клавиши **N**.
- «Слой» — позволяет выбрать слой расположения сегмента.
- «Ширина» — ширина линии сегмента.
- «Длина» — не редактируемое поле, отражающее длину сегмента трека.
- «Заужение паяльной пасты» — значение либо принимается из правил, либо вводится вручную при переключении параметра в положение «Пользовательский». Возможен ввод отрицательных значений.
- «Вскрытие паяльной маски» — величина зазора между краем защитной маски и медью. Значение либо принимается из правил, либо вводится

вручную при переключении параметра в положение «Пользовательский». Возможен ввод отрицательных значений для частичного тентирования.

7.7.3.2. Перемещение сегментов

Сегмент можно перемещать путем переноса средней точки сегмента с зажатой левой кнопкой мыши (см. [рисунок 190](#)).

Также можно перемещать крайние точки сегмента, что позволяет удлинять, укорачивать сегмент, а также создавать повороты. При этом, если при переносе какой-либо точки сегмент сталкивается с препятствиями в виде переходных отверстий, контактных площадок или треков, относящихся к другой цепи, то перемещаемый сегмент разбивается на более мелкие сегменты, огибая препятствия и сохраняя заданный минимальный зазор.

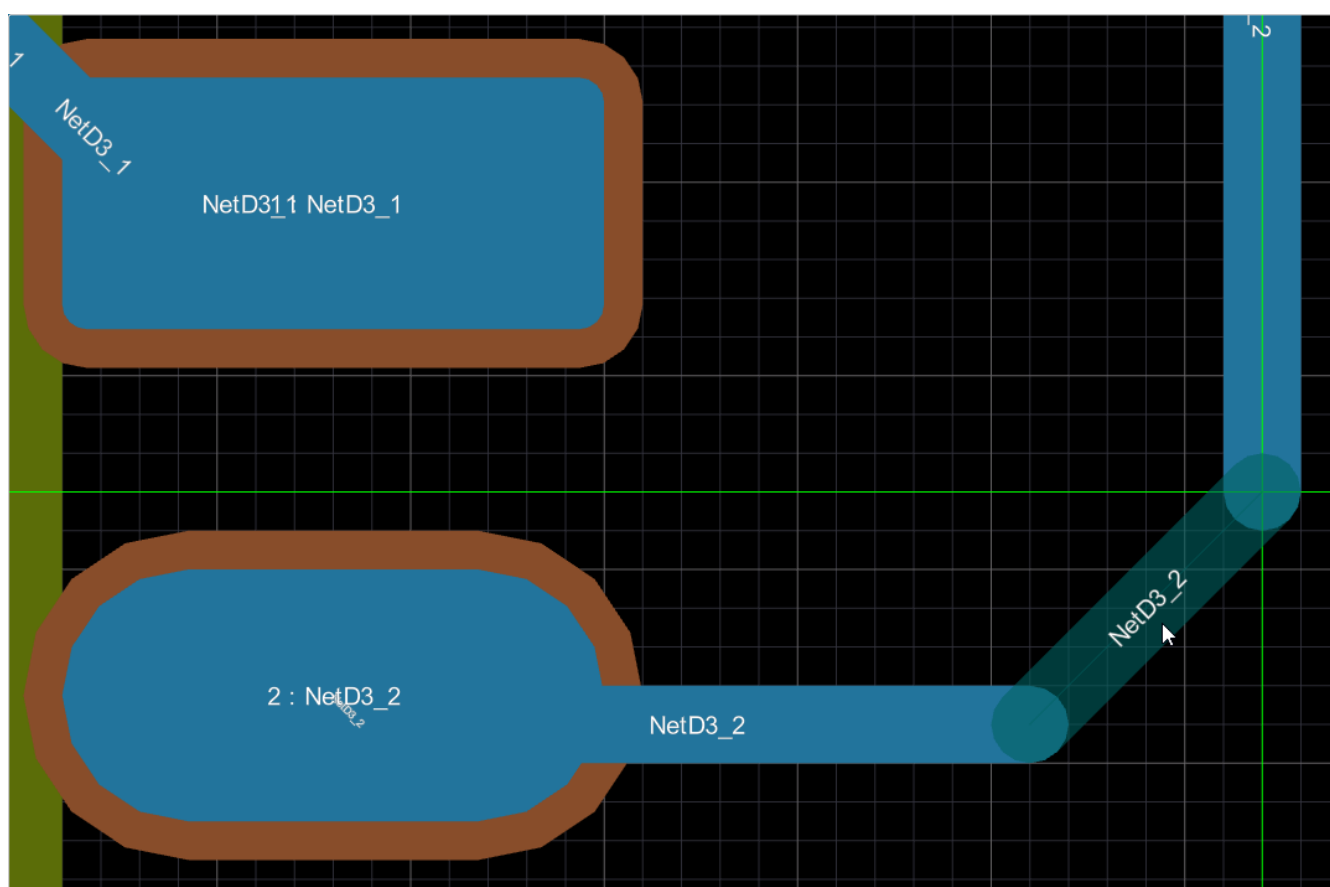


Рисунок 190. Перемещение сегмента

7.7.3.3. Подсветка элементов одной цепи

Программа позволяет подсветить все элементы, относящиеся к одной цепи. Для этого необходимо выделить любой элемент цепи, нажав на него левой кнопкой мыши с зажатой клавишей **Ctrl**. При этом все элементы, не относящиеся к данной цепи, будут затенены (см. [рисунок 191](#)).

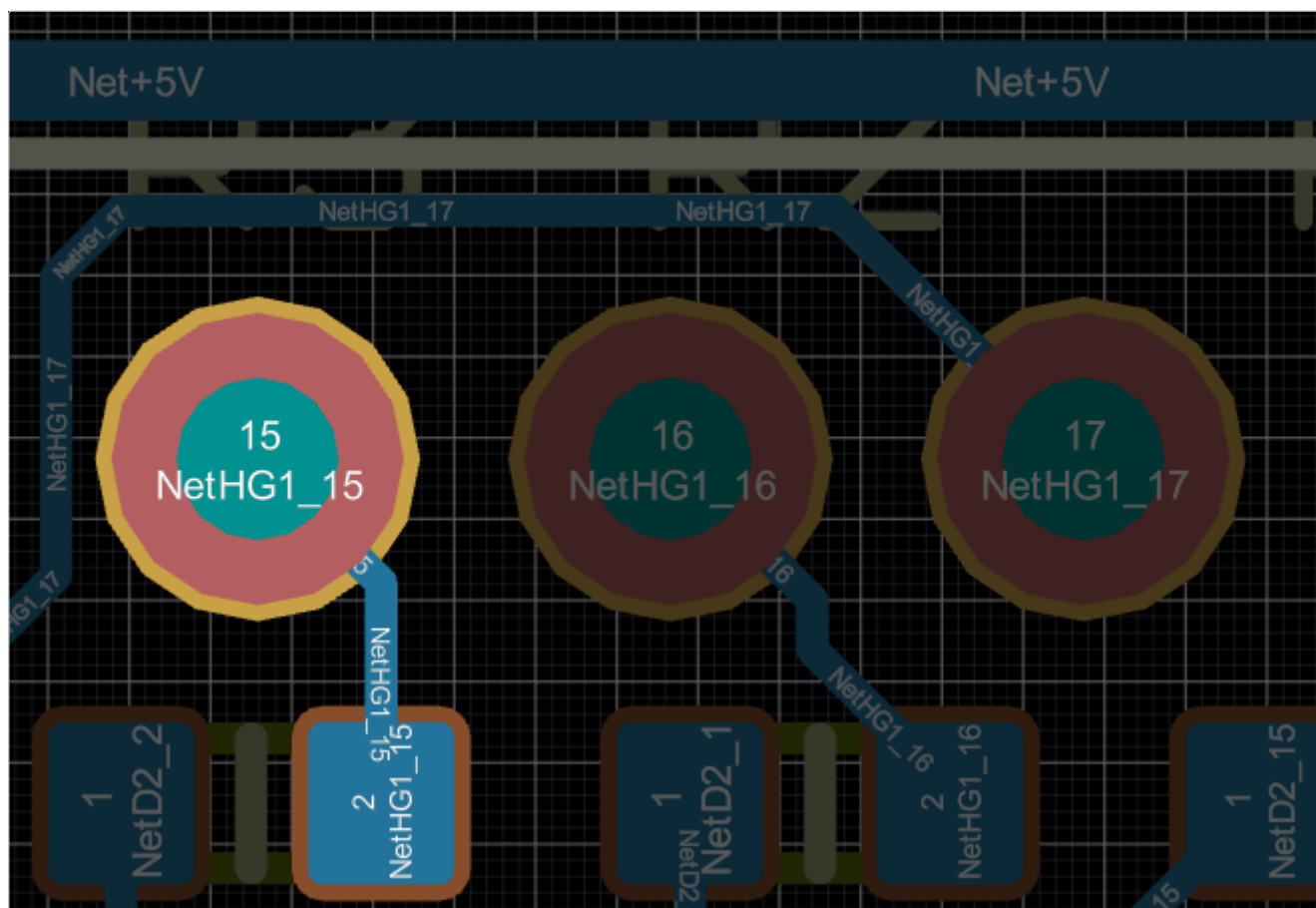


Рисунок 191. Подсветка элементов, объединенных в общую цепь

Подсветка элементов одной цепи работает и в 3D-режиме отображения платы (см. [рисунок 192](#)).

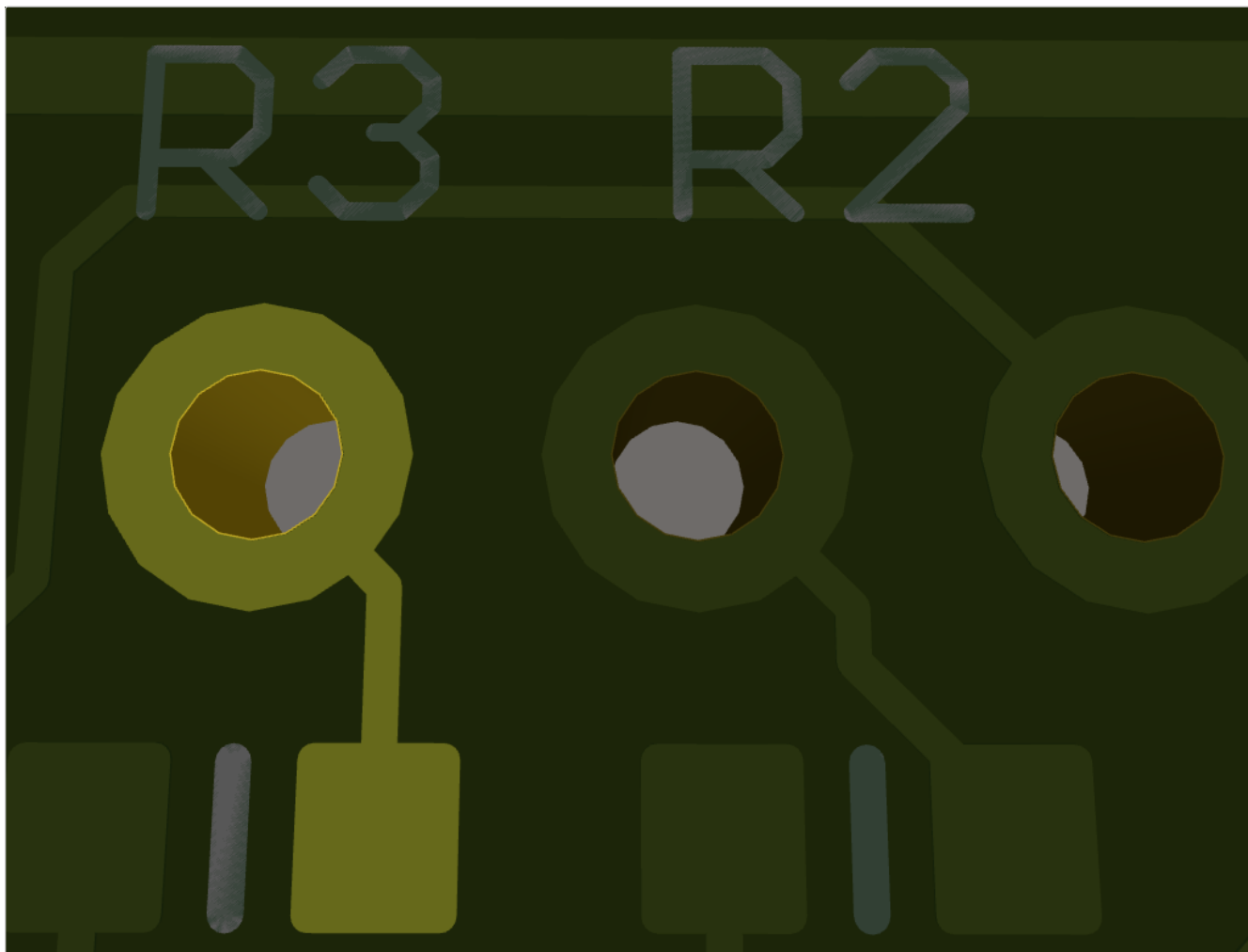


Рисунок 192. Подсветка элементов, объединенных в общую цепь, в 3D-режиме

Чтобы отменить режим подсветки элементов, необходимо нажать в свободное место рабочей области с зажатой клавишей **Ctrl** или нажать сочетание клавиш **Shift** + **C**.

7.7.3.4. Отображение нарушений правил зазора

Если при перемещении элемента или задании ему другой цепи образуется нарушение заданного в правилах зазора между элементами разных цепей, то конфликтующие элементы будут подсвечены в редакторе плат зеленым цветом (см. [рисунок 193](#)).

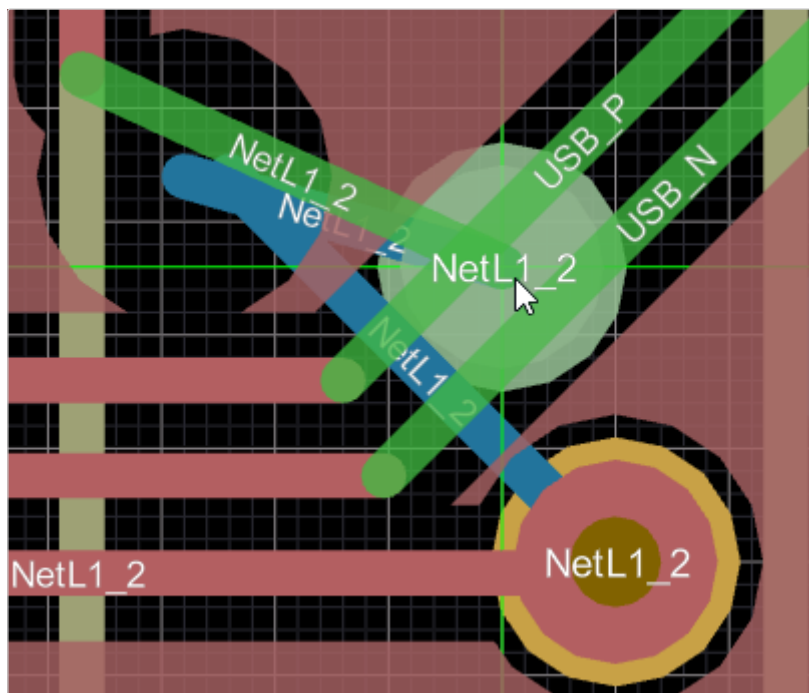


Рисунок 193. Выделение цветом элементов, нарушающих правила зазора

7.8. Графические объекты

Графические объекты служат для добавления дополнительной графики на различные слои платы.

При размещении графических объектов происходит проверка на наличие зазора между ними и контуром платы, а также на наличие зазора между ними и вырезом в плате. Если зазор между размещаемыми графическими объектами и контуром или вырезом на плате составляет менее 0,2 мм, графические объекты подсвечиваются зеленым цветом (см. [рисунок 194](#)).

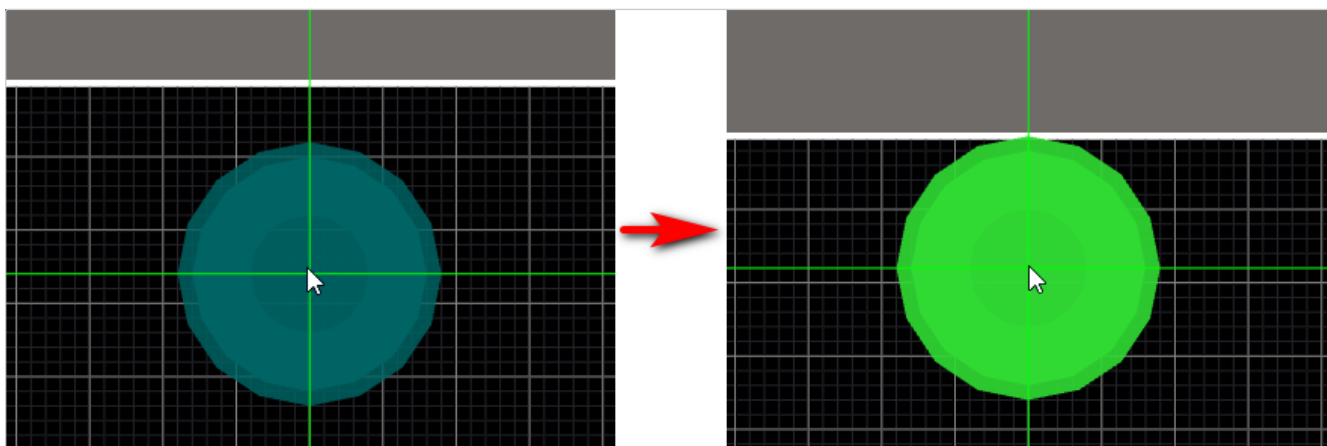


Рисунок 194. Нарушение правил зазора графических объектов

7.8.1. Треки

Чтобы добавить трек на плату, необходимо активировать соответствующий инструмент одним из двух способов:

— Щелкнуть правой кнопкой мыши по значку  на панели инструментов редактора плат и в раскрывшемся списке выбрать инструмент «Трек» (см. [рисунок 195](#)).

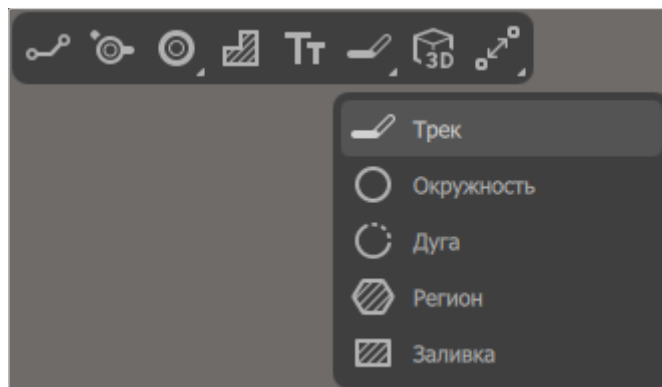


Рисунок 195. Инструмент «Трек» на панели инструментов

— Вызвать инструмент из адаптивного меню «Размещение» → «Трек».

Прокладка треков производится по аналогии с инструментом интерактивной трассировки (см. [Интерактивная трассировка](#)) с рядом исключений:

- 1) При смене активного слоя меняется слой расположения всех прокладываемых сегментов, поэтому автоматического добавления переходных отверстий не происходит.
- 2) Элементы, объединенные в общую цепь линиями связи, не подсвечиваются.

7.8.2. Окружности/дуги

Чтобы добавить окружность или дугу на плату, необходимо активировать соответствующий инструмент одним из двух способов:

— Щелкнуть правой кнопкой мыши по значку  на панели инструментов редактора плат и выбрать инструмент «Окружность» или «Дуга» (см. [рисунок 196](#)).

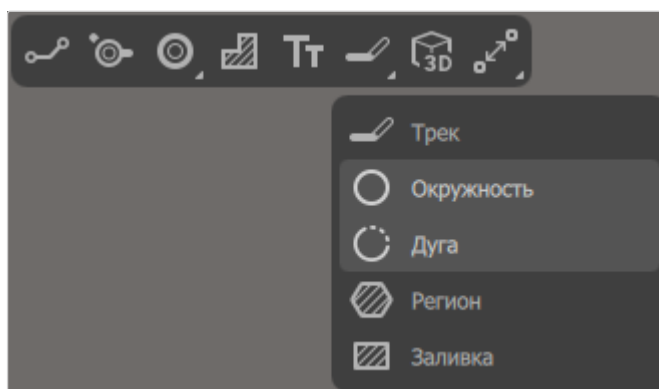


Рисунок 196. Инструменты «Окружность» и «Дуга» на панели инструментов редактора плат

— Вызвать инструмент из адаптивного меню «Размещение» → «Окружность/Дуга».

После выбора инструмента для размещения объекта на плате необходимо нажать левую кнопку мыши, отметив центр окружности/дуги, а затем движением мыши растянуть объект до требуемых размеров и нажать левую кнопку мыши для фиксирования размера и подтверждения размещения.

При выделении размещенной на плате окружности или дуги доступно изменение ее свойств на панели «Свойства» (см. [рисунок 197](#)):

Рисунок 197. Свойства окружности/дуги

- Положение центральной точки окружности/дуги на плате по осям координат X и Y.
- «Имя цепи» — позволяет присвоить окружности/дуге цепь из выпадающего списка.

