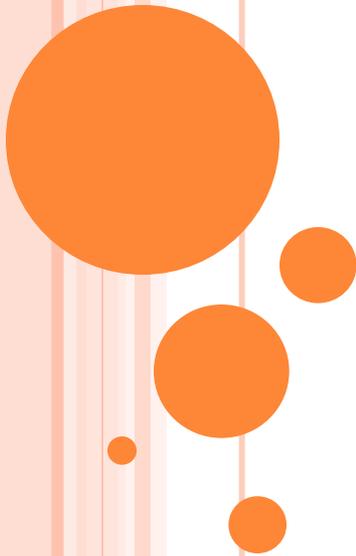


# Компьютерные, сетевые, информационные технологии

Лектор:

к.т.н., ст. преподаватель  
кафедры «Электропривода и электрооборудования»

Воронина Наталья Алексеевна



# Основные этапы проектирования ПП :

## ○ 1 этап - проектирования :

- формирование технического задания,
- разработка структуры объекта.

На этом этапе основной является текстовая документация, которая сопровождается выпуском структурных или функциональных схем. В системе P-CAD существует возможность создания такой документации с помощью редакторов P-CAD Schematic и P-CAD PCB.

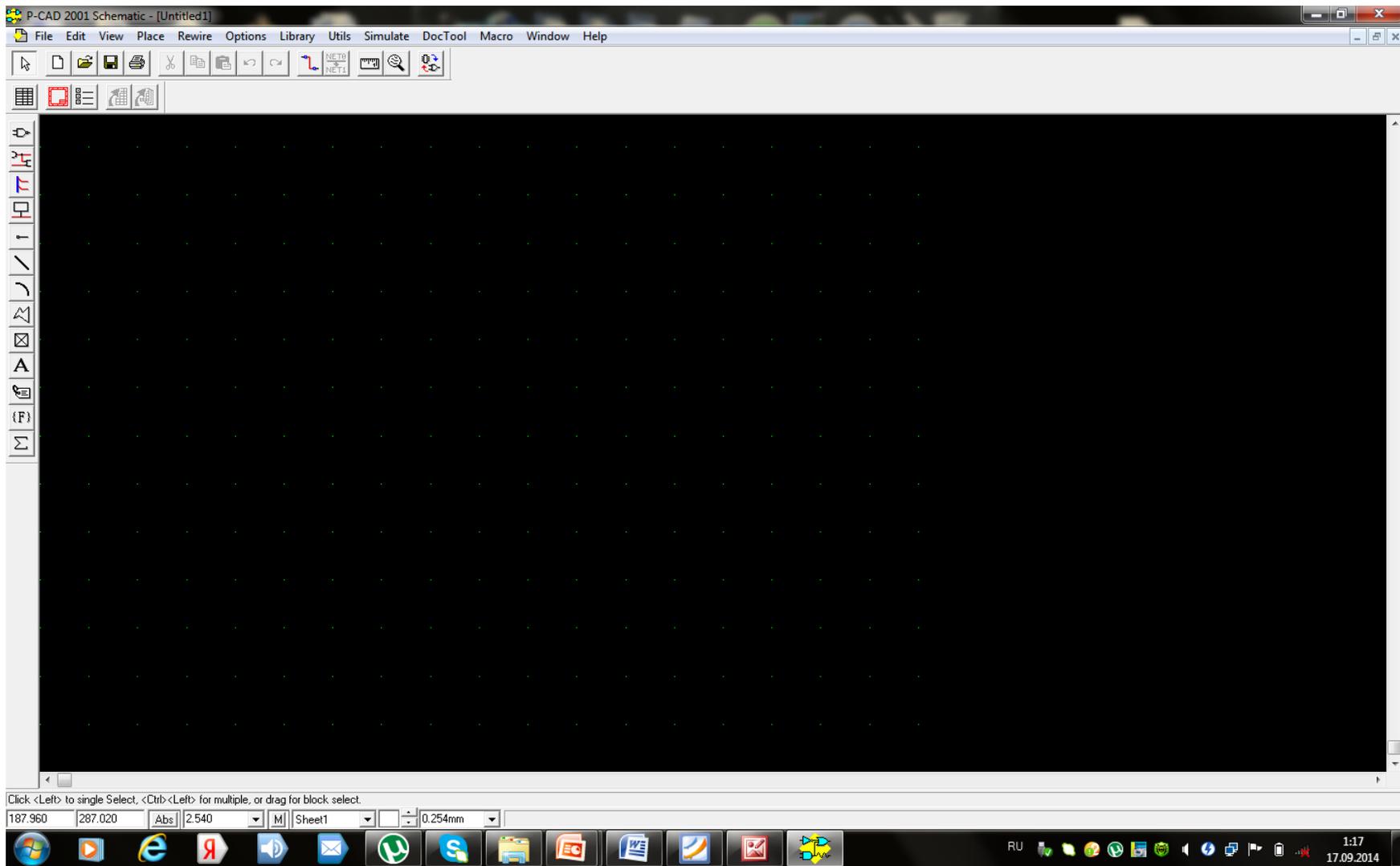
## ○ 2 этап - создания принципиальной электрической схемы:

- создание чертежа принципиальной электрической схемы (файл с расширением \*.SCH) с помощью редактора P-CAD Schematic,
- составление списков электрических связей схемы,
- архивацию библиотечного файла,
- проверка схемы на короткие замыкания.

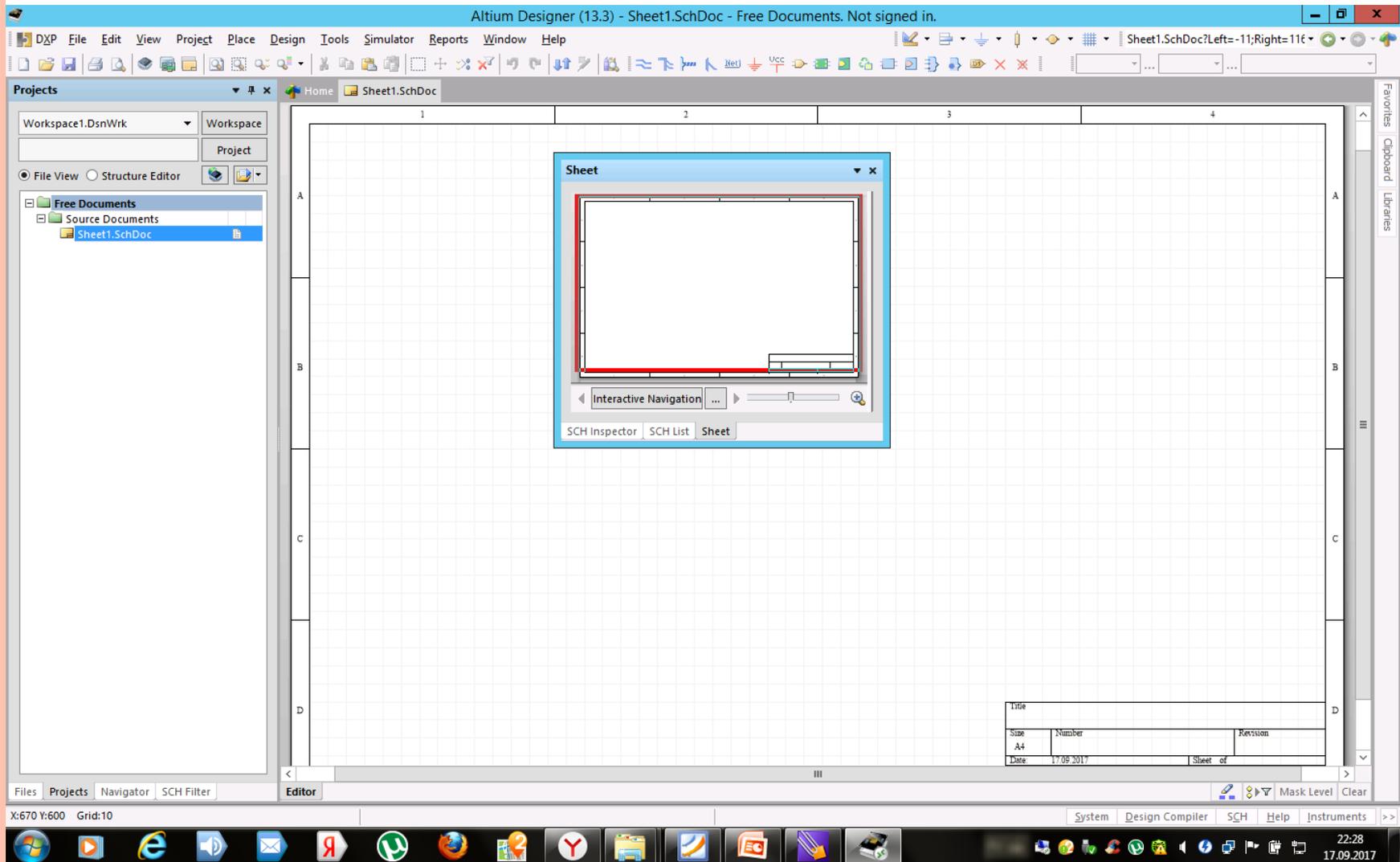
# Основные этапы проектирования ПП :

- 3 этап - схемотехническое моделирование:  
с помощью программ MicroCAP, Electronics Workbench, P-Spice или аналогичными программами.
- 4 этап:
  - формирование контура печатной платы,
  - размещение компонентов на нее вручную с помощью графического редактора P-CAD PCB.
- 5 этап:  
Трассировка соединений с помощью программы Quick Route или бессеточного трассировщика Shape-Based Router.
- 6 этап:  
Работа со вспомогательными программами (утилитами) для верификации ПП, сопоставления чертежей принципиальных электрических схем и ПП и внесение в них изменений, выпуск текстовых документов.
- 7 этап:  
Выпуск конструкторско-технологической документации.

# Интерфейс графического редактора P-CAD Schematic:



# Интерфейс графического редактора Altium Designer Schematic:



# Интерфейс графического редактора P-CAD Schematic:

- Окно редактора включает (сверху вниз):

1. заголовок окна с именем текущего файла;

2. меню команд;

3. панель системных команд (выбор объектов; создать файл, открыть файл, сохранить файл, печать документа; вырезать объекты, копировать объекты, вставить объекты; отмена действия, повтор действия и др.)

4. рабочее поле;

5. строку подсказки;

6. строку состояний.

- Видимость панелей и строк устанавливается с помощью флажков

Command Toolbar, Placement Toolbar, Custom Toolbar, DocTool Toolbar,

Design Manager, Prompt Line, Status Line в меню **View**.

