

Министерство образования и науки Российской Федерации
Балтийский государственный технический университет "Военмех"

Трассировка печатных плат на базе программы Multisim 14.0

Методические указания

Санкт-Петербург

2018

Составители: *М.Ф. Жаркой, А.Б. Кудрявцев, И.В. Киселёва*

УДК

Трассировка печатных плат на базе программы Multisim 14.0: методические указания. Сост.: М.Ф. Жаркой А.Б. Кудрявцев, И.В. Киселёва; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2018. – 38 с.

Содержат описание работы программы и пример проектирования платы для выполнения курсового проекта.

Предназначены для студентов дневной формы обучения по направлениям подготовки бакалавров 200100 «Приборостроение», 221700 «Стандартизация и метрология», 210400 «Радиотехника» и специальностям 210304 «Радиоэлектронные системы», 210305 «Средства РЭБ», 210601 «Радиоэлектронные системы и комплексы», а также для студентов вечернего факультета при курсовом проектировании.

УДК

Р е ц е н з е н т

*Утверждено
редакционно-издательским
советом университет*

© Составители, 2018
© БГТУ, 2018

ВВЕДЕНИЕ

Учебными планами курсов «Конструирование и производство типовых приборов и устройств», «Основы конструирования и технологии производство РЭС» для студентов дневной формы обучения предусмотрено выполнение комплексного курсового проекта и домашнего задания по проектированию печатного узла электронного устройства.

При разработке подобных конструкций печатных плат и печатного узла обычно решаются следующие задачи:

- 1) схемотехнические - трассировка печатных проводников, минимизация количества слоев печатной платы и т.д.;
- 2) радиотехнические - расчет паразитных наводок, параметров линий связи и т.д.;
- 3) теплотехнические - температурный режим работы печатного узла, теплоотвод и т.д.;
- 4) конструктивные – оптимальное размещение электронных элементов на печатной плате и их контактирование и т.д.;

Эти задачи взаимосвязаны, например, от метода изготовления зависят точность размеров печатных проводников и их электрические характеристики, а от расположения проводников - степень влияния их друг на друга и т.д. Высокая сложность современных схем приводит к необходимости автоматизации задач размещения, трассировки, расчета тепловых режимов, электромагнитного взаимодействия компонентов на печатной плате. По существу, задача размещения и трассировки сводится к перебору (полному или частичному) возможных вариантов размещения соединяемых элементов и нахождения оптимального. Одним из критериев оптимальности трассировки является минимальная сумма длин всех размещаемых на плате печатных проводников. Соответствующие вопросы проектирования подробно рассматриваются дисциплиной САПР.

На начальных этапах вышеуказанных курсов, выполнение курсового проекта студентами осуществляется с помощью методических руководств [1, 2, 3]. При этом производится, по соответствующим методикам, конструирование печатных плат заданного варианта электрической схемы электронного устройства, оценка помехоустойчивости печатного узла, расчет теплового режима электронного блока.

Данное методическое указание к программе «Multisim 14.0» предназначено для автоматизированной трассировки печатных плат на ПК, что позволяет значительно минимизировать временные затраты на трассировку и минимизировать ошибки, которые могут возникнуть в результате трассировки. «Multisim 14.0» - это простейшее, но весьма эффективное средство для проектирования односторонних и двухсторонних печатных плат. Компания Mouser Electronics и National Instruments выпустили бесплатное приложение для разработчиков - MultiSIM BLUE.

Приложение позволяет разрабатывать принципиальную схему, эмулировать электрические сигналы и элементы, разрабатывать печатную плату до 64 слоёв, формировать спецификацию на компоненты. В базе данных приложения свыше 100 тысяч электронных компонентов.

Программный пакет NI Multisim 14.0 является автоматизированным средством проектирования печатных узлов. В ходе выполнения курсовой работы по учебному курсу «конструирование и производство типовых приборов и устройств» данное программное обеспечение является наиболее универсальным и удобным для применения, также отсутствие методических указаний по данной программе делает данное пособие актуальным.

1. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ MULTISIM 14.0

NI Multisim - программный пакет, предназначенный для разработки и моделирования электронных схем. Главной особенностью является мощное средство графического анализа смоделированных схем. Обширная библиотека компонентов позволяет реализовать практически любую задачу в области разработки и трассировки электронных схем и устройств.

Для начала работы с программой Multisim необходимо запустить файл с названием “multisim.exe” в каталоге с установленной программой.

Перед вами появится экран, представленный на рис. 1.

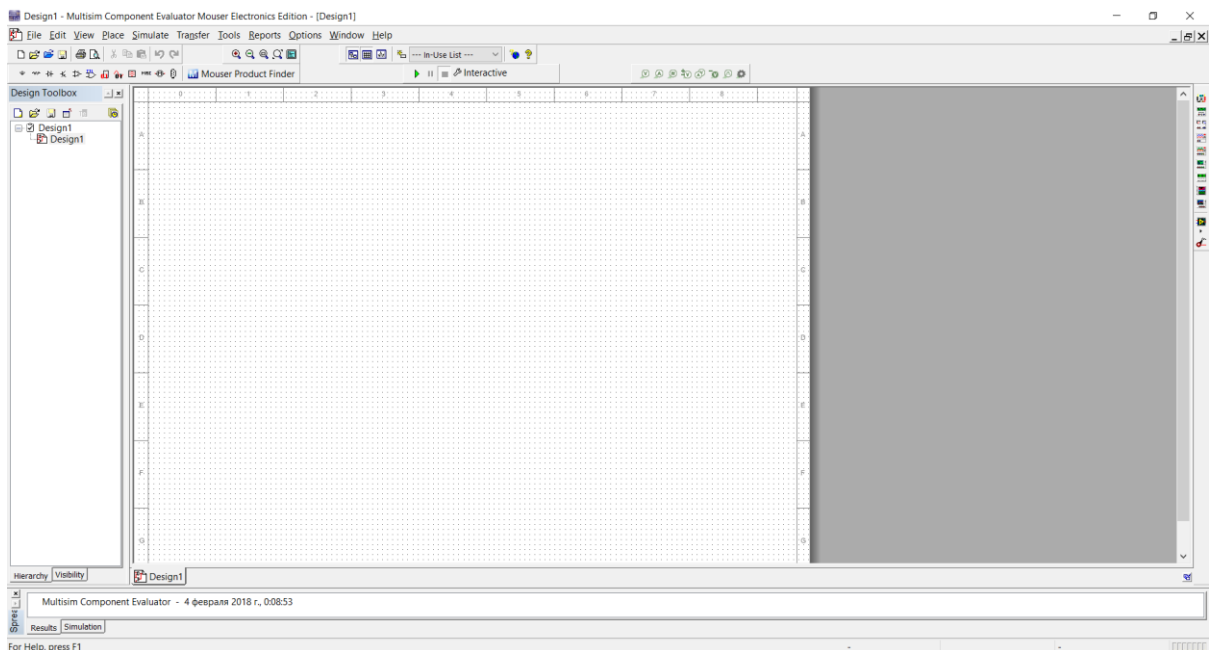


Рис. 1. Рабочее окно программы Multisim

Подробно рассмотрим внутренний интерфейс программы Multisim.

1) Панель инструментов.

Верхняя панель инструментов, представлена на рис. 2.

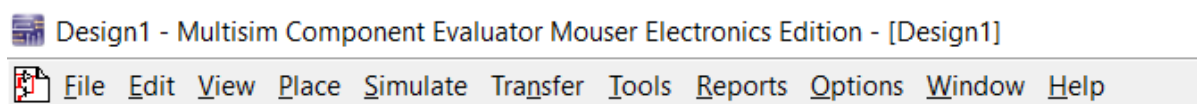


Рис. 2. Панель инструментов Multisim

Вкладка File - Файл (рис. 3) состоит из следующих пунктов:

- New Design (новый проект), Open (открыть файл), Open Sample (открыть образец - готовые проекты электрических схем);
- Close (заккрыть);
- Save (сохранить), Save as (сохранит как);
- Snippets (фрагмент) – позволяет открыть, сохранить фрагмент схемы;
- Print (печать), Print overview (предв. просмотр), Print options (опции печати)
- File information (информация об открытом проекте/ дизайне);
- Exit (выход из программы Multisim).

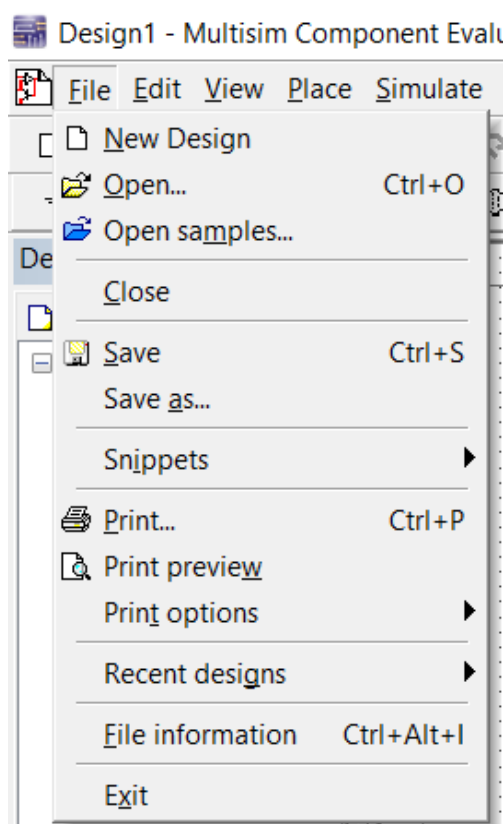


Рис. 3. Вкладка File

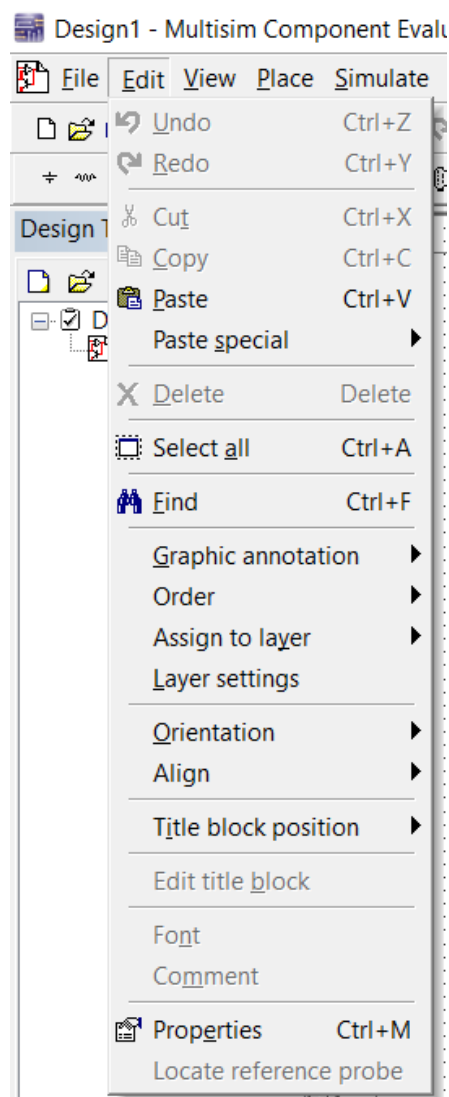


Рис. 4. Вкладка Edit

Вкладка Edit – Редактирование (рис. 4) состоит из следующих пунктов:

- Undo (отменить действие), Redo (повторить действие);
- Cut (вырезать), Copy (скопировать), Paste (вставить), Paste special (специальная вставка);
- Delete (удалить выделенный объект);
- Select all (выделить всё);
- Find (найти);
- Graphic annotation (графическая аннотация), Order (порядок слоев), Assign to layer (подписать к выделенному слою), Layer settings (настройки слоев);
- Orientation (ориентация выделенных элементов), Align (выровнять выделенные элементы);
- Title block position (позиционирование подписи к элементу);
- Edit title block (изменение подписи элемента);
- Font (шрифт), Comment (комментарии);
- Properties (свойства выделенного элемента).

Вкладка View – Вид (рис. 5) состоит из следующих пунктов:

- Full screen (развернуть на весь экран);
- Zoom in (увеличить), Zoom out (отдалить), Zoom area (увеличить область), Zoom sheet (увеличить лист), Zoom to magnification (увеличить масштаб), Zoom selection (увеличить область);
- Grid (отобразить сетку), Border (отобразить границы), Print page bounds (область печати);
- Ruler bars (отобразить линейку);
- Status bars (отобразить статус), Design Toolbox (отобразить древо проекта), Spreadsheet View (отобразить панель разработки), Circuit Parameters (параметры разрабатываемой схемы), Description Box (отобразить описание к схеме), Toolbars (отобразить инструменты);

- Show comment/ probe (отобразить комментарии);
- Grapher (отображение графиков в специальном окне программы).

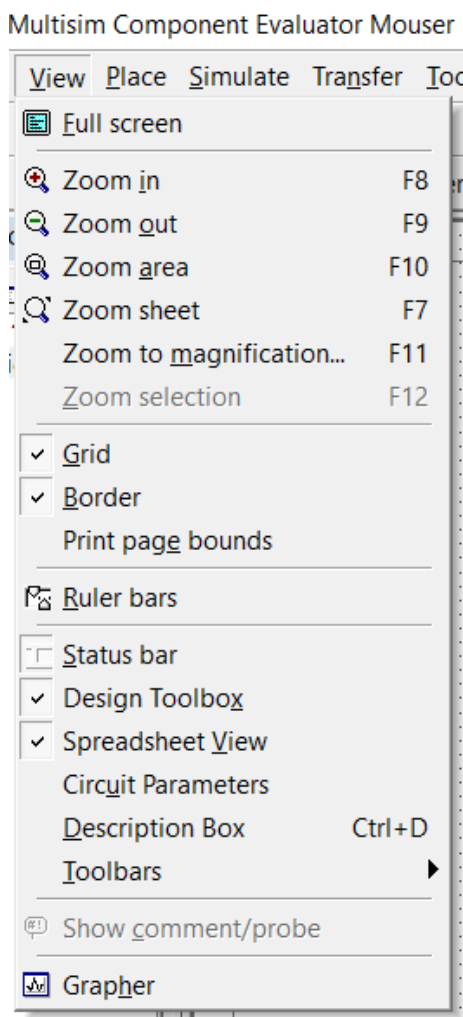


Рис. 5. Вкладка View

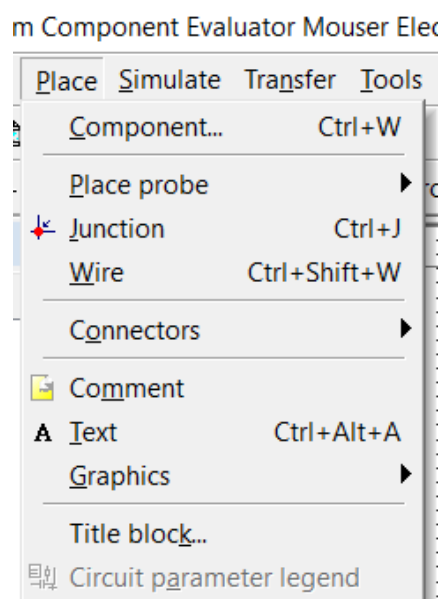


Рис. 6. Вкладка Place

Вкладка Place – Вставка (рис. 6) состоит из следующих пунктов:

- Component (меню выбора компонентов схемы) Place probe (место зонда), Junction (добавление соединения на схему), Wire (инструмент добавления проводов);
- Connectors (выбор типа соединителя);
- Comment (добавить комментарии на схему), Text (добавить текстовое поле на схему), Graphics (добавить элементы графики на схему);

- Title block (добавить на схему заголовок), Circuit parameter legend (отобразить легенду).

Вкладка *Simulate* – Симуляция (рис. 7) состоит из следующих пунктов:

- Run, Pause, Stop (управление симуляцией);
- Analyses and simulation (выбор метода анализа схемы), Instruments (добавление измерительных приборов, таких как: мультиметр, ваттметр), Probe settings (меню настройки показателей, снимаемых с данной микросхемы);
- Mixed-mode simulation settings (переключение между режимами симуляции);
- Simulation error log/audit trail (отображение ошибок симуляции);
- Clear instrument data (очистка данных документа).

