

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 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 треков, 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](#)).

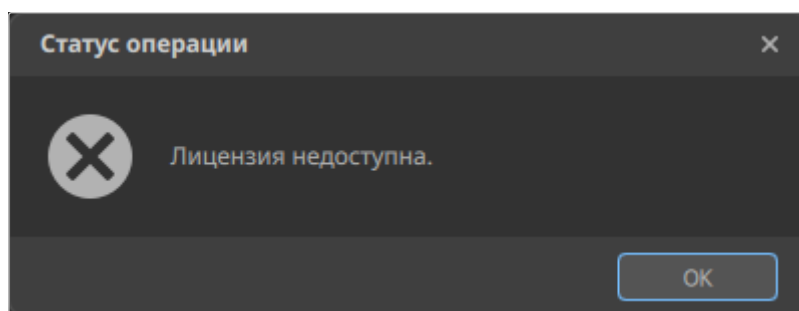


Рисунок 1. Сообщение об ошибке подключения к серверу лицензии

3.2. Графический интерфейс

Главное окно Программы представлено на следующем рисунке.

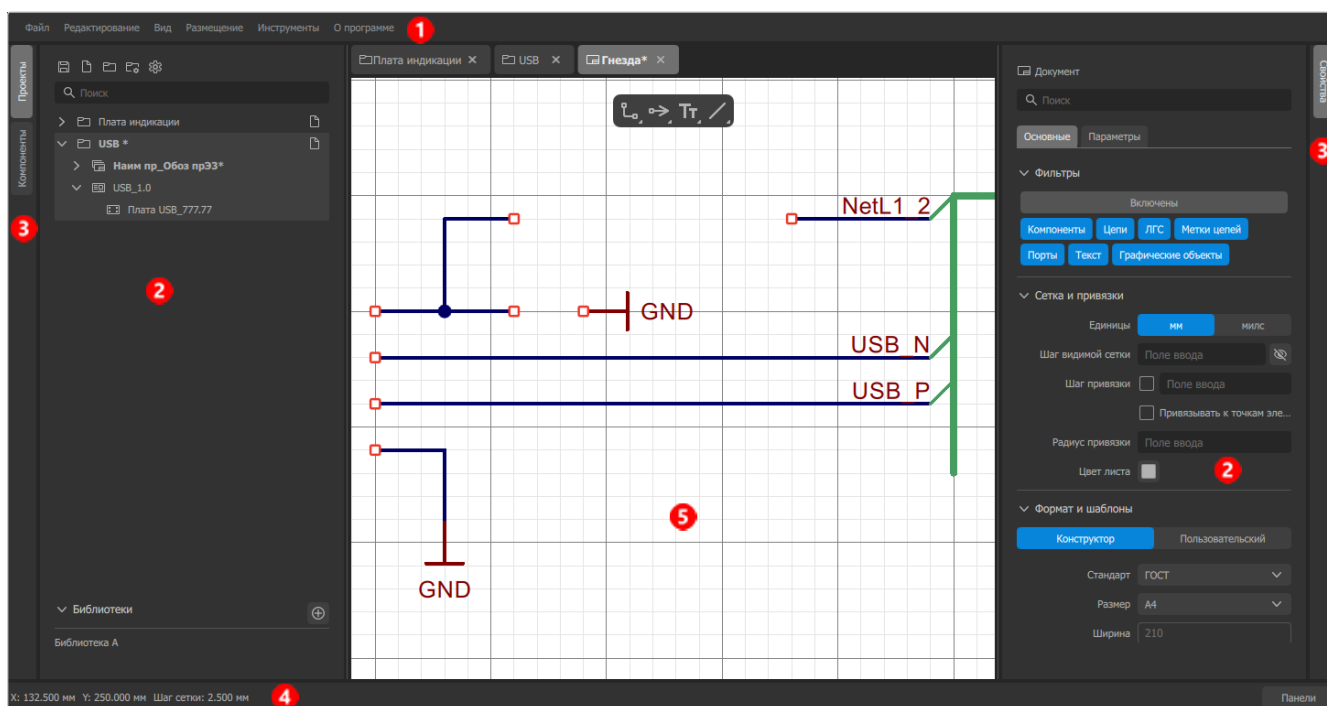


Рисунок 2. Главное окно программы

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» — позволяет открыть проект из файла;
- «Сохранить» — предназначена для сохранения проекта на диск;
- «Сохранить все» — предназначена для одновременного сохранения всех открытых документов;
- «Импорт» — содержит дополнительный пункт «Библиотека Altium Designer», предназначенный для импорта в проект данных из файлов типа IntLib и SchLib, созданных в EDA-системе Altium Designer;
- «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](#).

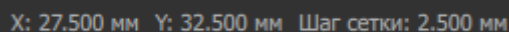
При работе в редакторе схем в меню «Файл» отображается дополнительный пункт «Печать», предназначенный для печати листов открытого документа в файлы формата PDF.

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 u NC Drill* — Gerber-файлы слоев и файл сверловки *NC Drill*;

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.



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

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.

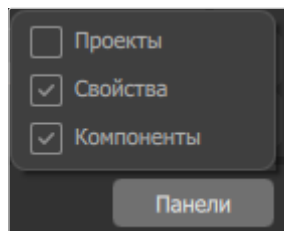



Рисунок 4. Кнопка управления видимостью панелей

3.5.1. Панель «Проекты»

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

Загруженные проекты и файлы, 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.

В нижней части панели отображаются библиотеки, подключенные к проекту.

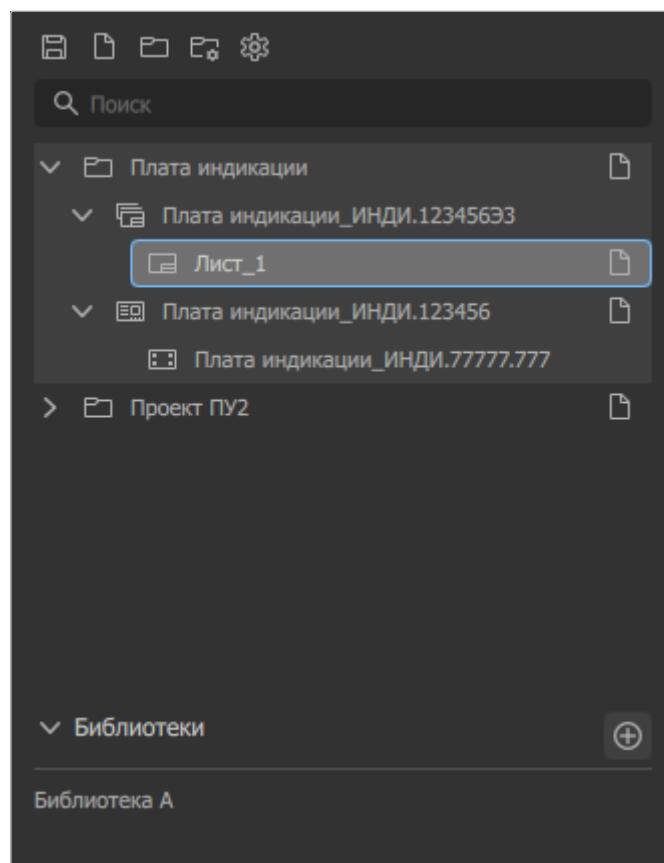


Рисунок 5. Панель «Проекты»

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.

Поиск

Основные

Параметры

Фильтры

Включены

Компоненты

Цепи

ЛГС

Метки цепей

Порты

Текст

Графические объекты

Сетка и привязки

Единицы

мм

милс

Шаг видимой сетки

Поле ввода

Шаг привязки

☐

Поле ввода

☐

Привязывать к точкам электрических...

Радиус привязки

Поле ввода

Цвет листа

☐

Формат и шаблоны

Конструктор

Пользовательский

Стандарт

ГОСТ

Формат

A2

Ширина

594

Высота

420

Ориентация

☐

☒

Кратность

x1

Форма

Форма 1

Оформление

Настроить

☐

Показывать границы листа

☐

Показывать зоны

Верт.

Поле ввода

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

Поиск

ОбщиеВыводы

Положение

(X/Y)107.50362.50

Угол поворота180°

Зеркальность

Свойства

Поз. обозначениеC1

Наименование=Value

ОписаниеПоле ввода

Тип компонентаСтандартный

Раздел спецификацииПрочие изделия

Имя в ЭКБGRM21MR72A474KA35D

Библиотека-источникБиблиотека ЭКБ

ПараметрыМодели











	Имя	Значение
 	Comment	=Value
 	Value	0.47 мк
 	PartNumber	GRM21MR72A474...
 	Manufacturer	Murata
 	Tolerance	±10%

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.

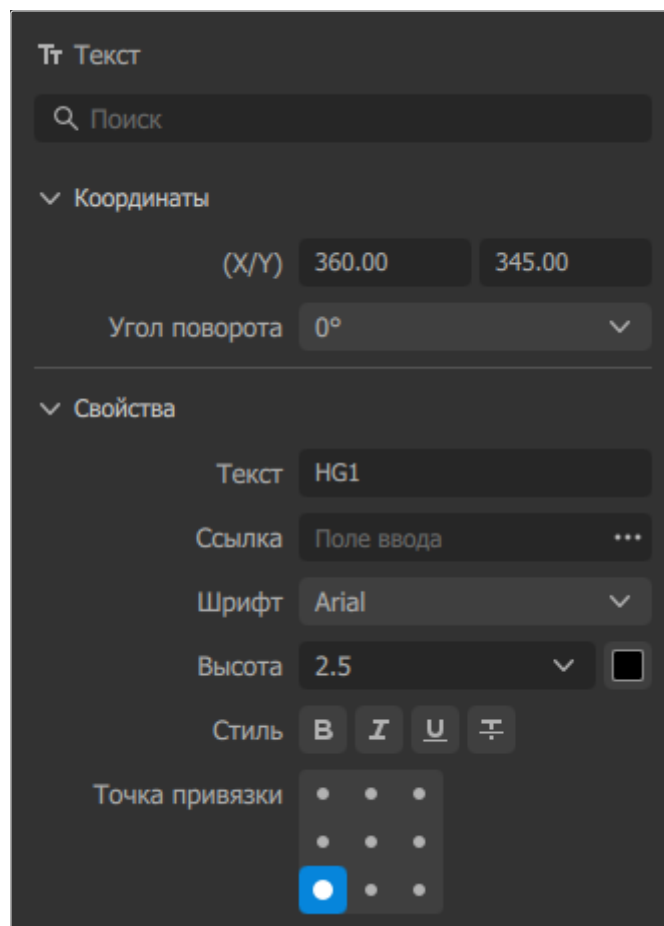


Рисунок 8. Панель «Свойства» для текста на листе

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.

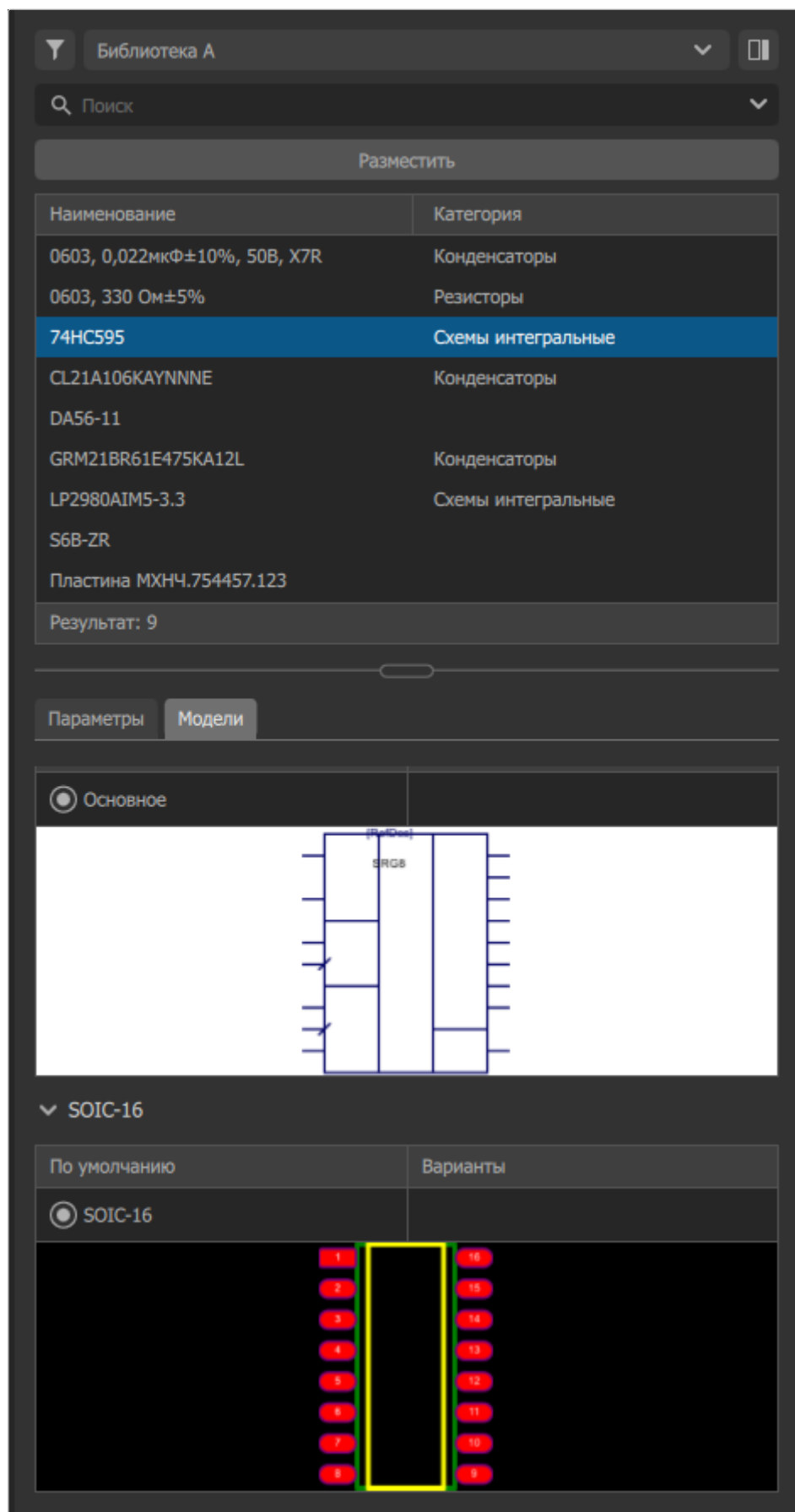


Рисунок 9. Панель «Компоненты»

4. Управление проектами

4.1. Создание проекта

Для создания нового проекта необходимо в меню «Файл» выбрать команду «Создать» и в ее дополнительном меню команду «Проект».

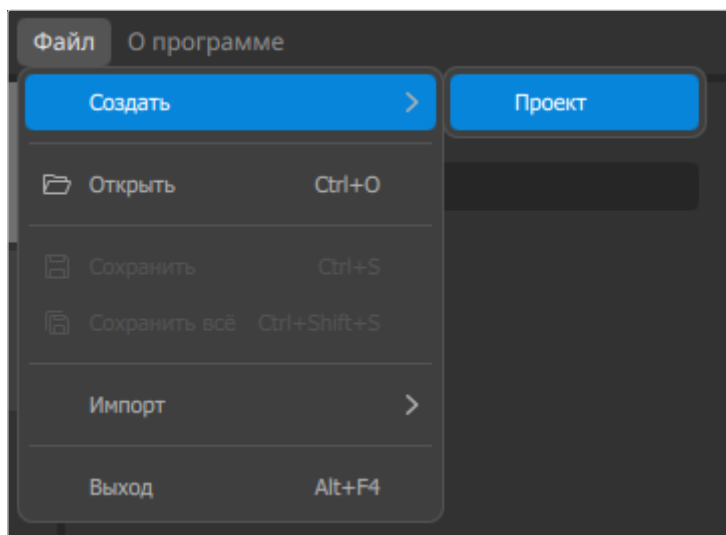


Рисунок 10. Команда создания нового проекта

На панели «Проекты» будет создан новый проект, а в рабочей области откроется вкладка идентификационной карты проекта.

По умолчанию проекту присваивается имя «Проект ПУ».

Project PU x

Project +

Общие

Имя проекта: Проект ПУ

Наименование изделия: Наименование изделия

Обозначение изделия: Обозначение изделия

Перв. применяемость: Поле ввода

Литера: Поле ввода

Автор: Разработал

Место хранения проектных данных

Исполнения

Права доступа

Настройки

История изменений

Схемы именования проектных данных

Рисунок 11. 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» 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);
- «Литера» — указать реквизит конструкторского документа (комплекта конструкторских документов) на изделие, соответствующий стадии его разработки;

— «Автор» — ввести фамилию разработчика, которая будет использоваться при заполнении основной надписи чертежа схемы, атрибутивного состава печатного узла.

Проект | Схема | +

▼ Общие

Имя проекта: Плата индикации

Наименование изделия: Плата индикации

Обозначение изделия: ИНДИ.123456.789

Перв. применяемость: ИНДИ.123123.700

Литера: O1

Автор: Иванов

▼ Место хранения проектных данных

▼ Исполнения

▼ Права доступа

> Настройки

▼ История изменений

▼ Схемы именования проектных данных

Сохранить

Рисунок 12. Заполненная идентификационная карта проекта

В раскрываемой области «Место хранения данных» можно просмотреть папки, в которые будут сохранены файл проекта, его резервные копии, а также все экспортируемые файлы (см. [рисунок 13](#)).

▼ Место хранения проектных данных

Проект: /Projects/Плата индикации/Плата индикации.prj

Резервные копии: /Projects/Плата индикации/Recovery

Рисунок 13. Область «Место хранения данных»

По умолчанию устанавливается путь <папка Программы> → Projects → <папка с названием проекта>, но впоследствии файл проекта можно

перенести в любое удобное место. В таком случае папка **Recovery** для хранения резервных копий проекта, как и все необходимые подпапки для экспортируемых файлов, будут созданы в той папке, в которую был перенесен файл проекта.

По завершению редактирования нажать на кнопку «Сохранить».

Примечание — Поля, значение в которых было изменено, но не было сохранено, помечаются значком «*», а само значение в них выделено жирным курсивом.

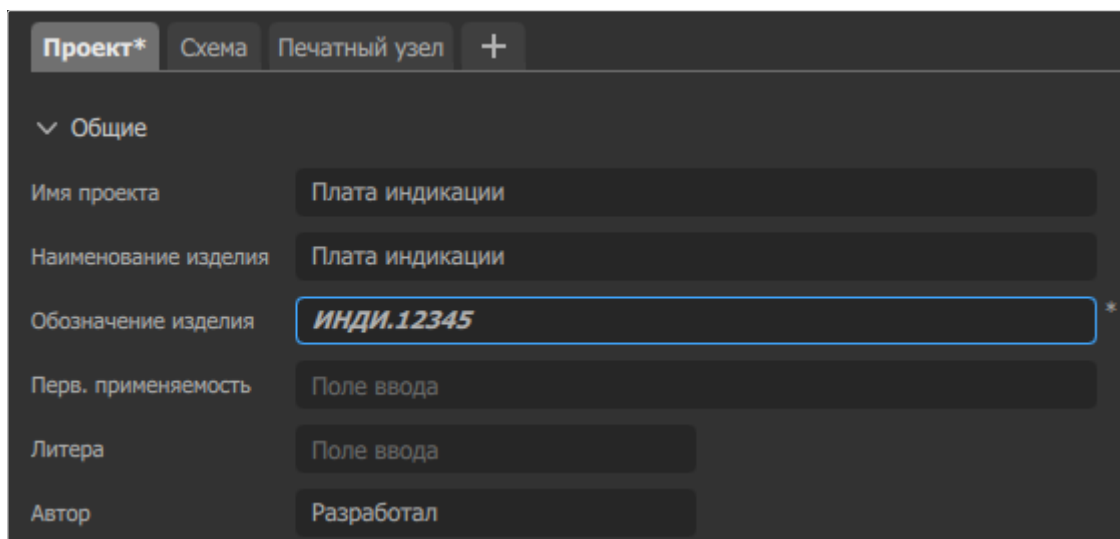


Рисунок 14. Поле, содержащее несохраненные изменения

4.2. 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.

4.2.1. 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».

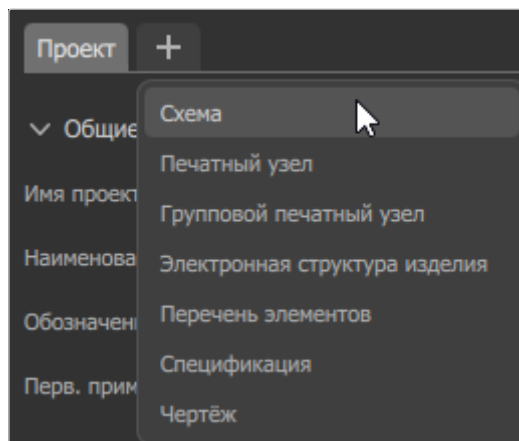


Рисунок 15. Команда создания нового документа

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 16](#)).

Рисунок 16. Поле, содержащее несохраненные изменения

Также на вкладке «Схема» 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 «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 17](#)), в котором:

Настройки импорта

Имя листа
Лист_2

Размер
По источнику Задать

Формат
A4

Ширина Высота
210 297

Ориентация
☒ ☐

Кратность
x1

Форма
Форма 2а

☐ Импорт графики основной надписи
☐ Импорт пользовательских параметров листа

Импорт Отмена

Рисунок 17. 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.

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 18. Заполненная карта схемы

4.2.2. 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».

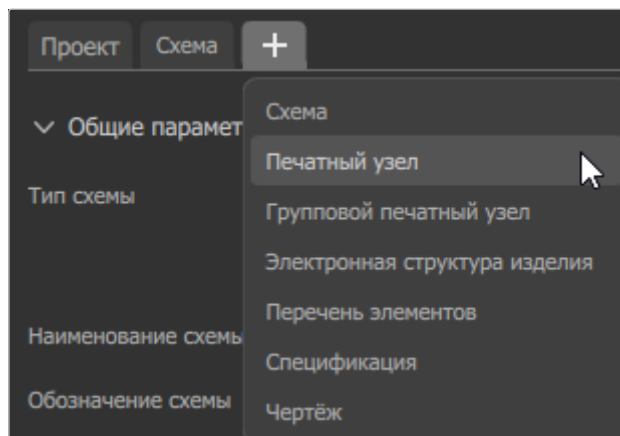


Рисунок 19. Команда создания нового печатного узла

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».

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.

Параметр	Значение	Заполнять автоматически
Наименование ПУ	Плата индикации	<input checked="" type="checkbox"/>
Обозначение ПУ	ИНДИ.123456.789	<input checked="" type="checkbox"/>
Перв. применяемость	ИНДИ.123123.700	<input checked="" type="checkbox"/>
Разработал	Иванов	<input checked="" type="checkbox"/>
Печатная плата		
Наименование ПП	Плата печатная	<input checked="" type="checkbox"/>
Обозначение ПП	ИНДИ.123456.701	<input checked="" type="checkbox"/>
Перв. применяемость	ИНДИ.123456.789	<input checked="" type="checkbox"/>
Разработал	Иванов	<input checked="" type="checkbox"/>

Рисунок 20. Заполненная карта печатного узла

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

4.2.3. 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 21](#)).

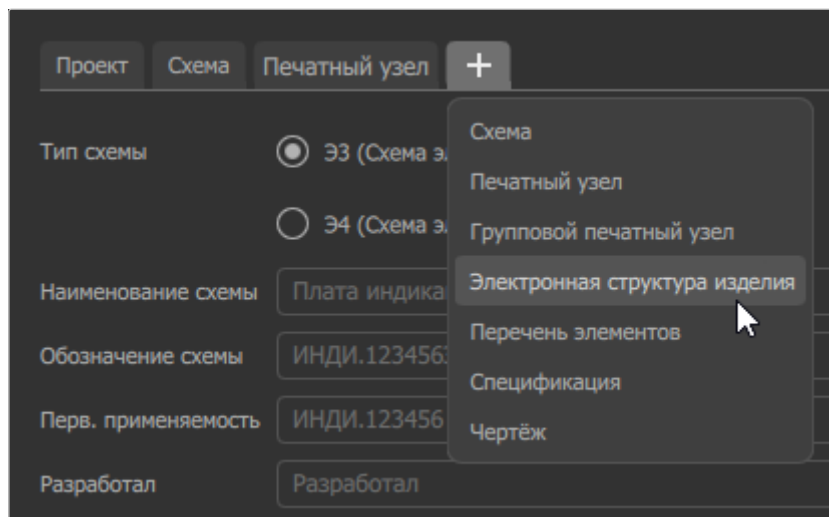


Рисунок 21. Команда создания электронной структуры изделия

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. Окно позволяет:

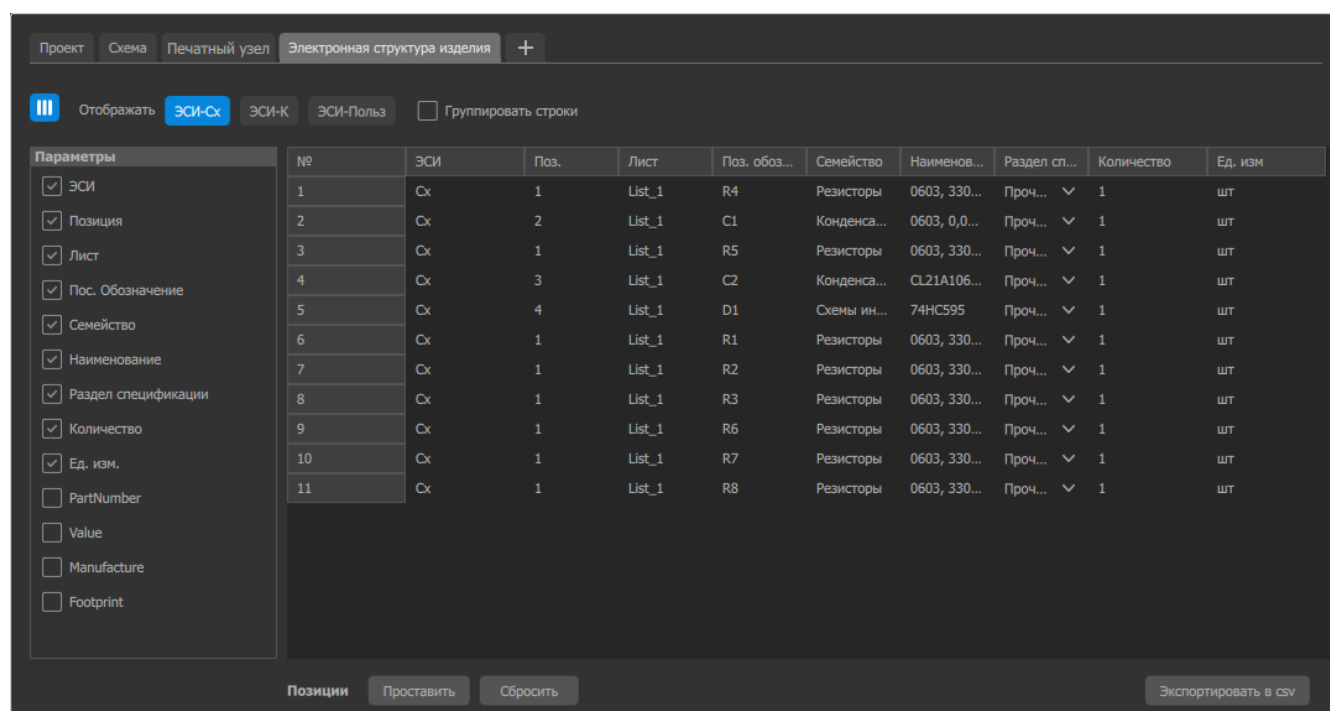



Рисунок 22. Создание электронной структуры изделия

- 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» в подпапке **BOM** внутри папки, в которой расположен проект, будет создан CSV-файл с именем **<Наименование изделия>_<Обозначение изделия>**.

4.2.4. Открытие документов

Созданные в структуре проекта документы отображаются на панели «Проекты».

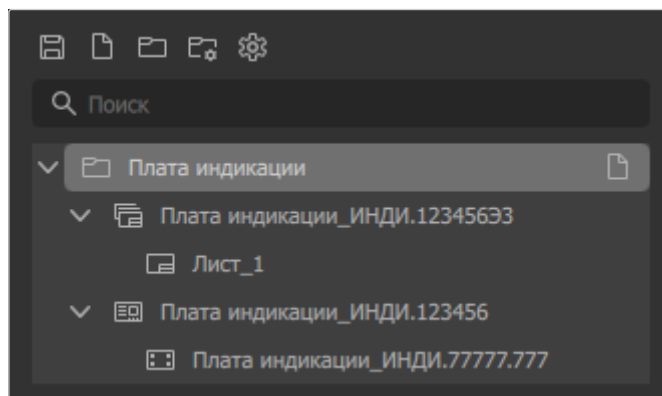


Рисунок 23. Структура проекта на панели «Проекты»

Для работы с документом необходимо раскрыть структурную часть проекта (схему или печатный узел) 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.

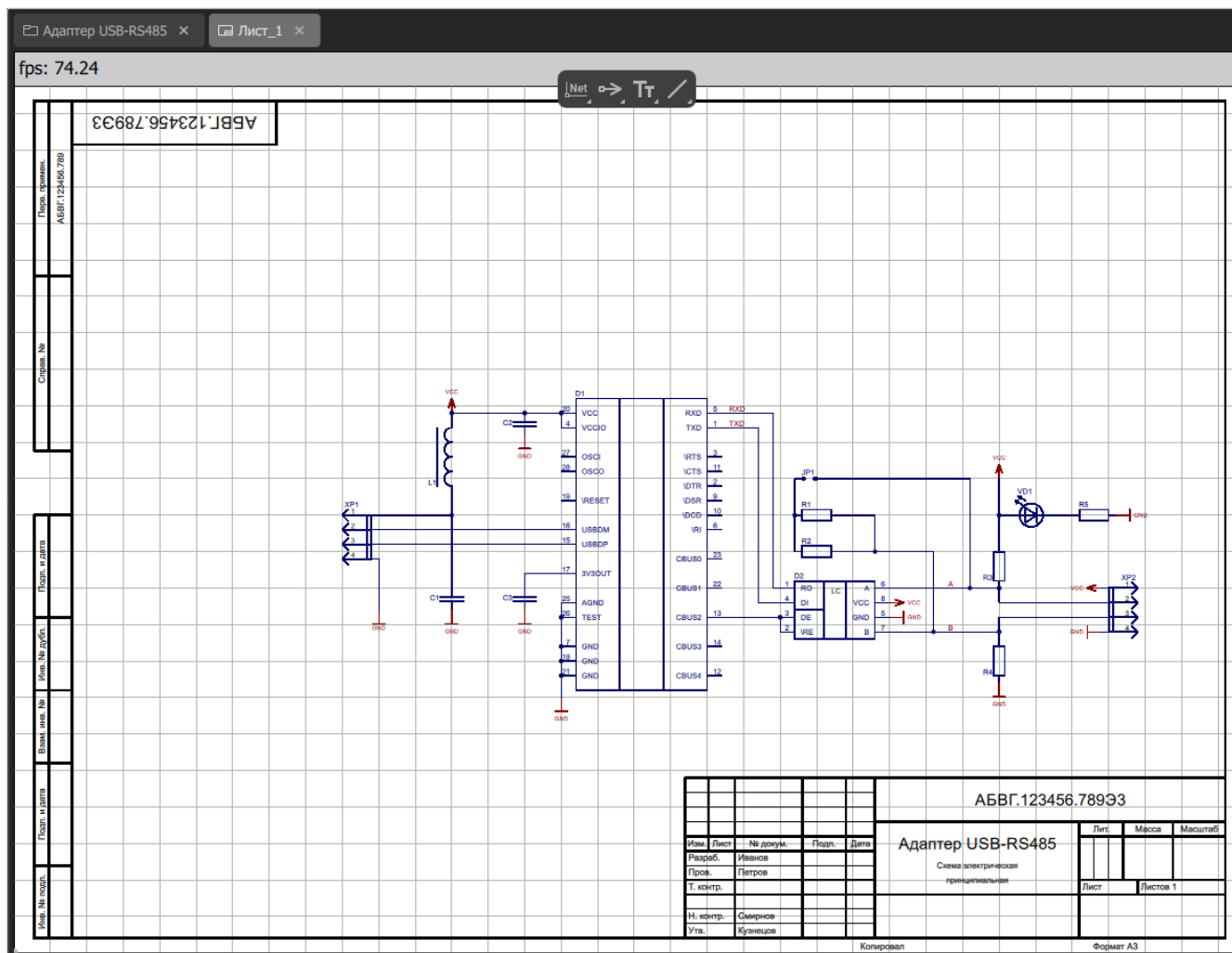


Рисунок 24. Открытый лист электрической схемы

Если открыт документ, состоящий из нескольких листов, то будет создана вкладка с наименованием документа и все листы документа отобразятся в рабочей области.

4.2.5. Удаление документов

Для удаления документа необходимо нажать на кнопку «Удалить документ» в нижней части вкладки документа (рисунок 25).

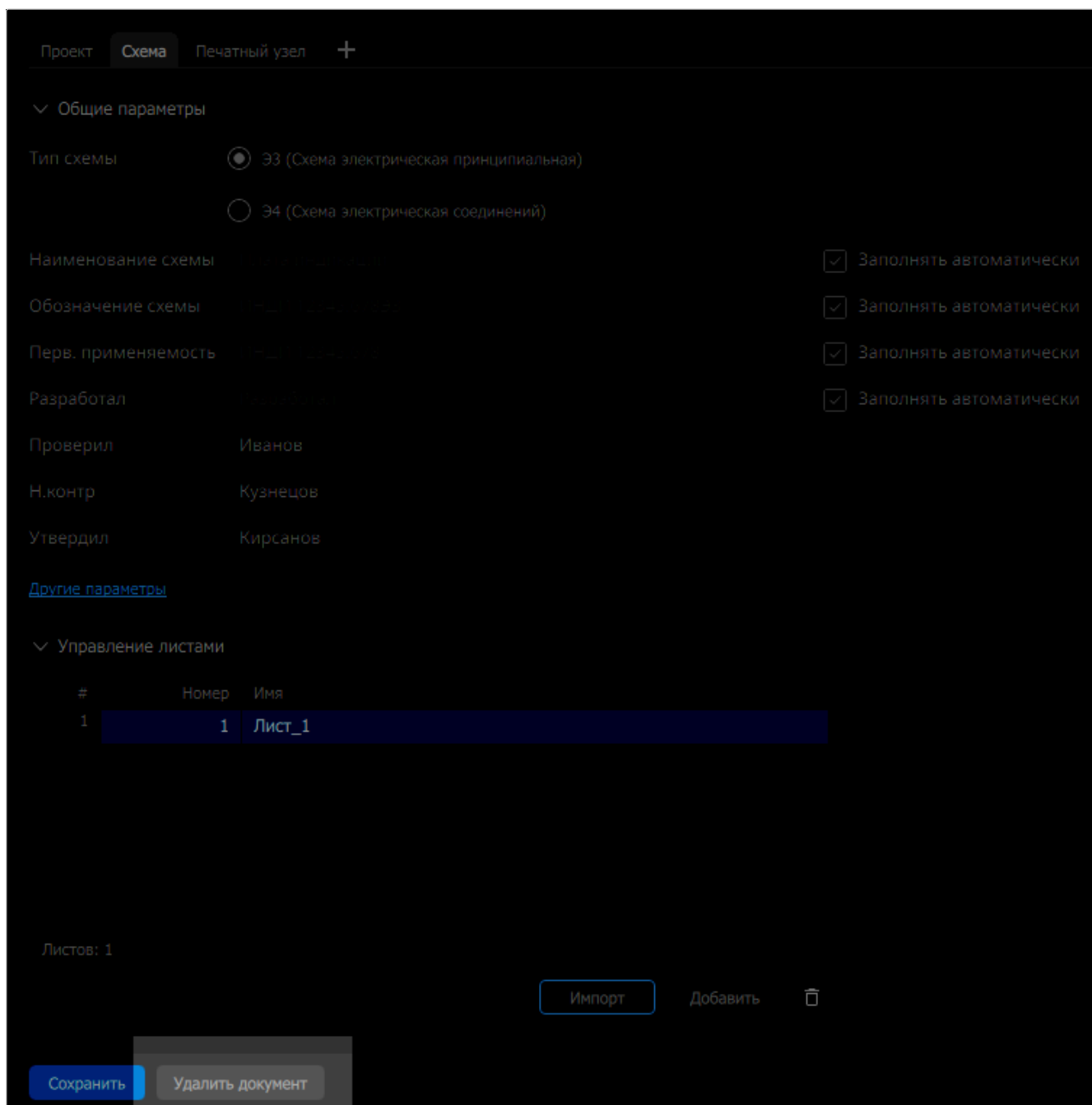


Рисунок 25. Кнопка «Удалить документ» на вкладке документа

При нажатии на кнопку отобразится окно с просьбой подтвердить удаление документа.