# Интерфейс графического редактора P-CAD Schematic:

○ Пиктограммы левой панели размещения инструментов сверху в низ имеют следующее назначение:

1. Place Part - размещение символа компонента;
2. Place Wire - размещение цепи;
3. Place Bus - размещение шины;
4. Place Port - размещение порта;
5. Place Pin - размещение вывода;
6. Place Line - размещение линии;
7. Place Arc - размещение дуги;
8. Place Polygon - размещение полигона;
9. Ref Point - размещение точки привязки символа;
10. Text - ввод текста;
11. Attribute - ввод атрибута;
12. Field - размещение строки данных;
13. EEE Symbol - размещение символа блока.

# Интерфейс графического редактора P-CAD Schematic:

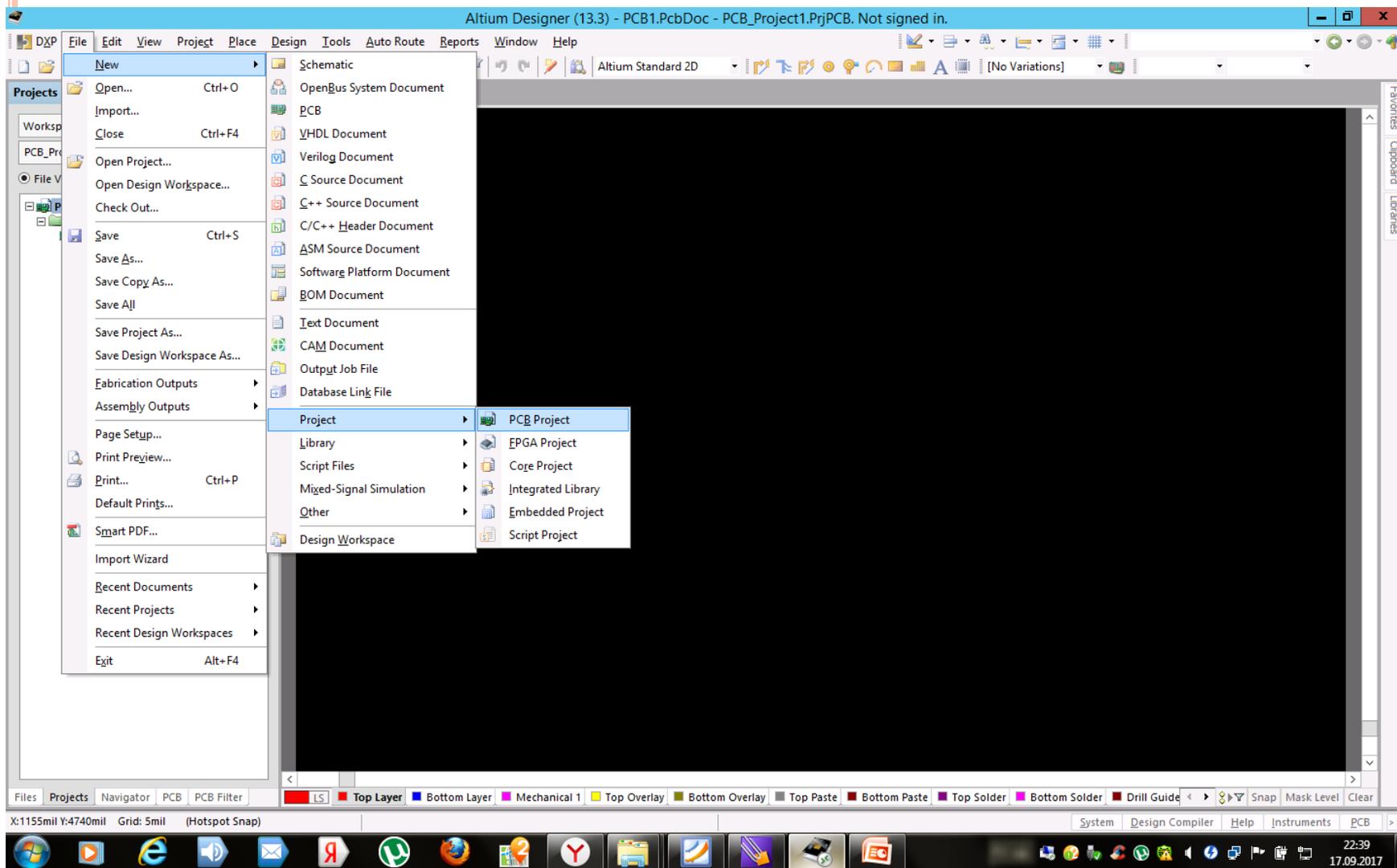
- Другие пиктограммы расположены на панели инструментов
  1. Manual - редактирование цепи;
  2. Rename Net - переименование цепи;
  3. Measure - измерить расстояние;
  4. Record ECOs - начать/закончить запись файла изменений.

# Интерфейс графического редактора P-CAD PCB :

- Для размещения и трассировки печатных плат (ПП) используется графический редактор PCB.
- Пиктограммы меню инструментов этого редактора следующие:



# Интерфейс графического редактора Altium Designer PCB:



# Интерфейс графического редактора P-CAD PCB:

1. Place Component - размещение корпуса элемента;
2. Place Connection - ввод электрической связи;
3. Place Pad - размещение стека контактной площадки (КП);
4. Place Via-размещение переходного отверстия;
5. Place Line - рисование линии;
6. Place Arc - рисование дуги;
7. Place Polygon - рисование полигона;
8. Place Point - размещение точки привязки;
9. Place Copper Pour - размещение области металлизации;
10. Place Cutout - размещение выреза в области металлизации;
11. Place Keepout - создание барьера трассировки;
12. Place Plane - создание линии раздела двух слоев металлизации;
13. Place Room - создание «комнаты»;
14. Place Text - размещение текста;
15. Place Attribute - размещение атрибута;
16. Place Field - размещение строки данных трасс;
17. Place Dimension - простановка размера;
18. Measure - измерение расстояния;

# Интерфейс графического редактора P-CAD PCB:

19. Online DRC - проверка соблюдения ограничений;
20. Record ECOs - начать/закончить запись файла изменений;
21. Rout Manual - прокладка проводников вручную;
22. Route Interactive - прокладка проводников в интерактивном режиме;
23. Route Miter - сглаживание изгиба проводников;
24. Route Bus - прокладка шин;
25. Route Multi Trace - прокладка нескольких проводников;
26. Route Fanout - создание (генерация) стрингеров (коротких отрезков трасс);
27. Push Traces - отталкивание трасс;
28. Maximize Hugging - улучшение огибания препятствий;
29. Minimize Length - уменьшение длины

## Типы проектов в Altium Designer:

Начальной точкой конструкторского решения в Altium Designer является проект – набор документов, предназначенный для разработки одного самостоятельного изделия. Каждый документ в проекте записывается как отдельный файл, который связан с проектом через ссылки. **Типы проектов:**

1. Проект платы – PCB Project (\*.PrjPcb). Набор документов, необходимых для изготовления ПП.

Электронная схема вводится в редакторе схем, создаваемая из библиотечных символов, которые соединяются проводниками. Проект передаётся в редактор плат, где каждый компонент представляется как посадочное место (корпус) и проводники на схеме преобразуются в соединительные линии от вывода к выводу. Описываются правила проектирования для изготовления фотошаблона, такие как ширина проводников и зазоры. Компоненты размещаются в пределах контура ПП и соединяются линиями связей, которые затем заменяются трассами, вручную или автоматически. Когда проект закончен, генерируются выходные файлы в стандартных форматах, которые можно использовать для изготовления платы, установки компонентов сборочной машине и т.д.

## Типы проектов в Altium Designer:

2. Проект ПЛИС (Программируемая логическая интегральная схема) – FPGA Project (\*.PrjFpg). Набор документов, которые могут быть обработаны для программирования ПЛИС.
3. Интегрированная библиотека – Integrated Library (\*.IntLib). Условные графические отображения и посадочные места компонентов формируются в редакторе библиотек для создания интегрированной библиотеки. К символу могут быть добавлены четыре типа моделей, например, описание посадочного места, данные для схемного моделирования, моделирования целостности сигнала и трёхмерные модели.
4. Встроенный проект – Embedded Project (\*.PrjEmb). Набор документов, необходимых для производства прикладного программного обеспечения. Исходный проект формируется на языке C или ассемблере.
5. Скрипт-проект – Script Project (\*.PrjScr). Программирование в среде Altium Designer, имеющее целью модификацию объектов в других открытых проектах.

# Altium Designer:

Основные горячие клавиши:

Space – поворот компонента или угла;

G – изменение шага сетки;

Ctrl+прокрутка колеса мыши – масштабирование изображения;

Нажатая клавиша Shift позволяет выделять несколько компонентов;

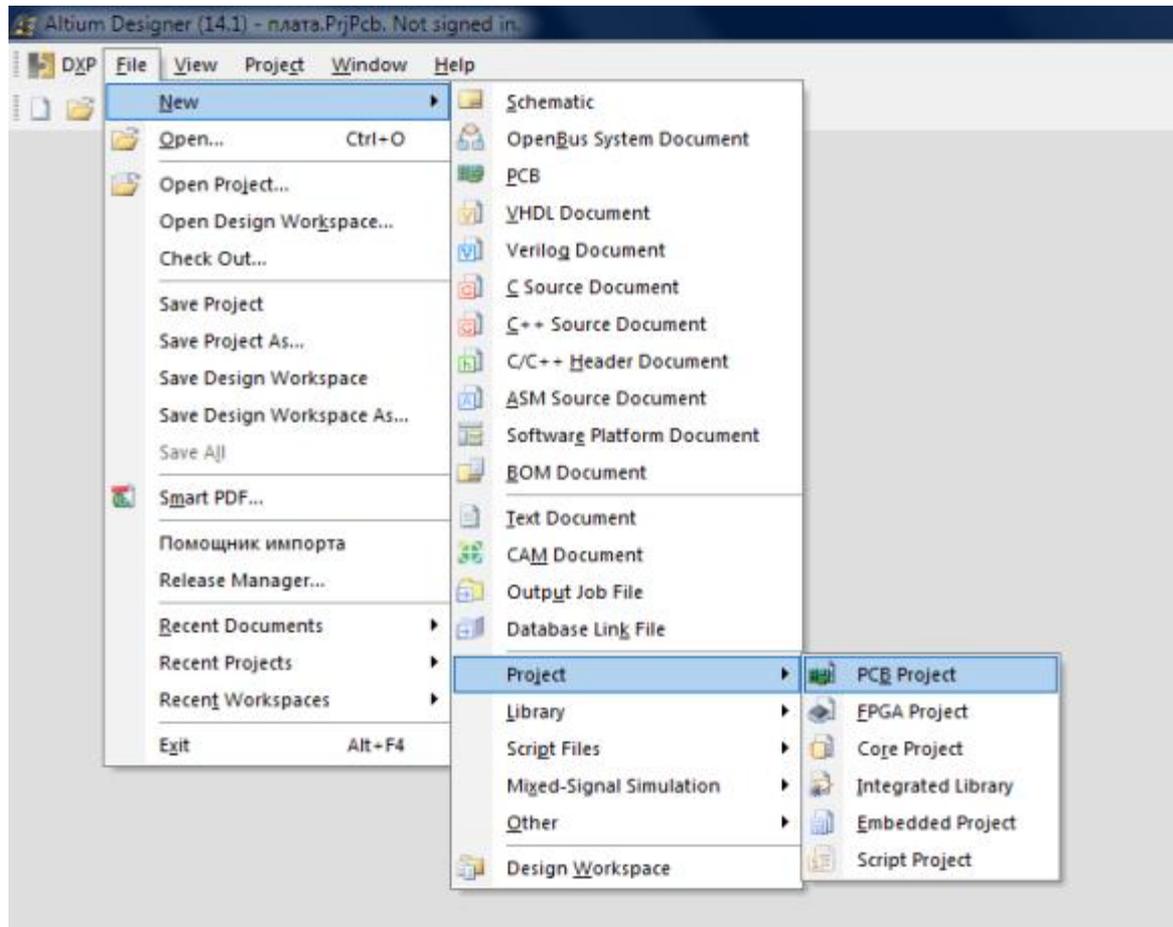
Нажатая клавиша Ctrl позволяет переместить компонент без отрыва от цепи или трассы.