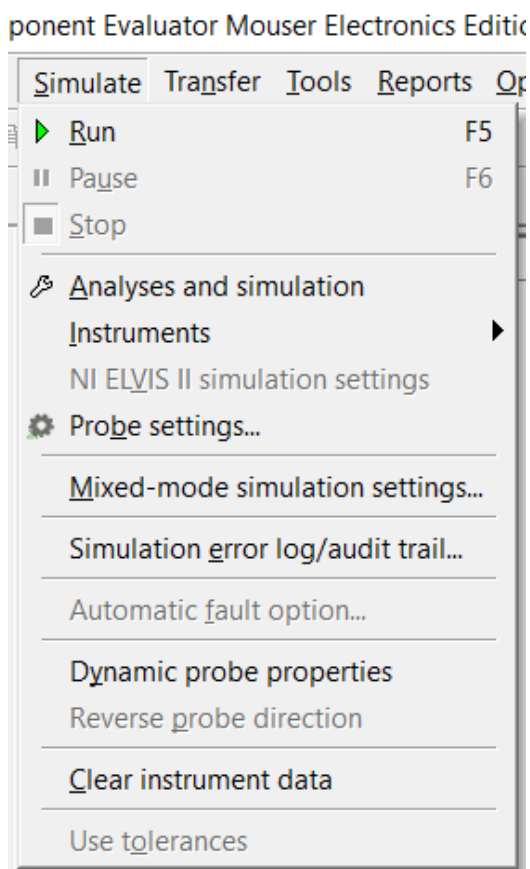


Рис. 7. Вкладка Simulate

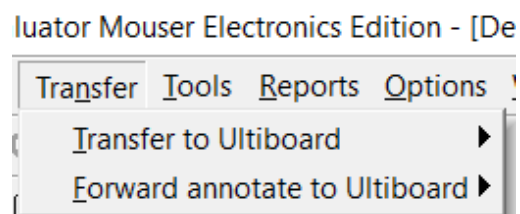


Рис. 8. Вкладка Transfer

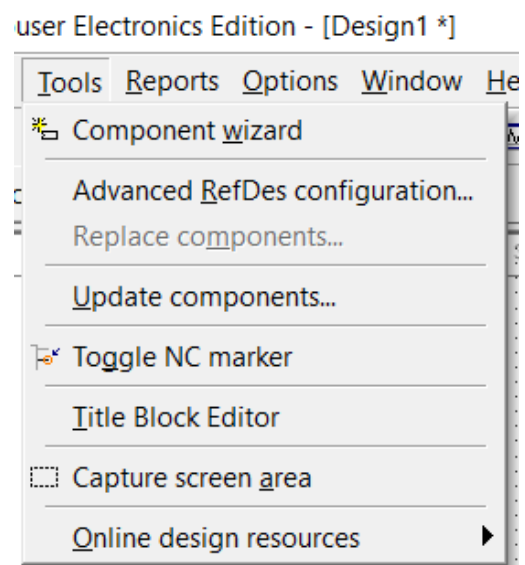


Рис. 9. Вкладка Tools

Вкладка Transfer – Трансляция (рис. 8) состоит из следующих пунктов:

- Transfer to Ultiboard (экспорт в программу Ultiboard), Forward annotate to Ultiboard (перенос комментариев к схеме в Ultiboard).

Вкладка Tools – Инструменты (рис. 9) состоит из следующих пунктов:

- Components wizard (помощник выбора компонентов);
- Advanced RefDes configuration (улучшение/редактирование конфигурации RefDes (уникального имени элемента)), Replace components (заменить компоненты);
- Update components (инструмент для работы с базой данных компонентов);
- Title Block Edit (изменить подпись элемента);
- Capture screen area (создать снимок области);
- Online design resources (онлайн дизайнер ресурсов).

2) *Design toolbox* (панель разработки) предназначена для отображения иерархии проекта и отображении/скрытии элементов схемы. Внешний вид панели представлен на рис. 10:

3) *Spreadsheet view* - Блок информации (рис. 11). Блок предназначен для отображения результатов симуляции проекта, связей между элементами.

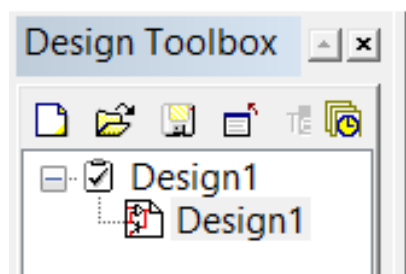


Рис. 10. Панель разработки

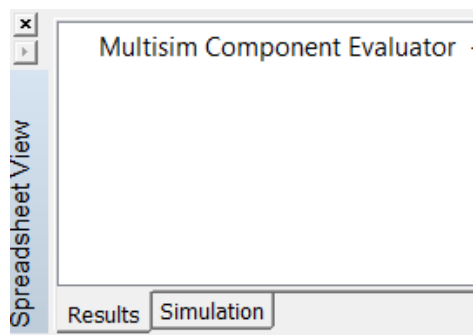


Рис. 11. Блок информации

2. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ ULTIBOARD 14.0

Программа Ultiboard предназначена для трассировки и размещения элементов на плате.

После операции Transfer (трансляции) схема, спроектированная в окне программы Multisim переносится в программу Ultiboard, где производится размещение элементов на поверхности и соединение элементов с помощью шин и проводников.

В своей основе интерфейс программы Ultiboard схож с Multisim, но для более подробного изучения возможностей данной программы необходимо ознакомиться с основными элементами.

Рабочее окно программы показано на рис. 12:

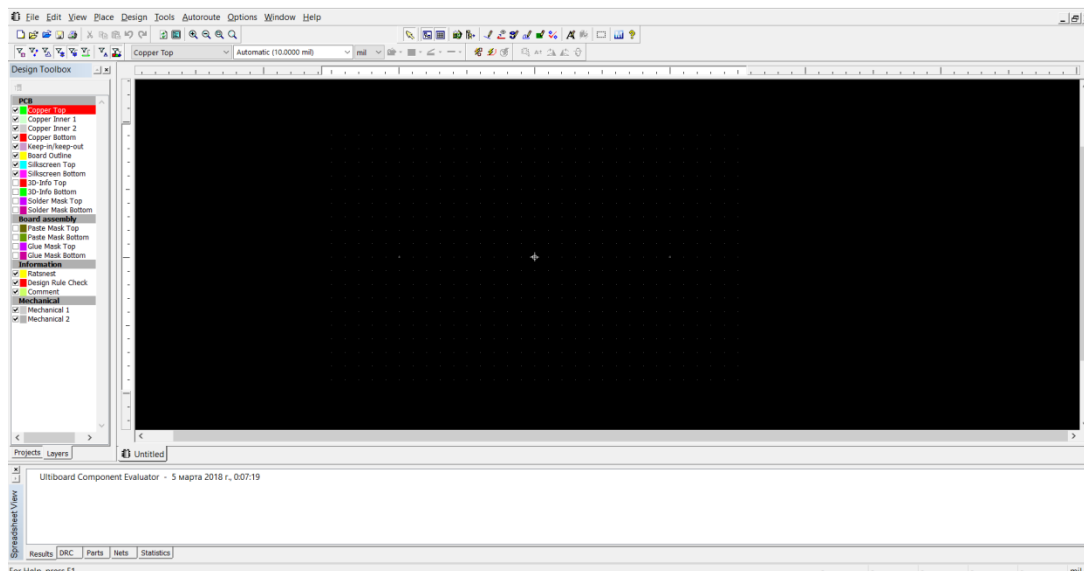


Рис. 12. Рабочее окно программы Ultiboard

Верхняя панель инструментов, представлена на рис. 13.

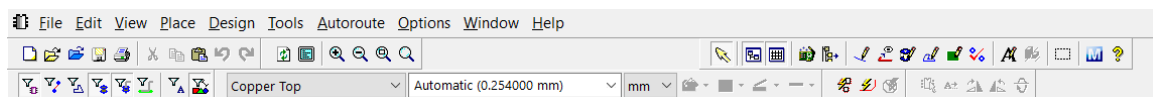


Рис. 13. Панель инструментов Ultiboard

Вкладка File - Файл (рис. 14) состоит из следующих пунктов:

- New Design (новая схема), New project(новый проект);
- Open (открыть файл), Open Sample (открыть пример) - готовые проекты электрических схем;
- Close (закрыть), Close project (закрыть проект), Close all (закрыть всё);
- Save (сохранить), Save as (сохранит как), Save all (сохранить всё);
- Import (импорт), Export (экспорт);
- Print (печать);
- Recent designs (недавние проекты);
- File information (информация об открытом проекте/схеме);
- Exit (выход из программы Ultiboard).

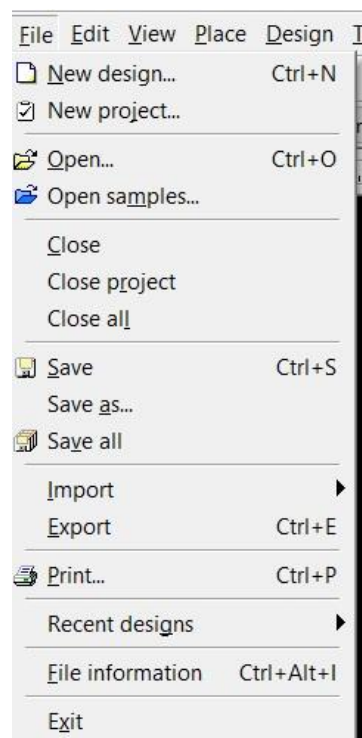


Рис. 14. Вкладка File

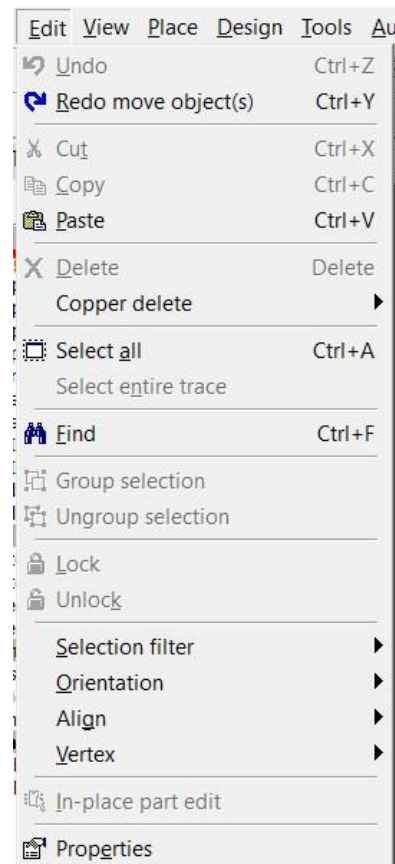


Рис. 15. Вкладка Edit

Вкладка Edit – Редактирование (рис. 15) состоит из следующих пунктов:

- Undo (отменить действие), Redo move object(s) (повторить действие);

- Cut (вырезать), Copy (скопировать), Paste (вставить);
- Delete (удалить выделенный объект), Copper delete (удалить медную зону);
- Select all (выделить всё), Select entire trace (выбрать все дорожки);
- Find (найти);
- Group selection (объединить в группу), Ungroup selection(разъединить группу);
- Lock (закрепить), Unlock (открепить);
- Selection filter (выбор фильтра), Orientation (ориентация выделенных элементов), Align (выровнять выделенные элементы), Vertex (добавить вершину в выбранном полигоне);
- In-place Part edit (редактирование деталей на плате);
- Properties (свойства выделенного элемента).

Вкладка View – Вид (рис. 16) состоит из следующих пунктов:

- Full screen (развернуть на весь экран), Redraw screen (обновить экран);
- Zoom in (увеличить), Zoom out (отдалить), Zoom area (увеличить область), Zoom full (увеличить всё);
- Copper areas (отобразить медные зоны), Clearances (отобразить зазоры), Grid (отобразить сетку);
- Ruler bars (отобразить линейку), Status bars (отобразить статус), Density bars (отобразить плотность деталей на плате);
- Birds Eye (отображает полный вид платы и даёт приближать отдельные её части), Design Toolbox (отобразить древо проекта), Spreadsheet View (отобразить панель разработки), 3D Preview (предварительный просмотр 3D), Toolbars (инструменты).

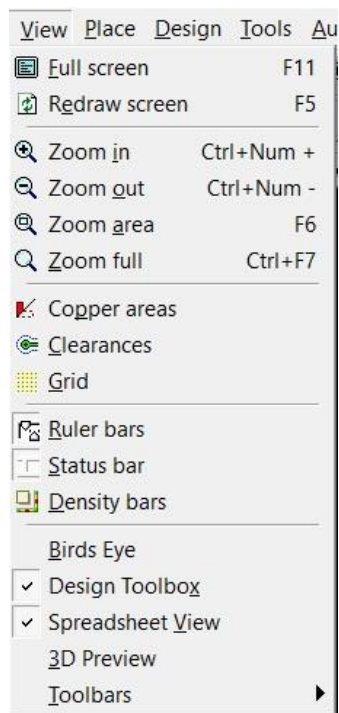


Рис. 16. Вкладка View

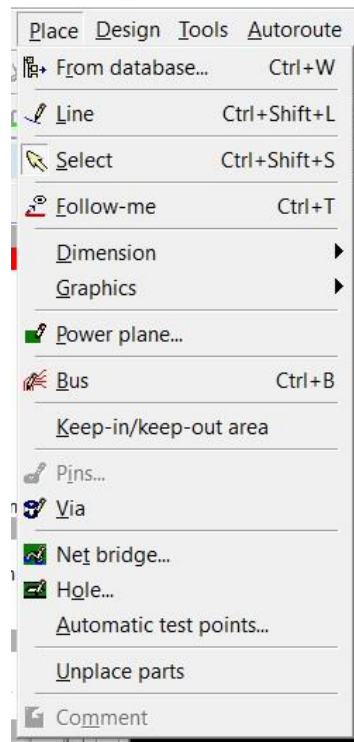


Рис. 17. Вкладка Place

Вкладка Place – Вставка (рис. 17) состоит из следующих пунктов:

- From database – добавление на дизайн проект элементов из базы данных;
- Line (линия) – включить режим рисования линий;
- Select – переключить курсор в режим выбора;
- Follow-me – режим рисования соединений;
- Dimension (выбор проекции), Graphics – выбор графического инструмента;
- Power plane (металлизация);
- Bus (шина);
- Keep-in/keep out area - изображение на дизайне области, в которую не должны быть включены или наоборот отражены все соединения проводов и элементы;
- Pins (контакты), Via - провести соединения через заданные точки (переходные отверстия);

•Net bridge – создать сетевой мост, Hole – сделать сквозное отверстие,
Automatic test points - автоматически расставить точки контроля;

•Unplace parts - вернуть все элементы в исходное положение;

•Comment - редактирование комментария.

Вкладка Design – Разработка (рис. 18) состоит из следующих пунктов:

•DRC and netlist check (проверка на ошибки соединения проводников), Connectivity check (проверка соединений);

•Error filter manager (фильтр ошибок соединений);

•Copper area splitter(разделитель медной зоны);

•Part shoving (передвижение деталей), Set reference point (установка начальной точки (0;0));

•Shield nets (защитные сетки);

•Corner mitering (скругление дорожек), Remove unused vias (удалить неиспользованные переходные отверстия);

•Copy route(копировать маршрут);

•Highlight selected net (выделить выбранную цепь).

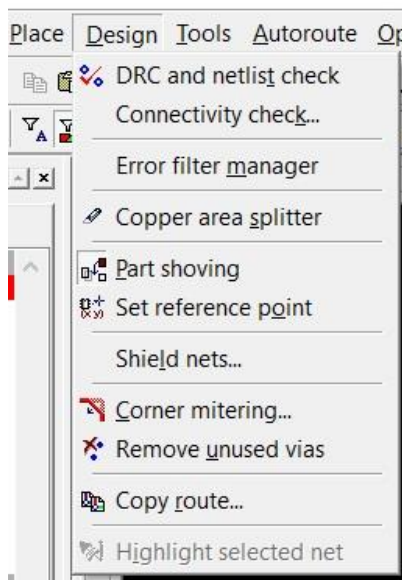


Рис. 18. Вкладка Design

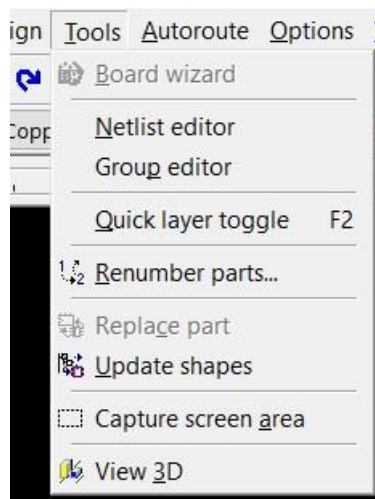


Рис. 19. Вкладка Tools

Вкладка Tools – Инструменты (рис. 19) состоит из следующих пунктов:

- Board wizard (панель помощи);
- Netlist editor (редактор списка цепей), Group editor (редактор группы);
- Quick layer toggle (быстрое переключение между слоями);
- Renumber parts (перенумерация деталей);
- Replace part (заменить деталь), Update shapes (обновить форму детали);
- Capture screen area (создать снимок области);
- View 3D (просмотр 3D).

Вкладка Autoroute – Автотрассировка (рис. 20) состоит из следующих пунктов:

- Start/resume autorouter (начало/возобновление автотрассировки), Stop/pause autorouter (остановка/пауза автотрассировки);
- Autoplace parts (авторасстановка деталей), Autoplace selected parts (авторасстановка выбранных деталей);
- Autoroute/place options (настройки авторасстановки(-трассировки)).