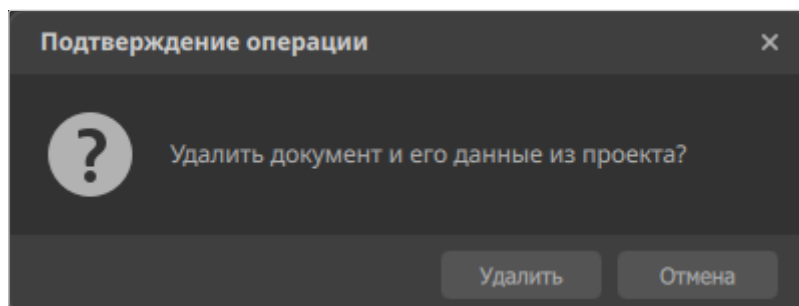


Рисунок 26. Окно подтверждения удаления документа

4.3. Сохранение проектов

Проекты в Макс.EDA хранятся в файлах с расширением *.prj*.

4.3.1. Ручное сохранение проектов

Для сохранения изменений в проекте необходимо в меню «Файл» выбрать команду «Сохранить» либо нажать комбинацию клавиш **Ctrl** + **S**. Если производится первое сохранение нового проекта, то в открывшемся окне файлового проводника следует указать имя файла, выбрать путь сохранения на диске и нажать на кнопку «Сохранить».

Проект, открытый из файла, можно сохранить в другой файл. Для этого необходимо в меню «Файл» выбрать команду «Сохранить как...». В открывшемся окне файлового проводника следует указать имя нового файла, выбрать путь сохранения на диске и нажать на кнопку «Сохранить».

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**.

4.3.2. Автоматическое создание резервных копий

Программа автоматически создает резервные копии каждого открытого проекта с периодичностью в 5 минут. При этом сохранение резервной копии происходит в фоне без прерывания рабочего процесса, а основной файл проекта остается нетронутым.

Резервные копии сохраняются в папку **Recovery** внутри папки, в которой находится файл проекта с расширением *.PRJ* (по умолчанию каждый проект хранится в папке **<папка Программы> → Projects → <папка с названием проекта>**).

4.4. Открытие проектов

Для открытия проекта необходимо в меню «Файл» выбрать команду «Открыть» либо нажать комбинацию клавиш **Ctrl** + **O**. В открывшемся окне файлового проводника следует выбрать файл с расширением *.prj* и нажать на кнопку «Открыть».

4.5. 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 27](#)).

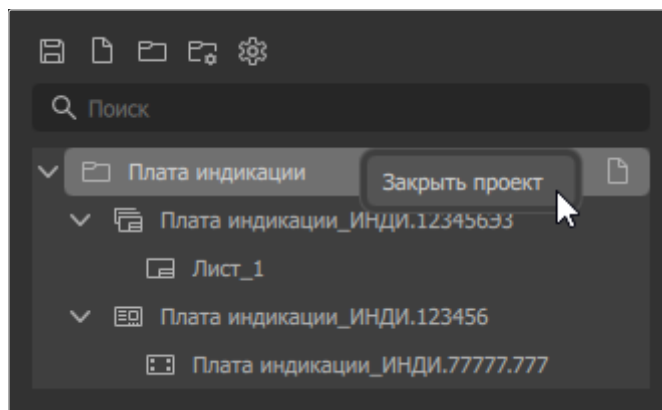


Рисунок 27. Пункт контекстного меню «Закрыть проект»

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 28](#)).

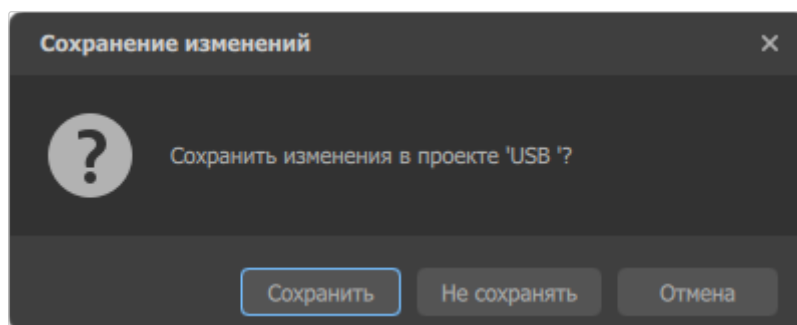


Рисунок 28. Предупреждение при закрытии документа с несохраненными изменениями

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 29](#) и [рисунок 30](#)).

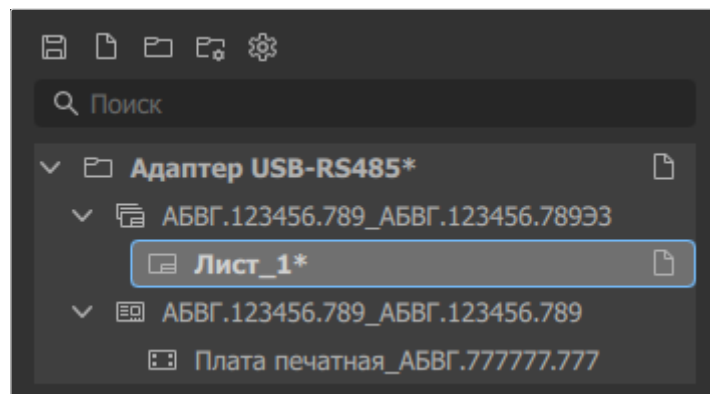


Рисунок 29. Лист документа с несохраненными изменениями на панели «Проекты»



Рисунок 30. Лист документа с несохраненными изменениями на строке вкладок

5. 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 31](#)).

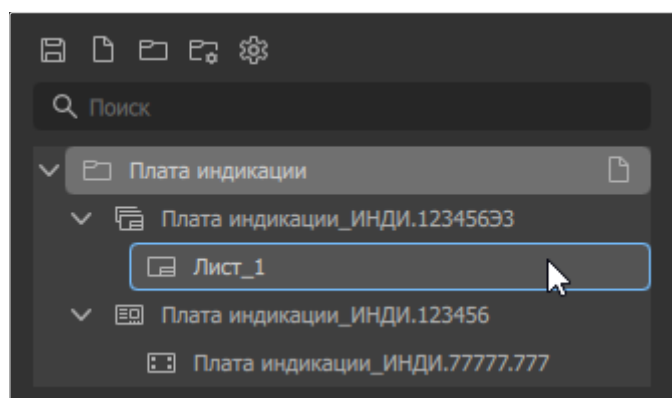


Рисунок 31. Открытие листа в редакторе схем

Также можно дважды щелкнуть по наименованию самого документа типа «Схема», это позволяет открыть документ в многолистовом режиме ([рисунок 32](#)).

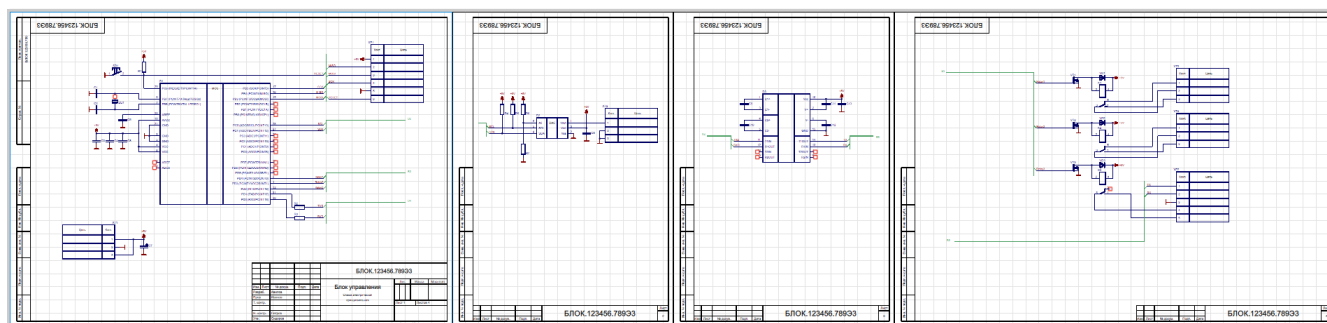


Рисунок 32. Открытый документ в многолистовом режиме

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.

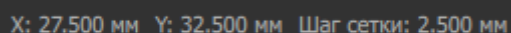
5.1. Настройка отображения

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 → 1 мм → 0,5 мм. Координаты курсора и текущее значение шага сетки отображаются в строке состояния в левом нижнем углу окна Программы (см. [рисунок 33](#)).

A dark rectangular status bar with white text. The text reads: "X: 27.500 мм Y: 32.500 мм Шаг сетки: 2.500 мм".

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

Рисунок 33. 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**.

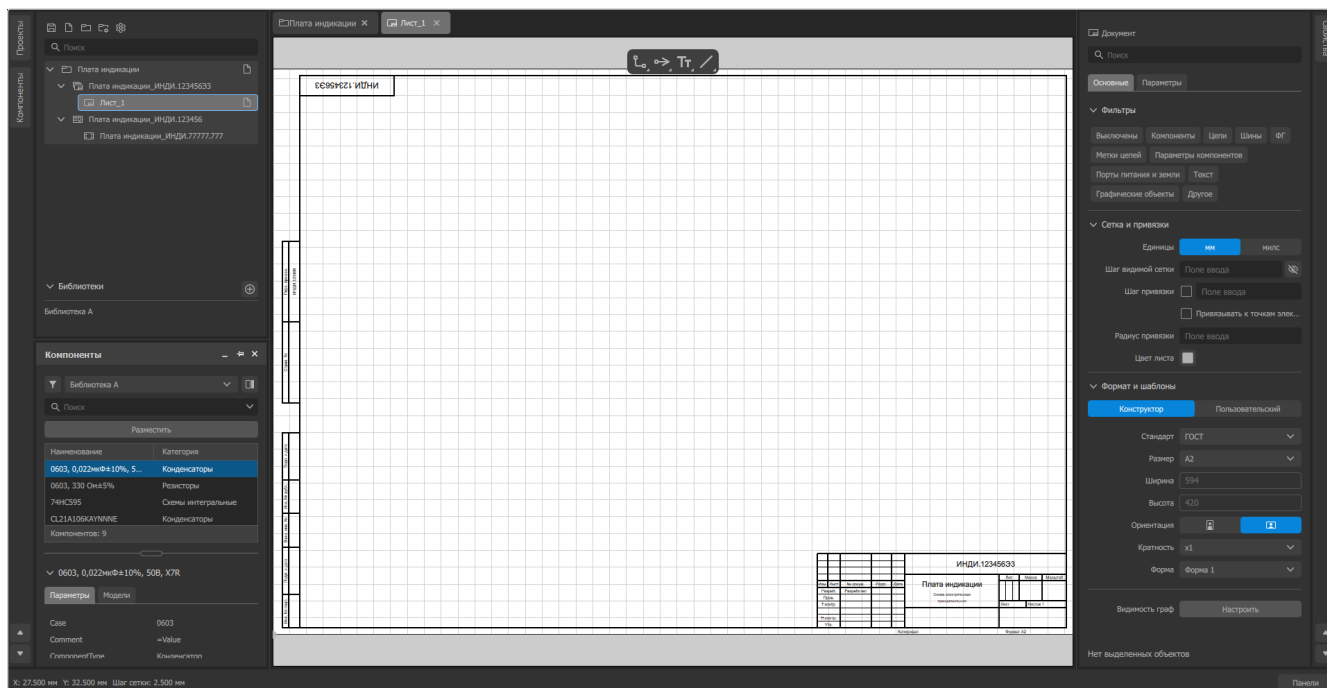


Рисунок 34. Рабочая область редактора схем

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 35).

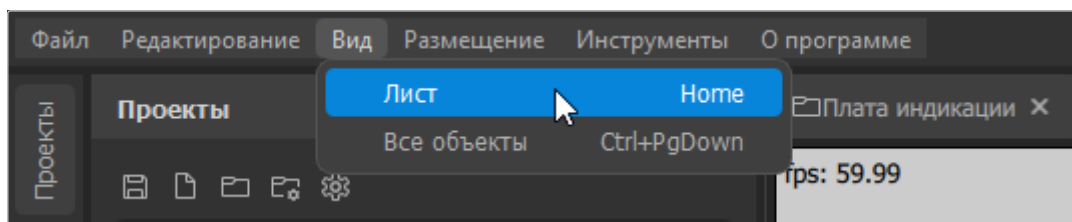


Рисунок 35. Пункт «Лист» в меню «Вид»

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

5.2. Свойства документов

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

5.2.1. 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.

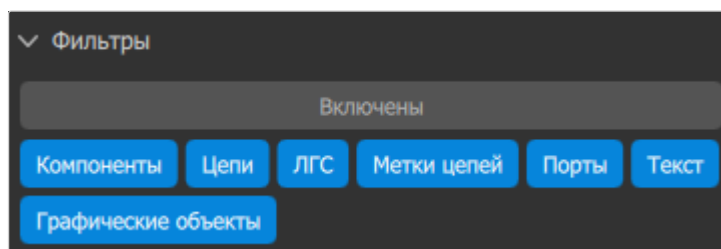


Рисунок 36. Группа «Фильтры» свойств документа

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:

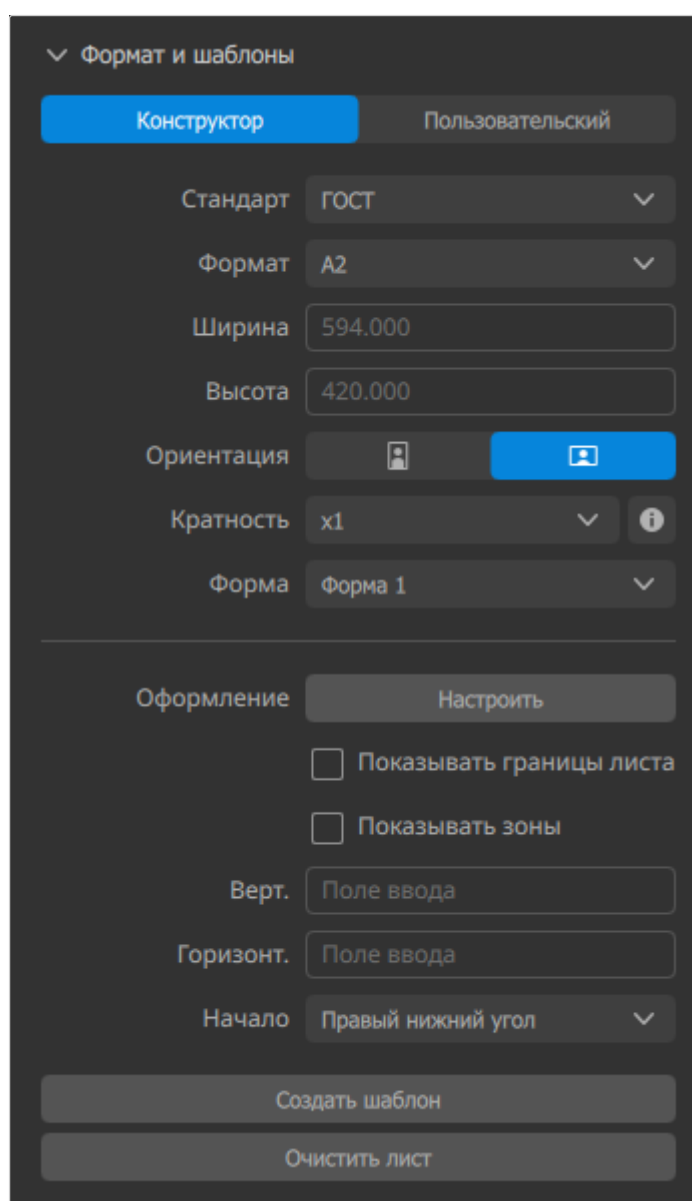

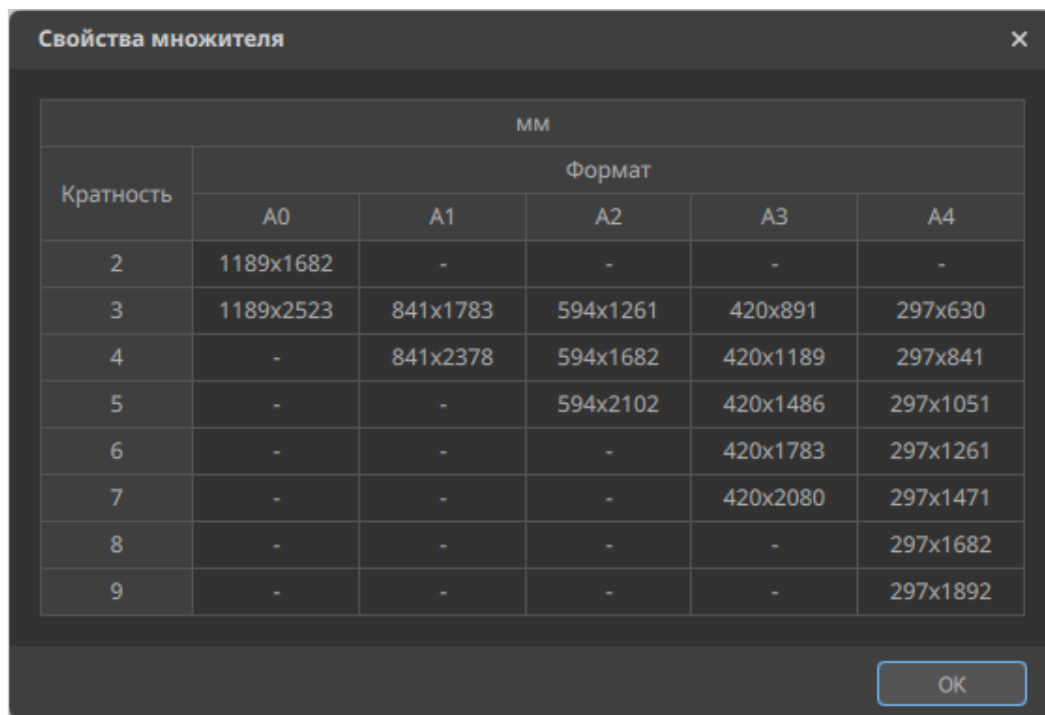


Рисунок 37. Группа «Формат и шаблоны» свойств документа

- 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 38](#)).



мм					
Кратность	Формат				
	A0	A1	A2	A3	A4
2	1189x1682	-	-	-	-
3	1189x2523	841x1783	594x1261	420x891	297x630
4	-	841x2378	594x1682	420x1189	297x841
5	-	-	594x2102	420x1486	297x1051
6	-	-	-	420x1783	297x1261
7	-	-	-	420x2080	297x1471
8	-	-	-	-	297x1682
9	-	-	-	-	297x1892

Рисунок 38. 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 39](#)).

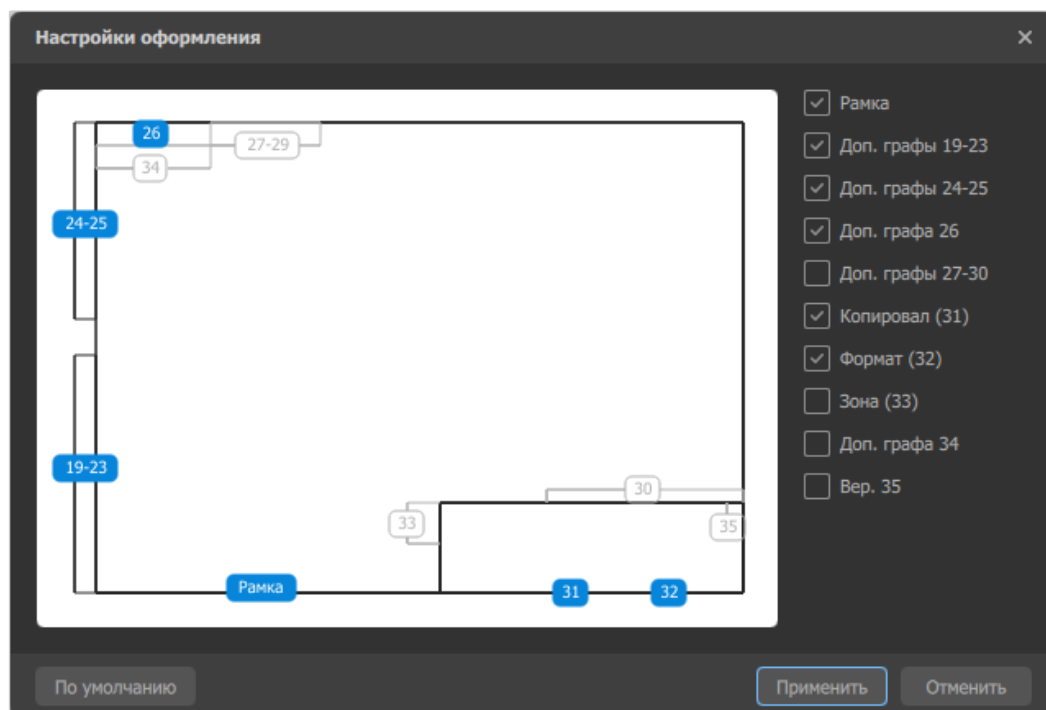


Рисунок 39. Настройка отображения граф

5.2.2. Вкладка «Параметры»

Содержит системные параметры файла проекта, а также информацию о заполнении полей основной надписи (см. [рисунок 40](#)).

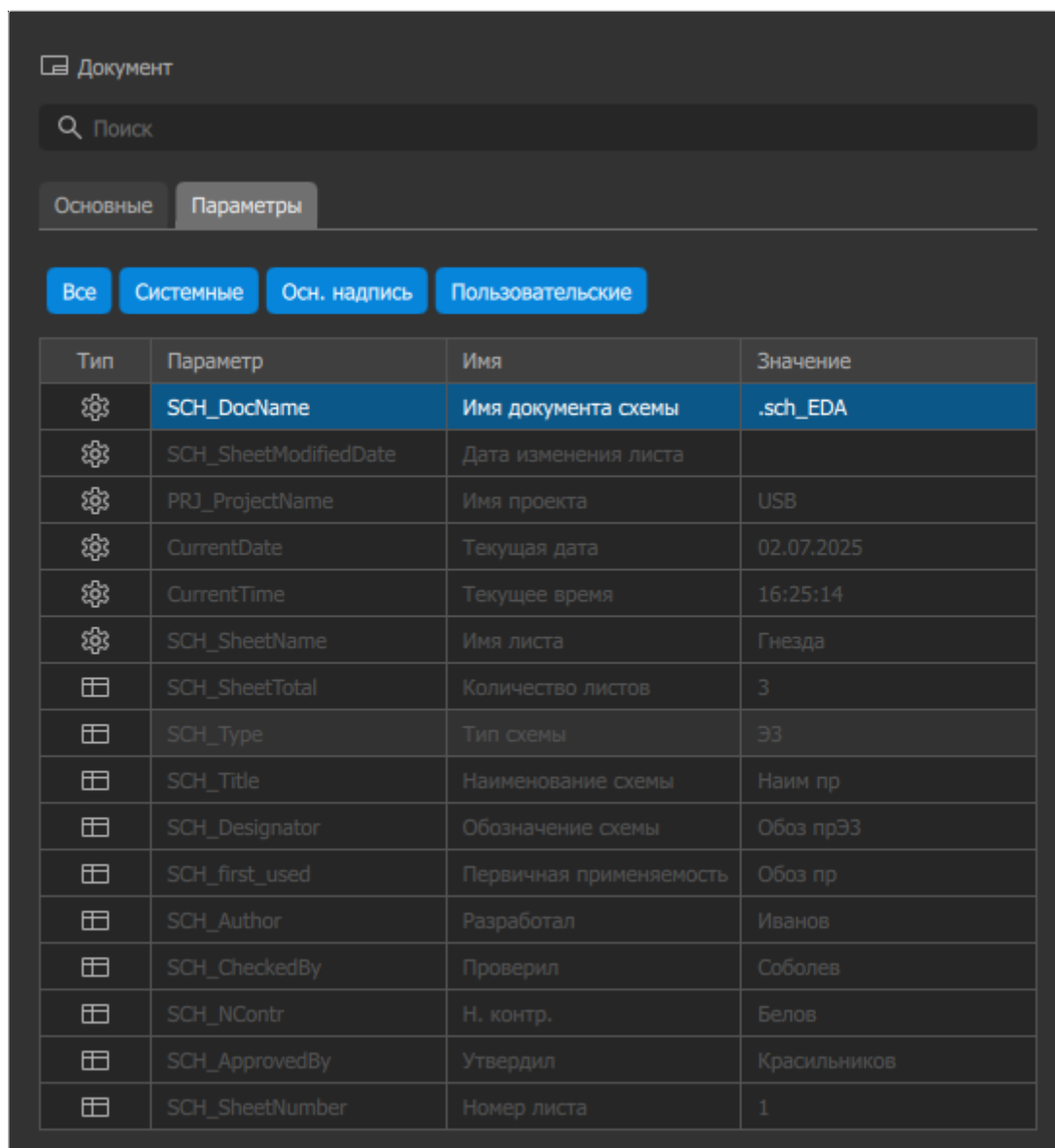


Рисунок 40. Вкладка «Параметры»

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:

- *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:

- *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.

5.3. Работа с компонентами

5.3.1. Библиотеки компонентов

Для работы с компонентами в Программе должна быть загружена библиотека компонентов. Библиотека представляет собой набор компонентов, их параметров и моделей (см. [рисунок 41](#)), 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.

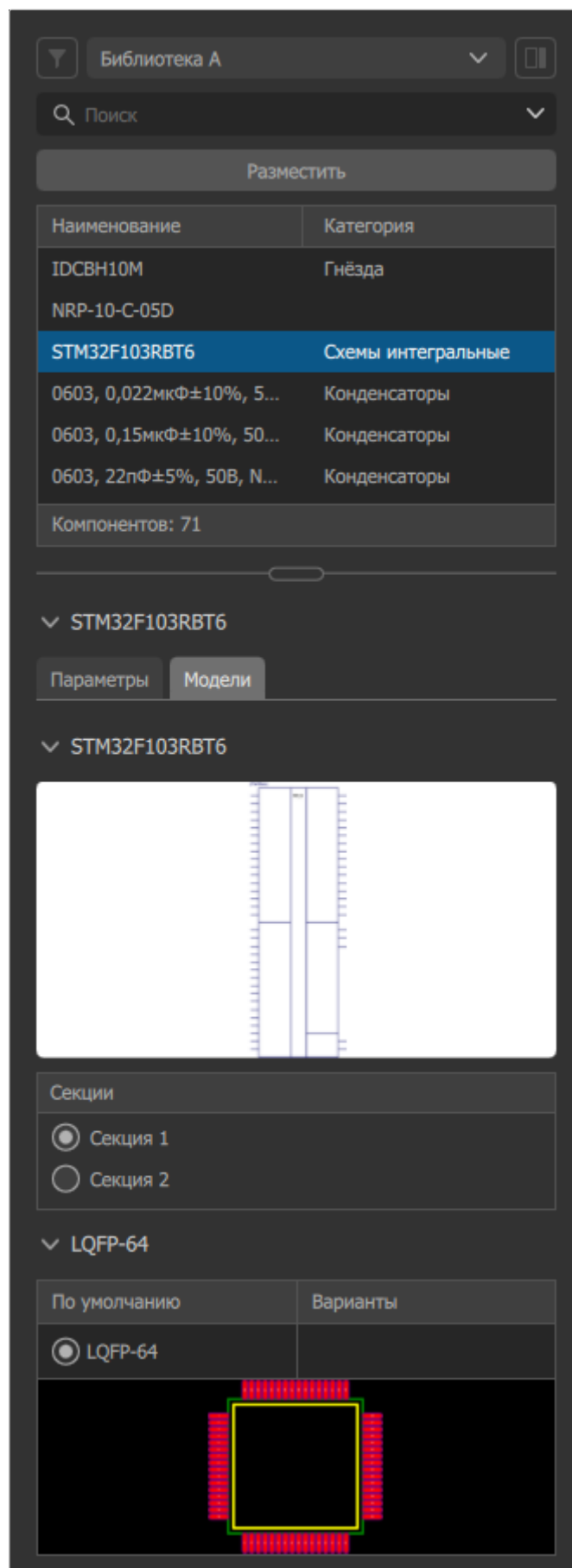


Рисунок 41. Модели компонента в библиотеке компонентов

5.3.2. 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*.

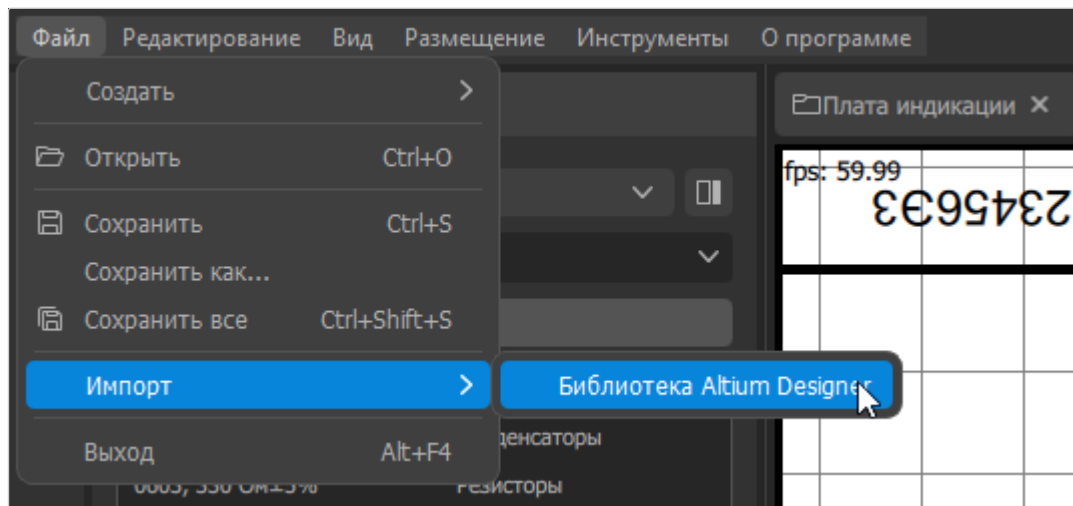


Рисунок 42. Пункт меню *Файл* → *Импорт* → *Библиотека Altium Designer*

- 2) Выбрать файл с расширением **.IntLib**.
- 3) При появлении сообщения об успешном импорте библиотеки нажать на кнопку ОК.

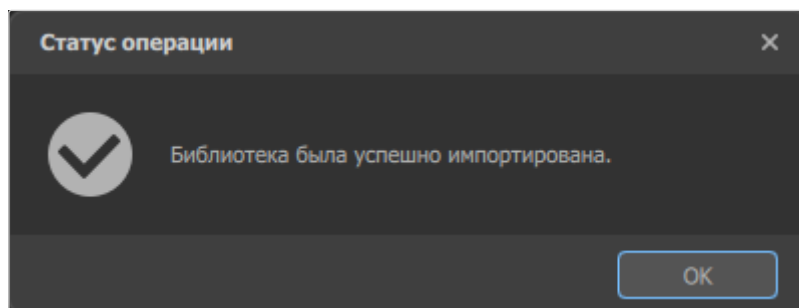


Рисунок 43. Подтверждение успешного импорта библиотеки компонентов

Для быстрого поиска нужного компонента в загруженной библиотеке можно воспользоваться строкой поиска под выпадающим списком выбора библиотеки (см. [рисунок 44](#)). После ввода символов в строку поиска необходимо нажать **Enter**, в результате чего происходит поиск соответствий в наименованиях и категориях компонентов.

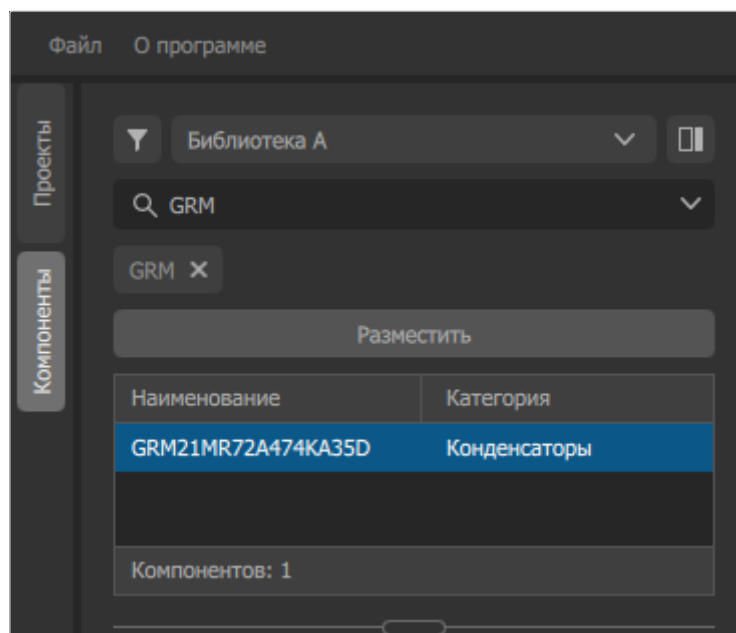


Рисунок 44. Поиск компонента в библиотеке компонентов

Для очистки поискового запроса необходимо нажать на «крестик» рядом с автоматически созданным фильтром, содержащим искомую последовательность символов (см. [рисунок 45](#)).

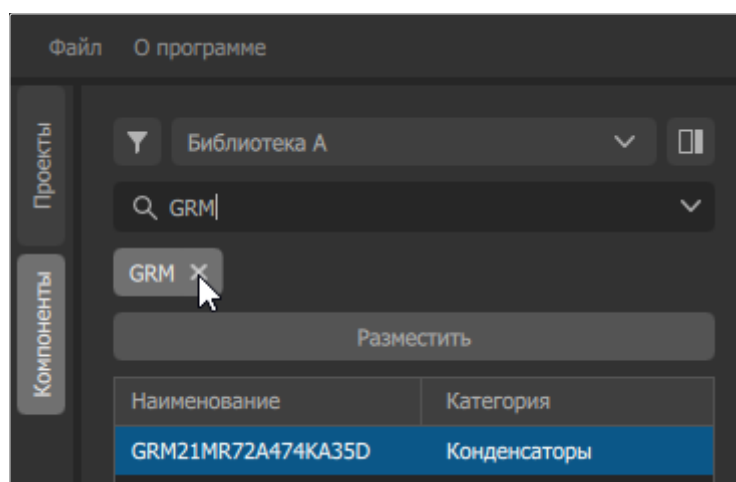


Рисунок 45. Очистка результатов поиска

5.3.3. 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

мышь, 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](#)).

5.3.4. Редактирование свойств компонентов

При выделении уже размещенного компонента на схеме доступно изменение его свойств на панели «Свойства» (см. [рисунок 46](#)):

Компонент

Поиск

Общие

Выводы

Положение

(X/Y)

107.50

362.50

Угол поворота

180°

Зеркальность

☐

Свойства

Поз. обозначение

C1

Наименование

=Value

Описание

Поле ввода

Тип компонента

Стандартный

Раздел спецификации

Прочие изделия

Имя в ЭКБ

GRM21MR72A474KA35D

Библиотека-источник

Библиотека ЭКБ

Параметры


Модели

	Имя	Значение
<div></div>	Comment	=Value
<div></div>	Value	0.47 мк
<div></div>	PartNumber	GRM21MR72A474...
<div></div>	Manufacturer	Murata
<div></div>	Tolerance	±10%

Рисунок 46. 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.
- Наименование.
- Описание.
- Тип компонента.
- Раздел спецификации.
- Имя компонента в электронной базе компонентов (ЭКБ).
- Библиотека-источник, которой принадлежит компонент.
- Ниже, на вкладке «Параметры», представлен список атрибутов компонента и их значений.
- 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.

5.4. 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 47](#)).

