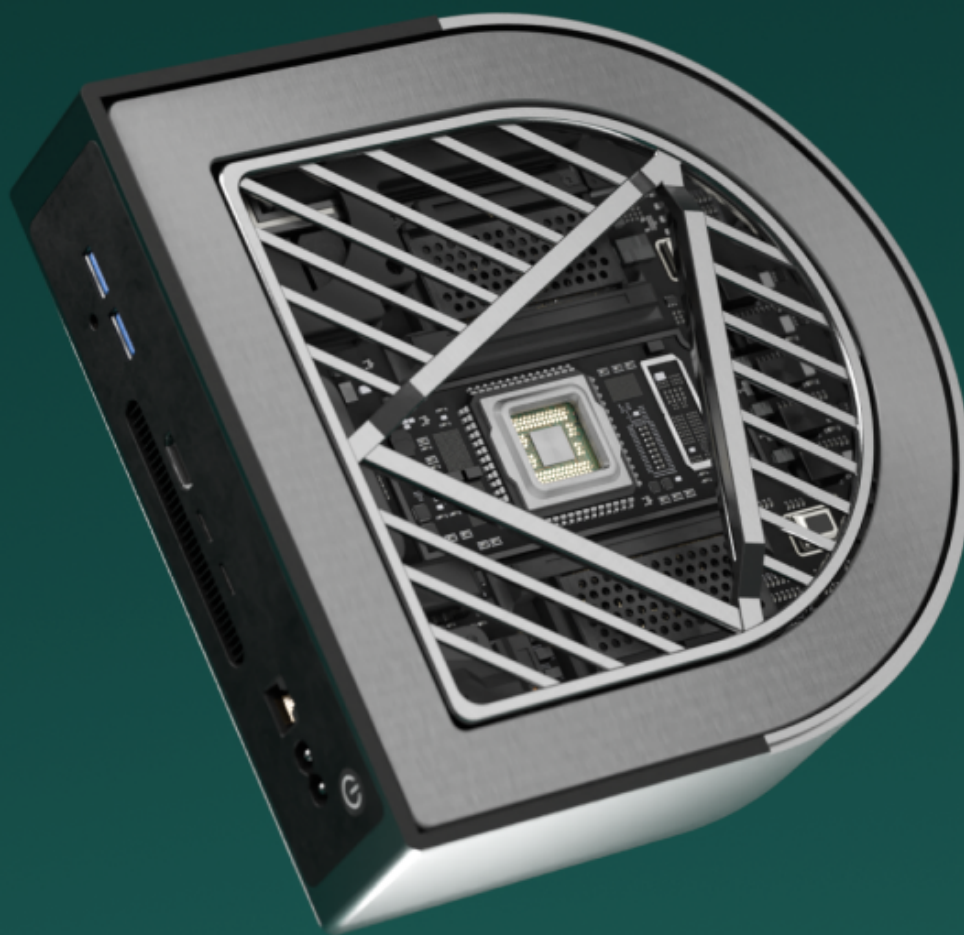




Комплексная среда сквозного проектирования
электронных устройств

Руководство пользователя
Основы работы с системой

Сентябрь, 2024



Руководство пользователя

Внимание!

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

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

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

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

Данный документ предназначен для продвинутого пользователя ПК, знакомого с поведением и механизмами операционной системы Windows, уверенно владеющего инструментарием операционной системы.

Последнюю версию документа можно получить в сети Интернет по ссылке: www.eremex.ru/knowledge-base/delta-design/docs

Компания «ЭРЕМЕКС» не несёт ответственности за содержание, качество, актуальность и достоверность материалов, права на которые принадлежат другим правообладателям.

Обозначения ЭРЕМЕКС, EREMEX, Delta Design, TopoR, SimOne являются товарными знаками компании «ЭРЕМЕКС».

Остальные упомянутые в документе торговые марки являются собственностью их законных владельцев.

В случае возникновения вопросов по использованию программ Delta Design, TopoR, SimOne, пожалуйста, обращайтесь:

Форум компании «ЭРЕМЕКС»: www.eremex.ru/society/forum

Техническая поддержка

E-mail: support@eremex.ru

Skype: [supporteremex](https://www.skype.com/join/supporteremex)

Отдел продаж

Тел. +7 (495) 232-18-64

E-mail: info@eremex.ru

E-mail: sales@eremex.ru

Руководство пользователя

Добро пожаловать!

Компания «ЭРЕМЕКС» благодарит Вас за приобретение системы Delta Design и надеется, что она будет удобным и полезным инструментом в Вашей проектной деятельности.

Система Delta Design является интегрированной средой, обеспечивающей средствами автоматизации сквозной цикл проектирования электронных устройств, включая:

- Формирование базы данных радиоэлектронных компонентов, ее сопровождение и поддержание в актуальном состоянии;
- Проектирование принципиальных электрических схем;
- SPICE - моделирование работы аналоговых устройств;
- Разработка конструкций печатных плат;
- Размещение электронных компонентов на наружных слоях печатной платы и проектирование сети электрических соединений (печатных проводников, межслойных переходов) в соответствии с заданной электрической схемой и правилами проектирования структуры печатного монтажа;
- Выпуск конструкторской документации в соответствии с ГОСТ;
- Выпуск производственной документации, в том числе необходимой для автоматизированных производственных линий;
- Подготовка данных для составления перечня закупаемых изделий и материалов, необходимых для изготовления изделия.

Руководство пользователя

Техническая поддержка и сопровождение



Примечание! Техническая поддержка оказывается только пользователям, прошедшим курс обучения. Подробные сведения о курсе обучения могут быть получены по адресу в интернете

www.eremex.ru/learning-center

При возникновении вопросов, связанных с использованием Delta Design, рекомендуем:

- Ознакомиться с документацией (руководством пользователя);

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

- Ознакомиться с информацией на сайте в разделе «База знаний», содержащей ответы на часто задаваемые вопросы;

www.eremex.ru/knowledge-base

- Ознакомиться с существующими разделами форума. Также имеется возможность задать вопрос на форуме www.eremex.ru/society/forum если интересующая Вас тема ранее не освещалась.



Примечание! Если вышеперечисленные источники не содержат рекомендаций по разрешению возникшей проблемы, обратитесь в техническую поддержку. Подробную информацию о проблеме, действиях пользователя, приведших к ней, и информацию о программно-аппаратной конфигурации используемого компьютера, направить по адресу support@eremex.ru

Содержание

Основы работы с системой

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Введение | 7 |
| 2 | Маршрут проектирования | 8 |
| 2.1 | Общие сведения о формировании базы компонентов | 9 |
| 2.2 | Общие сведения о создании проекта печатной платы | 9 |
| 2.3 | Общие сведения о создании электрической схемы | 10 |
| 2.4 | Общие сведения об определении правил трассировки | 10 |
| 2.5 | Общие сведения о разработке конструкции печатной платы | 10 |
| 2.6 | Общие сведения о трассировке | 10 |
| 2.7 | Общие сведения о выпуске документации | 10 |
| 3 | Процесс проектирования | 12 |
| 3.1 | Формирование базы компонентов | 12 |
| 3.1.1 | Общие сведения о компонентах | 12 |
| 3.1.2 | Библиотека компонентов | 12 |
| 3.1.3 | Список компонентов | 13 |
| 3.1.4 | Редактор компонента | 14 |
| 3.2 | Создание проекта печатной платы | 24 |
| 3.3 | Создание электрической схемы | 25 |
| 3.3.1 | Размещение компонентов | 26 |
| 3.4 | Определение правил трассировки | 38 |
| 3.5 | Разработка конструкции печатной платы | 40 |
| 3.5.1 | Состав слоев платы | 40 |
| 3.5.2 | Граница платы | 41 |
| 3.5.3 | Размещение компонентов | 45 |
| 3.6 | Трассировка | 47 |
| 3.6.1 | Проверка платы | 50 |
| 3.6.2 | Просмотр 3D модели платы | 52 |
| 3.7 | Выпуск документации | 54 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.7.1 | Выпуск конструкторской документации | 54 |
| 3.7.2 | Создание файлов производства | 58 |
| | | 59 |

1 Введение

В рамках данного руководства рассматривается плата модуля коммутации, схема изделия которого представлена на [Рис. 1](#).

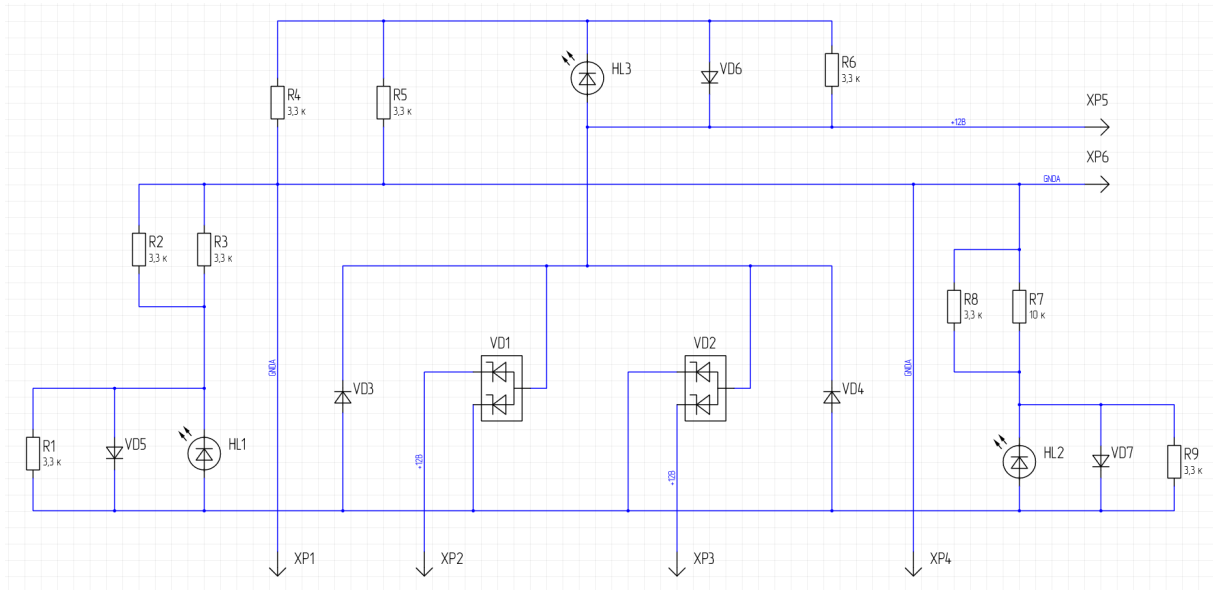


Рис. 1 Схема платы модуля коммутации

Руководство пользователя состоит из двух основных частей:

- [Маршрут проектирования](#);
- [Процесс проектирования](#).

В описании процесса проектирования приводятся основные принципы работы с системой и даются ссылки на разделы, посвященные этапам проектирования.

2 Маршрут проектирования

Проектирование печатных плат в системе Delta Design осуществляется с использованием радиоэлектронных компонентов (РЭК), хранящихся в системе. Перед началом проектирования необходимо создать достаточную элементную базу. Упрощенная схема этапов разработки представлена на [Рис. 2](#).

Этапы разработки:

- Формирование базы радиоэлектронных компонентов;
- Создание проекта печатной платы;
- Создание электрической схемы;
- Определение правил трассировки;
- Разработка конструкции печатной платы;
- Трассировка;
- Выпуск конструкторской документации;
- Создание файлов производства.



Рис. 2 Схема маршрута проектирования

2.1 Общие сведения о формировании базы компонентов

Формирование базы компонентов осуществляется путем создания всех необходимых УГО (условных графических обозначений), посадочных мест и внесением всей необходимой информации о каждом компоненте на основе технического описания (datasheet).

Компоненты хранятся в библиотеках, навигация по которым осуществляется в специализированной панели «Библиотеки». Для передачи библиотек между разными базами данных в системе реализованы процедуры экспорта и импорта.

При создании компонента необходимо проделать следующие операции:

- Создать условное графическое отображение (УГО), одну из составных частей описания компонента, которая используется для обозначения компонента на схеме электрической принципиальной;
- Создать посадочное место - комбинацию контактных площадок, используемых для монтажа, соединения и контроля отдельных компонентов. Посадочное место включает в себя также различную атрибутивную информацию и сведения для оформления графической и текстовой информации;
- Выполнить сопоставление выводов УГО компонента и контактных площадок посадочного места;
- Внести технические характеристики радиодеталей;
- Прикрепить дополнительные данные – файлы технических условий, 3D модель, spice модель и прочее.

2.2 Общие сведения о создании проекта печатной платы

Разработка электрической схемы, платы, файлов производства и конструкторской документации (КД) для каждого отдельного изделия осуществляется в едином информационном пространстве базы данных, которое в системе Delta Design называется проект.

При создании проекта пользователь задает основные параметры будущего изделия, после чего в панели «Проекты» появляется древовидная структура, в состав которой входят разделы, каждый из которых открывает редакторы, используемые на разных этапах разработки.

2.3 Общие сведения о создании электрической схемы

Электрическая схема - графическое изображение (модель), служащее для передачи с помощью условных графических и буквенно-цифровых обозначений (пиктограмм) связей между элементами электрического устройства.

Схема определяет состав компонентов и структуру их связей в изделии, по ней можно определить, как работает устройство. Печатная плата изделия в Delta Design может быть разработана только в строгом соответствии со схемой.

2.4 Общие сведения об определении правил трассировки

Правила проектирования задают ограничения характеристик объектов на плате, например, ширину печатных проводников, расстояние между проводящими элементами разных цепей, зоны запрета.

2.5 Общие сведения о разработке конструкции печатной платы

На этапе разработки печатной платы определяется состав слоев платы, типы переходных отверстий, границы платы и осуществляется расстановка компонентов.

2.6 Общие сведения о трассировке

На этапе трассировки на плате размещаются печатные проводники, соединяющие контактные площадки посадочных мест компонентов. Проводники прокладываются в строгом соответствии со структурой соединений на схеме. Трассировка осуществляется в редакторе печатных плат в режимах RightPCB и TopoR.

2.7 Общие сведения о выпуске документации

На данном этапе формируется пакет документов, оформленных в соответствии с ГОСТ, которые определяют состав и устройство изделия, также содержат другие сведения, необходимые для его изготовления. Delta Design обеспечивает автоматизированное создание следующих видов конструкторских документов:

- Схема электрическая принципиальная;
- Перечень элементов;
- Ведомость покупных изделий;
- Спецификация;
- Чертеж печатной платы.

При работе с платой в системе предусмотрена возможность создания файлов в форматах Gerber, Drill (Сверловка), IPC-D-356A и ODB++, которые могут

быть использованы для изготовления фотошаблонов плат на производственном оборудовании.

3 Процесс проектирования

3.1 Формирование базы компонентов

3.1.1 Общие сведения о компонентах

В Delta Design введено понятие радиодетали. Отдельная радиодеталь обладает уникальным, свойственным только ей набором технических и конструктивных характеристик.

Каждый компонент может содержать до нескольких тысяч радиодеталей, которые соответствуют семейству компонента и выполняют идентичную функцию. При этом радиодетали, входящие в один компонент, могут иметь различные технические и конструктивные параметры, но будут иметь общий набор технических характеристик и обозначаться одним общим УГО на схеме. При данном подходе компонент в Delta Design соответствует не отдельной радиодетали, а техническому описанию (datasheet).

3.1.2 Библиотека компонентов

Для работы с компонентами необходимо создать библиотеку – раздел в базе для хранения компонентов. Создайте библиотеку через главное меню программы, пункт «Файл» → «Создать» → «Новую библиотеку», см. [Рис. 3](#).

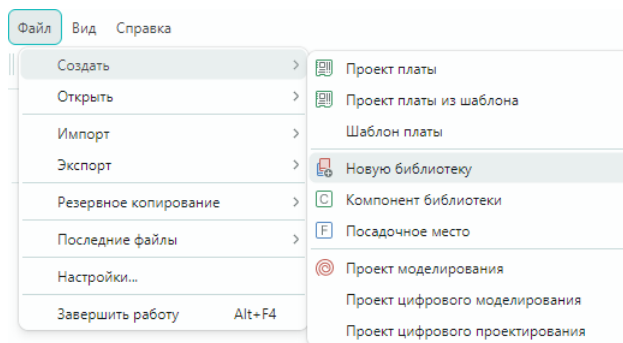


Рис. 3 Создание библиотеки

После этого в дереве библиотек отобразится новая библиотека, см. [Рис. 4](#).

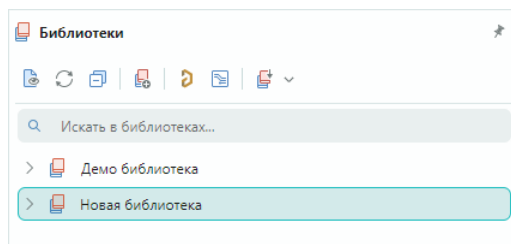


Рис. 4 Новая библиотека

Структура новой библиотеки показана на [Рис. 5](#).

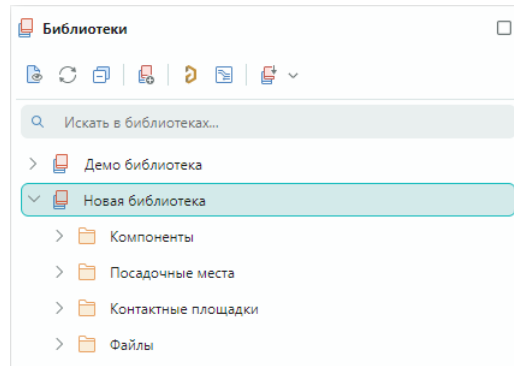


Рис. 5 Структура библиотеки

В состав библиотеки входят следующие папки:

- «Компоненты», предназначенная для хранения компонентов;
- «Посадочные места», предназначенная для хранения посадочных мест;
- «Контактные площадки», предназначенная для хранения контактных площадок, которые используются в посадочных местах;
- «Файлы», предназначенная для хранения любых файлов, например, технических условий на радиоэлектронные компоненты.

3.1.3 Список компонентов

Для создания проекта платы по заданной схеме ([Рис. 1](#)) понадобятся компоненты, список которых представлен в [Табл. 1](#).

Табл. 1 Список компонентов необходимых для проекта платы

| № | Обозначение | Наименование компонента | Количество |
|---|-------------|---------------------------|------------|
| 1 | HL1-HL3 | Светодиод L-483GDT | 3 |
| 2 | R1-R6 | Резистор R1206 3,3 кОм ±1 | 6 |
| 3 | R7 | Резистор R1206 10 кОм ±5 | 1 |
| 4 | R8, R9 | Резистор R1206 3,3 кОм ±1 | 2 |
| 5 | VD1, VD2 | Диод STPS40L40 | 2 |
| 6 | VD3, VD4 | Защитный диод 1.5KE391 | 2 |

| № | Обозначение | Наименование компонента | Количество |
|----|-------------|-------------------------|------------|
| 7 | VD5-VD7 | Диод DL4148DC | 3 |
| 10 | XP1-XP6 | Штырь PIN_11 | 6 |

3.1.4 Редактор компонента

В качестве примера для описания процесса создания компонента использован «Диод STPS40L40». Создание нового компонента осуществляется из контекстного меню узла «Компоненты», см. [Рис. 6](#).

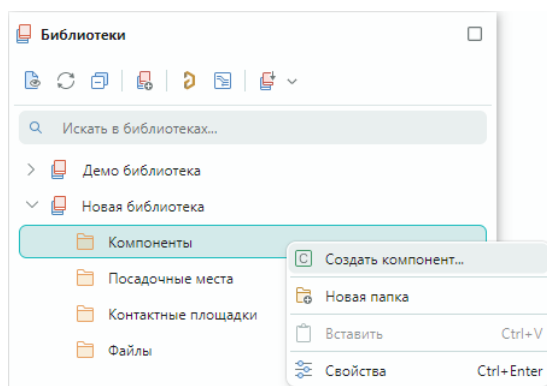


Рис. 6 Создание компонента

При выборе пункта «Создать компонент» на экране отобразится окно редактора компонента, см. [Рис. 7](#). В нижней части редактора расположена область данных, в которой находятся следующие вкладки: «Свойства», «Радиодетали», «Контакты» и «Файлы».