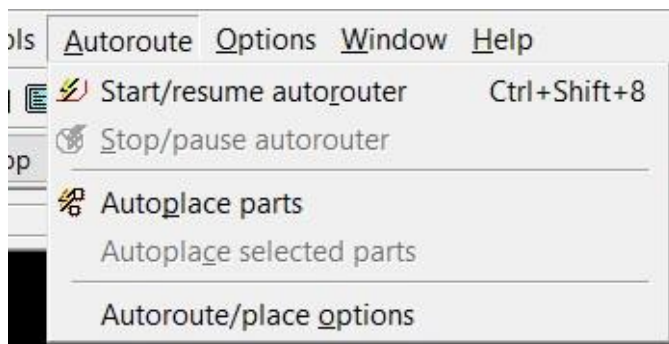


Рис. 20. Вкладка Autoroute

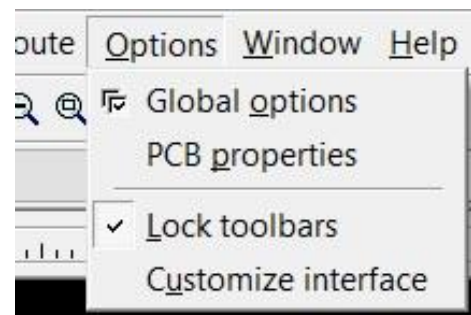


Рис. 21. Вкладка Options

Вкладка Options – Параметры (рис. 21) состоит из следующих пунктов:

- Global options (общие параметры), PCB properties (свойства печатной платы);
- Lock toolbars (закрепить панель инструментов), Customize interface (настроить интерфейс).

Design toolbox (панель разработки) предназначена для отображения иерархии проекта и отображения/скрытия элементов схемы. Внешний вид панели представлен на рис. 22:

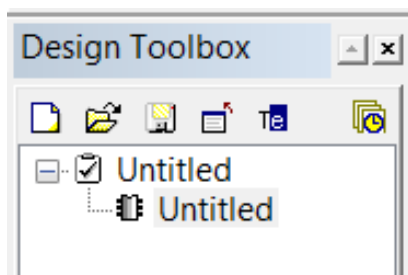


Рис. 22. Панель разработки

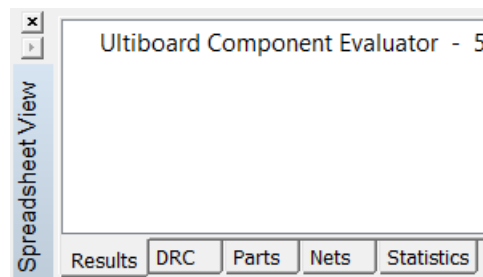


Рис. 23. Блок информации

Spreadsheet view - Блок информации (рис. 23). Блок предназначен для отображения результатов симуляции проекта, связей между элементами. Содержит следующие вкладки:

- Results – результаты;
- DRC – проверка соблюдения проектных норм;
- Parts – детали/элементы;
- Nets – цепи;
- Statistics – статистика.

3. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1.Создание схемы в программе Multisim 14.0

При разработке схемы электрической принципиальной в Multisim производится выбор компонентов из библиотек, и их размещение в рабочей области программы, связь компонентов осуществляется при помощи цепей и шин. Если есть необходимость, можно изменять свойства компонентов, добавлять текстовые надписи в рабочее поле чертежа.

Multisim имеет многооконный интерфейс, что позволяет работать с несколькими схемами во время одного сеанса. При проектировании узла печатной платы проектировщик вместе с техническим заданием получает исходную электрическую схему этого узла на бумаге. На электрической

схеме изображаются символы компонентов, электрические связи между ними, текстовая информация, таблицы, буквенно-цифровые обозначения и основные надписи. После создания пустого листа схемы его нужно заполнить символами необходимых компонентов из библиотеки. В Multisim по умолчанию пустой лист проекта создается при запуске программы (рис. 24). Создать новый пустой лист схемы можно при помощи команды File/New/Create.

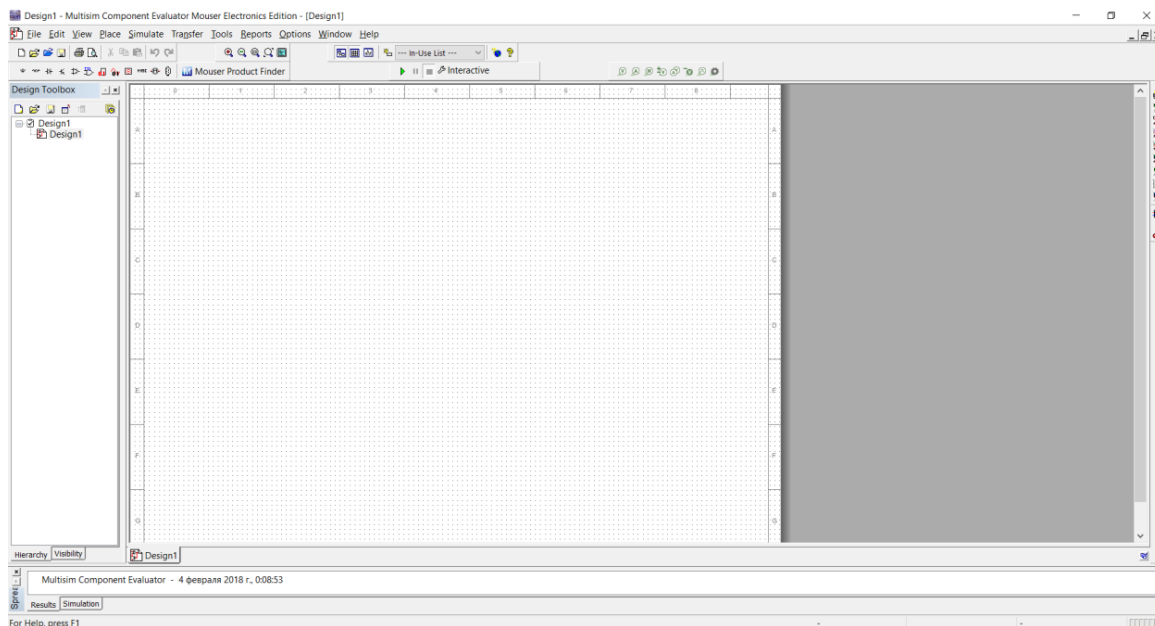


Рис. 24. Рабочее окно Multisim

Для создания трассировки печатной платы необходимо создать схему электрическую. Для примера возьмем схему, приведенную на рис. 25.

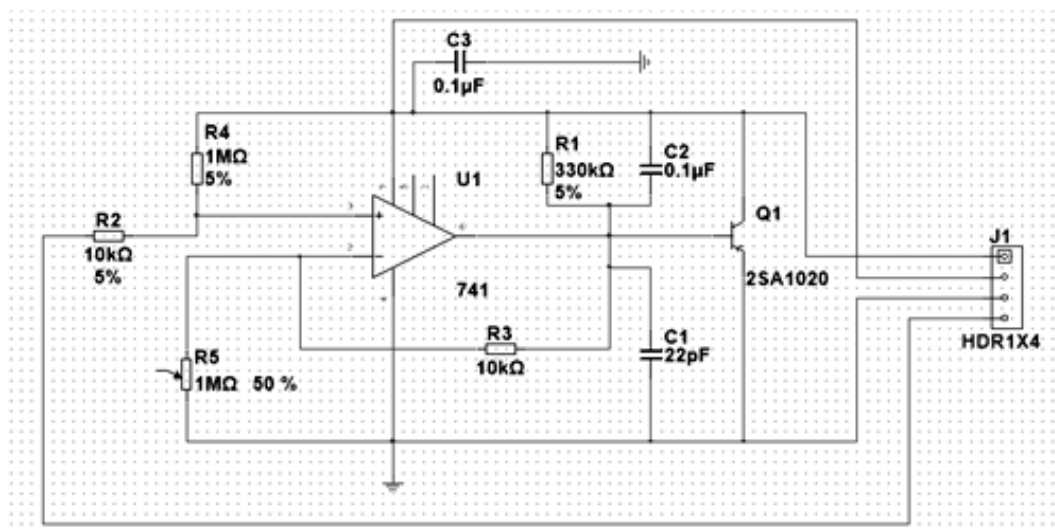


Рис. 25. Схема электрическая

В данную схему входят элементы, приведенные в таблице ниже.

| | |
|--------|--|
| | Конденсаторы |
| C1 | 0603-22пФ |
| C2, C3 | 1210-0.1пФ |
| | Резисторы |
| R1 | 0603-0,063-330 кОм±5% |
| R2, R3 | 0402-0,063-10 кОм±5% |
| R4 | 0402-0.063-1МОм±5% |
| | Подстроечный резистор |
| R5 | BOURNS 3224X-1-105E (FOOTPRINT: POT115P500X280-3N-TS4YL) 1MOM |
| | Транзистор |
| VT1 | TO-92MOD |
| | Операционный усилитель |
| U1 | LM741 |
| | Разъем |
| J1 | Hdr4x1 |

Начинать трассировку необходимо с размещения элементов согласно электрической схеме, выданной преподавателем. Для этого надо вызвать панель “components” (рис. 26).

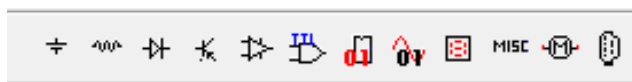


Рис. 26. Панель Components

Если данная панель недоступна, необходимо открыть вкладку View/Toolbars, выбрать пункт Components (рис. 27).

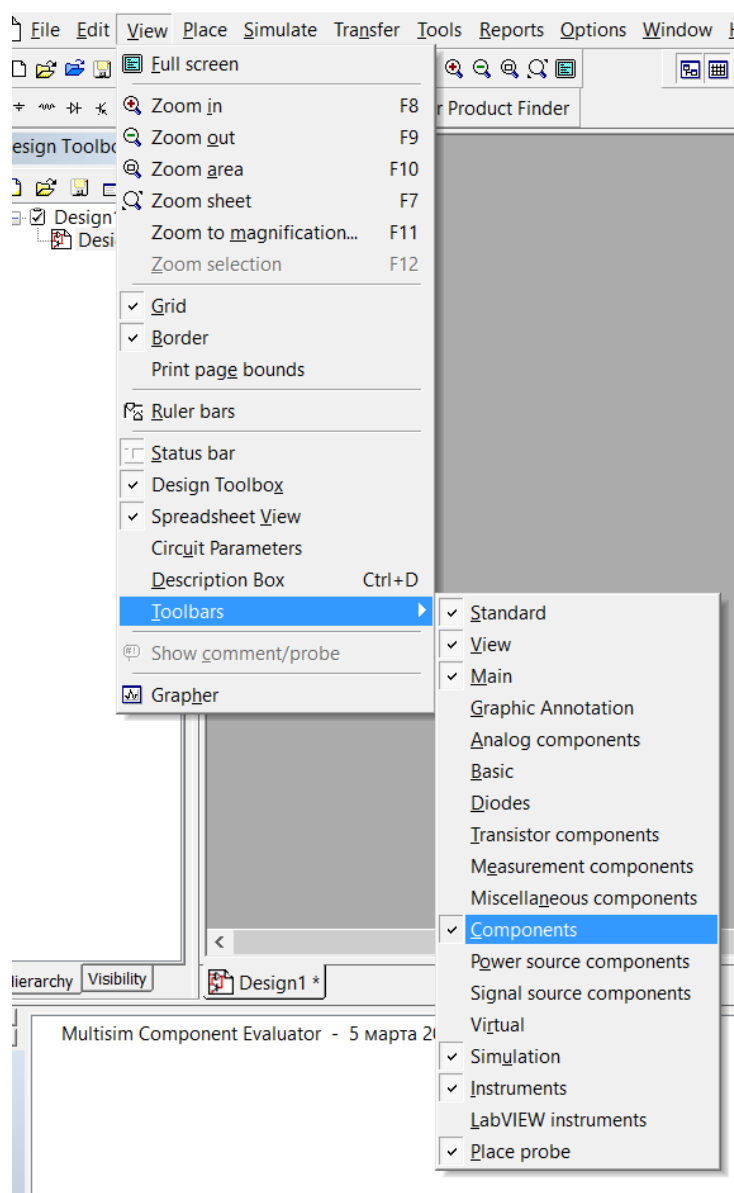


Рис. 27. Вкладка View

На панели Components представлена база данных компонентов программы Multisim.

Для размещения элементов щелкните левой кнопкой мыши на изображение Place basics, вторая кнопка слева. Сразу после нажатия откроется окно базы, представленное на рис. 28.

Во вкладке Database пользователь может перемещаться между базами данных компонентов. В Group пользователь может выбирать необходимую группу компонентов, такие как источники (Sources), основные элементы (Basic), диоды (Diodes), транзисторы (Transistors) и т.д.

В окне Component пользователь выбирает нужное название элемента, или его номинальные параметры.

В окне Symbol отображается графическое представление. Во вкладке Component type пользователь выбирает материал, из которого изготовлен наш элемент. Во вкладке Tolerance (%) указывается допуск в процентах. В окне Footprint manufacturer/type пользователь выбирает корпусное исполнение необходимого элемента.

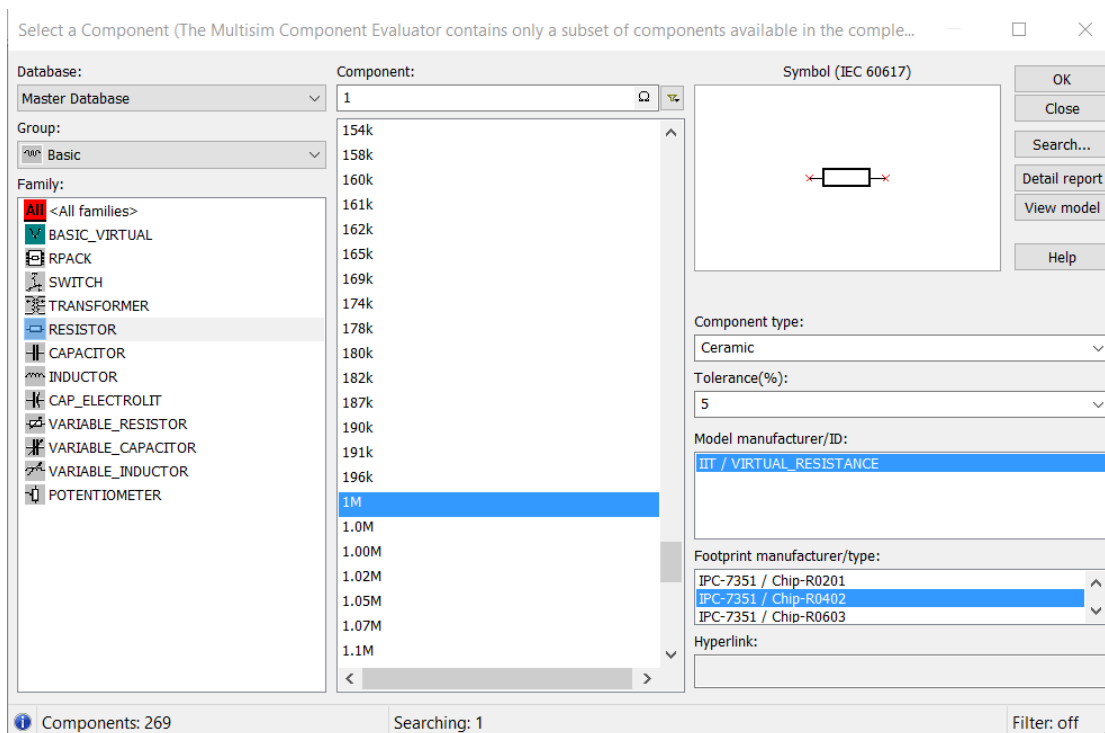


Рис. 28. База данных компонентов

Для примера выберите резистор. Откройте вкладку Basic, затем Resistor, укажите номинальное сопротивление, допуск и корпус, как показано на рис.28. Далее нажмите ОК и разместите на поле наш элемент. Для поиска некоторых компонентов (подстроечный резистор, разъемы, транзистор и др.) может понадобиться вторая база компонентов – Mouser Database. Пример поиска компонента в Mouser Database представлен в приложении 1.

После того как все элементы размещены, необходимо соединить их проводниками, в соответствии со схемой выданной преподавателем (рис. 25).

3.2. Экспортирование схемы в подпрограмму Ultiboard 14.0

После того как схема полностью закончена необходимо экспортировать в подпрограмму Ultiboard. Нажмите в активном окне проекта вкладку Transfer /Transfer to Ultiboard/ Transfer to Ultiboard 14.0 как показано на рис. 29.

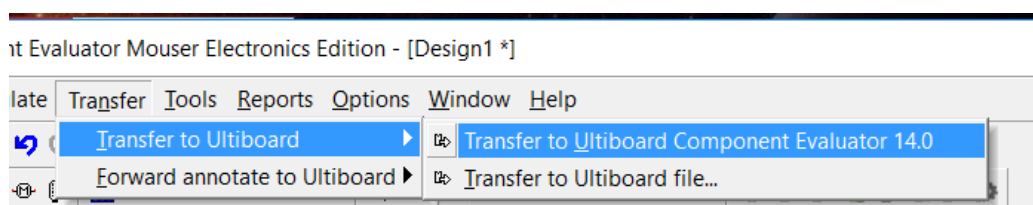


Рис. 29. Вкладка Transfer

Программа автоматически предложит сохранить проект печатной платы, выберите необходимое место расположения и нажмите сохранить. После сохранения автоматически откроется окно программы Ultiboard 14.0, приведенное на рис. 30.