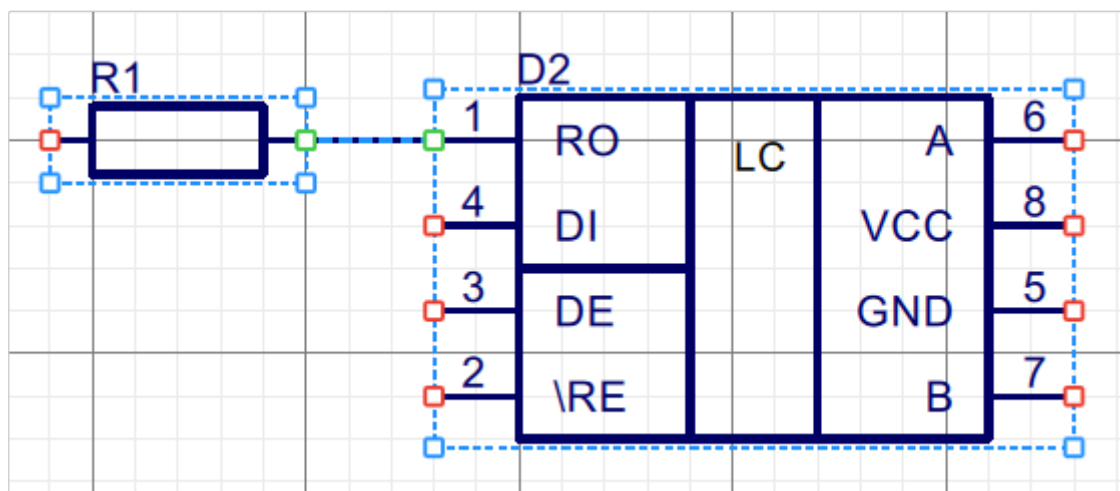


Рисунок 47. Пример отображения символов выводов на схеме

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 48](#)).

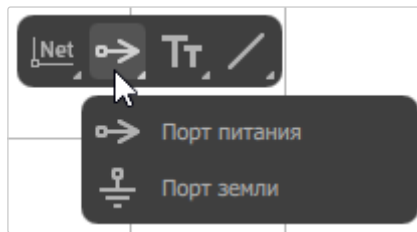



Рисунок 48. Панель инструментов редактора схем

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».

5.4.1. 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 49](#)).

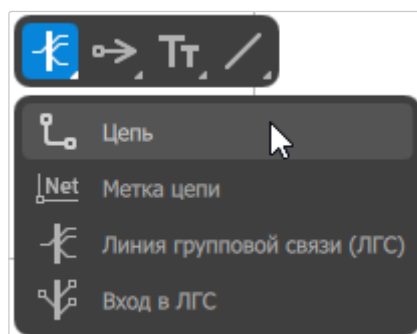


Рисунок 49. Инструмент «Цепь» на панели инструментов

После выбора инструмента курсор мыши сменится на перекрестие (см. [рисунок 50](#)), положение которого на схеме привязано к сетке и меняется в соответствии с текущим шагом сетки (см. [Настройка отображения](#)).

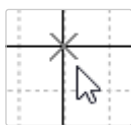


Рисунок 50. Курсор мыши при активном инструменте

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 51](#)).

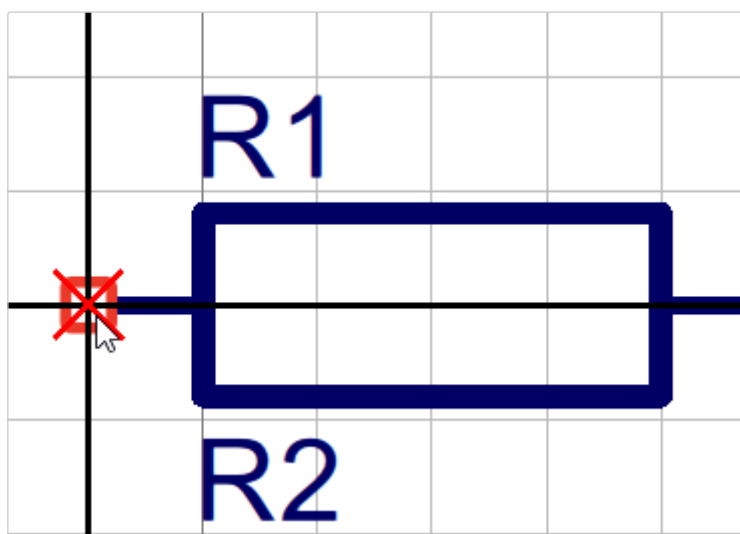


Рисунок 51. Курсор мыши при наведении на электрический объект

Для закрепления сегмента цепи в выбранной точке необходимо нажать левую кнопку мыши. Предварительно закрепленные сегменты будут отображены полупрозрачной синей линией (см. [рисунок 52](#)).

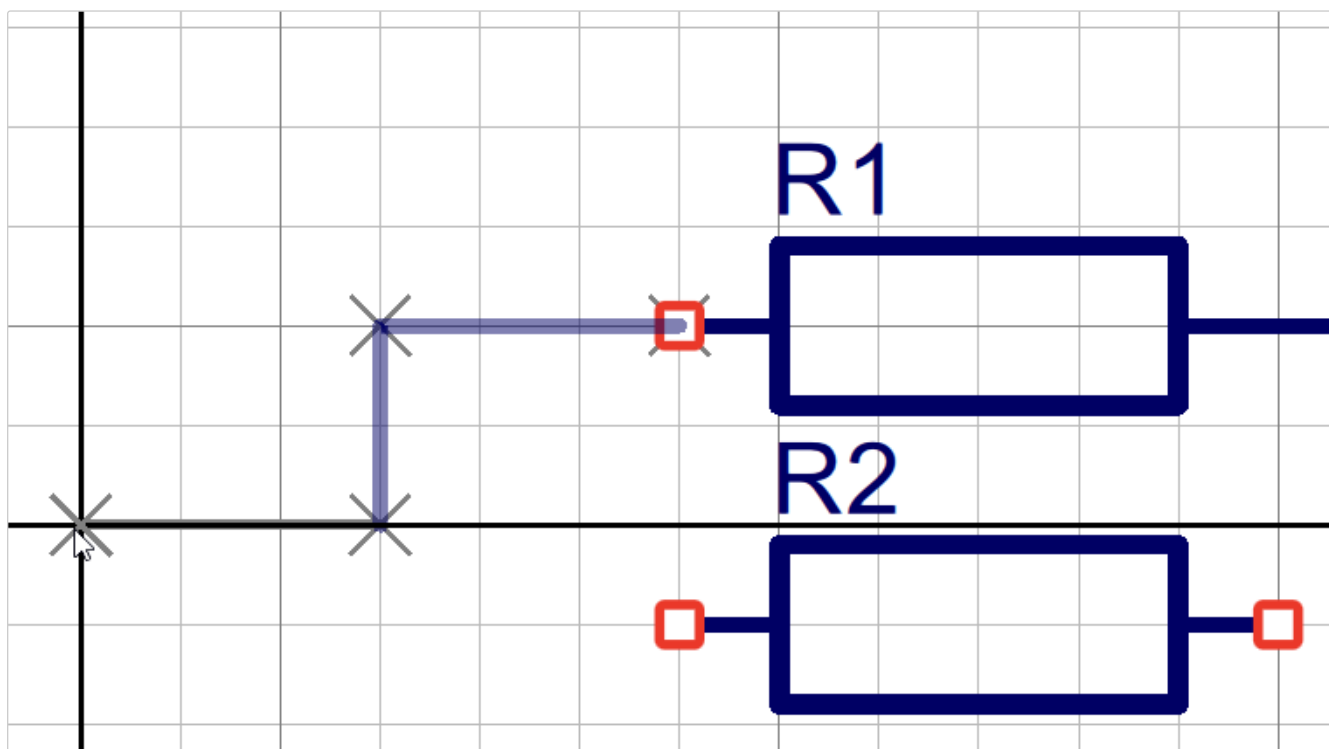


Рисунок 52. Частично построенная цепь

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 53](#)).

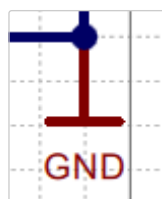


Рисунок 53. Точка ветвления на схеме

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 54](#)):

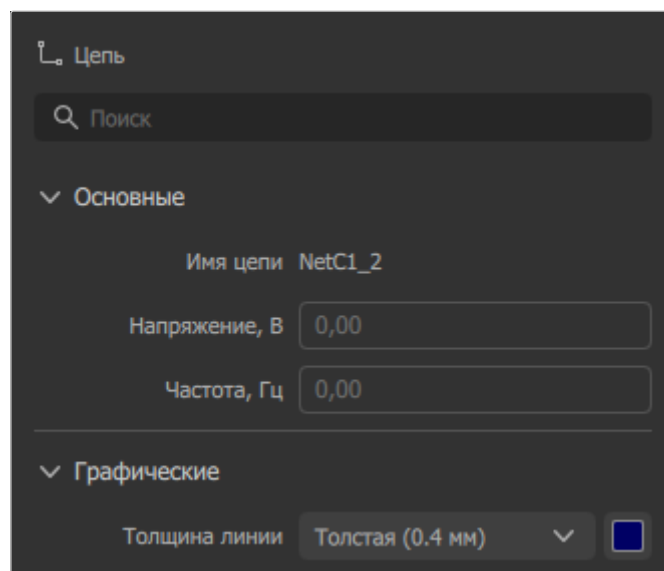


Рисунок 54. Свойства цепи

- «Имя цепи» — присваивается автоматически.
- «Напряжение, В».
- «Частота, Гц».
- «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.

5.4.2. 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)».

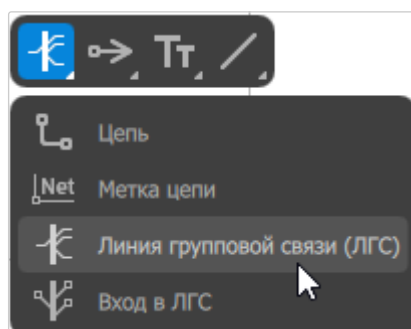


Рисунок 55. Инструмент «Линия групповой связи (ЛГС)» на панели инструментов

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

После выбора инструмента курсор мыши сменится 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 52](#)).

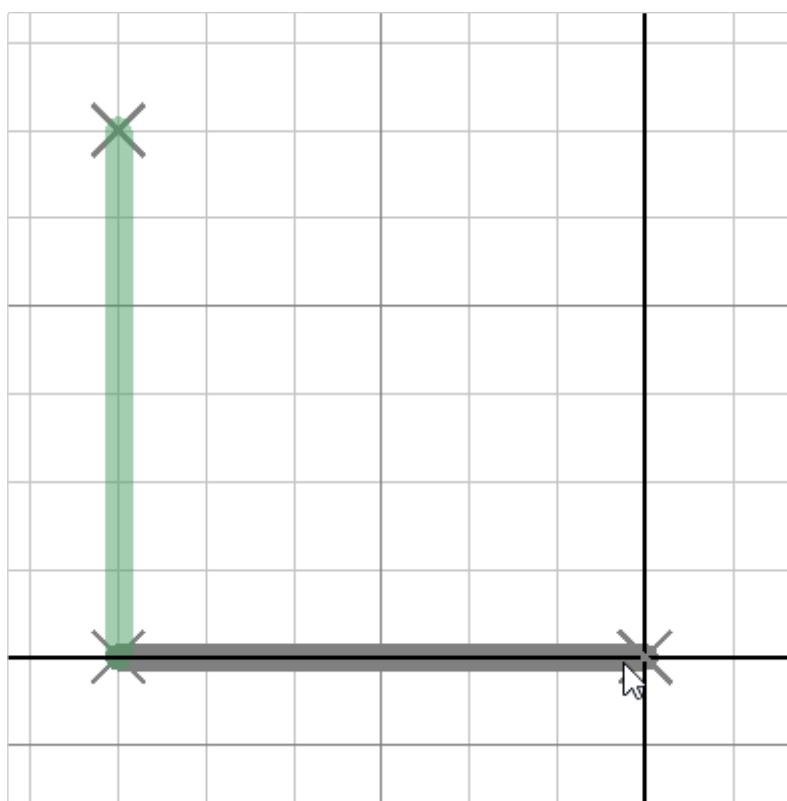


Рисунок 56. Частично размещенная линия групповой связи

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 57](#)):

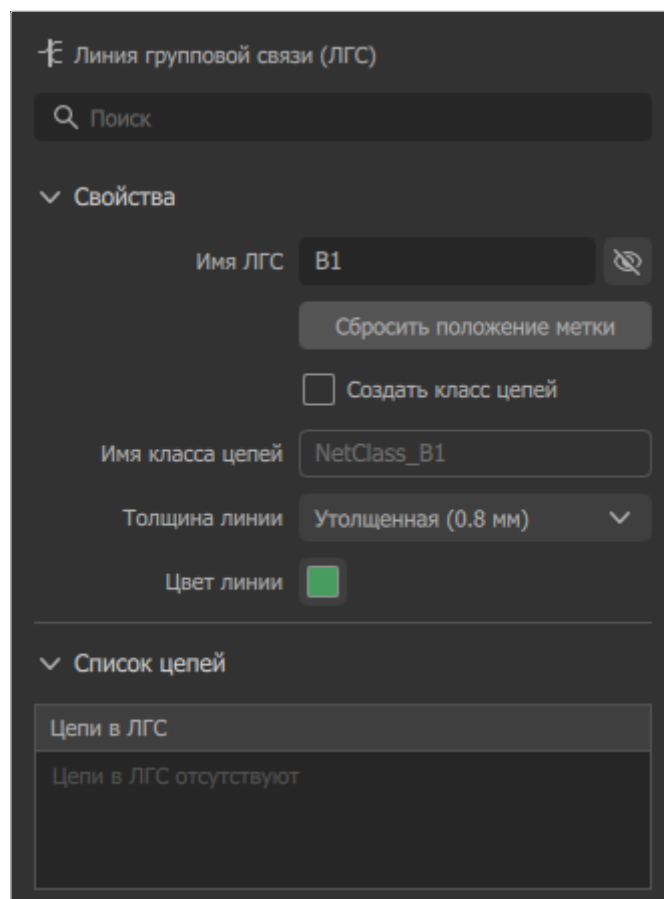



Рисунок 57. Свойства линии групповой связи

- «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.

5.4.3. 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».

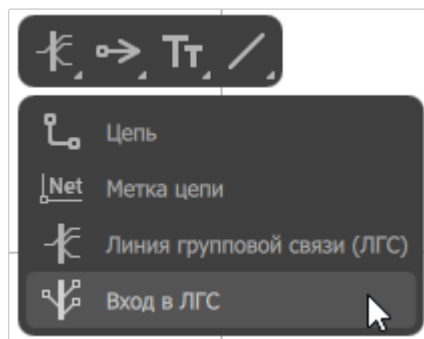


Рисунок 58. Инструмент «Вход в ЛГС» на панели инструментов

- 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 59](#)).

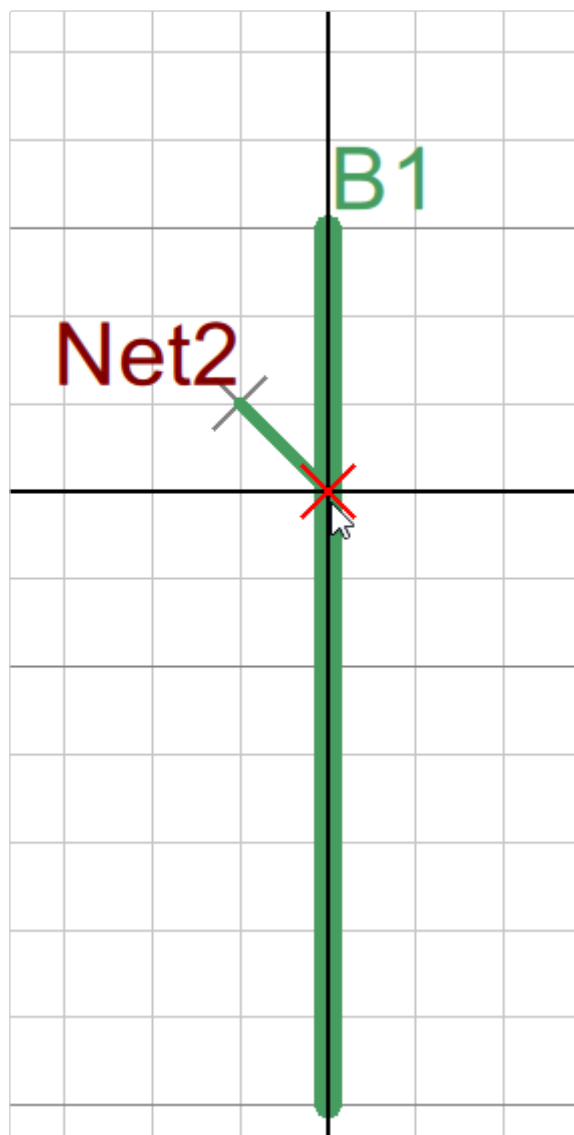


Рисунок 59. Размещение входа в линию групповой связи

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 60](#)), в котором можно задать наименование цепи вручную или выбрать одну из существующих цепей в ЛГС или на схеме.

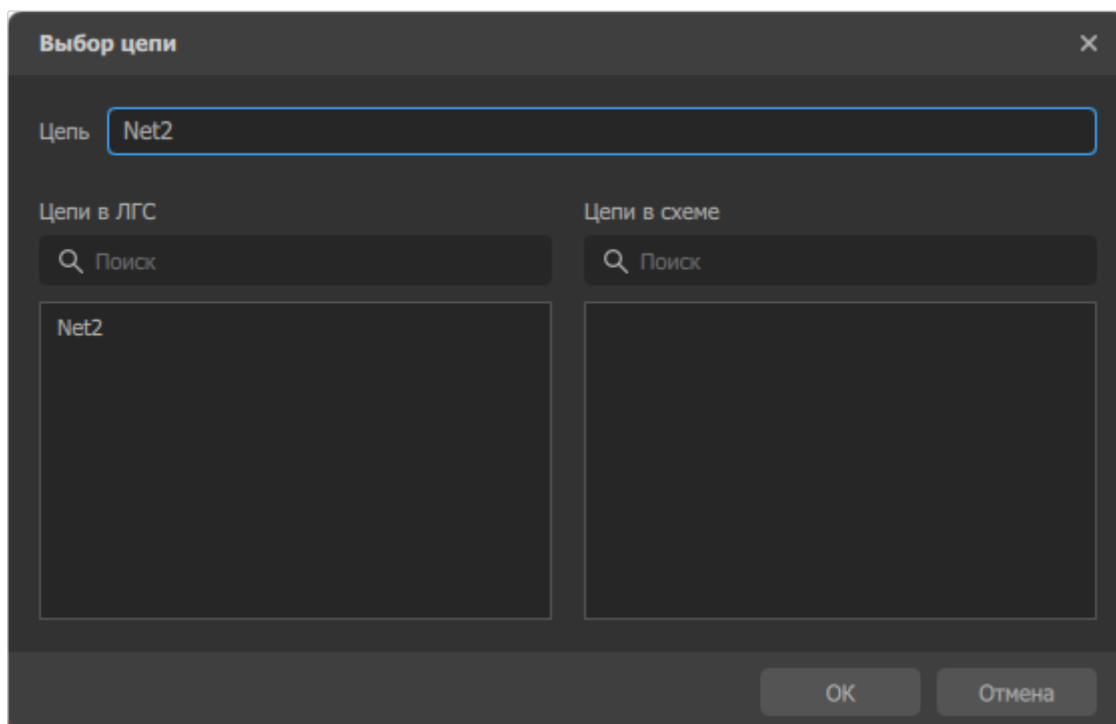


Рисунок 60. Окно «Выбор цепи»

При выделении на схеме размещенного входа в линию групповой связи на панели «Свойства» будут отображены его параметры (см. [рисунок 61](#)):

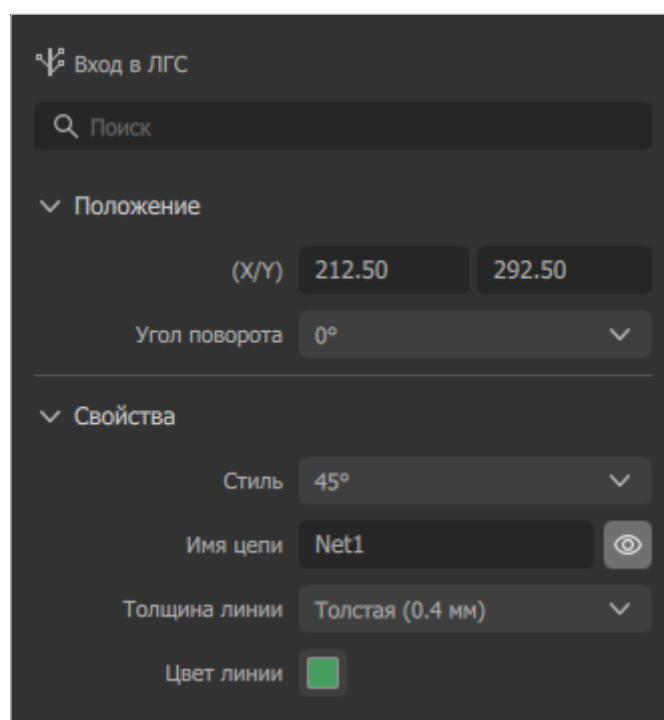



Рисунок 61. Свойства входа в линию групповой связи

- Положение входа в линию групповой связи на схеме по осям координат X и Y.
- Угол поворота с шагом 90 градусов.
- Стиль наклона входа в линию групповой связи:
 - прямой;
 - 45 градусов;

— -45 градусов.

- Имя цепи, присоединяемой к линии групповой связи данным входом.
- Значок  рядом с именем цепи — позволяет включить/выключить отображение имени цепи на схеме.
- «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.

5.4.4. 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 62](#)).

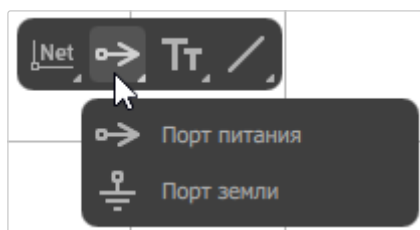


Рисунок 62. Инструменты «Порт питания» и «Порт земли» на панели инструментов

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 63](#)).

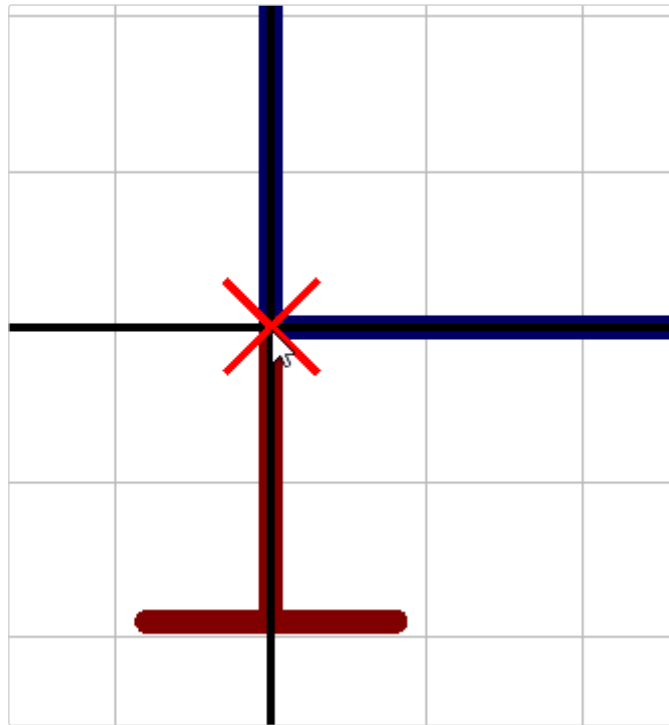


Рисунок 63. Курсор мыши при активном инструменте «Порт земли»

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 64](#)):

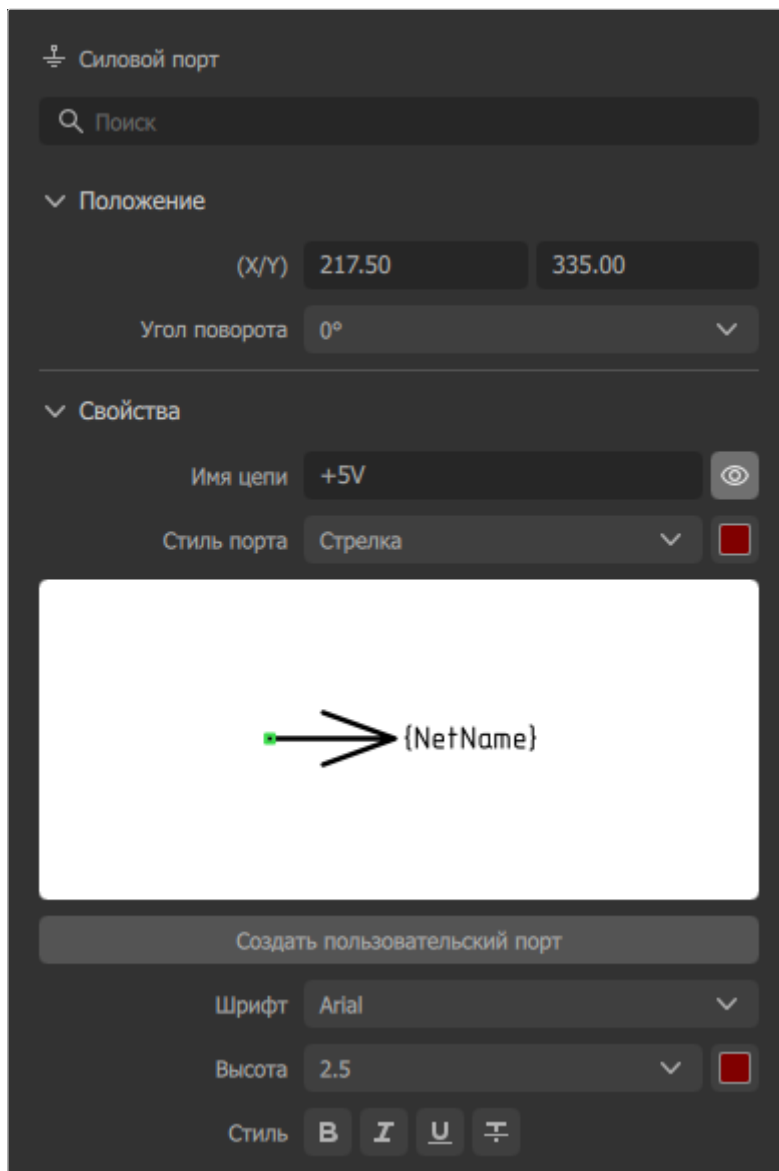



Рисунок 64. Свойства силового порта

- 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.
- Стиль порта — 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.

5.5. 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.

5.5.1. Текстовые надписи

Чтобы добавить текстовую надпись на схему, необходимо:

- 1) Щелкнуть правой кнопкой мыши по значку  на панели инструментов редактора схем.
- 2) В раскрывшемся списке выбрать инструмент «Текст» или «Многострочный текст» (см. [рисунок 65](#)).

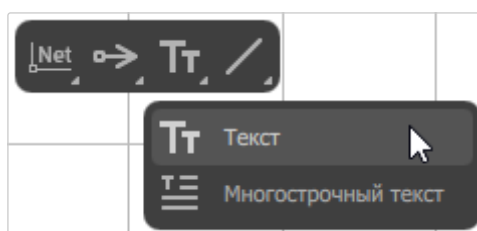


Рисунок 65. Инструменты «Текст» и «Многострочный текст» на панели инструментов

Также вызвать инструменты добавления текстовой надписи можно из адаптивного меню *Размещение* → *Графические объекты*.

5.5.1.1. Простая текстовая надпись

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 66](#)):

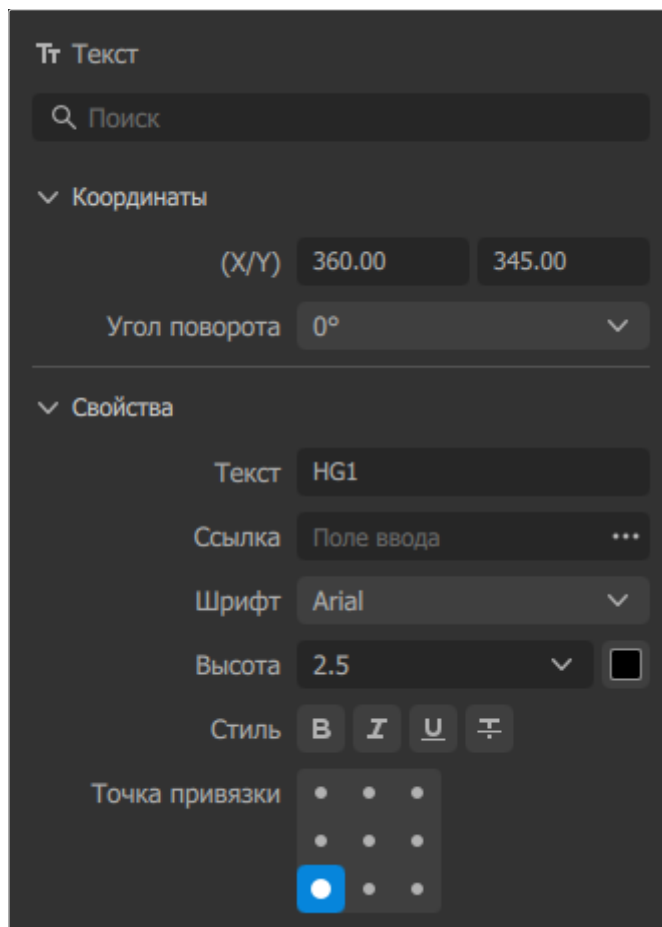




Рисунок 66. Свойства простой текстовой надписи

- Положение надписи на схеме по осям координат X и Y.
- Угол поворота с шагом 90 градусов.
- Текст надписи.
- Объект ссылки, вызываемый при нажатии на надпись. Объект выбирается из локальных файлов путем нажатия на значок  в поле «Ссылка».
- Шрифт надписи.
- Размер шрифта надписи — может быть введен как вручную, так и выбором предустановленного значения из выпадающего списка.
- Цвет шрифта надписи.
- Стиль начертания надписи — полужирный, курсив, подчеркнутый, зачеркнутый.
- Точка привязки надписи — управляет расположением надписи относительно точки ее размещения на схеме.

5.5.2. 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», «Дуга» или «Эллипс» (см. [рисунок 67](#)).

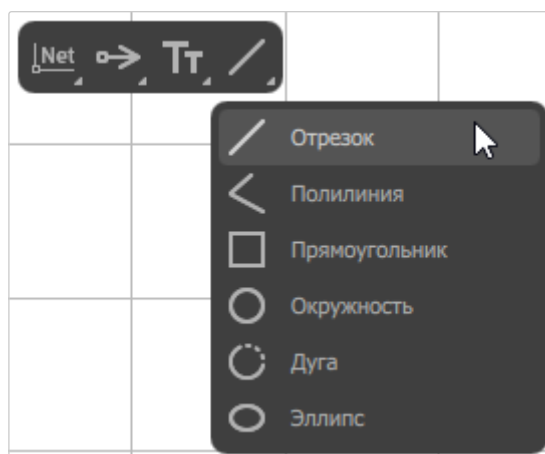


Рисунок 67. Инструменты графических примитивов на панели инструментов

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

5.5.2.1. 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 68](#)):

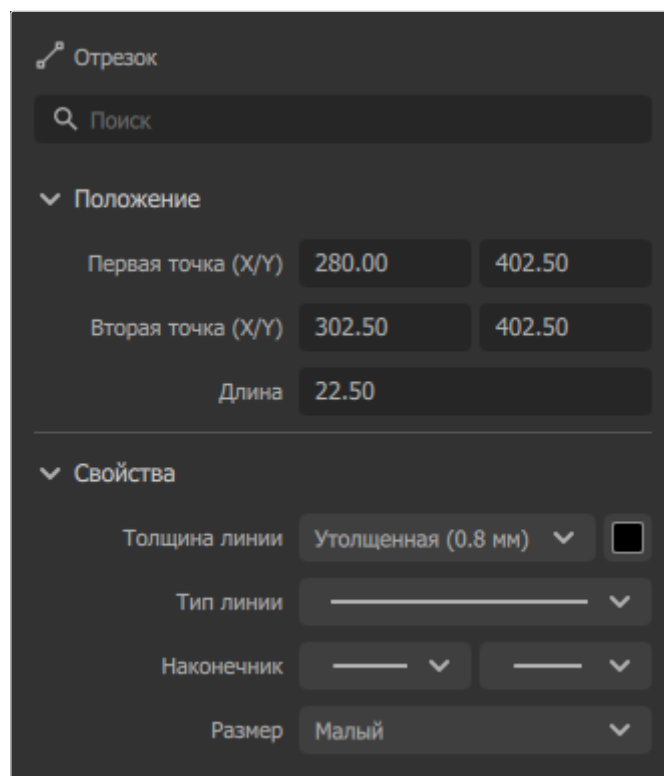


Рисунок 68. Свойства отрезка

- 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.
- 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.

5.5.2.2. 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 69](#)):

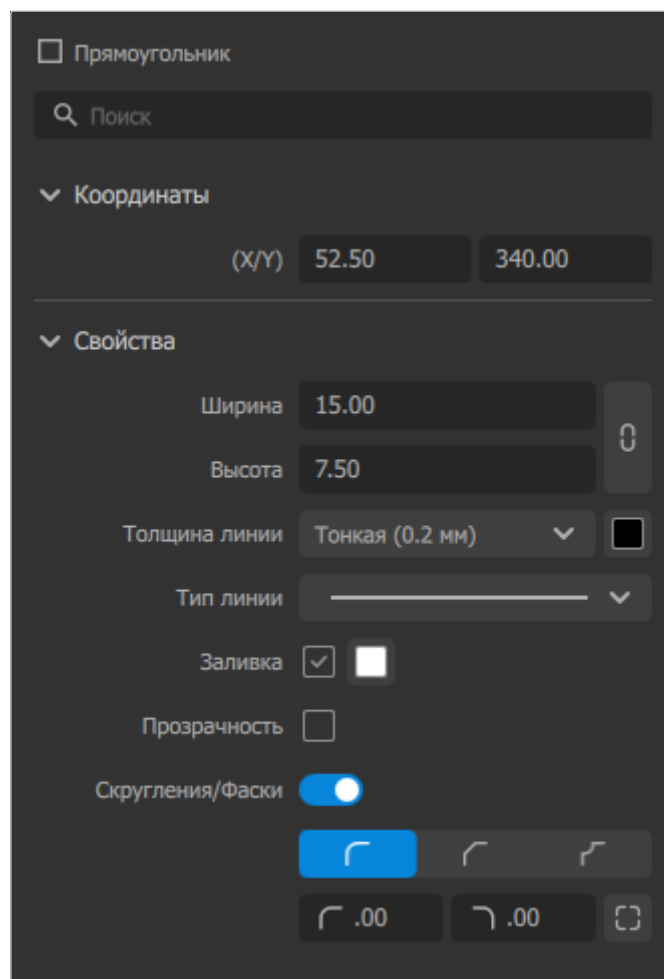




Рисунок 69. Свойства прямоугольника

- Положение левой нижней точки прямоугольника на схеме по осям координат X и Y.
- Ширина и высота прямоугольника — если требуется сохранить пропорции прямоугольника при изменении одного из размеров, 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.
- Частичная прозрачность заливки.

5.5.2.3. 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 фиксирования размера и подтверждения размещения.

Если выбран инструмент «Дуга», то после фиксирования размера окружности необходимо движением мыши выбрать требуемый угол дуги и нажать

левую кнопку мыши для подтверждения размещения.