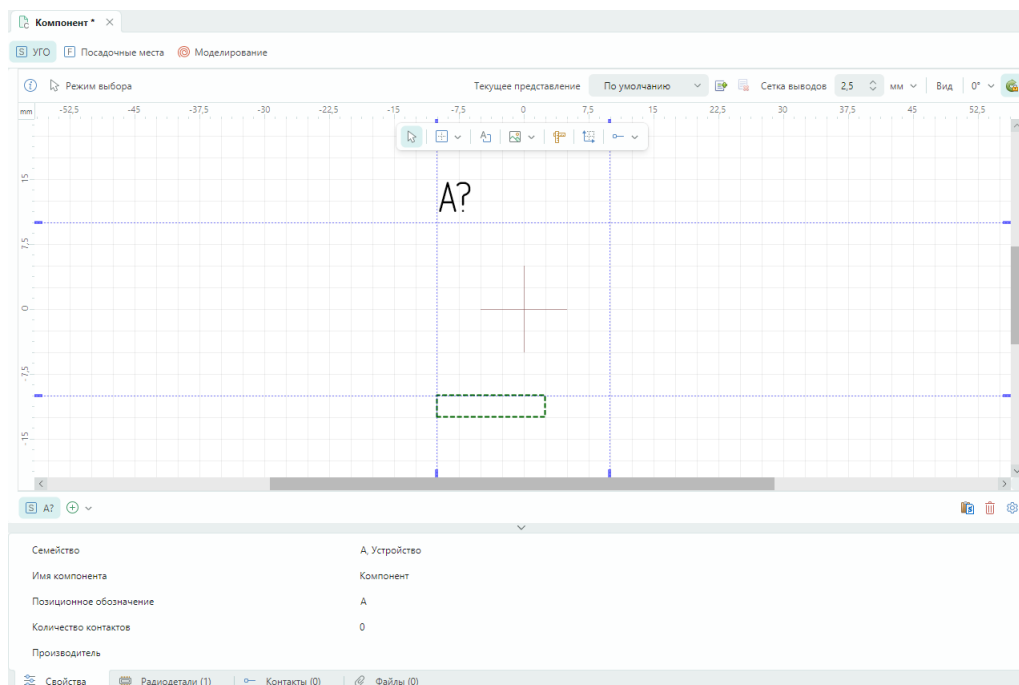


Рис. 7 Окно редактора компонента

3.1.4.1 Свойства компонента

Любой компонент при создании по умолчанию принадлежит семейству «Устройства». Семейство – это классификатор компонентов, определяющий список характеристик компонента и его позиционное обозначение на схеме.

Выбор семейства осуществляется из выпадающего списка, расположенного в поле «Семейство» на вкладке «Свойства». «Диод STPS40L40» относится к семейству диодов, выберите это семейство, см. [Рис. 8](#).

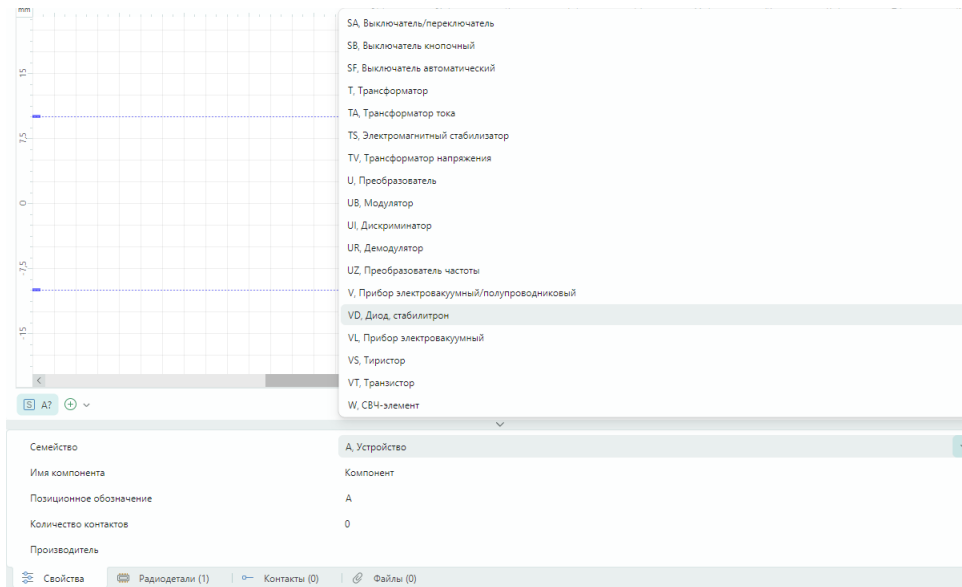


Рис. 8 Выбор семейства для компонента

После выбора семейства в редакторе произойдет изменение позиционного обозначения компонента, см. [Рис. 9](#).

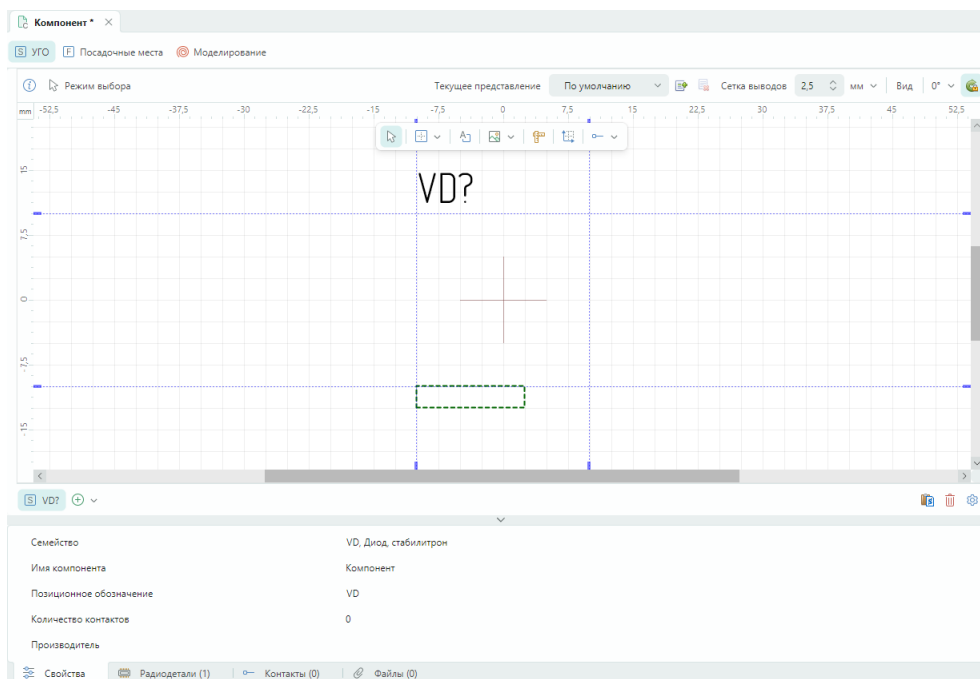


Рис. 9 Измененное позиционное обозначение

Введите имя создаваемого компонента в поле «Имя компонента», см. [Рис. 10](#).

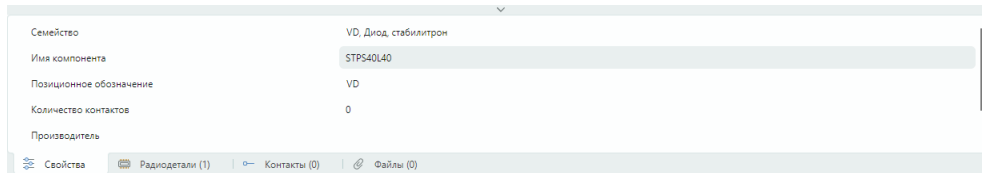


Рис. 10 Поле «Имя компонента»

Для добавления данных о создаваемом компоненте также имеются поля, доступные для редактирования: «Производитель», «Описание» и «Поставщик».

3.1.4.2 Создание УГО компонента

После выбора семейства создается графика – УГО компонента на схеме.

Для изображения графики воспользуйтесь инструментом «Прямоугольник». Инструмент доступен на встроенной панели редактора, см. [Рис. 11](#).

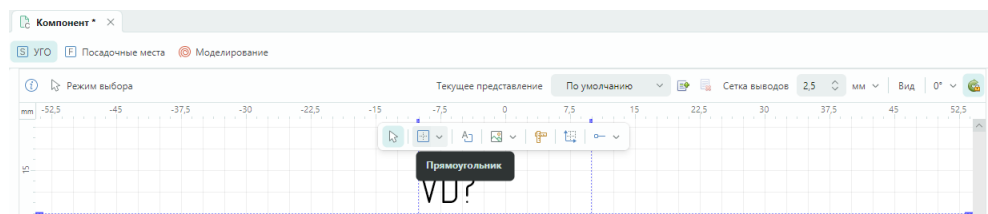


Рис. 11 Выбор инструмента «Разместить прямоугольник»

С помощью инструмента «Прямоугольник», см. [Рис. 12](#), нарисуйте прямоугольник для УГО диода:

1. Переместите курсор в рабочую область и нажмите левую кнопку мыши для начала размещения прямоугольника.

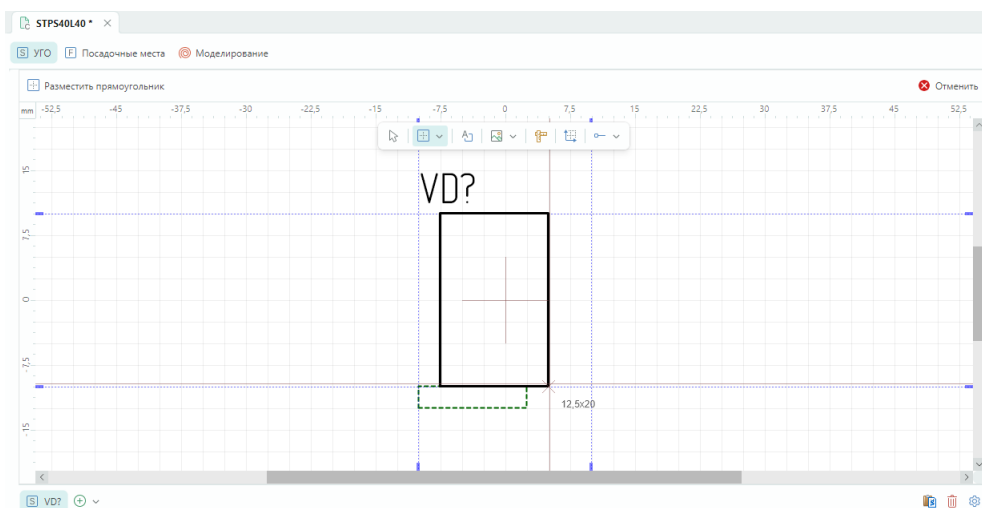


Рис. 12 Размещение прямоугольника

2. После размещения прямоугольника необходимой величины (12,5x20) нажмите левую кнопку мыши, чтобы завершить размещение.
3. Инструмент «Разместить прямоугольник» остается активен и может быть использован повторно. Для выхода из инструмента нажмите клавишу «Escape» или выберите пункт «Отменить» в контекстном меню, см. [Рис. 13](#).

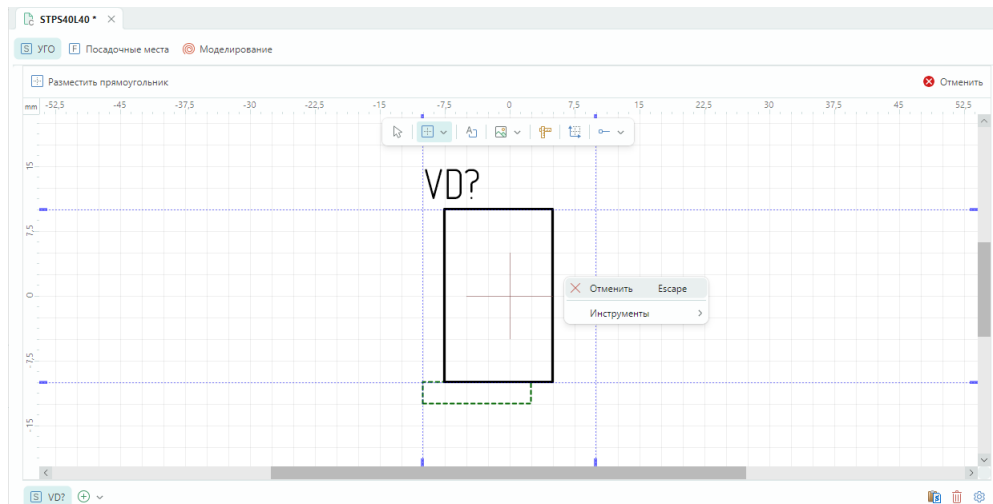


Рис. 13 Выход из инструмента «Разместить прямоугольник»

Для изображения дополнительной графики выберите инструмент «Полилиния», см. [Рис. 14](#).

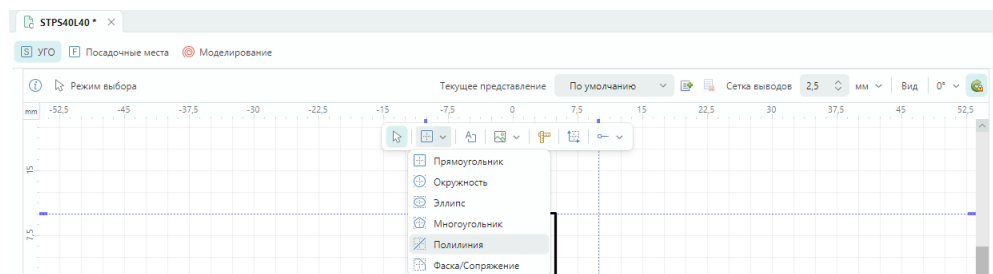


Рис. 14 Выбор инструмента «Полилиния»

Результат работы с инструментом «Полилиния» представлен на рисунке, [Рис. 15](#).

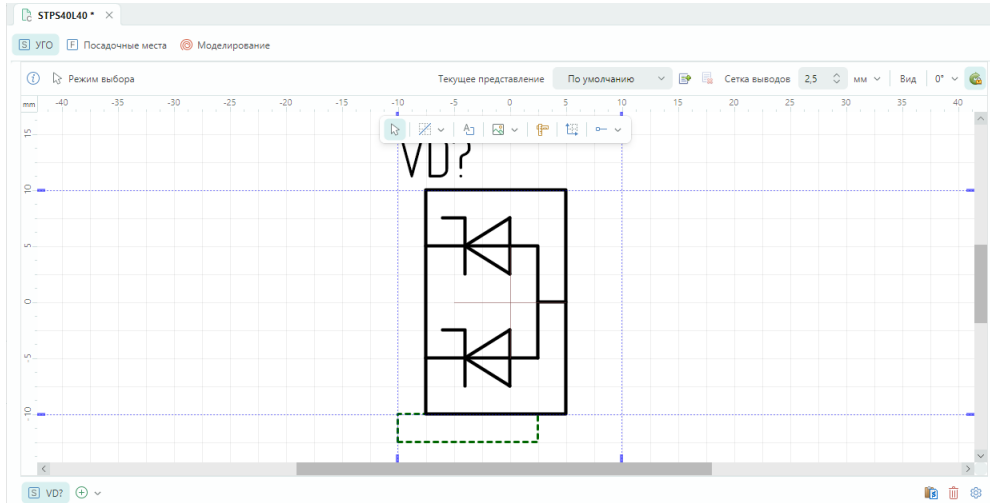


Рис. 15 Результат размещения полилинии

Далее разместите выводы УГО, для этого необходимо выбрать инструмент «Разместить вывод». Инструмент доступен на встроенной панели редактора, см. [Рис. 16](#).

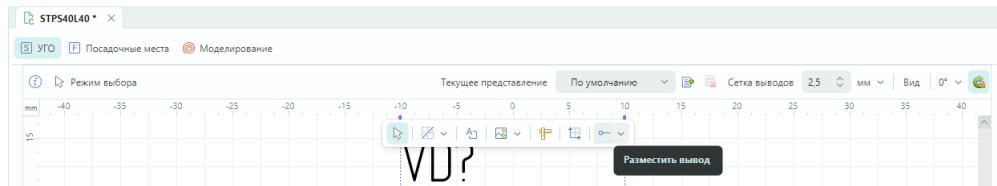


Рис. 16 Выбор инструмента «Разместить вывод»

Выводы могут быть расположены только на границах УГО (синие пунктирные линии). Для размещения вывода наведите курсор мыши на границу УГО и нажмите левую клавишу мыши, разместите таким образом три вывода, см. [Рис. 17](#).

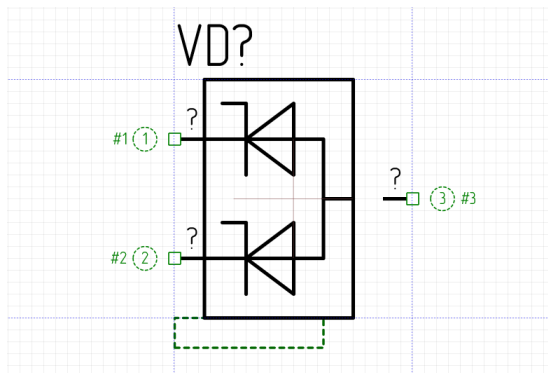


Рис. 17 Размещение выводов

Линии границы УГО перемещаются вместе с выводами, которые на них расположены.

Переместите линии границы УГО, чтобы концы выводов графически совпали с линиями УГО. Для перемещения линии границы наведите на нее курсор, зажмите левую кнопку мыши и переместите линию в заданное место, см. [Рис. 18](#).

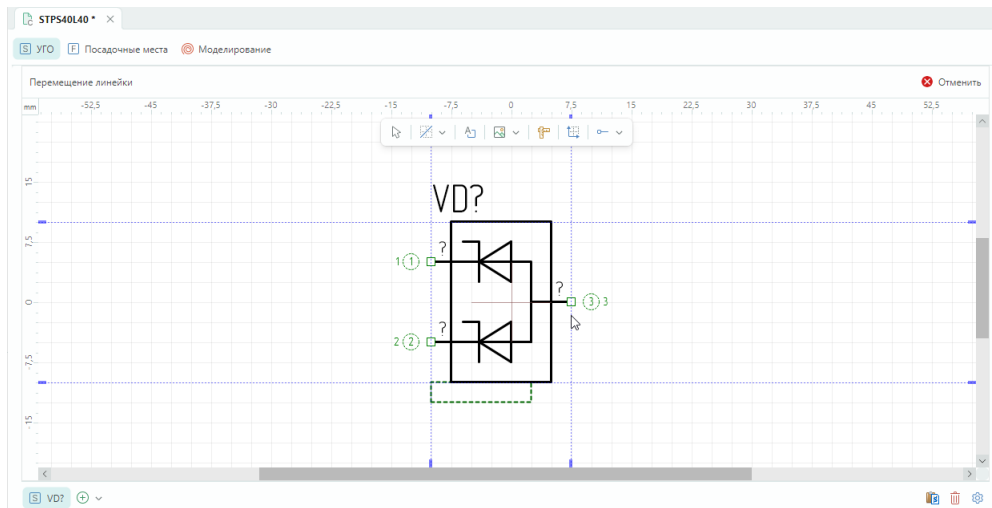


Рис. 18 Перемещение границы УГО

Для перемещения позиционного обозначения выделите его, нажмите левую кнопку мыши и «перенесите» на новое место, см. [Рис. 19](#).

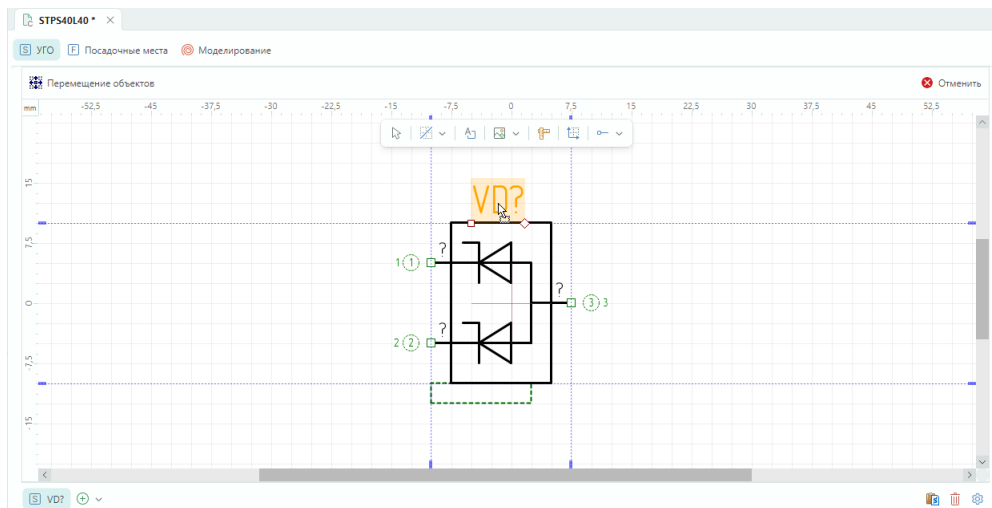


Рис. 19 Перемещение позиционного обозначения

3.1.4.3 Контакты компонента

После создания УГО задайте параметры контактам компонента в таблице, расположенной на вкладке «Контакты», см. [Рис. 20](#).

| ↑ | ИМЯ КОНТАКТА | ПОДПИСЬ КОНТАКТА | ГРУППА | ТИП | ЗАДЕРЖКА (НС) | УГО | ФУНКЦИЯ | ЗАМЕТКИ |
|---|--------------|------------------|--------|---------|---------------|-------|---------|---------|
| 1 | 0- 1 | | | Unknown | 0 | VD7.1 | | |
| 2 | 0- 2 | | | Unknown | 0 | VD7.2 | | |
| 3 | 0- 3 | | | Unknown | 0 | VD7.3 | | |

Рис. 20 Контакты компонента

Созданный компонент имеет три контакта. Для созданного диода установите значение типа контактов «Passive», см. [Рис. 21](#).

| ↑ | ИМЯ КОНТАКТА | ПОДПИСЬ КОНТАКТА | ГРУППА | ТИП | ЗАДЕРЖКА (НС) | УГО | ФУНКЦИЯ | ЗАМЕТКИ |
|---|--------------|------------------|--------|---------|---------------|-------|---------|---------|
| 1 | 0- 1 | | | Unknown | 0 | VD7.1 | | |
| 2 | 0- 2 | | | Unknown | 0 | VD7.2 | | |
| 3 | 0- 3 | | | Unknown | 0 | VD7.3 | | |

Рис. 21 Выбор типа контакта

Подробное описание работы с контактами компонента представлено в руководстве пользователя [Радиоэлектронные компоненты](#).