- Кнопка «Задать цепь»  — позволяет присвоить окружности/дуге цепь любого элемента на плате. Для этого после нажатия на кнопку необходимо щелкнуть по элементу, которому уже задана нужная цепь. Этот инструмент также можно вызвать нажатием клавиши **N**.
- «Слой» — позволяет выбрать слой расположения окружности/дуги.
- Ширина линии.
- Радиус окружности/дуги.
- «Дуга» — этот переключатель позволяет превратить окружность в дугу и раскрывает ряд дополнительных параметров:
 - Значки  и  позволяют поменять местами начальную и конечную точку дуги.
 - Начальный и конечный угол дуги на окружности.
- «Заужение паяльной пасты» — значение либо принимается из правил (см. [Редактирование технологических правил](#)), либо вводится вручную при переключении параметра в положение «Пользовательский». Возможен ввод отрицательных значений.
- «Вскрытие паяльной маски» — величина зазора между краем защитной маски и медью. Значение либо принимается из правил (см. [Редактирование технологических правил](#)), либо вводится вручную при переключении параметра в положение «Пользовательский». Возможен ввод отрицательных значений для частичного тентирования.

7.8.3. Переходные отверстия

Чтобы добавить переходное отверстие на плату, необходимо активировать соответствующий инструмент одним из двух способов:

- Щелкнуть левой кнопкой мыши по значку  на панели инструментов редактора плат.
- Вызвать инструмент из адаптивного меню «Размещение» → «Переходное отверстие».

После выбора инструмента необходимо нажать левой кнопкой мыши на нужном месте на плате (например, на конечной точке частично выстроенного трека) для размещения переходного отверстия (см. [рисунок 198](#)).

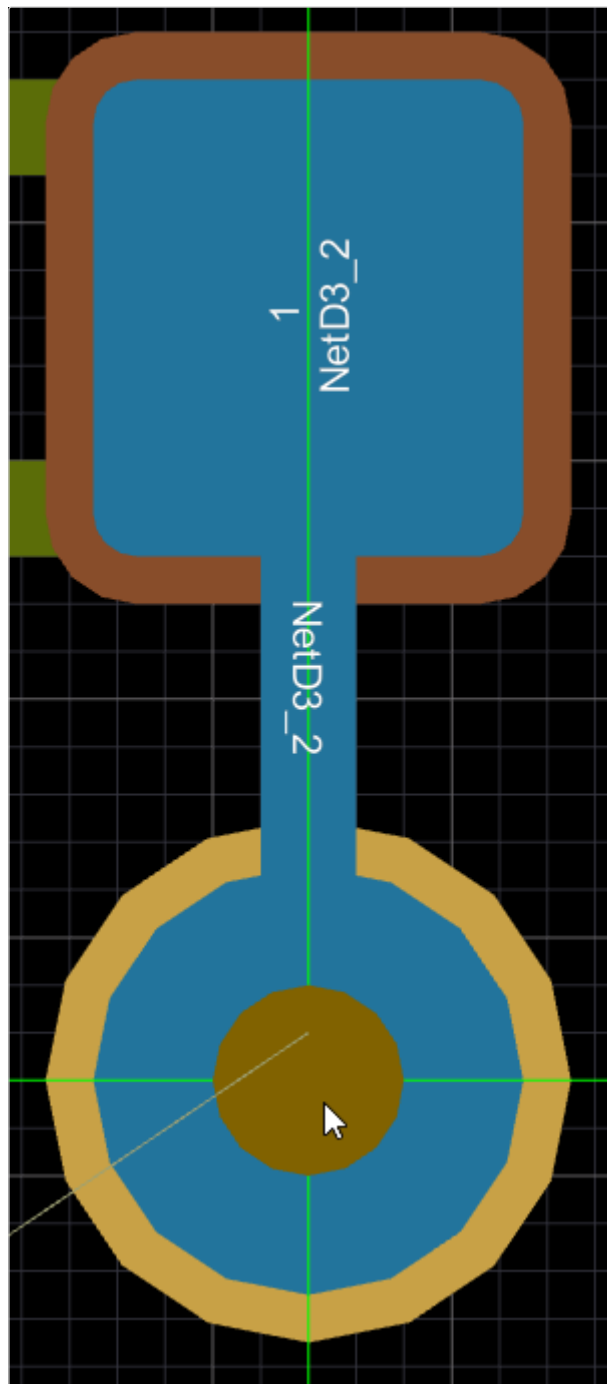


Рисунок 198. Ручное добавление переходного отверстия

Выделив размещенное на плате переходное отверстие, на панели «Свойства» можно просмотреть и задать его параметры (см. [рисунок 199](#)):

Рисунок 199. Свойства переходного отверстия

- «X/Y» — координаты переходного отверстия.
- Кнопка — фиксирует положение переходного отверстия, не позволяя его перемещать на плате.
- «Имя цепи» — позволяет присвоить переходному отверстию цепь из выпадающего списка.
- Кнопка «Задать цепь» — позволяет присвоить переходному отверстию цепь любого элемента на плате. Для этого после нажатия на кнопку необходимо щелкнуть по элементу, которому уже задана нужная цепь. Этот инструмент также можно вызвать нажатием клавиши **N**.
- «Диаметр отверстия» — значение в мм.
- «Диаметр КП» — значение в мм.
- «Вскрытие паяльной маски» — величина зазора между краем защитной маски и медью переходного отверстия. Значение «Из правил» означает, что зазор будет подобран согласно правилам дизайна (см. [Редактирование технологических правил](#)). Значение «Пользовательское» позволяет ввести величину зазора вручную:
 - «Верх» — зазор для слоя *Top Solder*.
 - «Низ» — зазор для слоя *Bottom Solder*.
 - Параметр «Скрыто» — включает тентирование для соответствующего слоя.

П р и м е ч а н и е— Частичное тентирование возможно путем задания отрицательного значения в полях «Верх» и «Низ».

7.8.4. Контактные площадки

Чтобы добавить контактную площадку (КП) на плату, необходимо:

- 1) Щелкнуть правой кнопкой мыши по значку  на панели инструментов редактора плат.
- 2) В раскрывшемся списке выбрать инструмент «Сквозная КП», «Планарная КП» или «Отверстие» (см. [рисунок 200](#)).

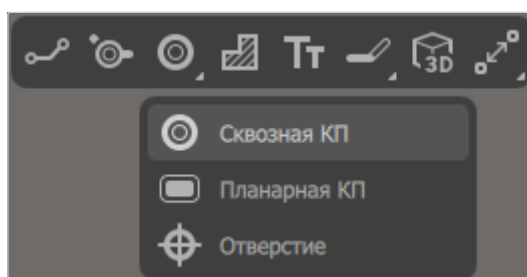


Рисунок 200. Инструменты «Сквозная КП», «Планарная КП» и «Отверстие» на панели инструментов

Также вызвать инструменты добавления контактной площадки можно из адаптивного меню «Размещение».

После выбора инструмента необходимо нажать левой кнопкой мыши на нужном месте на плате для размещения контактной площадки или отверстия (см. [рисунок 201](#)).

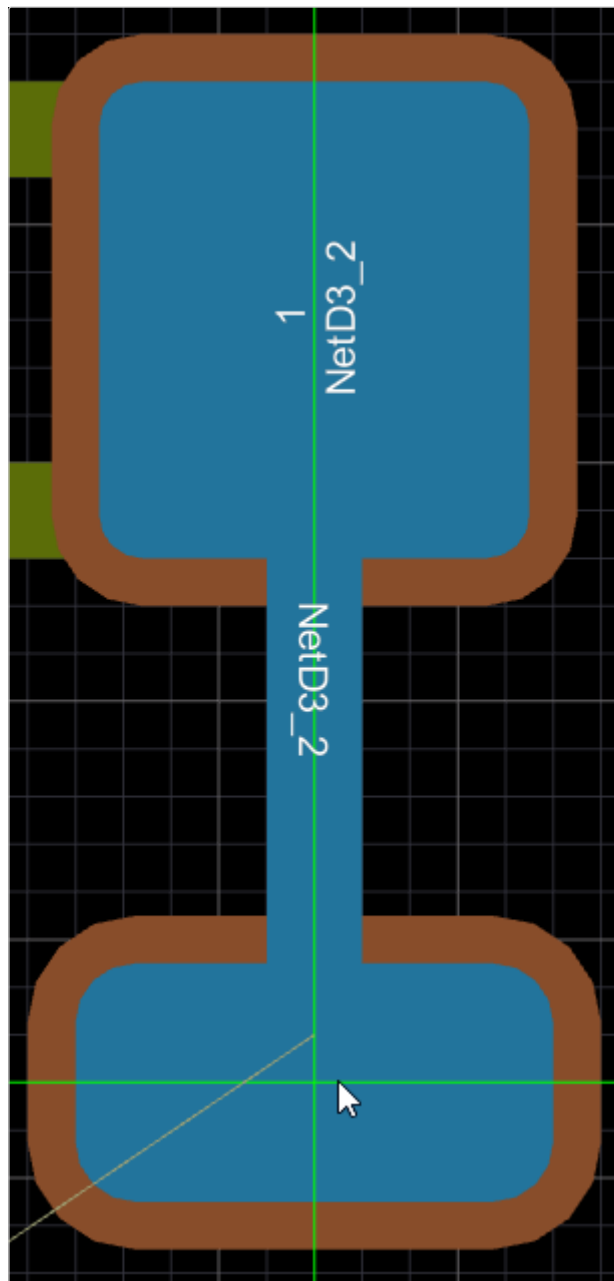


Рисунок 201. Ручное добавление контактной площадки

После размещения контактной площадки на панели «Свойства» можно просмотреть и задать ее параметры (см. [рисунок 202](#)). Для этого необходимо выделить контактную площадку, щелкнув по ней левой кнопкой мыши.

☉ Контактная площадка

▼ Положение

X/Y 32.200 10.100 

Угол поворота 0.000

▼ Основные настройки

Тип КП

Сквозная **Планарная**

Номер КП

Имя цепи NetC1_1  

Слой  Top Layer 

▼ Структура

Форма КП ☐ Скр. прямоугольник 

Размеры X/Y 1.000 0.500

Скругление углов, % 50

▼ Заужение паяльной пасты

Из правил **Пользовательское**

Включено ☒ -0.050

▼ Вскрытие паяльной маски

Из правил **Пользовательское**

Верх 0.100 ☐ Скрыто

Низ N/A ☒ Скрыто

Рисунок 202. Свойства планарной контактной площадки

- «X/Y» — координаты центра контактной площадки.
- Кнопка  — позволяет зафиксировать положение контактной площадки, препятствуя ее перемещению.
- «Угол поворота» — допустим ввод любого значения от 0 до 360.
- «Тип КП» — переключатель типа контактной площадки: «Сквозная» или «Планарная».
- «Номер КП» — позволяет задать номер контактной площадки.
- «Имя цепи» — позволяет присвоить контактной площадке цепь из выпадающего списка.
- Кнопка «Задать цепь»  — позволяет присвоить контактной площадке

цепь любого элемента на плате. Для этого после нажатия на кнопку необходимо щелкнуть по элементу, которому уже задана нужная цепь. Этот инструмент также можно вызвать нажатием клавиши **N**.

- «Слой» — позволяет выбрать слой расположения контактной площадки. Для планарной контактной площадки в выпадающем списке доступны *Bottom Layer* и *Top Layer*. Для сквозной контактной площадки в списке доступен только вариант *Multi-Layer*.
- «Форма КП» — выбор из выпадающего списка: «Круг», «Прямоугольник», «Скругленный прямоугольник», «Восьмиугольник».
- «Размеры X/Y» — размеры контактной площадки по горизонтали и вертикали соответственно.
- «Скругление углов, %» — процент скругления углов для формы «Скругленный прямоугольник».
- Настройки отверстия — доступны только для сквозных контактных площадок:
 - «Форма отверстия» — переключатель значений: «Круглое» или «Слотовое».
 - «Диаметр отверстия».
 - «Длина» — поле доступно для редактирования только при выборе значения «Слотовое» для свойства «Форма отверстия».
 - «Металлизация».
- «Заужение паяльной пасты» — доступно только для планарных контактных площадок. Значение либо принимается из правил (см. [Редактирование технологических правил](#)), либо вводится вручную при переключении параметра в положение «Пользовательское».
- «Вскрытие паяльной маски» — величина зазора между краем защитной маски и медью контактной площадки. Значение «Из правил» означает, что зазор будет подобран согласно правилам дизайна (см. [Редактирование технологических правил](#)). Значение «Пользовательское» позволяет ввести величину зазора вручную:
 - «Верх» — зазор для слоя *Top Solder*.
 - «Низ» — зазор для слоя *Bottom Solder*.
 - Параметр «Скрыто» — включает тентирование для соответствующего слоя.

П р и м е ч а н и е — Частичное тентирование возможно путем задания отрицательного значения в полях «Верх» и «Низ».

7.8.5. Текстовые надписи

Чтобы добавить текстовую надпись на плату, необходимо активировать соответствующий инструмент одним из двух способов:

- Щелкнуть левой кнопкой мыши по значку **Tt** на панели инструментов редактора плат.
- Вызвать инструмент из адаптивного меню «Размещение» → «Текст».

После выбора инструмента необходимо нажать левой кнопкой мыши на нужном месте на плате для размещения текстовой надписи.

В процессе размещения текстовую надпись можно поворачивать на 90 градусов против и по часовой стрелке клавишами **Пробел** и **Shift** + **Пробел** соответственно.

При выделении размещенной на плате текстовой надписи доступно изменение ее свойств на панели «Свойства» (см. [рисунок 203](#)):

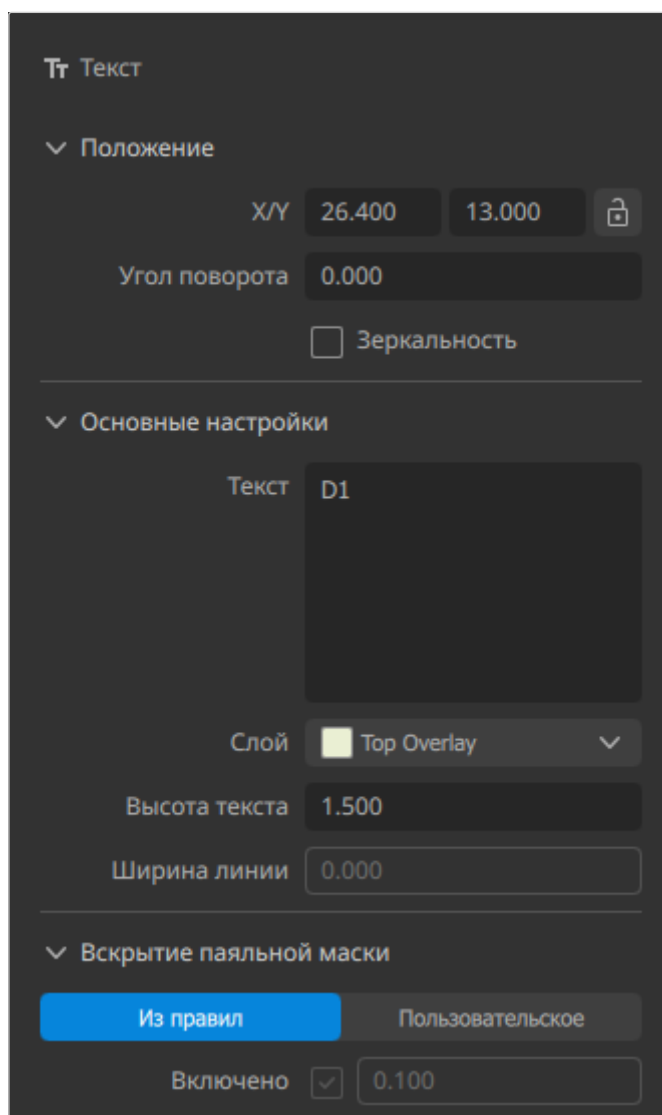


Рисунок 203. Свойства текстовой надписи

- «X/Y» — Положение надписи на плате по осям координат X и Y.
- Кнопка , позволяющая зафиксировать положение надписи.
- «Угол поворота».
- «Зеркальность» — зеркальное отражение надписи.

- «Текст» — текст надписи.
- «Слой» — слой расположения надписи.
- «Высота текста» — размер заглавных букв надписи.
- «Ширина линии».
- «Вскрытие паяльной маски» — величина зазора между краем защитной маски и текстовой надписью. Значение «Из правил» означает, что зазор будет подобран согласно правилам дизайна. Значение «Пользовательское» позволяет ввести величину зазора вручную.

7.8.6. Полигоны

Чтобы добавить полигон на плату, необходимо:

- 1) Щелкнуть правой кнопкой мыши по значку  на панели инструментов редактора плат.
- 2) В раскрывшемся списке выбрать инструмент «Полигон» (см. [рисунок 204](#)).

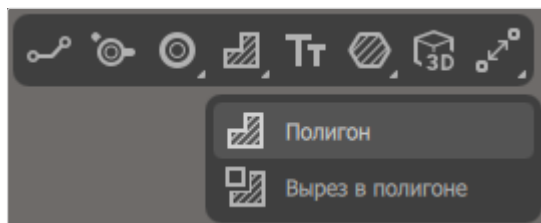


Рисунок 204. Инструмент «Полигон» на панели инструментов

- Вызвать инструмент из адаптивного меню «Размещение» → «Полигон».

Также вызвать инструмент можно из адаптивного меню «Размещение» → «Полигон».

Для размещения полигона на плате необходимо нажать левую кнопку мыши, отметив первую точку полигона, а затем последовательно задать расположение остальных точек многоугольника (см. [рисунок 205](#)). Чтобы замкнуть полигон и завершить его создание, необходимо нажать правую кнопку мыши.

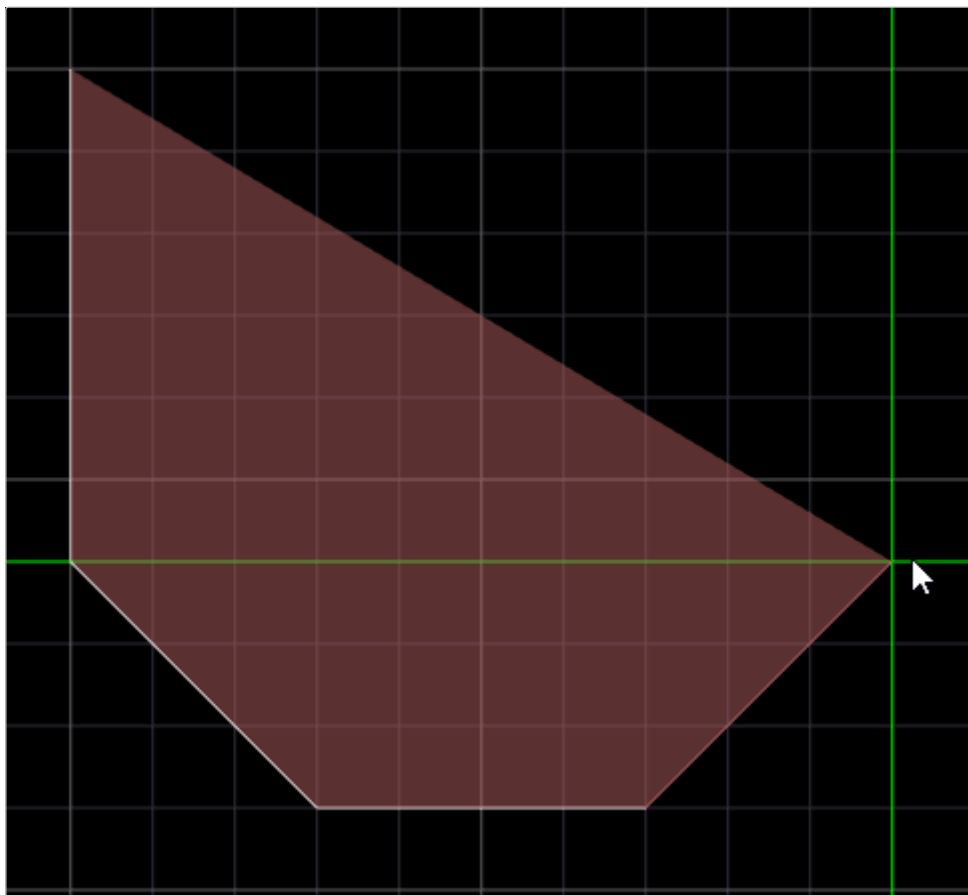


Рисунок 205. Размещение полигона на плате

П р и м е ч а н и е— Если общая площадь создаваемого полигона меньше 1,5 кв. мм, то полигон не будет залит и не образует подключение в рамках цепи, которой он принадлежит.

В процессе размещения полигона доступны следующие команды:

- Изменение направления угла поворота сегмента — клавиша **Пробел**.
- Изменение угла поворота сегмента — сочетание клавиш **Shift** + **Пробел**. Угол последовательно меняется в следующем порядке: 45 градусов → произвольный → 90 градусов.
- Отмена фиксирования предыдущего сегмента — клавиша **Backspace**.

После размещения полигона на панели «Свойства» можно просмотреть и задать его параметры (см. [рисунок 206](#)). Для этого необходимо выделить полигон, нажав левой кнопкой мыши внутри очерченной им области.