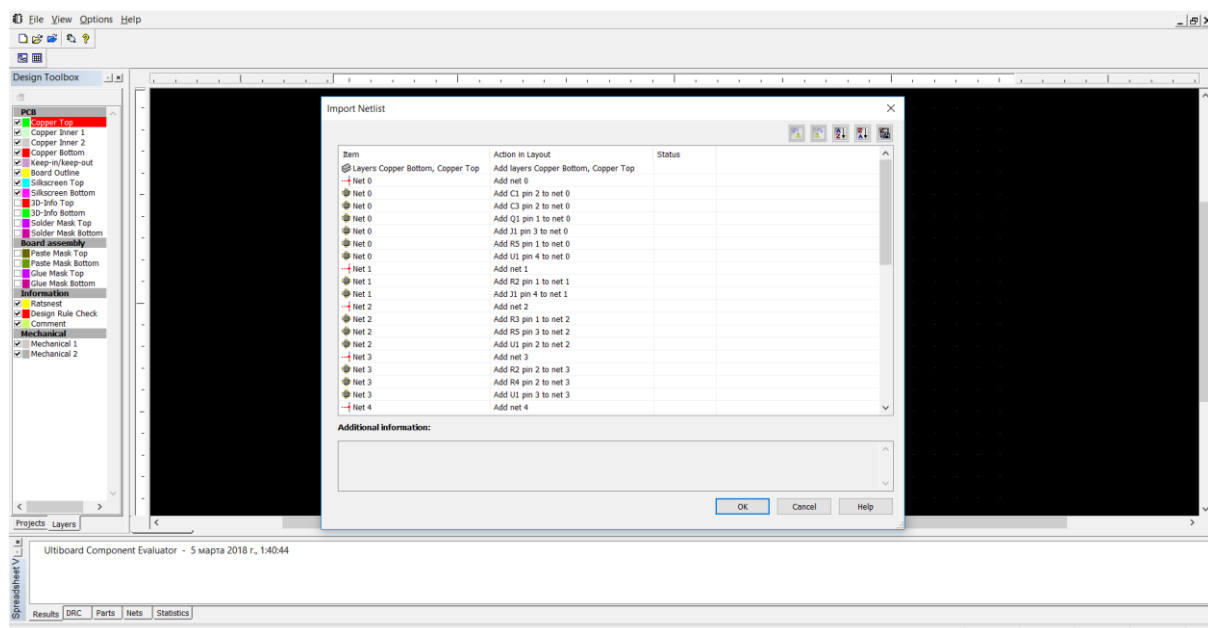


Рис. 30. Окно программы Ultiboard 14.0

В появившемся окне программа информирует об элементах, импортируемых в подпрограмму Ultiboard 14.0. Нажимаем ОК и программа автоматически импортирует все элементы и связи из программы Multisim, как показано на рис. 31.

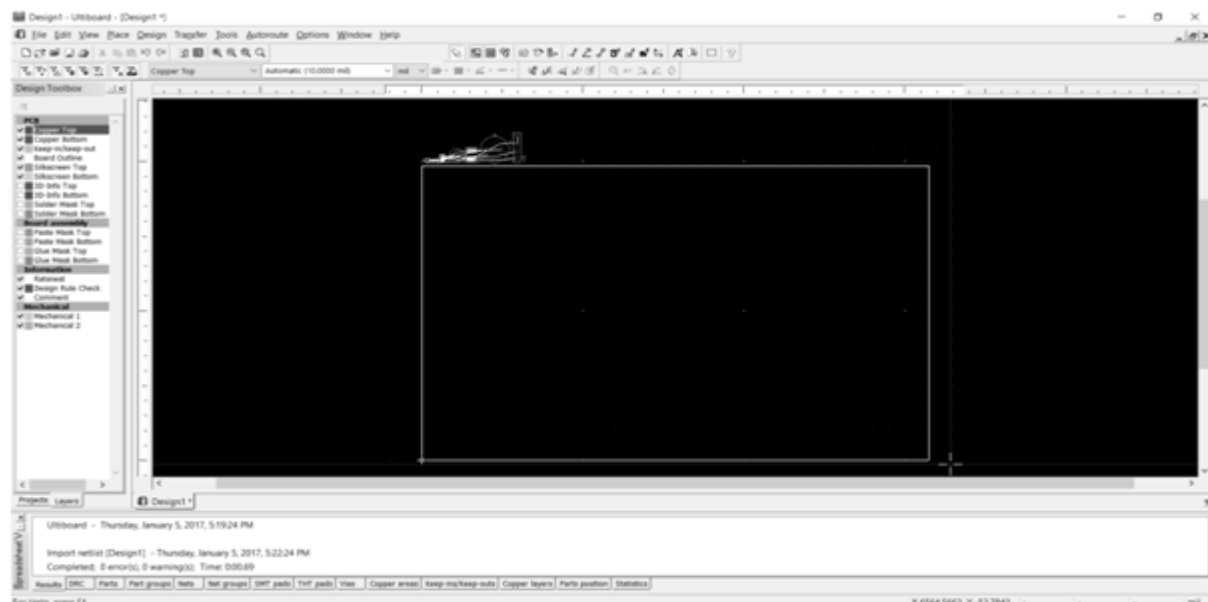


Рис. 31. Рабочее окно программы Ultiboard 14.0

3.3. Трассировка печатной платы в программе Ultiboard 14.0

3.3.1 Подготовка программы Ultiboard к работе

Ultiboard является приложением программы National Instruments Circuit Design Suite и используется для разработки печатных плат, выполнения определенных функций САД систем и подготовки результатов проектирования к производству. Данная программа обладает возможностью автоматизированного размещения компонентов на плате и автоматической трассировки.

Необходимо настроить шаг и стиль координатной сетки в окне PCB properties. Чтобы открыть данное окно щелкните правой кнопкой мыши в области рабочего окна проекта, выберите пункт Properties. На вкладке Grid & units – рис. 32.

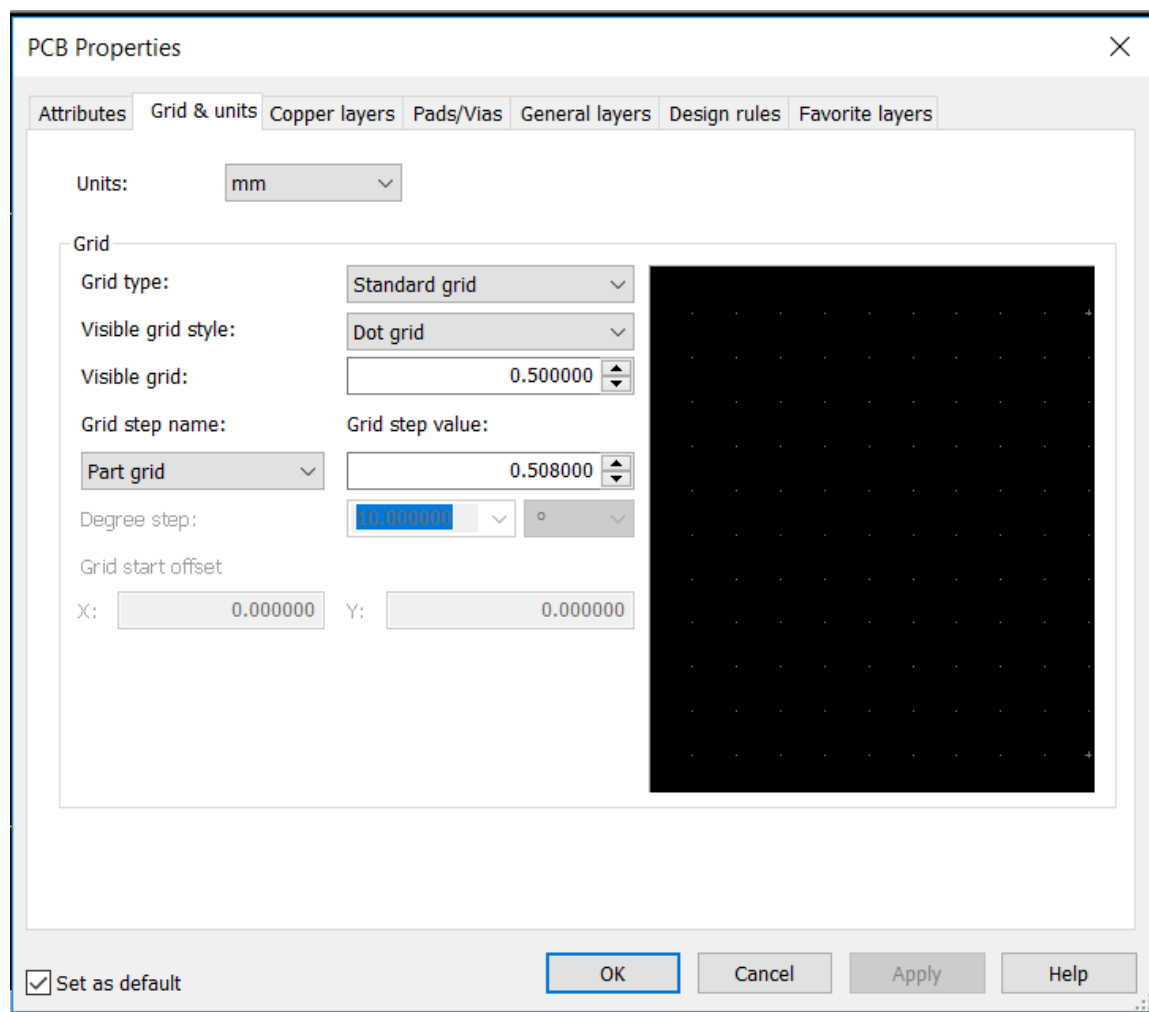


Рис. 32. Вкладка Grid & units

В данном окне поменяйте единицы измерения на миллиметры, так как по умолчанию в Ultiboard настроены mil (тысячные доли). В раскрывающемся списке Units выберите mm (миллиметры). В соответствии с заданием настройте шаг координатной сетки (например, 0.5 мм).

3.3.2 Создание области печатной платы

Область печатной платы представляет собой зону, предназначенную для расположения на ней посадочных мест электронных компонентов, проводников и других элементов топологии. Область печатной платы может иметь любые размеры и формы, предположим, что она имеет сложную форму и разъем находится снизу на широкой стороне, как показано на рис. 33.

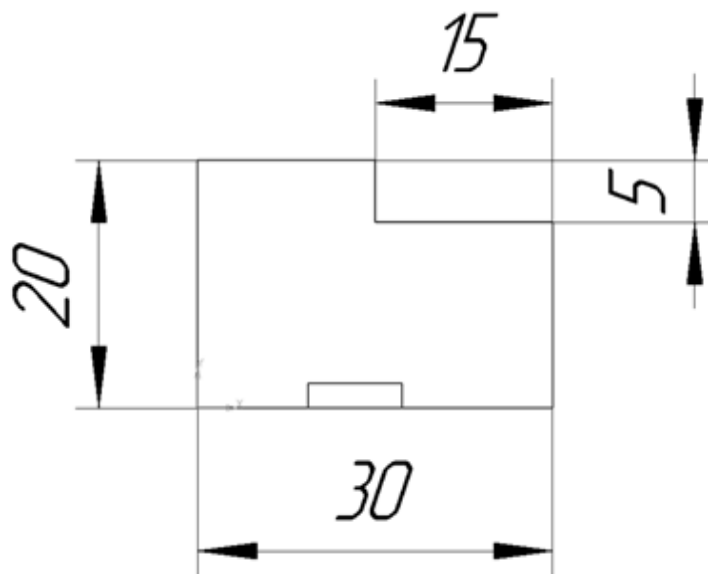


Рис. 33. Эскиз печатной платы

Если необходимо создать отверстия под крепление платы, то заходим во вкладку Place и выбираем пункт Hole... и во вкладке Hole задаем вид отверстия (Shape) и размер отверстия. Например, это будет круг с радиусом 0,5 мм (рис. 34). Нажимаем Apply (применить) и затем ОК.

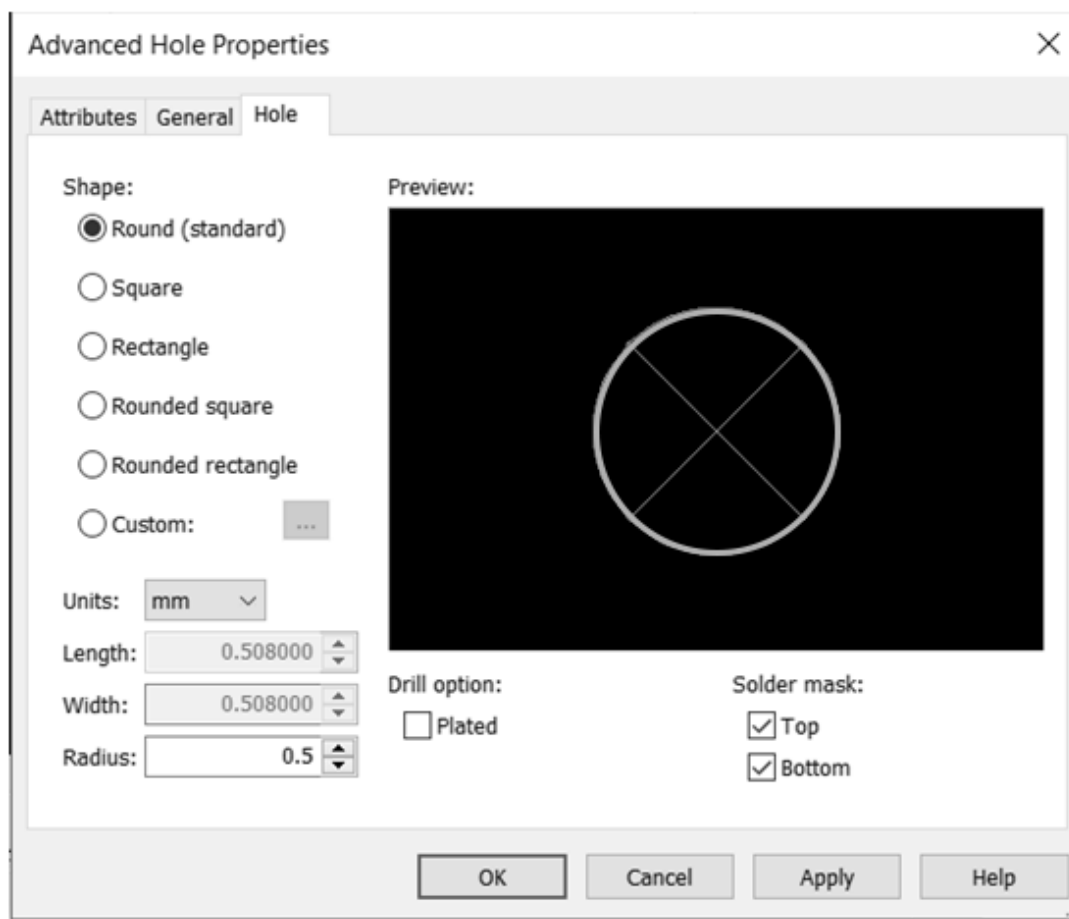


Рис. 34. Создание отверстия

А также можно задать положение отверстия относительно начала координат по X и по Y (рис. 35). Нажимаем Apply (применить) и затем ОК.

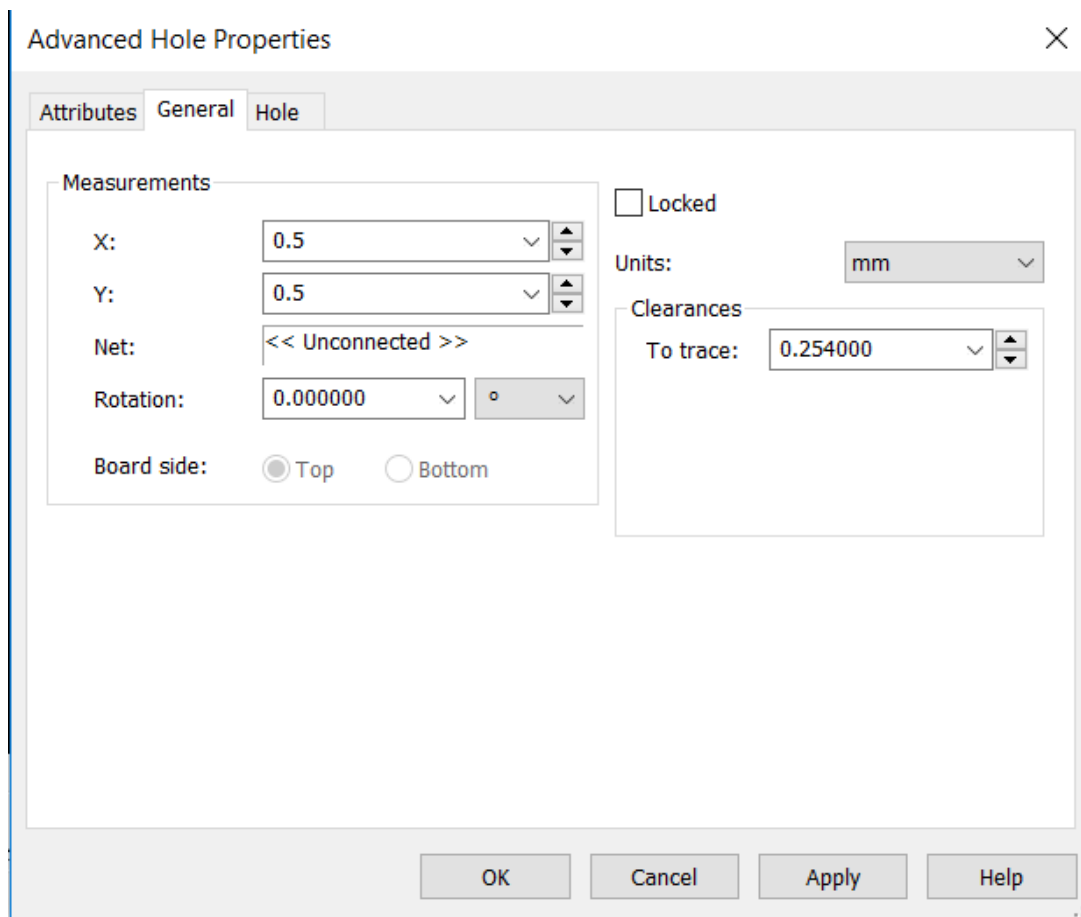


Рис. 35. Расположение отверстия на плате

За контур печатной платы в программе Ultiboard отвечает слой Board Outline. Первое, что нужно сделать - это удалить исходный контур, для этого щелкните правой кнопкой мыши по границе прямоугольника (слой board outline) и нажмите Delete, или кнопку delete на клавиатуре.