3.1.4.4 Радиодетали компонента

По умолчанию при создании компонента во вкладке «Радиодетали» создается одна радиодеталь, см. [Рис. 22](#).

| ИЗБРАННОЕ | РАДИОДЕТАЛЬ | АРТИКУЛ | ПОСАДОЧНОЕ МЕСТО | МАССА | ПРИМЕЧАНИЕ | ДОСТУПНОСТЬ | ТУ | ОКЛД2 | ПОВЕРХНОСТНЫЙ МОНТАЖ | T.A.M.I.N |
|--------------------------|-------------|---------|------------------|-------|------------|-------------------------------------|----|-------|-------------------------------------|-----------|
| <input type="checkbox"/> | STR540L40 | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | <input checked="" type="checkbox"/> | |

Рис. 22 Радиодетали компонента

Подробное описание работы с радиодетальями компонента представлено в руководстве пользователя [Радиоэлектронные компоненты](#).

3.1.4.5 Посадочное место компонента

Размещение компонента на плате возможно только при наличии у компонента посадочного места. Для его создания перейдите в окно «Посадочные места». Переход осуществляется по нажатию соответствующей кнопки в верхней части окна редактора компонента, см. [Рис. 23](#).

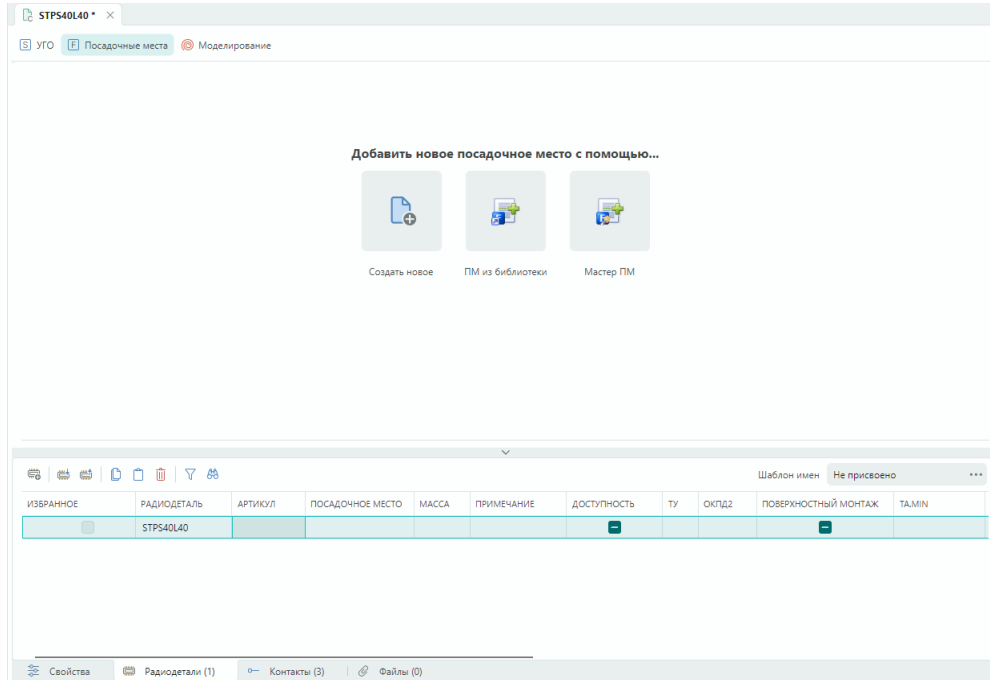


Рис. 23 Окно «Посадочные места»

В отобразившемся окне нажмите кнопку «Мастер ПМ», далее на экране отобразится окно «Мастер создания посадочного места (IPC)». В данном окне выберите тип корпуса «DPAK» с именем «DPAK» и нажмите кнопку «Далее», см. [Рис. 24](#).

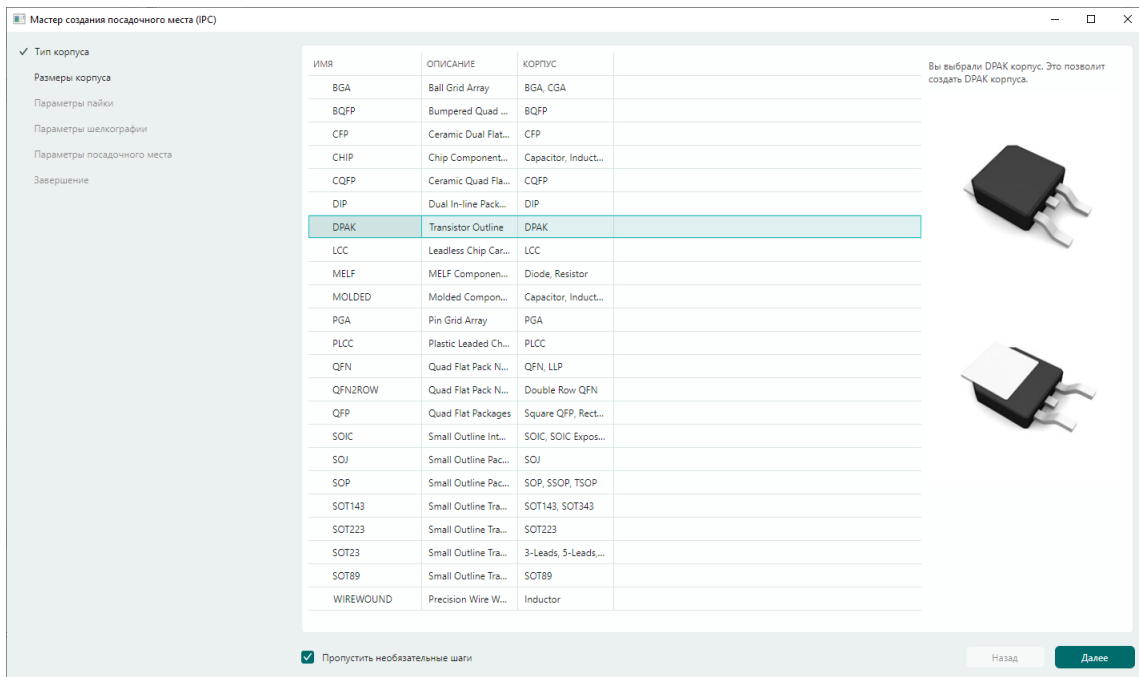


Рис. 24 Мастер создания посадочного места

На последующих этапах мастера создания посадочного места используйте настройки по умолчанию и нажимайте кнопку «Далее». На завершающем этапе нажмите кнопку «Готово», см. [Рис. 25](#).

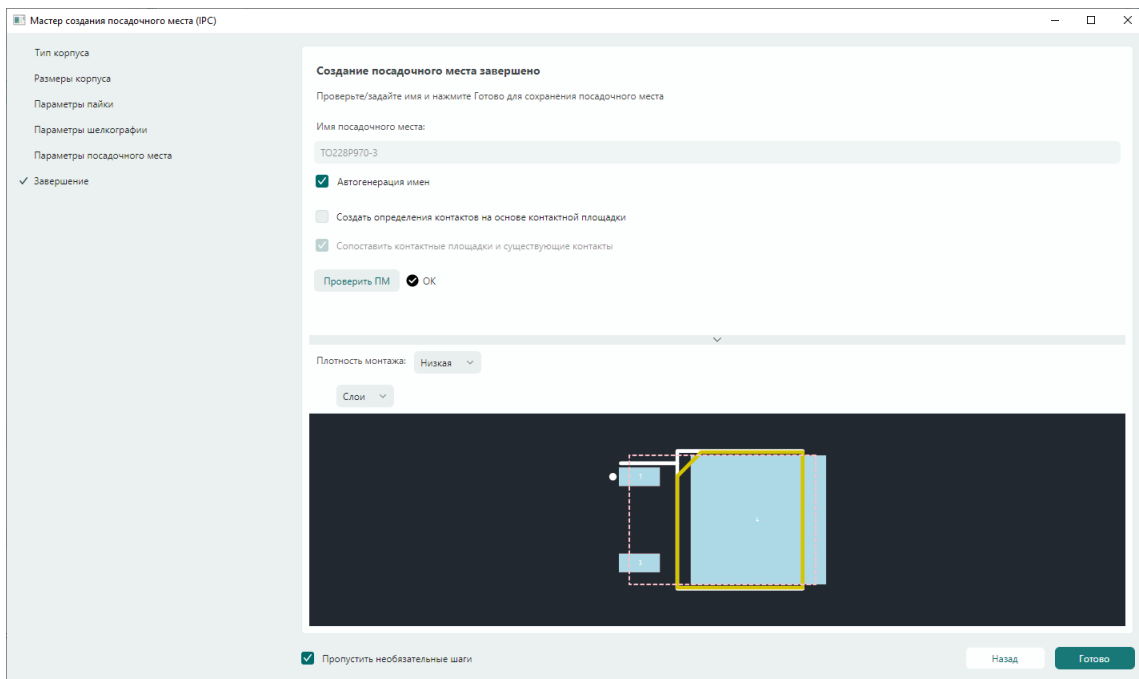


Рис. 25 Завершение создания посадочного места

Посадочное место создано и закреплено за компонентом, см. [Рис. 26](#).

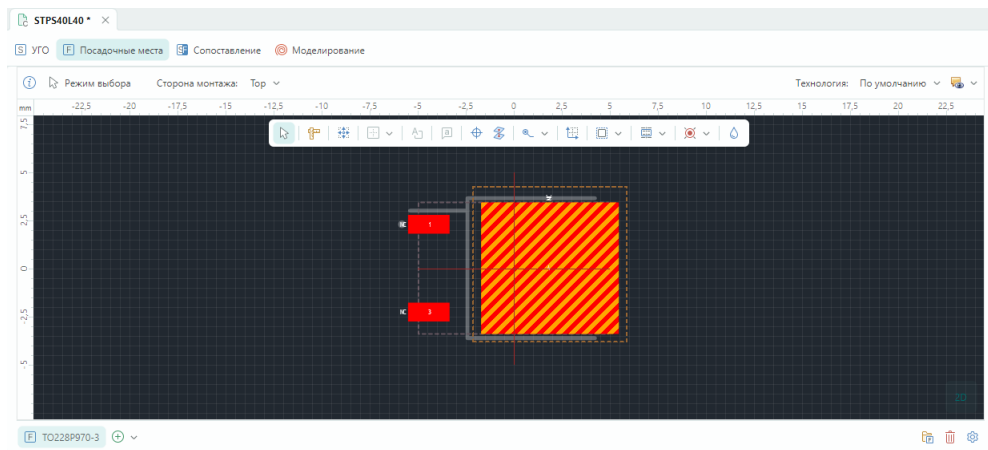



Рис. 26 Созданное посадочное место

Для сохранения созданного компонента нажмите кнопку «Сохранить»  на панели инструментов или воспользуйтесь сочетанием клавиш «Ctrl+S».

Компонент (Диод STPS40L40) из представленного ранее списка необходимых радиоэлектронных компонентов ([Табл. 1](#)) готов к размещению на схеме электрической принципиальной.

3.2 Создание проекта печатной платы

Проект платы создается из главного меню программы, пункт «Файл» → «Создать» → «Проект платы» см. [Рис. 27](#).

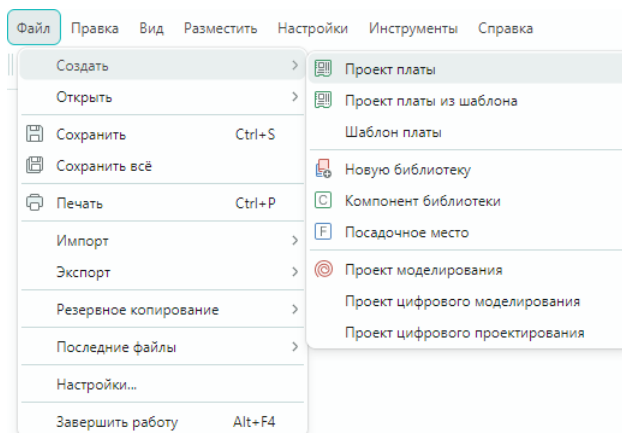


Рис. 27 Создание нового проекта

Далее отобразится окно «Создание элемента», в данном окне выберите директорию для создаваемого проекта и нажмите кнопку «Создать», см. [Рис. 28](#).

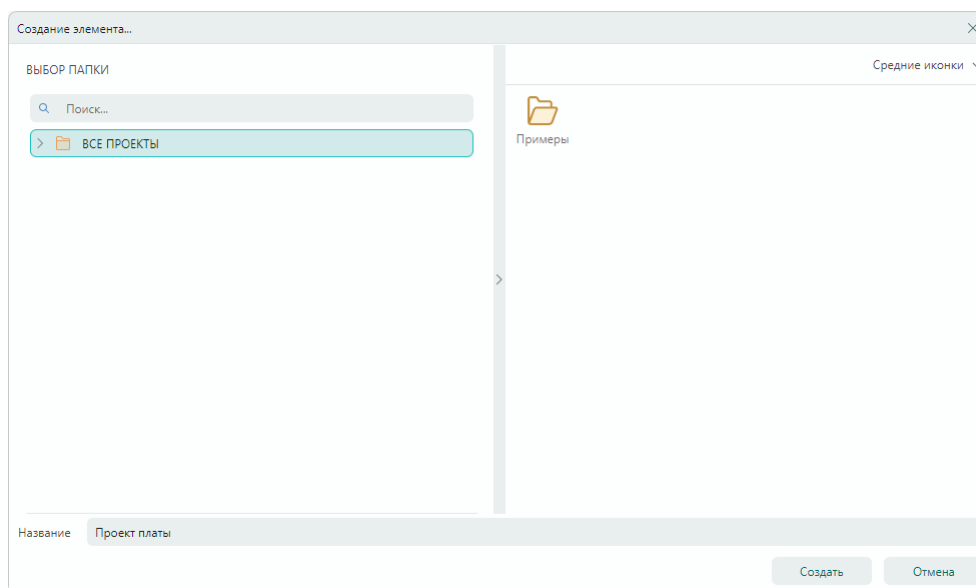


Рис. 28 Окно «Создание элемента»

После нажатия кнопки «Создать» на экране отобразится окно «Создание проекта Печатной Платы», см. [Рис. 29](#). Подробное описание процесса создания проектов представлено в руководстве пользователя [Проекты](#).

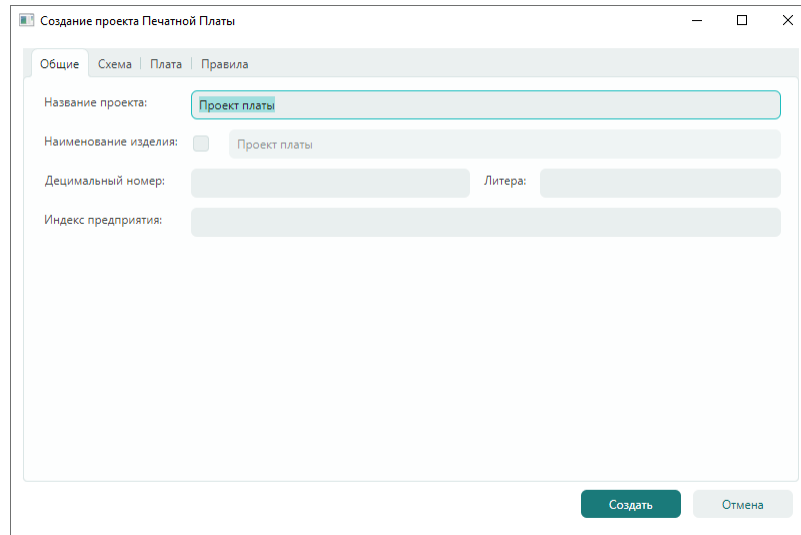


Рис. 29 Окно «Создание проекта Печатной Платы»

После выбора параметров для создаваемого проекта нажмите кнопку «Создать», новый проект отобразится в панели «Проекты», а в рабочей области откроется окно схмотехнического редактора см. [Рис. 30](#).

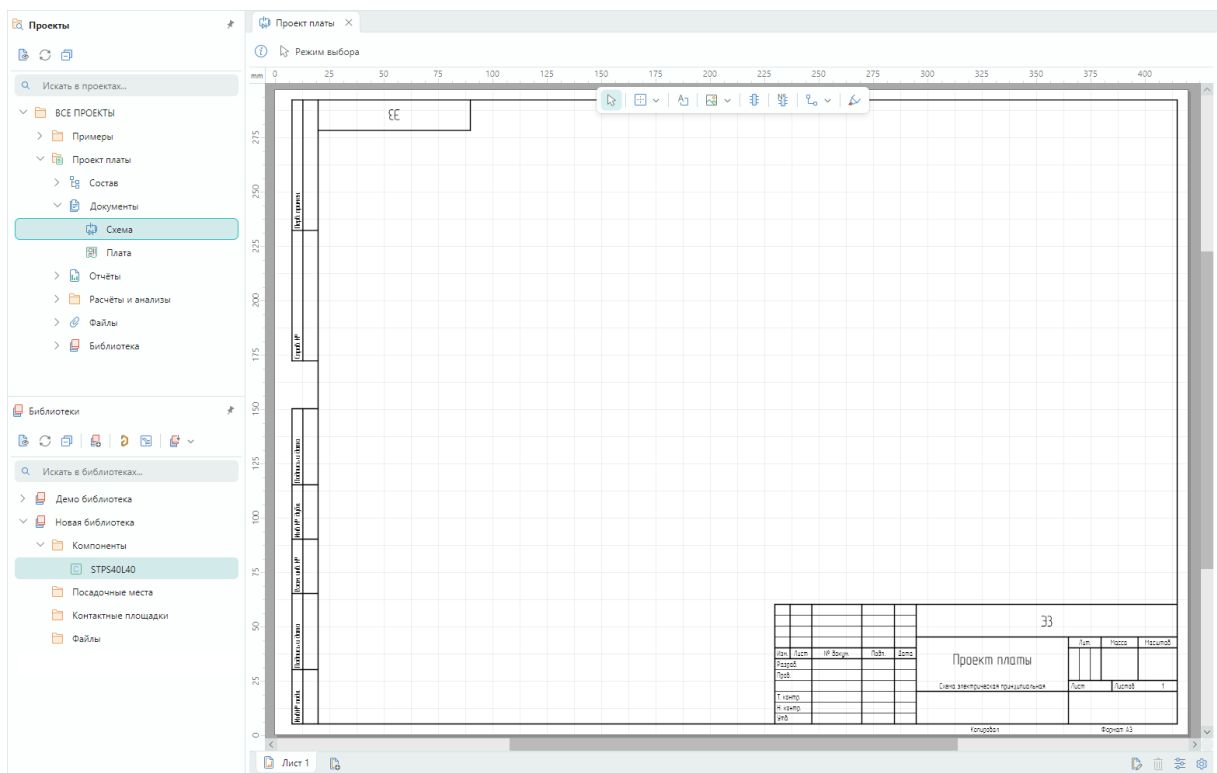


Рис. 30 Отображение созданного проекта печатной платы

3.3 Создание электрической схемы

3.3.1 Размещение компонентов

После создания проекта схемотехнический редактор открывается автоматически, и можно приступать к размещению УГО на схеме. Описание вариантов размещения компонентов на схеме представлено в руководстве пользователя [Электрические схемы](#).

Для размещения созданного ранее радиоэлектронного компонента на электрической схеме перейдите в панель «Библиотеки» → «Новая библиотека» → «Компоненты». В контекстном меню компонента выберите пункт «Разместить на схеме», см. [Рис. 31](#).