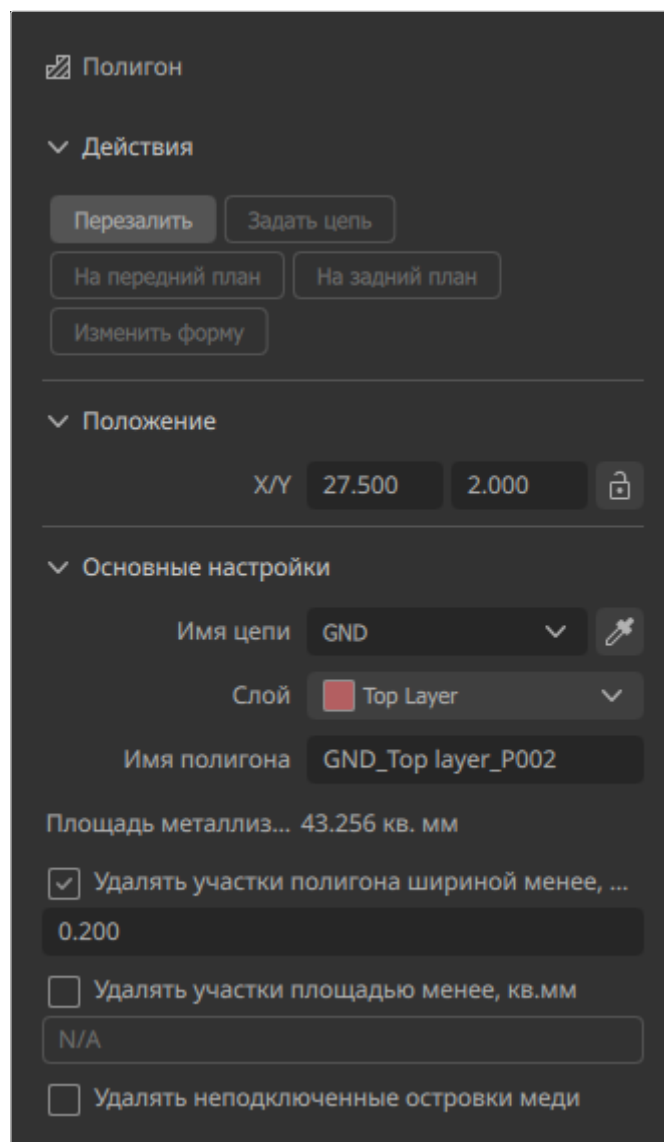


Рисунок 206. Свойства полигона

- Кнопка «Перезалить» — позволяет обновить геометрию полигона.

Также перезалить полигон можно из меню «Инструменты» → «Перезалить все полигоны», при этом будет обновлена геометрия всех полигонов, расположенных в редакторе плат.

- «X/Y» — координаты первой точки полигона.
- Кнопка , позволяющая зафиксировать положение полигона.
- «Имя цепи» — позволяет присвоить полигону цепь из выпадающего списка. Присвоение полигону цепи означает, что заливка полигона будет подключена ко всем контактным площадкам и переходным отверстиям этой же цепи, находящимся внутри контура полигона, а между заливкой полигона и объектами других цепей будут созданы зазоры.

Заливка полигона подключается к примитивам в соответствии со стилем, заданным в правиле подключения полигонов (см. [Редактирование правил подключения заливки полигонов](#)). По умолчанию, к КП подключение происходит через термобарьеры.

П р и м е ч а н и е— Подключение проводников возможно только с тех сторон КП, которые полностью находятся внутри контура заливки полигона (см. [рисунок 207](#)).

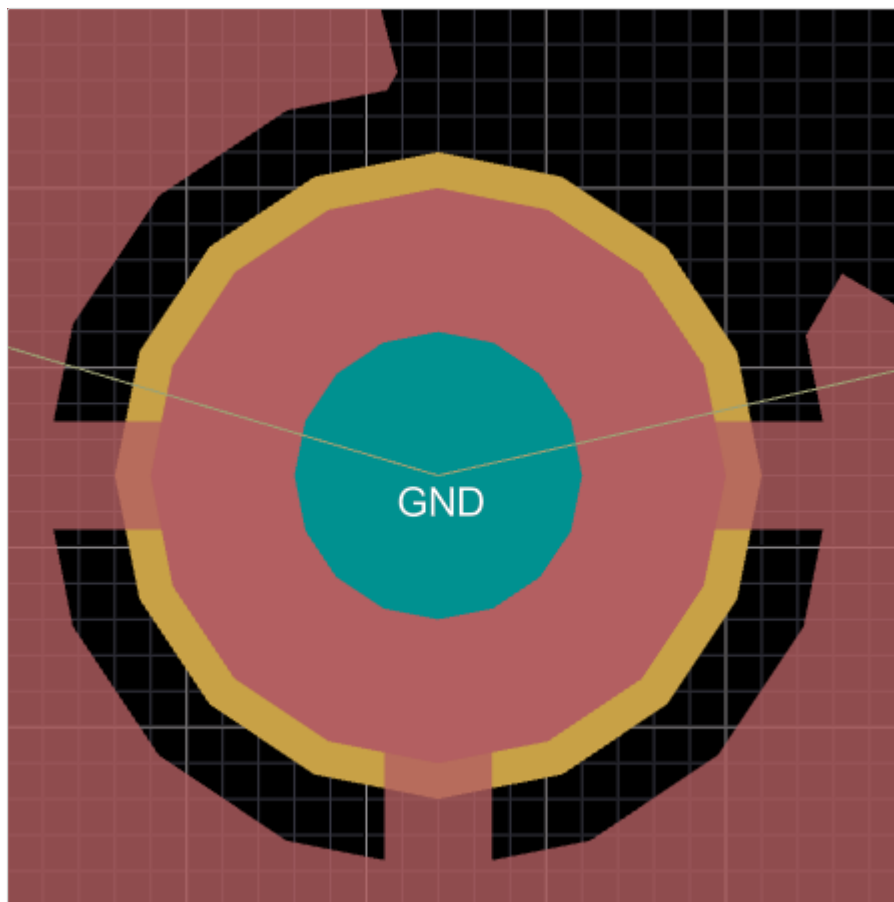


Рисунок 207. Подключение КП проводниками

Подключение заливки полигона к переходным отверстиям осуществляется напрямую без использования термобарьеров.

- Кнопка «Задать цепь»  — позволяет присвоить полигону цепь любого элемента на плате. Для этого после нажатия на кнопку необходимо щелкнуть по элементу, которому уже задана нужная цепь. Этот инструмент также можно вызвать нажатием клавиши **N**.
- «Слой» — позволяет выбрать сигнальный слой расположения полигона.
- «Имя полигона» — по умолчанию присваивается имя вида **<Имя цепи>_<Имя слоя>_<Номер полигона>** и меняется автоматически при смене цепи или слоя. Можно задать имя полигона вручную, тогда при смене цепи или слоя автоматическое переназначение имени не произойдет.
- «Площадь металлизации» — общая площадь металлизации (полигона).
- «Удалять участки полигона шириной менее, мм» — включение параметра позволяет задать минимальную ширину перемычки, образуемую полигоном в узких местах, а также задействовать автоматическое добавление скосов к острым углам полигона (менее 90 градусов).

Перезаливка полигона происходит при включении параметра, а также нажатии **Enter** или щелчке мыши вне поля ввода после изменения текущего значения параметра. Выключение параметра возвращает полигон к первоначальному виду.

- «Удалять участки площадью менее, кв. мм» — включение параметра позволяет задать минимальную площадь для заливки полигона. Перезаливка полигона происходит при включении параметра, а также нажатии **Enter** или щелчке мыши вне поля ввода после изменения текущего значения параметра. Выключение параметра возвращает полигон к первоначальному виду.
- «Удалять неподключенные островки меди» — Программа будет автоматически удалять области полигона, которые полностью изолированы от цепи, присвоенной полигону (так называемые островки «мертвой меди»).

Программа также позволяет редактировать форму выделенного полигона (см. [Трансформирование объектов](#)).

Для удаления выделенного полигона необходимо нажать клавишу **Delete**.

7.8.7. Вырез в полигоне

Для удобства работы в редакторе плат и быстрого создания вырезов в полигонах используется инструмент «Вырез в полигоне». Данный инструмент имеет все свойства и возможности объекта «Регион» типа «Вырез в полигоне» (см. [Регион](#)).

Чтобы добавить вырез в полигоне необходимо:

- 1) Щелкнуть правой кнопкой мыши по значку  на панели инструментов редактора плат.
- 2) В раскрывшемся списке выбрать инструмент «Вырез в полигоне» (см. [рисунок 208](#)).

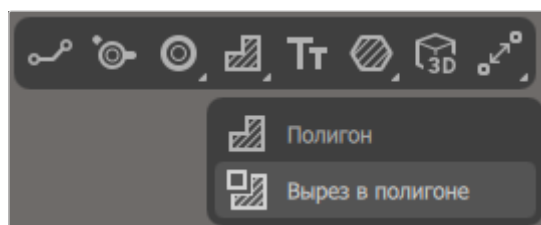


Рисунок 208. Инструмент «Вырез в полигоне» на панели инструментов

Также вызвать инструмент можно из адаптивного меню «Размещение» → «Вырез в полигоне».

7.8.8. Регионы

Чтобы добавить регион на плату, необходимо активировать соответствующий инструмент одним из двух способов:

- Щелкнуть правой кнопкой мыши по значку  на панели инструментов редактора плат и в раскрывшемся списке выбрать инструмент «Регион» (см. [рисунок 209](#)).

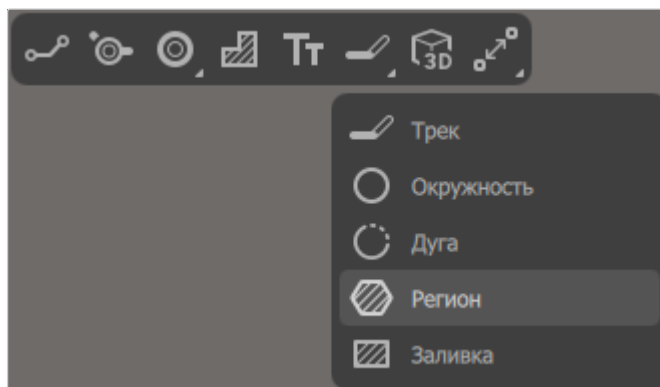


Рисунок 209. Инструмент «Регион» на панели инструментов

- Вызвать инструмент из адаптивного меню «Размещение» → «Регион».

Для размещения региона на плате необходимо нажать левую кнопку мыши, отметив первую точку региона, а затем последовательно задать расположение остальных точек многоугольника (см. [рисунок 210](#)). Чтобы замкнуть регион и завершить его создание, необходимо нажать правую кнопку мыши.

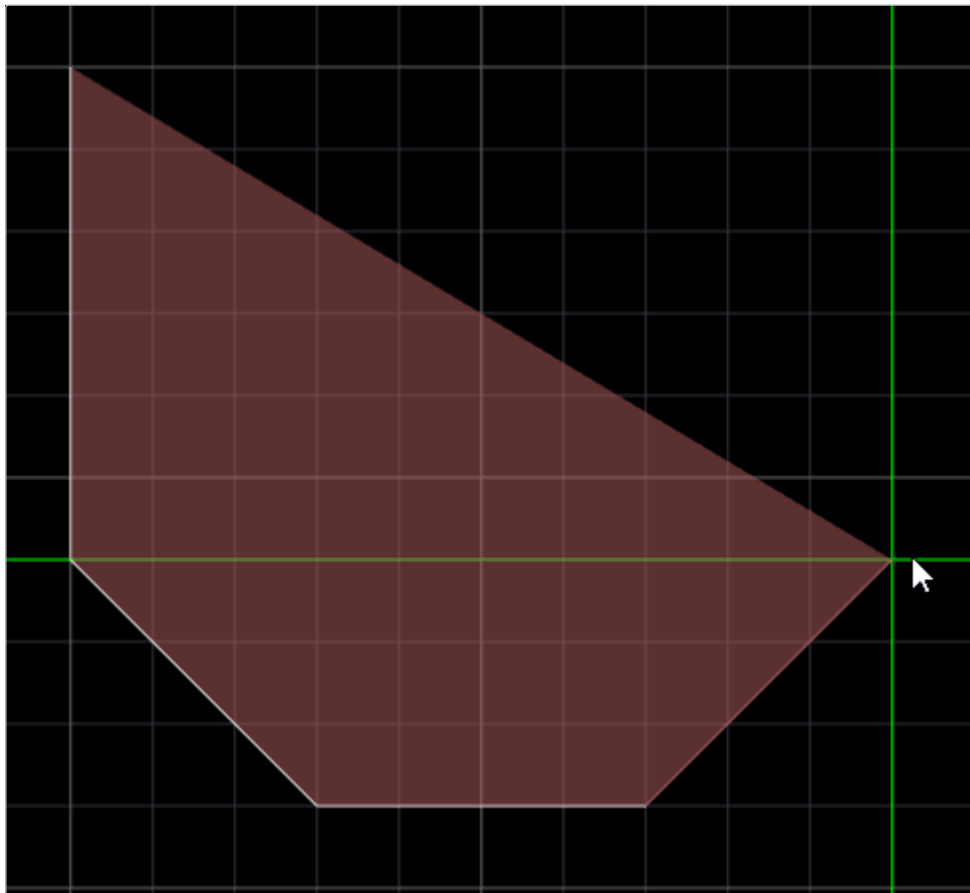


Рисунок 210. Размещение региона на плате

В процессе размещения региона доступны следующие команды:

- Изменение направления угла поворота сегмента — клавиша `Пробел.`
- Изменение угла поворота сегмента — сочетание клавиш `Shift + Пробел.`
Угол последовательно меняется в следующем порядке: 45 градусов → произвольный → 90 градусов.
- Отмена фиксирования предыдущего сегмента — клавиша `Backspace`.

После размещения региона на панели «Свойства» можно просмотреть и задать его параметры (см. [рисунок 211](#)). Для этого необходимо выделить регион, нажав левой кнопкой мыши внутри очерченной им области.

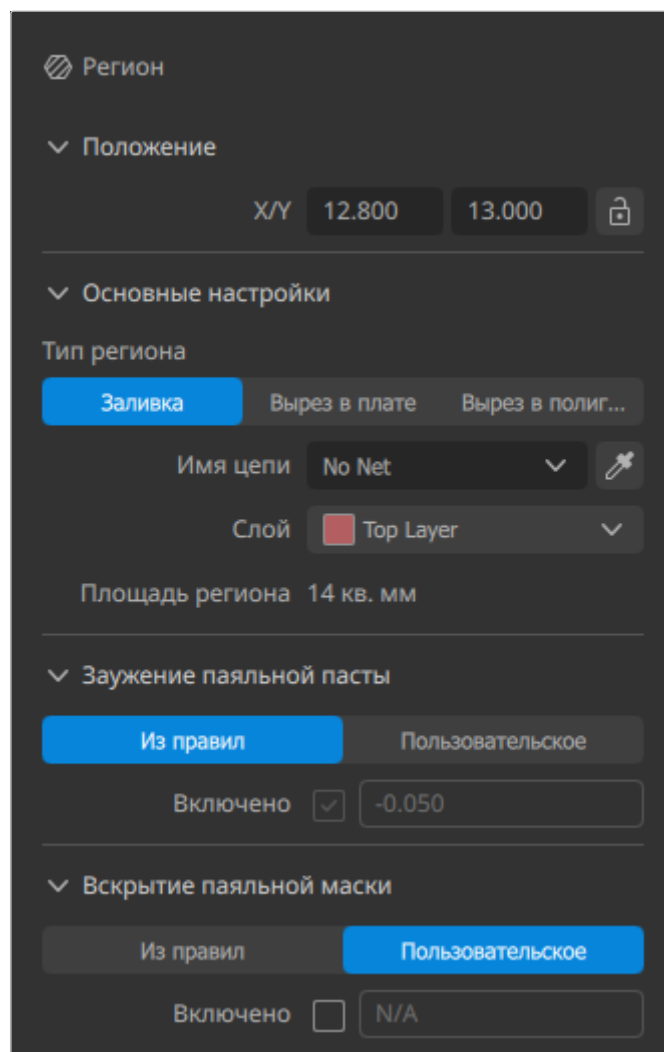


Рисунок 211. Свойства региона

- «X/Y» — координаты региона.
- Кнопка , позволяющая зафиксировать положение региона.
- «Тип региона» — переключатель типа региона с тремя предустановленными значениями: «Заливка», «Вырез в плате» и «Вырез в полигоне».
- «Имя цепи» — позволяет присвоить региону цепь из выпадающего списка. Присвоение региону цепи означает, что заливка региона будет подключена ко всем контактным площадкам этой же цепи, находящимся внутри контура региона, а между заливкой и объектами других цепей будут созданы зазоры.
- Кнопка «Задать цепь»  — позволяет присвоить региону цепь любого элемента на плате. Для этого после нажатия на кнопку необходимо щелкнуть по элементу, которому уже задана нужная цепь. Этот инструмент также можно вызвать нажатием клавиши **N**.
- «Слой» — позволяет выбрать слой расположения региона (для регионов типа «Вырез платы» автоматически назначается слой *Board*, а данный список не отображается).
- «Площадь региона» — автоматически рассчитанная площадь региона в кв. мм.

- «Заужение паяльной пасты» — значение либо принимается из правил (см. [Редактирование технологических правил](#)), либо вводится вручную при переключении параметра в положение «Пользовательский». Возможен ввод отрицательных значений.
- «Вскрытие паяльной маски» — величина зазора между краем защитной маски и медью. Значение либо принимается из правил (см. [Редактирование технологических правил](#)), либо вводится вручную при переключении параметра в положение «Пользовательский». Возможен ввод отрицательных значений для частичного тентирования.

Программа также позволяет редактировать форму выделенного региона (см. [Трансформирование объектов](#)).

Для удаления выделенного региона необходимо нажать клавишу Delete.

7.8.9. Заливки

Чтобы добавить заливку на плату, необходимо активировать соответствующий инструмент одним из двух способов:

- Щелкнуть правой кнопкой мыши по значку  на панели инструментов редактора плат и в раскрывшемся списке выбрать инструмент «Заливка» (см. [рисунок 212](#)).

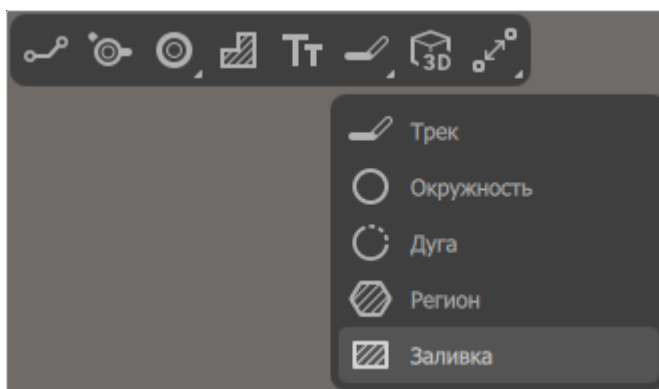


Рисунок 212. Инструмент «Заливка» на панели инструментов

- Вызвать инструмент из адаптивного меню «Размещение» → «Заливка».

Для размещения прямоугольника заливки на плате необходимо нажать левую кнопку мыши, отметив первую угловую точку заливки, а затем движением мыши растянуть заливку до требуемых размеров и нажать на левую кнопку мыши для размещения противоположной угловой точки.

После размещения заливки на панели «Свойства» можно просмотреть и задать ее параметры (см. [рисунок 213](#)). Для этого необходимо выделить заливку, нажав левой кнопкой мыши внутри области заливки.

Рисунок 213. Свойства заливки

- «X/Y» — координаты центральной точки заливки.
- Кнопка  — позволяет зафиксировать положение центральной точки заливки, препятствуя перемещению заливки.
- «Угол поворота» — угол поворота относительно центральной точки заливки («X/Y»). Допустимое вводимое значение от 0 до 360.
- «Имя цепи» — позволяет присвоить прямоугольнику заливки цепь из выпадающего списка. Присвоение заливке цепи означает, что заливка будет подключена ко всем контактным площадкам этой же цепи, находящимся внутри контура прямоугольника заливки.
- Кнопка «Задать цепь»  — позволяет присвоить заливке цепь любого элемента на плате. Для этого после нажатия на кнопку необходимо щелкнуть по элементу, которому уже задана нужная цепь. Этот инструмент также можно вызвать нажатием клавиши **N**.
- «Слой» — позволяет выбрать слой расположения прямоугольника заливки.
- «Ширина» — ширина прямоугольника заливки.
- «Высота» — высота прямоугольника заливки.

- «Площадь заливки» — отображает площадь прямоугольника заливки.
- «Заужение паяльной пасты» — значение либо принимается из правил (см. [Редактирование технологических правил](#)), либо вводится вручную при переключении параметра в положение «Пользовательский». Возможен ввод отрицательных значений.
- «Вскрытие паяльной маски» — величина зазора между краем защитной маски и медью. Значение либо принимается из правил (см. [Редактирование технологических правил](#)), либо вводится вручную при переключении параметра в положение «Пользовательский». Возможен ввод отрицательных значений для частичного тентирования.

Программа также позволяет редактировать форму выделенного прямоугольника заливки (см. [Трансформирование объектов](#)).

В процессе перемещения прямоугольника заливки доступны следующие команды:

- Изменение угла поворота прямоугольника заливки с шагом в 90 градусов по часовой стрелке — клавиша **Пробел**.
- Изменение угла поворота прямоугольника заливки с шагом в 90 градусов против часовой стрелки — сочетание клавиш **Shift** + **Пробел**.
- Изменение угла поворота прямоугольника заливки с шагом в 45 градусов по часовой стрелке — сочетание клавиш **Ctrl** + **Пробел**.
- Изменение угла поворота прямоугольника заливки с шагом в 45 градусов против часовой стрелки — сочетание клавиш **Shift** + **Ctrl** + **Пробел**.
- Смена слоя, на котором расположен прямоугольник заливки — клавиша **L**.