Для того, чтобы включить русский язык выполнить следующие команды:

**DXF / Preferences / System – General / Localized resources** – ставим галочку и нажимаем ОК.

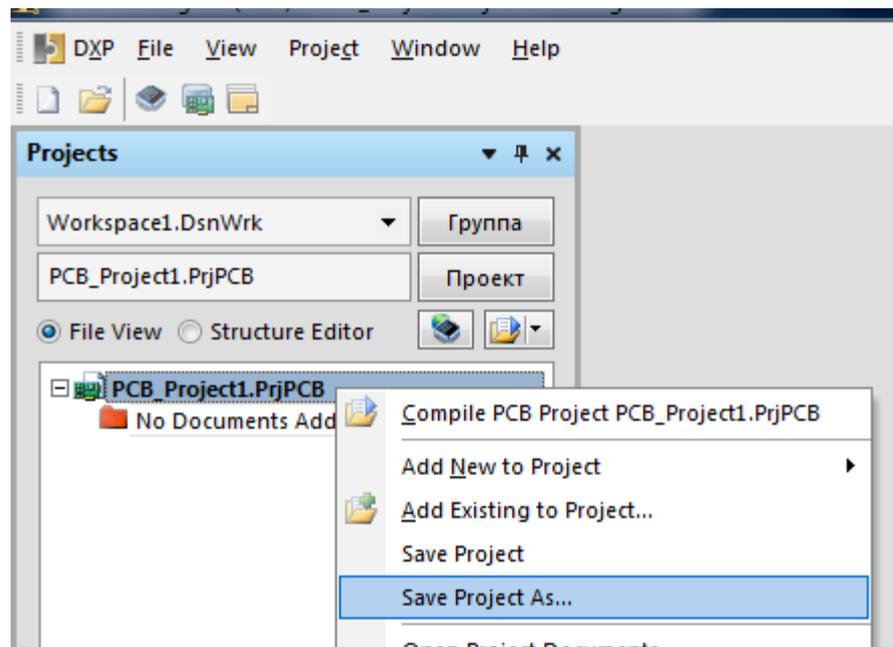
# НАЧАЛО РАБОТЫ Altium Designer:

Запустить Altium Designer и создать файл проекта. Для этого выполнить команды File / New / Project/ PCB Project.



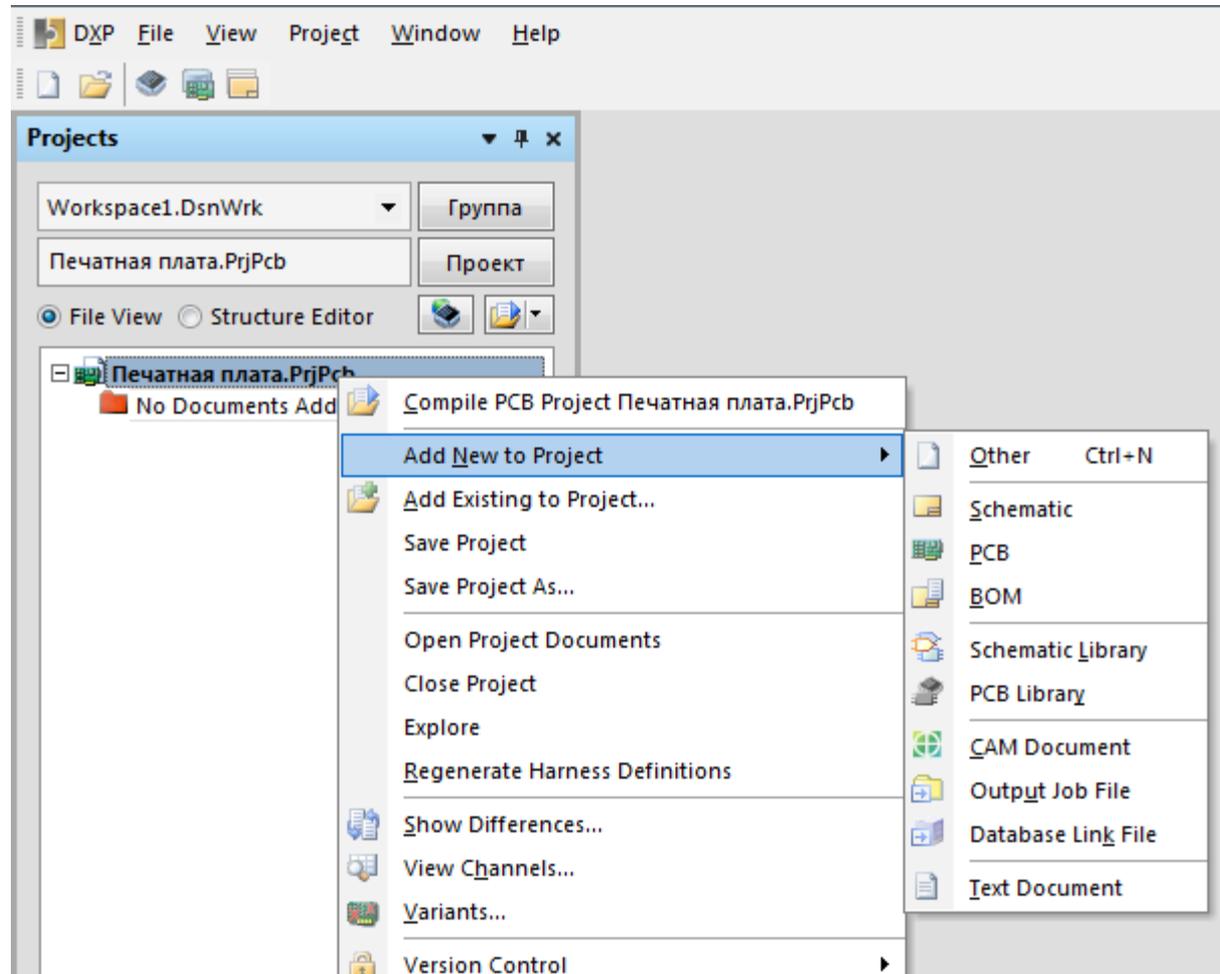
# Altium Designer:

Слева на экране должно появиться окно менеджера проектов Projects. Далее необходимо сохранить новый проект. Для этого щелкнуть правой кнопкой мыши (далее ПК) по названию создаваемого проекта и выполнив команду «Save Project As...» сохранить проект с названием «Печатная плата»



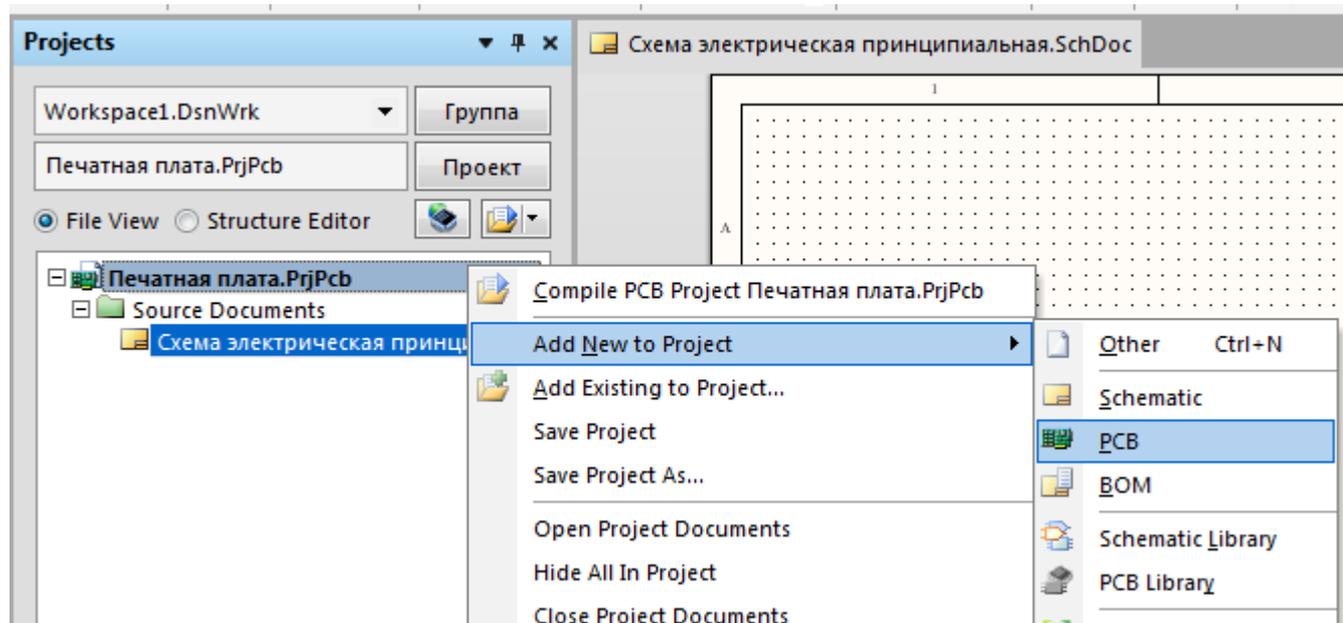
# Altium Designer:

Затем вновь нажать ПК и выполнить команды «Add New to Project / Schematic». На рабочем поле открывается форматка для выполнения чертежа принципиальной схемы