В процессе размещения окружности/дуги, а также при выделении уже размещенной, доступно изменение ее свойств на панели «Свойства» (см. [рисунок 70](#)):

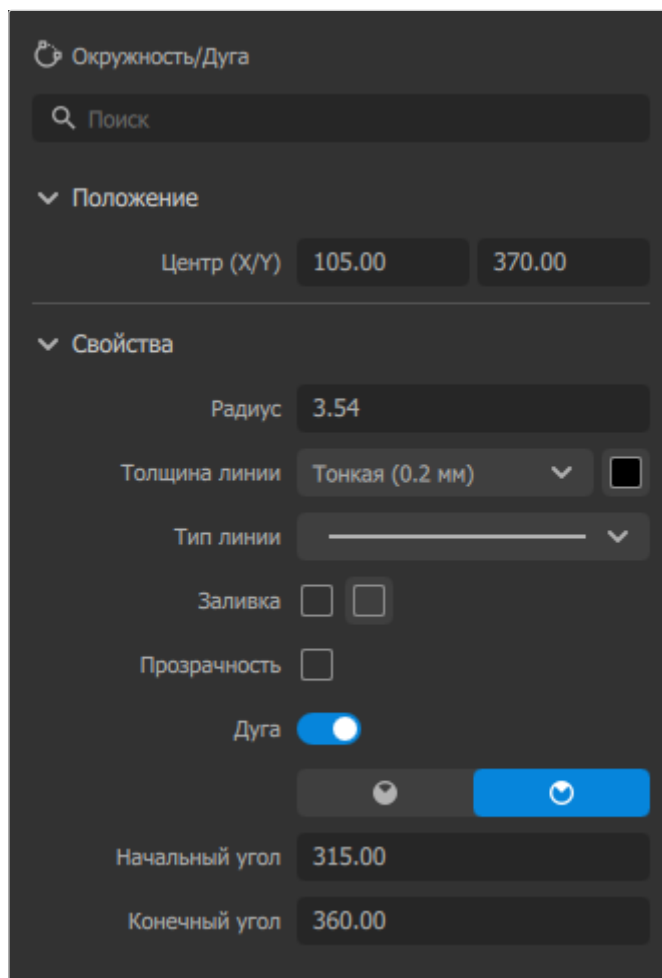




Рисунок 70. Свойства окружности/дуги

- Положение центральной точки окружности/дуги на схеме по осям координат X и Y.
- Радиус окружности/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.
- «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.

5.6. Работа с объектами на схеме

5.6.1. 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 71](#)).

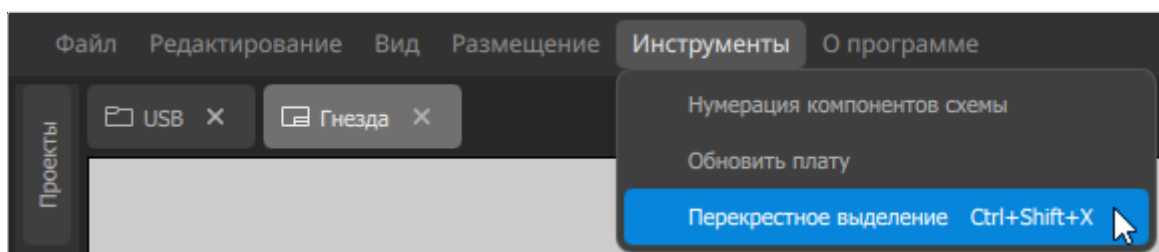


Рисунок 71. Команда меню «Инструменты» → «Перекрестное выделение»

5.6.2. Копирование, вырезка и вставка

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 72](#)).

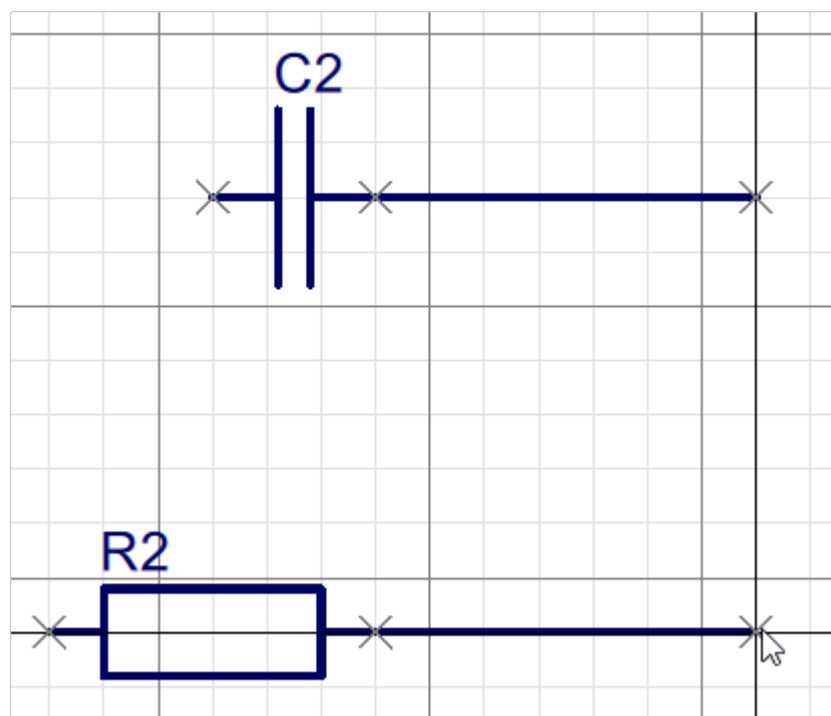


Рисунок 72. Вставка копированных/вырезанных объектов

- 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.

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.

5.6.3. Перемещение объектов

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

- 1) Выделить нужный объект или несколько объектов.
- 2) Нажать левой кнопкой мыши на одном из выделенных объектов и, зажав левую кнопку мыши, переместить курсор в требуемую 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.

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.

5.6.4. 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.

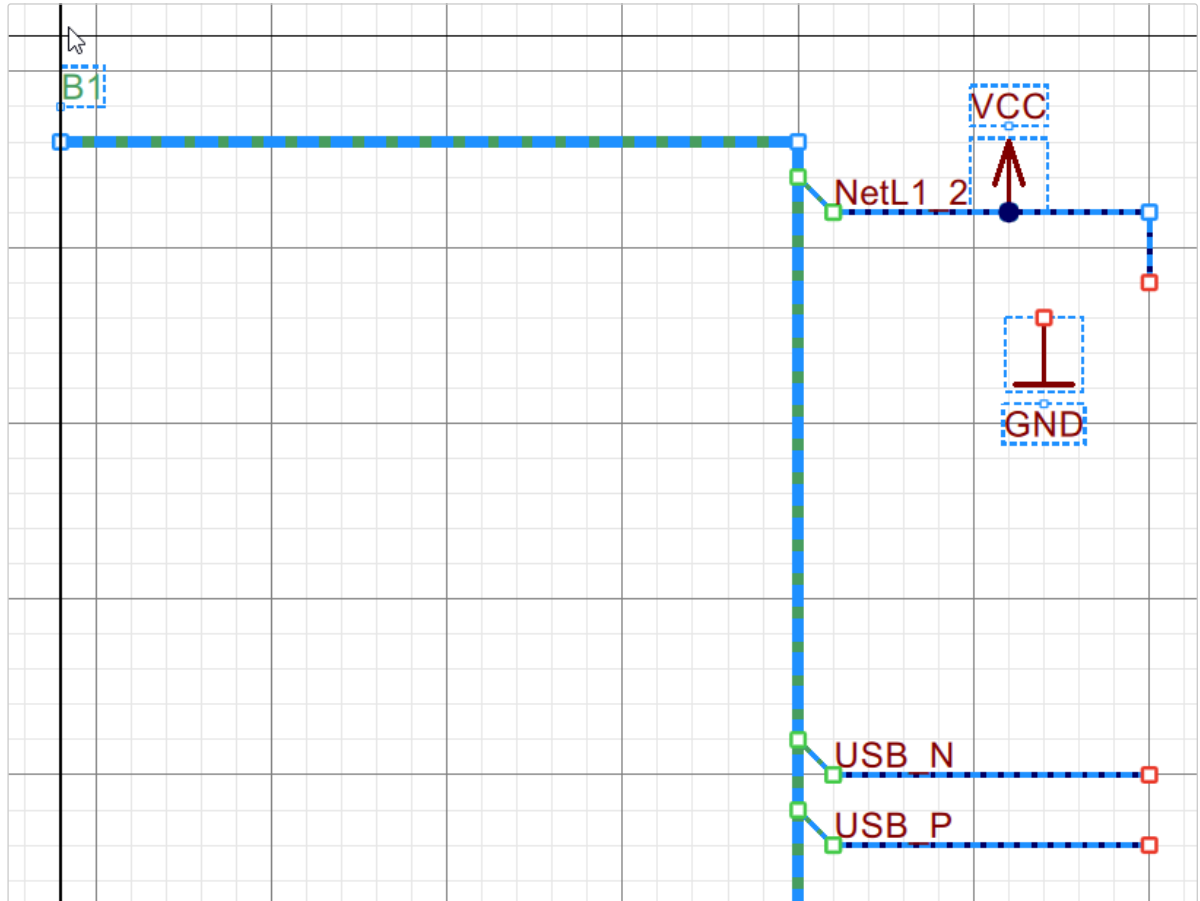


Рисунок 73. Выбор базовой точки при перемещении

- 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.

5.7. 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 74](#)).

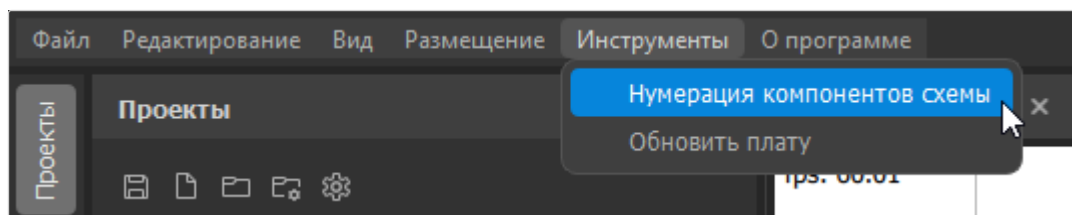


Рисунок 74. Пункт меню «Нумерация компонентов схемы»

- 2) В диалоговом окне, подтверждающем перенумерацию компонентов, нажать на кнопку ОК (см. [рисунок 75](#)).

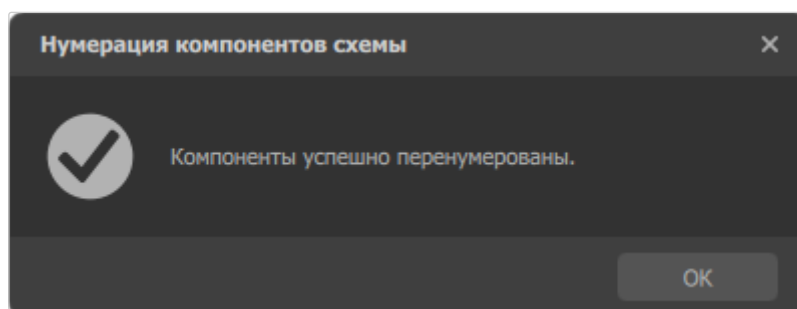


Рисунок 75. Диалоговое окно подтверждения перенумерации компонентов

Результатом автоматической перенумерации будет назначение компонентам позиционных обозначений в порядке сверху вниз, начиная с левого верхнего компонента схемы (см. [рисунок 76](#)).

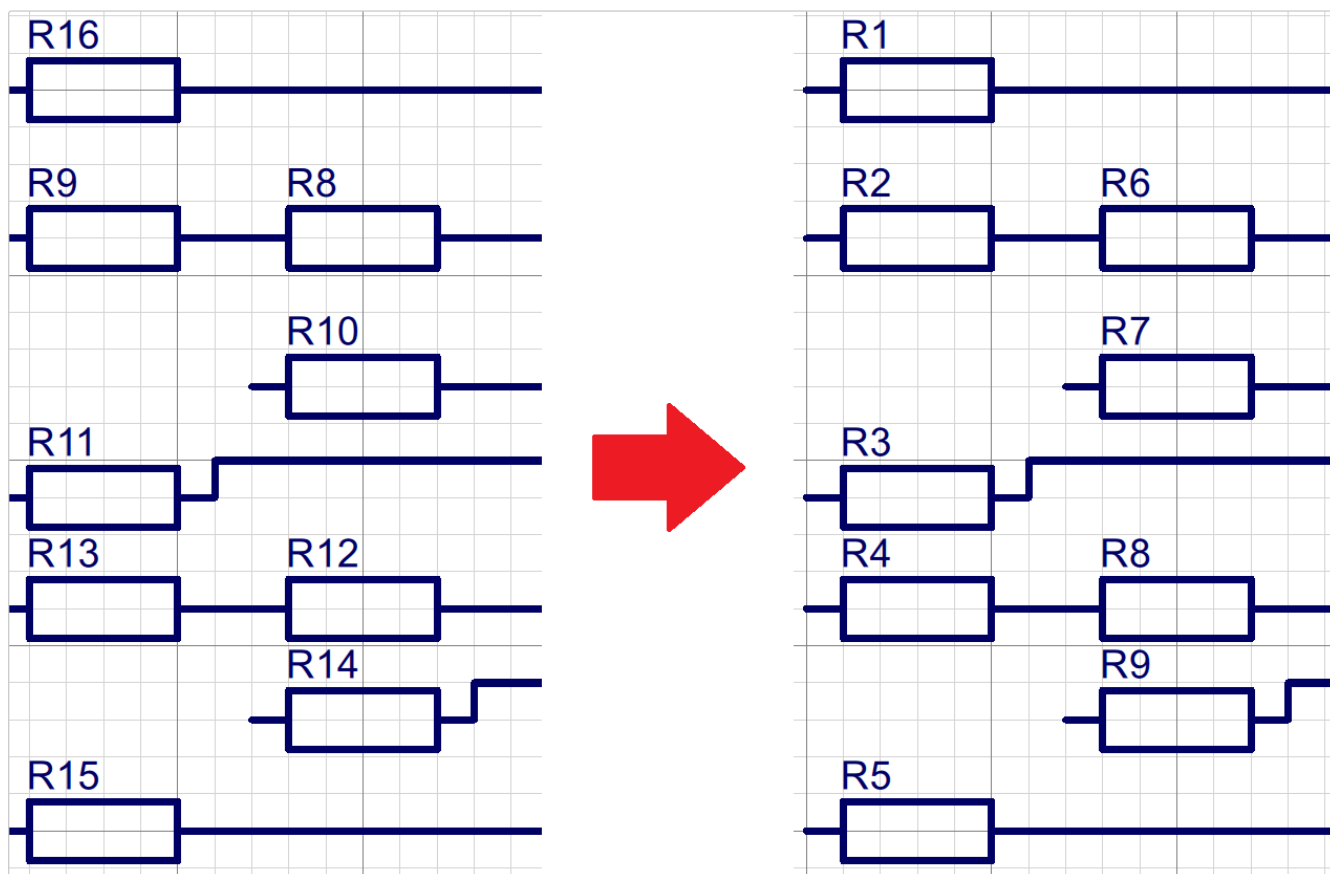


Рисунок 76. Результаты автоматической перенумерации

5.8. 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 77](#)).

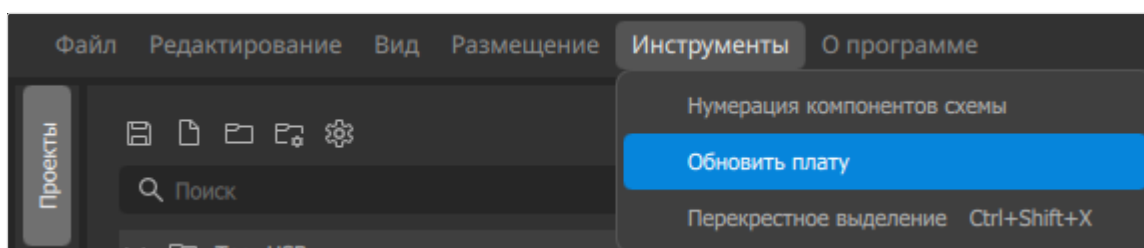


Рисунок 77. Пункт меню «Обновить плату»

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 78](#)).

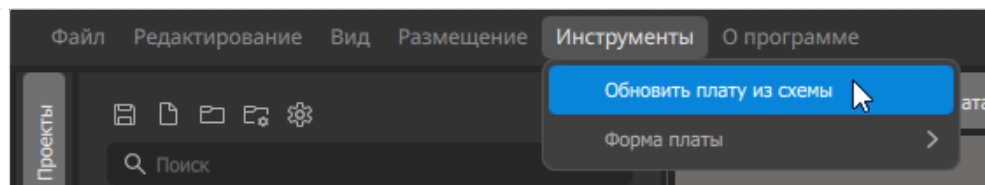


Рисунок 78. Пункт меню «Обновить плату из схемы» в редакторе плат

- 2) После вызова команды при наличии изменений на схеме отобразится окно «Синхронизация изменений», отображающее список изменений, которые будут внесены в топологию платы (см. [рисунок 79](#)).

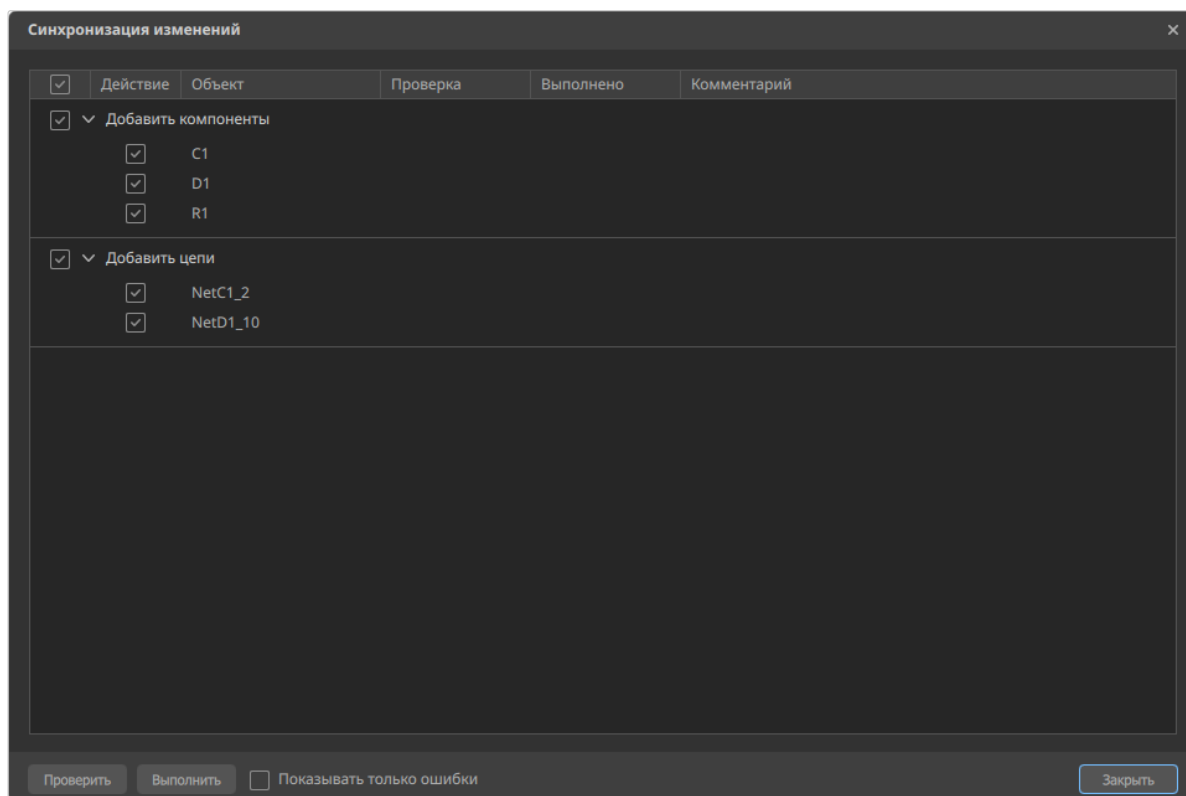


Рисунок 79. Окно «Синхронизация изменений»

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 80](#)).

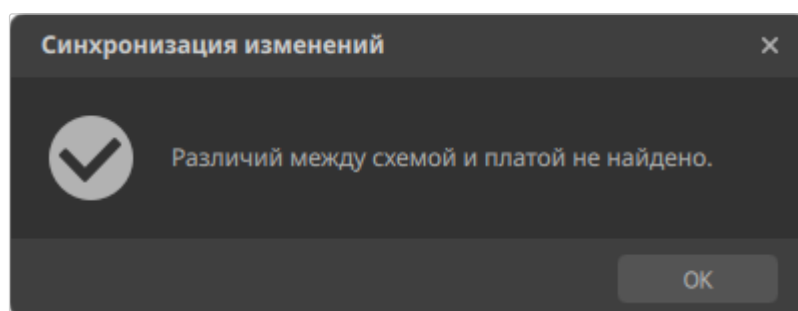


Рисунок 80. Сообщение об отсутствии необходимости внесения изменений в топологию платы

- 3) Флажками отметить необходимые изменения и нажать на кнопку «Проверить».
- 4) В столбце «Проверка» отобразится возможность применения выбранных изменений (см. [рисунок 81](#)).

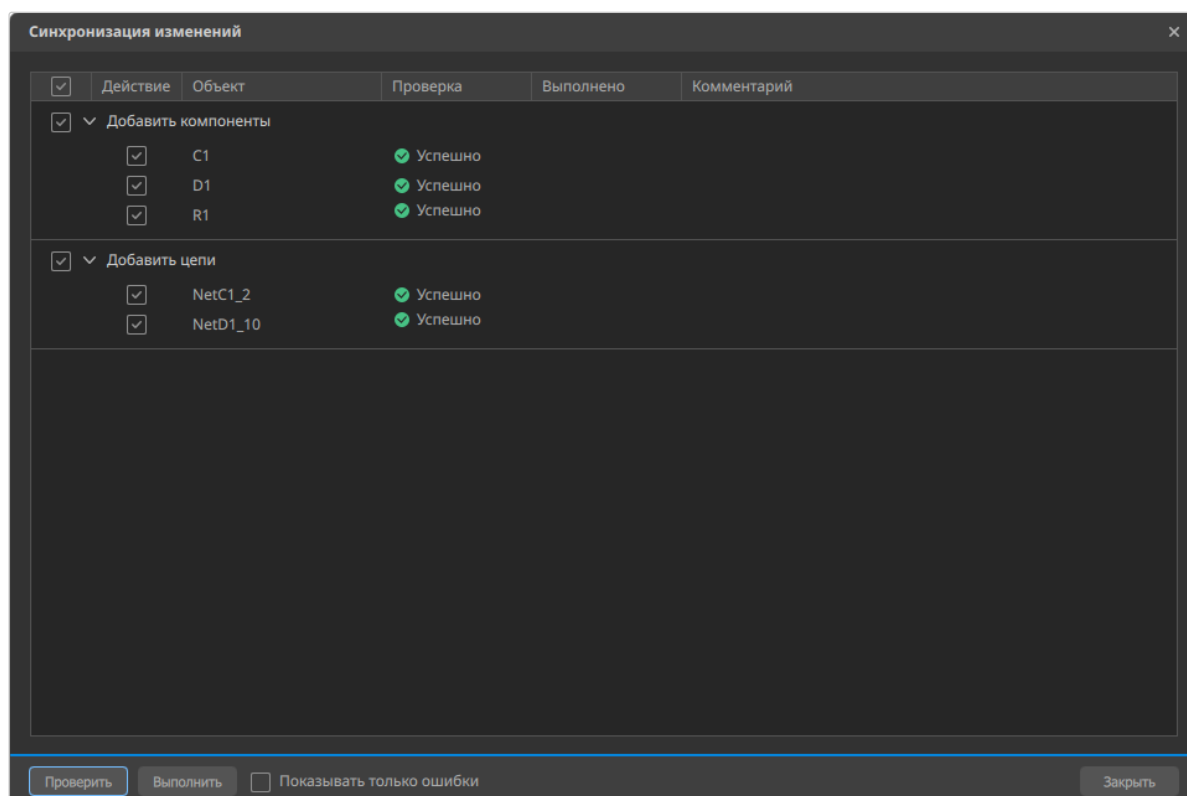


Рисунок 81. Статус проверки в окне «Синхронизация изменений»

- 5) При возникновении ошибок в результате проверки в колонке «Комментарий» будет указан характер и причина ошибки (см. [рисунок 82](#)).

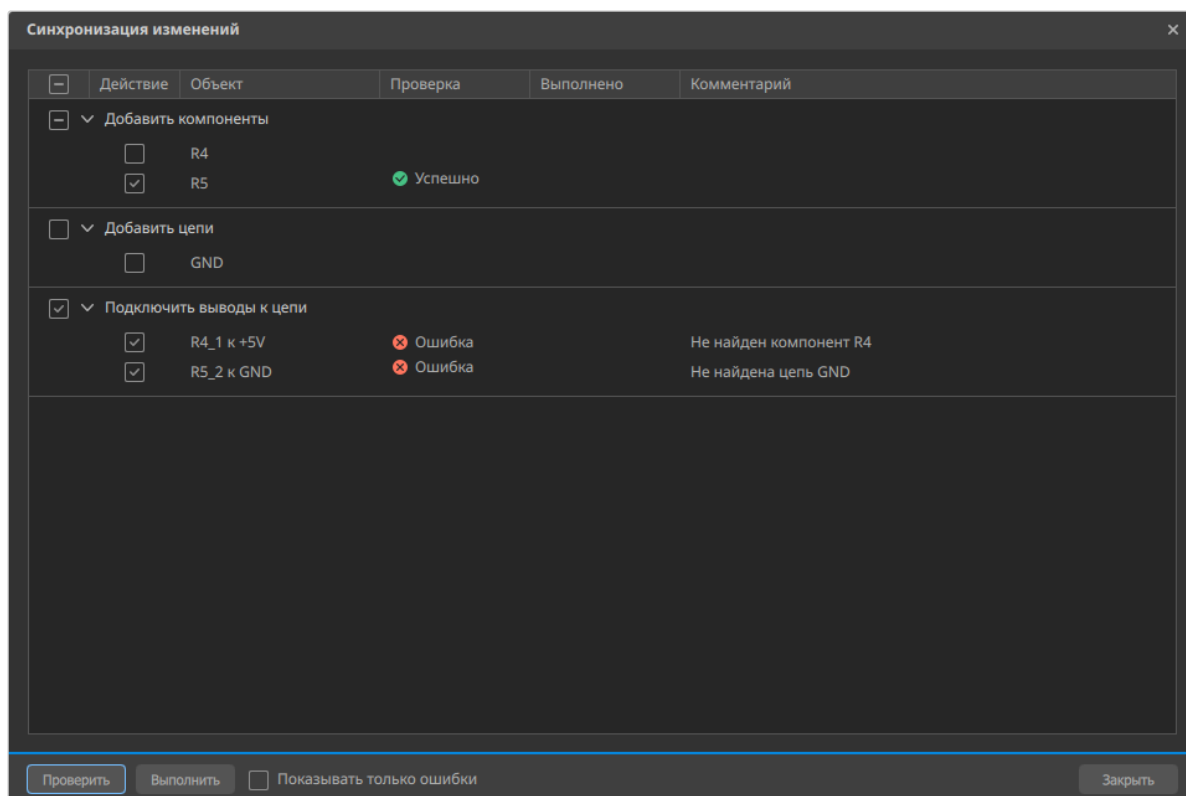


Рисунок 82. Ошибки в результате проверки в окне «Синхронизация изменений»

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 83](#)).

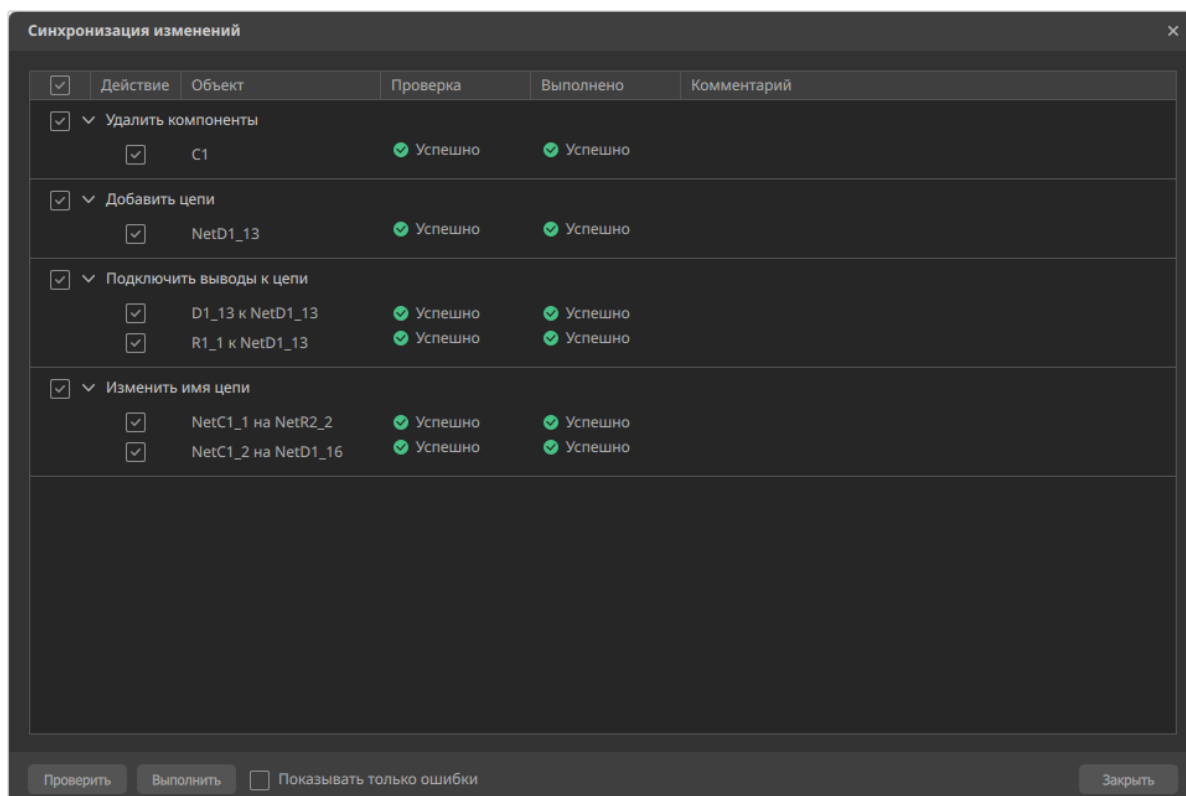


Рисунок 83. Статус выполнения в окне «Синхронизация изменений»

П р и м е ч а н и е— 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.

- 7) По окончании работы с окном «Синхронизация изменений» нажать на кнопку «Закреть» в правом нижнем углу окна.

После синхронизации на плату будут добавлены посадочные места компонентов и связи между контактными площадками, соединенными в одноименные цепи. Также будет автоматически открыта вкладка редактора плат для соответствующего печатного узла (см. [рисунок 84](#)).

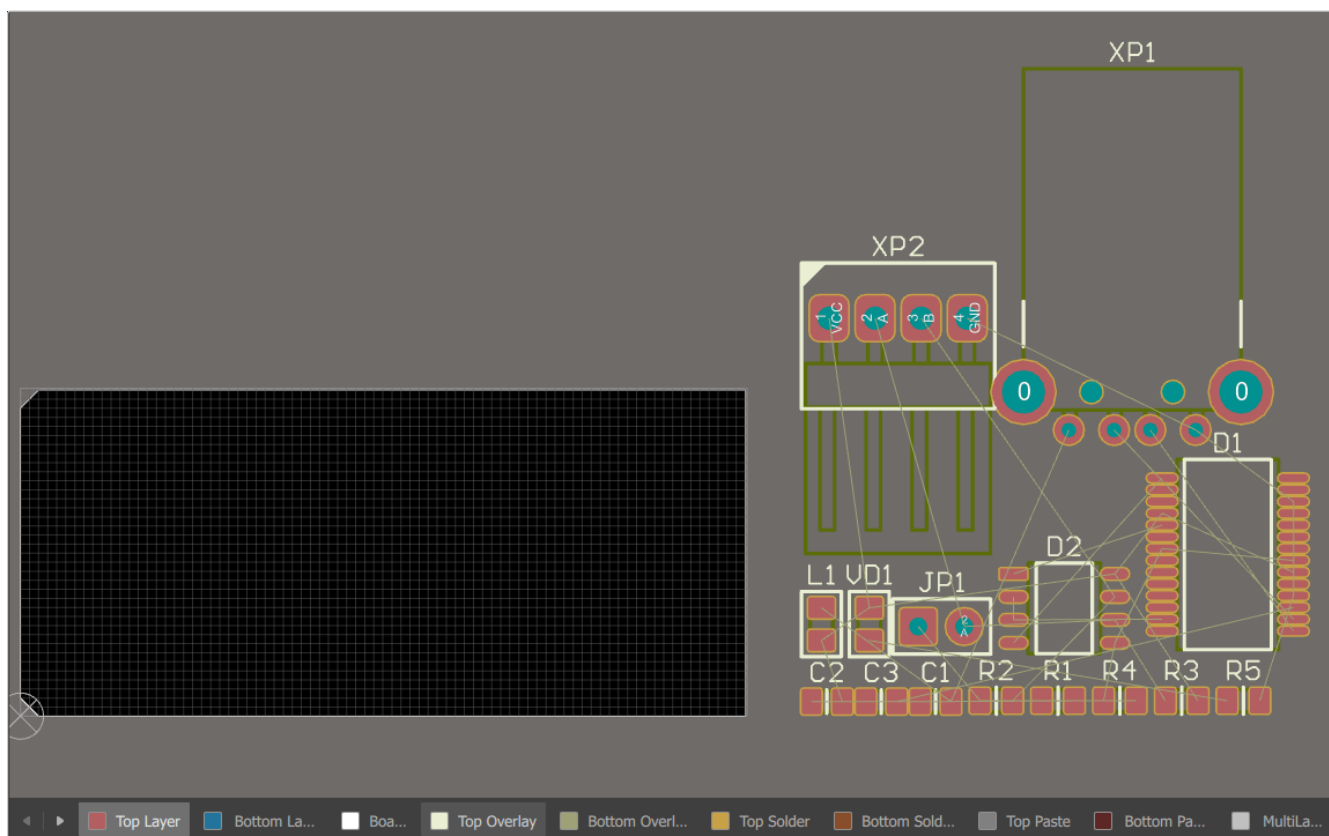


Рисунок 84. Окно редактора плат после синхронизации схемы с платой

5.9. Печать документов

Для печати листов схемы в файл формата PDF необходимо вызвать команду адаптивного меню *Файл* → *Печать*.