Для удаления выделенного прямоугольника заливки необходимо нажать клавишу **Delete**.

7.8.10. Создание примитивов на основе контуров платы

Для создания графических объектов на основе формы платы необходимо:

- 1) В редакторе плат перейти на необходимый слой.
- 2) Вызвать инструмент из адаптивного меню *Инструменты* → *Форма платы* → *Создать примитивы из формы платы* (см. [рисунок 214](#)).

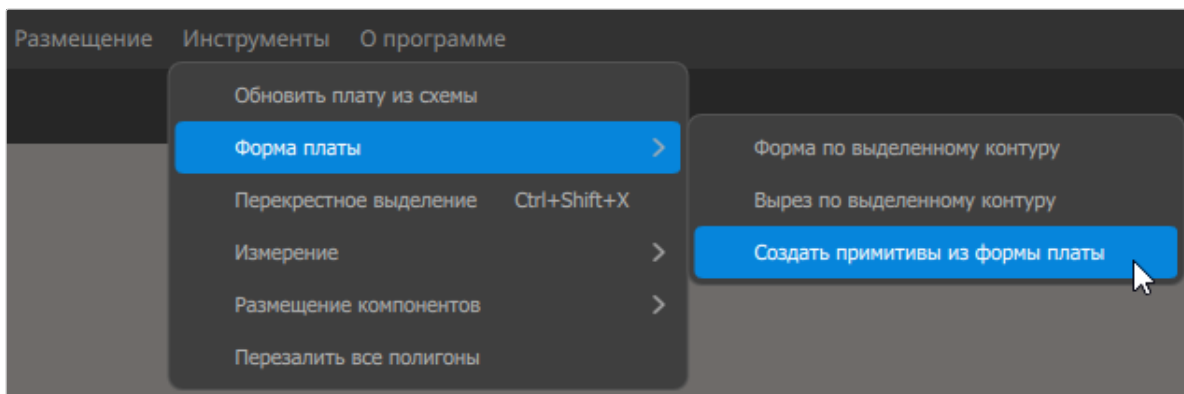


Рисунок 214. Команда меню «Создать примитивы из формы платы»

- 3) Отобразится окно, уведомляющее об успешном создании графических объектов (см. [рисунок 215](#))

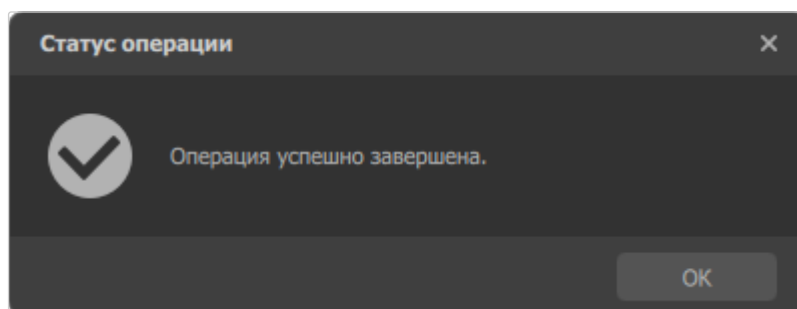


Рисунок 215. Окно уведомления о создании примитивов

Графические объекты будут созданы на активном слое. При этом графические объекты образуют замкнутый контур, и крайние точки сегментов связаны между собой. Ширина линий треков и дуг по умолчанию — 0,2 мм.

7.9. Работа с объектами на плате

7.9.1. Выделение объектов

При выделении объектов на плате доступны следующие приемы:

- **Левая кнопка мыши** на объекте — выделить объект.
- **Shift** + **Левая кнопка мыши** на объекте — добавить или исключить объект из выделения.
- **Перемещение мыши** вправо + зажатая **Левая кнопка мыши** на свободной области — выделение синей рамкой полностью очерченных объектов.
- **Перемещение мыши** влево + зажатая **Левая кнопка мыши** на свободной области — выделение зеленой рамкой объектов, которые очерчены или касаются рамки выделения.
- **Shift** + выделение синей рамкой — добавление или исключение очерченных объектов из выделения.
- **Shift** + выделение зеленой рамкой — добавление или исключение из выделения объектов, которые очерчены или касаются рамки выделения.
- **Левая кнопка мыши** в пустой области на плате — снять выделение.

В Программе предусмотрен механизм перекрестного выделения: при выделении УГО на схеме будут автоматически выделены и центрированы соответствующие посадочные места в рабочей области редактора плат и наоборот.

Режим перекрестного выделения можно включить или выключить, нажав сочетание клавиш **Shift** + **Ctrl** + **X** или через команду меню «Инструменты» → «Перекрестное выделение» (см. [рисунок 216](#)).

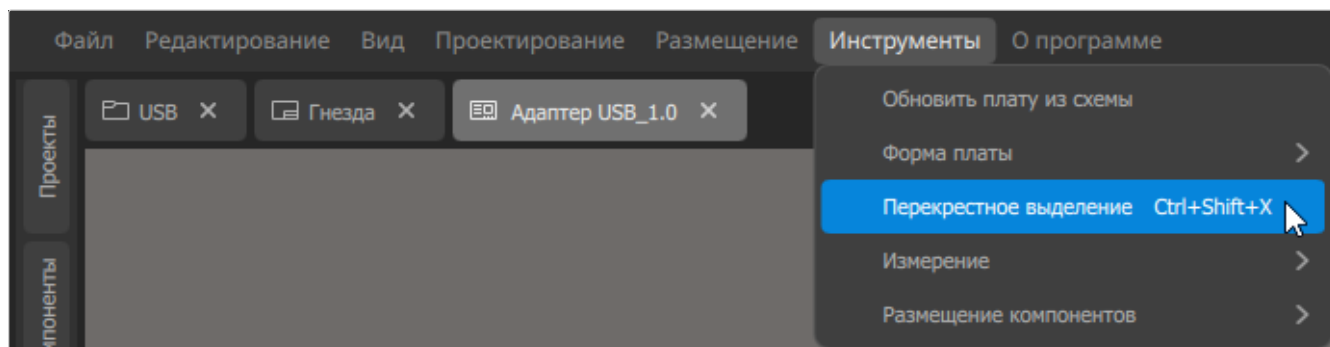


Рисунок 216. Команда меню «Инструменты» → «Перекрестное выделение»

7.9.2. Фильтры выделения объектов

На панели «Свойства» доступна группа настроек «Фильтры», которая позволяет выключить возможность выделения объектов определенного типа на плате (см. [рисунок 217](#)). По умолчанию все фильтры включены — это означает, что на плате можно выделять объекты любого типа без исключения.

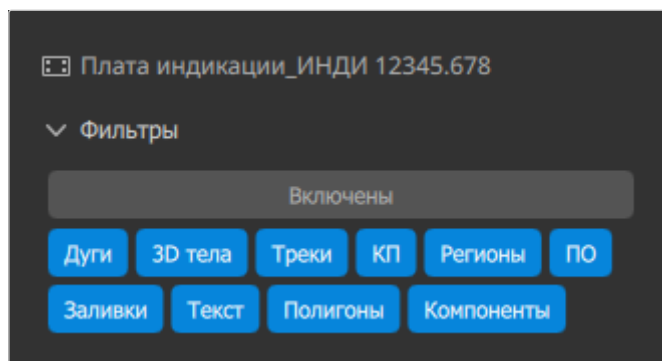


Рисунок 217. Группа «Фильтры» свойств документа

7.9.3. Инструменты «Копировать», «Вырезать» и «Вставить»

Программа позволяет копировать или вырезать выделенные графические объекты на другой слой или на другое место платы. Для этого необходимо:

- 1) Выделить нужные графические объекты.
- 2) Нажать сочетание клавиш **Ctrl** + **C** (для копирования) или **Ctrl** + **X** (для вырезки). Также можно вызвать команду меню «Редактирование» → «Копировать» или «Редактирование» → «Вырезать».

Примечание—Посадочные места, принадлежащие им контактные площадки и позиционные обозначения посадочных мест игнорируются при копировании и вырезке. Если они присутствуют среди выделенных объектов, то будут скопированы или вырезаны все объекты, кроме них.

- 3) Курсор примет вид перекрестия, после чего необходимо щелкнуть левой кнопкой мыши в точку, относительно которой будут рассчитаны координаты копируемых объектов. После этого выделенные объекты будут скопированы в буфер обмена.
- 4) Нажать сочетание клавиш **Ctrl** + **V** или вызвать команду меню «Редактирование» → «Вставить». Скопированные объекты будут привязаны к курсору мыши относительно выбранной базовой точки (см. [рисунок 218](#)).

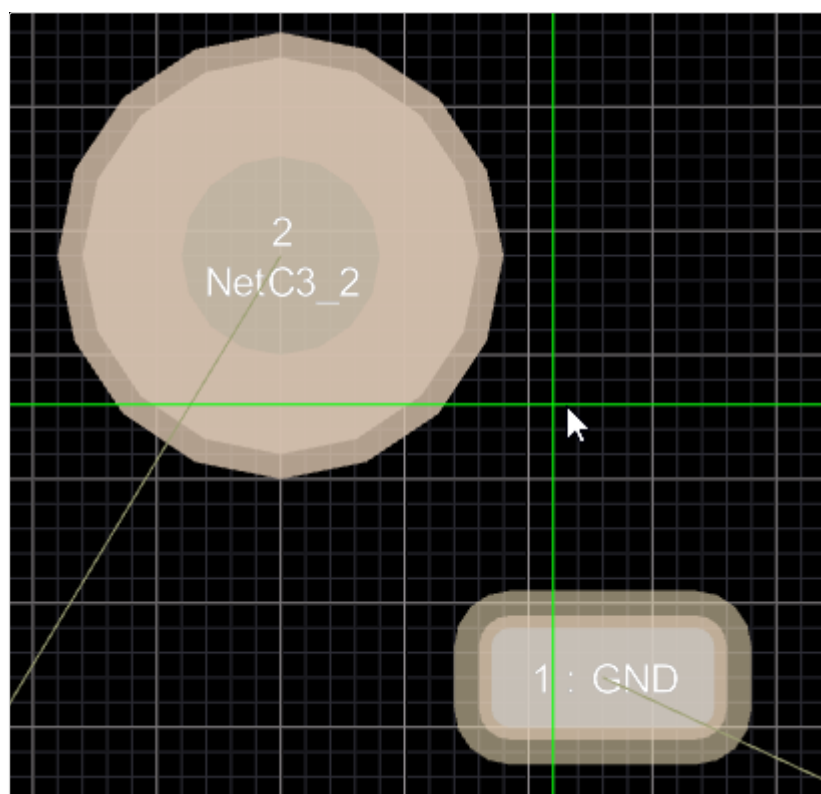


Рисунок 218. Выбор базовой точки при копировании

- 5) Переместить курсор мыши в требуемую точку на плате. При этом доступны следующие действия с копируемыми объектами:
 - Поворот против/по часовой стрелке на 90 градусов — клавиши **Пробел** и **Shift** + **Пробел** соответственно.
 - Поворот против/по часовой стрелке на 45 градусов — клавиши **Ctrl** + **Пробел** и **Ctrl** + **Shift** + **Пробел** соответственно.
 - Отражение по осям X и Y — клавиши **X** и **Y** соответственно.
 - Перенос на парный слой — клавиша **L**.
- 6) Нажать левую кнопку мыши в нужной точке. Графические объекты будут

скопированы в новое место на плате.

П р и м е ч а н и е— При вставке скопированных или вырезанных объектов в другой проект будут размещены только те объекты, для которых в целевом проекте найден соответствующий слой. Слои из исходного проекта не добавляются.

При копировании или вырезке у объектов сбрасывается привязка к цепям на *No Net*. Однако, если вставляемый объект пересекает существующий объект с назначенной цепью, то ему назначается эта же цепь. При этом, если он пересекает несколько объектов с разными назначенными цепями, то назначение происходит в соответствии со следующим приоритетом:

- 1) От переходных отверстий.
- 2) От контактных площадок.
- 3) От треков.

П р и м е ч а н и е— Копируемые объекты не наследуют цепи от полигонов даже в случае пересечения.

7.9.4. Перемещение объектов

Программа позволяет перемещать выделенные объекты на другой слой или на другое место платы. Для этого необходимо:

- 1) Выделить нужный объект.
- 2) Нажав и удерживая левую кнопку мыши на объекте, перенести его в нужное место на плате.
- 3) Отпустить левую кнопку мыши.

П р и м е ч а н и е— При перемещении позиционного обозначения, компонент к которому относится позиционное обозначение, будет подсвечиваться (см. [рисунок 219](#)).

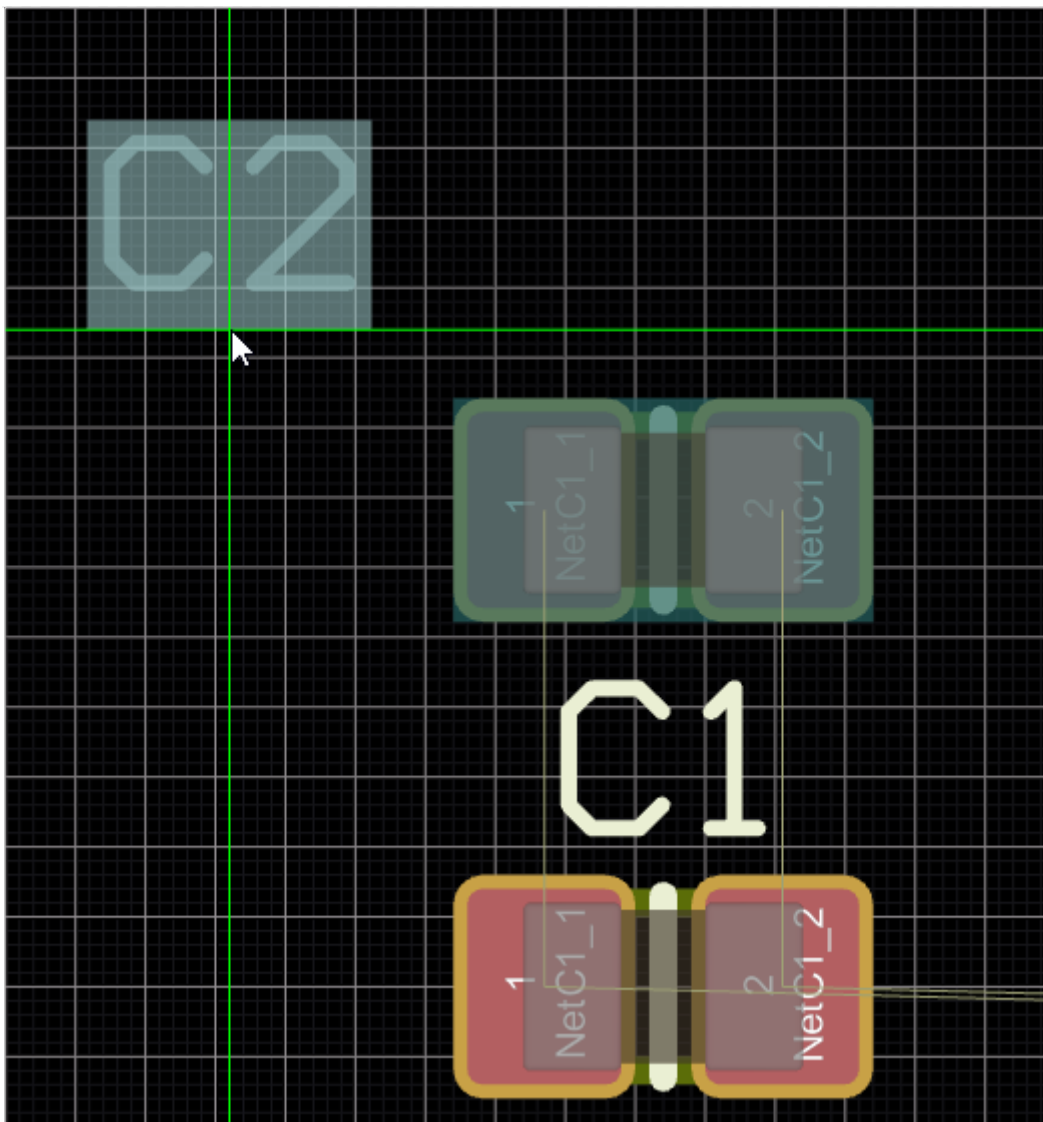


Рисунок 219. Перемещение позиционного обозначения компонента в редакторе плат

Для группового перемещения объектов необходимо:

- 1) Выделить нужные графические объекты.
- 2) Нажать левой кнопкой мыши на одном из выделенных объектов и, зажав левую кнопку мыши, переместить курсор в требуемую точку на плате. Выделенные объекты будут перемещаться вместе с курсором в соответствии с шагом сетки.
- 3) Отпустить левую кнопку мыши в нужной точке. Объекты будут зафиксированы на новом месте на плате.

При перемещении объектов с ними доступны следующие действия:

- Поворот против/по часовой стрелке на 90 градусов — клавиши **Пробел** и **Shift** + **Пробел** соответственно.
- Поворот против/по часовой стрелке на 45 градусов — клавиши **Ctrl** + **Пробел** и **Ctrl** + **Shift** + **Пробел** соответственно.
- Отражение по осям X и Y — клавиши **X** и **Y** соответственно.
- Перенос на парный слой — клавиша **L**.

Примечания

- 1) Если среди выделенных объектов присутствуют посадочные места, то функция отражения по осям будет недоступна.
- 2) При перемещении у объектов сохраняется их привязка к цепям.
- 3) Если расположенные в редакторе плат компоненты имеют более 200 соединений, то во время перемещения компонентов линии соединений не отображаются.

При перемещении графических объектов происходит проверка на наличие зазора между ними и контуром платы, а также на наличие зазора между ними и вырезом в плате. Если зазор между перемещаемыми графическими объектами и контуром или вырезом на плате составляет менее 0,2 мм, графические объекты подсвечиваются зеленым цветом (см. [рисунок 220](#)).

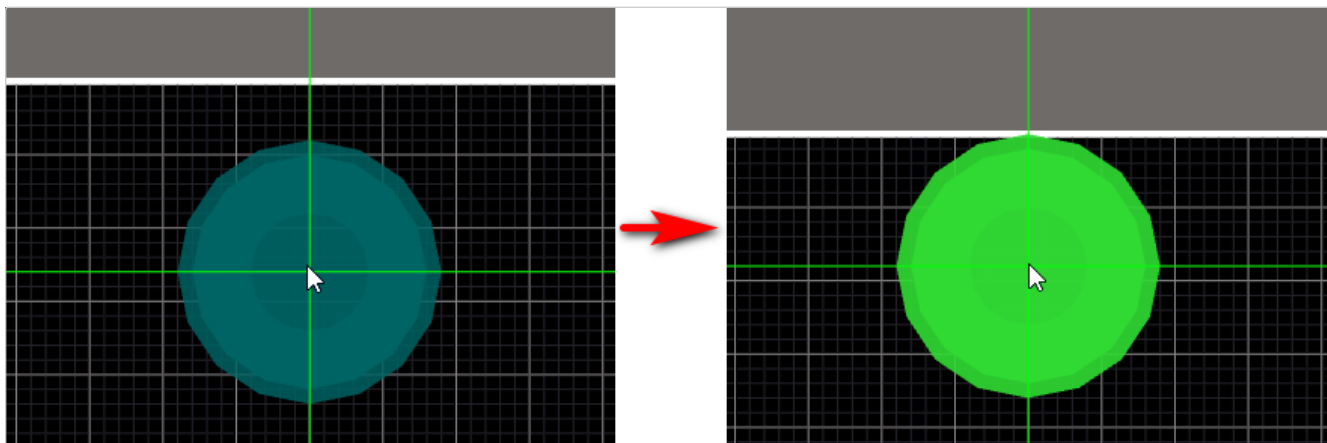


Рисунок 220. Нарушение правил зазора графических объектов

При перемещении 3D-объекта происходит проверка на наличие зазора между ним и другими 3D-объектами на плате, а также на пересечение с самой платой согласно правилам проектирования (см. [Редактирование правил компоновки 3D-объектов](#)). При нарушении правила минимально допустимого зазора между перемещаемым объектом и существующим объектом на плате (по умолчанию 0,2 мм), оба объекта подсвечиваются зеленым цветом (см. [рисунок 221](#)). Если перемещаемый объект пересекает тело платы, то подсвечивается только сам объект.