Затем необходимо сделать активным слой Board Outline. Справа в окне Design toolbox щелкните 2 раза по слою board outline, он автоматически станет активным (выделится красным цветом).

Далее нажимаем сочетание клавиш Ctrl+Shift+L или заходим во вкладку Place и выбираем пункт Line. Начинаем изображать границы платы. Важно помнить, что границы должны быть замкнуты, иначе программа будет выдавать ошибку. В итоге получаем изображение, представленное на рис. 36. а).

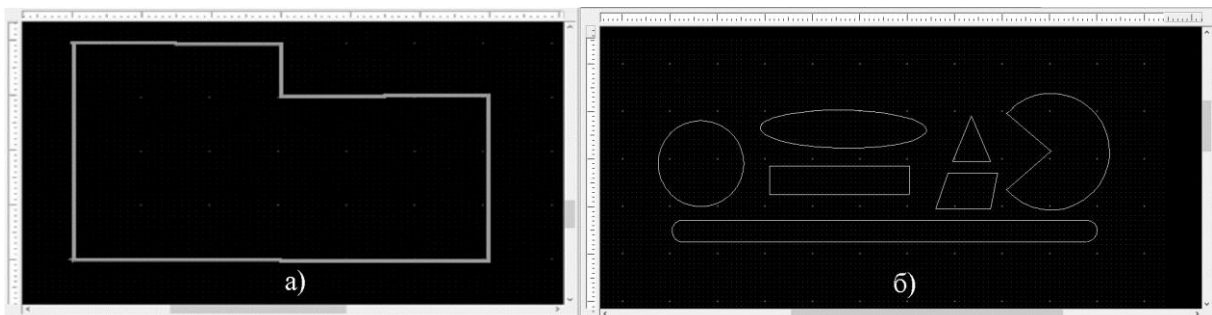


Рис. 36. Границы печатной платы

Также во вкладке Place имеется пункт Graphics, позволяющий создавать различные геометрические фигуры, которые можно изменять под необходимые размеры (рис. 36 б).

3.3.3 Изменение ширины проводников

Для изменения ширины проводника необходимо зайти во вкладку Options и выбрать пункт PCB Properties, после этого откроется окно PCB Properties в котором необходимо выбрать вкладку Design rules (рис. 37). В поле Trace width (ширина проводника) можно изменить значение ширины проводника, например, ширина проводника будет 0,3 мм (рис.37).

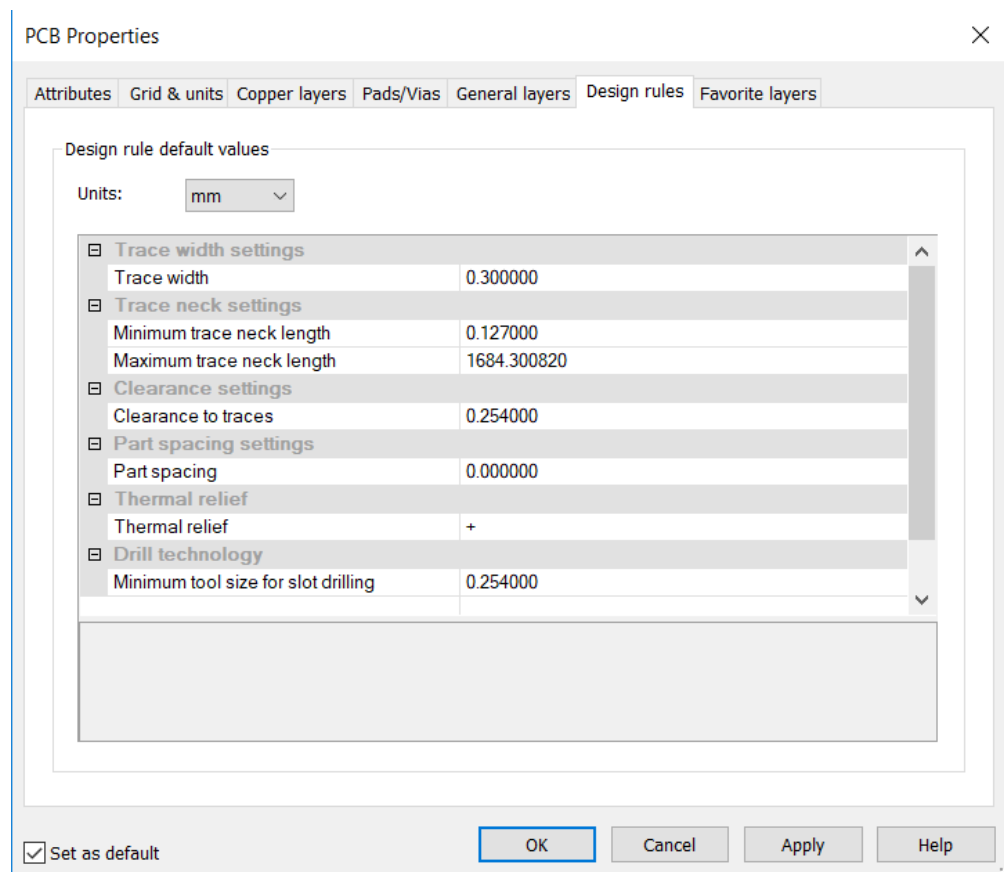


Рис. 37. Окно PCB Properties

Нажимаем кнопку Apply (применить) и затем кнопку ОК. А также в данном окне можно изменить:

- 1) Trace neck settings – Настройки участка дорожки (минимальная и максимальная длина участка дорожки);
- 2) Clearance settings – Настройки промежутка (промежуток между дорожками);
- 3) Part spacing settings – Настройки интервала между деталями (интервал между деталями);
- 4) Thermal relief – Термобарьер (тепловой ограничитель);
- 5) Drill technology – Технология сверления (Минимальный размер инструмента для сверления).

3.3.4 Размещение элементов в области печатной платы

В соответствии с заданием необходимо поместить разъем снизу печатной платы. Для этого зажмите левую кнопку мыши на изображении разъема и переместите его к нижней границе печатной платы. Чтобы развернуть разъем щелкните правой кнопкой мыши и нажмите Orientation/Rotate. Далее необходимо зафиксировать разъем, для этого нужно щелкнуть левой кнопкой по границе разъема и нажать кнопку Lock. Результат данной операции изображен на рис. 38.

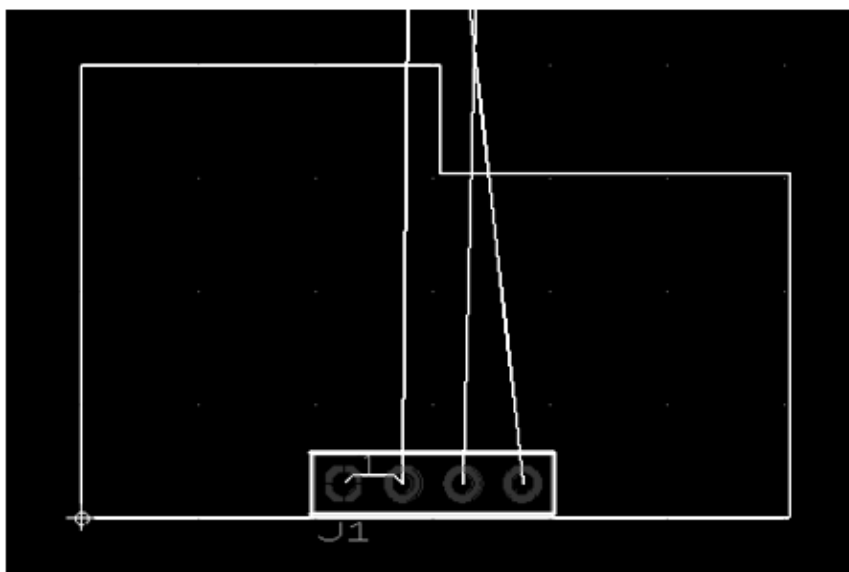


Рис. 38. Закрепление разъема

Далее разместим остальные элементы в области печатной платы. Для этого зайдите во вкладку autoroute на верхней панели и нажмите, в открывшемся окне, autoroute/place options, как показано на рис. 39.

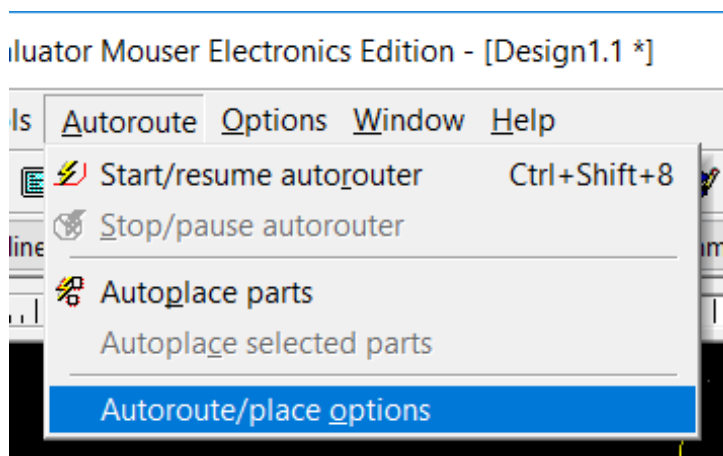


Рис. 39. Вкладка Autoroute

В открывшемся окне определяются основные настройки трассировки печатной платы. Для нашего случая выберем печатную плату с размещением элементов с обеих сторон платы.

В окне autoroute/place options откройте вкладку Autoplace, где параметру SMD mirroring задаем параметр Yes. Этот параметр отвечает за расположение SMD элементов с обеих сторон платы.

Нажмите ОК, и во вкладке autoroute нажмите кнопку autoplace parts. Программа автоматически расставит элементы в соответствии с заданными параметрами (рис. 40).

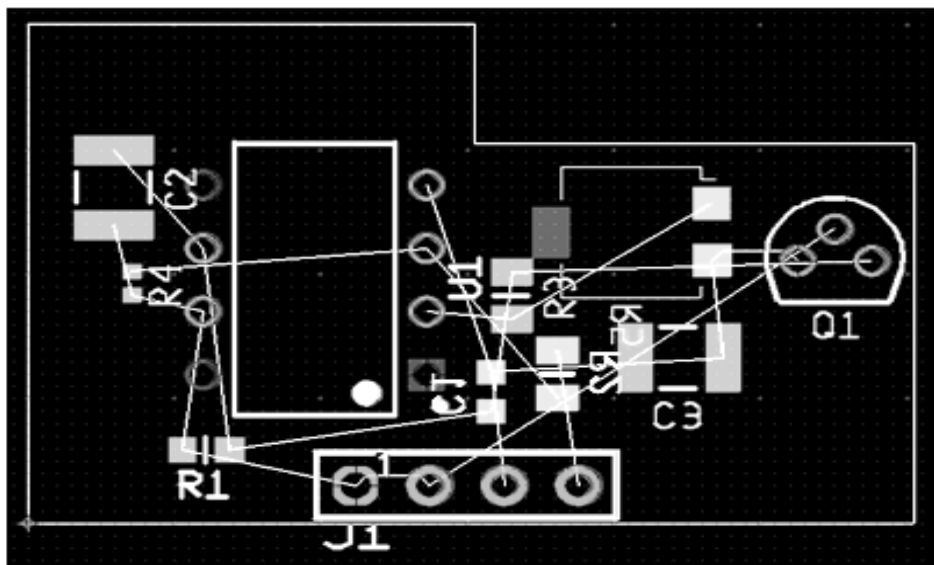


Рис. 40. Размещение элементов на плате

3.3.5 Трассировка печатной платы

Необходимо соединить все радиоэлементы согласно схеме. Для этого заходим во вкладку Autoroute и нажимаем кнопку Start/resume autorouter. Если не все элементы оказались соединены, необходимо проделать еще раз данную операцию. Результат трассировки представлен на рис. 41.

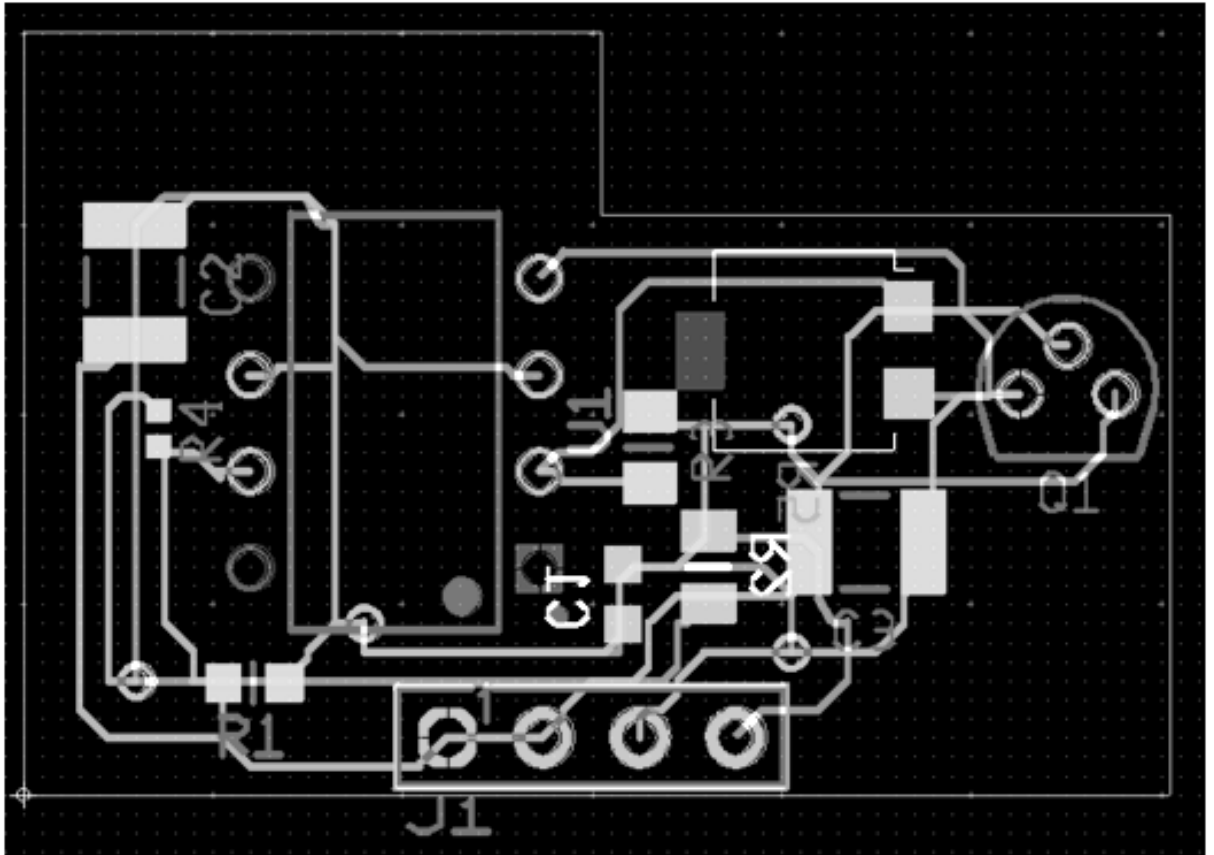


Рис. 41. Результат трассировки

3.3.6 Создание металлизации на плате

Для большинства разрабатываемых печатных плат характерно наличие внутренних полностью или частично металлизированных слоев, используемых, как правило, для подводки питания и отдельных областей металлизации на сигнальных слоях, используемых в основном для экранирования и отведения тепла. *Область металлизации (полигон)* - это поверхность печатной платы, заполненная металлом, которая может располагаться на любом слое, но при этом еще и «умеет» огибать в зависимости от условий те или иные элементы металлизации, обычно

связанная с цепью питания или земли. В одной топологии печатной платы может быть несколько областей металлизации, которые создаются после размещения компонентов на плате и трассировки.