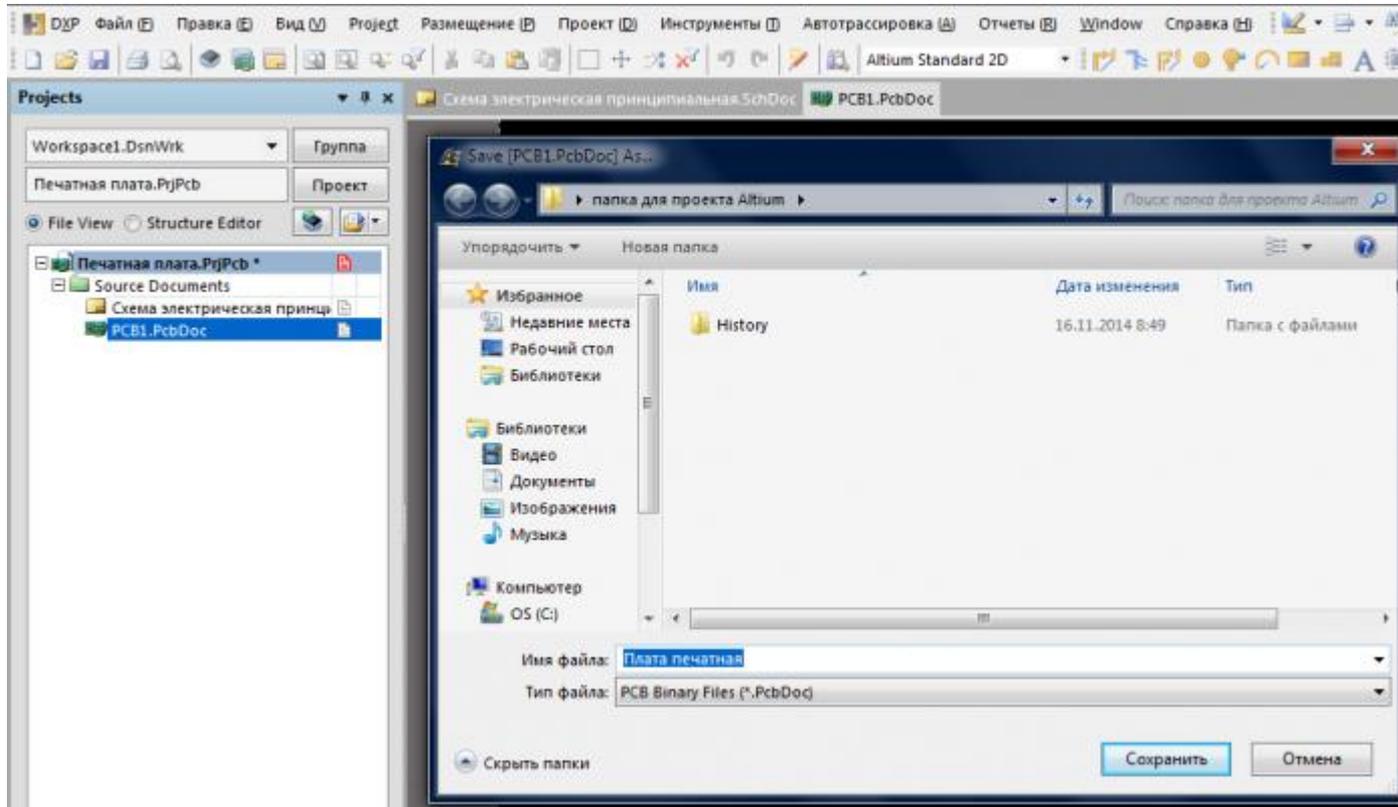
# Altium Designer:

Точно также сохраняем схему. Щелкнуть ПК по названию проекта «Sheet1.SchDoc». В выпавшем меню выбрать «Save Project As...» и в открывшемся окне набрать название «Схема электрическая принципиальная». После этого необходимо добавить файл проекта печатной платы. Для этого щелкнуть ПК по названию проекта, выбрать «Add New to Project / PCB»



# Altium Designer:

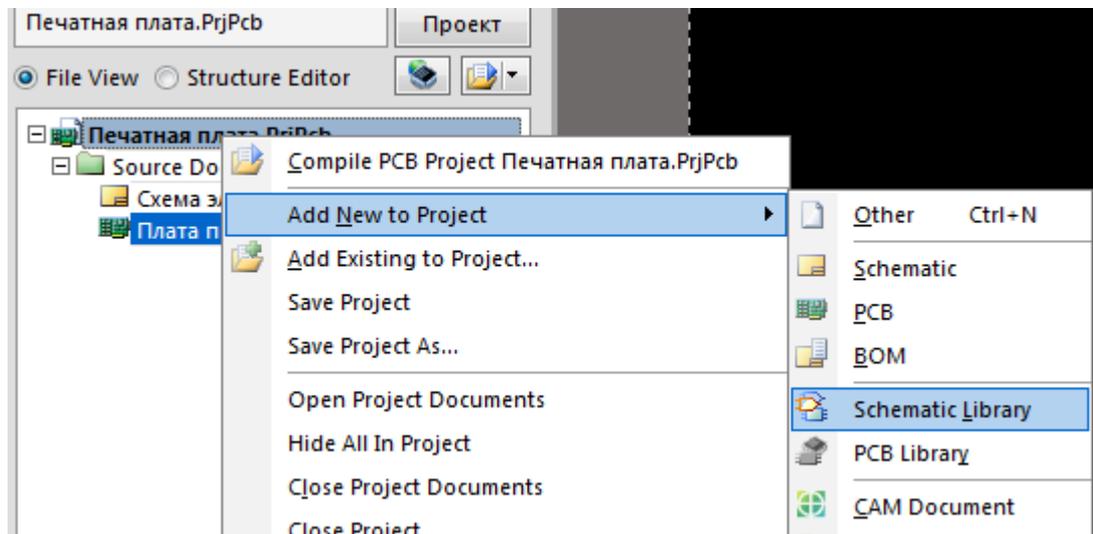
На рабочем поле появится окно черного цвета. Этот документ также надо сохранить. Для этого щелкнуть ПК по PCB1.PcbDoc, в выпавшем меню выбрать «Save Project As...», назвать его «Плата печатная»



# Altium Designer:

Справа от названия проекта Печатная плата АД.PrjPcb красный листок. Это означает, что проект надо сохранить. Для этого выполнить команды «Файл / Сохранить всё».

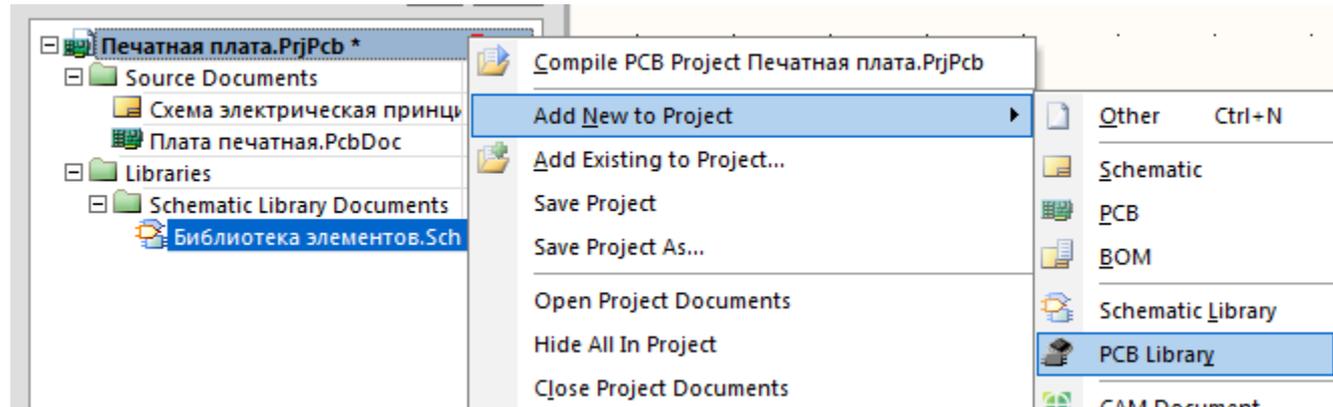
Добавим библиотеки в созданный проект. Для этого, щелкнув ПК по названию проекта, в выпадающем меню выполнить команды «Add New to Project / Schematic Library»



# Altium Designer:

Появится рабочее поле редактора условных графических изображений электро-радиоэлементов. Сохраним этот документ под названием «Библиотека элементов»

Теперь добавим в проект библиотеку посадочных мест элементов. Для этого щелкнуть ПК по названию проекта, выбрать « Add New to Project / PCB Library »

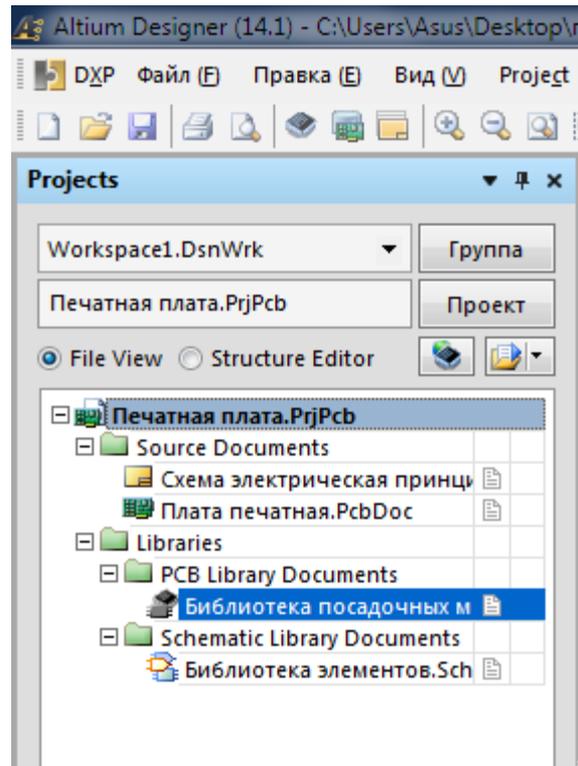


# Altium Designer:

Сохраним созданный документ под названием «Библиотека посадочных мест».