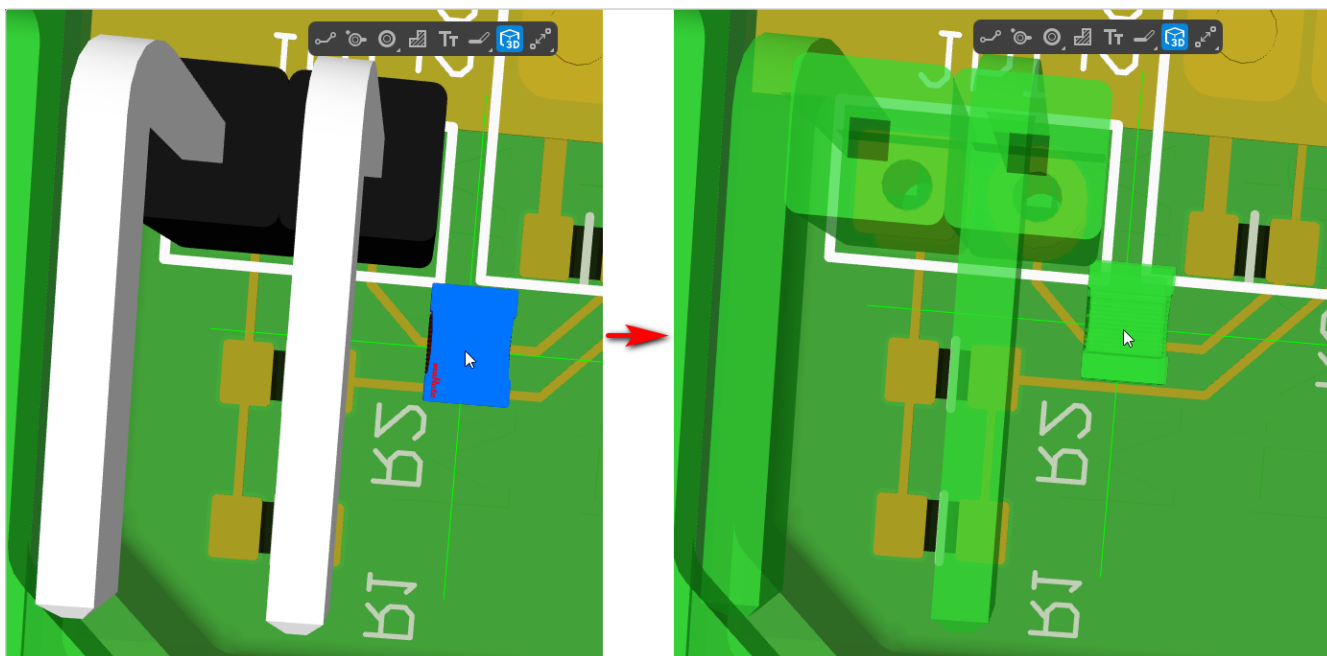


Рисунок 221. Нарушение правил зазоров 3D-объектов

7.9.5. Перемещение с выбором базовой точки

Программа также позволяет перемещать несколько выделенных объектов на другой слой или на другое место платы одновременно с предварительным выбором базовой точки перемещения. Для этого необходимо:

- 1) Выделить требуемые объекты.
- 2) Вызвать команду меню «Редактирование» → «Переместить с баз. точкой» или нажать клавишу **M**.
- 3) Курсор примет вид перекрестия, после чего необходимо щелкнуть левой кнопкой мыши в точку, относительно которой будут перемещаться выделенные объекты (см. [рисунок 222](#)).

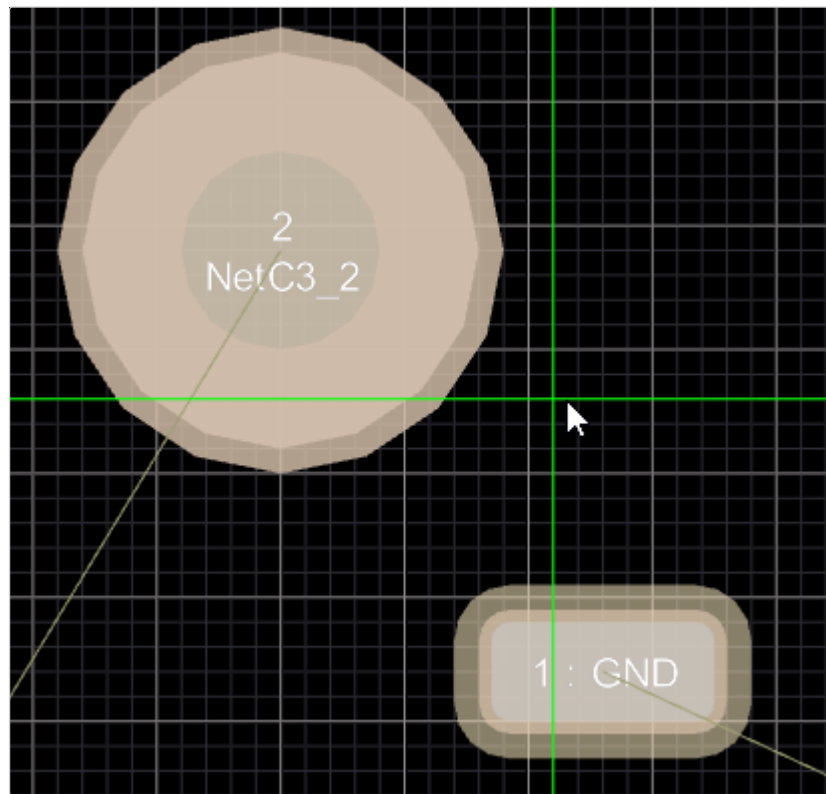


Рисунок 222. Выбор базовой точки при перемещении

- 4) Переместить курсор мыши в требуемую точку на плате. При этом выделенные объекты будут привязаны к курсору мыши относительно выбранной базовой точки.
- 5) Нажать левую кнопку мыши в нужной точке. Объекты будут зафиксированы на новом месте на плате.
- 6) По завершении перемещения необходимо нажать левой кнопкой мыши в пустом месте рабочей области, чтобы снять выделение с объектов.

При перемещении объектов с ними доступны следующие действия:

- Поворот против/по часовой стрелке на 90 градусов — клавиши **Пробел** и **Shift** + **Пробел** соответственно.
- Поворот против/по часовой стрелке на 45 градусов — клавиши **Ctrl** + **Пробел** и **Ctrl** + **Shift** + **Пробел** соответственно.
- Отражение по осям X и Y — клавиши **X** и **Y** соответственно.
- Перенос на парный слой — клавиша **L**.

Примечания

- 1) Если среди выделенных объектов присутствуют посадочные места, то функция отражения по осям будет недоступна.
- 2) При перемещении у объектов сохраняется их привязка к цепям.
- 3) Если расположенные в редакторе плат компоненты имеют более 200 соединений, то во время перемещения компонентов линии соединений не отображаются.

7.9.6. Трансформирование объектов

При выделении графических объектов на плате отображаются маркеры трансформации объекта. При наведении указателя мыши на маркер трансформации курсор меняет вид в соответствии с доступным типом преобразования для данного маркера (см. [рисунок 223](#)).

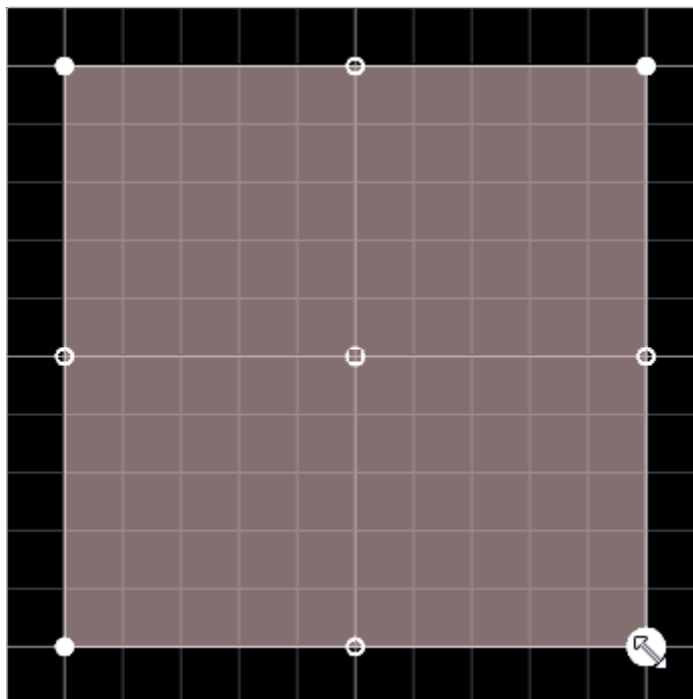


Рисунок 223. Вид курсора при доступном действии изменения геометрии

7.9.6.1. Изменение геометрии

Геометрию графических объектов типа «Полигон», «Регион» и «Заливка» можно изменять с помощью маркеров трансформаций и ребер. Для этого необходимо:

- 1) Выделить требуемый объект.
- 2) Навести курсор мыши на один из маркеров трансформации либо на ребро объекта. При наведении курсора на маркер или ребро объекта они будут подсвечиваться, а вид курсора изменится (см. [рисунок 224](#))

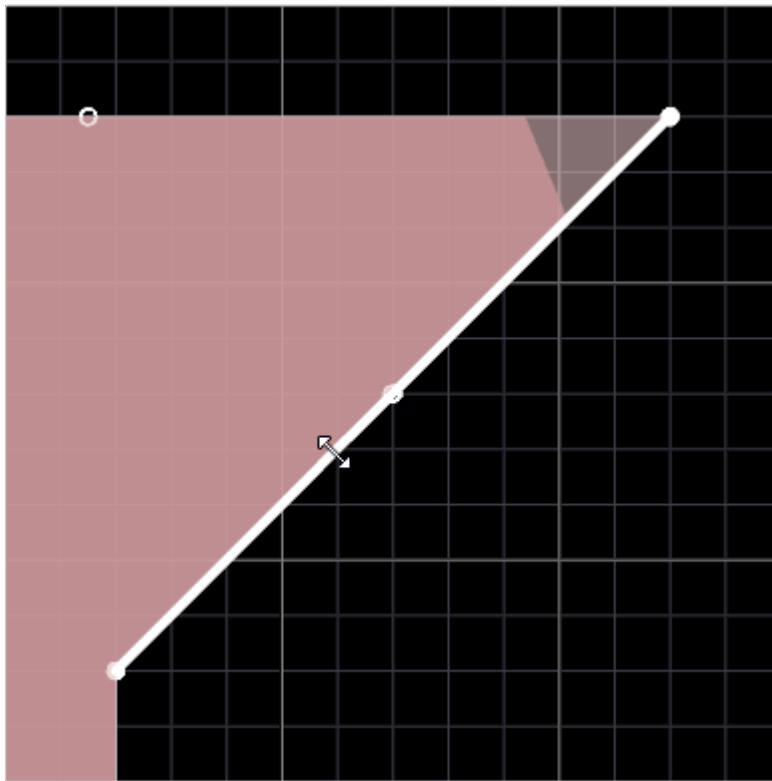


Рисунок 224. Изменение геометрии полигона при помощи ребра

- 3) Нажать левую кнопку мыши и, удерживая ее, переместить курсор для определения новой формы объекта. При этом объект будет подсвечен зеленым цветом, отображая будущую форму (см. [рисунок 225](#)).

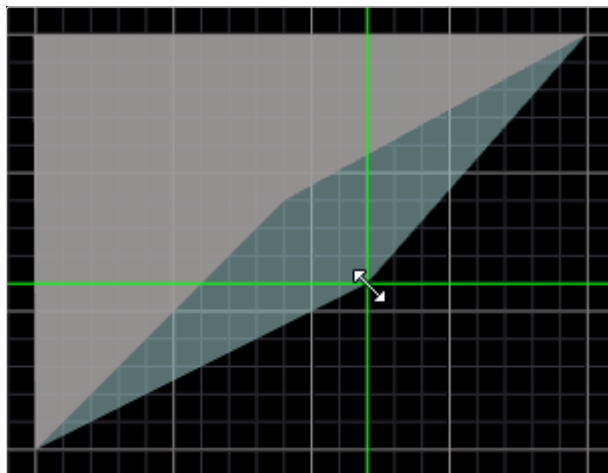


Рисунок 225. Изменение формы полигона

- 4) Отпустить левую кнопку мыши для фиксирования новой формы объекта.

Перемещение ребра полигона и региона останавливается, если одно из смежных ребер достигает нулевой длины. Чтобы игнорировать данное ограничение и переносить ребро свободно, необходимо зажать клавишу **Shift** при перемещении.

При перемещении углового маркера полигона или региона доступно несколько режимов, переключаемых сочетанием клавиш **Shift** + **Пробел**:

- Свободное перемещение — режим по умолчанию, в нем происходит изменение положения общей точки смежных ребер.
- Режим фаски — в этом режиме перемещение точки внутрь угла создает дополнительную фаску, укорачивая смежные ребра, но не перемещая их (см. [рисунок 226](#)).

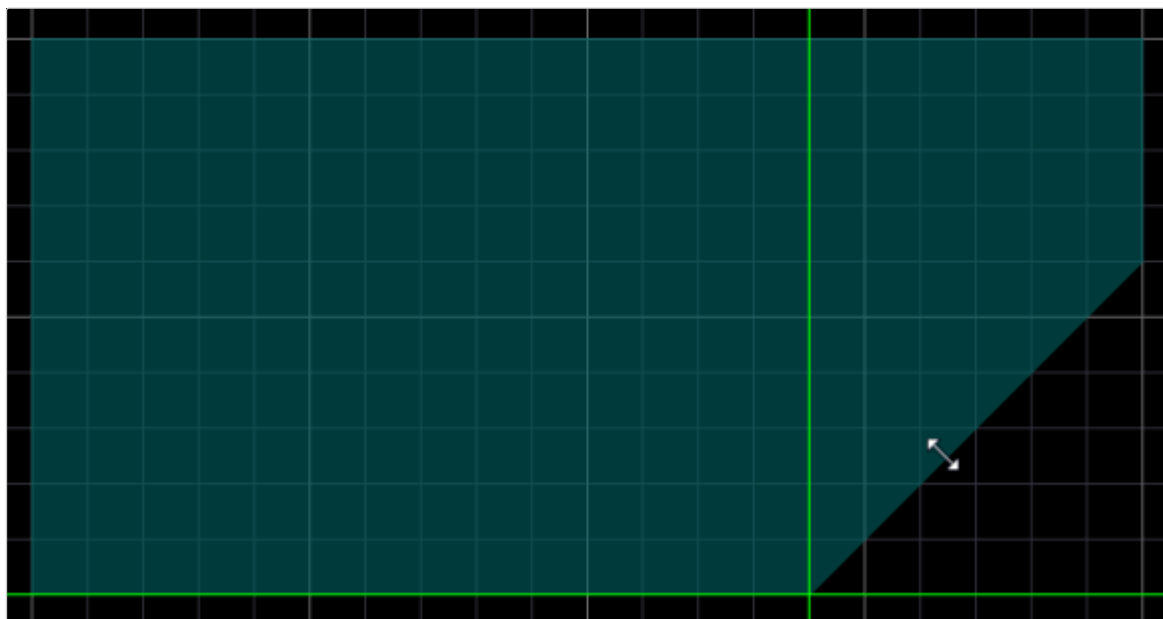


Рисунок 226. Изменение формы полигона в режиме фаски

- Режим сохранения параллельности смежных ребер — в этом режиме изменяется положение как начальной, так и конечной точек смежных ребер, сохраняя их наклон.

7.9.6.2. Добавление вершин

Объектам типа «Полигон» и «Регион» можно задать новые вершины. Для этого необходимо зажать маркер трансформации, расположенный на середине ребра объекта, и переместить его. При этом объект будет подсвечен зеленым цветом, отображая новую форму (см. [рисунок 227](#)). Чтобы зафиксировать изменения, необходимо отпустить левую кнопку мыши в нужной точке.

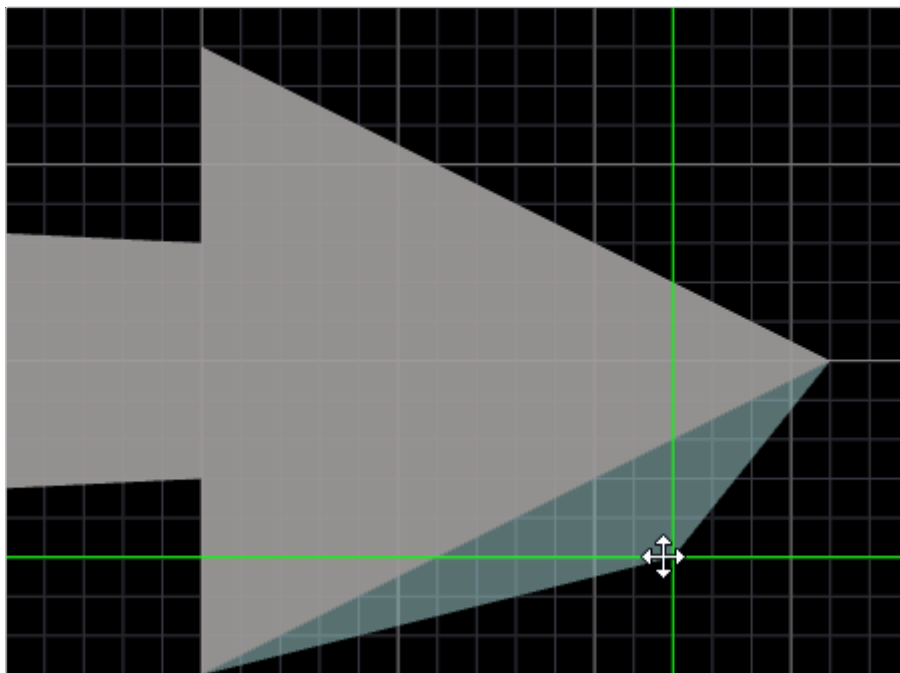


Рисунок 227. Перемещение вершины полигона

П р и м е ч а н и е — Если при перемещении вершины полигона или региона ребро примет горизонтальное, вертикальное положение или угол 45 градусов, оно будет подсвечено зеленым цветом (см. transform-straight-edge).

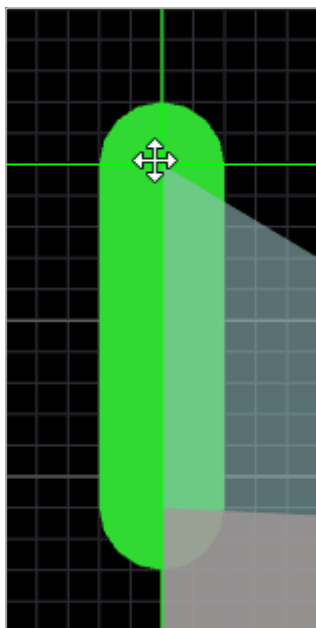


Рисунок 228. Вертикально расположенное ребро

7.9.7. Создание массива объектов

Программа позволяет создать массив копий выделенных объектов на плате. Для этого необходимо выделить требуемые объекты на схеме и вызвать команду меню «Редактирование» → «Вставить массив» (см. [рисунок 229](#)).

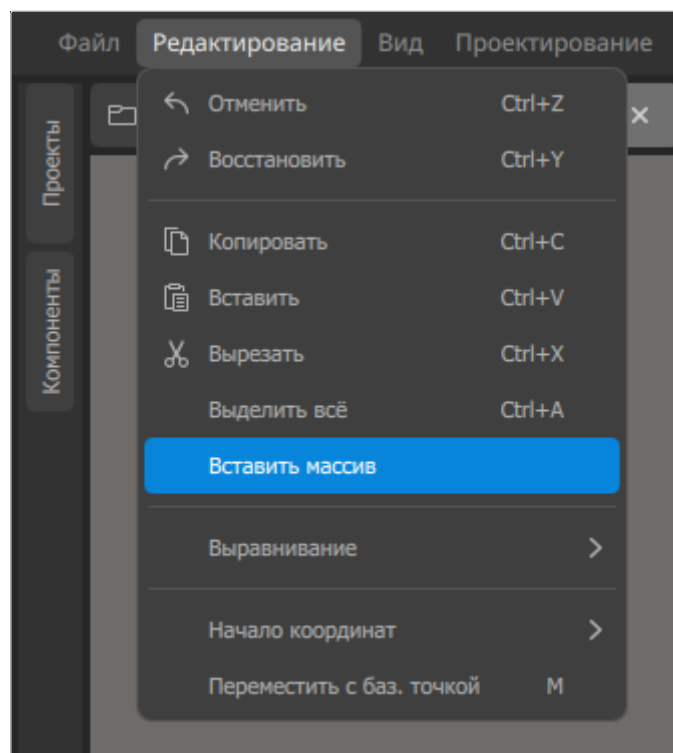


Рисунок 229. Меню «Редактирование» → «Вставить массив»

Примечание — Команда меню «*Редактирование*» → «*Вставить массив*» доступна, только если на плате были выделены объекты.

В открывшемся окне «Настройки вставки массива» необходимо выбрать тип вставляемого массива.

При выборе вставки прямоугольного массива необходимо указать параметры вставляемого массива (см. [рисунок 230](#)):

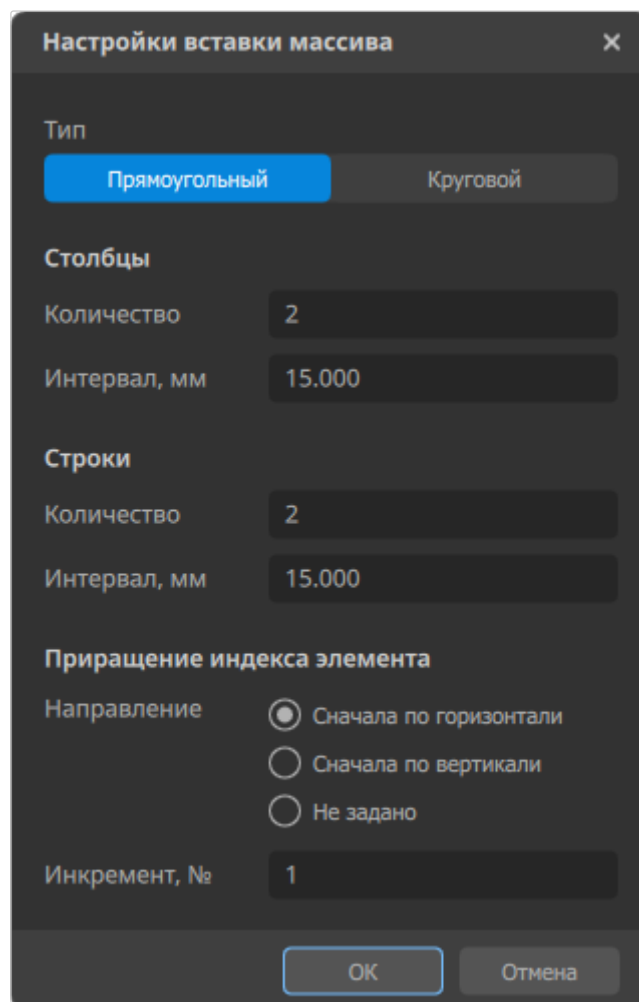


Рисунок 230. Окно настроек параметров вставки прямоугольного массива

- 1) В группе параметров «Столбцы» необходимо указать количество размещаемых объектов массива интервал между ними. При вводе положительного значения в строке «Интервал» объекты будут размещены справа от исходных элементов. При вводе отрицательного значения — слева от исходных элементов.
- 2) В группе параметров «Строки» необходимо указать количество размещаемых объектов по вертикали и интервал между ними. При вводе положительного значения в строке «Интервал» объекты будут размещены сверху от исходных элементов. При вводе отрицательного значения — снизу от исходных элементов.
- 3) В группе параметров «Приращение индекса элемента» необходимо указать параметры определения позиционных обозначений новых объектов:
 - а) «Сначала по горизонтали» — порядок нумерации начинается с горизонтально расположенных объектов.
 - б) «Сначала по вертикали» — порядок нумерации начинается с вертикально расположенных объектов.
 - в) «Не задано» — объекты массива размещаются без инкремента номера.
 - г) «Инкремент, №» — значение шага нумерации контактной площадки. Параметр доступен при выборе направления порядка

нумерации по горизонтали или по вертикали.