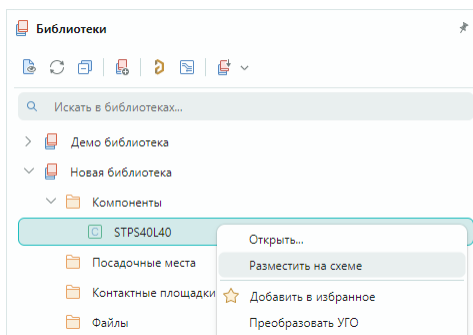


Рис. 31 Размещение компонента из контекстного меню

После этого переместите курсор мыши в необходимое место на электрической схеме и нажмите левую клавишу мыши, первый компонент размещен, см. [Рис. 32](#).

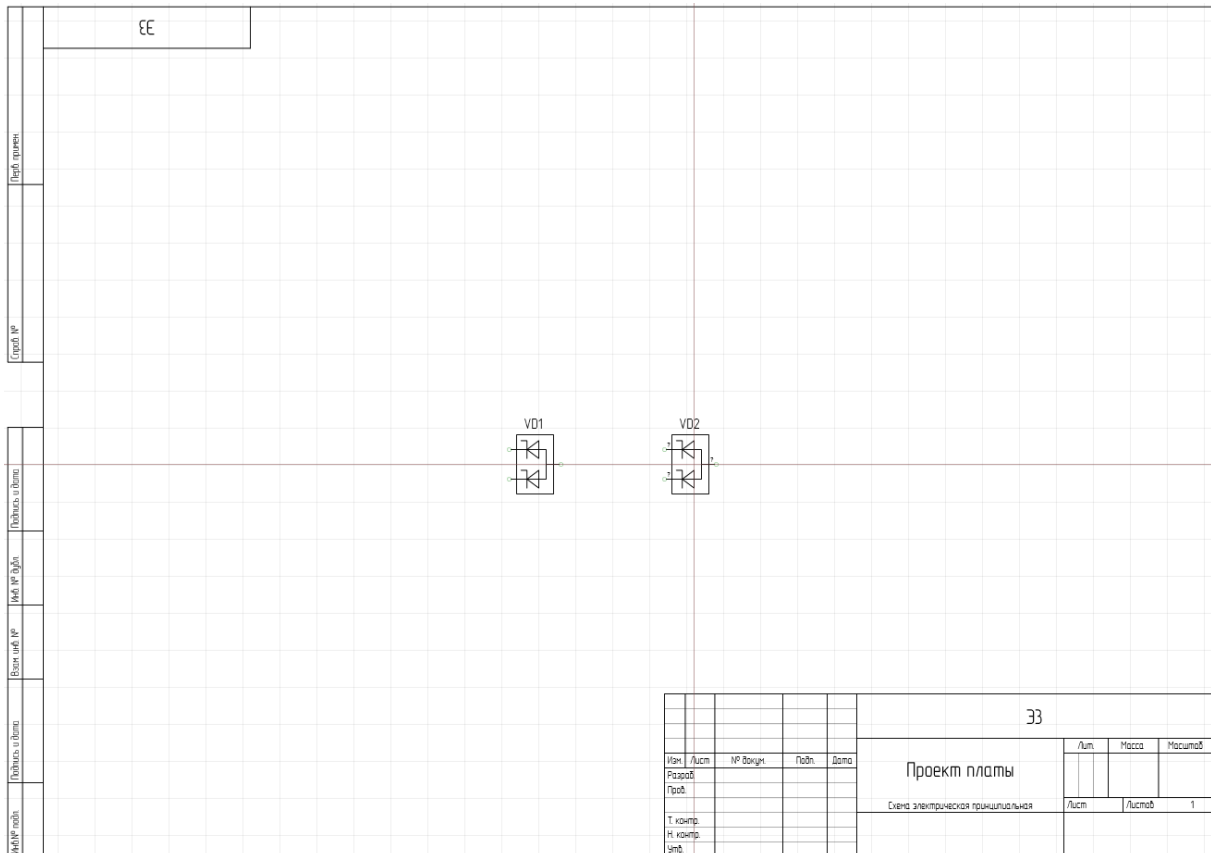


Рис. 32 Размещение компонентов

Переместите курсор мыши, и аналогичным способом разместите второй компонент (компоненты размещаются согласно схеме, представленной на [Рис. 1](#)). После размещения второго компонента нажмите правую клавишу мыши и в контекстном меню выберите пункт «Отменить» для завершения работы с инструментом «Размещение компонентов», см. [Рис. 33](#).

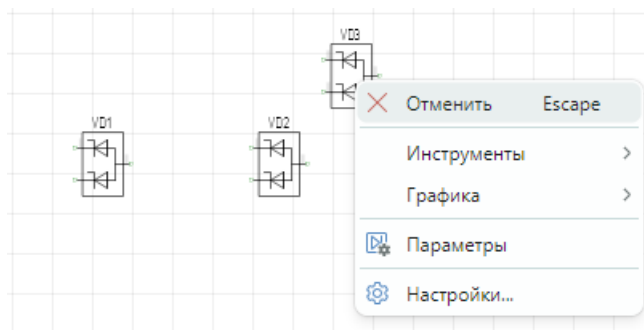


Рис. 33 Выход из инструмента «Размещение компонентов»

Два компонента из списка компонентов, необходимых для создания печатной платы, размещены. Для размещения остальных компонентов, представленных в [Табл. 1](#), воспользуйтесь функцией поиска на панели «Библиотеки», для этого в верхней части панели «Библиотеки» введите поисковый

запрос с названием компонента в поле «Искать в библиотеках...», см. [Рис. 34](#). Поиск осуществляется по всем библиотекам имеющимся в базе данных.

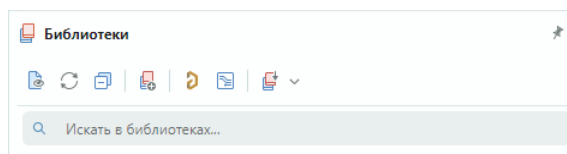


Рис. 34 Поле «Искать в библиотеках»

Введите название компонента «Светодиод L-483GDT» в данном поле, см. [Рис. 35](#).

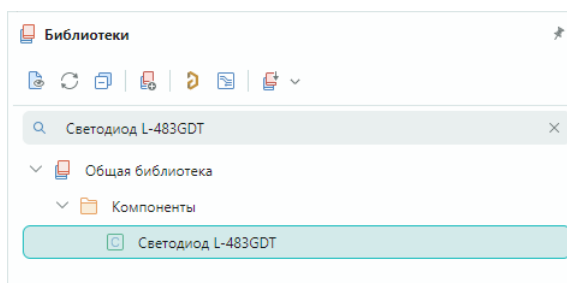


Рис. 35 Отображение найденного компонента в библиотеке

Нажмите правой клавишей мыши на названии компонента и в контекстном меню выберите пункт «Разместить на схеме».

Согласно схеме, представленной на [Рис. 1](#), необходимо разместить три компонента «Светодиод L-483GDT». Размещение данного компонента осуществляется аналогично размещению предыдущего компонента, результат размещения компонента представлен на [Рис. 36](#).

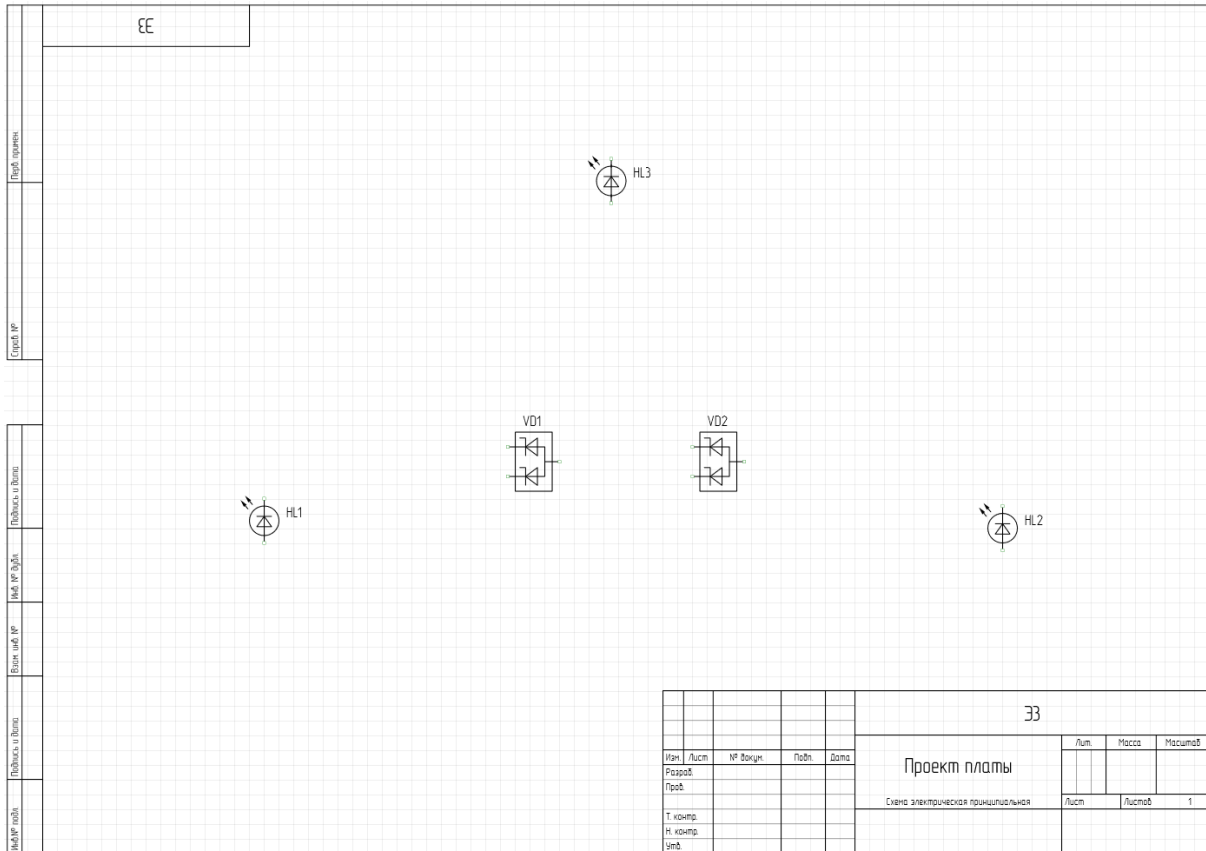


Рис. 36 Размещение на схеме светодиодов

Найдите в библиотеке и разместите на схеме компонент «Защитный диод 1.5KE39». Данный компонент на схеме расположен вертикально. Для поворота компонента по часовой стрелке при активном инструменте «Размещение компонентов» вызовите контекстное меню и выберите последовательно пункты «Графика» → «Повернуть по часовой стрелке», как показано на [Рис. 37](#).

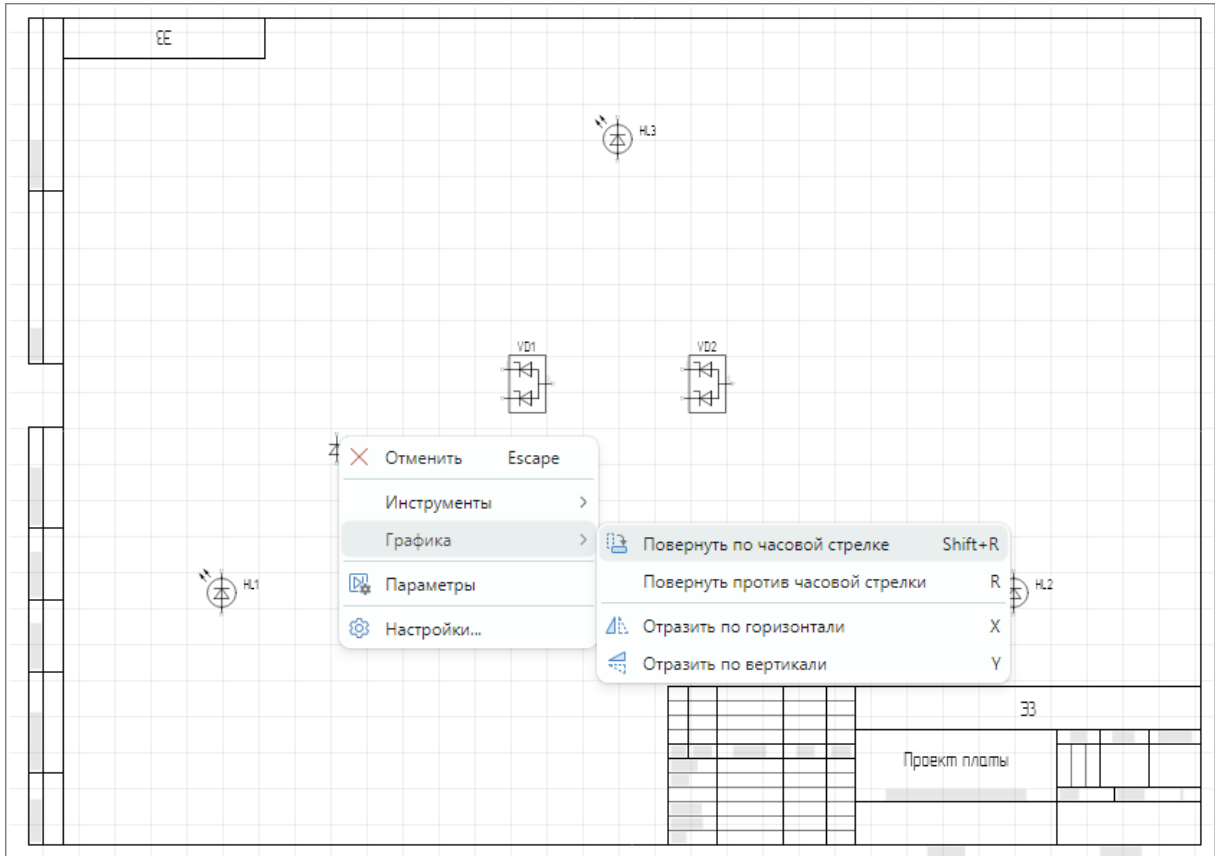


Рис. 37 Поворот компонента по часовой стрелке

Результат размещения компонента «Защитный диод 1.5KE391» (позиционное обозначение на схеме VD3, VD4) представлен на [Рис. 38](#).

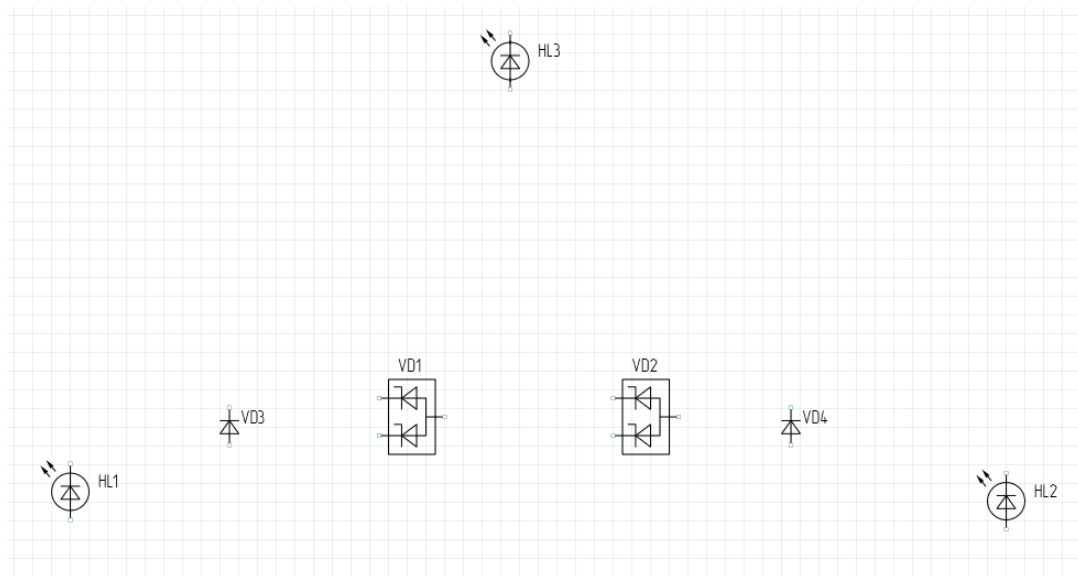


Рис. 38 Размещение на схеме защитных диодов

Аналогичным образом найдите в библиотеке и разместите на схеме следующие компоненты: «Диод DL4148DC» и штырь «PIN_11». Размещение осуществляется согласно схеме, изображенной на рисунке [1](#). Результат размещения данных компонентов представлен на [Рис. 39](#).

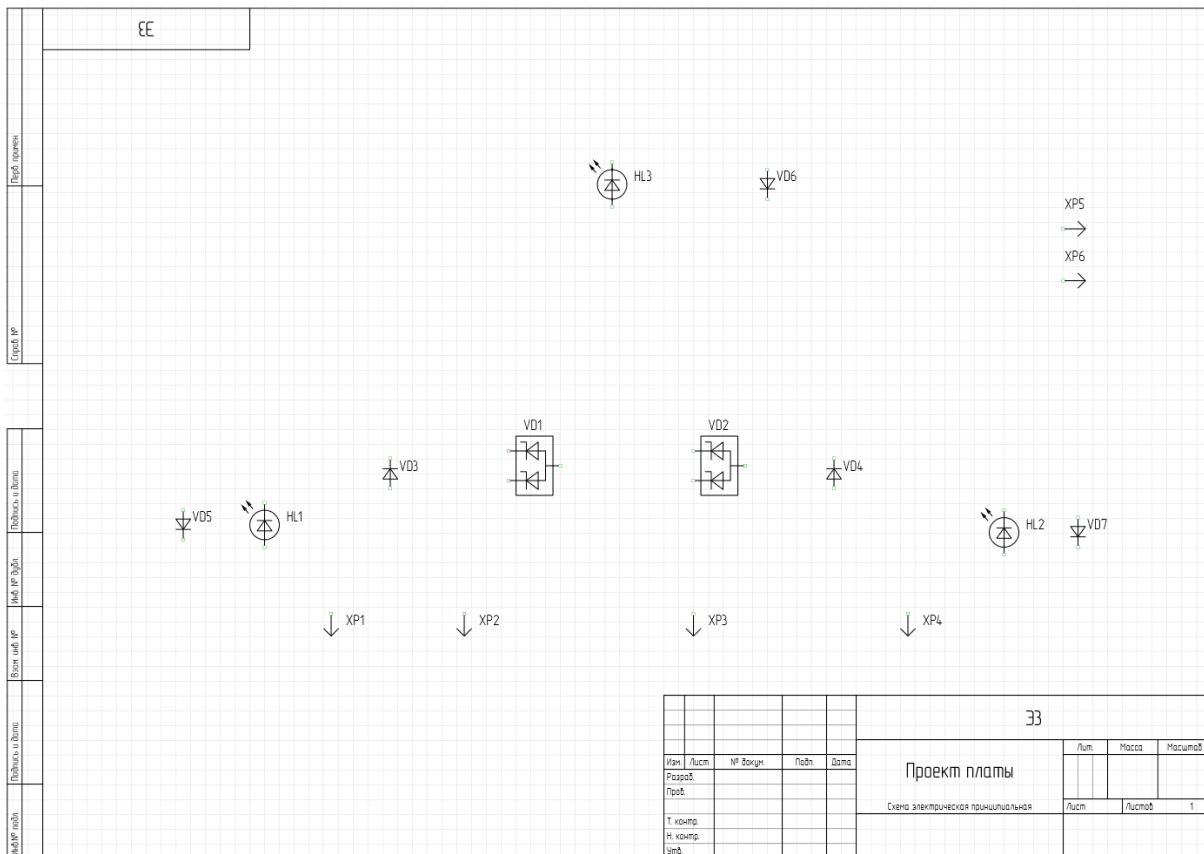


Рис. 39 Размещение диодов и штырей

Разместите на схеме два типа резисторов: «Резистор R1206 3,3 кОм ±1» и «Резистор R1206 10 кОм ±5». Данные радиодетали относятся к одному компоненту «Резистор SMD 1206».

По аналогии с предыдущими компонентами разместите на схеме девять резисторов. Количество размещаемых резисторов определено в таблице [1](#), а их расположение изображено на рисунке [1](#).

Результат размещения резисторов представлен на [Рис. 40](#).