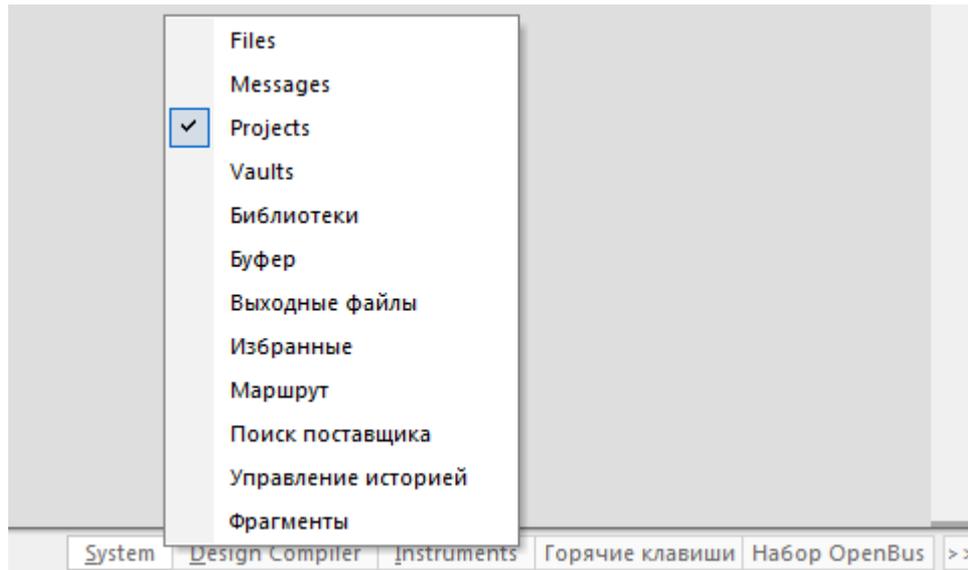
Теперь сохраним весь проект командой «Файл / Сохранить всё».

Дерево проекта с созданными файлами выглядит следующим образом

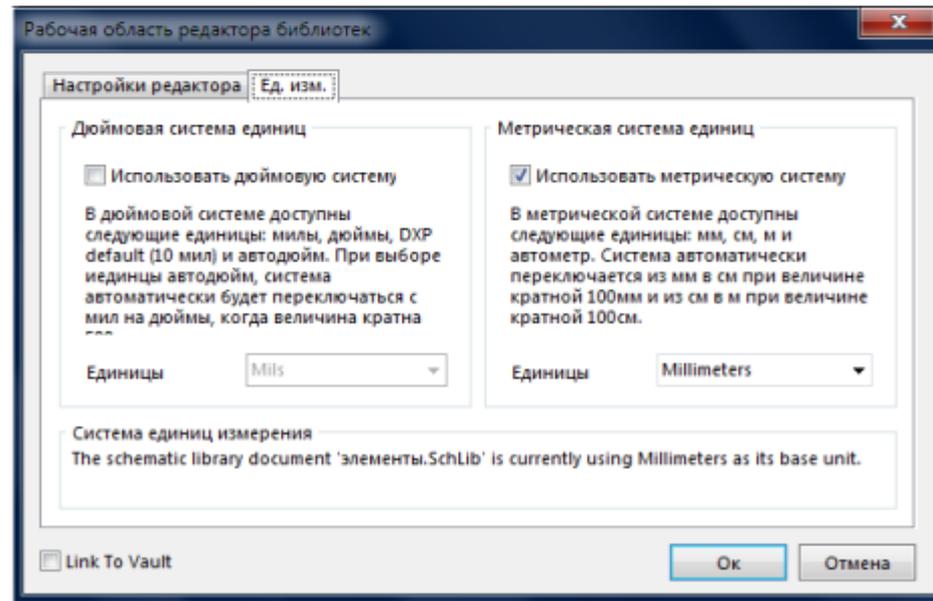
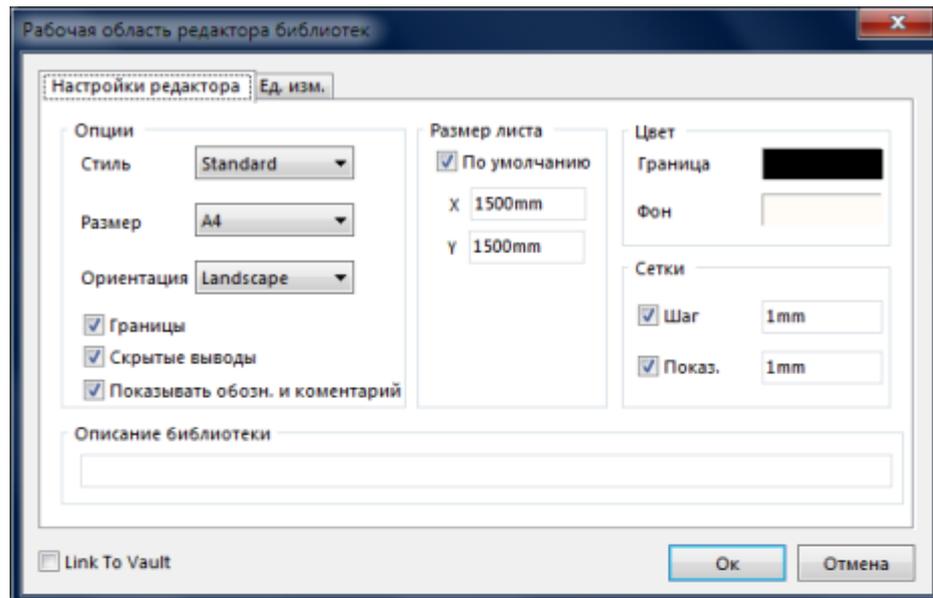


# Altium Designer:

Если вы случайно закрыли окно Project, то открыть его можно щелкнув в нижней части экрана кнопку System и в появившемся окне нажать на слово Project



Выполним основные настройки редактора. Для этого в рабочем поле редактора щелкнем правой кнопкой мыши и в выпадающем меню выполним команды «Опции / Опции документа». Откроется окно «Рабочая область редактора библиотек». Во вкладках "Настройки редактора" и "Ед.изм." произвести настройки. Можно настроить шаг сетки: для этого выполнить команды «Опции / Настройка редактора схем». В окне Настройки щелчком открыть папку Schematic и выбрать вкладку Grids. Откроется окно, в котором в поле «Grid Options» в окне Видимая сетка установить Dot Grid (точечная сетка) или Line Grid (линейная сетка), цвет сетки задать чёрным. Нажать Применить и Ок.

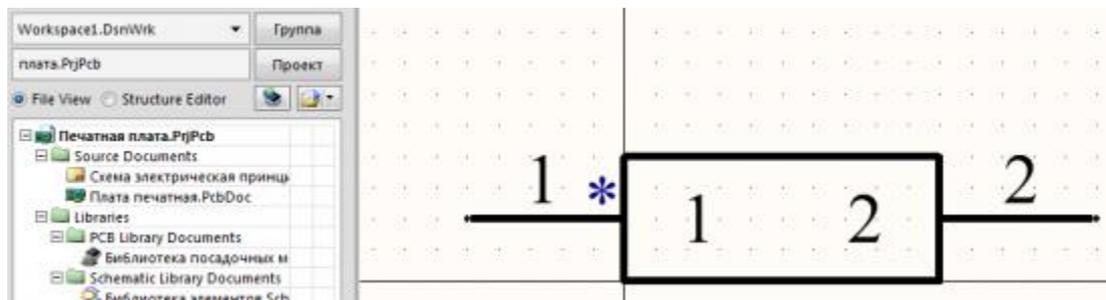


# СОЗДАНИЕ УСЛОВНОГО ГРАФИЧЕСКОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ РЕЗИСТОРА в Altium Designer:

Шаг сетки установить 1мм (нажатием клавиши G).

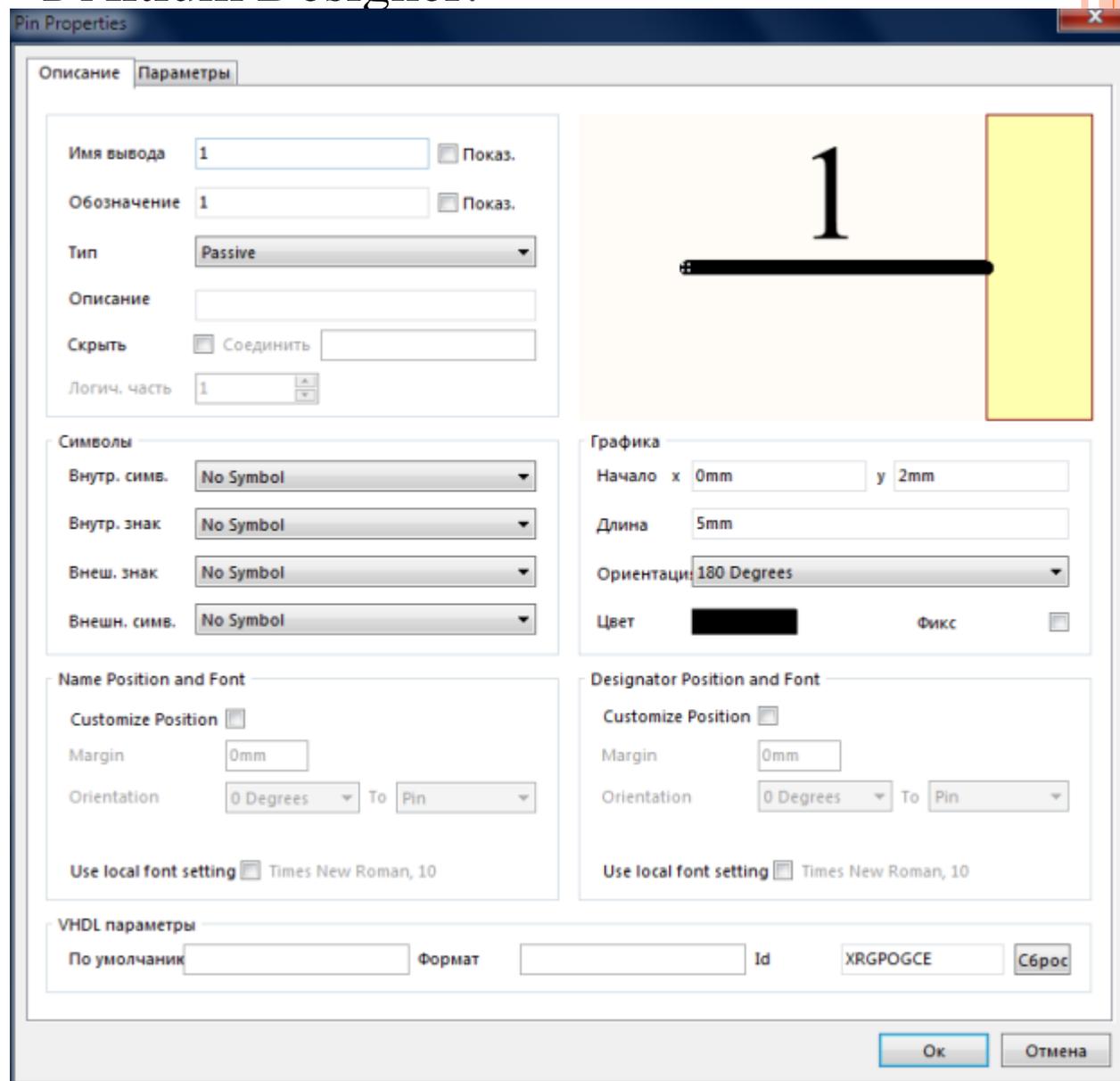
Выполним команду «Размещение/Линия» и сформируем корпус резистора в виде прямоугольника размером 10x4 мм.