При выборе вставки кругового массива необходимо указать параметры вставляемого массива (см. [рисунок 231](#)):

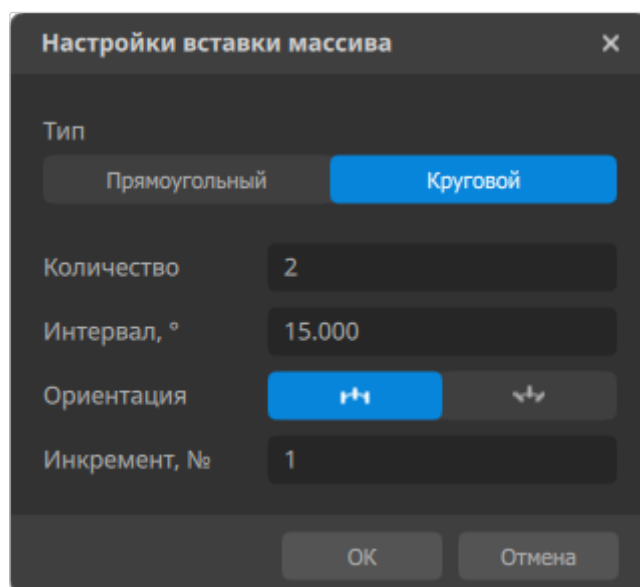


Рисунок 231. Окно параметров вставки кругового массива

- 1) «Количество» — количество размещаемых объектов массива.
- 2) «Интервал, °» — расстояние между двумя соседними объектами массива, указываемое в градусах. Для поворота против часовой стрелки необходимо ввести положительное значение. Для поворота по часовой стрелки — отрицательное.
- 3) «Ориентация» — определение положения объектов:
 - а) кнопка — объекты размещаются по окружности не меняя положения.
 - б) кнопка — угол поворота размещаемых объектов увеличивается на тот же угол, что и их интервал.
- 4) «Инкремент, №» — значение шага нумерации контактной площадки. Порядок нумерации определяется направлением размещения объектов массива по часовой или против часовой стрелки.

Для размещения массива необходимо в окне «Настройки вставки массива» нажать на кнопку ОК.

При размещении кругового массива по нажатии на кнопку ОК, курсор примет вид перекрестия, после чего необходимо щелкнуть левой кнопкой мыши в точку, относительно которой будет рассчитан радиус кругового массива объектов.

7.9.8. Размещение компонентов в прямоугольнике

В Программе предусмотрено размещение выделенных компонентов в границах прямоугольника. Для этого необходимо:

- 1) Выделить требуемые компоненты.
- 2) Вызвать команду меню «Инструменты» → «Размещение компонентов» → «Вписать в прямоугольник» или использовать сочетание клавиш **Ctrl + L** (см. [рисунок 232](#)).

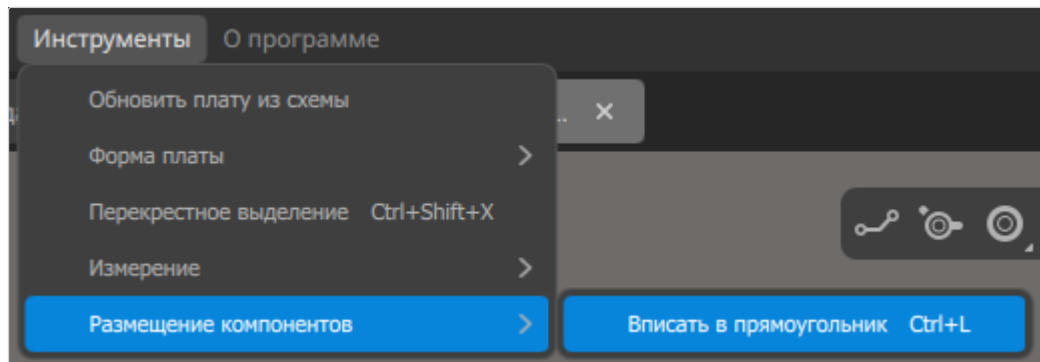


Рисунок 232. Команда меню «Инструменты» → «Размещение компонентов» → «Вписать в прямоугольник»

- 3) Курсор примет вид перекрестия, после чего необходимо щелкнуть левой кнопкой мыши в точку начала построения прямоугольника.
- 4) Переместить курсор мыши в требуемую точку для определения размера прямоугольника (см. [рисунок 233](#)).

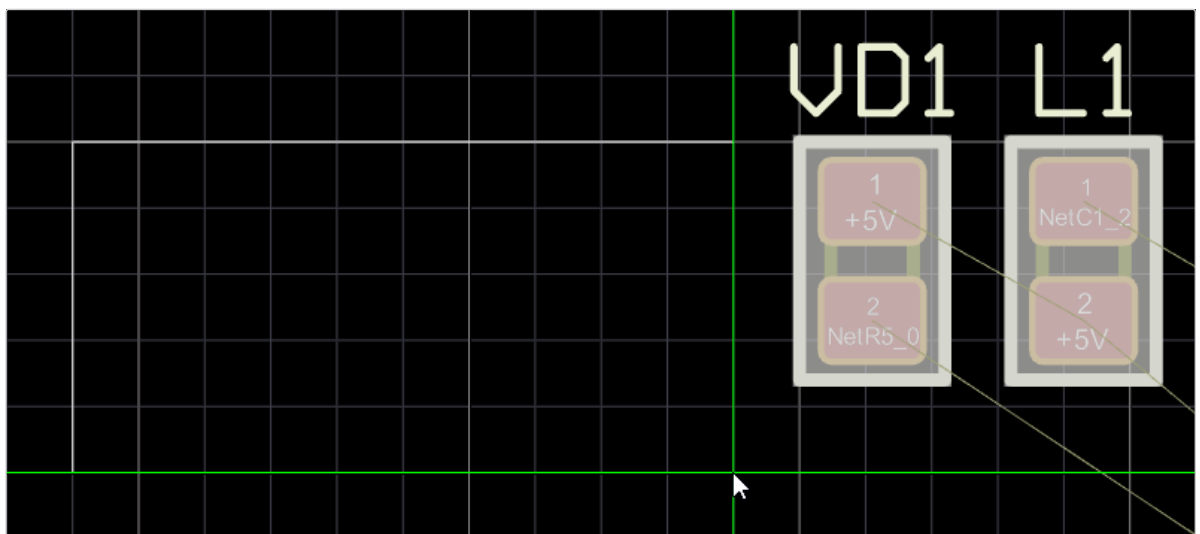


Рисунок 233. Определение области прямоугольника

- 5) Щелкнуть левой кнопкой мыши в нужной точке. Компоненты будут вписаны в прямоугольник с зазором равным 1 мм.

П р и м е ч а н и е— Компоненты вписываются в прямоугольник начиная с верхнего левого угла прямоугольника.

7.9.9. Редактирование свойств группы объектов

В Программе предусмотрено изменение свойств нескольких объектов одновременно. Для этого необходимо выделить требуемые объекты и перейти в

панель «Свойства» (см. [рисунок 234](#)).

Примечание— Количество доступных для изменения свойств объектов варьируется в зависимости от типов выбранных объектов.

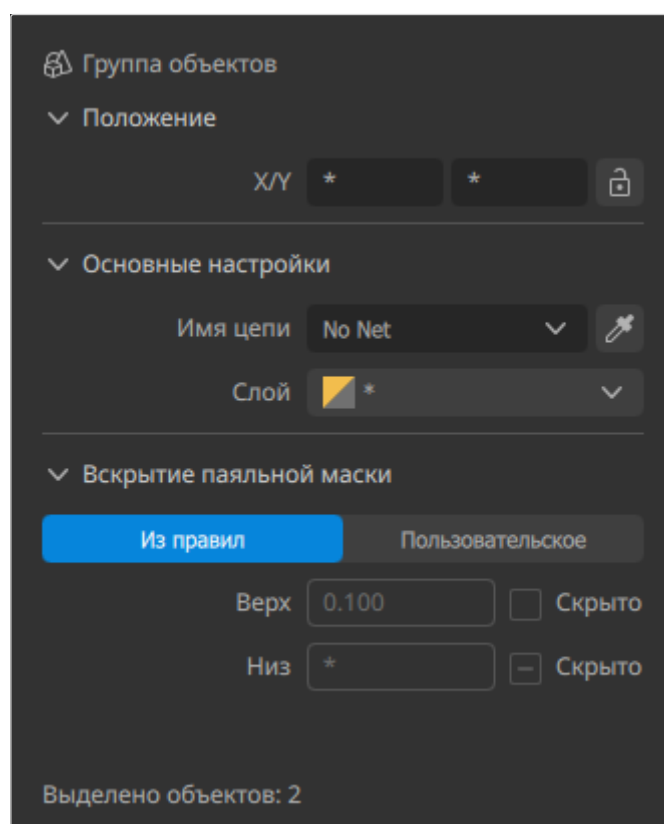


Рисунок 234. Панель «Свойства» для группы объектов разных типов

Для редактирования доступны общие свойства всех выделенных объектов. При наличии различий в значениях свойств выделенных объектов, поля этих свойств помечаются значком «*». Если объекты расположены на разных слоях, то в поле «Слой» отображается значок .

7.9.10. Привязка объектов

В Программе доступен режим «привязки» к базовым точкам существующих объектов на плате. Данный режим включается и отключается сочетанием клавиш **Shift** + **E** (при этом в строке состояния указано текущее состояние данного режима: «Привязки: Вкл./Выкл.»).

Если данный режим включен, то при приближении курсора к базовой точке уже существующего объекта на плате отображается маркер в виде окружности (см. [рисунок 235](#)). Он означает, что при нажатии левой кнопки мыши выбранное действие произойдет точно в указанной маркером базовой точке существующего объекта.

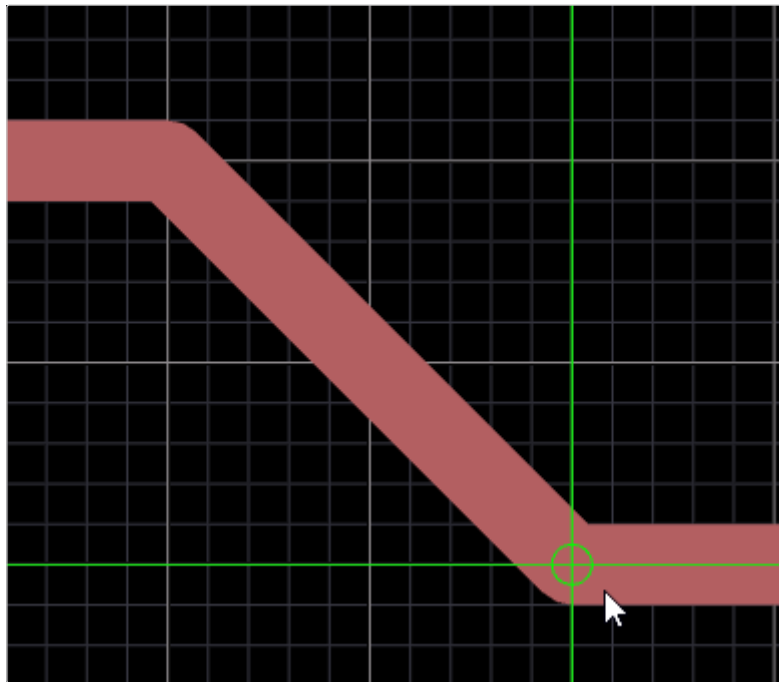


Рисунок 235. Маркер привязки

Привязка возможна к следующим точкам объектов на плате:

- Концы трека.
- Середина трека.
- Центр ПО.
- Центр КП.
- Узлы/точки полигона или региона.
- Точка привязки текстовой рамки.
- Концы дуги.
- Центр посадочных мест.
- Точки контура платы.

7.9.11. Выравнивание объектов

При выделении нескольких посадочных мест становятся доступными команды выравнивания в меню «Редактирование» → «Выравнивание»:

- «По левому» (**Ctrl** + **Shift** + **L**) — рамки выделенных ПМ выравниваются по левому краю самого левого ПМ из выделенных.
- «По правому» (**Ctrl** + **Shift** + **R**) — рамки выделенных ПМ выравниваются по правому краю самого правого ПМ из выделенных.
- «По верхнему» (**Ctrl** + **Shift** + **T**) — рамки выделенных ПМ выравниваются по верхнему краю самого верхнего ПМ из выделенных.
- «По нижнему» (**Ctrl** + **Shift** + **B**) — рамки выделенных ПМ выравниваются по нижнему краю самого нижнего ПМ из выделенных.
- «Центры по левому» — центры выделенных ПМ выравниваются по центру самого левого ПМ из выделенных.
- «Центры по правому» — центры выделенных ПМ выравниваются по центру самого правого ПМ из выделенных.

- «Центры по верхнему» — центры выделенных ПМ выравниваются по центру самого верхнего ПМ из выделенных.
- «Центры по нижнему» — центры выделенных ПМ выравниваются по центру самого нижнего ПМ из выделенных.

7.10. Работа с 3D-объектами

7.10.1. Размещение 3D-объектов на плате

В Программе предусмотрен импорт 3D-объектов на слои 3D Top/Bottom платы из файлов формата STEP. Для этого необходимо:

- 1) Перейти в редактор плат.
- 2) Вызвать команду меню «Размещение → 3D тело» или нажать на кнопку  на панели инструментов.
- 3) Выбрать нужный файл с расширением **.stp** или **.step** и нажать на кнопку «Открыть».

Курсор примет форму перекрестия, к которому будет привязана импортируемая 3D-модель (см. [рисунок 236](#)).

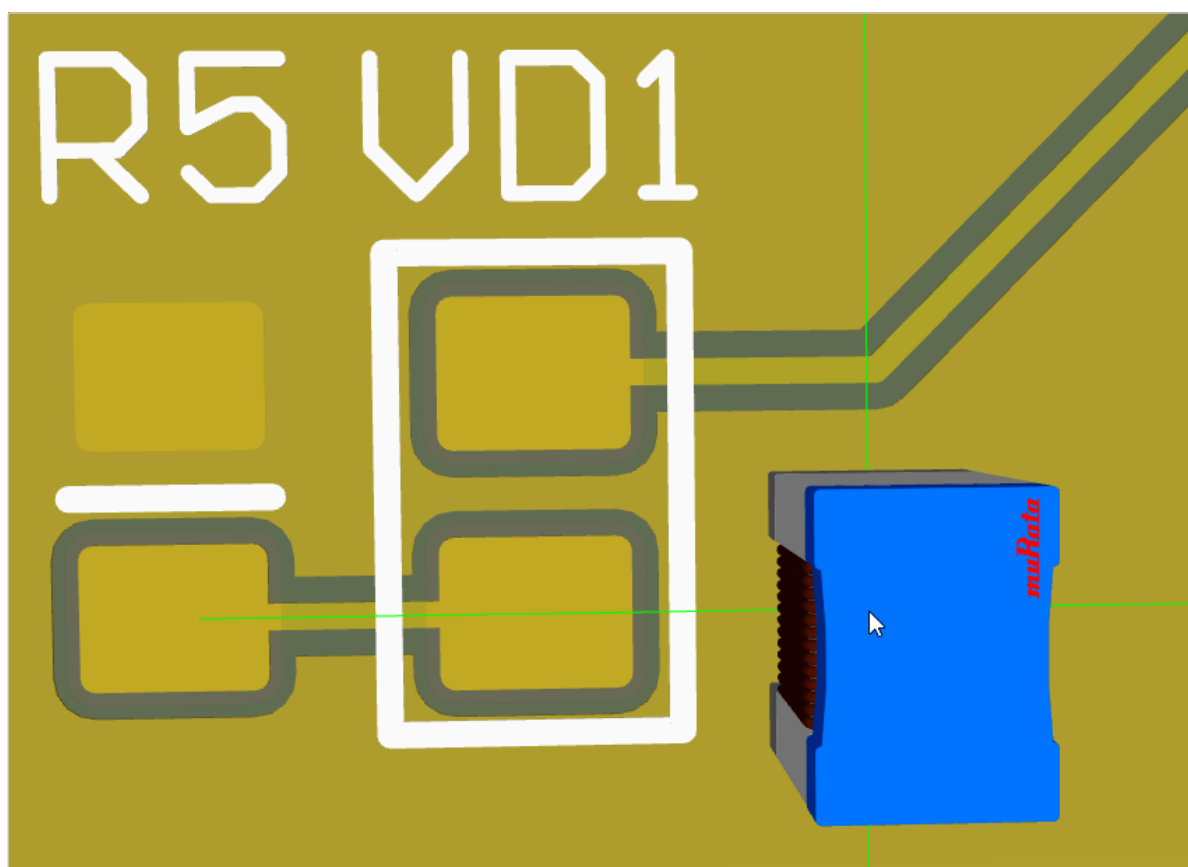


Рисунок 236. Размещение 3D-объекта

В процессе размещения доступны следующие действия:

- Поворот 3D-тела против часовой стрелки на 90

- градусов — клавиша **Пробел**.
 - Поворот 3D-тела по часовой стрелке на 90 градусов — сочетание клавиш **Shift** + **Пробел**.
 - Перенос 3D-тела с верхней стороны платы на нижнюю и наоборот (одновременно с переносом на слой 3D Top/Bottom) — клавиша **L**.
- 4) Подтвердить размещение 3D-объекта в нужной точке, нажав левую кнопку мыши.

После размещения 3D-объекта к курсору мыши автоматически привязывается следующий экземпляр той же 3D-модели. Чтобы завершить размещение экземпляров этой 3D-модели, необходимо нажать правую кнопку мыши или **Escape**.

Для включения и выключения отображения 3D-объектов в редакторе плат необходимо нажать сочетание клавиш **Shift** + **Z**, либо воспользоваться командой меню «Вид» → «Отображение 3D-тел».

П р и м е ч а н и е— При размещении 3D-объектов режим их отображения включается автоматически, даже если он был выключен ранее.

При размещении 3D-объекта происходит проверка на наличие зазора между ним и другими 3D-объектами на плате, а также на пересечение с самой платой согласно правилам проектирования (см. [Редактирование правил компоновки 3D-объектов](#)). При нарушении правила минимально допустимого зазора между размещаемым объектом и существующим объектом на плате (по умолчанию 0,2 мм), оба объекта подсвечиваются зеленым цветом (см. [рисунок 237](#)). Если размещаемый объект пересекает тело платы, то подсвечивается только сам объект.