Рассмотрим подробно процесс создания слоя металлизации в программе Ultiboard. Перед тем, как создать слой металлизации необходимо определить какой из номеров цепи в программе Ultiboard соответствует номеру цепи заземления в схеме, выданной преподавателем. Для этого в окне Spreadsheet View заходим во вкладку Nets (рис. 42). В соответствии со схемой, выданной преподавателем, находим цепь заземления и запоминаем номер данной цепи.

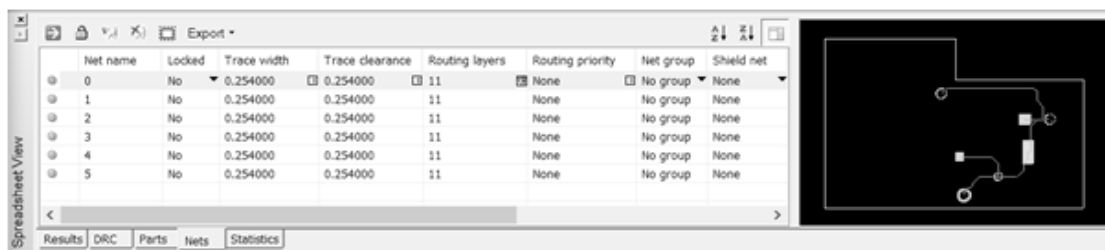


Рис. 42. Вкладка Nets

Далее заходим во вкладку Place и выбираем пункт Power plate. В результате чего будет открыто окно выбор слоя и цепи для металлизации (рис. 43.). В данном окне в графе Net выбираем номер цепи заземления, а в графе Layer выбираем слой для металлизации. Повторяем эти действия (рис. 43) для второго слоя.

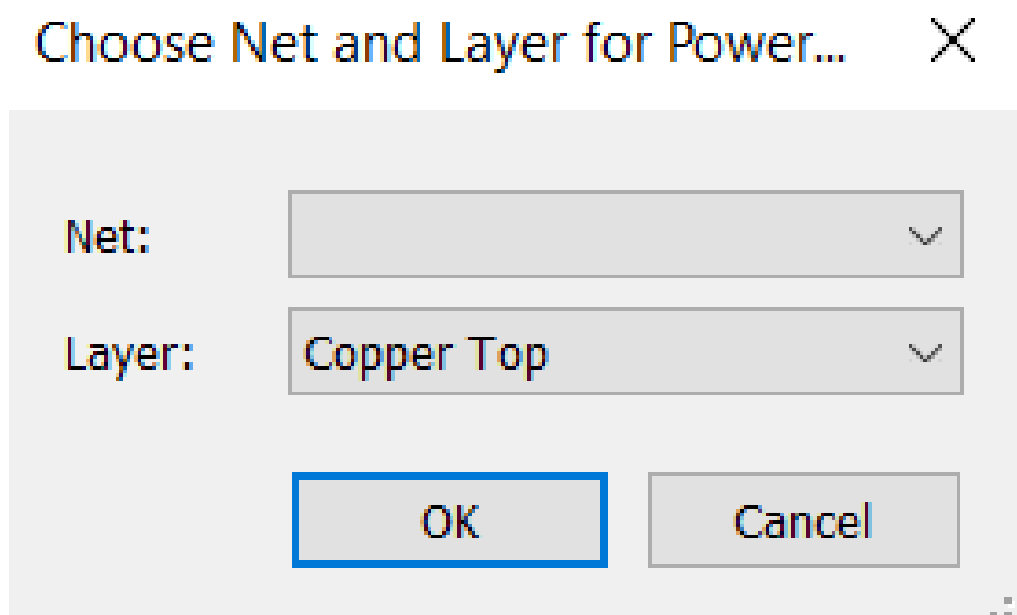


Рис. 43. Окно выбора слоя и цепи металлизации

Результат металлизации представлен на рис. 44.

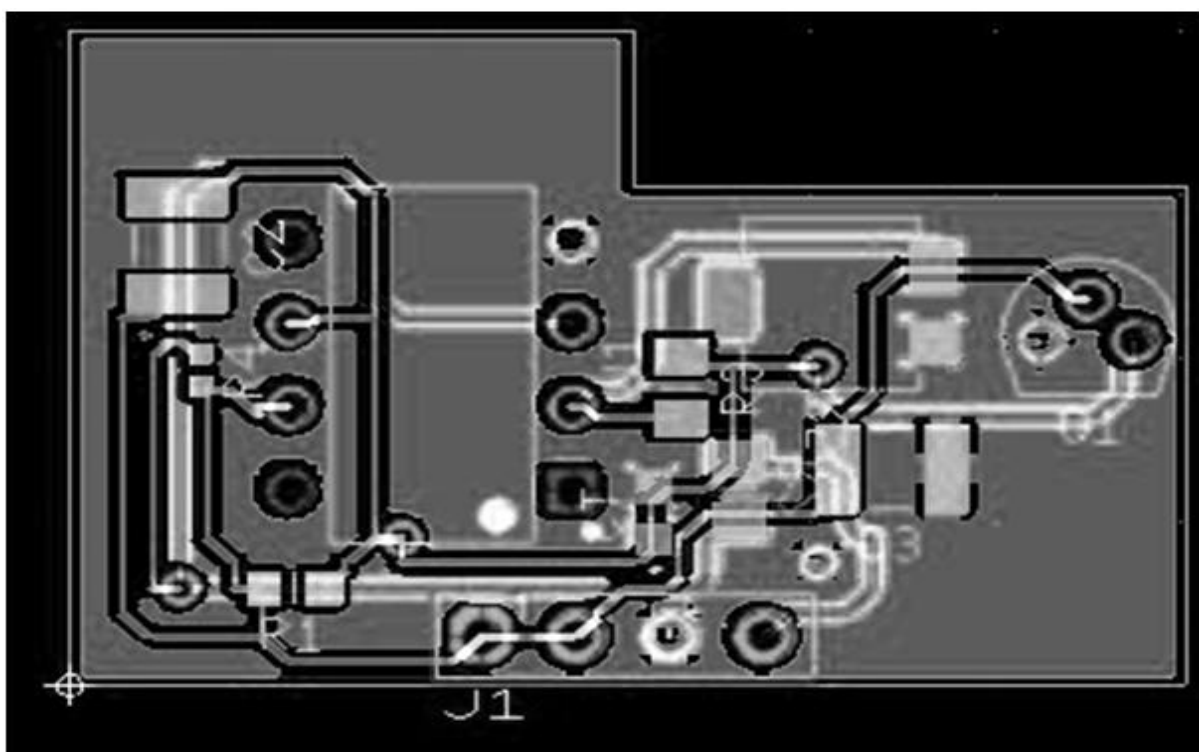


Рис. 44. Результат металлизации

При необходимости в рабочей области проекта область металлизации можно переместить при помощи мыши или удалить. Для удаления выделите область металлизации при помощи левой кнопки мыши, затем

при помощи правой кнопки вызовите контекстное меню и выберите в нем пункт «Удалить».

3.3.7 3D визуализация разработанной платы.

В программе Ultiboard есть возможность просматривать разработанную плату в 3D изображении. Для просмотра платы в трех измерениях выберите вкладку Tools и пункт View 3D. В результате откроется новая вкладка 3D View (рис. 45.). Для получения наиболее полного представления о габаритах разработанной платы 3D изображение на данной вкладке можно поворачивать во всех плоскостях.

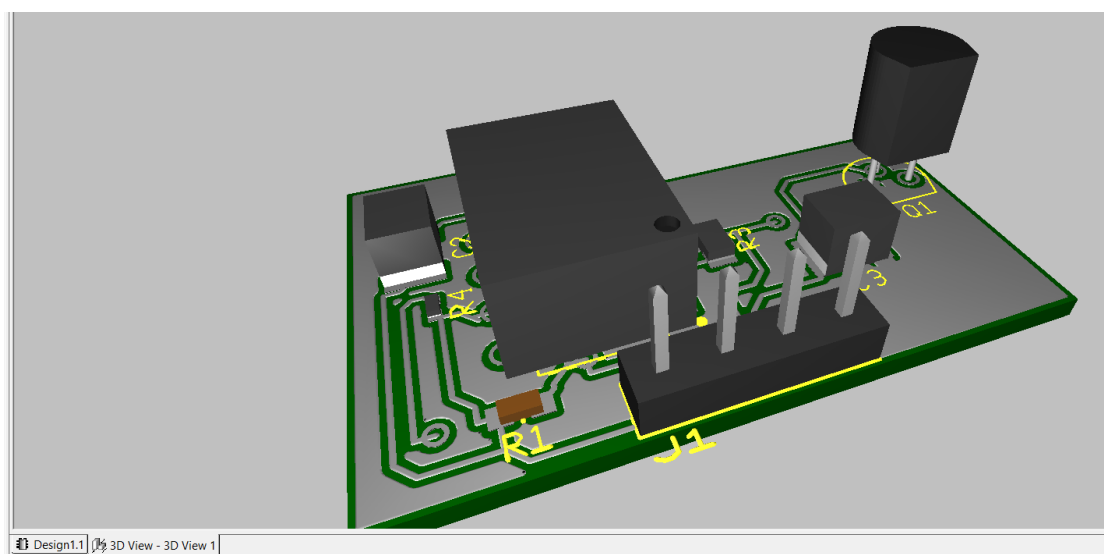


Рис. 45. 3D вид печатной платы

3.4 Экспортирование в программу Компас 3D

Для выполнения курсового проекта необходимо сделать чертеж печатной платы и сборочный чертеж. Для выполнения этого задания откройте готовый проект трассировки печатной платы с расширением .ewrpj.

Далее нажмите вкладку File (рис. 46.), затем пункт Export (либо сочетание клавиш ctrl+E).

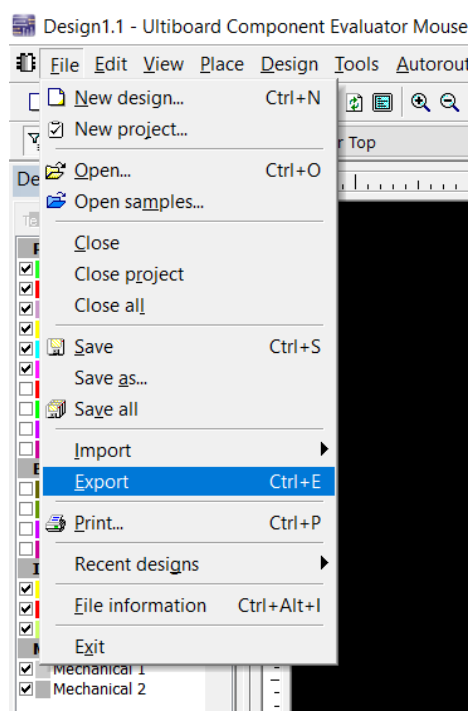


Рис. 46. Вкладка file

В открывшемся окне выберите в разделе Mechanical CAD выберите пункт DXF (DXF - формат доступный для чтения программой КОМПАС 3D) как показано на рис. 47.

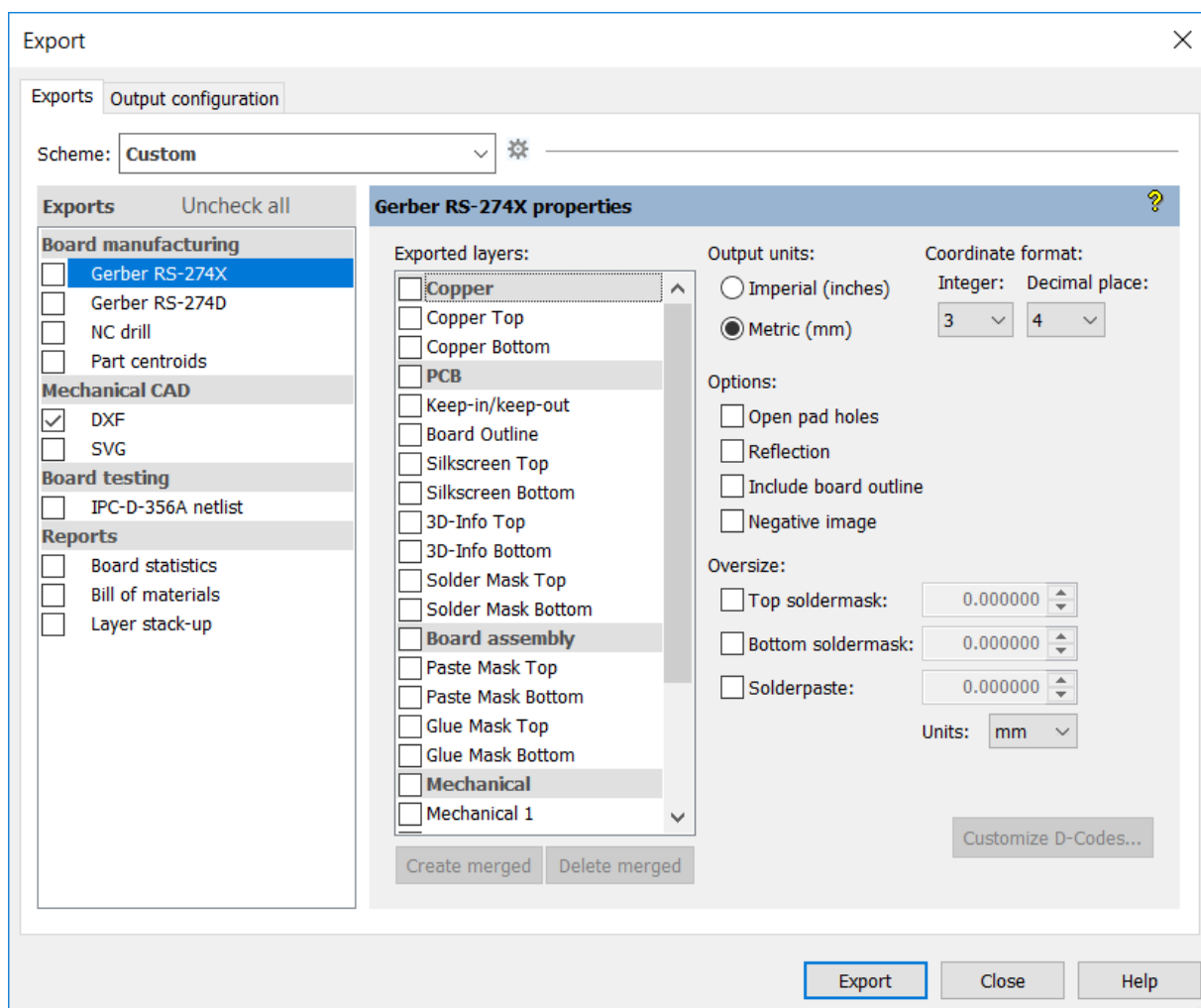


Рис. 47. Окно Export, раздел Mechanical CAD

В поле Exported layers выбираем нужный слой для экспорта (каждый слой соответствует своему цвету). Для выполнения сборочного чертежа необходимо выбрать следующие пункты:

а) к верхней стороне печатной платы относятся:

- 1) Copper Top (зеленый) – проводящий рисунок и элементы;
- 2) Board Outline (желтый) – границы печатной платы;
- 3) Silkscreen Top (бирюзовый) – отображение обозначений элементов;
- 4) 3D-Info Top (красный) – вид корпусов радиоэлементов элементов;
- 5) Paste Mask Top (болотный) – контактные площадки SMD компонентов и отверстия;

б) к нижней стороне печатной платы относятся:

- 1) Copper Bottom (красный) – проводящий рисунок и элементы;
- 2) Board Outline (желтый) – границы печатной платы;
- 3) Silkscreen Bottom (ярко-розовый) – отображение обозначений элементов;
- 4) 3D-Info Bottom (зеленый) – вид корпусов радиоэлементов элементов;
- 5) Paste Mask Bottom (темно-зеленый) – контактные площадки SMD компонентов и отверстия.

Для выполнения чертежа печатной платы необходимо выбрать следующие пункты:

а) к верхней стороне печатной платы относятся:

- 1) Copper Top (зеленый) – проводящий рисунок и элементы;
- 2) Board Outline (желтый) – границы печатной платы;

б) к нижней стороне печатной платы относятся:

- 1) Copper Bottom (красный) – проводящий рисунок и элементы;
- 2) Board Outline (желтый) – границы печатной платы.

ВАЖНО ПОМНИТЬ!

- 1) Единицы измерения (Units) выбрать → mm;
- 2) За один раз экспортировать можно только *одну сторону платы*, (например, верхняя сторона печатной платы).

Нажмите кнопку Export, если появится окно, что файл с таким именем уже существует, поменяйте название. По умолчанию все экспортированные файлы сохраняются в папку Ultiboard Exports, которая находится в папке «Загрузки».

Так же в нижнем поле “Results” программы Ultiboard отображается название экспортированного файла (как показано на рис. 48.). Если кликнуть мышкой по названию, программа автоматически перейдет в папку расположения данного файла на компьютере.