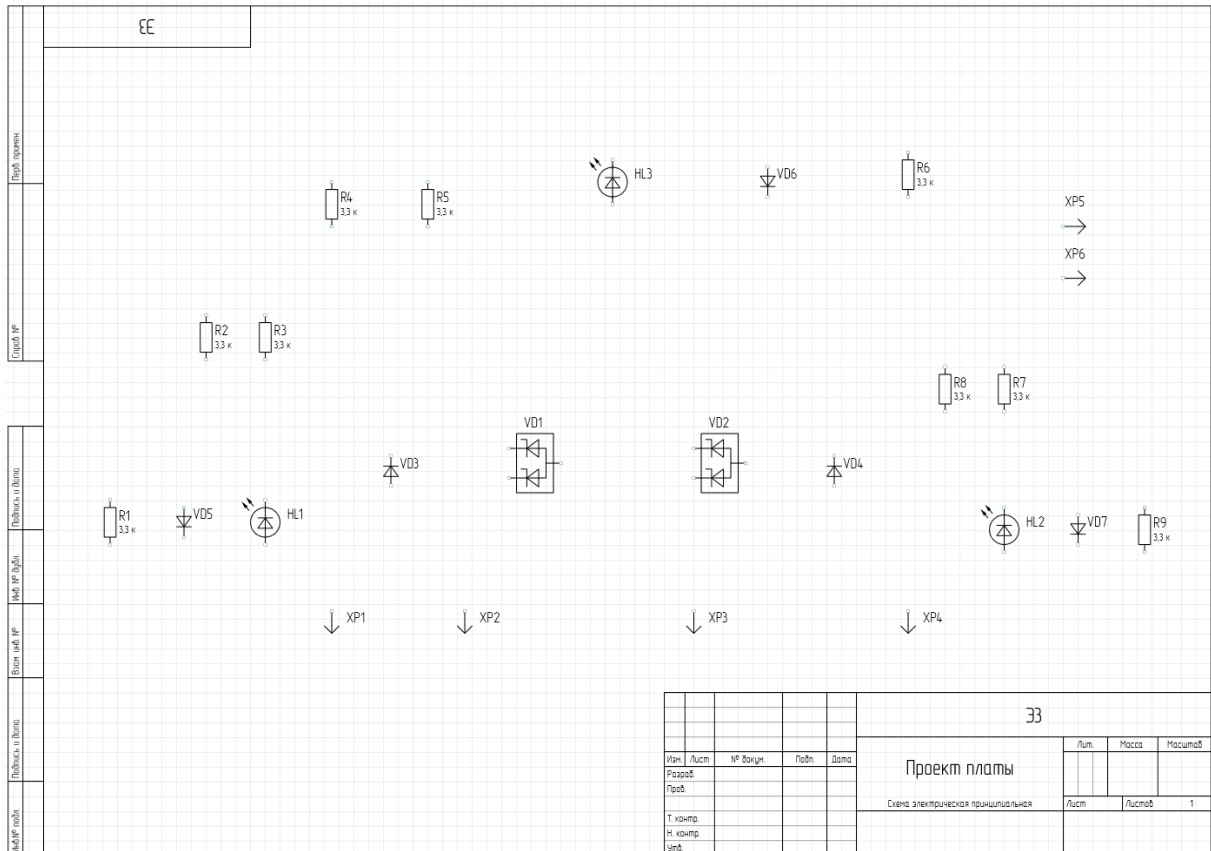


Рис. 40 Размещение резисторов

У резистора R7 на схеме должен быть другой номинал, это значит, что для него должна быть использована другая радиодеталь, для замены радиодетали в контекстном меню выберите пункт «Заменить радиодеталь...», см. [Рис. 41](#).

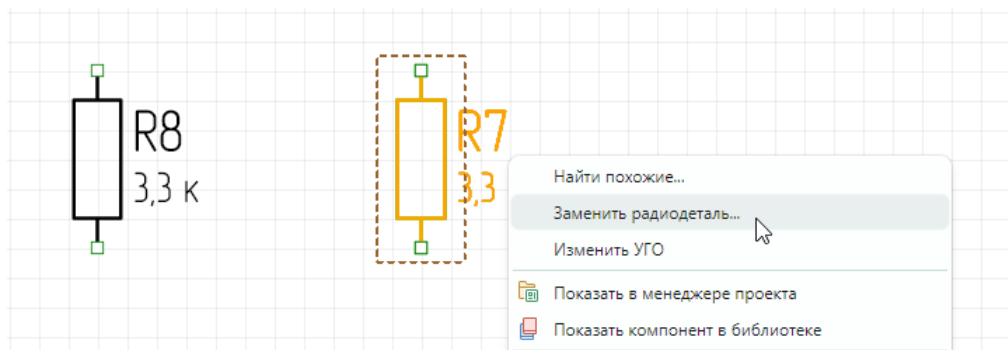


Рис. 41 Контекстное меню компонента

В отобразившемся окне «Выбор радиодетали» выберите «Резистор R1206 10 кОм ±5» и нажмите «Выбрать», см. [Рис. 42](#).

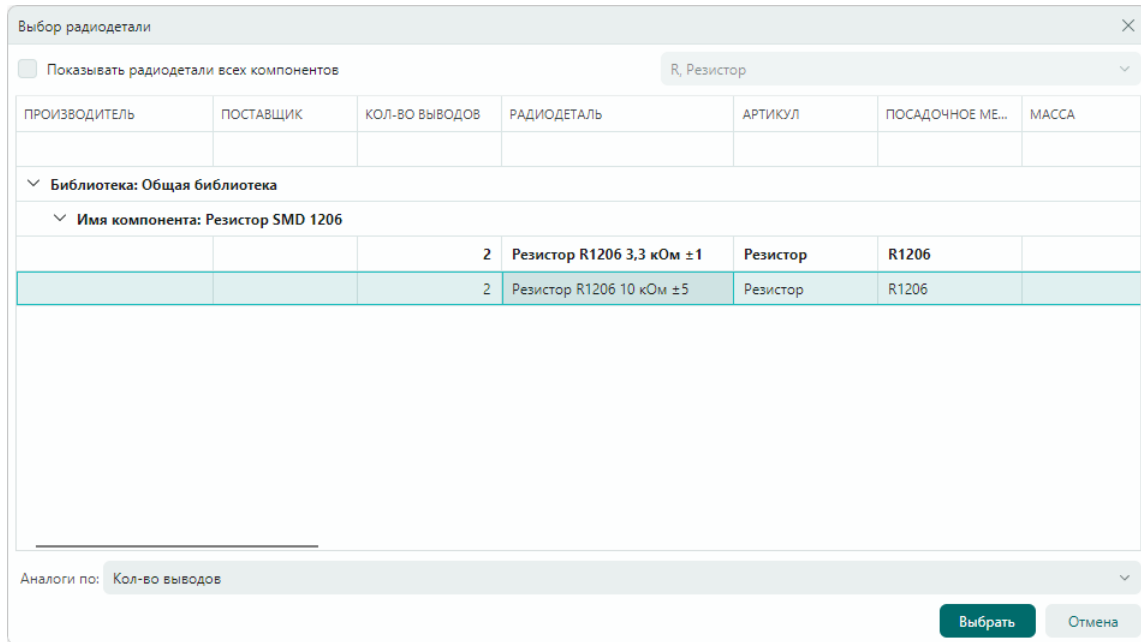


Рис. 42 Окно «Выбор радиодетали»

Выбранная радиодеталь будет размещена на схеме, см. [Рис. 43](#).

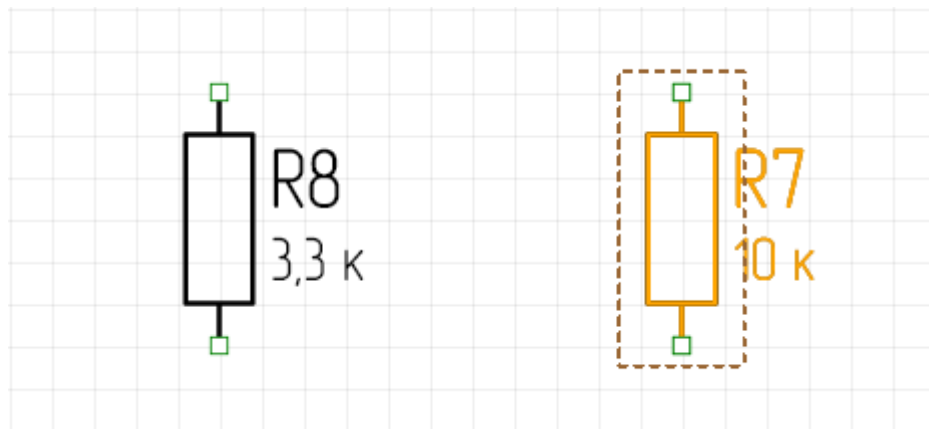


Рис. 43 Отображение выбранной радиодетали

3.3.1.1 Размещение проводников

После того как все компоненты размещены на схеме, их надо соединить проводниками. Линии электрической связи или проводники размещаются на схеме с помощью инструмента «Разместить проводник», кнопка вызова инструмента доступна на встроенной панели редактора, см. [Рис. 44](#).

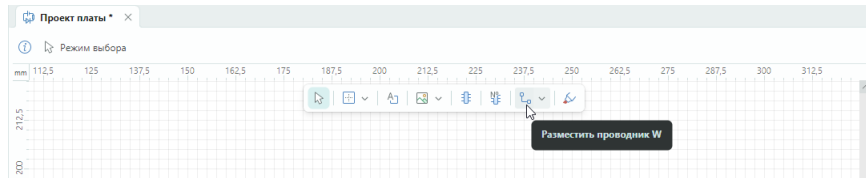


Рис. 44 Вызов инструмента «Разместить проводник»

На схеме начало размещения проводника доступно в точках соединения выводов УГО или от уже размещенного проводника, завершение аналогично или на любом свободном месте пространства схемы. Разместим проводники согласно рисунку [1](#).

Пример отображения размещенных между компонентами проводников представлен на [Рис. 45](#).

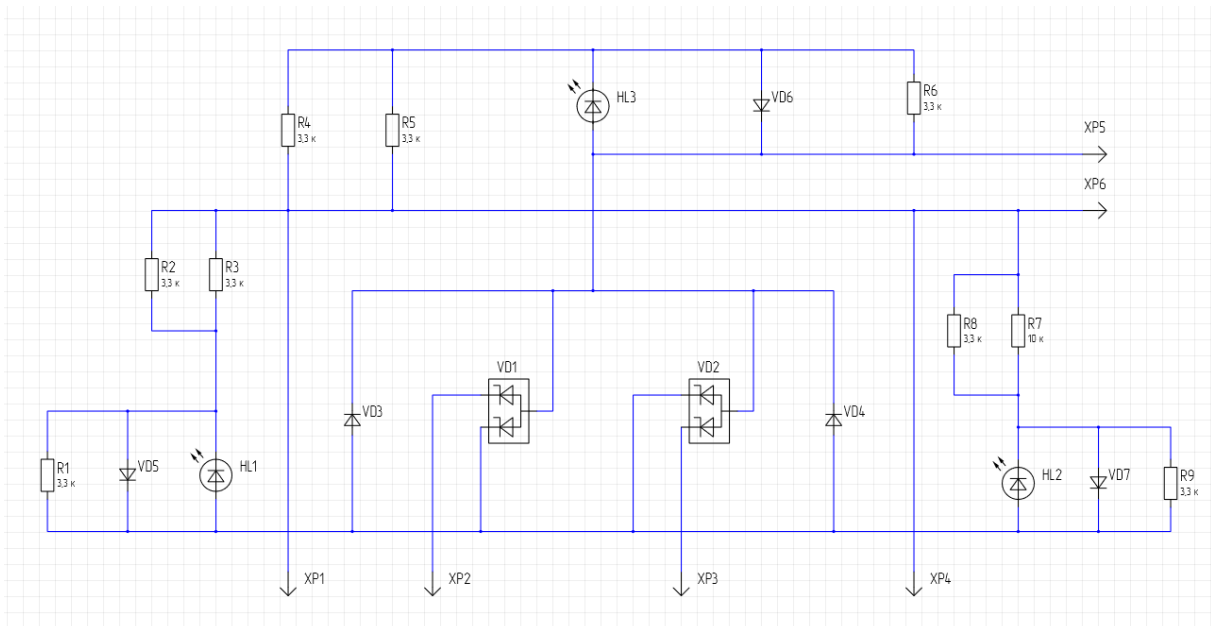


Рис. 45 Размещенные проводники

После размещения необходимо указать имена проводников.

Для переименования проводника вызовите контекстное меню с выбранного проводника, см. [Рис. 46](#).

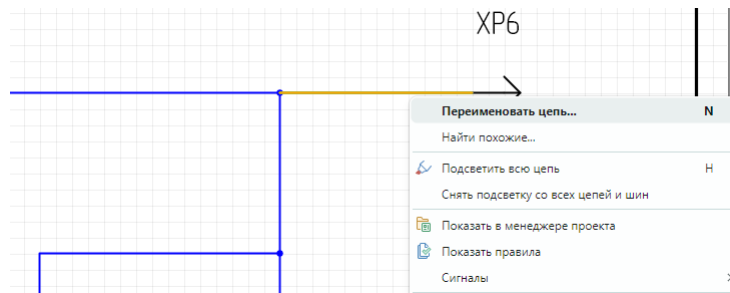


Рис. 46 Контекстное меню проводника. Переименовать цепь...

Выберите пункт «Переименовать цепь...», на экране отобразится окно «Переименование цепи». В поле «Введите новое имя или выберите из списка цепей» введите название для цепи «GNDA», см. [Рис. 47](#).

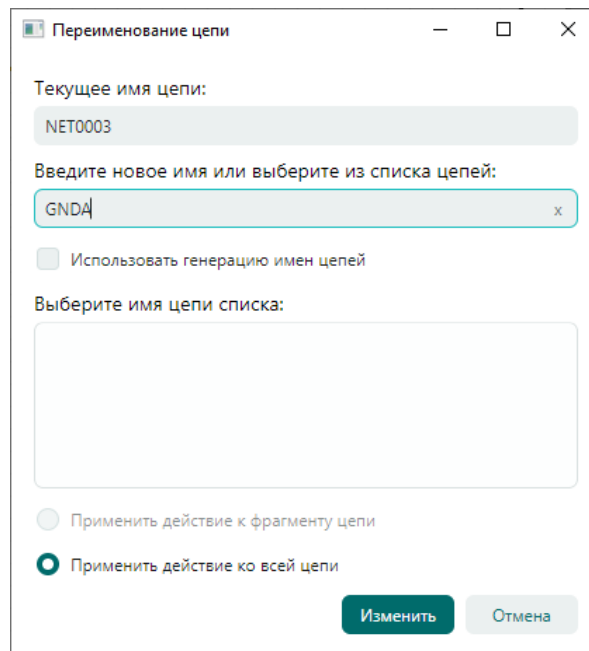


Рис. 47 Окно «Переименование цепи»

После ввода названия нажмите кнопку «Изменить», выбранный проводник будет успешно переименован. Для отображения метки с названием цепи выберите сегмент проводника и перейдите в панель «Свойства» через контекстное меню проводника, см. [Рис. 48](#).

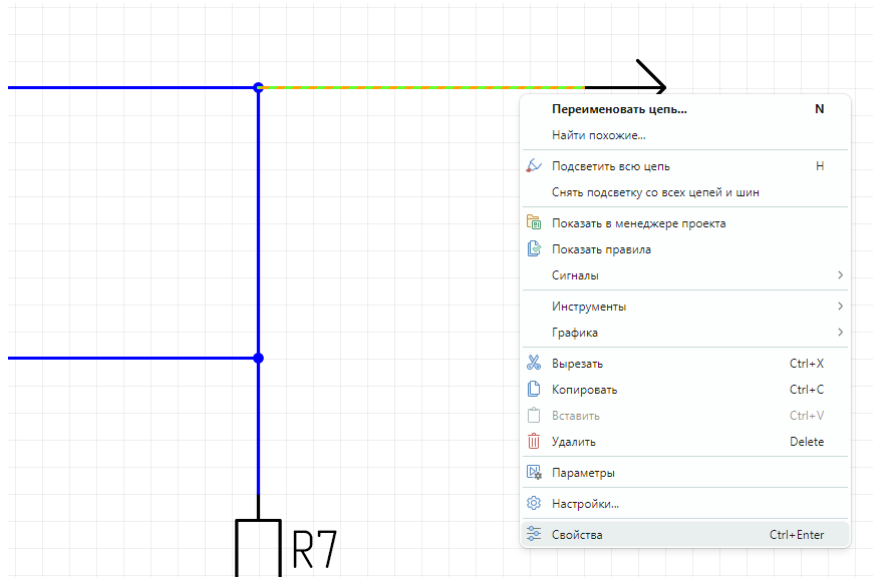


Рис. 48 Контекстное меню проводника. Свойства

После выбора данного пункта меню в правой нижней части экрана отобразится панель «Свойства», см. [Рис. 49](#).

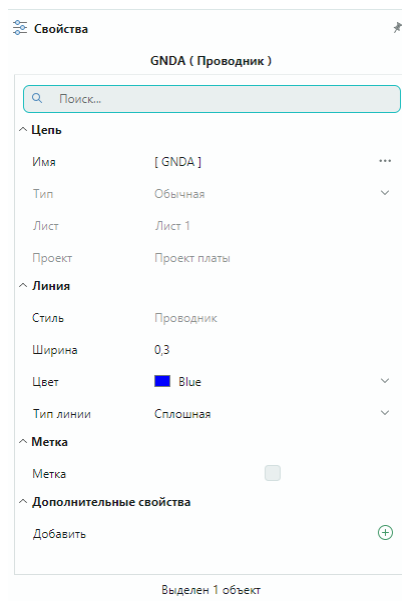


Рис. 49 Панель «Свойства»

Установите флаг в поле «Метка», см. [Рис. 50](#).

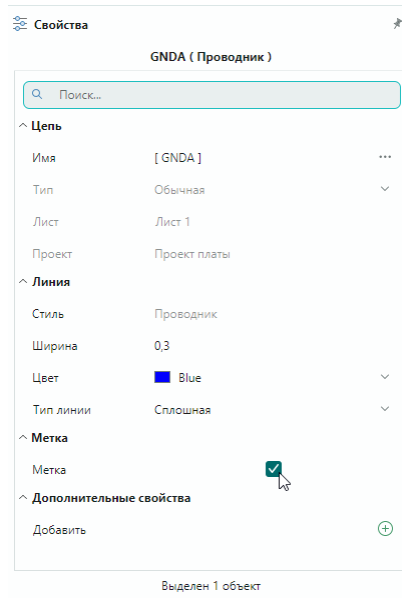


Рис. 50 Панель «Свойства». Поле «Метка»

После включения данного флага на схеме отобразится имя проводника, см. [Рис. 51](#).

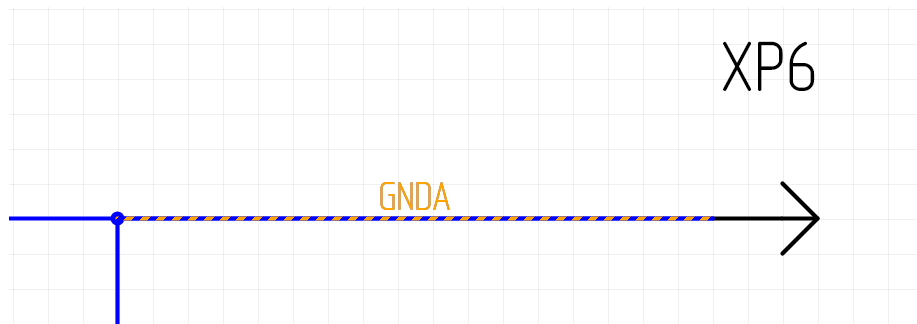


Рис. 51 Отображение имени проводника

Аналогичным способом включите отображение для оставшихся проводников на схеме, см. [Рис. 52](#).

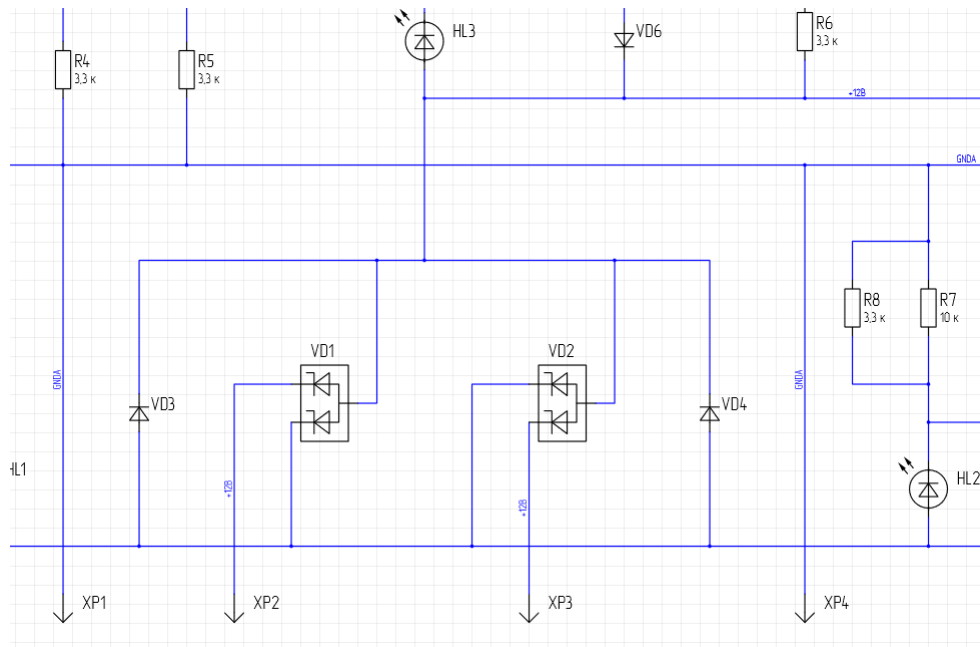


Рис. 52 Отображение названий проводников

После внесения изменений сохраните проект (меню «Файл» → «Сохранить»).