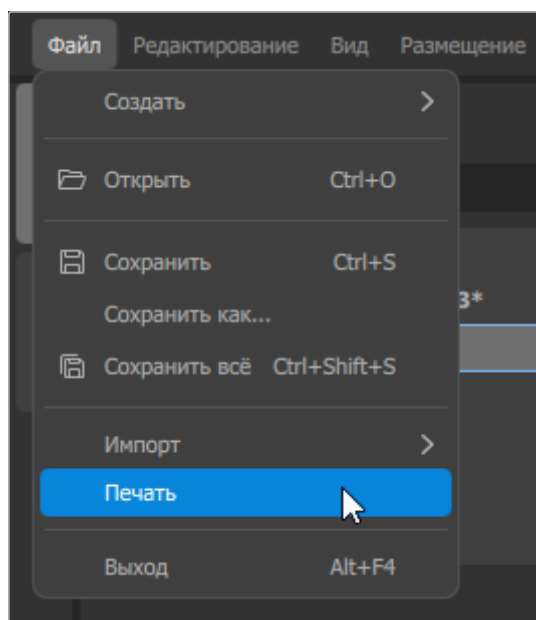


Рисунок 85. Команда адаптивного меню «Файл» → «Печать»

При вызове данной команды откроется диалоговое окно «Печать», позволяющее задать параметры печатаемого документа:

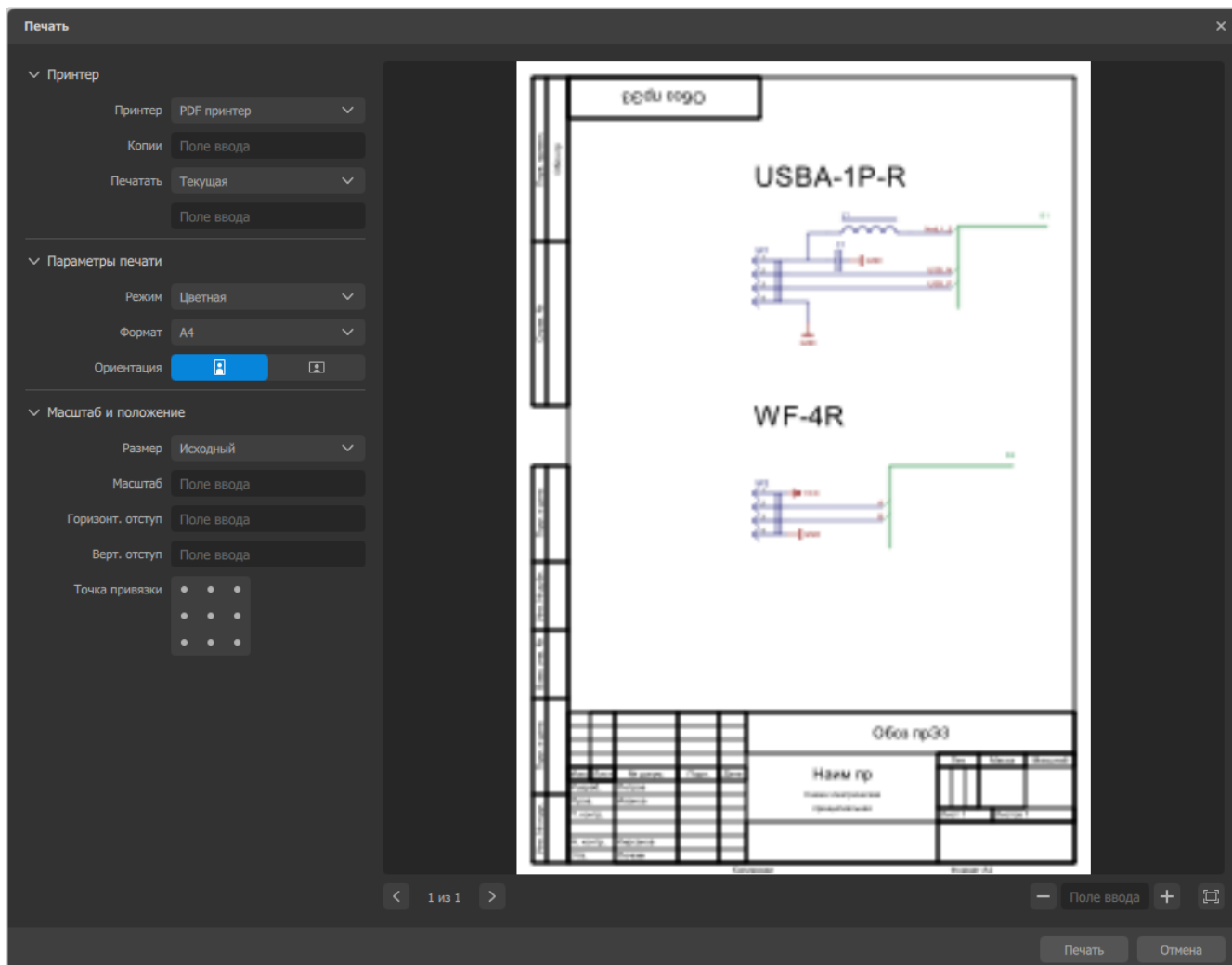


Рисунок 86. Окно «Печать»

- «Формат» — формат листов. Для выбора доступны варианты: A4, A3, A2, A1 и A0.
- «Ориентация» — ориентация листов: книжная или альбомная.

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

6. 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 87](#)).

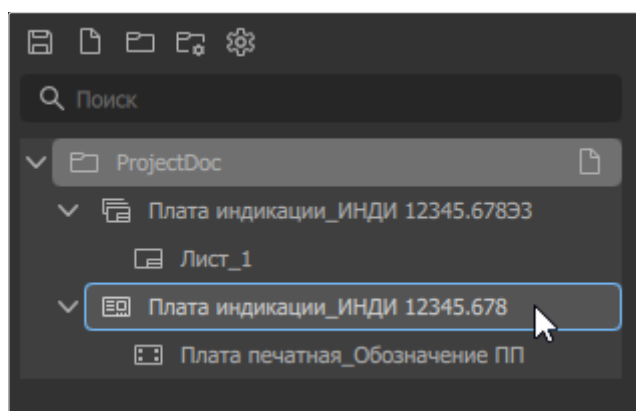


Рисунок 87. Открытие редактора плат

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**).

6.1. 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.

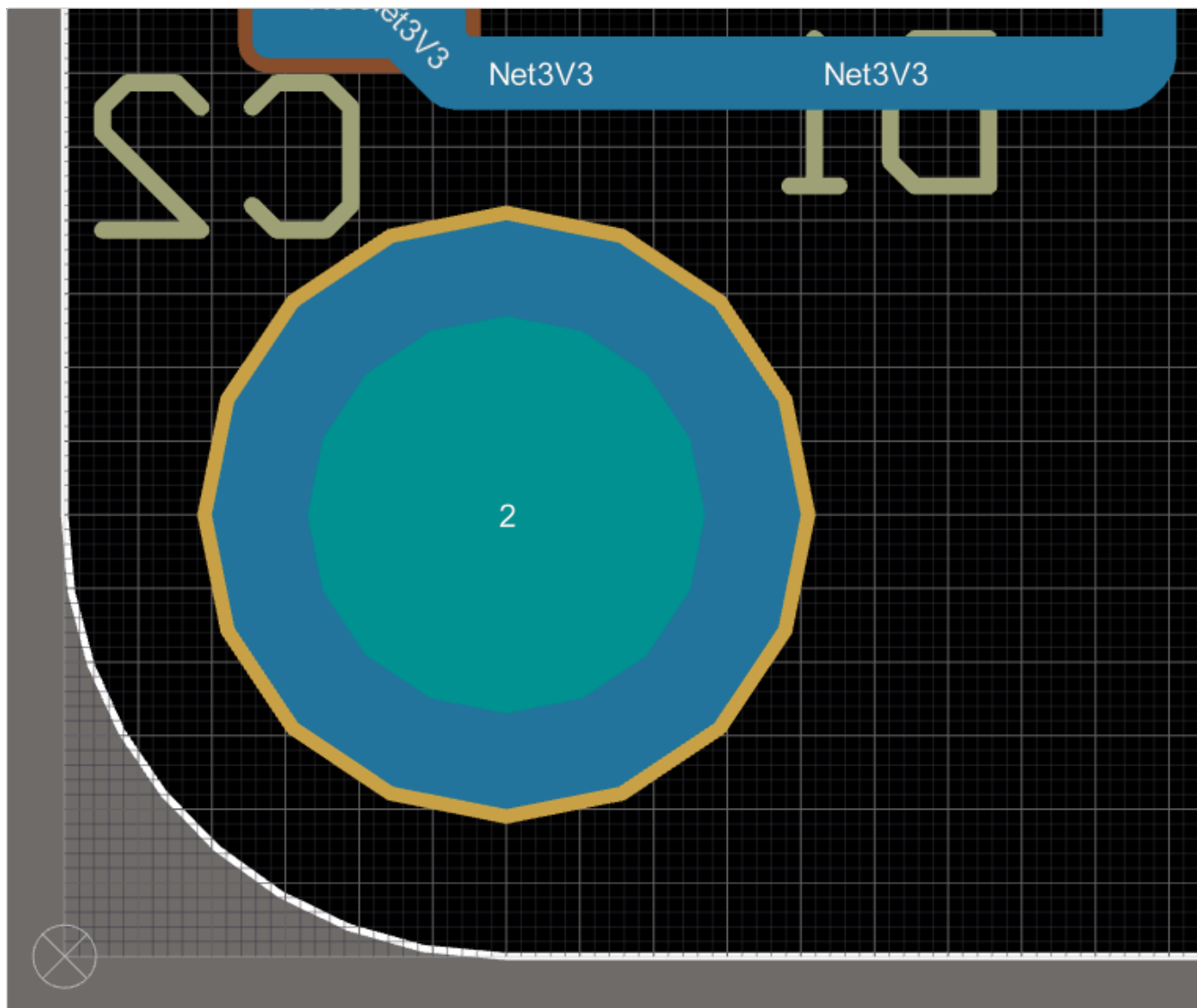


Рисунок 88. Начало координат вспомогательной сетки

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 трекков, 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**.

Дополнительно в 3D-режиме редактора (см. [раздел 6.1.1](#)) 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**.

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».

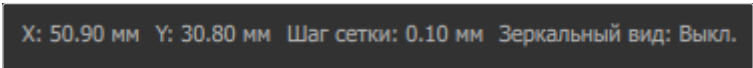
6.1.1. 2D- и 3D-режимы

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».

6.1.2. 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.



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

Рисунок 89. Сообщение о состоянии зеркального режима в строке статуса

6.1.3. 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.

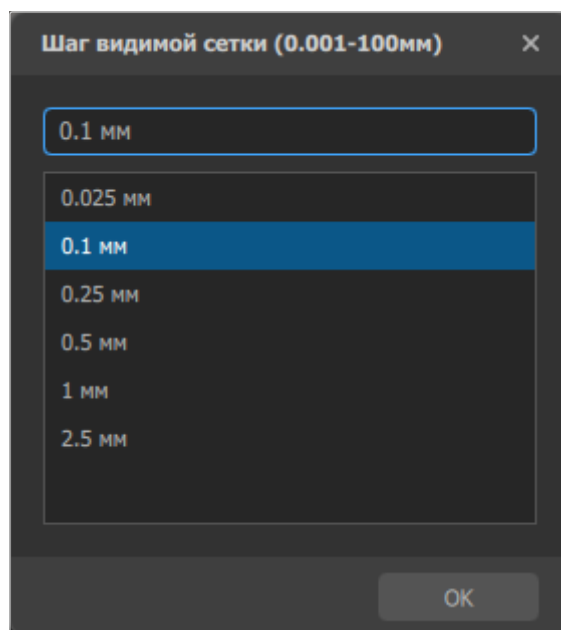


Рисунок 90. Диалоговое окно «Шаг видимой сетки»

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

6.2. Импорт файлов

6.2.1. 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*.

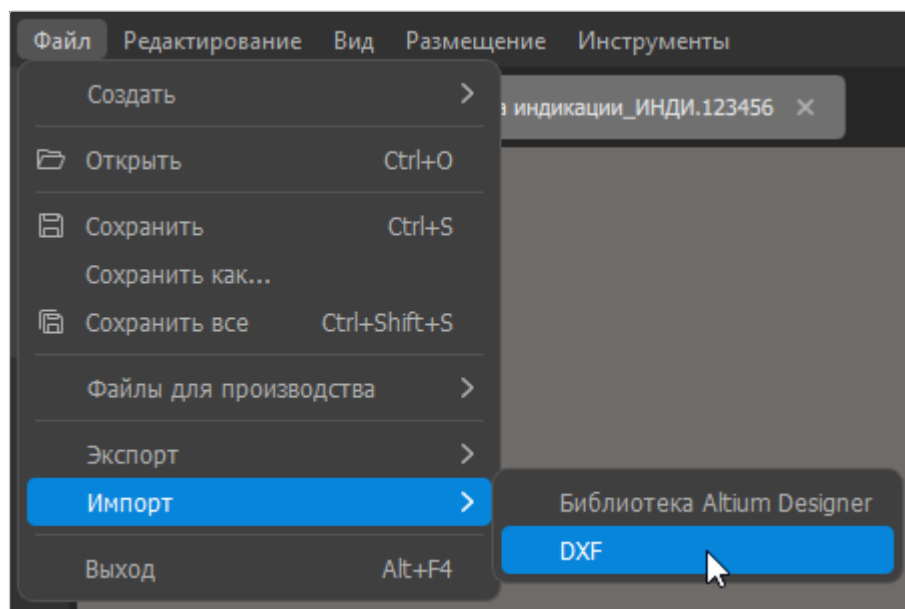


Рисунок 91. Меню «Файл» → «Импорт» → DXF

3) Выбрать нужный файл DXF и нажать на кнопку «Открыть».

Отобразится дополнительное окно «Импорт из DXF», где можно задать следующие параметры импорта:

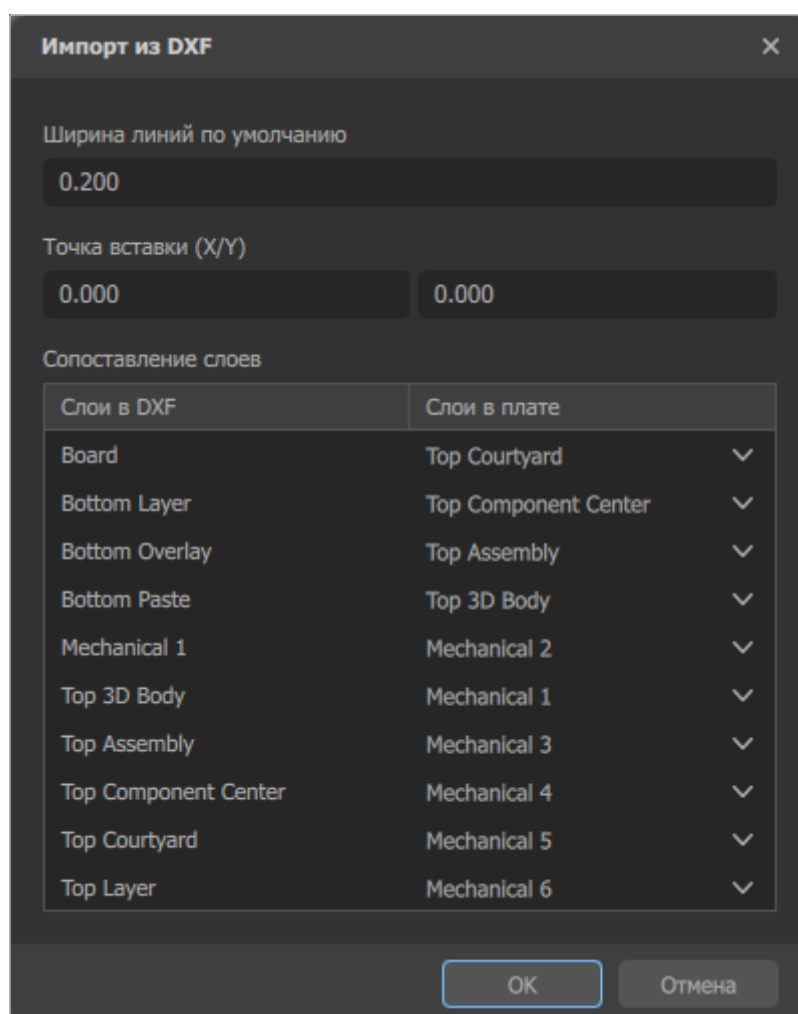


Рисунок 92. Окно «Импорт из DXF»

- «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.
 - «Слои в DXF» — наименования импортируемых слоев.
 - «Слои в плате» — соответствующие слои в Программе. Можно выбрать существующий слой из выпадающего списка (за исключением слоев-диэлектриков).

При нажатии на кнопку ОК произойдет импорт графических объектов из файла DXF на соответствующие слои платы.

6.3. 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:

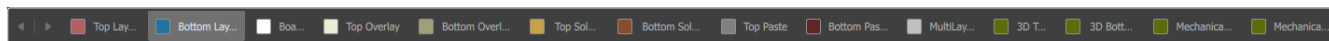




Рисунок 93. Список слоев в редакторе плат

- 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.
- MultiLayer.
- 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 **Shift** + **S**.

6.3.1. 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 94](#)).

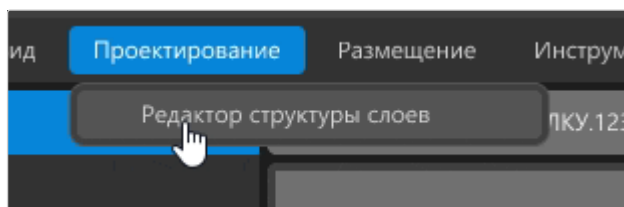


Рисунок 94. Вызов окна «Редактор структуры слоев»

- 2) В открывшемся окне «Редактор структуры слоев» произвести необходимые настройки:

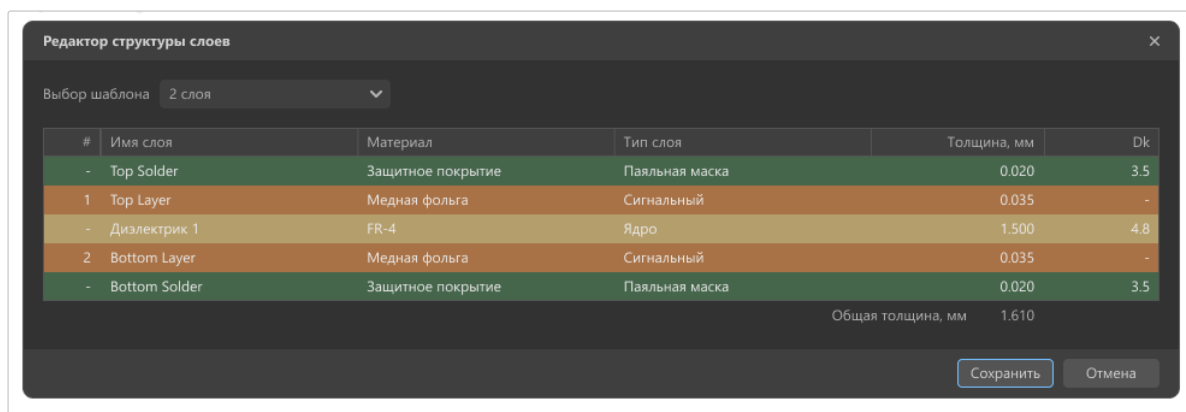


Рисунок 95. Окно «Редактор структуры слоев»


- 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».

6.4. Дополнительные инструменты

6.4.1. 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». Также нужный инструмент можно выбрать в меню *Размещение*.

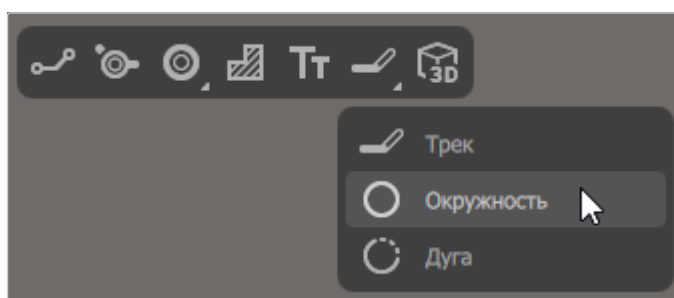


Рисунок 96. Инструмент «Окружность» на панели инструментов редактора плат

3) Нарисовать замкнутый контур.

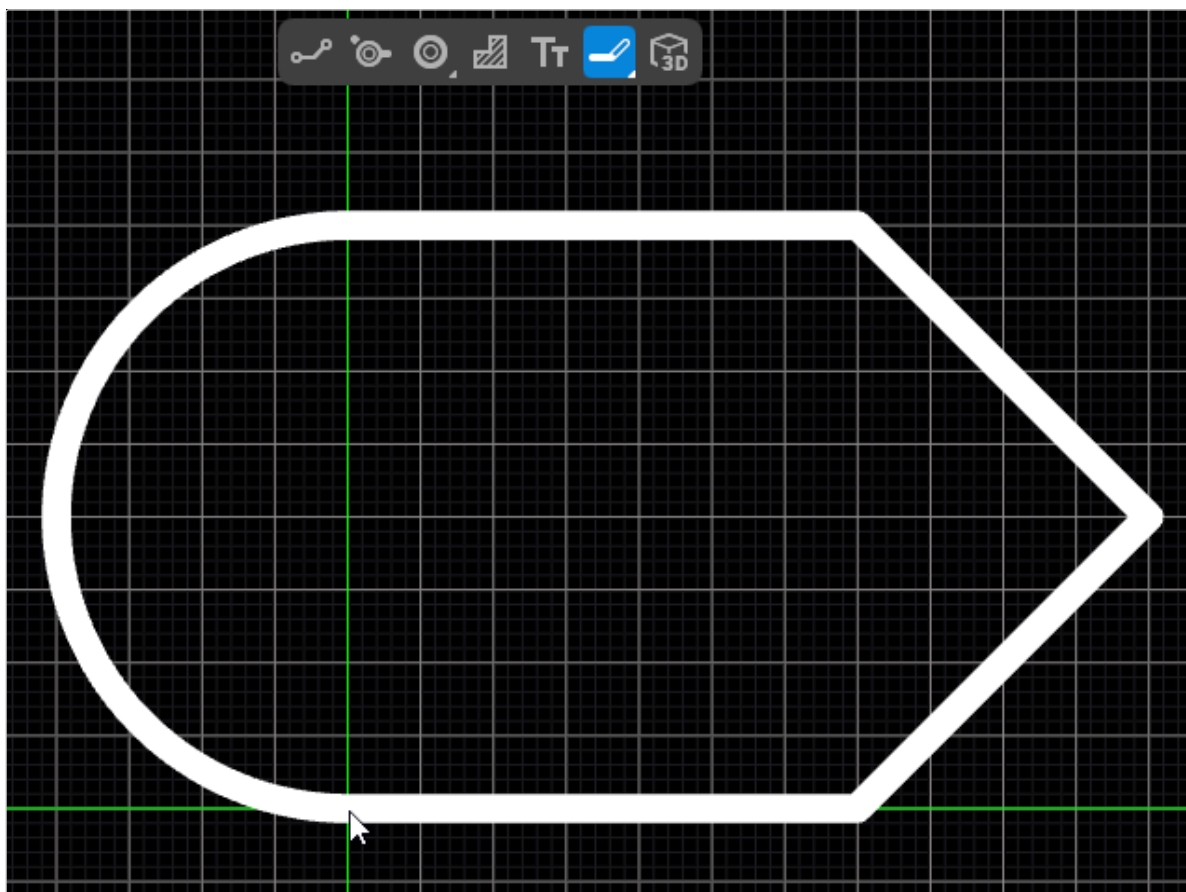


Рисунок 97. Создание замкнутого контура при помощи графических инструментов

- 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 98](#)).

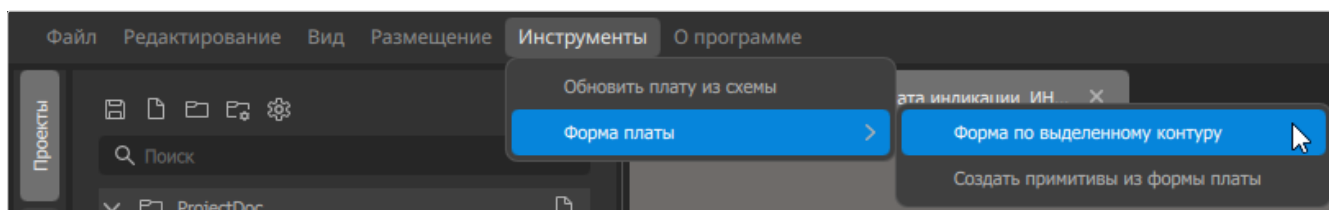


Рисунок 98. Команда меню «Форма по выделенному контуру»

При выполнении всех условий форма платы будет перестроена по выделенному контуру (см. [рисунок 99](#)).

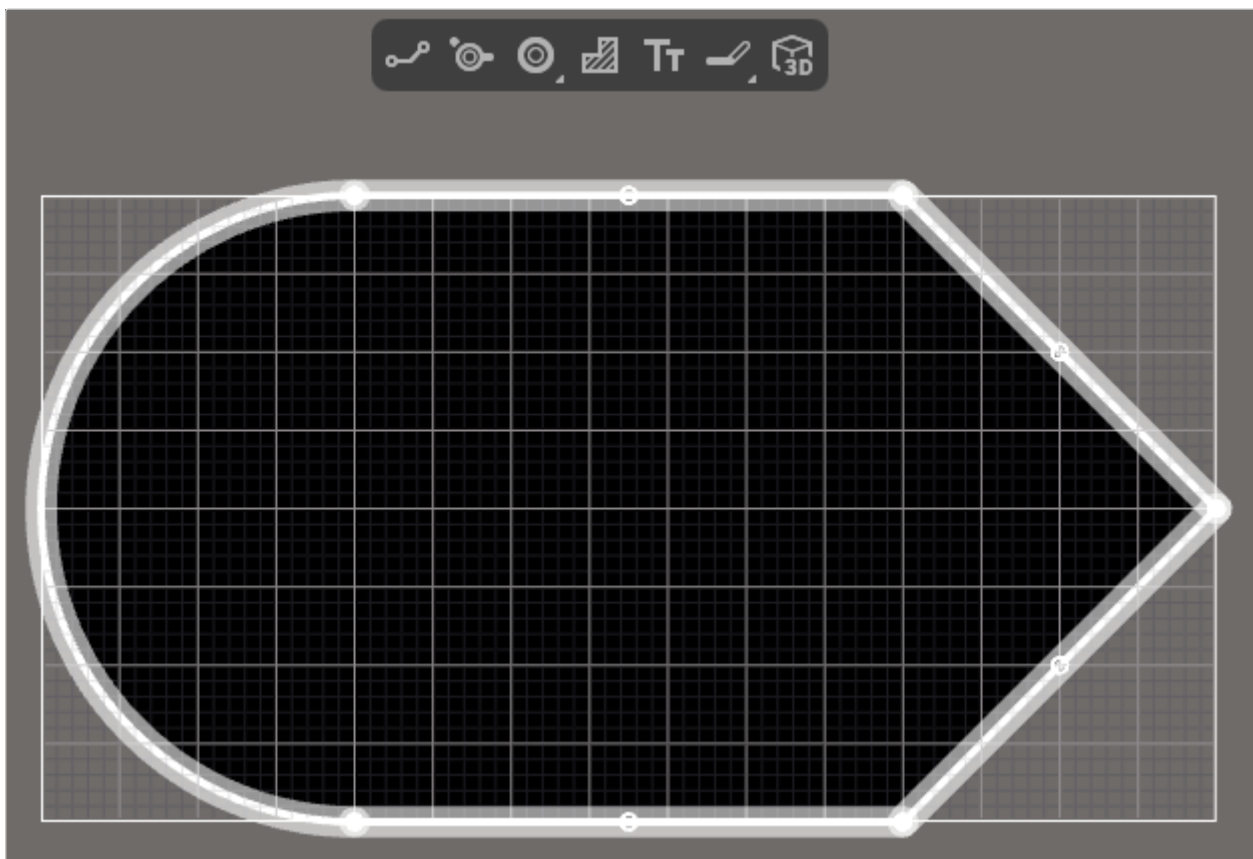


Рисунок 99. Перестроенный контур платы

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 100](#)).

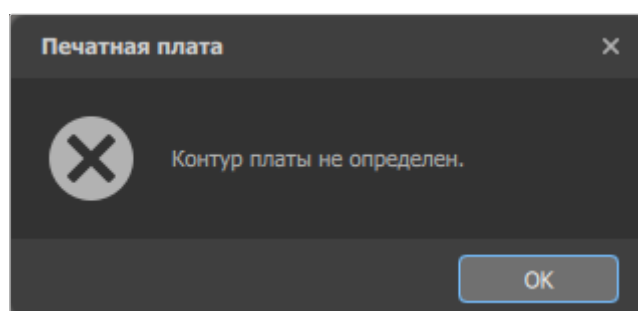


Рисунок 100. Ошибка при создании контура платы

6.4.2. 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 6.4.1](#)) 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`.

6.4.3. 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 101](#)).

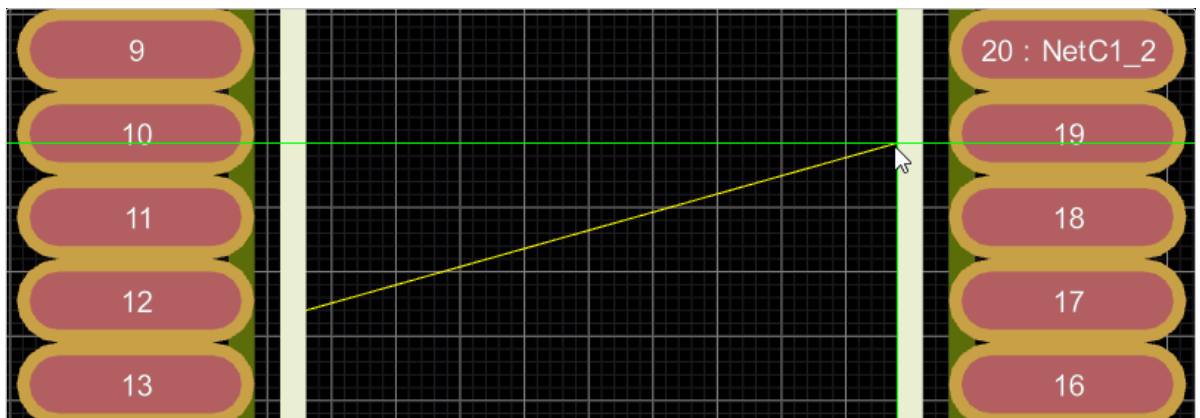


Рисунок 101. Измерение расстояния на плате

- 4) Нажать левой кнопкой мыши в конечной точке измерения. Отобразится всплывающее окно «Расстояние между точками» с результатами измерения (см. [рисунок 102](#)).

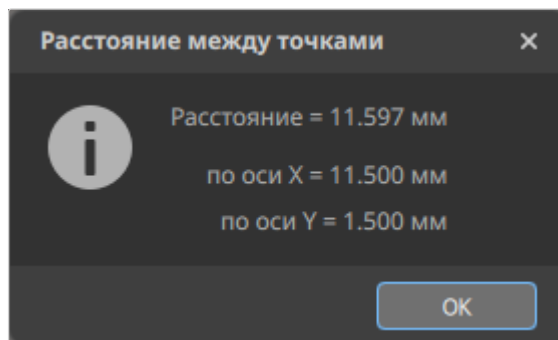



Рисунок 102. Результаты измерений

6.4.4. 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 103](#)).

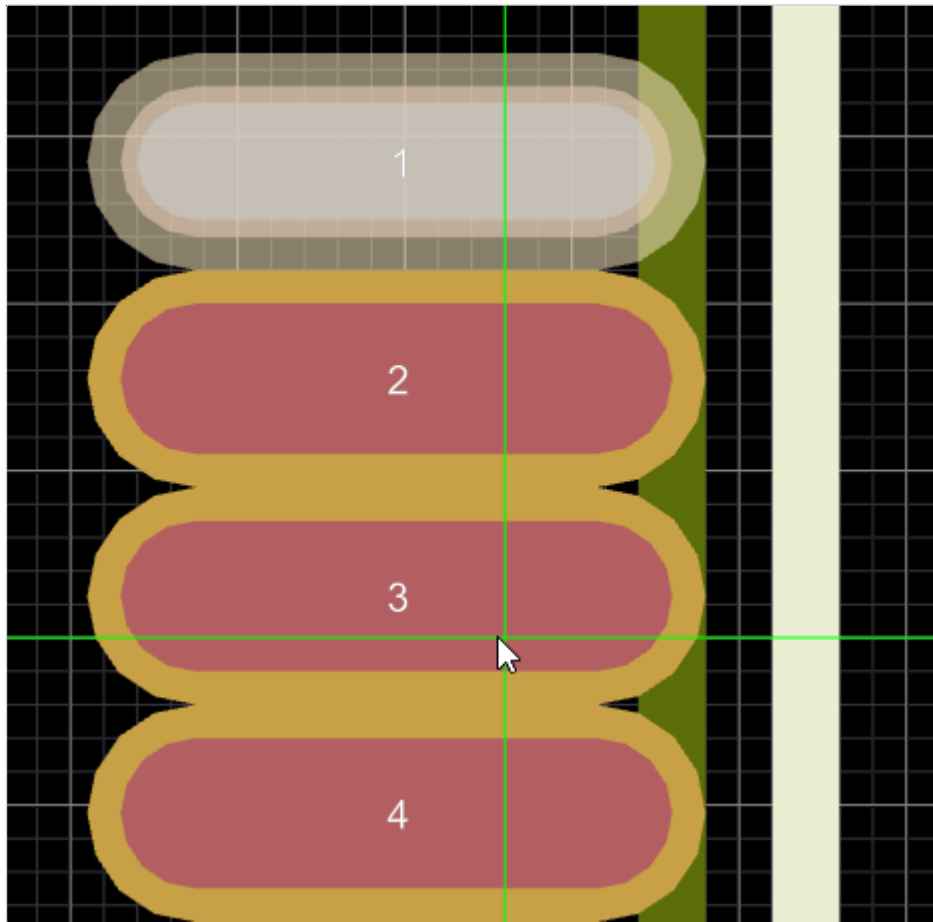


Рисунок 103. Выделенный примитив при измерении зазора

- 3) Нажать левой кнопкой мыши на второй примитив. Отобразится всплывающее окно «Зазор между примитивами» с результатами измерения минимального расстояния между выбранными примитивами (см. [рисунок 104](#)).

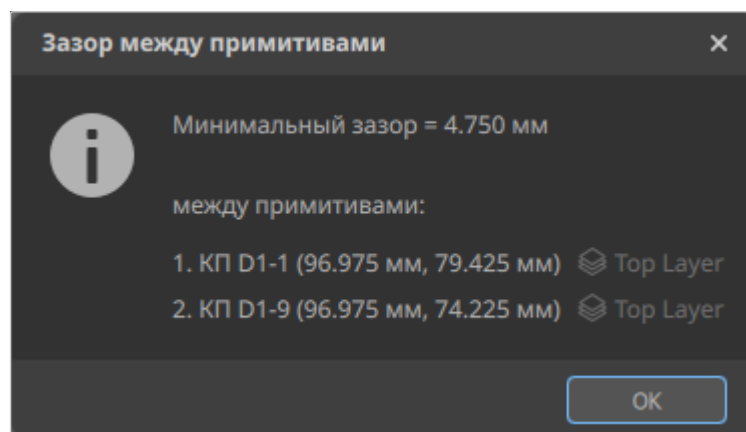


Рисунок 104. Результаты измерений зазора

6.5. Работа с посадочными местами

6.5.1. 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 105](#)). 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**.

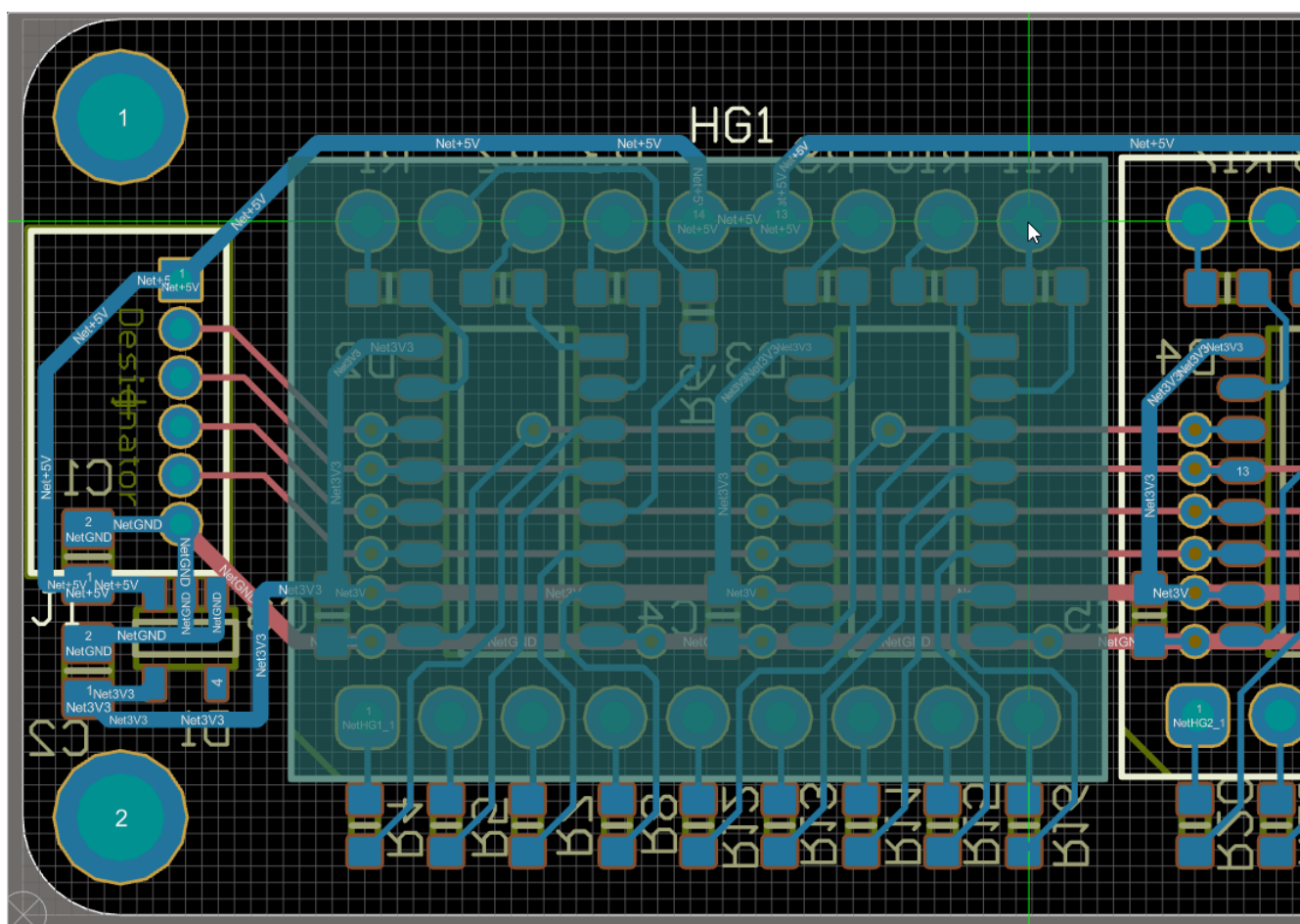


Рисунок 105. Перемещение посадочного места

6.5.2. Свойства посадочных мест

После размещения посадочного места на панели «Свойства» можно просмотреть и задать его параметры (см. [рисунок 106](#)). Для этого необходимо выделить посадочное место, щелкнув по нему левой кнопкой мыши.