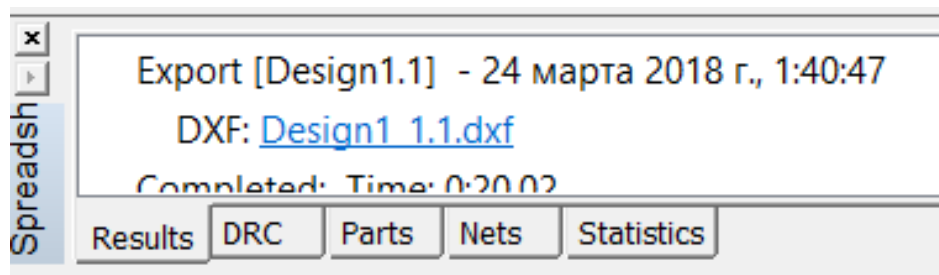


Рис. 48. Поле Results

Откройте программу Компас 3D, выберите файл/открыть. Затем в поле «тип файлов» выберите «Все файлы (*.*)» (как показано на рис. 49.), найдите папку с файлом и нажмите открыть.

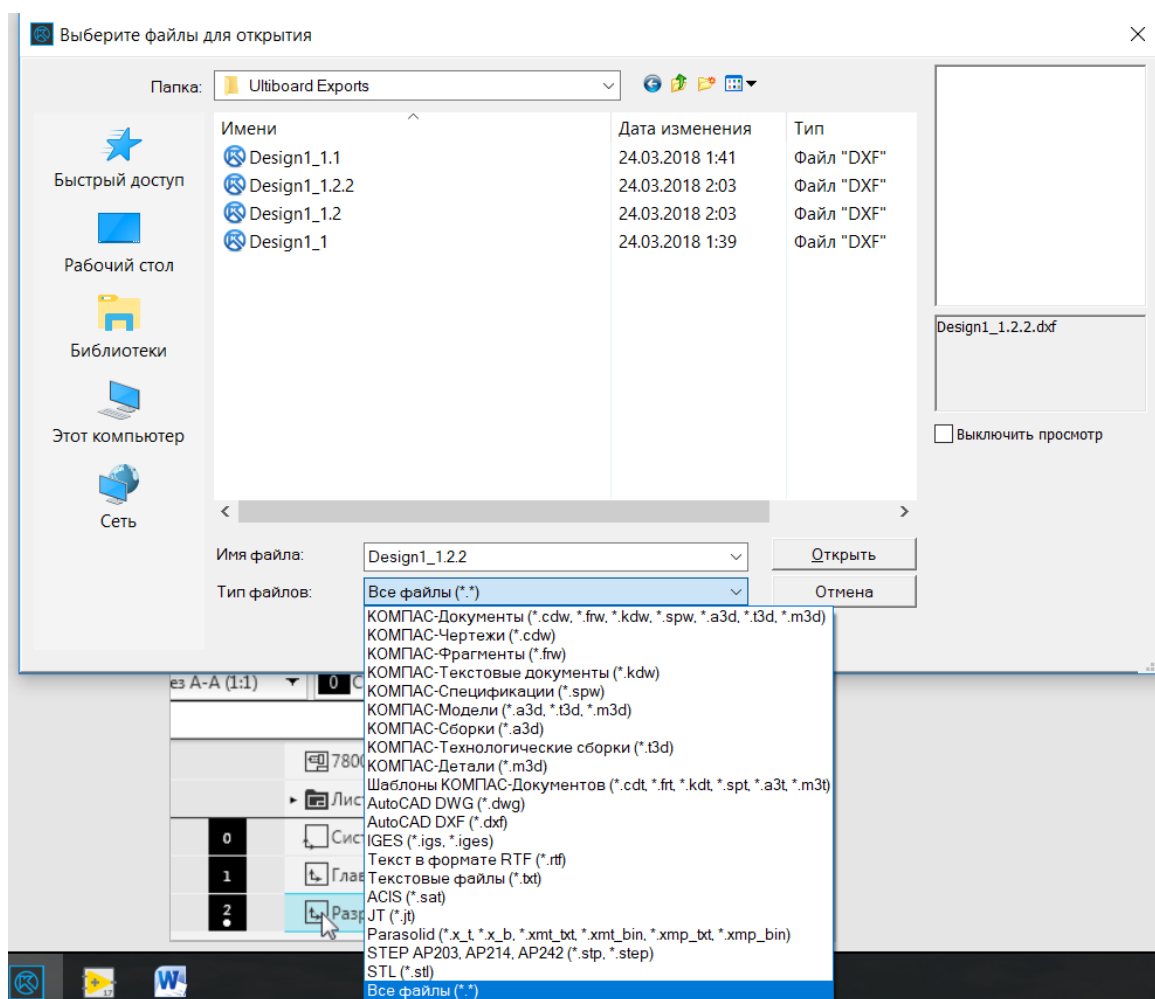


Рис. 49. Выбор типа файла

В появившемся окне нажмите кнопку начать чтение (рис. 50). Программа КОМПАС начинает чтение и преобразование во внутренний формат “frw”.

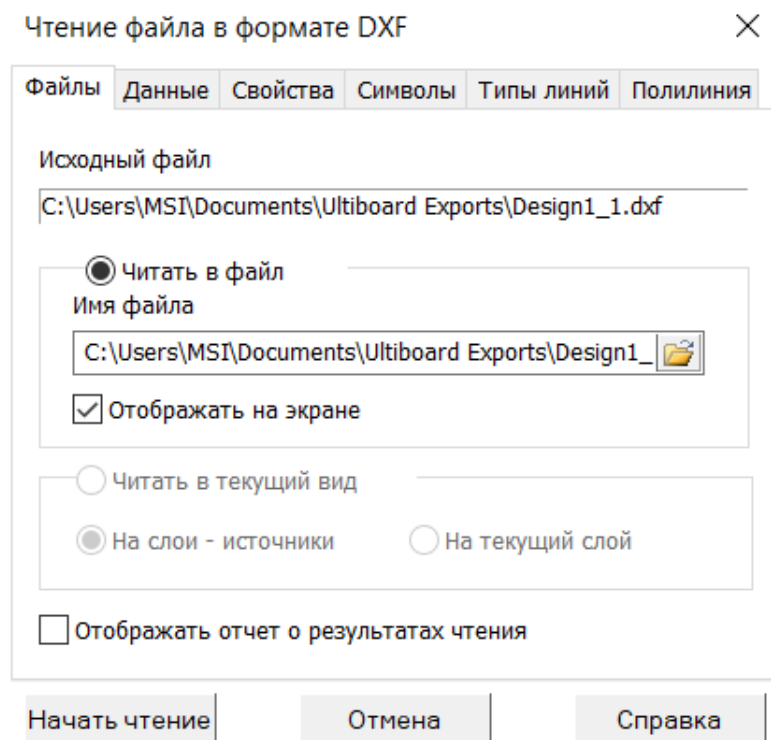


Рис. 50. Поле чтения файла

Если все пункты были выполнены верно, то отобразится выбранный слой платы с проводящим рисунком, элементами и границей. Данный фрагмент (верхняя сторона печатной платы) для оформления сборочного чертежа можно копировать, выставлять нужные размеры и масштабировать (рис. 51.). Фрагмент (верхняя сторона печатной платы) для оформления чертежа печатной платы представлен на рис. 52.

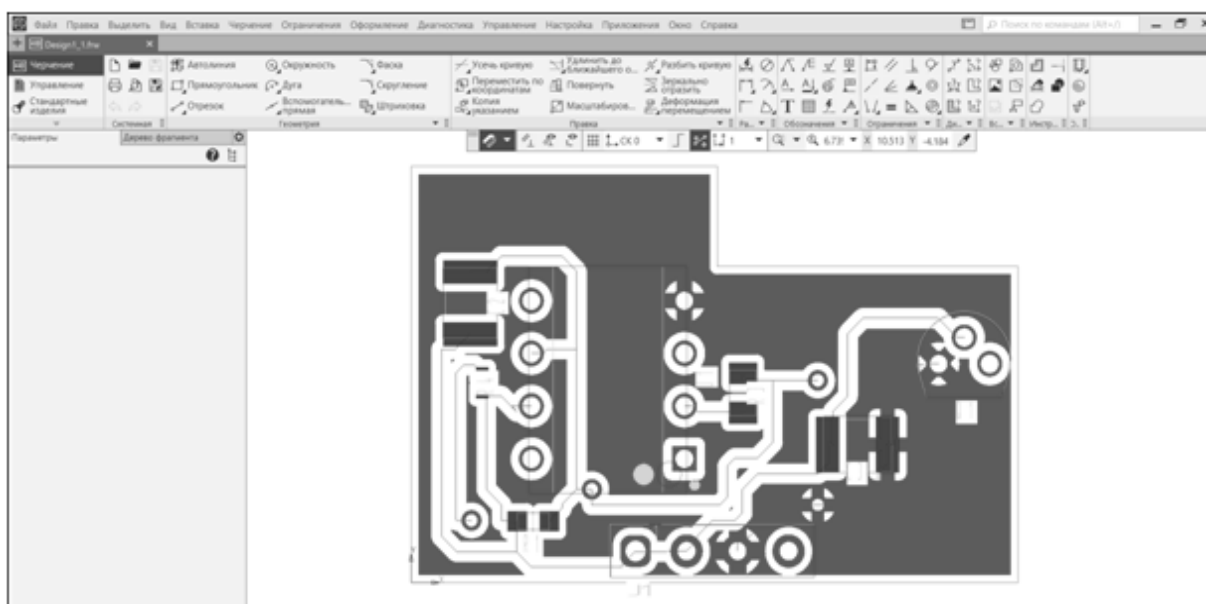


Рис. 51. Результат экспорта в программе КОМПАС 3D (фрагмент сборочного чертежа)

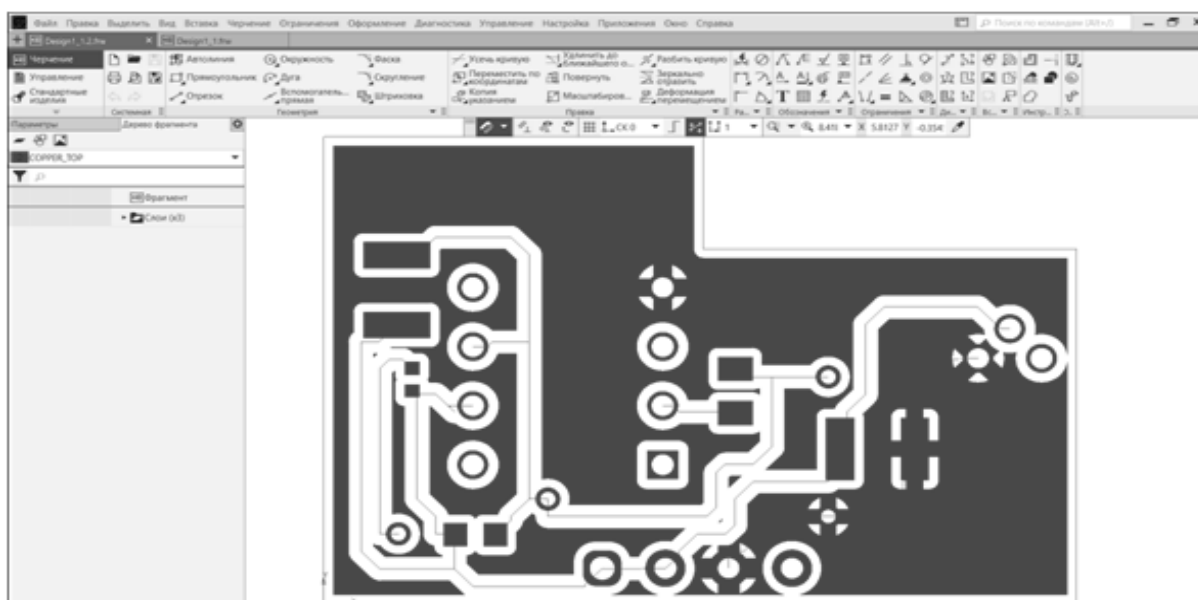


Рис. 52. Результат экспорта в программе КОМПАС 3D (фрагмент чертежа печатной платы)

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ПРИМЕР ПОИСКА ПОДСТРОЕЧНОГО РЕЗИСТОРА В MOUSER DATABASE С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛОБАЛЬНОЙ БАЗЫ

<http://www.mouser.com/>

- 1) Заходим на сайт <http://www.mouser.com/>;
- 2) Выбираем пункт пассивные компоненты (Passive Components), далее потенциометры, триммеры и реостаты (Potentiometers, Trimmers & Rheostats) (рис. П1.1);

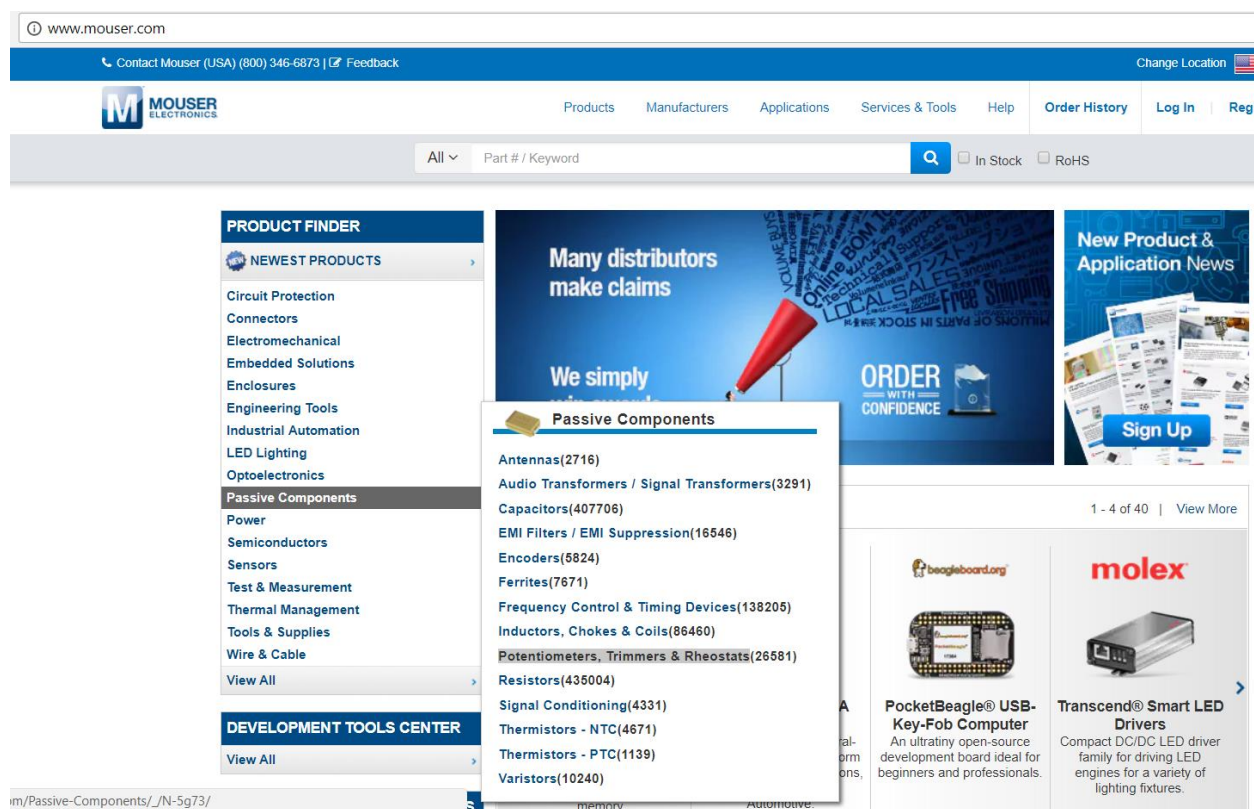


Рис. П1.1. Выбор пункта

- 2) Выбираем необходимые параметры подстроечного резистора (марку изготовителя, сопротивление, допуск и т.д.);
- 3) Если нам необходимо найти подстроечный резистор в SMD корпусе и сопротивлением 1 МОм, то выбираем тип выводов (Termination Style) SMD/SMT и сопротивление (Resistance) 1 MOhms (рис. П1.2). Далее нажимаем кнопку применить фильтры (Apply Filters);