3.4 Определение правил трассировки

В результате построения схемы сформирован список цепей, которые будут размещены на плате. Для цепей можно задать различные параметры, определяемые правилами проектирования. Правила проектирования могут меняться во время разработки конструкции платы.

Переход к редактору правил проекта осуществляется двойным кликом левой клавиши мыши на узле «Правила», расположенном в дереве проекта, см. [Рис. 53](#).

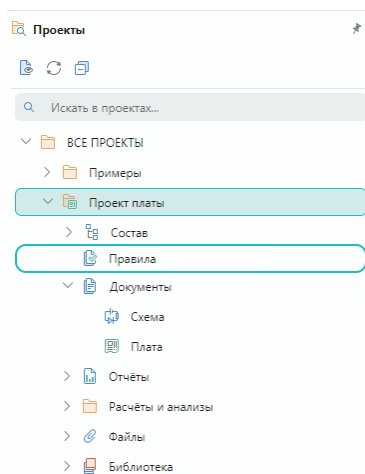


Рис. 53 Запуск редактора правил

Редактор правил отобразится в отдельном окне. Подробное описание настройки правил проектирования представлено в руководстве пользователя [Редактор правил](#).

3.5 Разработка конструкции печатной платы

3.5.1 Состав слоев платы

Разработка платы начинается с определения состава слоев платы.

Переход в редактор слоев осуществляется из контекстного меню узла «Плата» на панели «Проекты», см. [Рис. 54](#).

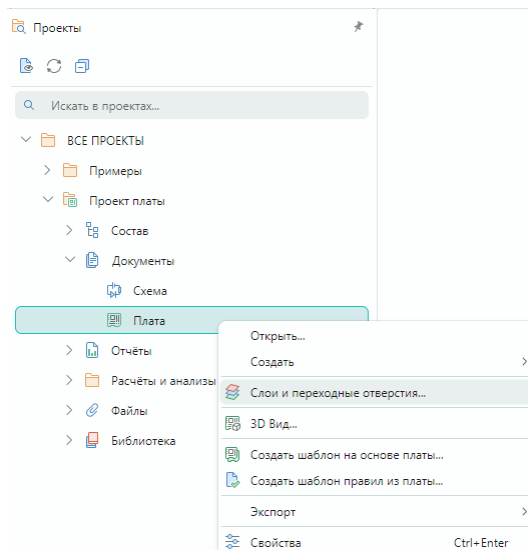


Рис. 54 Переход в редактор слоев

После выбора пункта «Слои и переходные отверстия» на экране отобразится окно «Конфигуратор набора слоев и переходных отверстий», см. [Рис. 55](#).

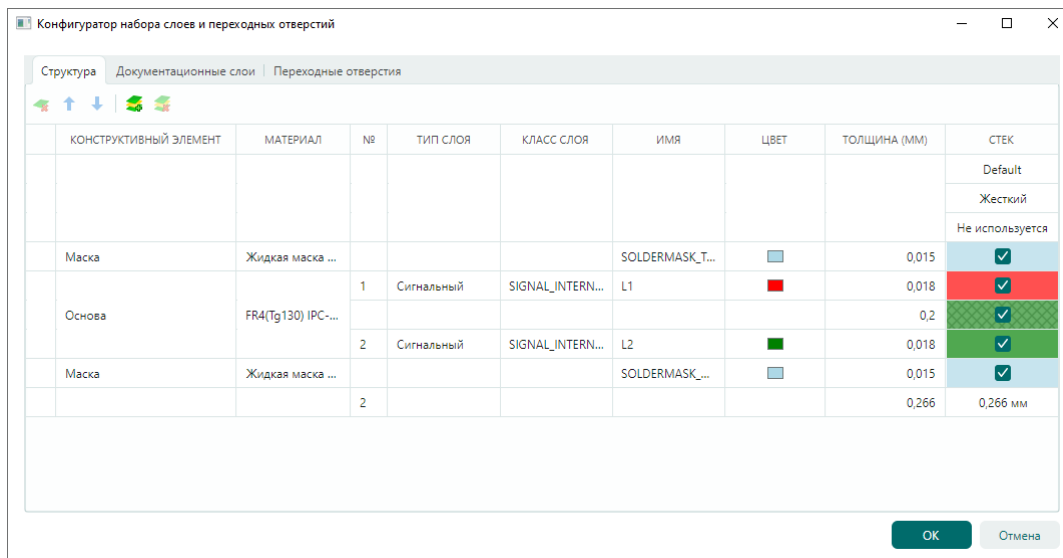


Рис. 55 Редактор слоев платы

При создании проекта для слоев платы был выбран базовый шаблон «Default». Подробное описание работы со слоями платы представлено в руководстве пользователя [Редактор печатных плат](#).

3.5.2 Граница платы

После определения количества слоев платы необходимо задать границы платы. Переход в редактор платы осуществляется из контекстного меню узла «Плата» на панели «Проекты», см. [Рис. 56](#).

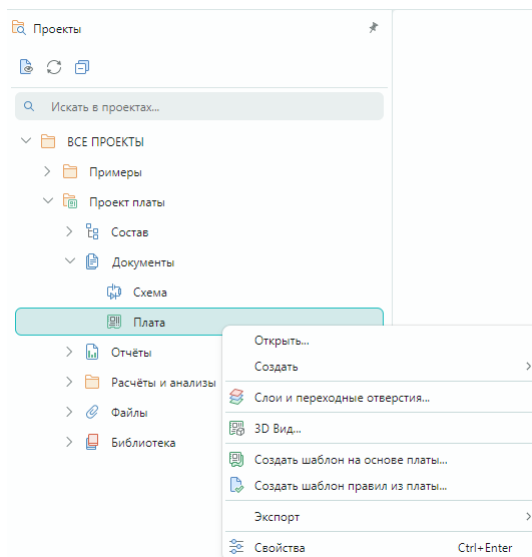


Рис. 56 Переход в редактор печатной платы

Графический редактор печатной платы откроется в новом окне, см. [Рис. 57](#).

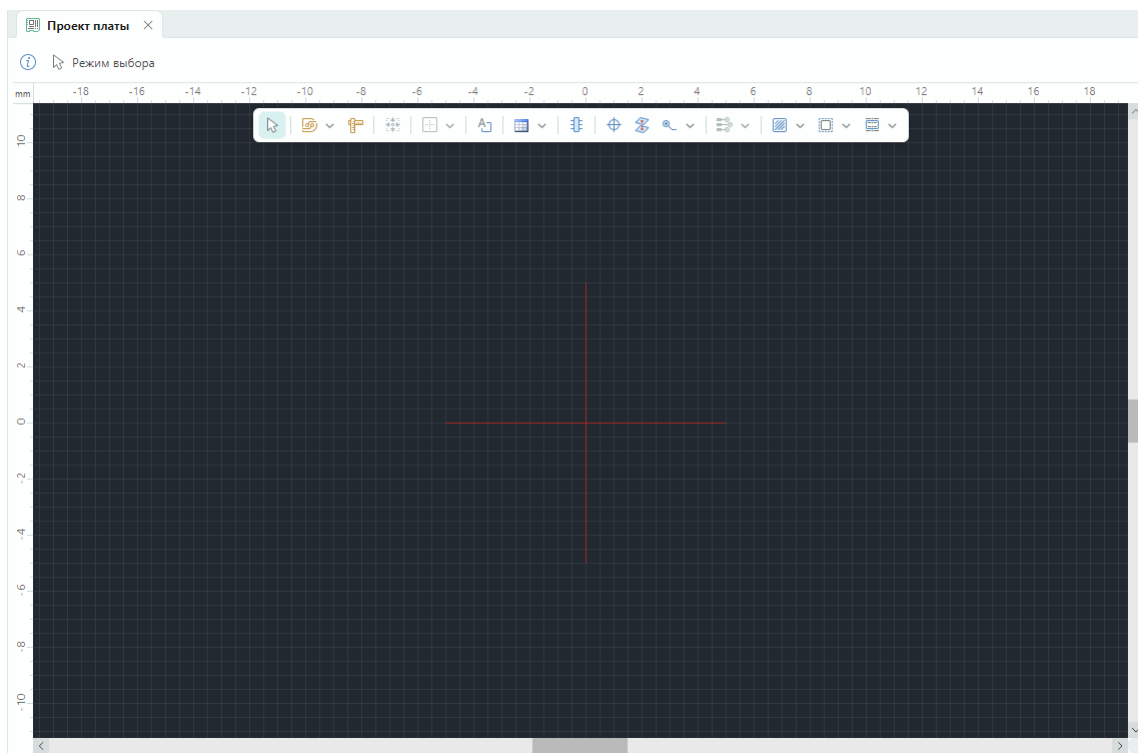


Рис. 57 Редактор печатной платы

Для создания границы платы выберите инструмент «Задать границу платы прямоугольником» на встроенной панели редактора, см. [Рис. 58](#). Размещаемый прямоугольник будет задавать границы платы.

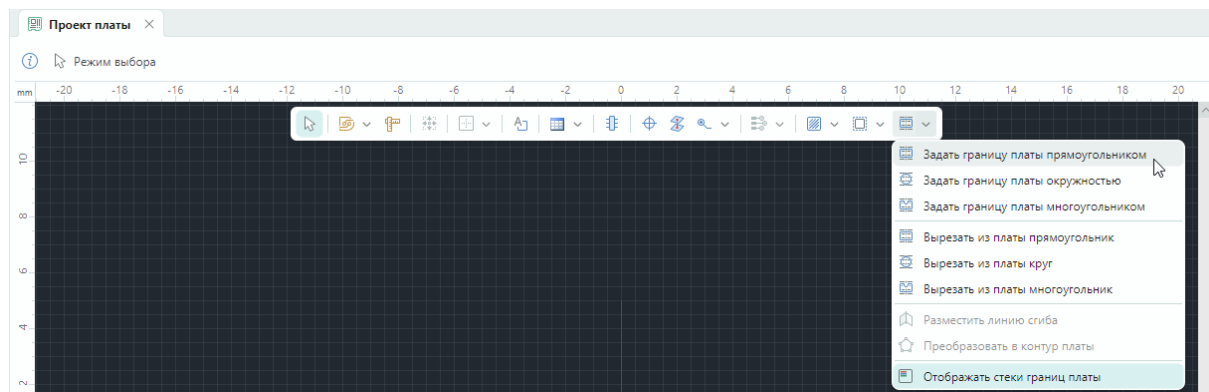


Рис. 58 Выбор инструмента «Задать границу платы прямоугольником»

После выбора данного инструмента нажмите левой клавишей мыши в рабочей области редактора платы для размещения начальной точки прямоугольника, см. [Рис. 59](#).

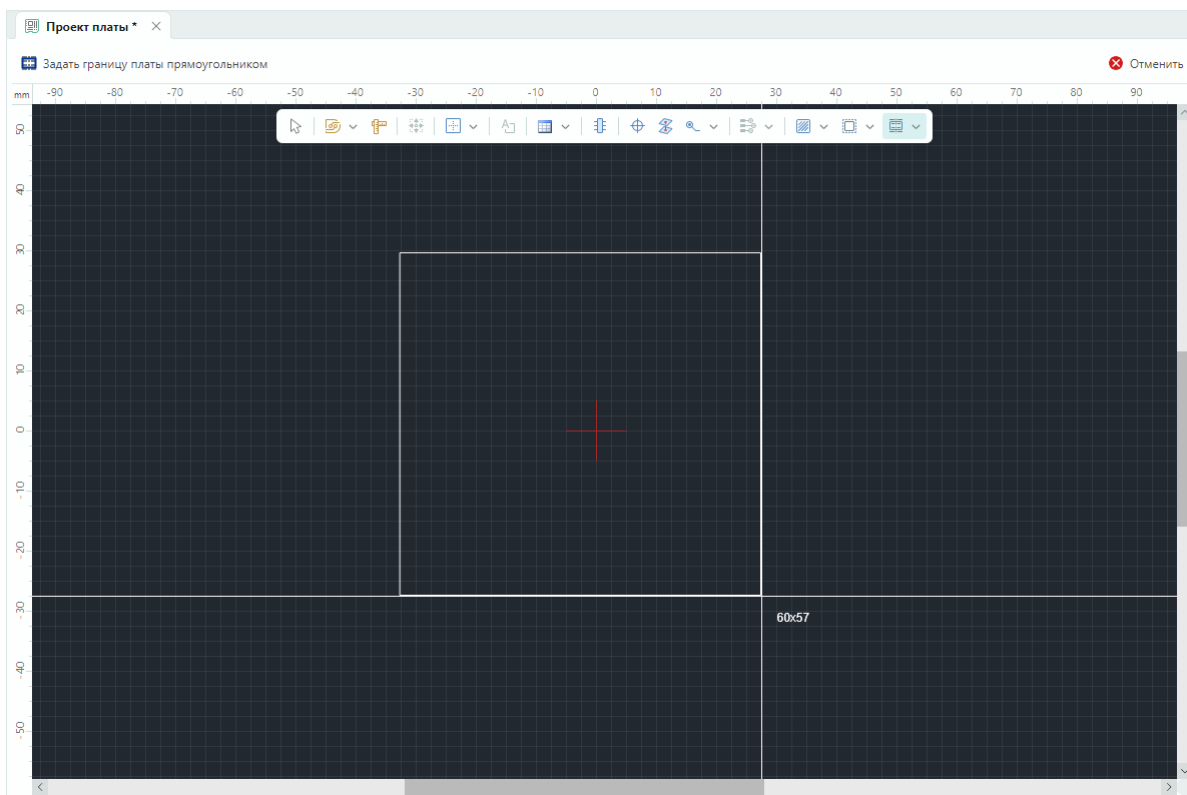


Рис. 59 Начало размещения прямоугольника

Далее, при активном инструменте «Задать границу платы прямоугольником» перейдите в панель «Свойства» (расположена в правом нижем углу окна программы) и укажите значения ширины и высоты для создаваемого прямоугольника, как показано на [Рис. 60](#).

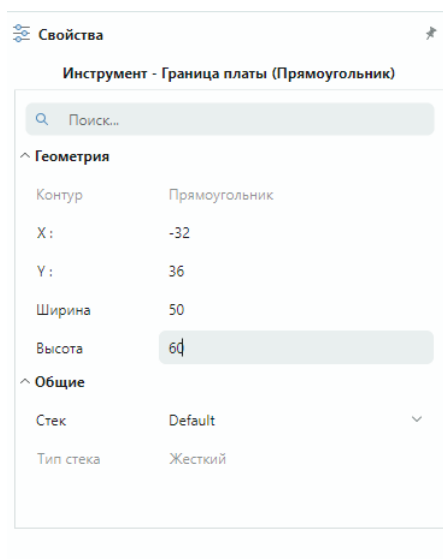


Рис. 60 Ввод параметров прямоугольника

После ввода параметра «Высота» в панели «Свойства» нажмите клавишу «Enter». Для выхода из инструмента «Задать границу платы прямоугольником» нажмите клавишу «Escape». Созданный прямоугольник размещен в качестве границы платы, см. [Рис. 61](#).

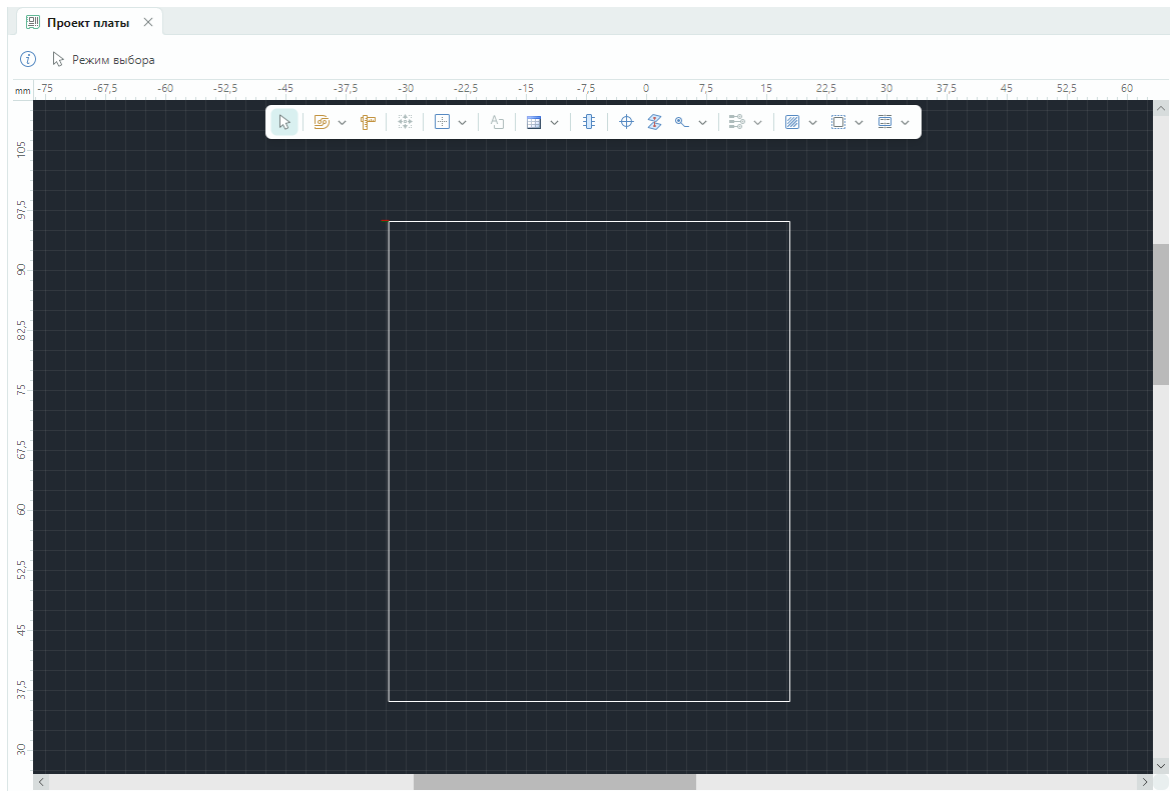


Рис. 61 Созданная граница платы

Установите начало координат, для этого на панели инструментов «Рисование» выберите инструмент «Переместить начало координат», см. [Рис. 62](#).

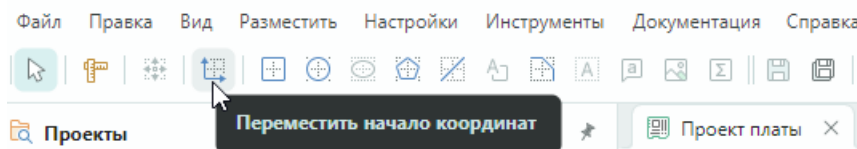


Рис. 62 Выбор инструмента «Переместить начало координат»

В качестве начала координат выберите левый нижний угол прямоугольника и нажмите левой клавишей мыши. Начало координат задано, см. [Рис. 63](#).

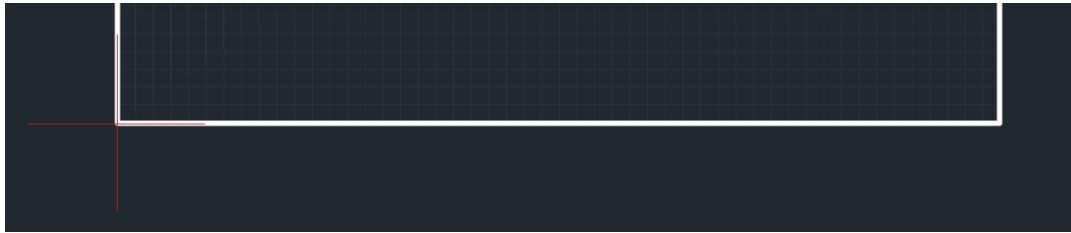


Рис. 63 Начало координат

3.5.3 Размещение компонентов

Для размещения компонентов нажмите кнопку «Разместить компоненты» на встроенной панели инструментов редактора платы, см. [Рис. 64](#).

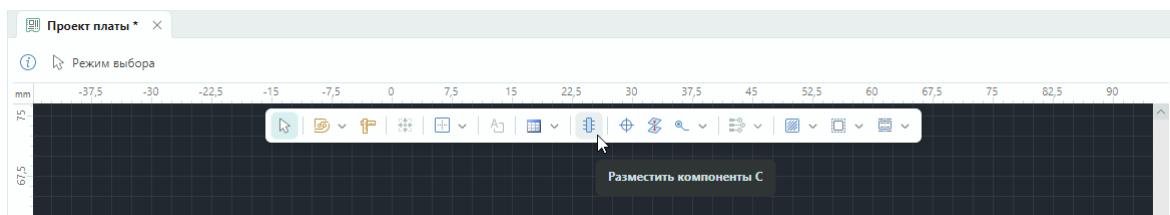


Рис. 64 Выбор инструмента «Разместить компоненты»

После нажатия на данную кнопку курсор примет форму добавляемого на плату компонента (посадочного места), см. [Рис. 65](#).