Далее добавим выводы резистора командой «Размещение/Вывод». Ставим выводы так чтобы белые точки на конце вывода были направлены от корпуса. Белые точки показывают место соединения проводников.



# СОЗДАНИЕ УСЛОВНОГО ГРАФИЧЕСКОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ РЕЗИСТОРА в Altium Designer:

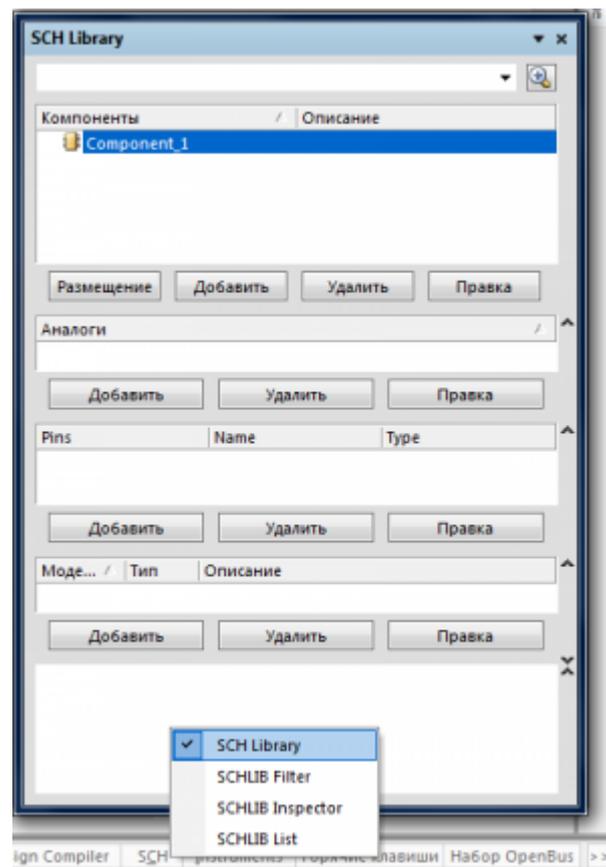
Чтобы повернуть вывод при его вставке нажимаем на пробел. Отредактировать вывод можно дважды щелкнув по нему. После этого появляется окно "Pin properties"



# СОЗДАНИЕ УСЛОВНОГО ГРАФИЧЕСКОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ РЕЗИСТОРА в Altium Designer:

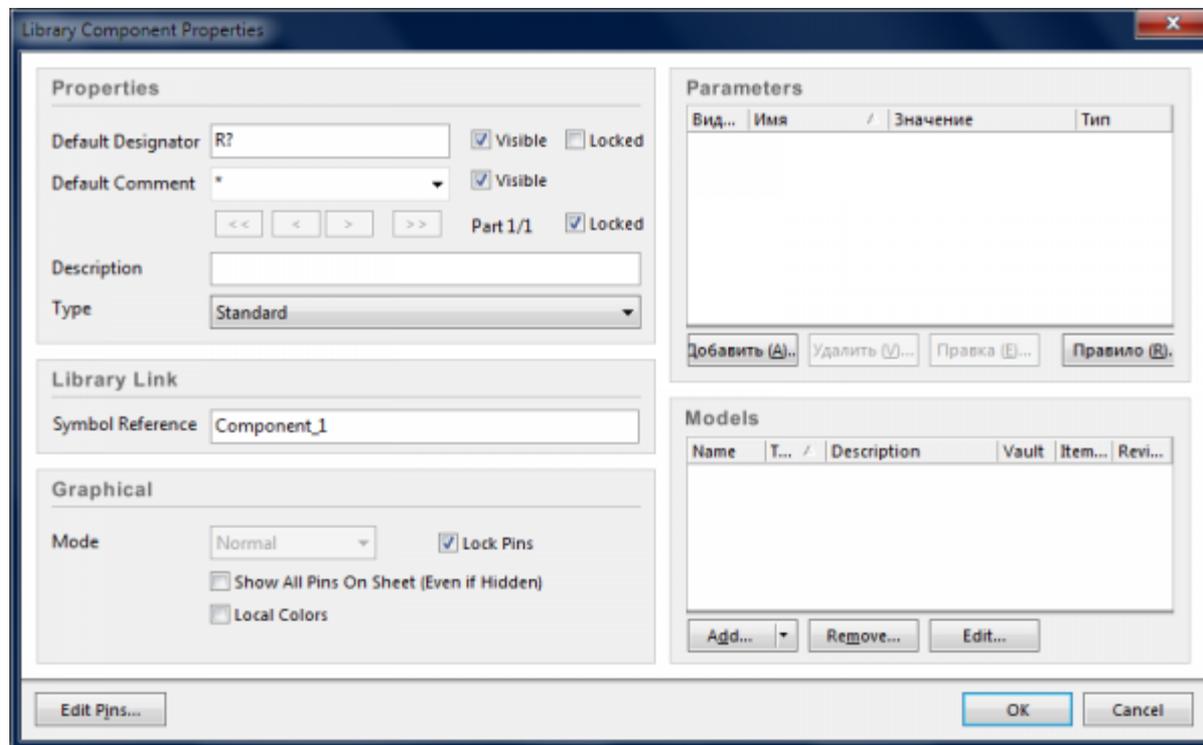
Длину выводов установить 5 мм. Так как выводы резистора не нумеруются и не обозначаются, в окнах имя вывода и обозначение убрать флажки.

Записать созданный рисунок резистора в библиотеку. Для этого в нижней части экрана нажать SCH. В появившемся окне щелкнуть по кнопке SCHLibrary, в следующем появившемся окне в списке компонентов дважды щелкнуть по Component\_1



# СОЗДАНИЕ УСЛОВНОГО ГРАФИЧЕСКОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ РЕЗИСТОРА в Altium Designer:

Откроется окно "Library Component Properties", в котором можно переименовать название элемента на «Резистор». В окошечке "Default Designator" напишем обозначение резистора R?, где вместо знака вопроса, при составлении схемы, программа автоматически поставит номер резистора. В окошечке "Default Comment" напишем номинал, а галочки visible делают видимыми на схеме указанную информацию. Нажимаем кнопку Ок.

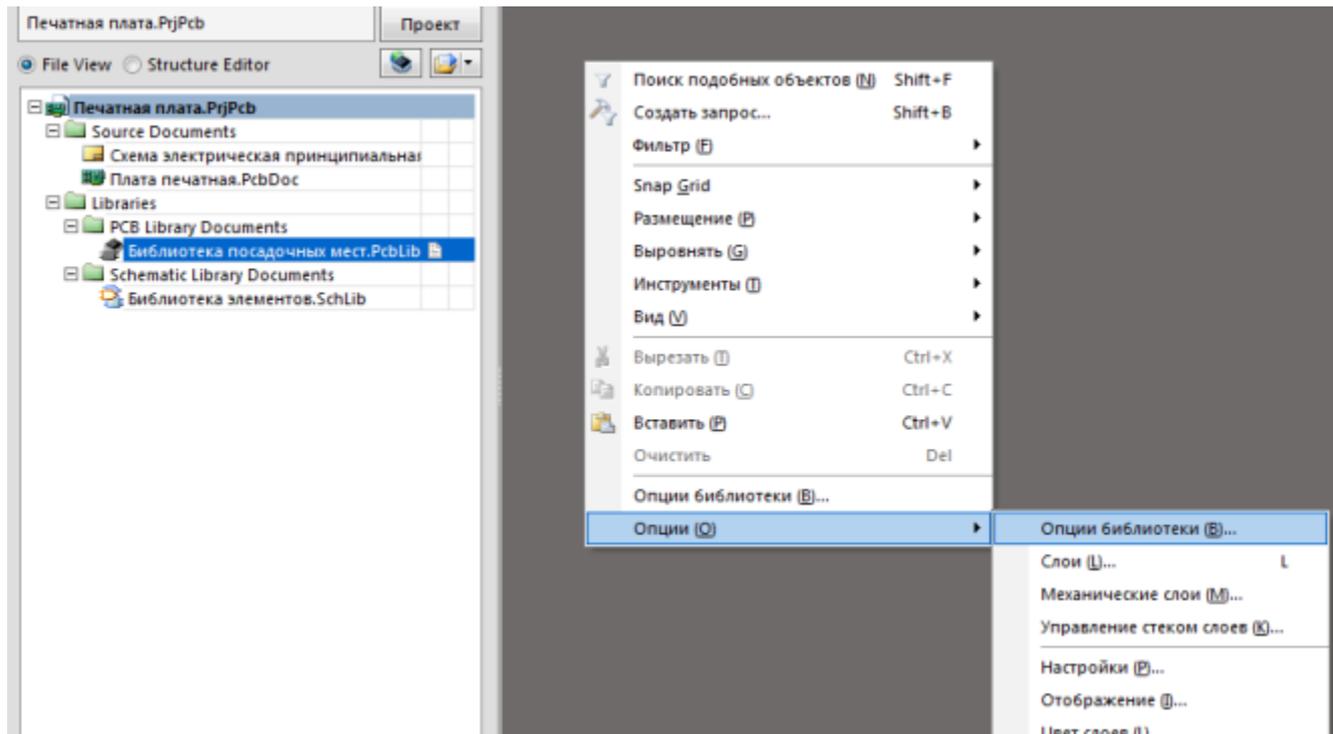


## СОЗДАНИЕ УСЛОВНОГО ГРАФИЧЕСКОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ РЕЗИСТОРА в Altium Designer:

Для того, чтобы создать новый компонент, выполним команду "Инструменты / Новый компонент". Появится маленькое окно, в котором нужно ввести его название и нажать ОК. Новый компонент появится в библиотеке SCH Library.