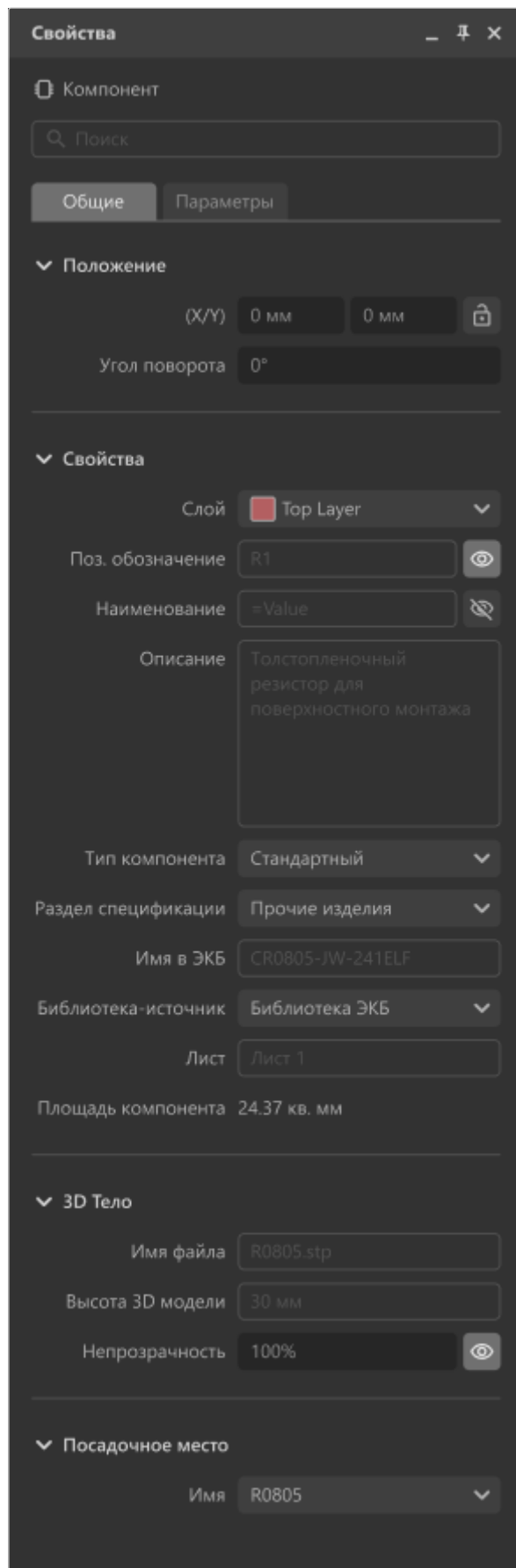



Рисунок 106. Свойства посадочного места

На вкладке «Общие»:

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) «Свойства»:

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

3) «3D-тело»:




- «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.

6.6. 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.

6.6.1. 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 107](#)).

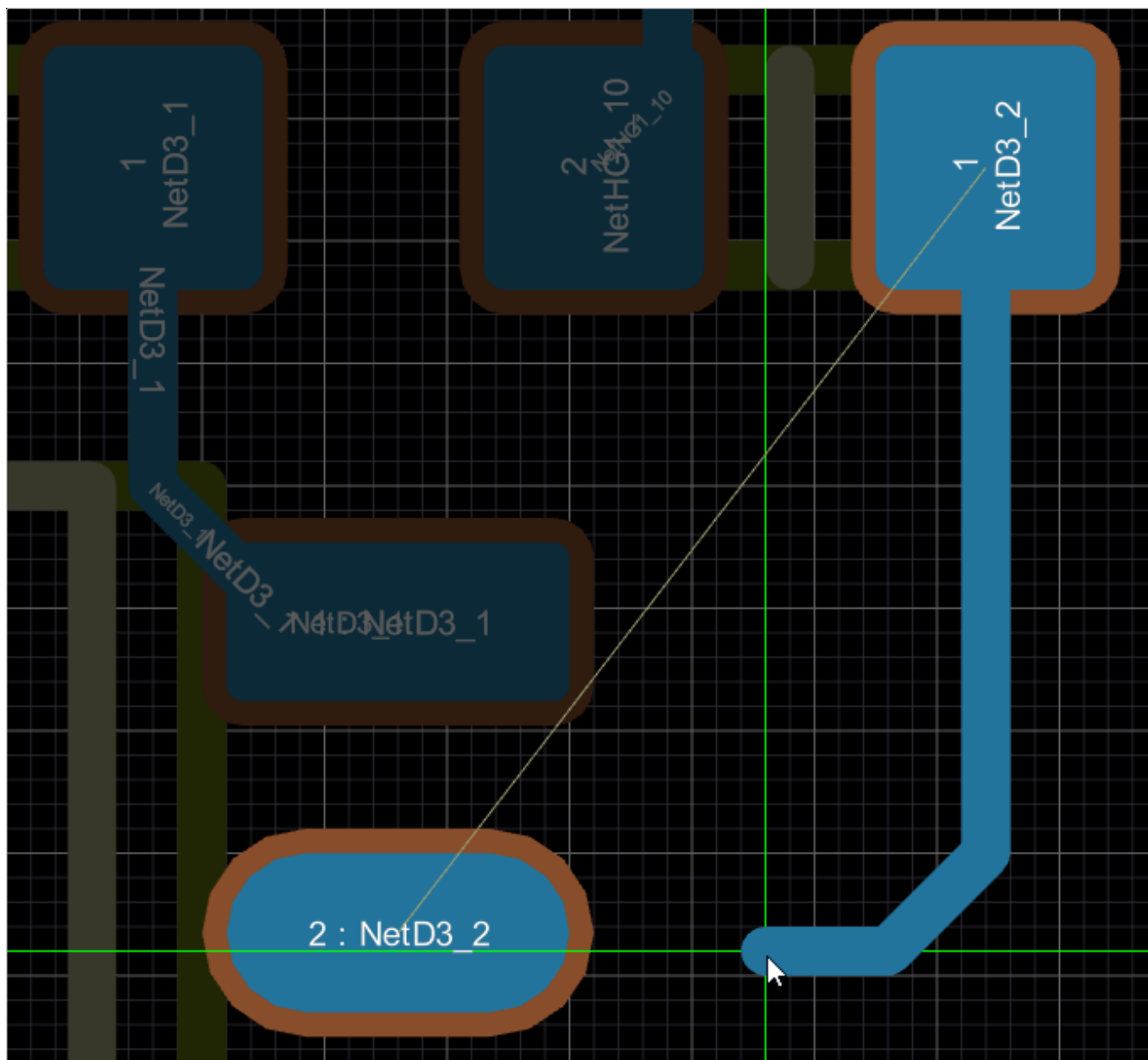


Рисунок 107. Подсветка площадок посадочных мест, объединенных в общую цепь

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 108).

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.

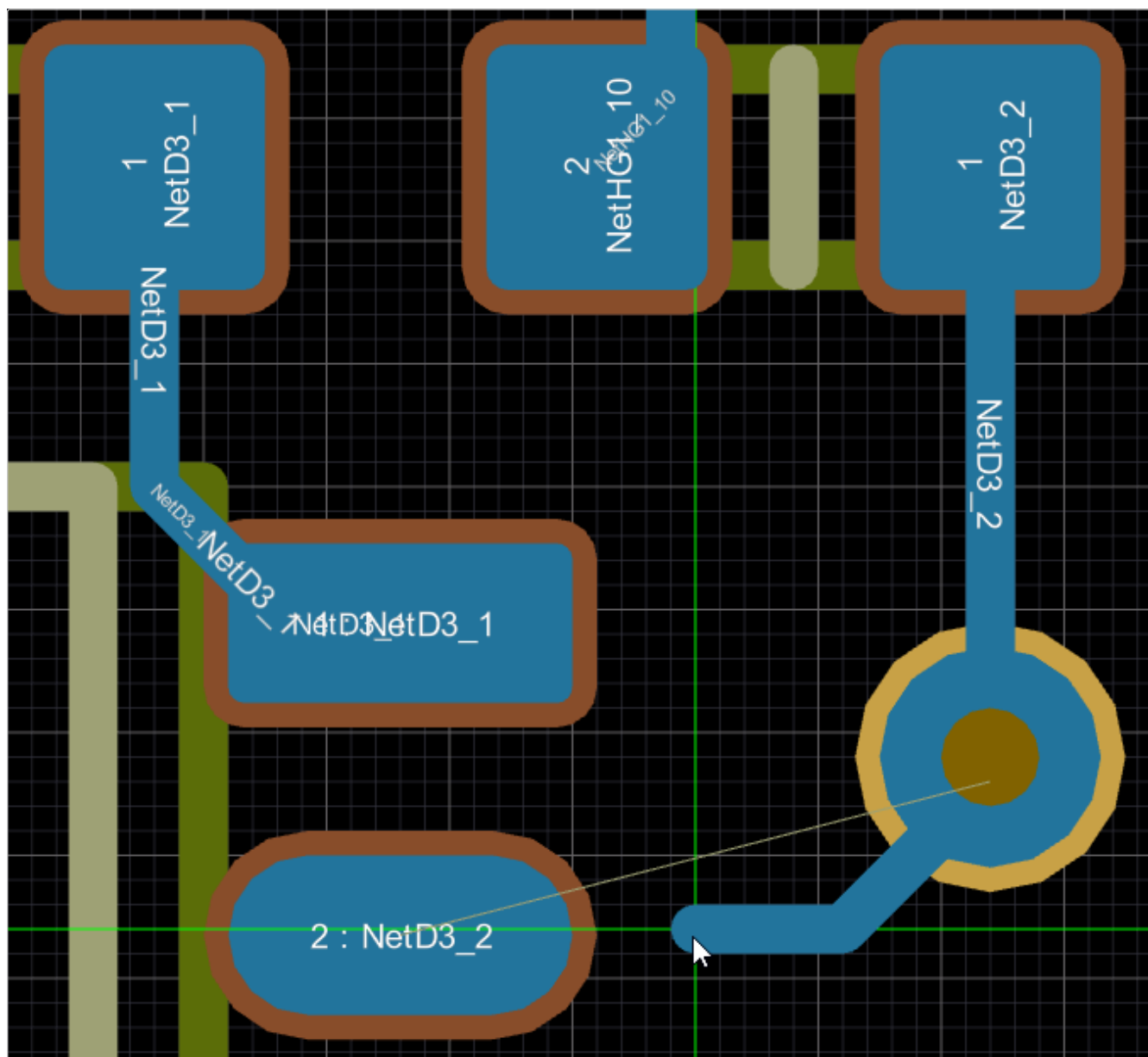


Рисунок 108. Трассировка с переходным отверстием

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

6.6.2. 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 109](#)), где можно выбрать одно из предустановленных значений или задать произвольное значение в миллиметрах.

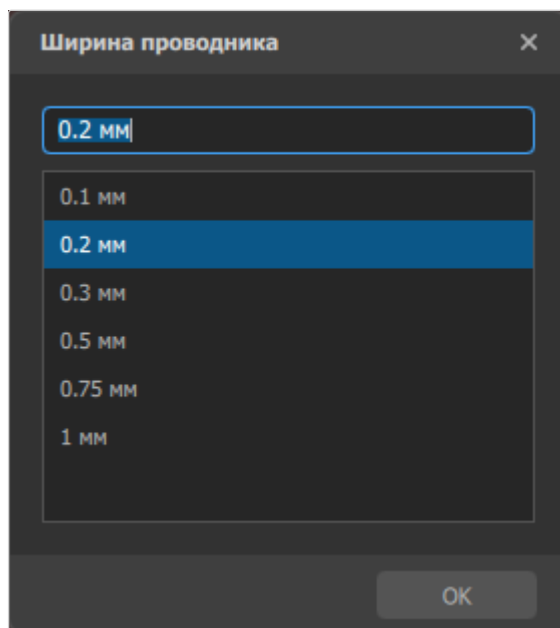


Рисунок 109. Выбор ширины сегмента

Примечание — При выборе другого значения изменяется ширина только новых добавляемых сегментов. Ширина проводников по умолчанию — 0,2 мм. Это же значение принято в качестве минимального зазора от других цепей.

- 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**.

6.6.3. Внесение изменений в трассировку после создания

6.6.3.1. Изменение свойств сегмента

Для выделения сегмента на плате необходимо нажать по нему левой кнопкой мыши (см. [рисунок 110](#)). 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.

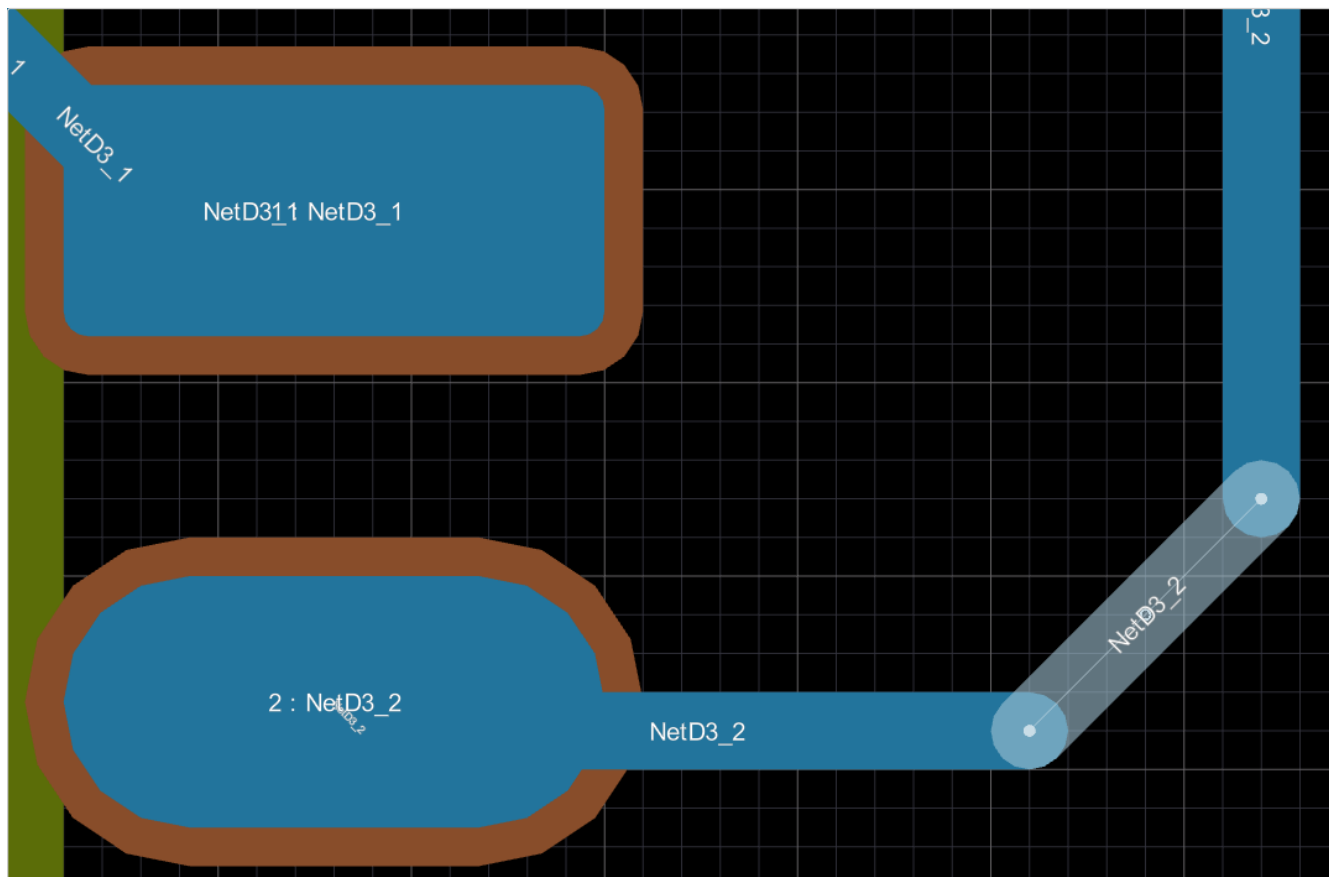


Рисунок 110. Выделенный сегмент на плате

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

При выделении сегмента на панели «Свойства» можно просмотреть и изменить его параметры:

Трек

Поиск

Положение

Первая точка (X/Y) -4.420 -7.620

Вторая точка (X/Y) -7.800 -11.000

Свойства

Имя цепи USB_N

Слой Top Layer

Ширина 0.200

Длина 4.780

Заужение паяльной пасты

Из правил Пользовательский

Включено ☐ 0.0

Вскрытие паяльной маски

Из правил Пользовательский

Включено ☐ 0.0

Рисунок 111. Свойства сегмента 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.

6.6.3.2. Перемещение сегментов

Сегмент можно перемещать путем переноса средней точки сегмента с зажатой левой кнопкой мыши (см. [рисунок 112](#)).

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.

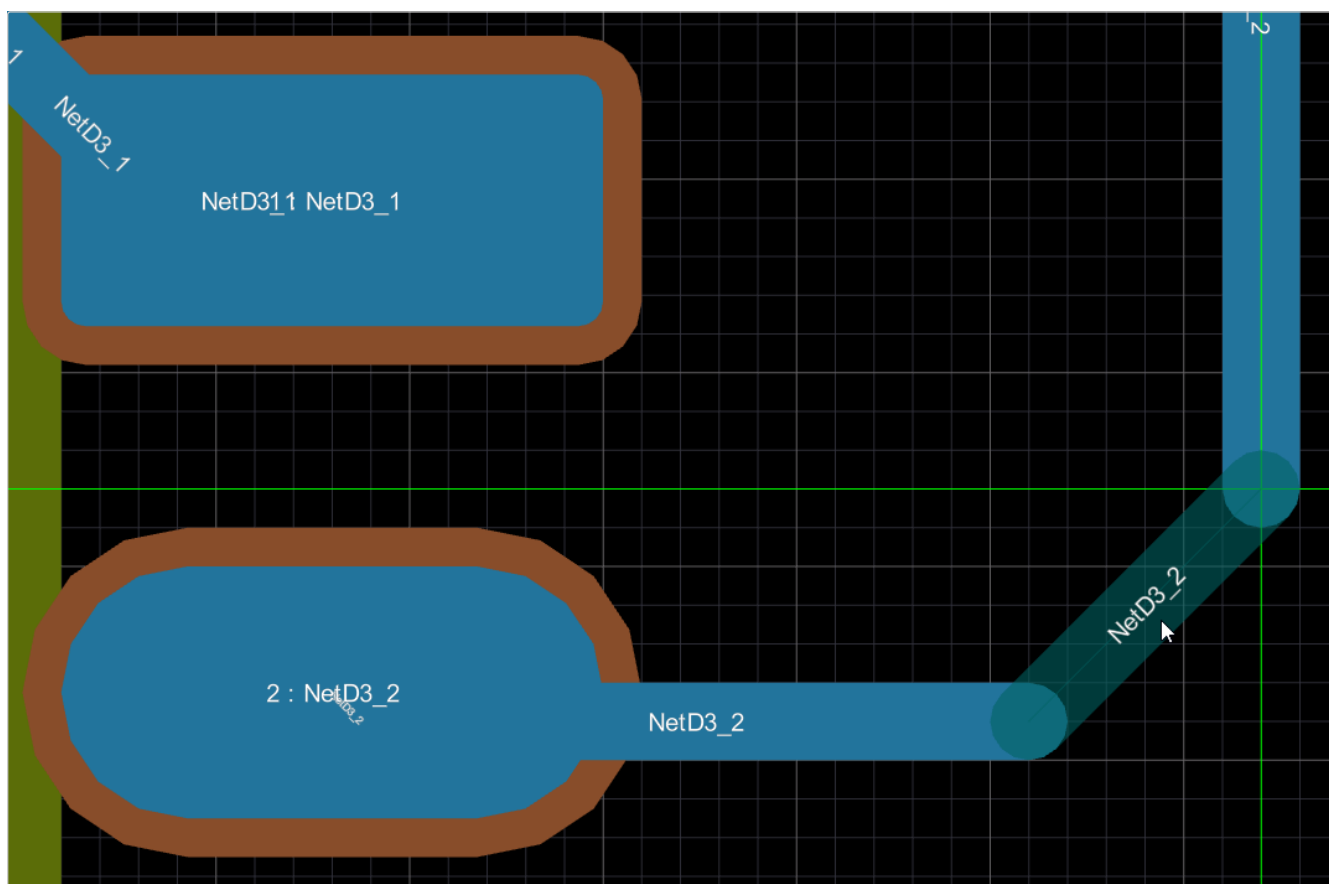


Рисунок 112. Перемещение сегмента

6.6.3.3. 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 113](#)).

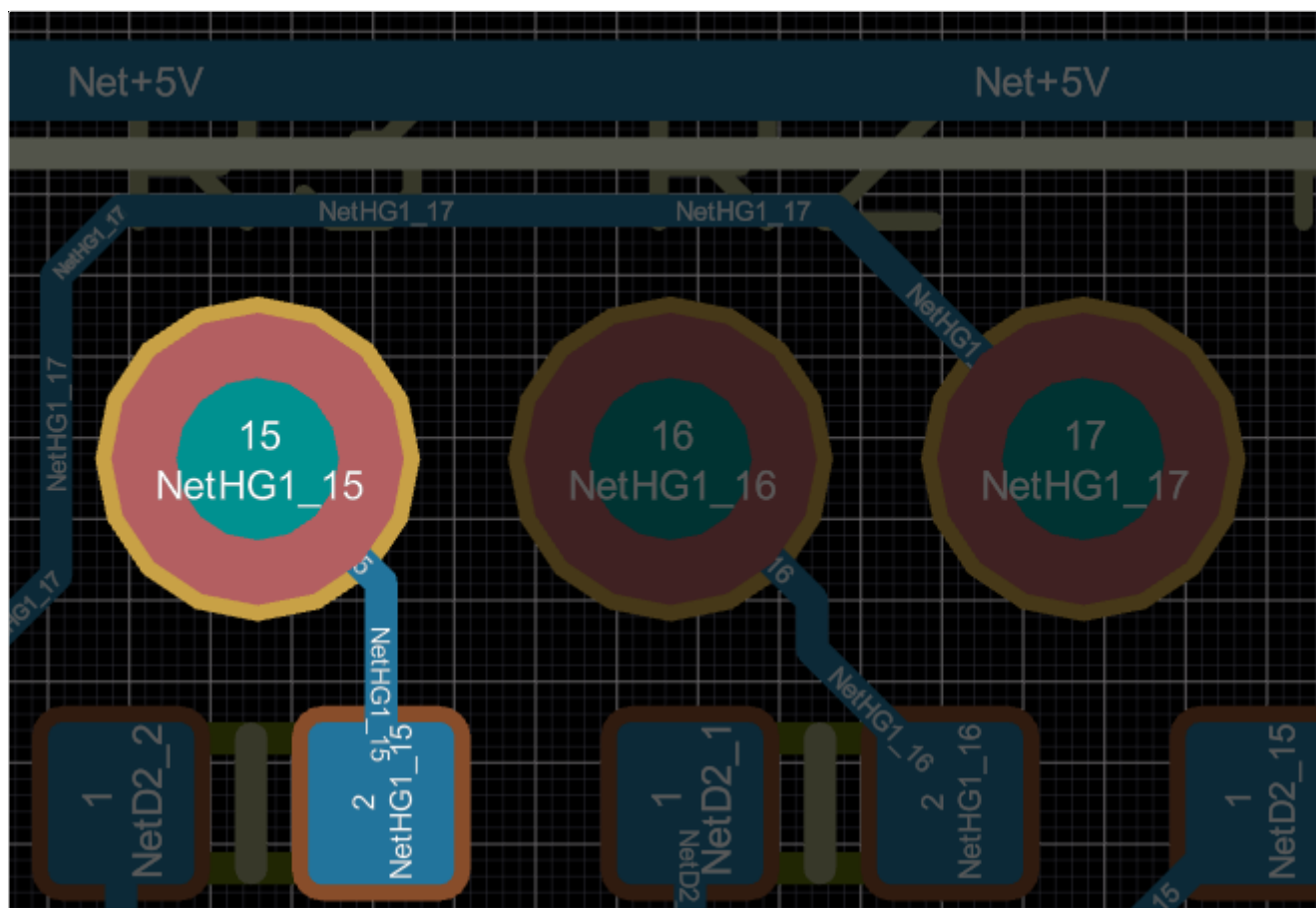


Рисунок 113. Подсветка элементов, объединенных в общую цепь

Подсветка элементов одной цепи работает и в 3D-режиме отображения платы (см. [рисунок 114](#)).

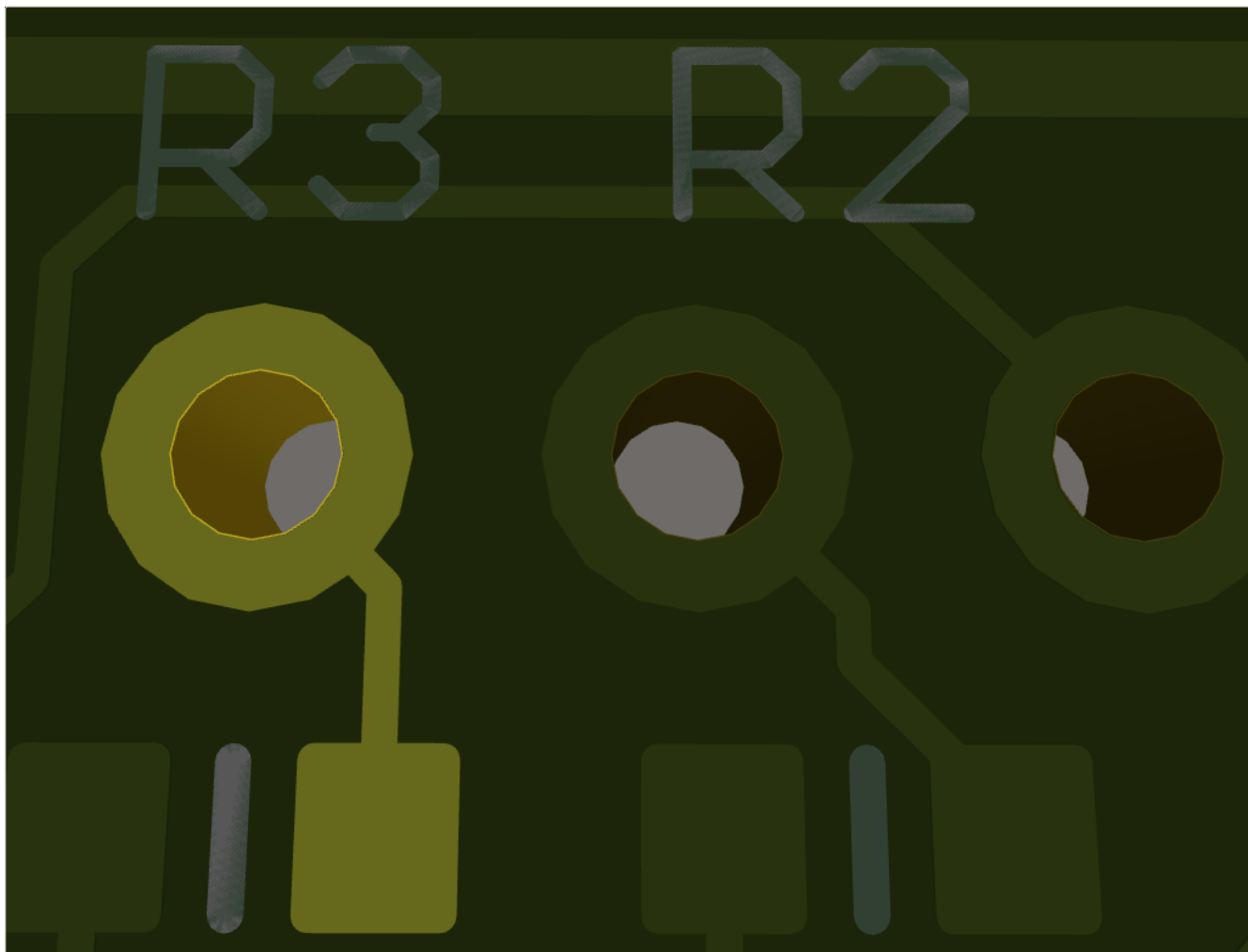


Рисунок 114. Подсветка элементов, объединенных в общую цепь, в 3D-режиме

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

6.6.3.4. 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 115](#)).

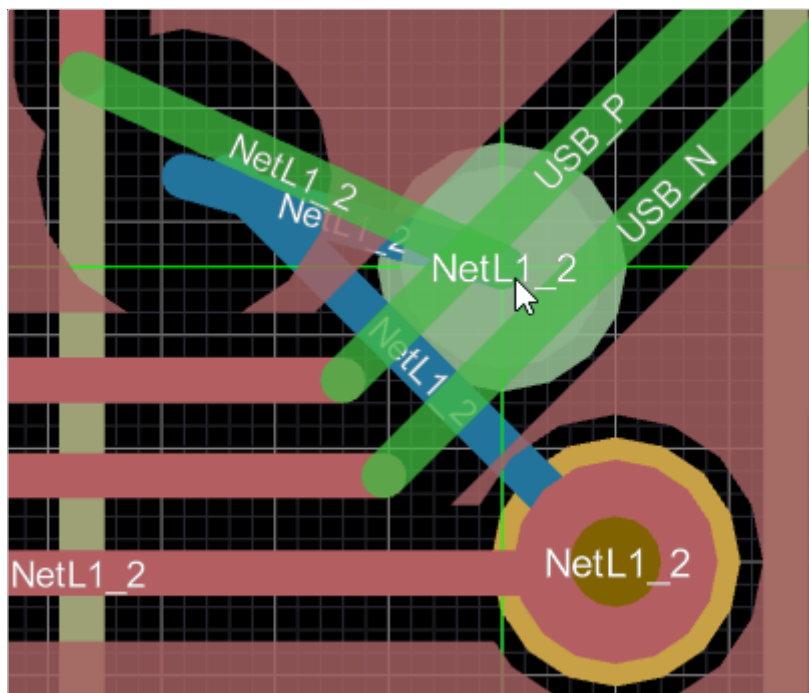



Рисунок 115. Выделение цветом элементов, нарушающих правила зазора

6.7. Графические объекты

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

6.7.1. Треки

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

- Щелкнуть правой кнопкой мыши по крайнему правому значку на панели инструментов редактора плат и выбрать инструмент  «Трек».
- Вызвать инструмент из адаптивного меню «Размещение» → «Трек».

Прокладка трексов 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.

6.7.2. Окружности/дуги

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

- Щелкнуть правой кнопкой мыши по крайнему правому значку на панели инструментов редактора плат и выбрать инструмент «Окружность» или «Дуга».

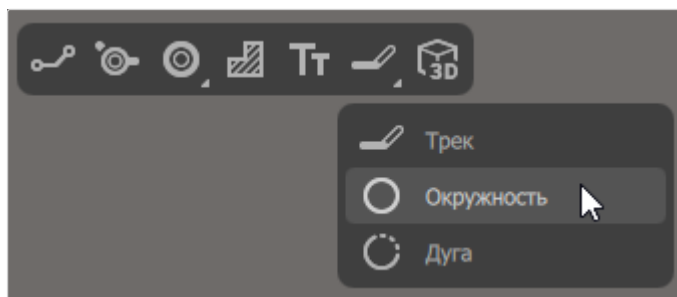


Рисунок 116. Инструменты «Окружность» и «Дуга» на панели инструментов редактора плат

- 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 117](#)):

Окружность/Дуга

Поиск

Положение

Центр (X/Y) 25.680 5.507

Свойства

Ширина линии 0.200

Радиус 2.264

Имя цепи No Net

Слой Bottom Layer

Дуга ☒

Начальный угол 45.000

Конечный угол 315.000

Заужение паяльной пасты

Из правил Пользовательский


Включено ☐ 0.0



Вскрытие паяльной маски

Из правил Пользовательский

Включено ☐ 0.0


Рисунок 117. Свойства окружности/дуги

- Положение центральной точки окружности/дуги на плате по осям координат X и Y.
- Ширина линии.
- Радиус окружности/дуги.
- «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.
- «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.
- «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.

6.7.3. 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 118](#)).

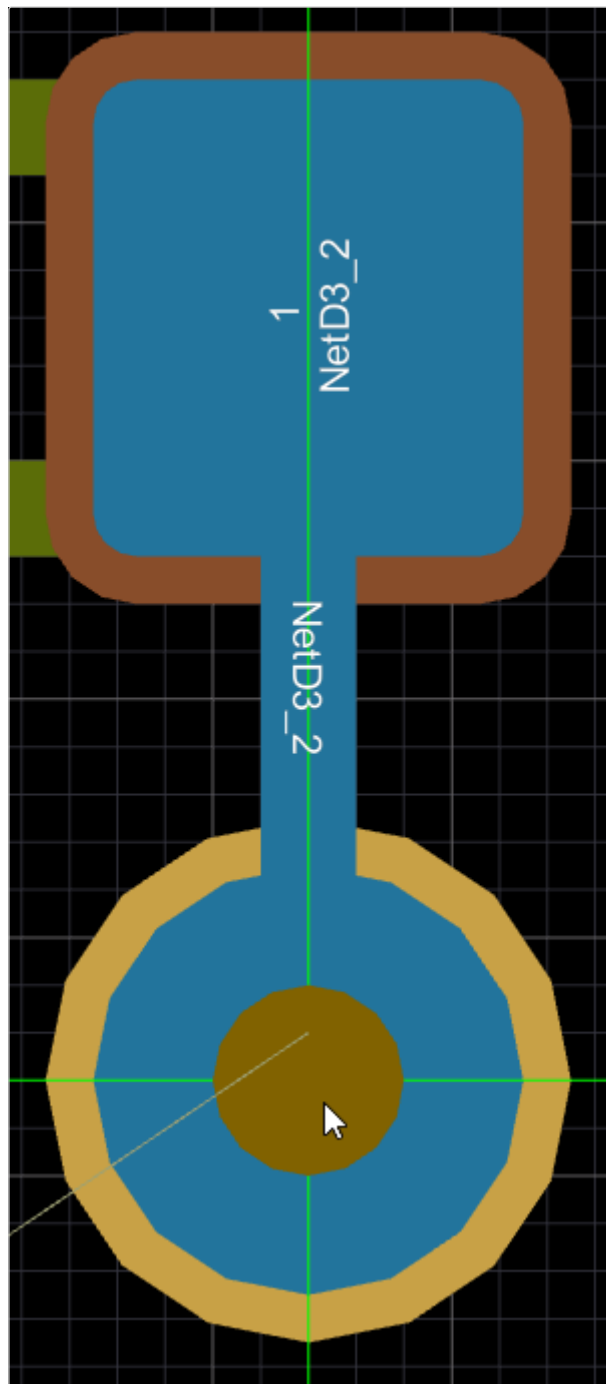


Рисунок 118. Ручное добавление переходного отверстия

Выделив размещенное на плате переходное отверстие, на панели «Свойства» можно просмотреть и задать его параметры (см. [рисунок 119](#)).