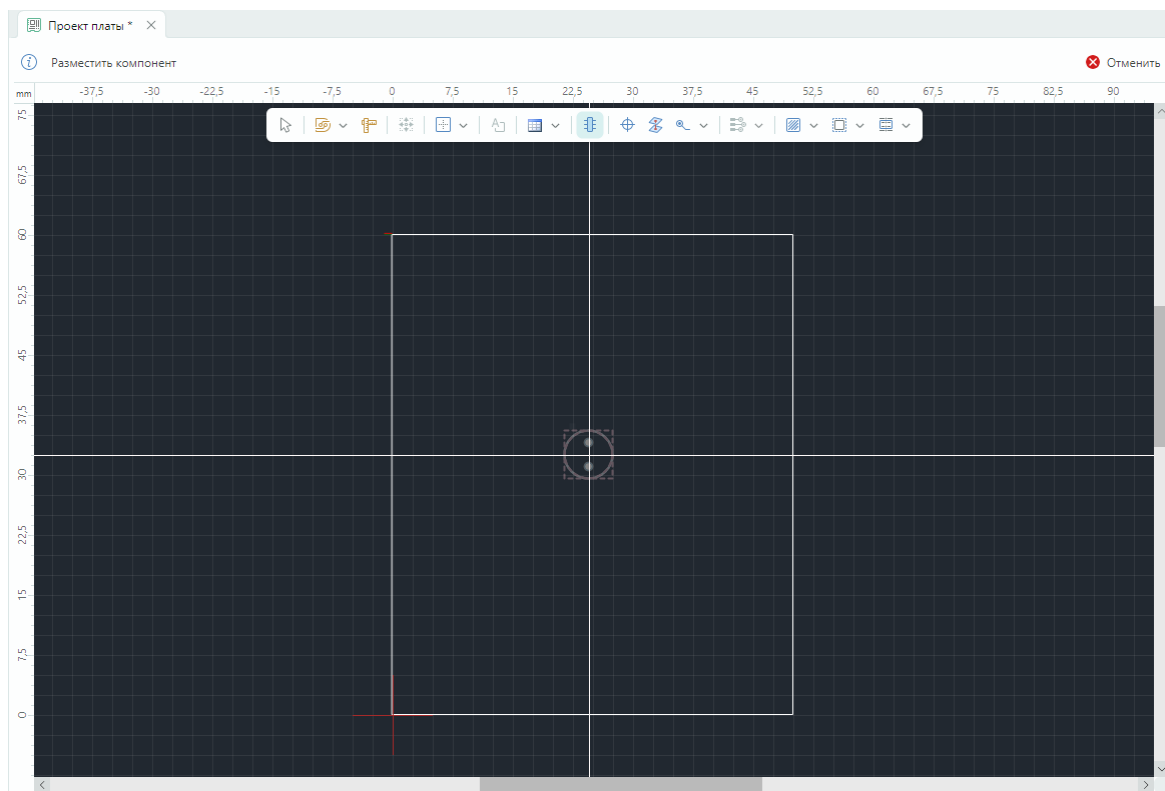


Рис. 65 Инструмент «Разместить компоненты»

Размещение компонента осуществляется нажатием левой клавиши мыши, инструмент «Разместить компонент» будет активен до тех пор, пока все компоненты, представленные на электрической схеме данного проекта, не будут размещены на плате.

Для поворота компонентов используются клавиши «R» и «Shift+R», компонент поворачивается по и против часовой стрелки соответственно.

Наглядный пример отображения всех размещенных компонентов представлен на [Рис. 66](#).

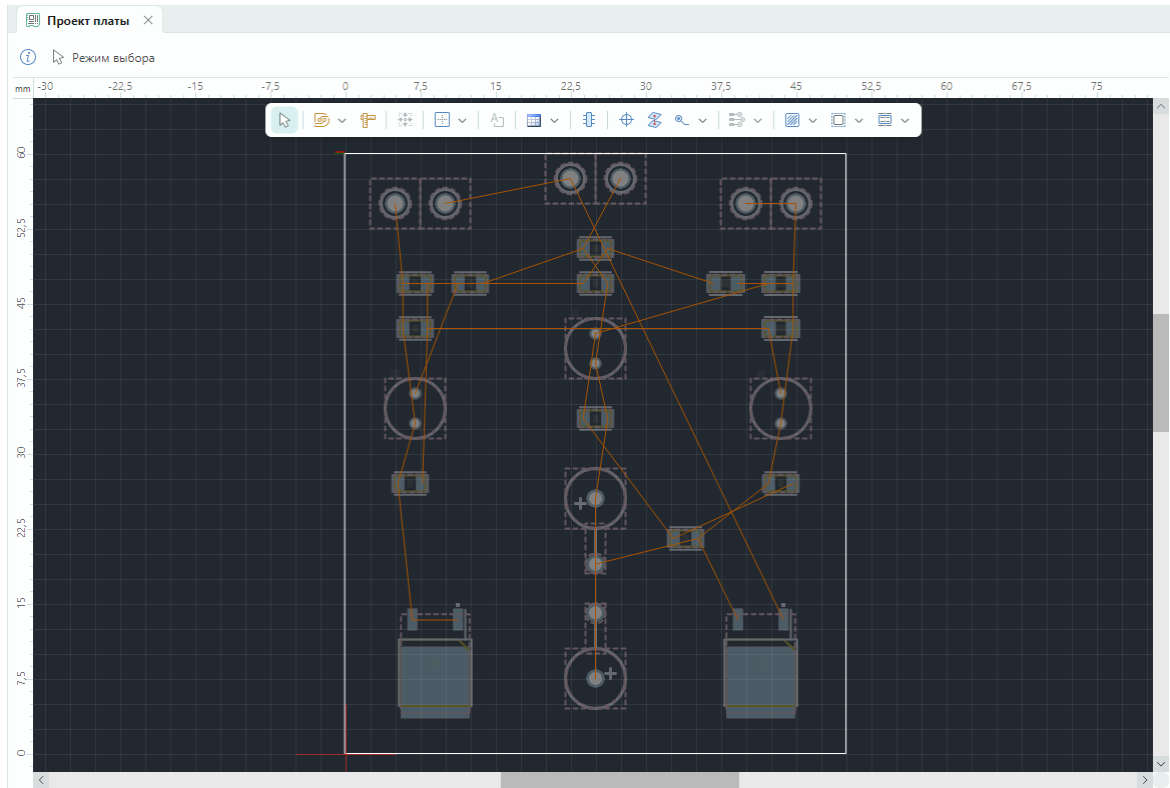


Рис. 66 Отображение всех размещенных компонентов на плате

После размещения компонентов на плате сохраните проект (Ctrl+S).

3.6 Трассировка

Компоненты размещены, теперь можно приступать к трассировке – размещению печатных проводников. В данном курсе трассировка платы осуществляется в режиме «ТороR». Подробное описание доступных в Delta Design режимов трассировки печатных плат представлено в руководстве пользователя [Редактор печатных плат](#).

Для трассировки платы в автоматическом режиме перейдите в режим «ТороR». Переход в данный режим доступен на встроенной панели инструментов редактора, см. [Рис. 67](#).

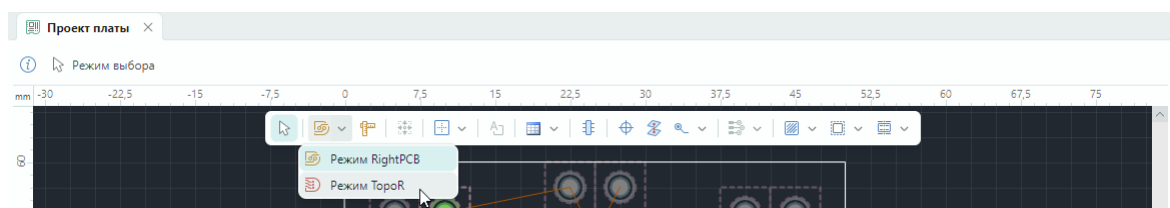


Рис. 67 Переключение в режим «ТороR»

После перехода в режим «ТороR» в главном меню программы отобразится дополнительное меню «ТороR». Для перехода к автотрассировке платы в главном

меню программы последовательно выберите «ТороR» → «Автотрассировка», см. [Рис. 68](#).

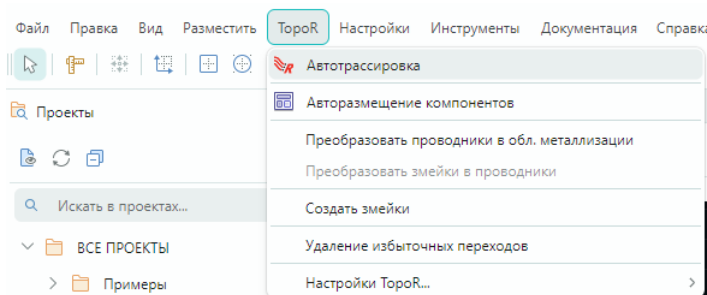


Рис. 68 Переход к автотрассировке

После выбора данного пункта меню на экране отобразится окно «Автоматическая трассировка», см. [Рис. 69](#).

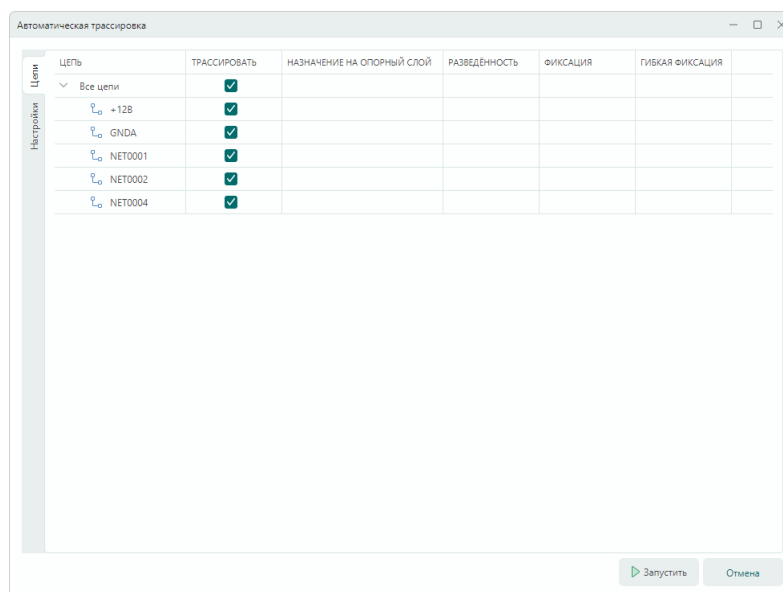


Рис. 69 Окно «Автоматическая трассировка»

В данном окне нажмите кнопку «Запустить». После того как в нижней части окна отобразится уведомление «Поиск вариантов целесообразно остановить», нажмите кнопку «Остановить», см. [Рис. 70](#).

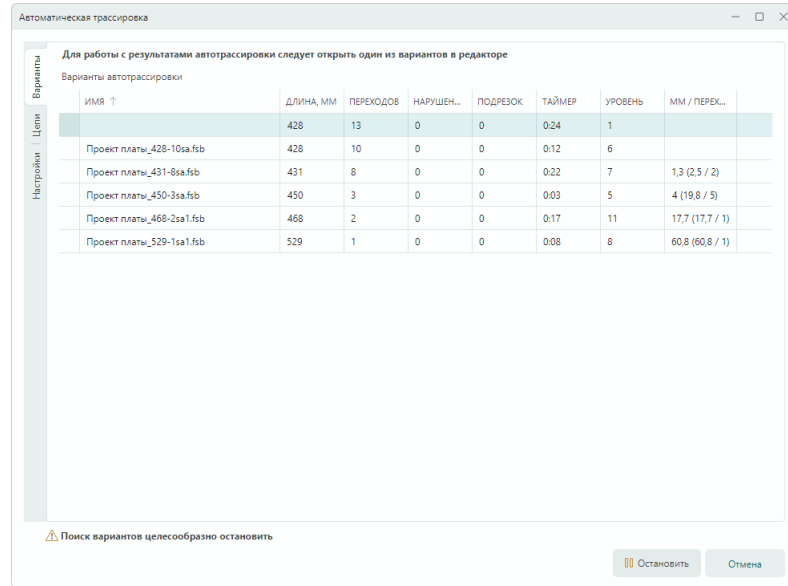


Рис. 70 Перечень результатов автооттрассировки

Выберите один из предложенных вариантов и нажмите кнопку «Открыть в редакторе», см. [Рис. 71](#).

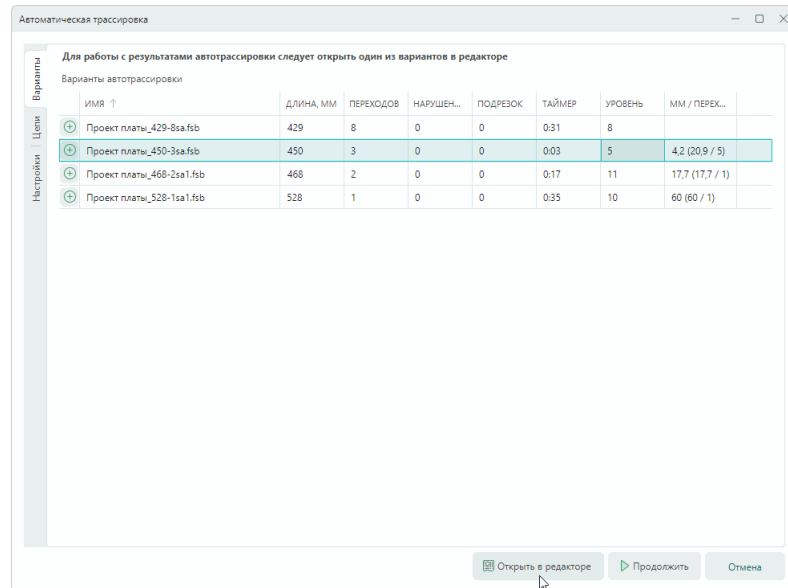


Рис. 71 Выбор варианта автооттрассировки

После нажатия кнопки откроется окно редактора платы, а компоненты на плате будут соединены треками. Пример отображения результата автооттрассировки представлен на [Рис. 72](#).

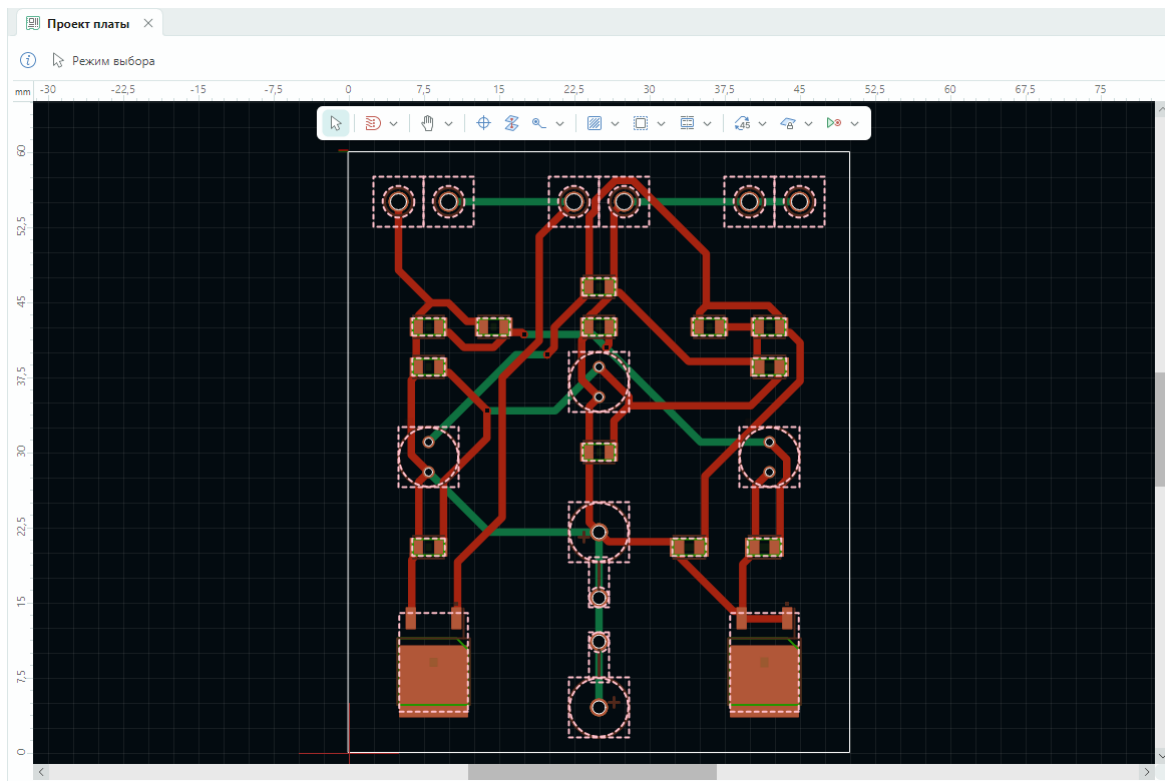


Рис. 72 Результат автотрассировки

При необходимости ручного редактирования автотрассировки следует перейти в режим «RightPCB». Переход доступен на встроенной панели инструментов редактора платы.

3.6.1 Проверка платы

DRC-проверка платы осуществляется с помощью кнопки «Проверка платы» на панели инструментов «Общие», см. [Рис. 73](#).

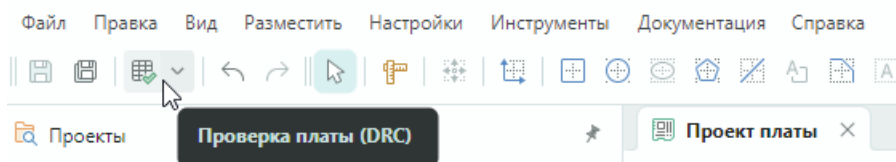
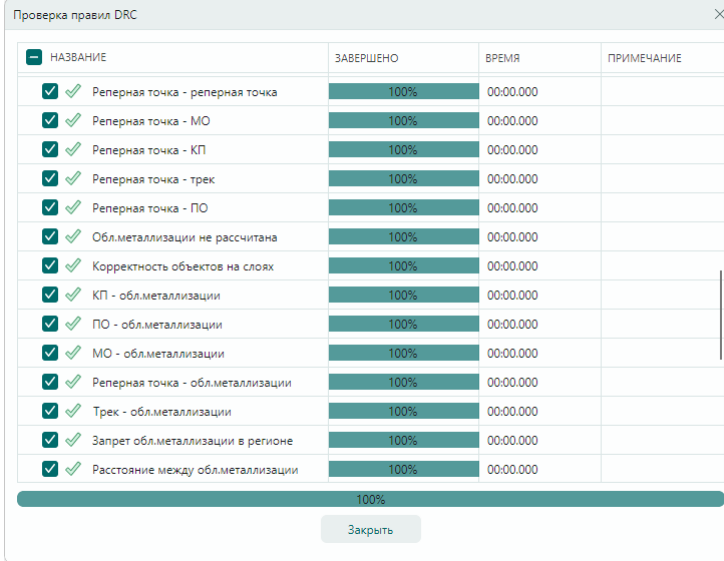


Рис. 73 Запуск проверки платы

После нажатия данной кнопки на экране отобразится окно, содержащее названия и результаты проверок, см. [Рис. 74](#).



| НАЗВАНИЕ | ЗАВЕРШЕНО | ВРЕМЯ | ПРИМЕЧАНИЕ |
|---------------------------------------|-----------|-----------|------------|
| ✓ ✓ Реперная точка - реперная точка | 100% | 00:00.000 | |
| ✓ ✓ Реперная точка - МО | 100% | 00:00.000 | |
| ✓ ✓ Реперная точка - КП | 100% | 00:00.000 | |
| ✓ ✓ Реперная точка - трек | 100% | 00:00.000 | |
| ✓ ✓ Реперная точка - ПО | 100% | 00:00.000 | |
| ✓ ✓ Обл.металлизации не рассчитана | 100% | 00:00.000 | |
| ✓ ✓ Корректность объектов на слоях | 100% | 00:00.000 | |
| ✓ ✓ КП - обл.металлизации | 100% | 00:00.000 | |
| ✓ ✓ ПО - обл.металлизации | 100% | 00:00.000 | |
| ✓ ✓ МО - обл.металлизации | 100% | 00:00.000 | |
| ✓ ✓ Реперная точка - обл.металлизации | 100% | 00:00.000 | |
| ✓ ✓ Трек - обл.металлизации | 100% | 00:00.000 | |
| ✓ ✓ Запрет обл.металлизации в регионе | 100% | 00:00.000 | |
| ✓ ✓ Расстояние между обл.металлизации | 100% | 00:00.000 | |

100%

Закреть

Рис. 74 Окно «Проверка правил DRC»

В случае если проверка прошла успешно, то после нажатия кнопки «Закреть» в нижней части окна на экране отобразится сообщение об успешной проверке, см. [Рис. 75](#).