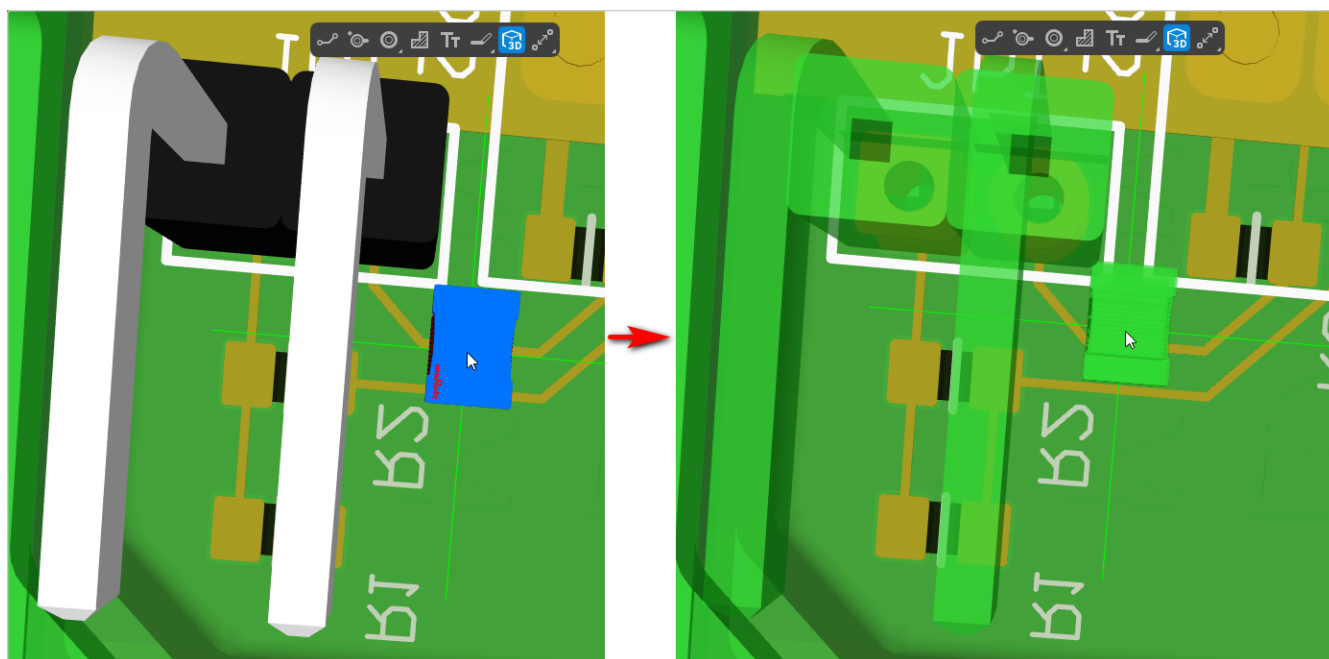
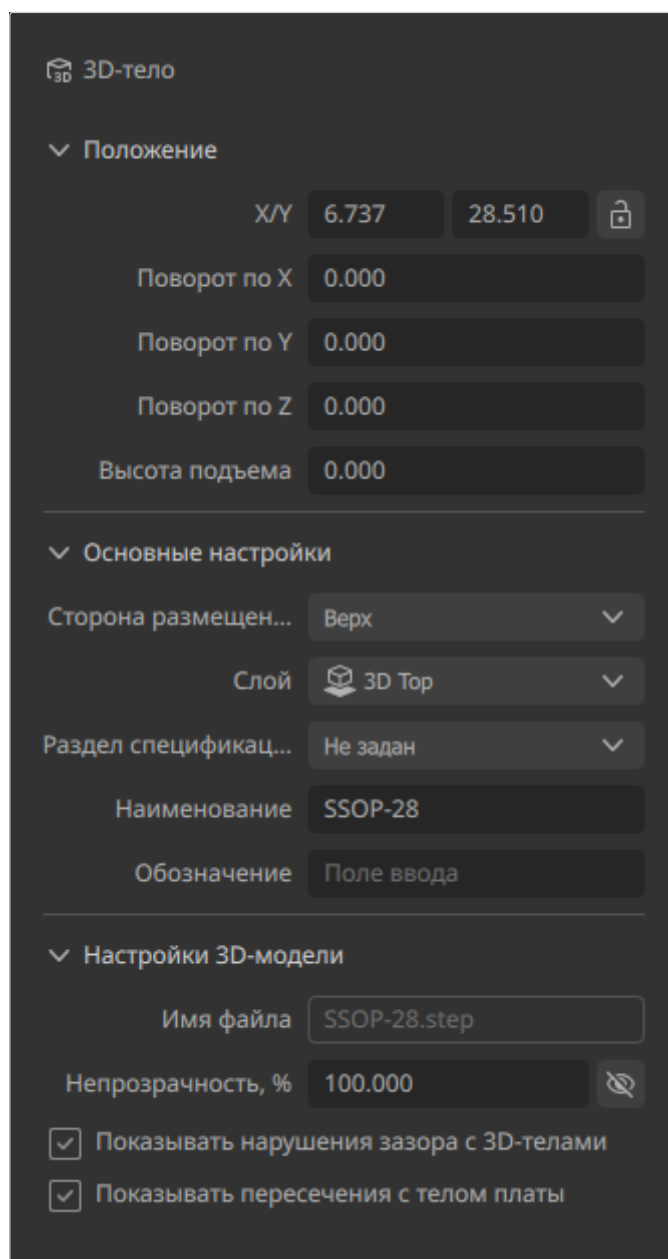


Рисунок 237. Нарушение правил зазоров

7.10.2. Изменение свойств 3D-объектов

При выделении размещенного на плате 3D-объекта доступно изменение его свойств на панели «Свойства» (см. [рисунок 238](#)):



The image shows a dark-themed software interface for editing 3D object properties. At the top, there is a title bar with a 3D icon and the text '3D-тело'. Below this, the properties are organized into three expandable sections: 'Положение' (Position), 'Основные настройки' (Basic settings), and 'Настройки 3D-модели' (3D model settings). The 'Положение' section includes input fields for X/Y coordinates (6.737, 28.510), rotation angles around X, Y, and Z axes (all 0.000), and a height offset (0.000). A lock icon is present next to the X/Y coordinates. The 'Основные настройки' section contains dropdown menus for 'Сторона размещен...' (Side of placement) set to 'Верх' (Top), 'Слой' (Layer) set to '3D Top', and 'Раздел спецификац...' (Specification section) set to 'Не задан' (Not specified). It also has text input fields for 'Наименование' (Name) set to 'SSOP-28' and 'Обозначение' (Designation) set to 'Поле ввода' (Input field). The 'Настройки 3D-модели' section includes a file name input field set to 'SSOP-28.step', a transparency percentage input field set to '100.000' with a visibility icon, and two checked checkboxes: 'Показывать нарушения зазора с 3D-телами' (Show clearance violations with 3D bodies) and 'Показывать пересечения с телом платы' (Show intersections with the board body).

Рисунок 238. Свойства 3D-объекта

- «X/Y» — координаты 3D-тела.
- Кнопка  — фиксирует положение 3D-тела, не позволяя его перемещать на плате.
- «Поворот по X/Y/Z» — угол поворота 3D-тела относительно оси X/Y/Z соответственно.
- «Высота подъема» — смещение 3D-тела по оси Z относительно начальной точки. Допустимы отрицательные значения.
- «Сторона размещения» — сторона платы, на которой размещен 3D-объект.
- «Слой» — слой расположения 3D-объекта. Доступны слои 3D Top и 3D Bottom, а также механические слои.

- «Раздел спецификации» — выпадающий список с выбором разделов.
- «Наименование» — произвольное наименование 3D-объекта для удобства поиска. По умолчанию присваивается имя STEP-файла, из которого был импортирован 3D-объект.
- «Обозначение» — редактируемое поле с обозначением 3D-тела.
- «Имя файла» — имя оригинального STEP-файла, из которого была импортирована данная 3D-модель.
- «Непрозрачность, %» — степень непрозрачности 3D-тела, позволяющая видеть объекты, расположенные под ним.
- Кнопка  — включение/отключение отображения тела.
- «Показывать нарушения зазора с 3D-телами» — при включенном параметре выбранное 3D-тело проходит проверку на наличие зазоров между ним и другими 3D-телами согласно правилам проектирования (см. [Редактирование правил компоновки 3D-объектов](#)).
- «Показывать пересечения с телом платы» — при включенном параметре 3D-тело будет подсвечиваться при пересечении им тела платы.

7.11. Экспорт в файлы

7.11.1. Создание Gerber-файлов и файлов сверловки

В Программе предусмотрен экспорт слоев в Gerber-файлы и формирование файла сверловки *NC Drill*. Для формирования файлов данных типов необходимо:

- 1) Перейти в редактор плат.
- 2) Вызвать команду меню «Файл» → «Файлы для производства» → «Gerbers и NC Drill» (см. [рисунок 239](#)).

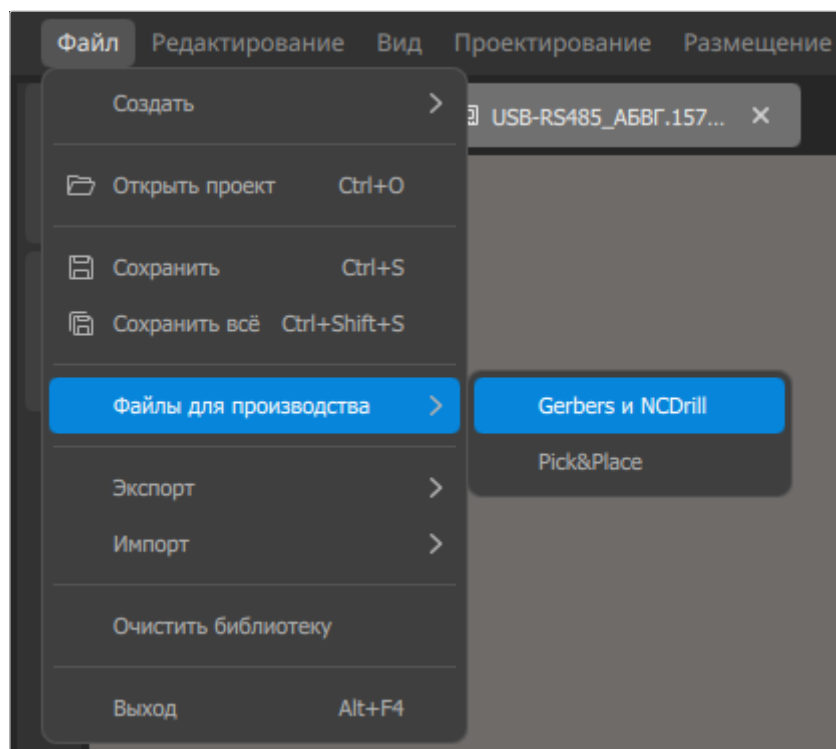


Рисунок 239. Меню «Файл» → «Файлы для производства»

Отобразится дополнительное окно «Настройки вывода файлов для производства» (см. [рисунок 240](#)), где можно задать следующие параметры экспортируемых файлов:

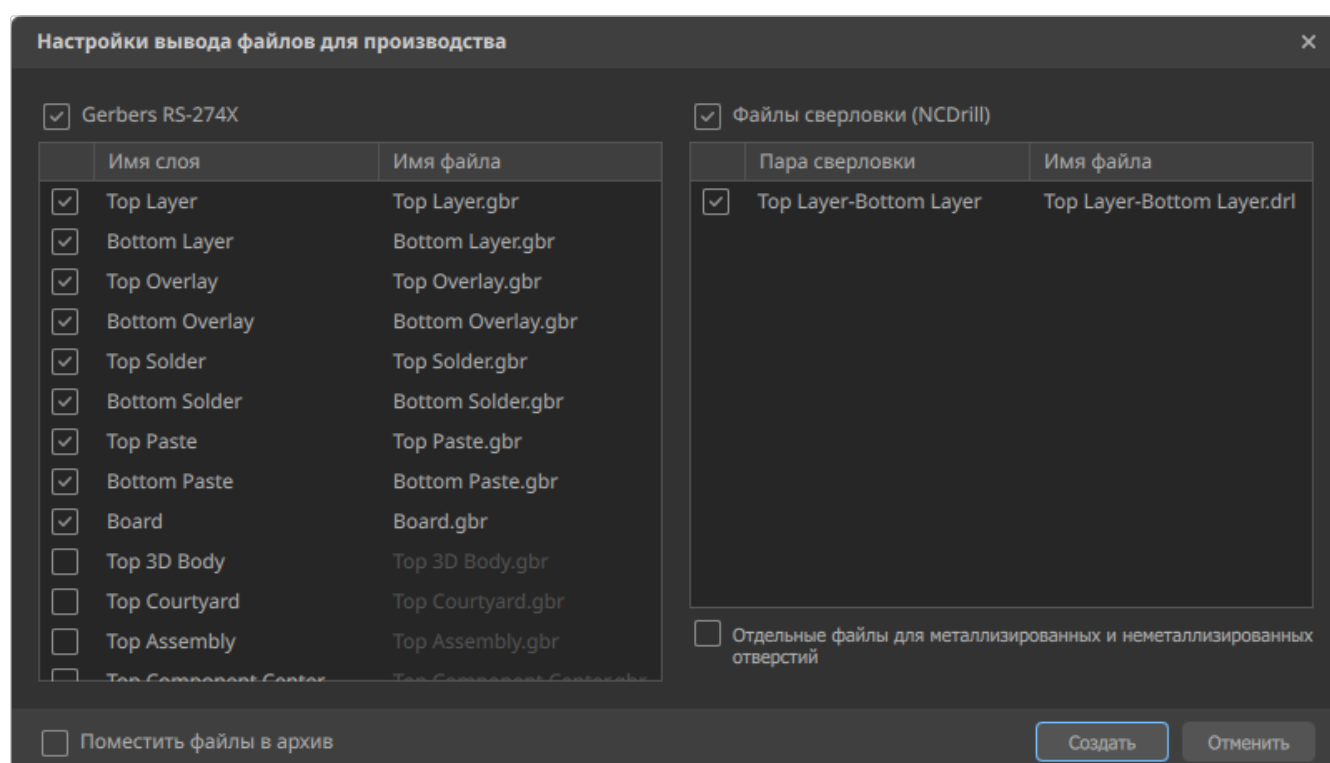


Рисунок 240. Окно «Настройки вывода файлов для производства»

- «Gerbers RS-274X» — включает экспорт Gerber-файлов слоев.
- При активном параметре в таблице снизу можно выбрать слои, подлежащие экспорту. Напротив каждого слоя указано название файла, в который он будет экспортирован.

- «Файлы сверловки (NC Drill)» — включает экспорт файлов сверловки.
 - При активном параметре в таблице снизу можно выбрать пары сверловки, подлежащие экспорту. Напротив каждой пары указано название файла, в который она будет экспортирована.
- «Отдельные файлы для металлизированных и неметаллизированных отверстий» — при активном параметре каждая пара сверловки будет разделена на два отдельных файла: *Plated* для металлизированных отверстий и *Non-Plated* для неметаллизированных.
- Параметр «В архив» в области «Поместить файлы» — экспортируемые файлы будут упакованы в ZIP-архив с именем проекта.

При нажатии на кнопку «Создать» открывается окно, в котором необходимо указать директорию сохранения выбранных файлов. В указанной директории будет создана папка **Gerbers**, содержащая файл выбранного формата с именем **<Наименование изделия>_<Обозначение изделия>**.

7.11.2. Создание файла Pick&Place для станка-расстановщика компонентов

Для формирования файла *Pick&Place* необходимо:

- 1) Перейти в редактор плат.
- 2) Вызвать команду меню «Файл» → «Файлы для производства» → «*Pick&Place*» (см. [рисунок 241](#)).

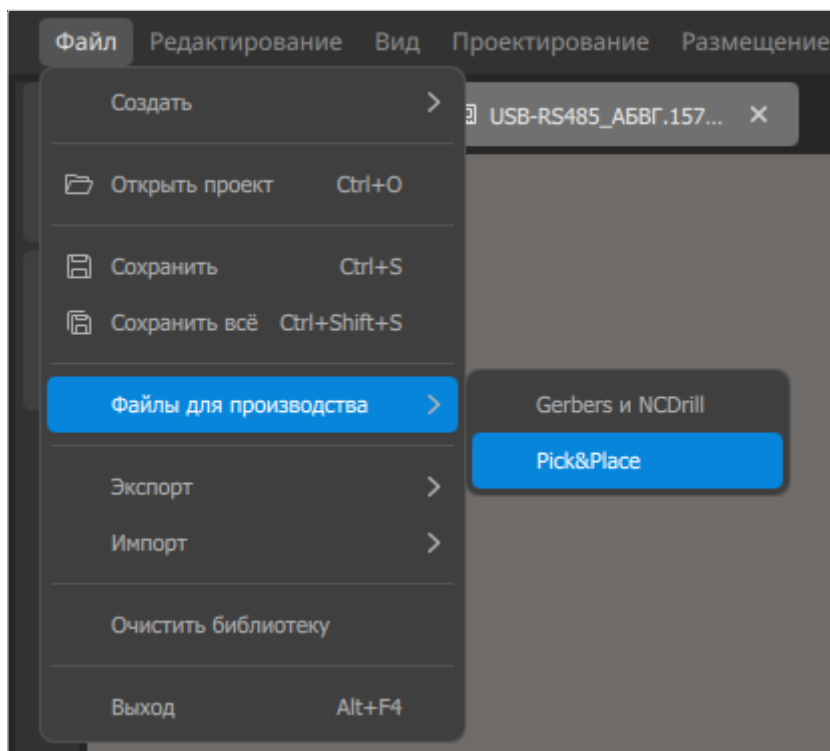


Рисунок 241. Меню «Файл» → «Файлы для производства»

Отобразится дополнительное окно «Настройки вывода в файл *Pick&Place*»

(см. [рисунок 242](#)), где представлена таблица со списком компонентов, которые будут экспортированы в файл, а также следующие настраиваемые параметры:

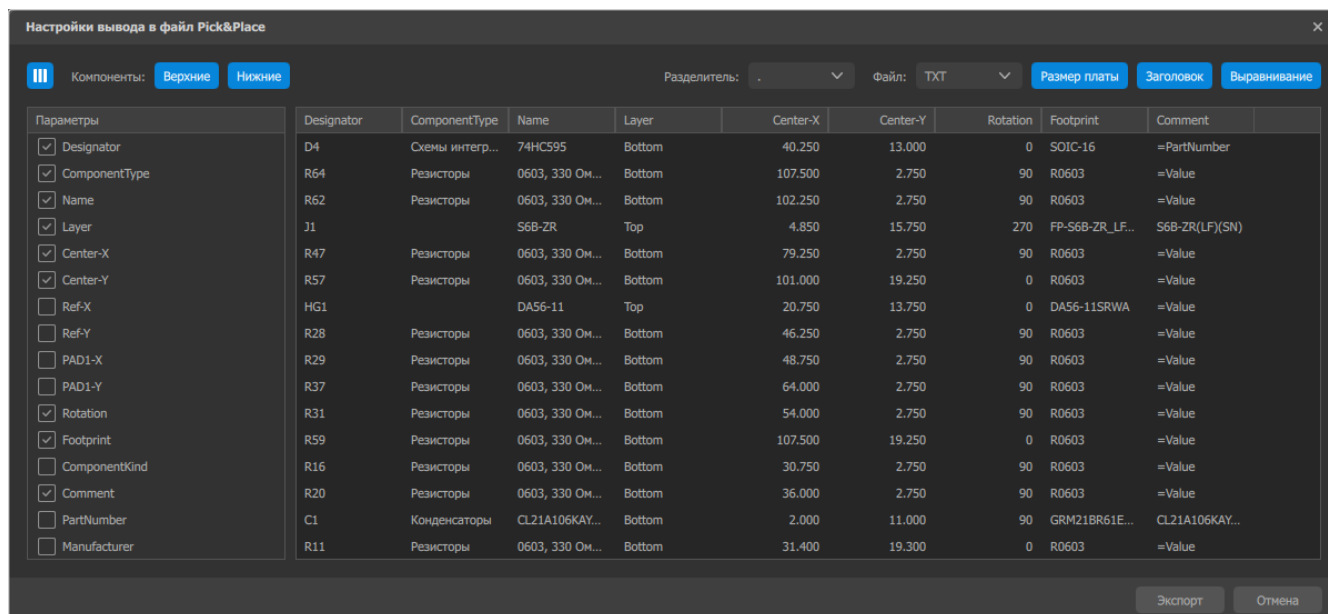


Рисунок 242. Окно «Настройки вывода в файл Pick&Place»

- В области «Параметры» в левой части окна можно отметить параметры элементов схемы, которые будут отражены в экспортируемом файле. При этом выключение параметра также скрывает его из таблицы в правой части окна.
- Кнопка — позволяет включить или выключить отображение области «Параметры».
- Область «Компоненты» — кнопки «Верхние» и «Нижние» позволяют исключить из экспортируемого файла компоненты, расположенные на верхнем или нижнем слое соответственно.
- «Разделитель» — позволяет выбрать символ, разделяющий целую и дробную часть в числовых значениях.
- «Файл» — позволяет выбрать формат экспортируемого файла: TXT или CSV.
- Кнопки «Размер платы» и «Заголовок» — позволяют исключить из экспортируемого файла размер платы и заголовки столбцов.
- Кнопка «Выравнивание» — применяет выравнивание к значениям в экспортируемом файле по столбцам.

По нажатию на кнопку «Экспорт» откроется окно, в котором необходимо указать директорию сохранения файла. В указанной директории будет создана папка **PnP**, содержащая файл выбранного формата с именем **<Наименование изделия>_<Обозначение изделия>**.

7.11.3. Экспорт модели в STEP-формат

Программа позволяет экспортировать модель печатного узла в нейтральный формат обмена данными STEP. Модель может быть экспортирована как сборочная

единица, где каждый компонент и сама плата представляют собой отдельные детали. Также может быть произведен экспорт единой модели, в которой компоненты и плата представляют собой одну многотельную деталь.

Для формирования файлов необходимо:

- 1) Перейти в редактор плат.
- 2) Вызвать команду меню «Файл» → «Экспорт» → «STEP 3D» для экспорта модели (см. [рисунок 243](#)) как сборочной единицы или «Файл» → «Экспорт» → «STEP 3D единая модель» для экспорта модели как многотельной детали.