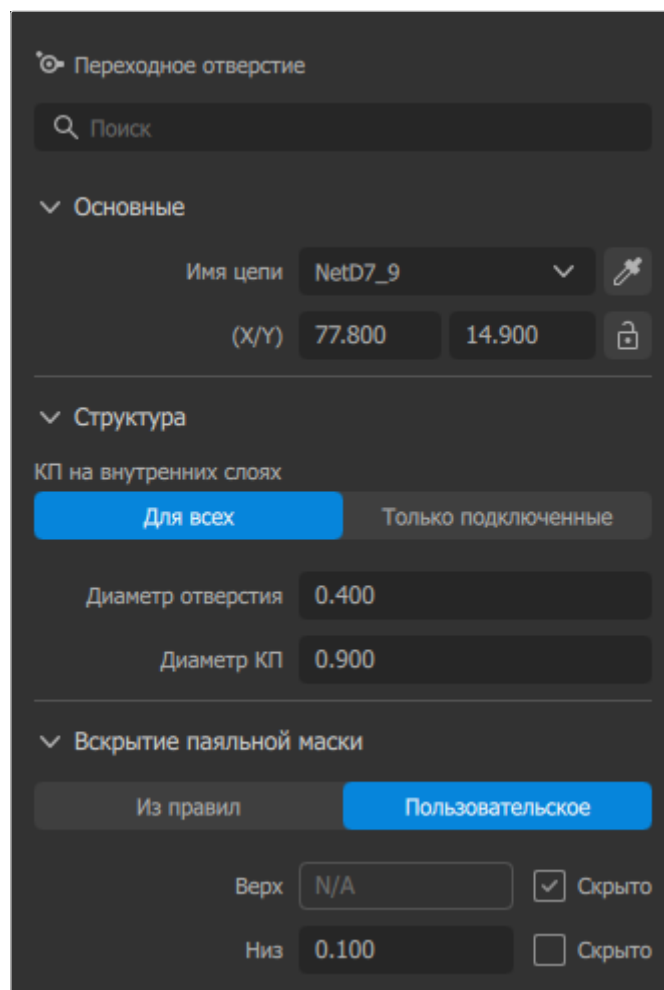





Рисунок 119. Свойства переходного отверстия

- «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**.
- «X/Y» — координаты переходного отверстия.
- Кнопка  — фиксирует положение переходного отверстия, не позволяя его перемещать на плате.
- «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. 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».

6.7.4. Контактные площадки

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

- 1) Щелкнуть правой кнопкой мыши по значку  на панели инструментов редактора схем.
- 2) В раскрывшемся списке выбрать инструмент «Сквозная КП», «Планарная КП» или «Отверстие» (см. [рисунок 120](#)).

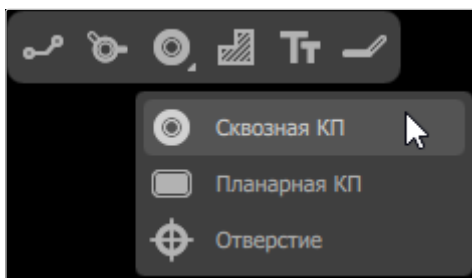


Рисунок 120. Инструменты «Сквозная КП», «Планарная КП» и «Отверстие» на панели инструментов

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 121](#)).

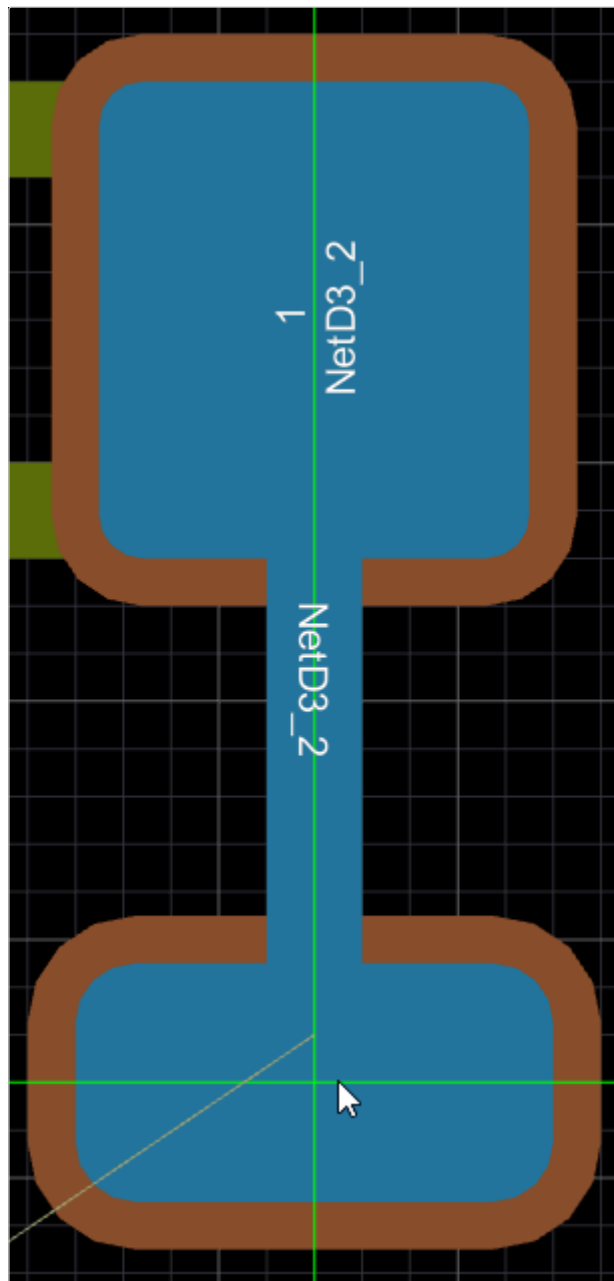


Рисунок 121. Ручное добавление контактной площадки

После размещения контактной площадки на панели «Свойства» можно просмотреть и задать ее параметры (см. [рисунок 122](#)). Для этого необходимо выделить контактную площадку, щелкнув по ней левой кнопкой мыши.

☉ Контактная площадка

🔍 Поиск


▼ Основные


Тип КП

Сквозная **Планарная**

Номер КП

Слой ☒ Bottom Layer ▼

Имя цепи ▼ 

(X/Y) 

Угол поворота

▼ Структура

Форма КП ☐ Скр. прямоугольник ▼

Размеры X/Y

Скругление углов

▼ Заужение паяльной пасты

Из правил Пользовательское

Значение


▼ Вскрытие паяльной маски

Из правил Пользовательское


Верх ☐ Скрыто

Низ ☐ Скрыто

Рисунок 122. Свойства планарной контактной площадки

- «Тип КП» — переключатель типа контактной площадки: «Сквозная» или «Планарная».
- «Номер КП» — позволяет задать номер контактной площадки.
- «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*.
- «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**.

- «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.
- «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 слота» — 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, 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. 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».

6.7.5. Текстовые надписи

Чтобы добавить текстовую надпись 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» → «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 123](#)):

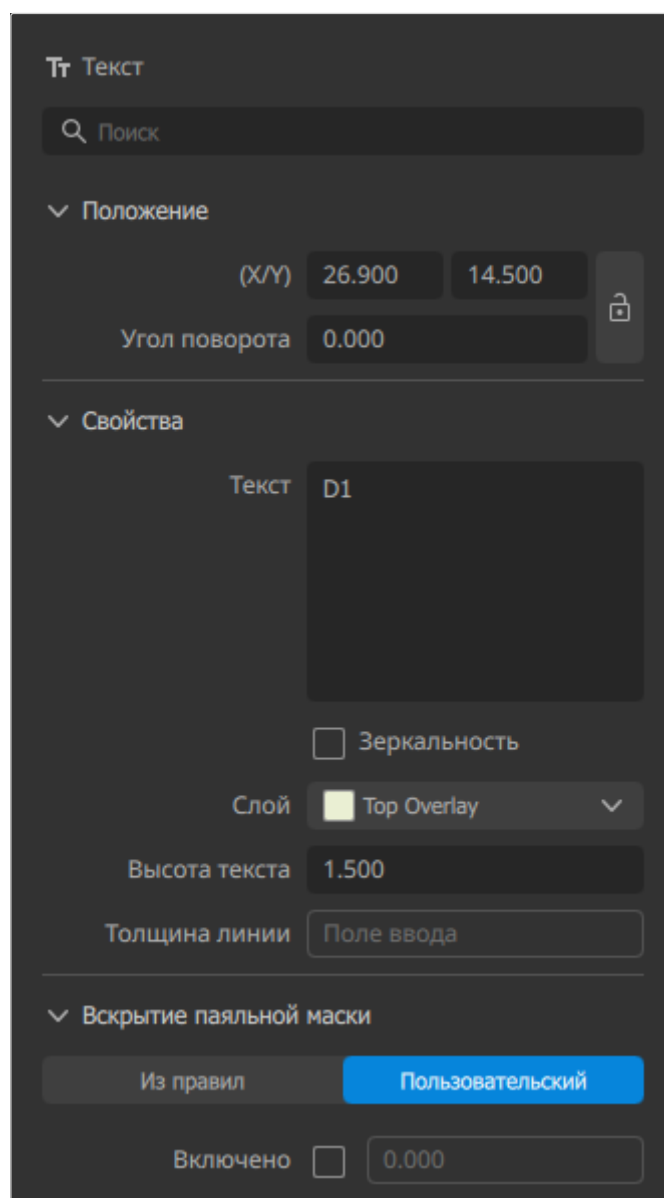




Рисунок 123. Свойства текстовой надписи

- «X/Y» — Положение надписи на плате по осям координат X и Y.
- «Угол поворота».
- Кнопка , позволяющая зафиксировать положение и поворот надписи.
- «Текст» — текст надписи.

- «Зеркальность» — зеркальное отражение надписи.
- «Слой» — слой расположения надписи.
- «Высота текста» — размер заглавных букв надписи.
- «Толщина 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.

6.7.6. Полигоны

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

- Щелкнуть правой кнопкой мыши по значку  на панели инструментов редактора схем и в раскрывшемся списке выбрать инструмент «Полигон» (см. [рисунок 124](#)).

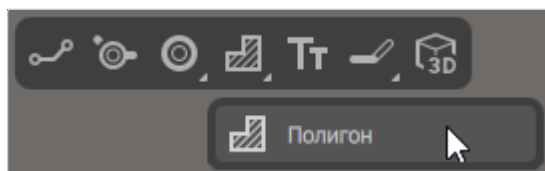


Рисунок 124. Инструмент «Полигон» на панели инструментов

- Вызвать инструмент 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 125](#)). Чтобы замкнуть полигон и завершить его создание, необходимо нажать правую кнопку мыши.

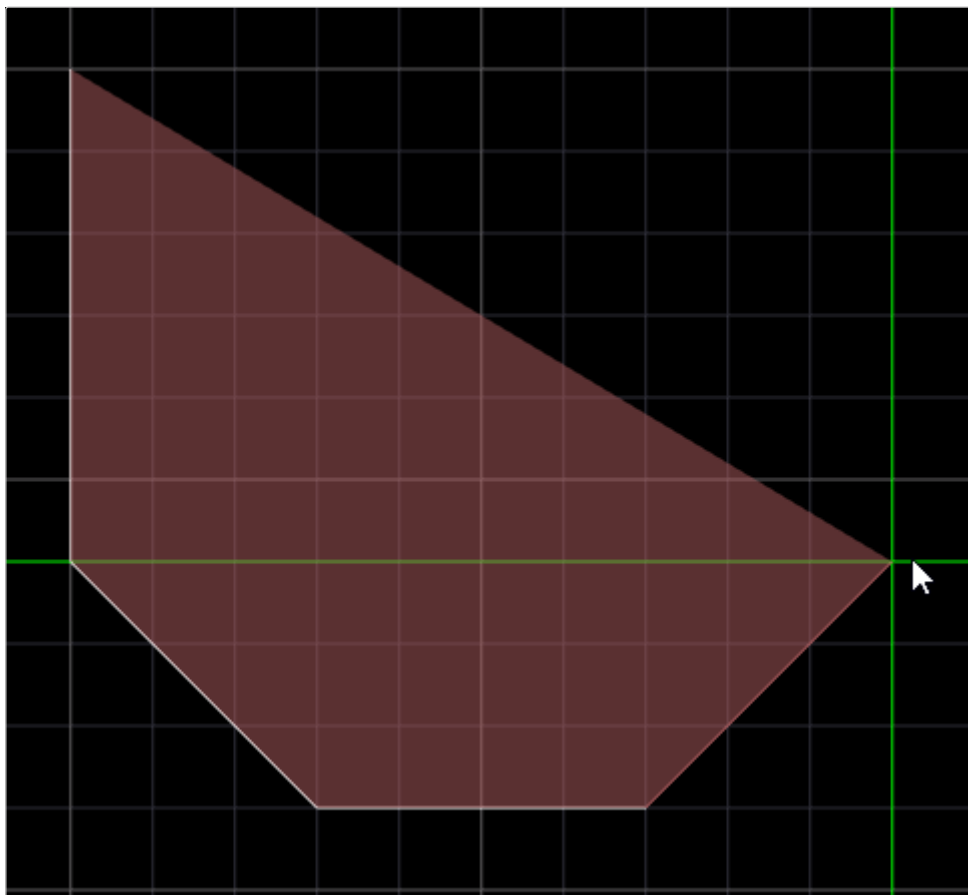


Рисунок 125. Размещение полигона на плате

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 126](#)). Для этого необходимо выделить полигон, нажав левой кнопкой мыши внутри очерченной им области.

Полигон

Поиск

Действия

Перезалить Задать цепь На передний план

На задний план Изменить форму

Основные

Имя цепи: No Net

Слой: Top Layer

Имя полигона: NoNet_Top Layer_P000

(X/Y): 9.00 15.00

F(мет): 2.00 кв. мм

Параметры

Тип полигона

Сплошной Сетчатый

Точность аппроксимации дуг


Поле ввода

☐ Удалять участки полигона шириной менее

Поле ввода

☐ Удалять неподключенные островки меди

Рисунок 126. Свойства полигона

- «Имя цепи» — позволяет присвоить полигону цепь из выпадающего списка. Присвоение полигону цепи означает, что заливка полигона будет подключена ко всем контактным площадкам этой же цепи, находящимся внутри контура полигона, а между заливкой и объектами других цепей будут созданы зазоры.
- 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.

- «X/Y» — координаты первой точки полигона.
- «F(мет)» — общая площадь металлизации (полигона).
- «Удалять участки полигона шириной менее» — 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 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. Для этого необходимо потянуть за ребро или угол полигона, после чего полигон будет выделен зеленым цветом, предварительно отражая новую форму (см. [рисунок 127](#)). Для фиксирования новой формы полигона необходимо отпустить левую кнопку мыши в нужной точке.

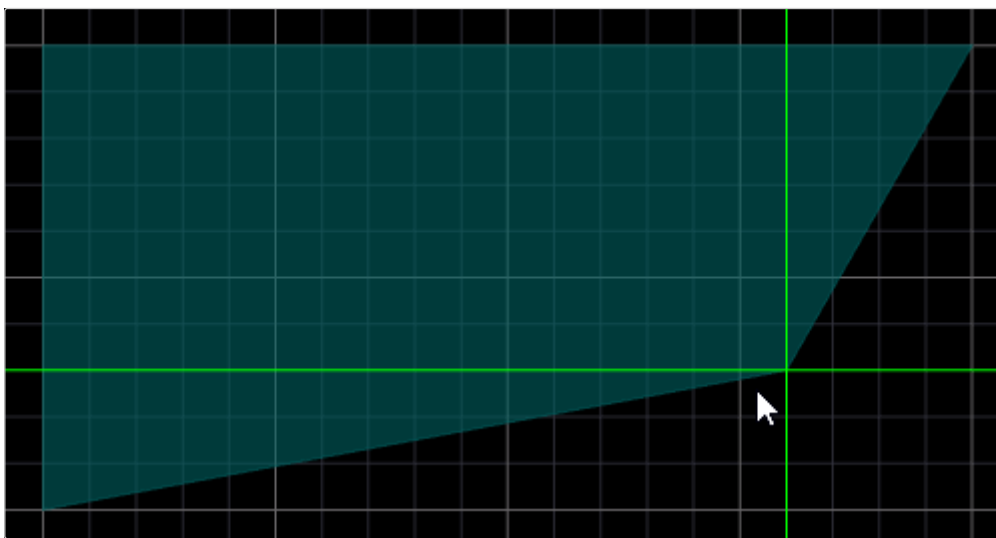


Рисунок 127. Изменение формы полигона

Перемещение ребра полигона 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 угловой точки полигона 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 128](#)).

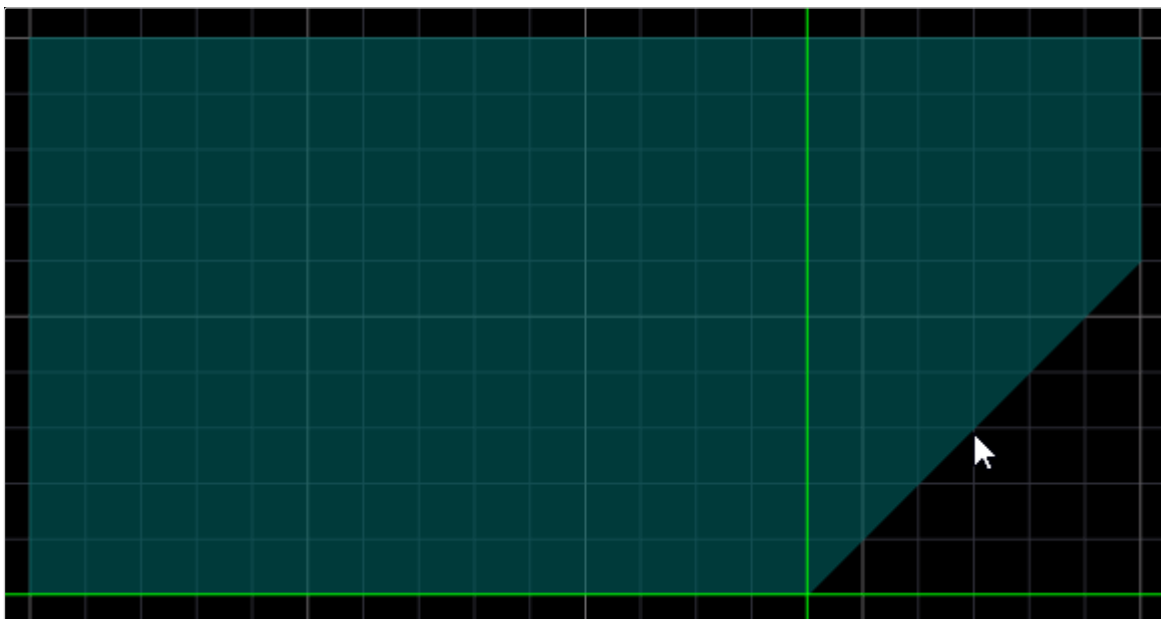



Рисунок 128. Изменение формы полигона в режиме фаски

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

Для удаления выделенного полигона необходимо нажать клавишу `Delete`.

6.7.7. Регионы

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

- Щелкнуть правой кнопкой мыши по значку  на панели инструментов редактора схем и в раскрывшемся списке выбрать инструмент «Регион» (см. [рисунок 129](#)).

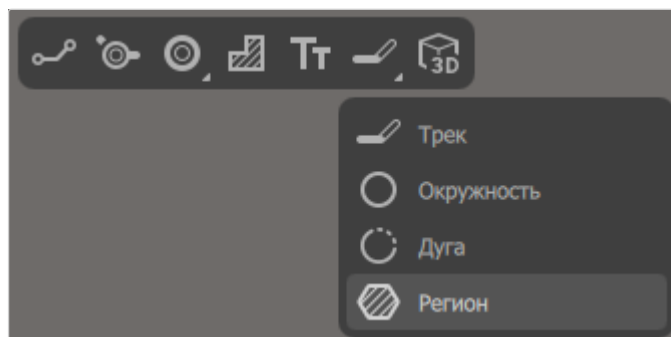


Рисунок 129. Инструмент «Регион» на панели инструментов

- 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 130](#)). Чтобы замкнуть регион и завершить его создание, необходимо нажать правую кнопку мыши.

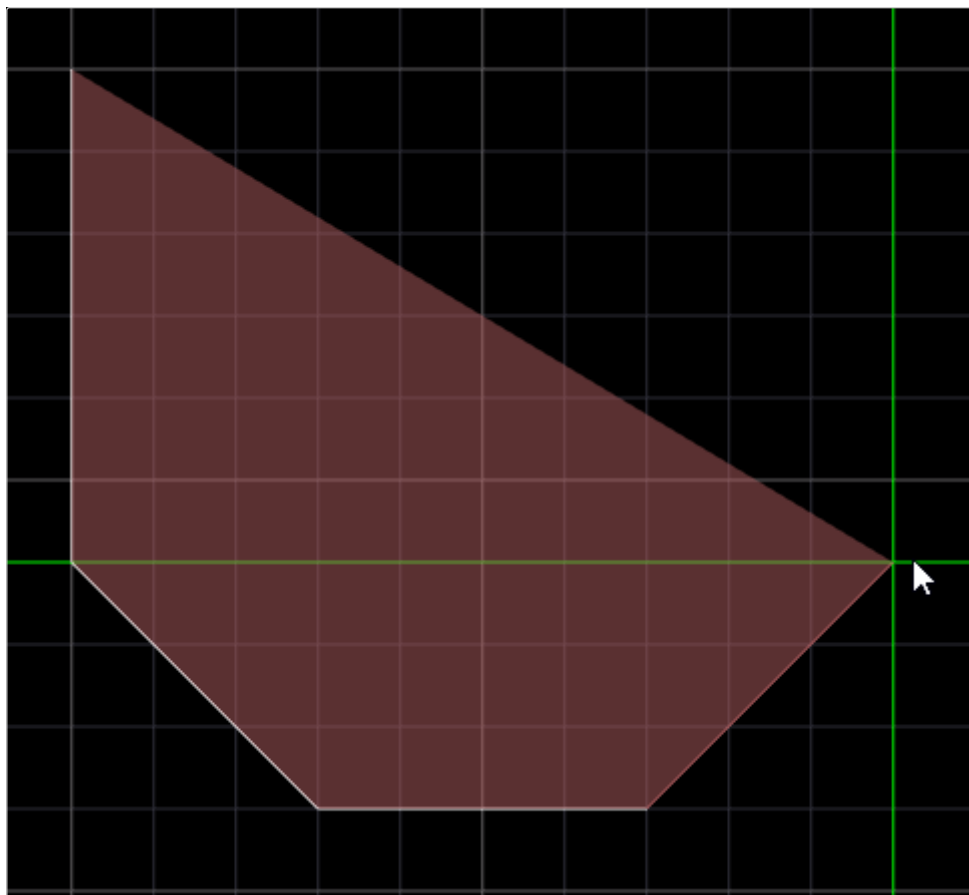


Рисунок 130. Размещение региона на плате

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 131](#)). Для этого необходимо выделить регион, нажав левой кнопкой мыши внутри очерченной им области.

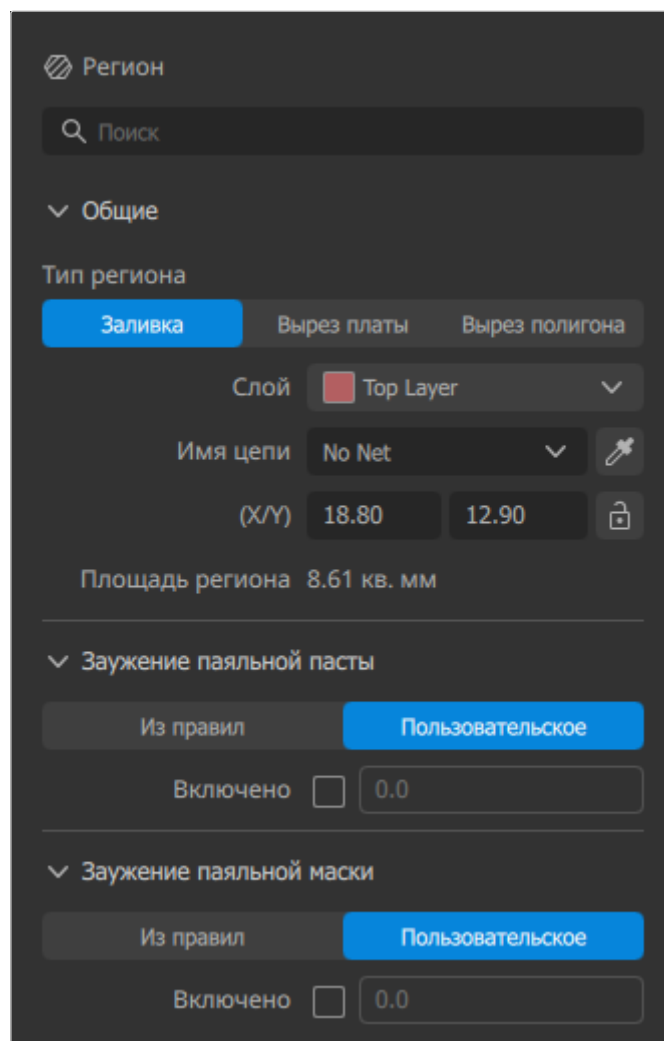



Рисунок 131. Свойства региона

- «Тип региона» — переключатель типа региона с тремя предустановленными значениями: «Заливка», «Вырез платы» и «Вырез полигона».
- «Слой» — позволяет выбрать слой расположения региона (для регионов типа «Вырез платы» автоматически назначается слой *Board*, а данный список не отображается).
- «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**.
- «X/Y» — координаты первой точки региона.
- «Площадь региона» — автоматически рассчитанная площадь региона в кв. мм.
- «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.

Для удаления выделенного региона необходимо нажать клавишу Delete.

6.7.8. 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 132](#)).

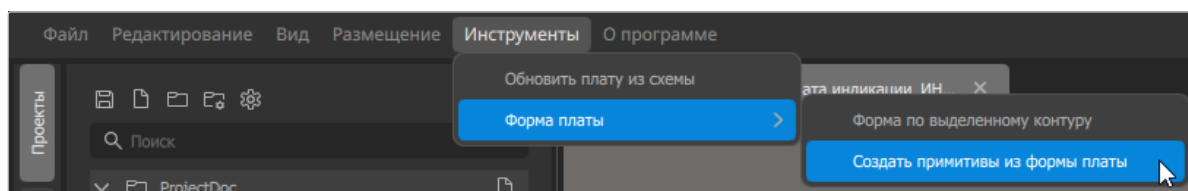


Рисунок 132. Команда меню «Создать примитивы из формы платы»

- 3) Отобразится окно, уведомляющее об успешном создании графических объектов (см. [рисунок 133](#))

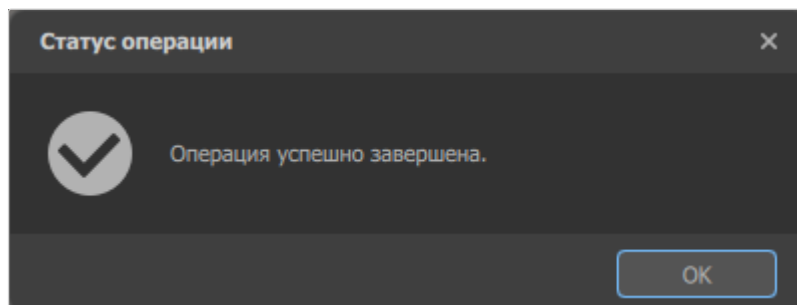


Рисунок 133. Окно уведомления о создания примитивов

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.

6.8. Работа с объектами на плате

6.8.1. 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 134](#)).

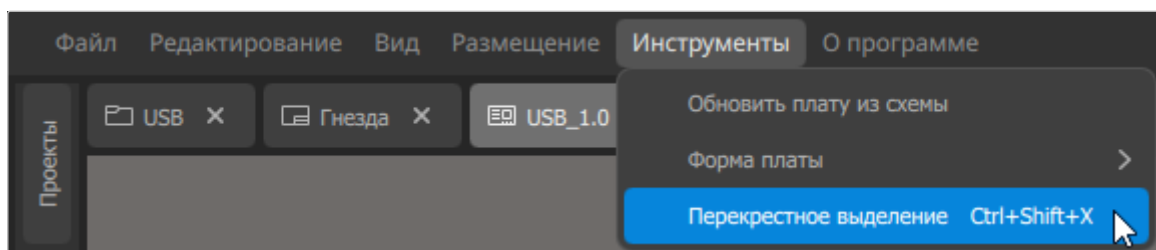


Рисунок 134. Команда меню «Инструменты» → «Перекрестное выделение»

6.8.2. Фильтры выделения объектов

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

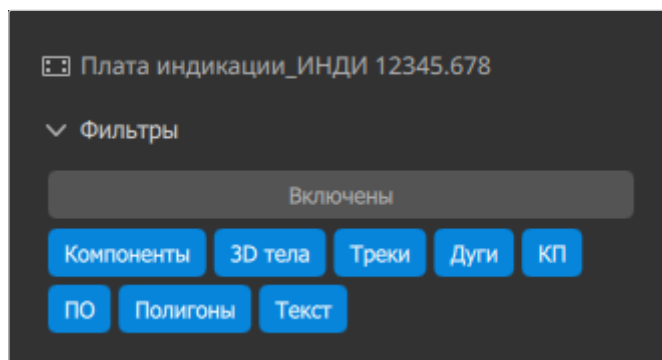


Рисунок 135. Группа «Фильтры» свойств документа

6.8.3. Копирование и вставка

Программа позволяет копировать 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** или вызвать команду меню *Редактирование* → *Копировать*.

Примечание — Посадочные места, принадлежащие им контактные площадки и позиционные обозначения посадочных мест игнорируются при копировании. Если они присутствуют среди выделенных объектов, то будут скопированы 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 136](#)).

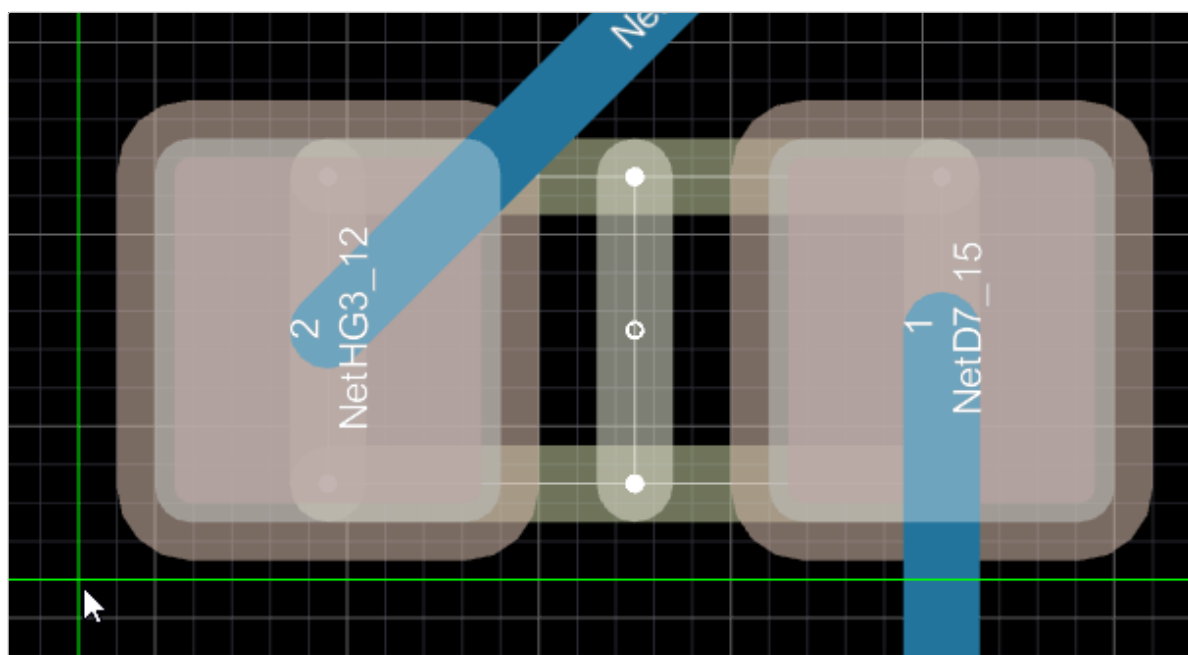


Рисунок 136. Выбор базовой точки при перемещении

- 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.

При копировании 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.

Примечание — Копируемые объекты не наследуют цепи от полигонов даже в случае пересечения.

6.8.4. Перемещение объектов

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

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

Для группового перемещения объектов необходимо:

- 1) Выделить нужные графические 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](#)).

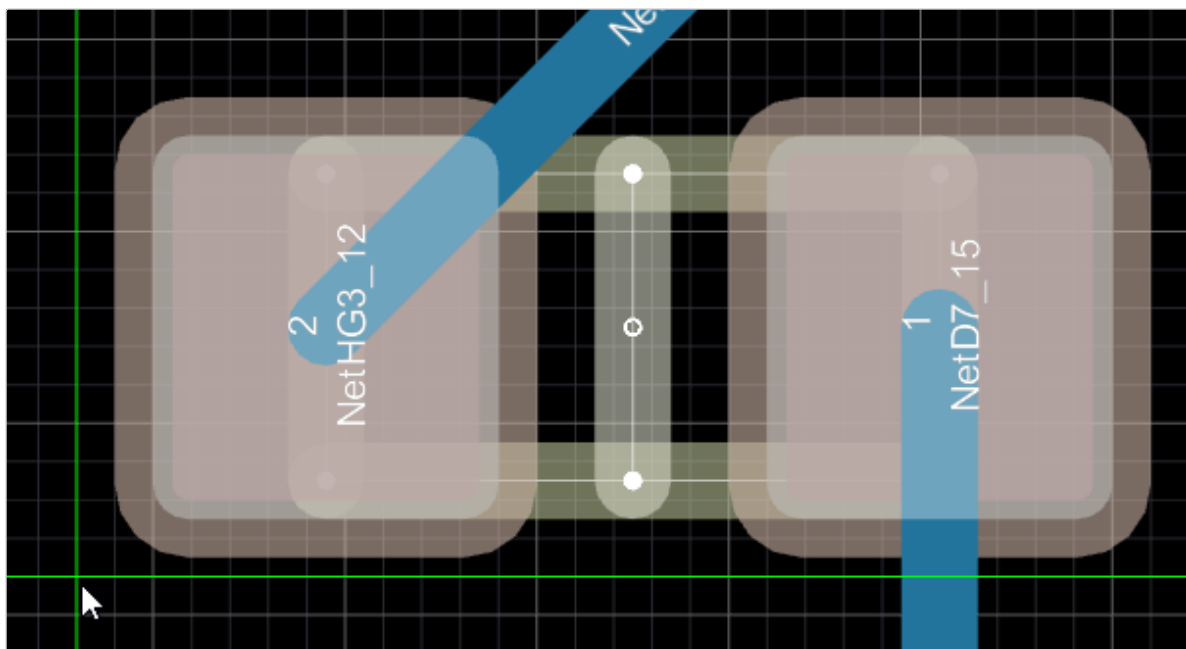


Рисунок 137. Выбор базовой точки при перемещении

- 4) Переместить курсор мыши в требуемую точку на плате. При этом выделенные объекты будут привязаны к курсору мыши относительно выбранной базовой точки.
- 5) Нажать левую кнопку мыши в нужной точке. Графические 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.

Примечание — Если среди выделенных объектов присутствуют посадочные места, то функция отражения по осям будет недоступна.

- Перенос на парный слой — клавиша **L**.

Примечание — При перемещении у объектов сохраняется их привязка к цепям.

При перемещении 3D-объекта происходит проверка на наличие зазора между ним и другими 3D-объектами на плате, а также на пересечение с самой платой. Если зазор между перемещаемым объектом и другим объектом на плате составляет менее 0,25 мм, то оба объекта подсвечиваются зеленым цветом (см. [рисунок 138](#)). Если перемещаемый объект пересекает тело платы, то подсвечивается только сам объект.