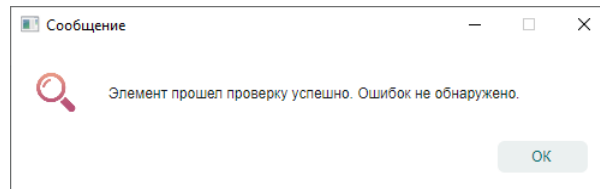


Рис. 75 Сообщение об успешной проверке

Если при работе с платой были допущены ошибки, то они отобразятся в панели «Список ошибок», расположенной в нижней части окна программы. Двойной клик по соответствующей строчке позволит перейти к ошибке на плате, см. [Рис. 76](#). В таблице есть краткое описание нарушения правила, а на плате ошибка подсвечивается желтым цветом.

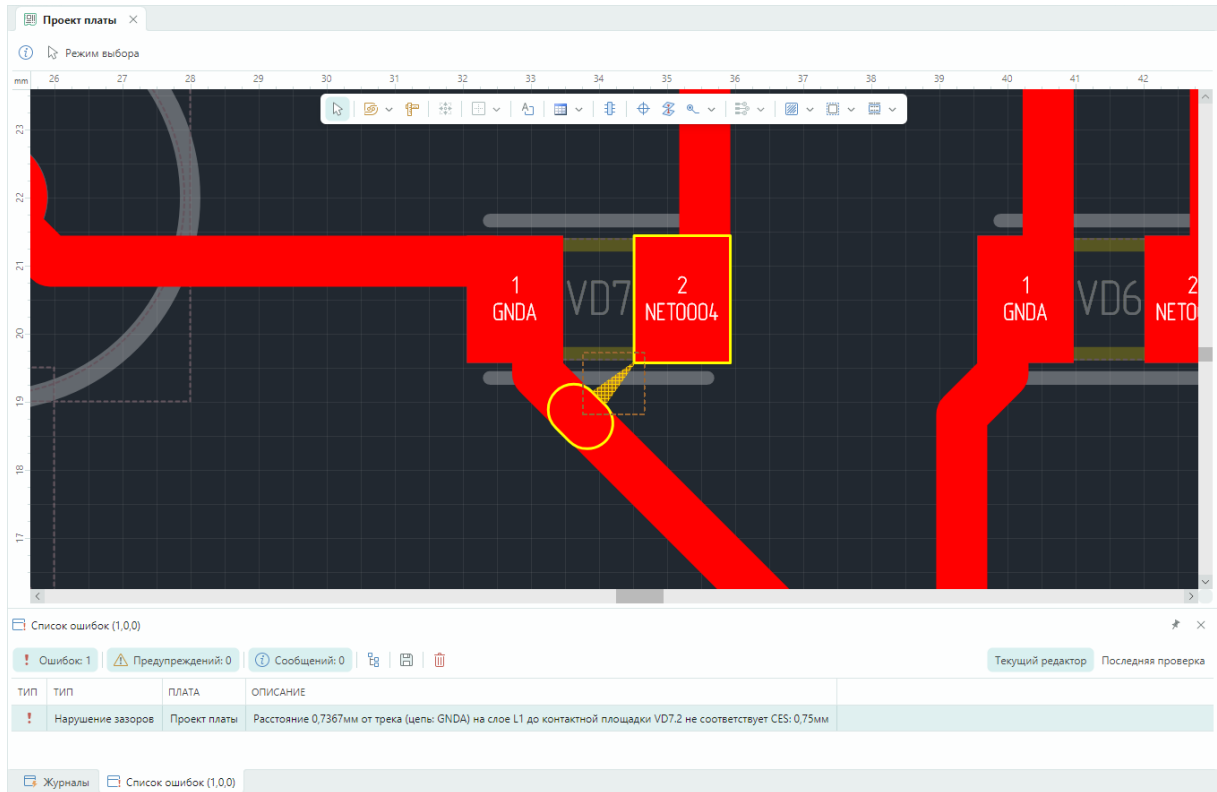


Рис. 76 Пример отображения ошибки на плате

3.6.2 Просмотр 3D модели платы

Просмотр 3D модели печатной платы доступен из контекстного меню платы, на панели «Проекты», см. [Рис. 77](#).

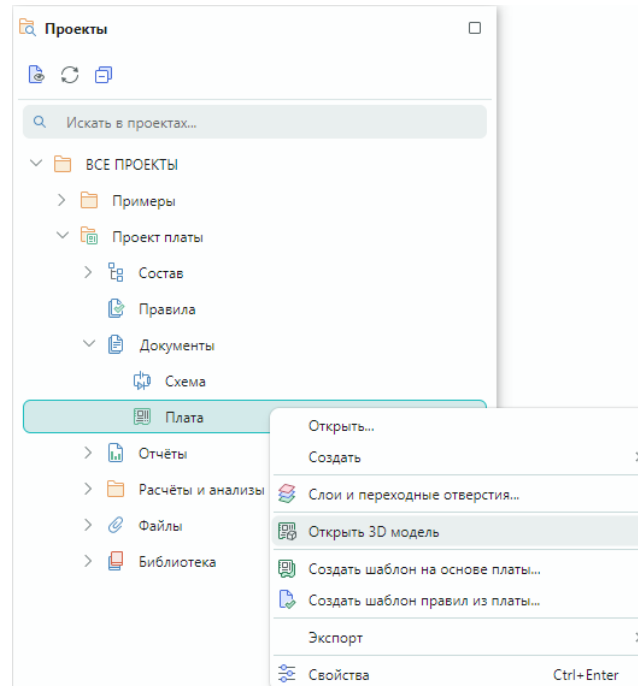


Рис. 77 Переход к 3D модели

На экране появится окно с отображением 3D модели разработанной печатной платы, см. [Рис. 78](#).

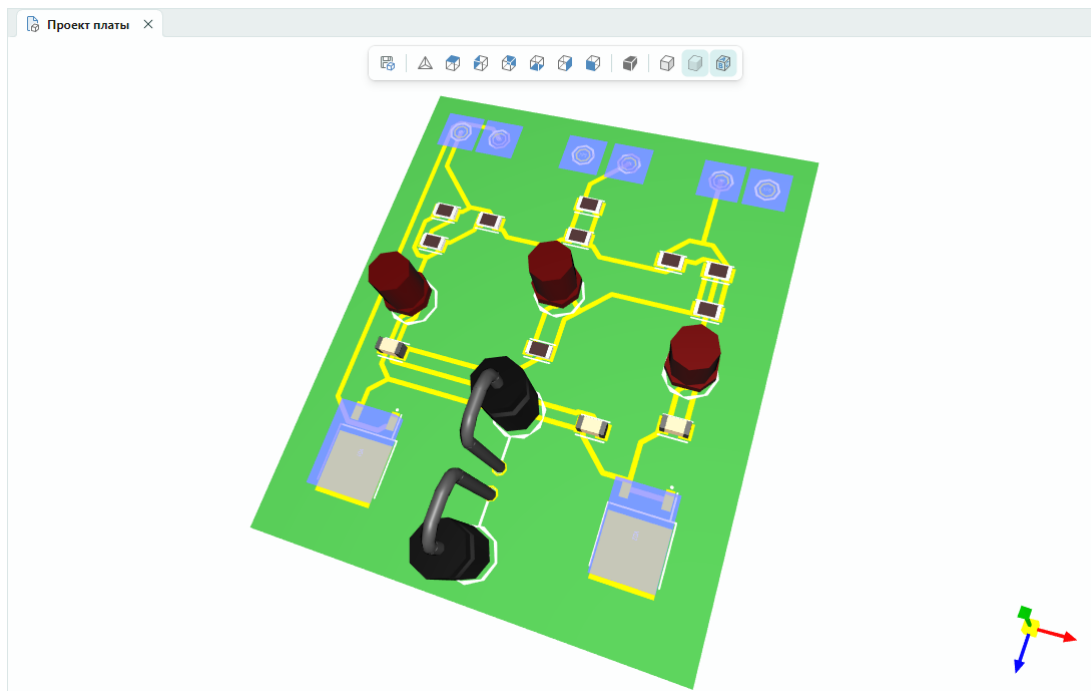


Рис. 78 Отображение 3D модели

3.7 Выпуск документации

3.7.1 Выпуск конструкторской документации

3.7.1.1 Схема электрическая

Схемы электрические принципиальные, созданные в системе Delta Design, оформляются в соответствии с установленными стандартами (по умолчанию используется ГОСТ). Для сохранения схемы в формате PDF необходимо использовать функцию экспорта. Переход к экспорту осуществляется из главного меню программы «Файл» → «Экспорт» → «PDF...», см. [Рис. 79](#).

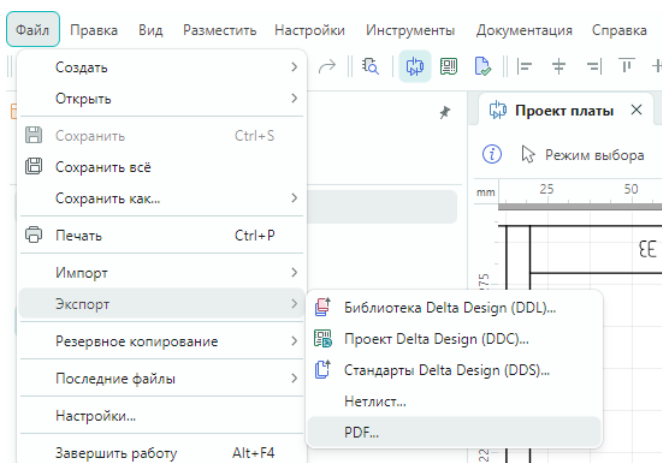


Рис. 79 Экспорт схемы в PDF

На экране отобразится окно «Экспорт в PDF». В данном окне необходимо указать путь для сохраняемого файла, выбрать листы схемы, указать цветовую схему и нажать «Конвертировать в PDF», см. [Рис. 80](#).

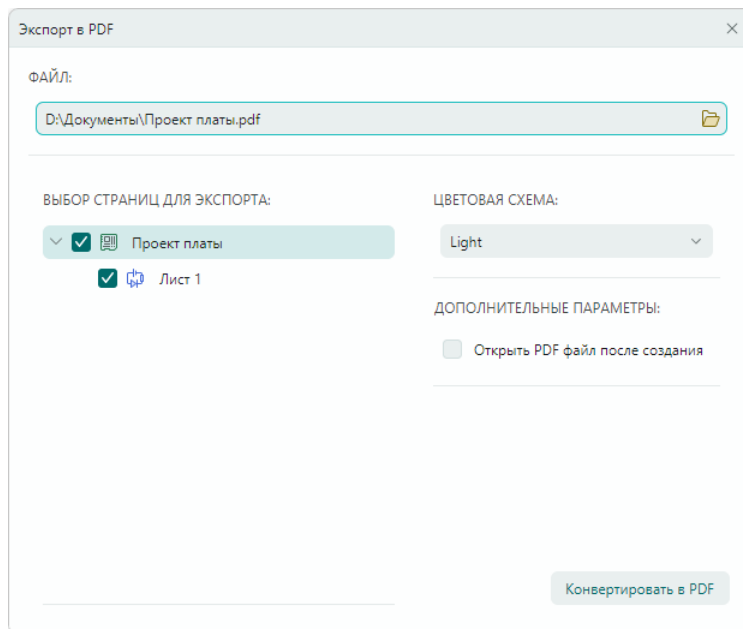


Рис. 80 Окно «Конвертировать в PDF»

Сохранение схемы произойдет в формате PDF с возможностью навигации при открытии в некоторых программных продуктах производства компании Adobe.

3.7.1.2 Перечень элементов и ведомость покупных изделий

К отчётам относятся следующие документы, выпуск которых доступен по результатам проектирования платы:

- Перечень элементов (плоский);
- Перечень элементов (иерархический);
- Ведомость покупных изделий;
- Спецификация печатной платы;
- Спецификация.

Создание любого из перечисленных отчетов доступно при открытом документе проекта платы. В главном меню программы перейти «Документация» → «Новый отчет» и выбрать нужный отчет, см. [Рис. 81](#).

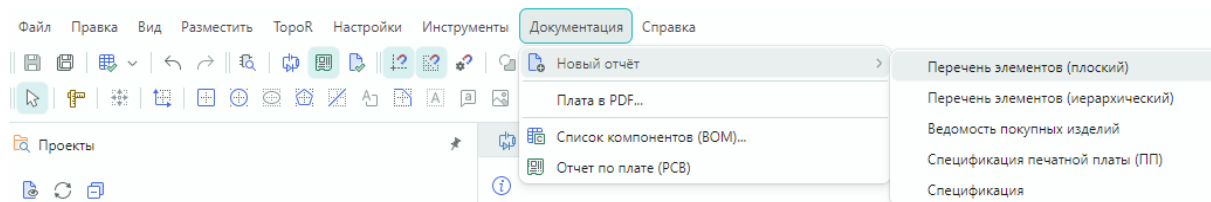
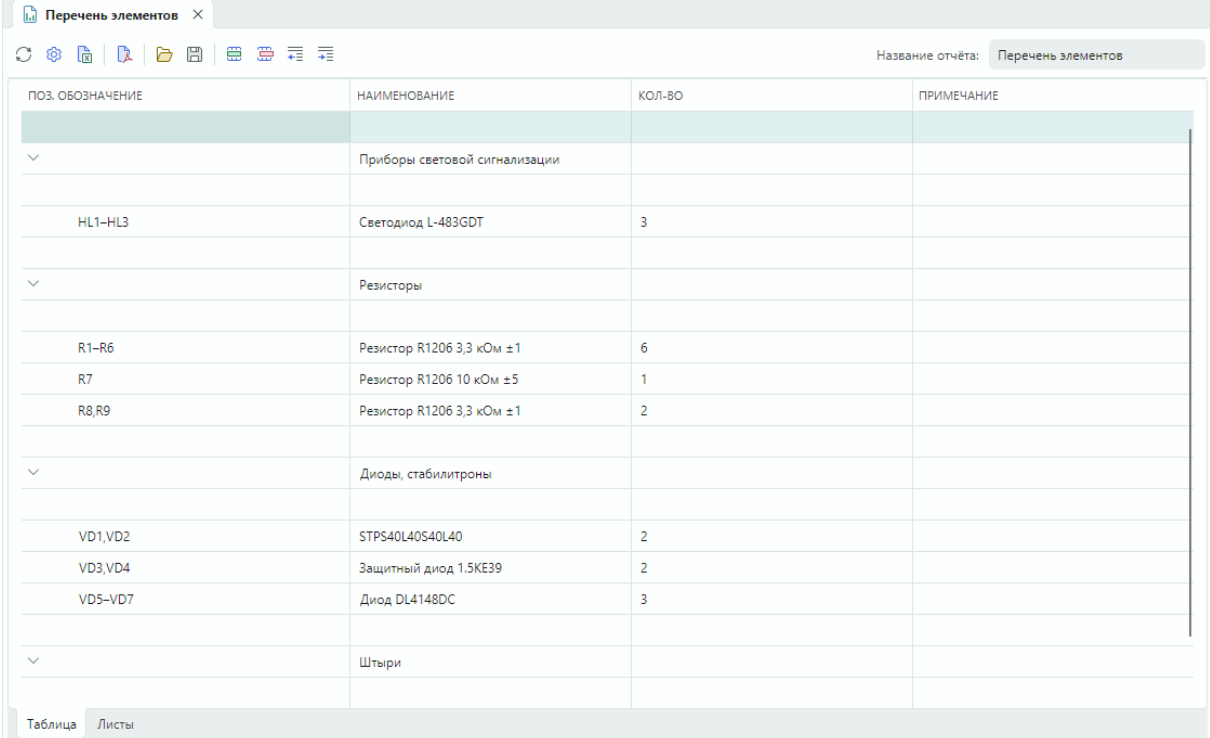


Рис. 81 Переход к созданию отчета

После выбора нужного отчета в рабочей области программы будет открыт соответствующий отчет. В нижней части окна отчета есть две вкладки: «Таблица» и «Листы», см. [Рис. 82](#).



| ПОЗ. ОБОЗНАЧЕНИЕ | НАИМЕНОВАНИЕ | КОЛ-ВО | ПРИМЕЧАНИЕ |
|------------------|-------------------------------|--------|------------|
| ▼ | | | |
| | Приборы световой сигнализации | | |
| HL1-HL3 | Светодиод L-483GDT | 3 | |
| ▼ | | | |
| | Резисторы | | |
| R1-R6 | Резистор R1206 3.3 кОм ±1 | 6 | |
| R7 | Резистор R1206 10 кОм ±5 | 1 | |
| R8,R9 | Резистор R1206 3.3 кОм ±1 | 2 | |
| ▼ | | | |
| | Диоды, стабилитроны | | |
| VD1,VD2 | STPS40L40S40L40 | 2 | |
| VD3,VD4 | Защитный диод 1.5KE39 | 2 | |
| VD5-VD7 | Диод DL4148DC | 3 | |
| ▼ | | | |
| | Штыри | | |

Рис. 82 Перечень элементов. Вкладка «Таблицы»

Информация отображаемая на вкладке «Таблица» доступна для редактирования пользователю. Подробнее о редактировании перечня элементов см. в руководстве пользователя [Выпуск документации](#).

На вкладке «Листы» отображается печатный вид документа, выполненного в соответствии с требованиями ГОСТ, см. [Рис. 83](#).

| Поз. обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
|--------------------------------------|---------------------------|------|------------|
| <i>Приборы световой сигнализации</i> | | | |
| HL1-HL3 | Светодиод L-483GOT | 3 | |
| <i>Резисторы</i> | | | |
| R1-R6 | Резистор R1206 3,3 кОм ±1 | 6 | |
| R7 | Резистор R1206 10 кОм ±5 | 1 | |
| R8,R9 | Резистор R1206 3,3 кОм ±1 | 2 | |
| <i>Диоды, стабилитроны</i> | | | |
| VD1,VD2 | STPS40L40S40L40 | 2 | |
| VD3,VD4 | Защитный диод 15KE39 | 2 | |
| VD5-V07 | Диод PI 44480G | 3 | |

Рис. 83 Перечень элементов. Вкладка «Листы»

Для экспорта в PDF используйте кнопку «Экспортировать в PDF», расположенную на панели инструментов редактора.

3.7.1.3 Чертеж печатной платы

Чертежи плат, созданные в системе Delta Design, оформляются в соответствии с установленными стандартами (по умолчанию используется ГОСТ). Создание чертежа платы осуществляется через контекстное меню «Документы» в панели «Проекта», см. [Рис. 84](#).

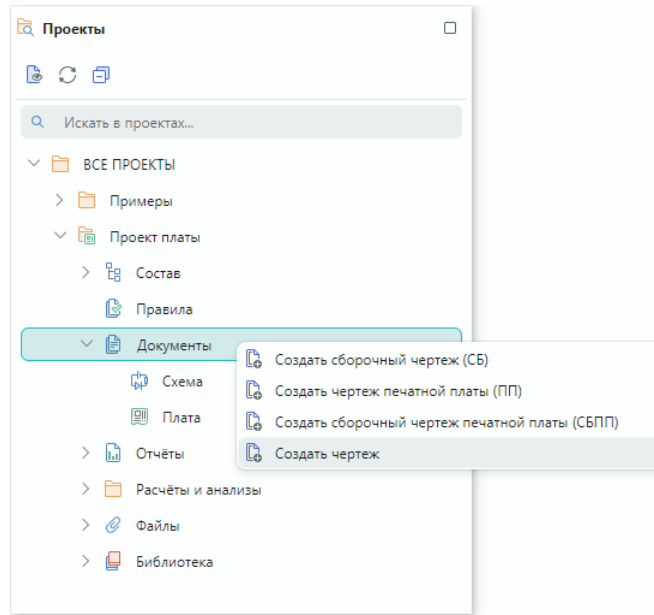


Рис. 84 Добавление чертежа платы

Подробнее о создании чертежей печатных плат см. в руководстве пользователя [Выпуск документации](#).

3.7.2 Создание файлов производства

Доступные типы файлов производства для экспорта:

- Gerber;
- Drill (Сверловка);
- IPC-D-356A;
- ODB ++;

Описание процедуры создания производственных файлов представлено в документе [Выпуск документации](#).



Цель компании ЭРЕМЕКС – создание эффективной и удобной в эксплуатации отечественной системы, реализующей сквозной цикл автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры.

Система Delta Design – это обобщение мирового опыта в области автоматизации проектирования, а также разработка оригинальных моделей и алгоритмов на основе нетрадиционных подходов к решению сложных задач

Компания ЭРЕМЕКС благодарит Вас за интерес, проявленный к системе Delta Design, и надеется на долговременное и плодотворное сотрудничество.