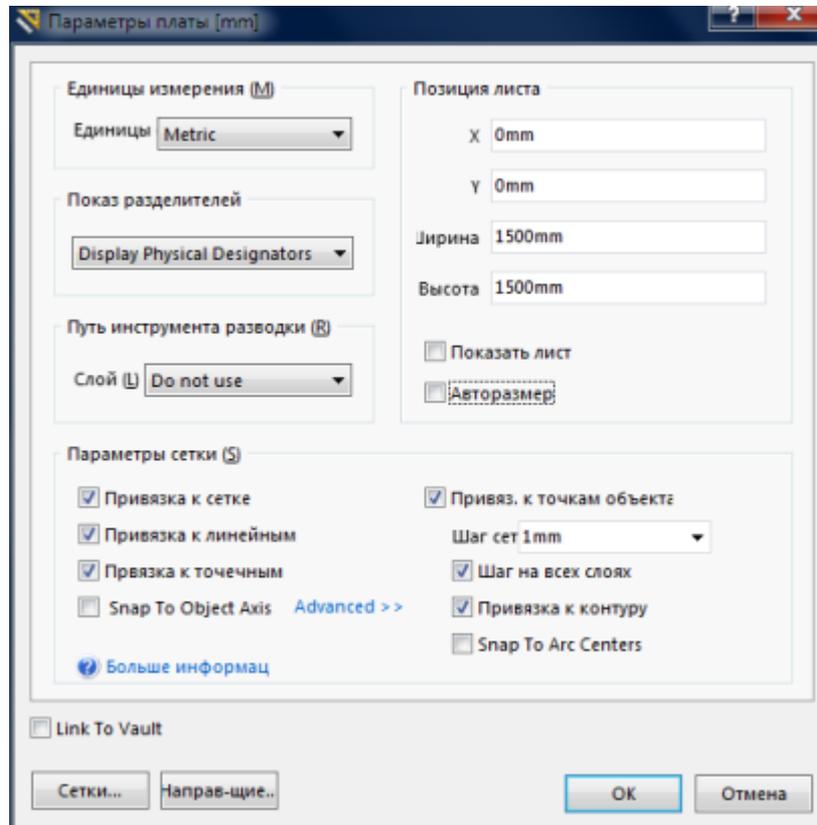
# РАЗРАБОТКА ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ ДЛЯ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ в Altium Designer:

Прежде всего сделаем основные настройки редактора посадочных мест. Открыть файл проекта "Печатная плата .PrjPCB". В дереве проекта открываем документ "Библиотека посадочных мест". Щелкнуть правой кнопкой мыши в рабочем поле и выполнить команды Опции / Опции библиотеки.



# РАЗРАБОТКА ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ ДЛЯ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ в Altium Designer:

Откроется окно Свойства платы (Параметры платы), в котором необходимо установить: единицы измерения Metric, шаг сетки 1mm. Убираем галочку "Авторазмер" и задаем ширину и высоту 1500 мм, а позицию листа 0;0.



# РАЗРАБОТКА ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ ДЛЯ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ в Altium Designer:

Создадим посадочное место для резистора.

Выполним команду Инструменты / Новый бланк компонента. После чего создается лист серого цвета с клетками, а по центру располагается небольшой круг - начало координат.

Выполнить команды Размещение / Контактная площадка. Установить эту контактную площадку в начало координат.

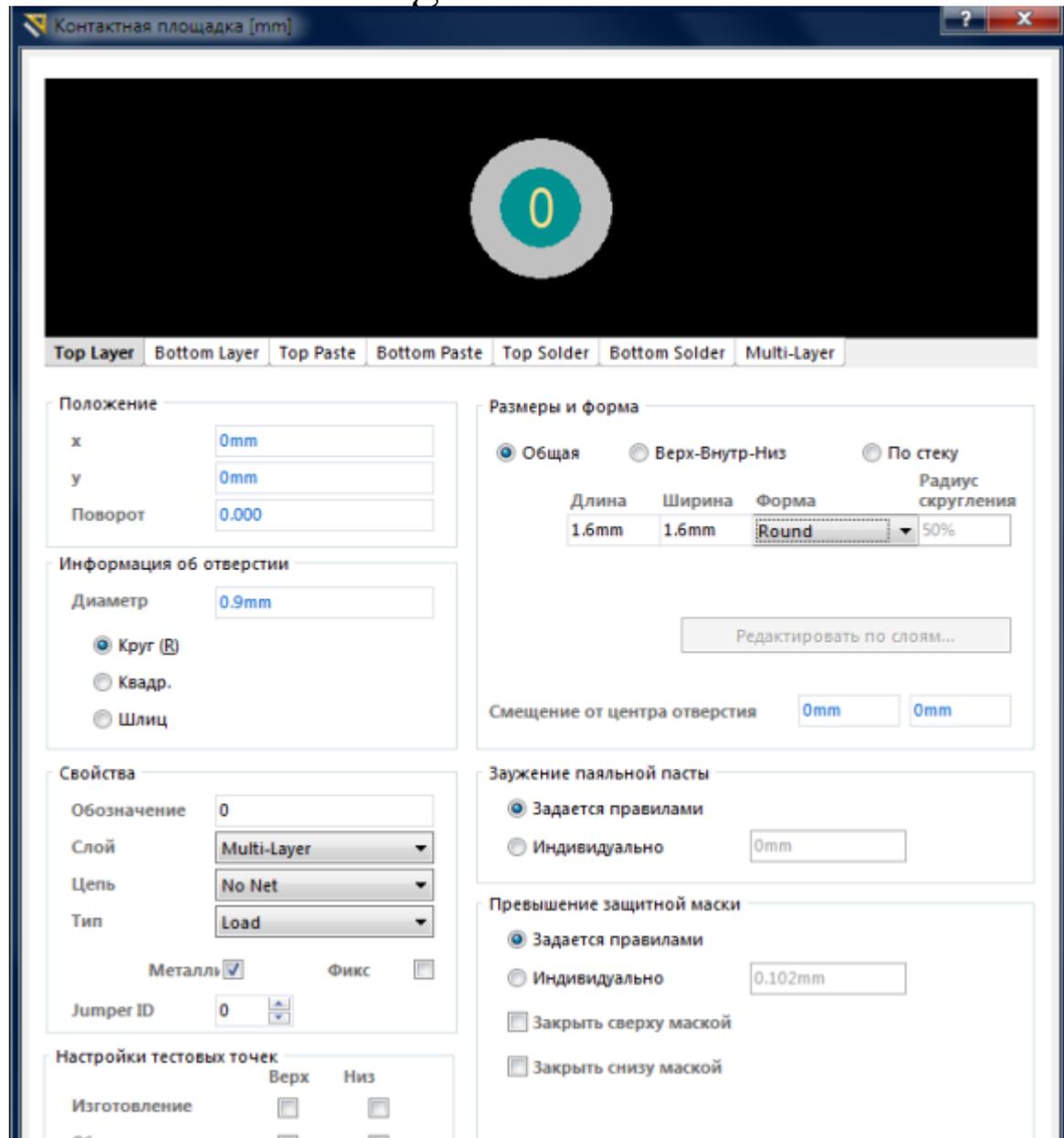
Далее щелкнуть по ней дважды левой кнопкой мыши. После этого откроется окно настройки контактных площадок. В поле Размеры и форма выбрать "Общая" задать необходимую длину и ширину, выбрать форму контактной площадки (например Round).

В поле Информация об отверстии задать диаметр отверстия 0,9 мм (учитывайте толщину выводов вашего компонента).

В поле Свойства задать : Обозначение 1, слой Multi -Layer, цепь -No Net, тип-Load, галочку металл.

# РАЗРАБОТКА ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ ДЛЯ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ в Altium Designer:

Остальные поля  
заполняются  
индивидуально.  
Нажимаем Ок.



# РАЗРАБОТКА ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ ДЛЯ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ в Altium Designer:

Теперь можно скопировать созданную контактную площадку и разместить ее в нужном расстоянии. Шаг сетки выбирается нажатием клавиши G. Масштаб листа осуществляется прокруткой колеса мыши при нажатой клавише Ctrl. Расстояние между конт. площадками устанавливается индивидуально для каждого компонента. На рисунке 18 оно составляет 15мм. Обозначение конт. площадок 1 и 2.



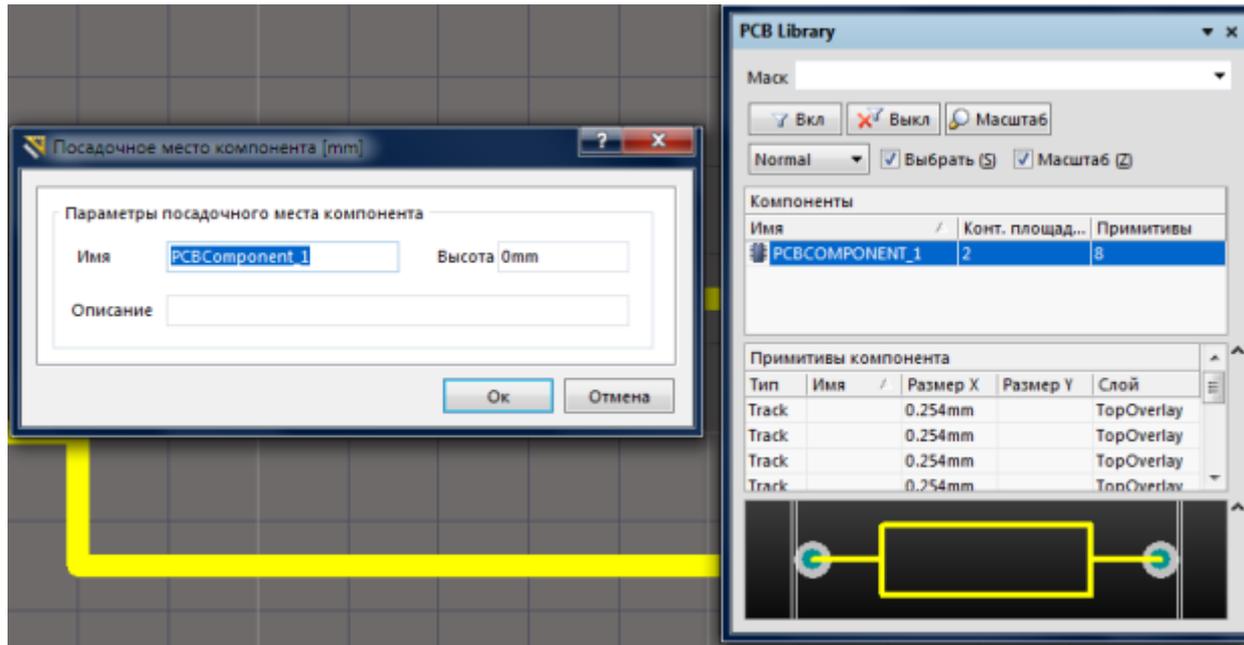
# РАЗРАБОТКА ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ ДЛЯ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ в Altium Designer:

Теперь нарисуем контур резистора. Для этого выбрать слой Top Overlay, выполнить команды Размещение / Линия и нарисовать контур резистора равный габаритным размерам