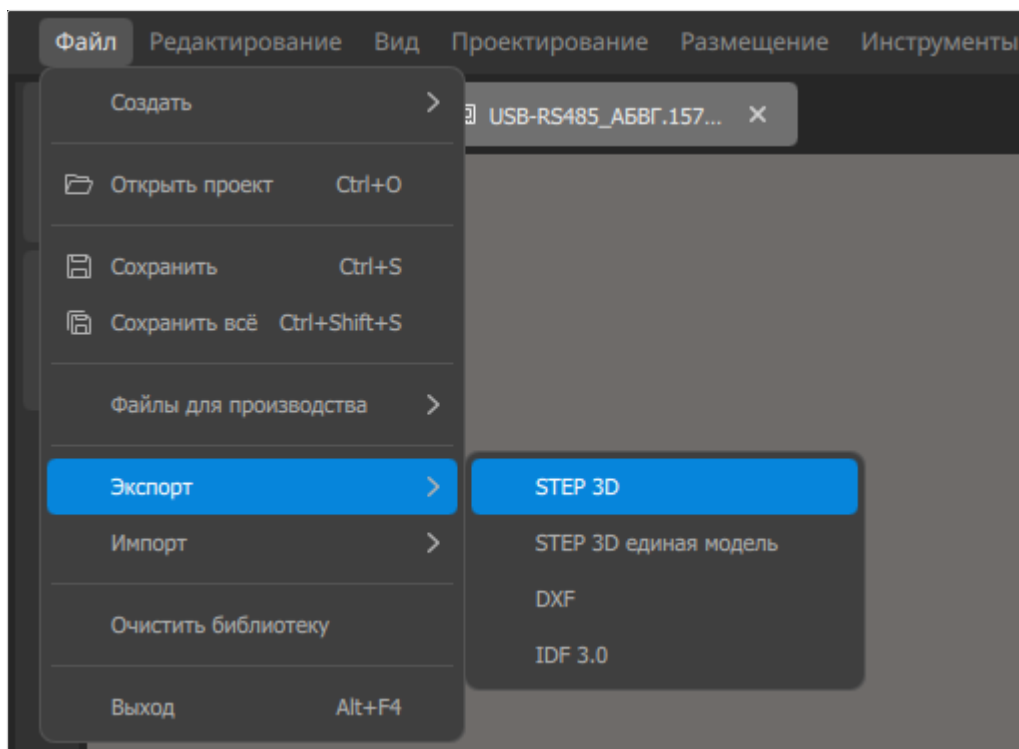


Рисунок 243. Меню «Файл» → «Экспорт»

- 3) В открывшемся окне указать директорию сохранения файла выбранного формата. В указанной директории будет создана папка **STEP**, содержащая файл с расширением **.step**.

По окончании создания файла выбранного формата отобразится окно подтверждения (см. [рисунок 244](#)).

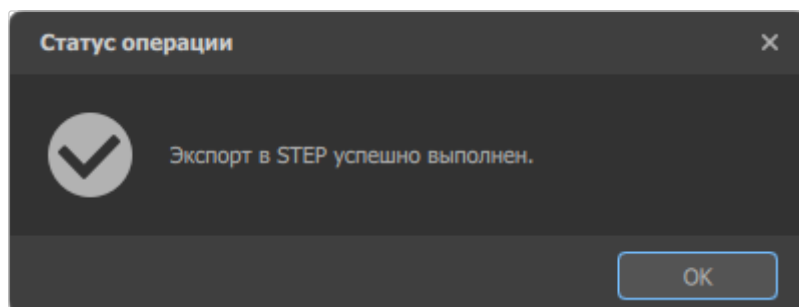


Рисунок 244. Подтверждение успешного экспорта в STEP-формат

7.11.4. Экспорт слоев платы в формат DXF

Программа позволяет экспортировать объекты платы по слоям в формат DXF, который впоследствии можно открыть в стороннем CAD-приложении. При этом сохраняются цвета слоев, их названия, а также привязка элементов к слоям.

Для экспорта в файл формата DXF необходимо:

- 1) Перейти в редактор плат.
- 2) Вызвать команду меню «Файл» → «Экспорт» → «DXF» (см. [рисунок 245](#)).

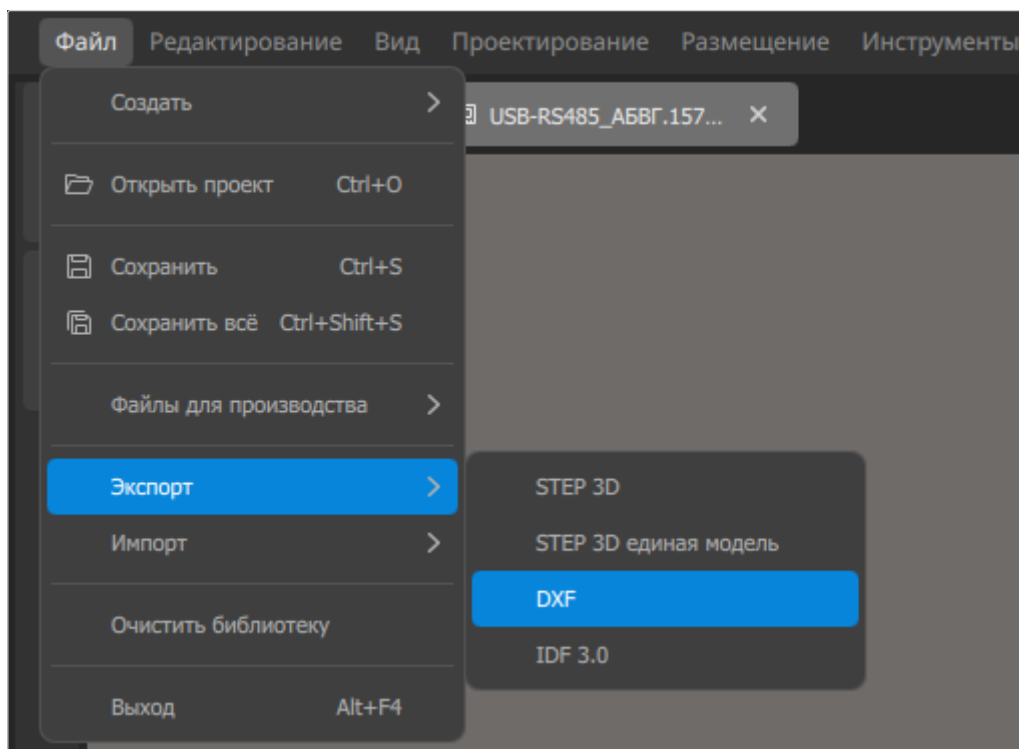


Рисунок 245. Меню «Файл» → «Экспорт»

Отобразится дополнительное окно «Настройки экспорта в DXF», где можно выбрать слои, подлежащие экспорту (см. [рисунок 246](#)).

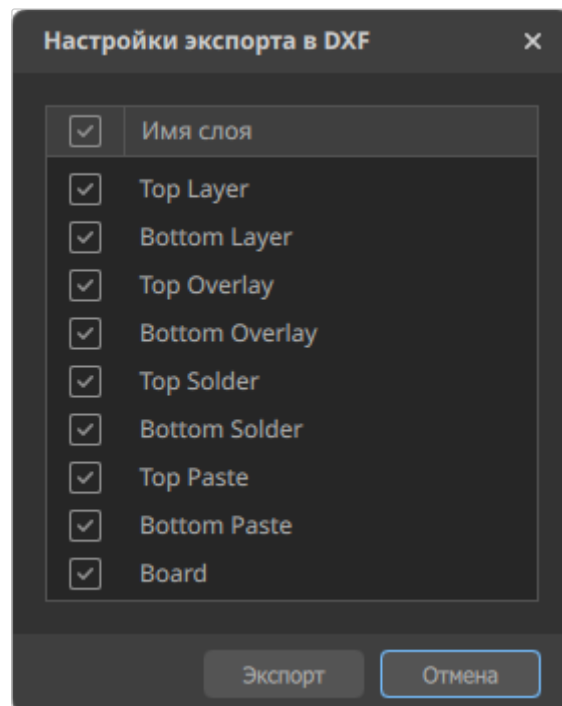


Рисунок 246. Окно «Настройка экспорта в DXF»

По нажатию на кнопку «Экспорт» отобразится окно выбора директории сохранения файла. В указанной директории будет создана папка **DXF**, содержащая файл с расширением **.dxf**.

По окончании создания файла отобразится окно подтверждения (см. [рисунок 247](#)).

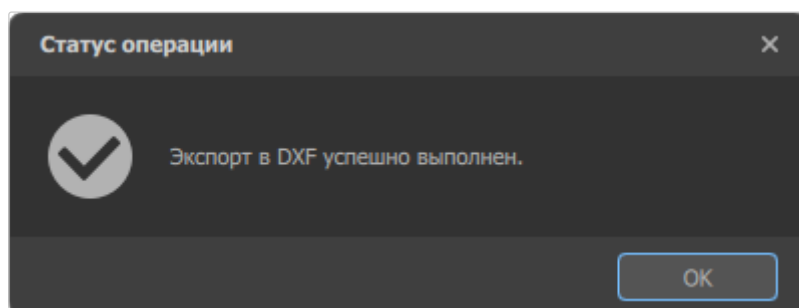


Рисунок 247. Подтверждение успешного экспорта в DXF-формат

7.11.5. Экспорт платы в формат IDF

Программа позволяет экспортировать печатную плату в формат IDF, который впоследствии можно открыть в стороннем CAD-приложении.

Для экспорта в файл IDF необходимо:

- 1) Перейти в редактор плат.
- 2) Вызвать команду меню «Файл» → «Экспорт» → «IDF 3.0» (см. [рисунок 248](#)).

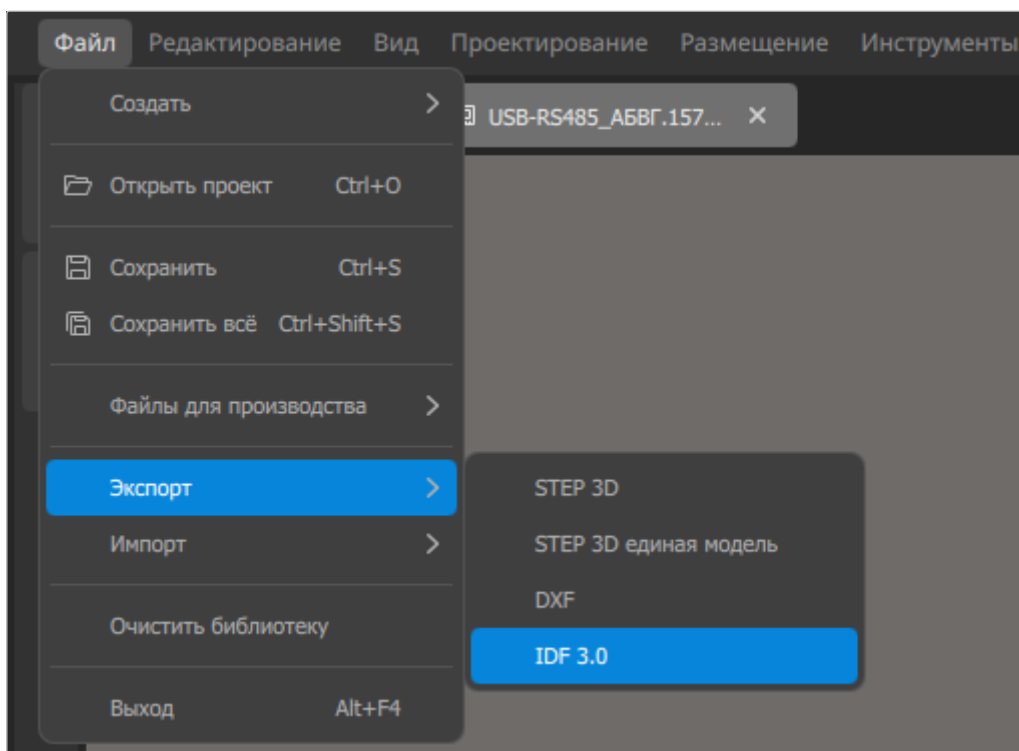


Рисунок 248. Меню «Файл» → «Экспорт»

Отобразится дополнительное окно «Настройки экспорта в IDF» (см. [рисунок 249](#)), где можно задать следующие параметры экспортируемых файлов:

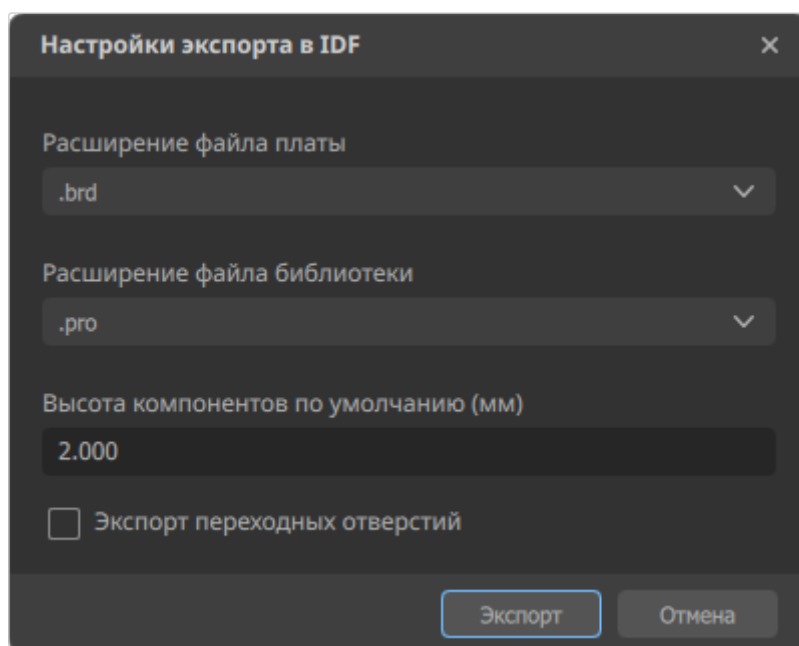


Рисунок 249. Окно «Настройки экспорта в IDF»

- «Расширение файла платы» — выбор формата файла, содержащего информацию о печатной плате, ее контуре и переходных отверстиях (если включен соответствующий параметр ниже). Возможные значения: **.brd** и **.emn**.
- «Расширение файла библиотеки» — выбор формата файла, содержащего информацию о компонентах, их высоте и координатах их контуров. Возможные значения: **.pro**, **.lib** и **.emp**.

- «Высота компонентов по умолчанию» — высота, присваиваемая компонентам, которым не назначена STEP-модель.
- «Экспорт переходных отверстий» — при включении данного параметра информация о переходных отверстиях также будет содержаться в итоговом файле BRD или EMN.

По нажатию на кнопку «Экспорт» откроется окно, в котором необходимо указать директорию сохранения файлов. В указанной директории будет создана папка **IDF**, содержащая файлы выбранных форматов.

Приложение А: Техническая поддержка

При возникновении вопросов, на которые не удалось найти ответ в документации, рекомендуем обратиться в службу технической поддержки.

Контакты службы технической поддержки:

- E-mail: cad_support@manufactory.digital
- Телефон: 8 (800) 350-78-82

Приложение В: Перечень принятых сокращений, терминов и определений

АРМ — автоматизированное рабочее место

БД — база данных

ГОСТ — государственный стандарт

ЕСКД — единая система конструкторской документации

КД — конструкторская документация

КП — контактная площадка

ЛГС — линия групповой связи (шина)

ОС — операционная система

ПК — персональный компьютер

ПМ — посадочное место

ПО — программное обеспечение

ПП — печатная плата

ПУ — печатный узел

САПР — система автоматизированного проектирования

УГО — условное графическое обозначение

ЭВМ — электронно-вычислительная машина

EDA — Electronic Design Automation

STEP — Standard for the Exchange of Product Model Data

Клиент — экземпляр Программы, установленный на АРМ, подключающийся к серверу Программы и запрашивающий информацию.

Сервер — специализированная часть Программы, управляющая запросами клиентов Программы к серверу баз данных.

Приложение С: Горячие клавиши

Таблица 3. Общие горячие клавиши

Сочетание клавиш	Описание
F1	Вызов справки
Ctrl + O	Открыть существующий проект
Ctrl + S	Сохранить текущий документ
Ctrl + C	Копировать выделенные элементы в буфер обмена
Ctrl + V	Вставить данные из буфера обмена
Ctrl + Z	Отменить последнее действие
Ctrl + Y	Повторить отмененное действие
Delete	Удалить один или несколько выбранных элементов

Таблица 4. Горячие клавиши в редакторе схем

Сочетание клавиш	Описание
Левая кнопка мыши	- Выделить объект - Снять выделение (при щелчке по пустой области) - Закрепить сегмент цепи - Подтвердить размещение компонента
Правая кнопка мыши	Завершить работу текущей команды
Зажатая Левая кнопка мыши на объекте + Перемещение мыши	Перемещение объектов
Вверх, Вниз, Влево, Вправо	Перемещение объектов в соответствии с шагом сетки
Ctrl + W	Включить режим создания цепей
Пробел	- Повернуть УГО против часовой стрелки - Сменить направление построения цепи/сегмента трассировки
Shift + Пробел	- Повернуть УГО по часовой стрелке - Переключить стиль угла между сегментами цепи
X	Отразить вдоль оси X
Backspace	Отменить закрепление сегмента цепи
Ctrl + Левая кнопка мыши	Выделить все одноименные цепи
Shift + Левая кнопка мыши	Добавить или исключить объект из выделения
Ctrl + A	Выделить все объекты в соответствии с фильтрами выделения
Shift + Ctrl + X	Режим выделения соответствующих посадочных мест в редакторе плат при переключении

Сочетание клавиш	Описание
Зажатая Левая кнопка мыши на свободной области + Перемещение мыши вправо	Выделение синей рамкой полностью очерченных объектов
Зажатая Левая кнопка мыши на свободной области + Перемещение мыши влево	Выделение зеленой рамкой объектов, которые очерчены или касаются рамки выделения
Shift + выделение синей рамкой	Добавление или исключение очерченных объектов из выделения
Shift + выделение зеленой рамкой	Добавление или исключение из выделения объектов, которые очерчены или касаются рамки выделения
G	Изменить шаг сетки
Home	Вписать рабочий лист в экран
Ctrl + Page Down	Вписать все объекты в экран
Колесо мыши	Вертикальная прокрутка рабочей области
Shift + Колесо мыши	Горизонтальная прокрутка рабочей области
Зажатая Правая кнопка мыши + Перемещение мыши	Панорамирование рабочей области
Ctrl + Колесо мыши	Приближение/отдаление отображения рабочей области
Зажатое Колесо мыши + Перемещение мыши	Приближение/отдаление отображения рабочей области

Таблица 5. Горячие клавиши в редакторе плат

Сочетание клавиш	Описание
Левая кнопка мыши	- Выделить объект - Снять выделение (при щелчке по пустой области) - Закрепить сегмент цепи
Правая кнопка мыши	- Завершить построение участка проводника - Завершить работу текущей команды
Ctrl + W	Включить режим интерактивной трассировки
Пробел	- Повернуть объект против часовой стрелки на 90 градусов - Сменить направление построения цепи/сегмента трассировки
Ctrl + Пробел	Повернуть объект против часовой стрелки на 45 градусов
Shift + Пробел	- Повернуть объект по часовой стрелке на 90 градусов - Переключить стиль угла между сегментами цепи
Ctrl + Shift + Пробел	Повернуть объект по часовой стрелке на 45 градусов
X	Отразить объект вдоль оси X
Backspace	Отменить закрепление сегмента проводника

Сочетание клавиш	Описание
2	В режиме интерактивной трассировки: разместить переходное отверстие без смены активного слоя
Зажатая Левая кнопка мыши на объекте + Перемещение мыши	Перемещение объектов
M	Перемещение выделенных объектов с базовой точкой
W	Изменение ширины сегментов трека при трассировке
Shift + E	Режим привязки к базовым точкам объектов
→ и ←	Переключение на следующий и предыдущий слой при трассировке
L	Смена активного слоя
Shift + S	Переход в режим одного слоя и обратно
Ctrl + F	Переключение зеркального режима отображения
Tab	Выделить связанные сегменты на активном слое
Tab x2	Выделить связанные примитивы и сегменты на всех слоях
Shift + Левая кнопка мыши	Добавить или исключить объект из выделения
Ctrl + A	Выделить все объекты в соответствии с фильтрами выделения
Ctrl + L	Вписать выделенные объекты в прямоугольник
Ctrl + Shift + X	Режим выделения соответствующих компонентов в редакторе схем при переключении
Ctrl + Shift + L	Выровнять выделенные ПМ по самому левому
Ctrl + Shift + R	Выровнять выделенные ПМ по самому правому
Ctrl + Shift + T	Выровнять выделенные ПМ по самому верхнему
Ctrl + Shift + B	Выровнять выделенные ПМ по самому нижнему
Зажатая Левая кнопка мыши на свободной области + Перемещение мыши вправо	Выделение синей рамкой полностью очерченных объектов
Зажатая Левая кнопка мыши на свободной области + Перемещение мыши влево	Выделение зеленой рамкой объектов, которые очерчены или касаются рамки выделения
Shift + выделение синей рамкой	Добавление или исключение очерченных объектов из выделения
Shift + выделение зеленой рамкой	Добавление или исключение из выделения объектов, которые очерчены или касаются рамки выделения
2	Вне режима интерактивной трассировки: перейти в 2D-режим отображения платы
3	Перейти в 3D-режим отображения платы

Сочетание клавиш	Описание
Shift + Правая кнопка мыши + Перемещение мыши	Вращение модели в 3D-режиме
Shift + Z	Переключение отображения тел
G	Изменить шаг сетки
Home	Вписать область платы в экран
Ctrl + Page Down	Вписать все объекты в экран
Зажатая Правая кнопка мыши + Перемещение мыши	Панорамирование рабочей области
Ctrl + Колесо мыши	Приближение/отдаление отображения рабочей области
Зажатое Колесо мыши + Перемещение мыши	Приближение/отдаление отображения рабочей области
Колесо мыши	Вертикальная прокрутка рабочей области
Shift + Колесо мыши	Горизонтальная прокрутка рабочей области