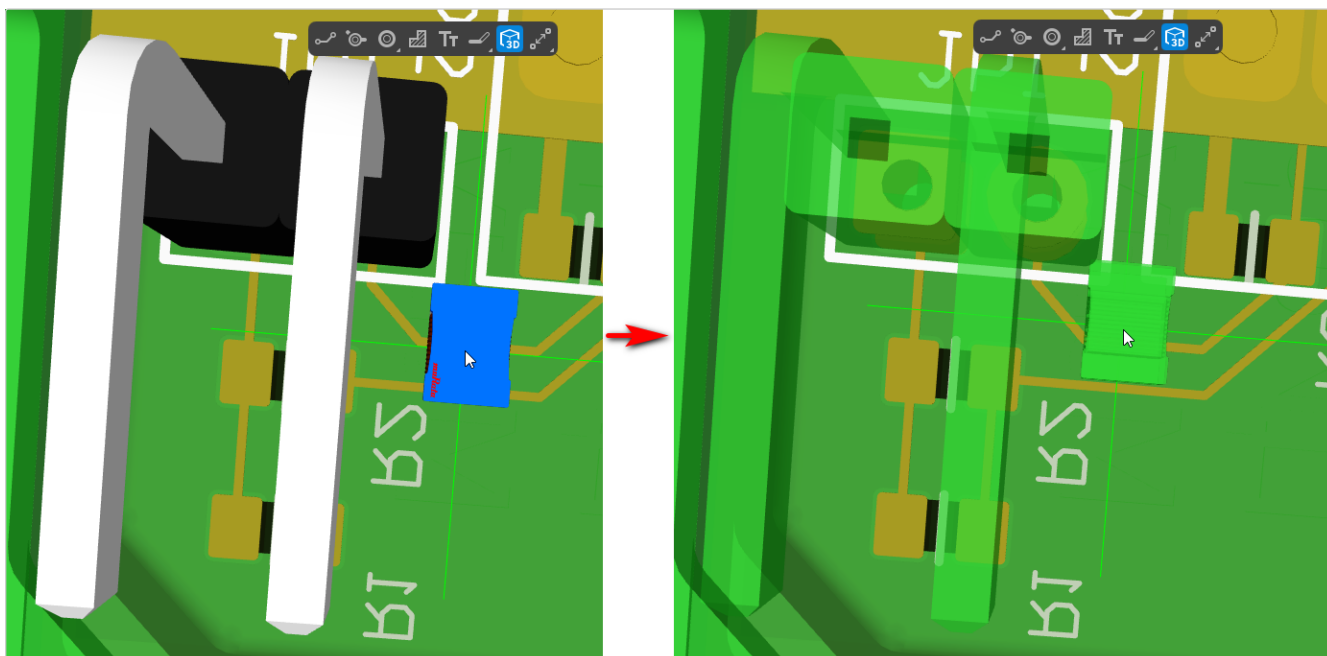


Рисунок 138. Нарушение правил зазоров

6.8.5. 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 139](#)). Он означает, что при нажатии левой кнопки мыши выбранное действие произойдет точно в указанной маркером базовой точке существующего объекта.

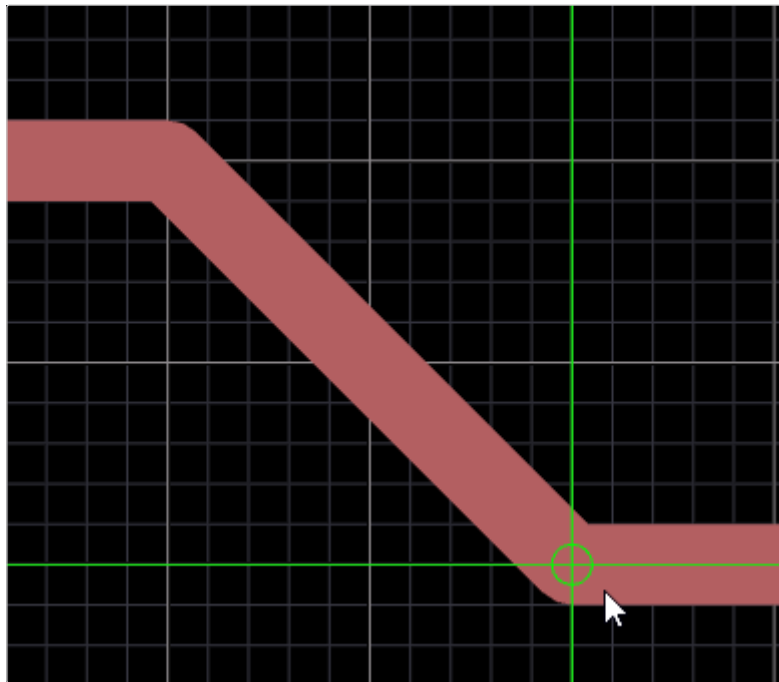


Рисунок 139. Маркер привязки

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.

6.8.6. 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.

6.9. Работа с 3D-объектами

6.9.1. 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 140](#)).

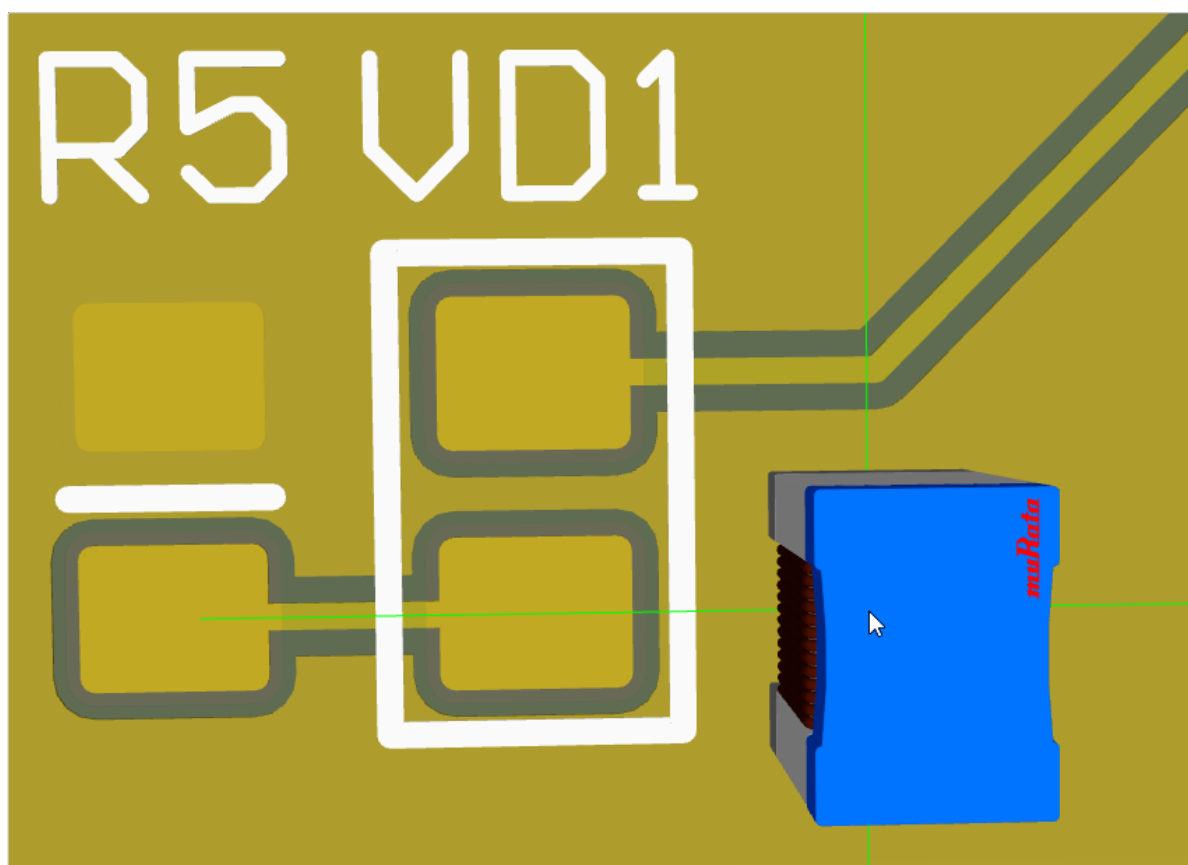


Рисунок 140. Размещение 3D-объекта

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**.

При размещении 3D-объекта происходит проверка на наличие зазора между ним и другими 3D-объектами на плате, а также на пересечение с самой платой. Если зазор между размещаемым объектом и существующим объектом на плате составляет менее 0,25 мм, то оба объекта подсвечиваются зеленым цветом (см. [рисунок 141](#)). Если размещаемый объект пересекает тело платы, то подсвечивается только сам объект.

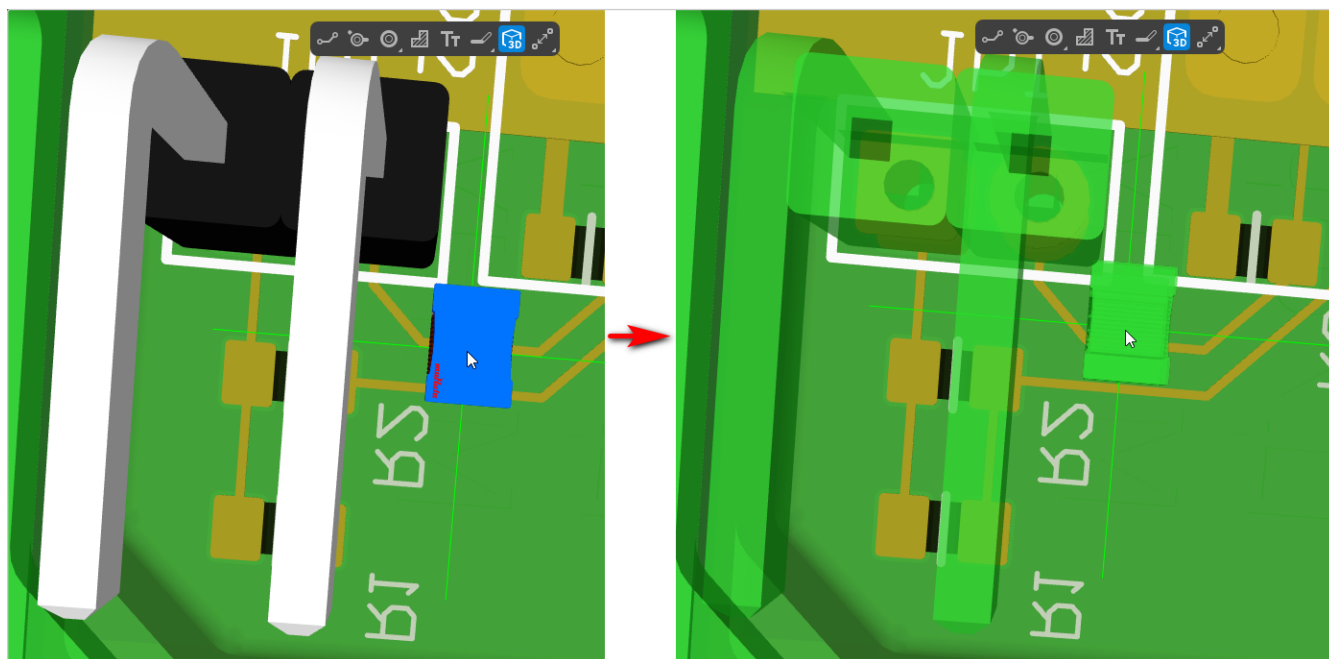


Рисунок 141. Нарушение правил зазоров

6.9.2. Изменение свойств 3D-объектов

При выделении размещенного на плате 3D-объекта доступно изменение его свойств на панели «Свойства» (см. [рисунок 142](#)):

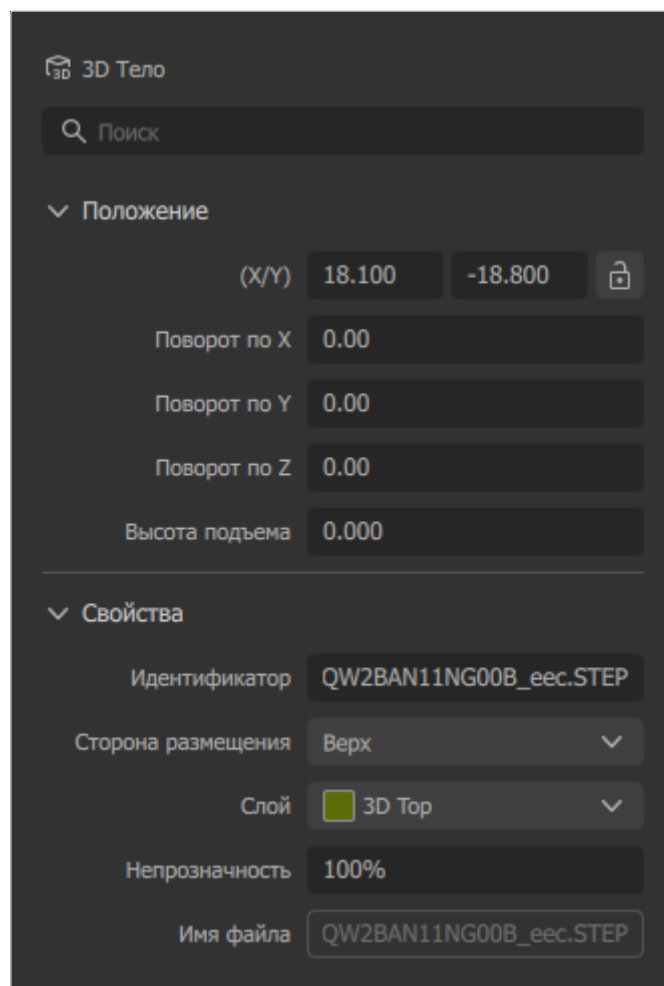



Рисунок 142. Свойства 3D-объекта

- «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.
- «Идентификатор» — произвольное наименование 3D-объекта для удобства поиска. По умолчанию присваивается имя STEP-файла, из которого был импортирован 3D-объект.
- «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.
- «Непрозрачность» — степень полупрозрачности 3D-тела, позволяющая видеть объекты, расположенные под ним.
- «Имя файла» — имя оригинального STEP-файла, из которого была импортирована данная 3D-модель.

6.10. Экспорт в файлы

6.10.1. 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*.

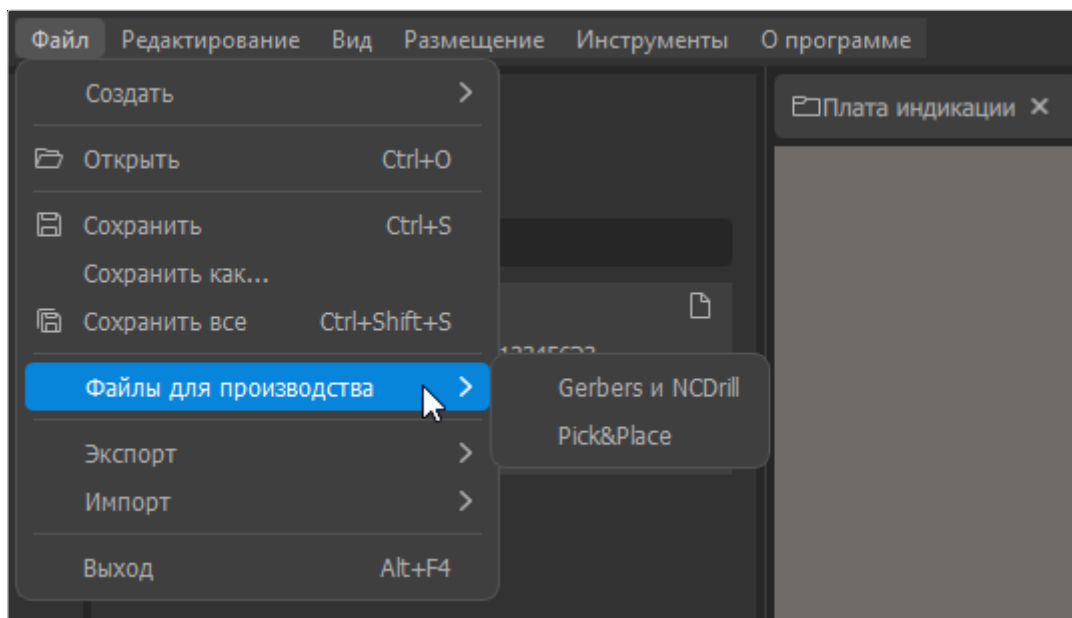


Рисунок 143. Меню «Файл» → «Файлы для производства»

Отобразится дополнительное окно «Настройки вывода файлов для производства», где можно задать следующие параметры экспортируемых файлов:

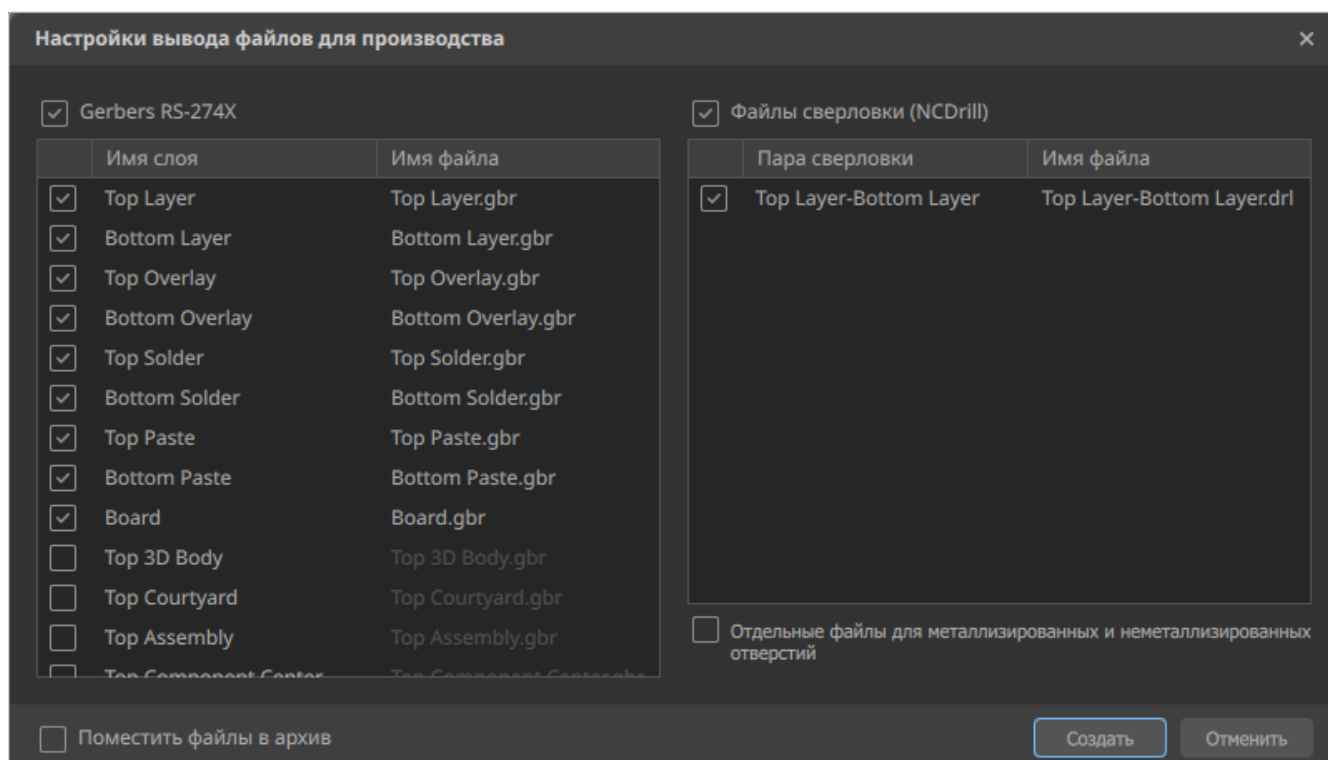


Рисунок 144. Окно «Настройки вывода файлов для производства»

- «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» произойдет экспорт выбранных файлов в подпапку **Gerbers** внутри папки, в которой расположен проект.

6.10.2. 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*.

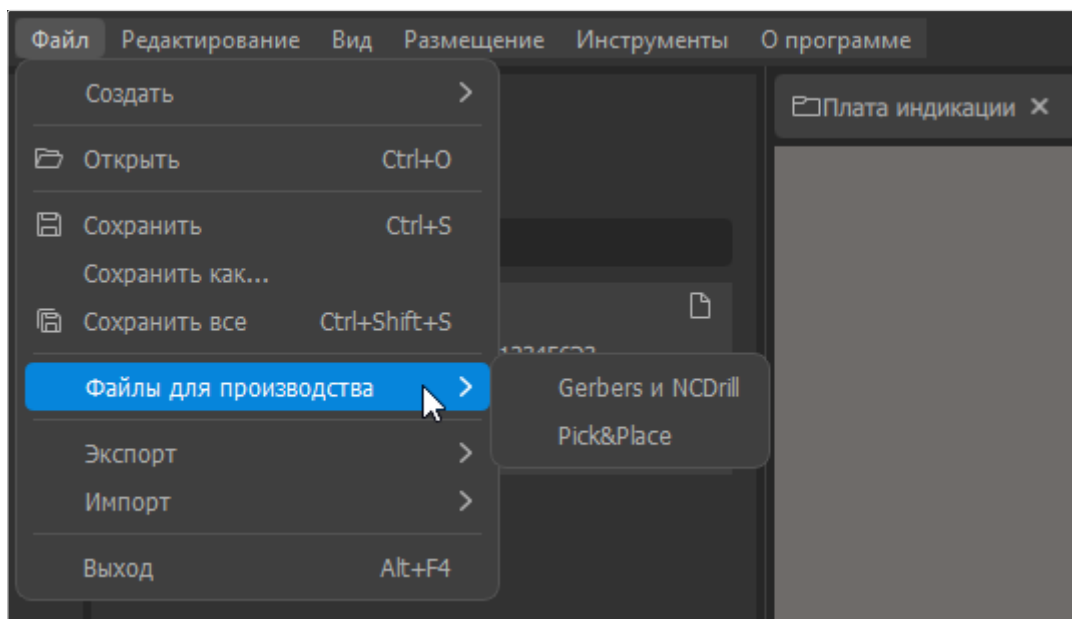


Рисунок 145. Меню «Файл» → «Файлы для производства»

Отобразится дополнительное окно «Настройки вывода в файл Pick&Place», где представлена таблица со списком компонентов, которые будут экспортированы в файл, а также следующие настраиваемые параметры:

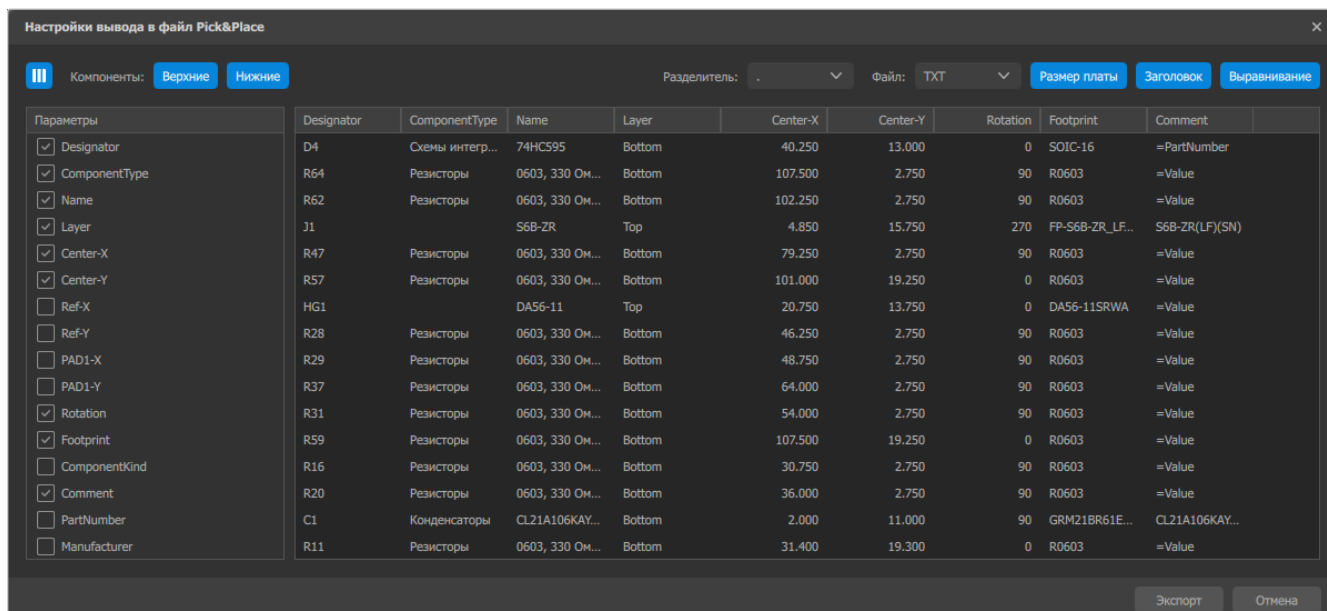



Рисунок 146. Окно «Настройки вывода в файл Pick&Place»

- 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» в подпапке **PnP** внутри папки, в которой расположен проект, будет создан файл выбранного формата с именем **<Наименование изделия>_<Обозначение изделия>**.

6.10.3. 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 как сборочной единицы или *Файл* → *Экспорт* → *STEP 3D единая модель* для экспорта модели как многотельной детали.

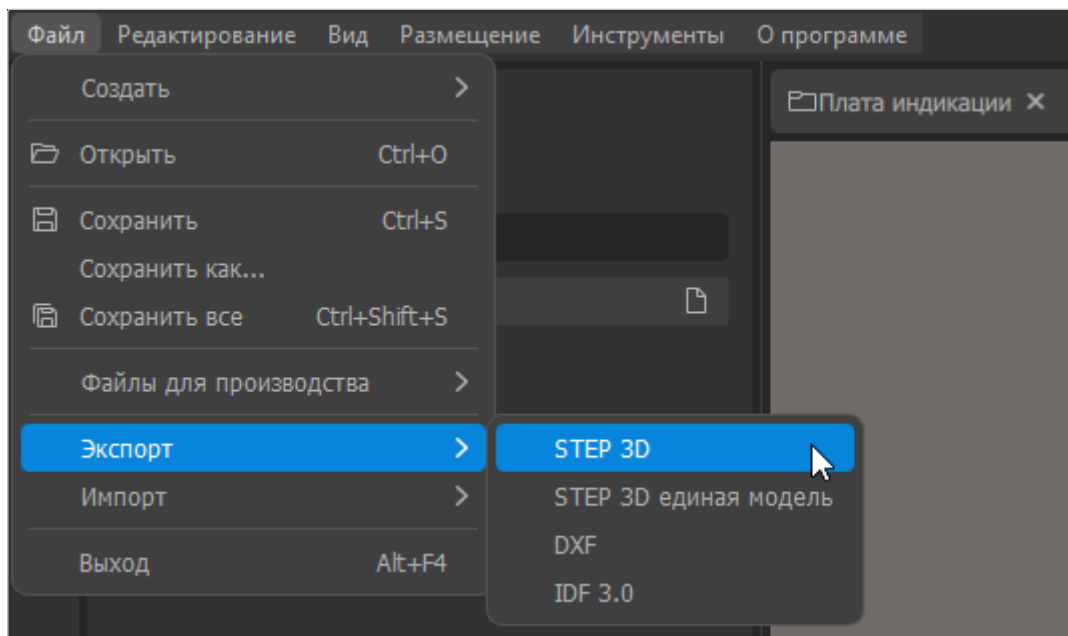


Рисунок 147. Меню «Файл» → Экспорт

По окончании создания файла выбранного формата отобразится окно подтверждения (см. [рисунок 148](#)).

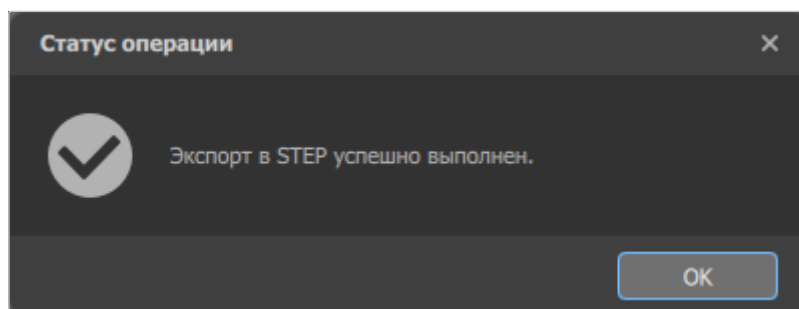


Рисунок 148. Подтверждение успешного экспорта в STEP-формат

Экспортированный файл с расширением .STEP будет сохранен в подпапку **STEP** внутри папки, в которой расположен проект.

6.10.4. 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 DXF необходимо:

- 1) Перейти в редактор плат.
- 2) Вызвать команду меню *Файл* → *Экспорт* → *DXF*.

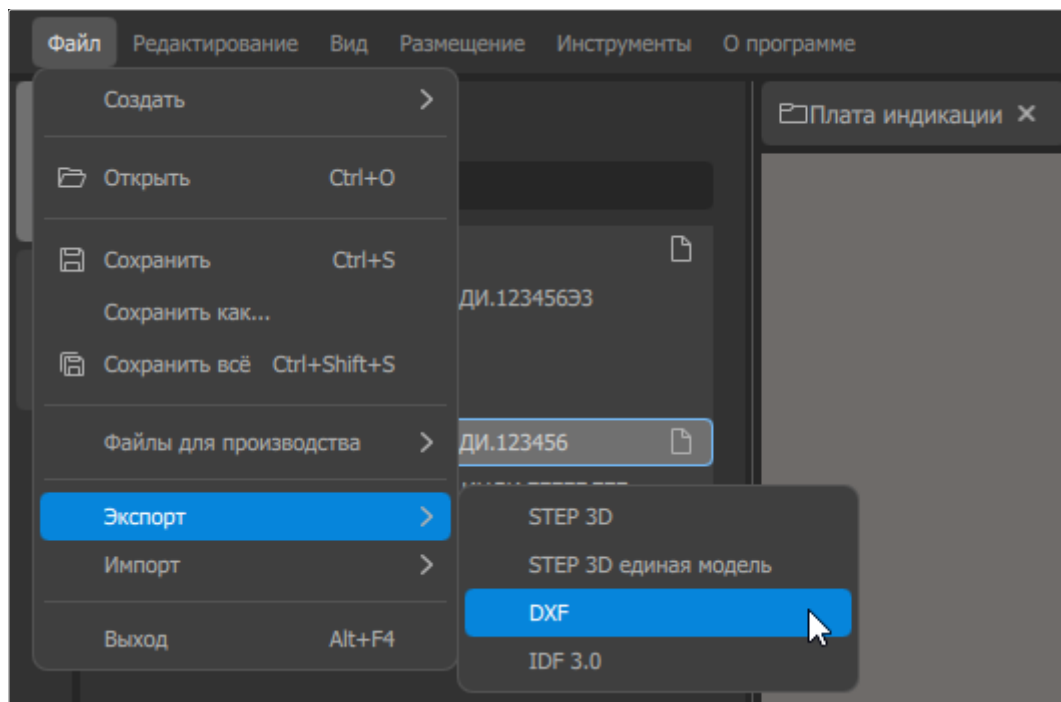


Рисунок 149. Меню «Файл» → Экспорт

По окончании создания DXF-файла отобразится окно подтверждения (см. рисунок 150).

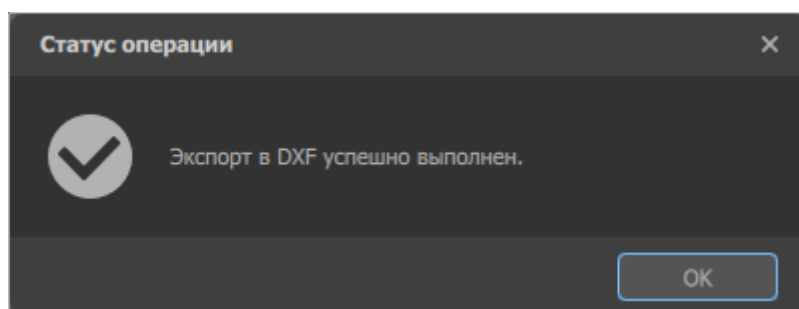


Рисунок 150. Подтверждение успешного экспорта в DXF-формат

Экспортированный файл с расширением **.DXF** будет сохранен в подпапку **DXF** внутри папки, в которой расположен проект.

6.10.5. 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*.

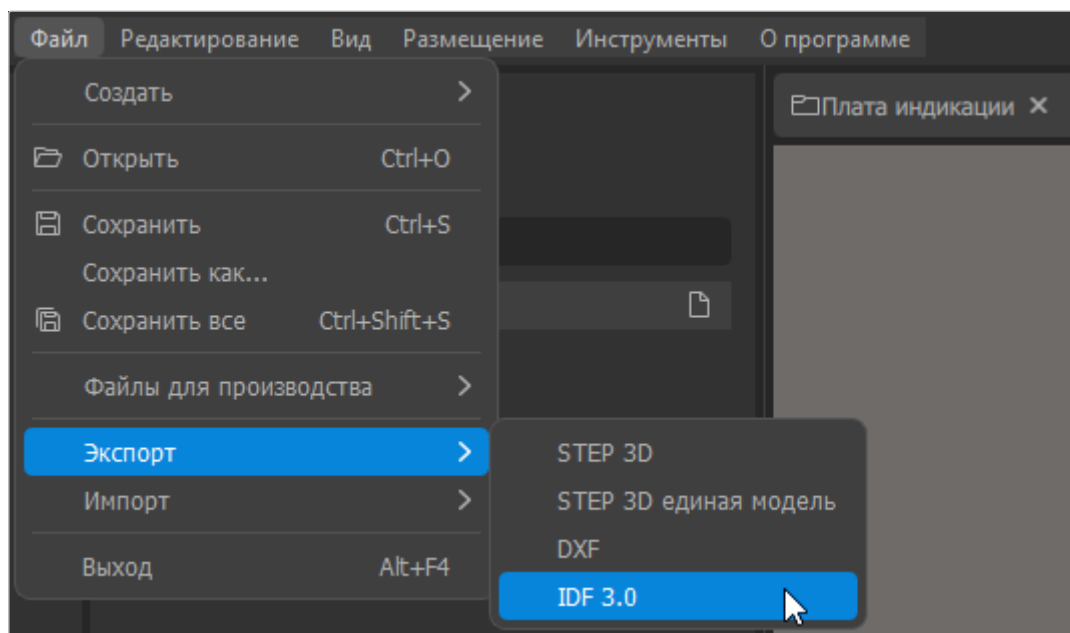


Рисунок 151. Меню «Файл» → Экспорт

Отобразится дополнительное окно «Настройки экспорта в IDF», где можно задать следующие параметры экспортируемых файлов:

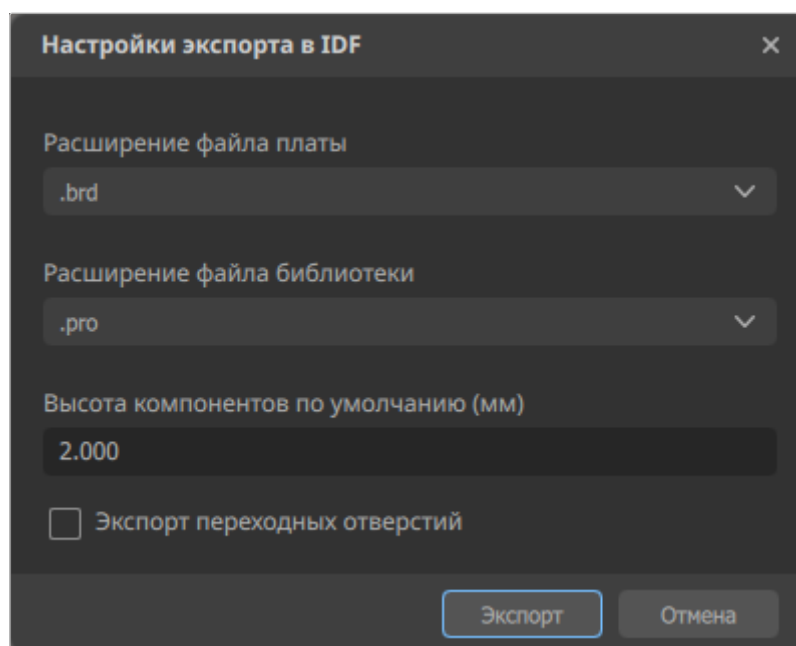


Рисунок 152. Окно «Настройки экспорта в IDF»

- «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 *.eml*.
- «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» в папке **IDF** внутри папки, в которой расположен проект, будут созданы 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

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	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - Повернуть УГО против часовой стрелки - Сменить направление построения цепи/сегмента трассировки
Shift + Пробел	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - Выделить объект - Снять выделение (при щелчке по пустой области) - Закрепить сегмент цепи
Правая кнопка мыши	<ul style="list-style-type: none"> - Завершить построение участка проводника - Завершить работу текущей команды
Ctrl + W	Включить режим интерактивной трассировки
Пробел	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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
Shift + Ctrl + 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