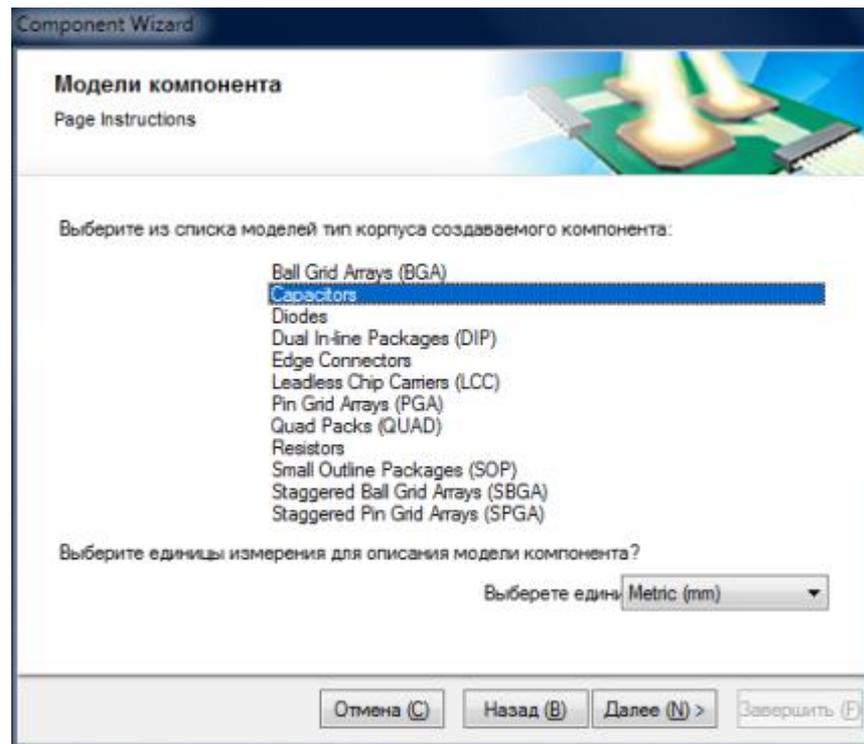
# РАЗРАБОТКА ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ ДЛЯ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ в Altium Designer:

Сохранить посадочное место в библиотеку. Нажимаем в правой нижней части экрана на кнопку PCB выбираем PCB Library и в появившемся окне дважды щелкаем по компоненту PCBComponent\_1, набираем имя "ПМ для резистора" и сохраняем нажав ОК.



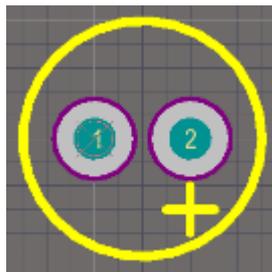
# РАЗРАБОТКА ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ ДЛЯ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ в Altium Designer:

Посадочные места также можно создать и другим способом. Для этого нажимаем Инструменты / Помощник создания компонентов. В открывшемся окне нажать Далее. Из появившегося списка выбираем то, что хотим создать, например конденсатор (capacitor) и единицы измерения



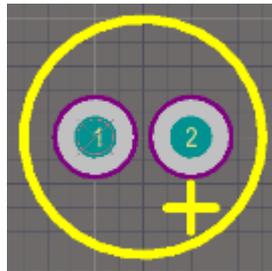
# РАЗРАБОТКА ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ ДЛЯ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ в Altium Designer:

Нажимаем Далее. Теперь программа просит указать способ монтажа. Through Hole - это монтаж в отверстие, а Surface Mount - это поверхностный монтаж. Снова нажимаем Далее и указываем диаметр контактной площадки и диаметр отверстия. Далее указываем расстояние между отверстиями. Затем программа спрашивает полярный или неполярный данный конденсатор. Выбираем стиль монтажа. В итоге получается вот что



## РАЗРАБОТКА ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ ДЛЯ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ в Altium Designer:

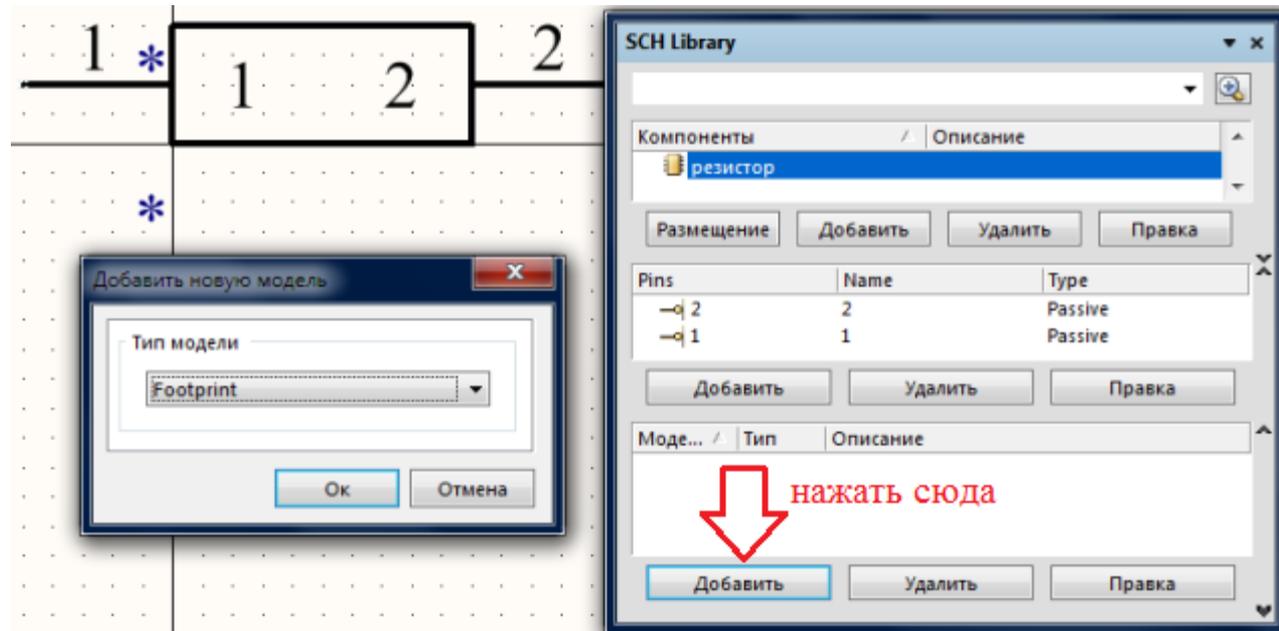
Нажимаем Далее. Теперь программа просит указать способ монтажа. Through Hole - это монтаж в отверстие, а Surface Mount - это поверхностный монтаж. Снова нажимаем Далее и указываем диаметр контактной площадки и диаметр отверстия. Далее указываем расстояние между отверстиями. Затем программа спрашивает полярный или неполярный данный конденсатор. Выбираем стиль монтажа. В итоге получается вот что



Аналогичным образом создаем посадочные места для других компонентов. Открыть библиотеку можно командой PCB / PCB Library. Обязательно сохраняем все изменения проекта командой File (Файл) / Save All !

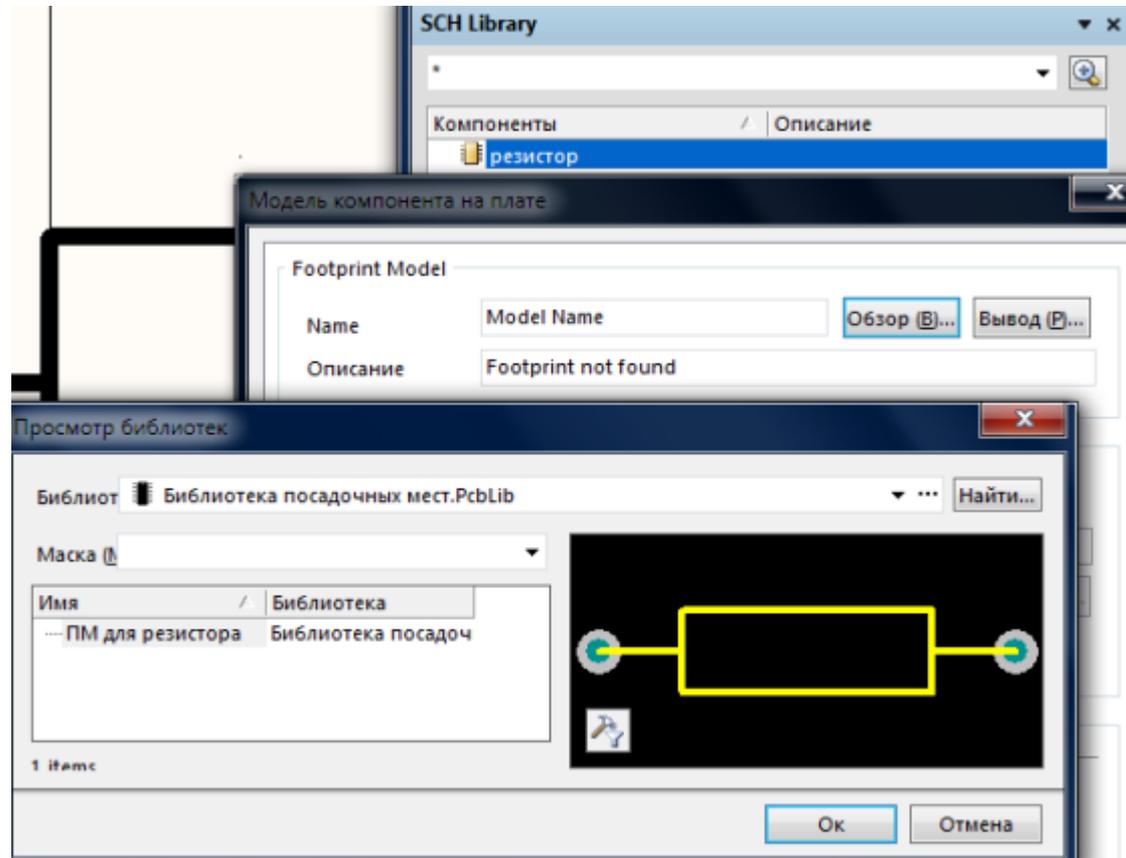
# РАЗРАБОТКА ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ ДЛЯ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ в Altium Designer:

Посадочные места в программе Altium Designer именуется как "footprint". Теперь пришло время прикрепить созданный футпринт резистора к его условно графическому изображению. Для этого в дереве проекта открываем "Библиотека элементов.SchLib". Затем справа в нижней части экрана нажать на кнопку SCH, щелкнуть по нему и в контекстном меню выбрать SCH Library. Откроется менеджер разработанной библиотеки элементов, в котором нужно выделить нужный элемент (в нашем случае резистор) и нажать кнопку "добавить"



# РАЗРАБОТКА ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ ДЛЯ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ в Altium Designer:

После этого в появившемся маленьком окошечке выбрать тип модели "Footprint" и нажать ОК. Откроется окно "Модель компонента на плате", в котором нажимаем "Обзор" и выбираем "ПМ для резистора". Нажать ОК.



# РАЗРАБОТКА ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ ДЛЯ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ в Altium Designer:

Сохраняем все изменения проекта командой File (Файл) / Save All.  
Аналогичным образом создаются другие компоненты. После этого  
переходим к созданию принципиальной схемы.