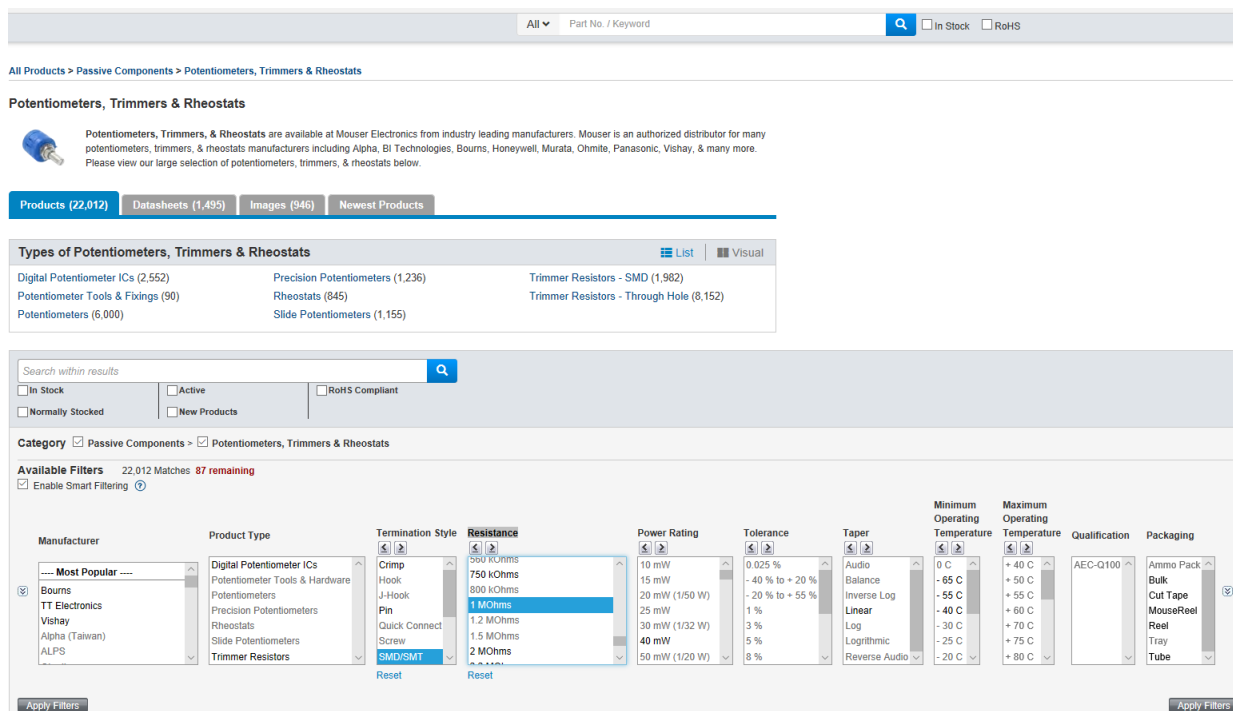


Рис. П1.2. Выбор параметров подстроечного резистора

4) Например, выберем подстроечный резистор Vishay TS4YL105MR10, представленный на рисунке П1.3;

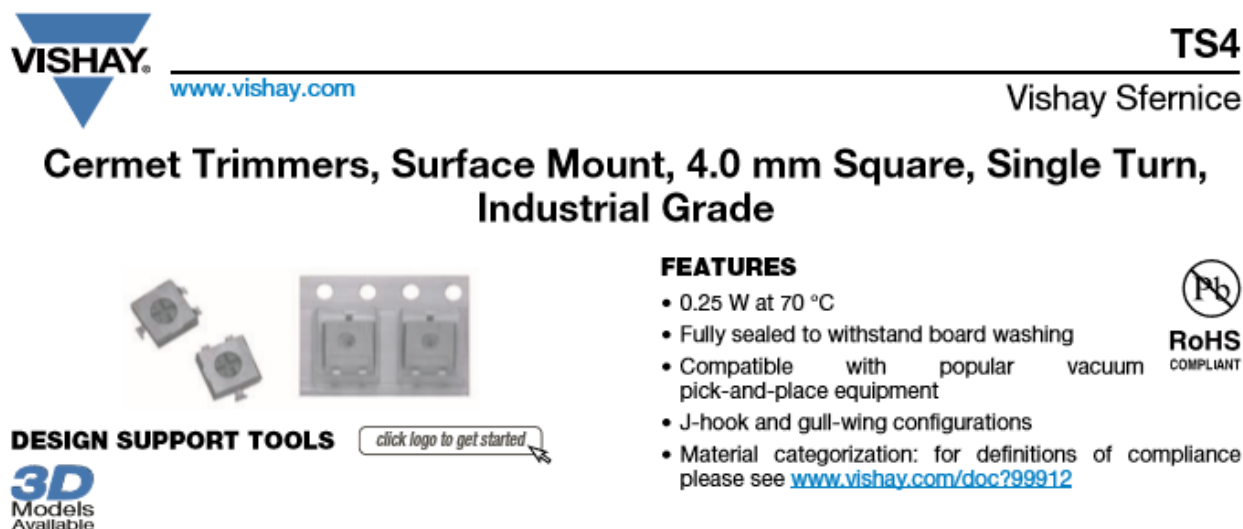


Рис. П1.3. Подстроечный резистор Bourns 3314J-2-105E

- 5) Открываем программу Multisim blue;
- 6) Открываем базу компонентов Master Database;
- 7) Выбираем Group-basic, Family- potentiometer, нажимаем ОК (рис. П1.4);

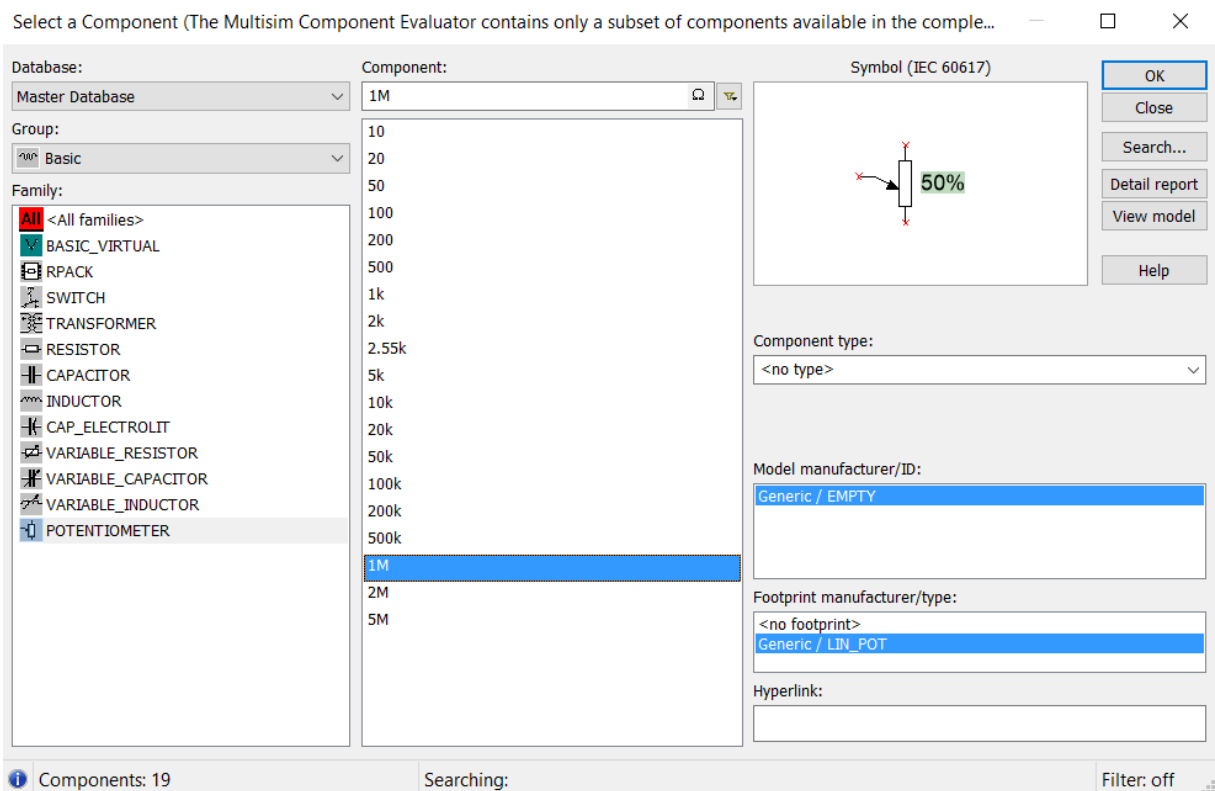


Рис. П1.4. Подстроечный резистор 1М

8) Закрываем окно выбора компонентов и щелкаем 2 раза левой кнопкой мыши по изображению потенциометра, откроется окно, в котором нужно перейти на вкладку value и нажать кнопку Edit footprint... (рис. П1.5);

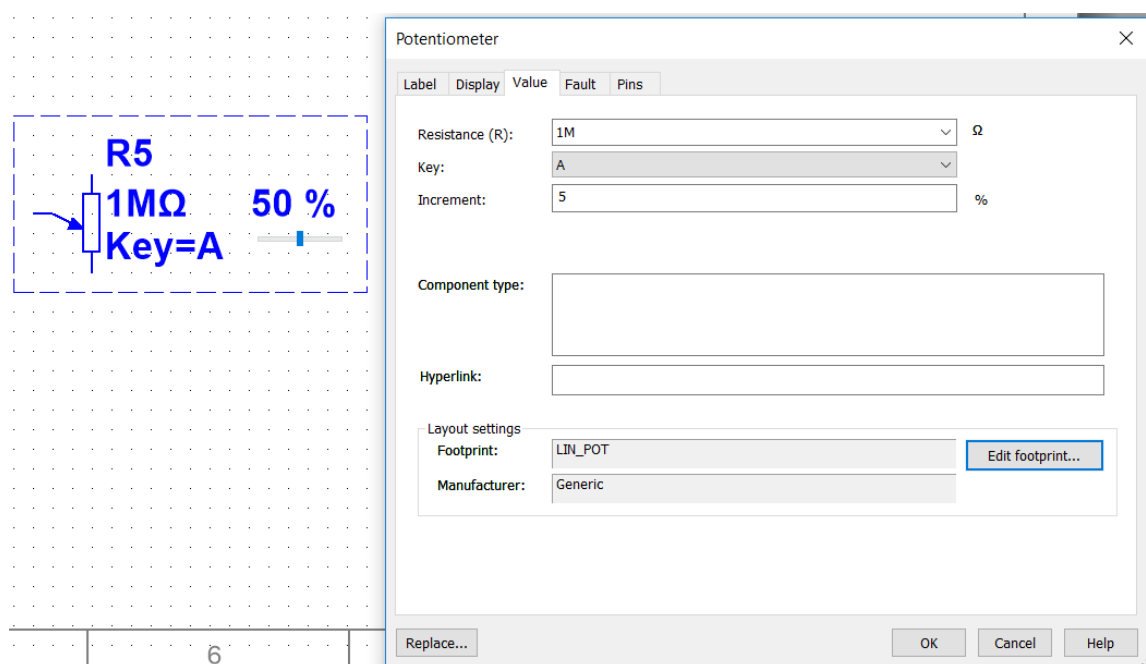


Рис. П1.5. Подстроечный резистор 1МОм

9) В появившемся окне нажимаем Select from Database (рис. П1.6);

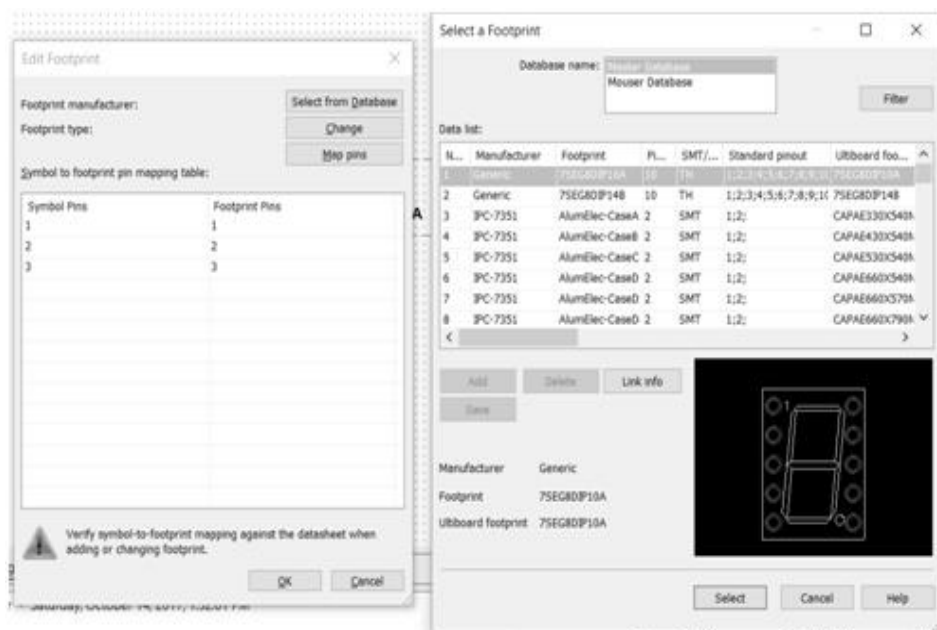


Рис. П1.6. Окно Select from Database

10) В окне Select a Footprint выбираем Mouser Database, и ищем элемент, выбранный на сайте <http://www.mouser.com/> (рис. П1.7);

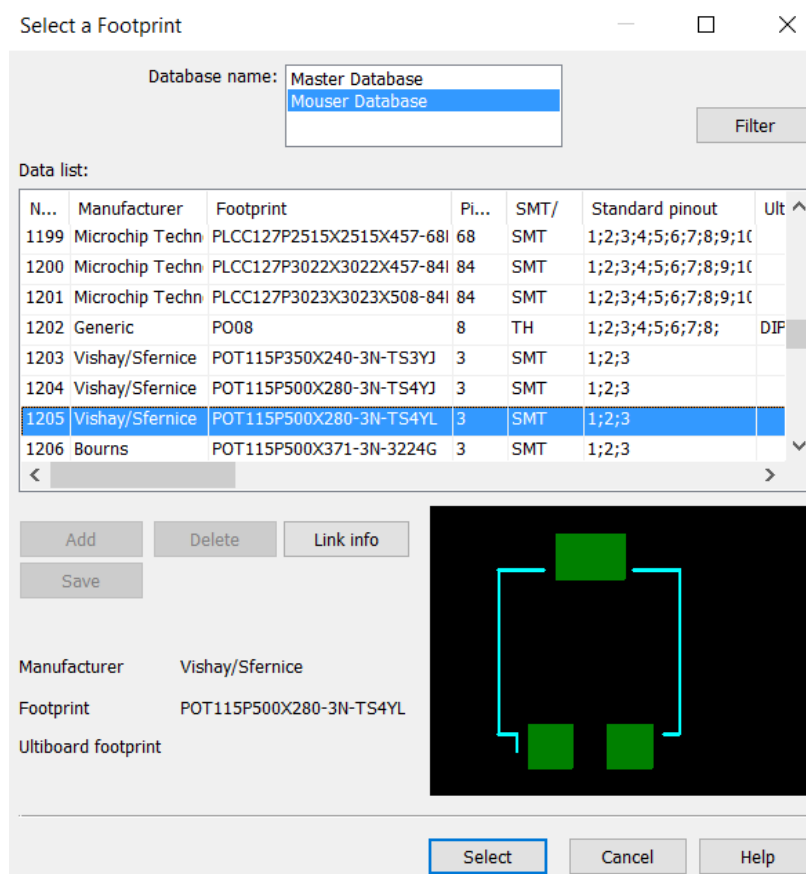


Рис. П1.7. Окно Select a Footprint

- 11) Нажимаем на кнопку Select и затем OK.
- 12) Теперь наш элемент привязан к данной модели резистора.

Библиографический список

- 1.** Конструкторско-технологическое проектирование печатных узлов: учебное пособие /В. А. Егоров [и др.]; ред. Ю. Г. Мурашев; Балт. гос. техн. ун-т "Военмех". - СПб. 1995. - 92 с.
- 2.** Шерстнев В.В. Конструирование и микроминиатюризация ЭВА.: Учебник для вузов. - М.: РИС, 1984.-272 с.
- 3.** Методика расчета печатных узлов на базе программы «UrAn»; методические указания/ Жаркой М.Ф.; Балт. гос. техн. ун-т. - СПб., 2009.

О Г Л А В Л Е Н И Е

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 3 |
| 1. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ MULTISIM 14.0..... | 5 |
| 2. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ ULTIBOARD 14.0 | 11 |
| 3. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ | 17 |
| 3.1.Создание схемы в программе Multisim 14.0 | 17 |
| 3.2. Экспортирование схемы в подпрограмму Ultiboard 14.0 | 22 |
| 3.3. Трассировка печатной платы в программе Ultiboard 14.0..... | 24 |
| 3.3.1 Подготовка программы Ultiboard к работе | 24 |
| 3.3.2 Создание области печатной платы | 25 |
| 3.3.3 Изменение ширины проводников..... | 28 |
| 3.3.4 Размещение элементов в области печатной платы | 29 |
| 3.3.5 Трассировка печатной платы..... | 31 |
| 3.3.6 Создание металлизации на плате..... | 31 |
| 3.3.7 3D визуализация разработанной платы..... | 34 |
| 3.4 Экспортирование в программу Компас 3D | 34 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 1 | 41 |
| Библиографический список | 45 |

Составители: *Кудрявцев Александр Борисович,*
Киселёва Ирина Владиславовна

Трассировка печатных плат на базе программы Multisim 14.0

Редактор
Корректор

Подписано в печать 2018. Формат . Бумага документная.

Печать трафаретная. Усл. Печ. Л. .Тираж . Заказ № .

Балтийский государственный технический университет

Типография БГТУ

190005, С.-Петербург, 1-я Красноармейская ул., д.1