

УДК 621.3.049.75:004.9Altium Designer
ББК 32.844.12-022c515
Л77

Лопаткин А.
Л77 Проектирование печатных плат в системе Altium Designer: учеб. пособие для практических занятий. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 554 с.: ил.

ISBN 978-5-97060-509-7

В книге подробно с применением пошаговых инструкций описывается весь цикл проектирования печатной платы – от ввода схемы до верификации проекта и выпуска рабочей документации. Рассмотрены инструменты автоматической и интерактивной трассировки, размещения и редактирования полигонов, задания и проверки конструкторско-технологических норм. Большое внимание уделено созданию и ведению библиотек, включающих все известные разновидности электронных компонентов.

Второе издание обновлено с учетом новых версий системы, а также включает материал, посвященный разработке иерархических и многоканальных схем, приемам работы с рабочими панелями списков, генератором символов и инструментами архивирования проектов. Кроме того, расширен список подробно разобранных системных и проектных настроек.

Книга может быть полезна для разработчиков электронной аппаратуры и студентов технических вузов, начинающих осваивать систему Altium Designer.

УДК 621.3.049.75:004.9Altium Designer
ББК 32.844.12-022c515

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 978-5-97060-509-7

© Лопаткин А., 2017
© Издание, оформление, ДМК Пресс, 2017

Содержание

Введение	14
Глава 1. Знакомство с системой	17
1.1. Запуск системы Altium Designer	18
1.2. Базовые понятия Altium Designer	18
1.3. Виды проектов в Altium Designer	19
1.4. Рабочий экран	20
1.5. Краткое описание основных элементов управления в рабочем окне Altium Designer	22
1.5.1. Системное меню	22
1.5.2. Инструментальные панели (Tool Bars)	23
1.5.3. Строка статуса и строка статуса команд	24
1.6. Настройка системных параметров	25
1.6.1. Общесистемные параметры	25
1.6.2. Настройка вида рабочего стола	27
1.7. Рабочие панели и работа с ними	28
1.7.1. Варианты размещения, прикрепления и объединения рабочих панелей	28
1.7.2. Активация рабочих панелей	29
1.7.3. Перемещение рабочих панелей и групп панелей	30
1.7.4. Создание и разрушение групп панелей	32
1.7.5. Прикрепление рабочих панелей к краям рабочего поля	35
1.7.6. Фиксация рабочих панелей	36
1.7.7. Заккрытие рабочих панелей	38
1.7.8. Базовый набор рабочих панелей и их размещение	38
1.8. Освобождение рабочей области от проектов и документов	40
1.8.1. Заккрытие и открытие вкладки Home	40
1.8.2. Заккрытие проектов	42
1.8.3. Заккрытие раздела «свободных» документов	42
1.9. Стартовое состояние окна системы	43
Глава 2. Создание шаблонов схемных документов	45
2.1. Создание проекта и документа	46
2.1.1. Рекомендуемая структура каталогов на жестком диске для учебных занятий	47

2.1.2. Создание и сохранение проекта	48
2.1.3. Создание и сохранение нового схемного документа	50
2.2. Настройка параметров схемного документа	51
2.1.1. Установка единиц измерения для текущего документа	52
2.2.4. Задание размеров листа и параметров его оформления	53
2.3. Настройка параметров схемного редактора.....	54
2.3.5. Graphical Editing – настройки графического редактирования схемного редактора	54
2.3.6. Установка шагов сеток	56
2.4. Инструменты просмотра схемных документов	58
2.5. Создание графики основной надписи	59
2.5.1. Рисование прямоугольников.....	59
2.5.2. Оптимизация рабочего пространства	62
2.5.3. Рисование линий	63
2.5.4. Режимы раскладки линий.....	66
2.5.5. Построение массива объектов.....	67
2.5.6. Редактирование свойств нескольких выделенных объектов. SCH Inspector	69
2.6. Размещение текстовых надписей в документе	70
2.7. Выделение группы объектов в документе по заданному критерию. Команда Find Similar Objects	73
2.8. Размещение текстовых блоков (Text Frame).....	76
2.9. Реквизиты схемного документа.....	78
2.9.1. Изменение значения реквизитов	79
2.9.2. Добавление реквизитов документа	80
2.9.3. Размещение реквизитов в основной надписи	81
2.10. Выравнивание объектов в документе (Align).....	83
2.11. Группировка схемных объектов и работа с группами (Unions).....	85
2.11.1. Создание группы.....	85
2.11.2. Действия с группами.....	86
2.12. Создание верхней угловой надписи	88
2.13. Создание шаблона для первого листа документа формата A4.....	90
2.14. Создание шаблонов для второго и последующих листов схемного документа	91
2.15. Создание шаблонов документов других форматов.....	94
2.16. Системные и проектные настройки для шаблонов.....	95
2.17. Использование шаблонов	97
2.17.1. Создание документа на базе шаблона.....	97
2.17.2. Оформление документа по шаблону	99
2.17.3. Изменение значений реквизитов текущего документа	101
2.18. Завершение работы над шаблонами	102

2.19. Рабочая панель SCH List – табличный редактор свойств объектов схемного документа	102
2.19.1. Установка единиц измерения по умолчанию для новых схемных документов	103
2.19.2. Настройка области действия рабочей панели SCH List	106
2.19.3. Выбор отображаемых свойств (атрибутов)	110
2.19.4. Сортировка данных в таблице	112
2.19.5. Использование таблицы для выделения элементов на рабочем поле	113
2.19.6. Открытие окна свойств объекта документа из электронной таблицы	117
2.19.7. Редактирование числовых атрибутов в электронной таблице	119
2.19.8. Групповое редактирование числовых ячеек	120
2.19.9. Дополнительные возможности редактирования числовых ячеек	121
2.19.10. Особенности использования математических выражений и функций при редактировании числовых ячеек	122
2.19.11. Замена символов в текстовых ячейках электронной таблицы	124
2.19.12. Использование формул при редактировании текстовых ячеек	127
2.19.13. Использование специальных функций для редактирования тестовых ячеек	128
2.19.14. Обмен данными с внешними табличными редакторами	130
2.19.15. Преобразование данных в MS Excel	132
2.19.16. Передача данных из внешних электронных таблиц в Altium Designer	132
2.19.17. Добавление объектов в документ с помощью внешних табличных редакторов	134
2.19.18. Краткое описание команд контекстного меню	137
2.19.19. Редактирование выключателей и переключателей	138
2.19.20. Примеры использования панели SCH List	138
2.19.21. Совместное использование панелей List и Inspector	141
2.19.22. Совместное использование панелей List и Filter	141
2.19.23. Использование команды поиска похожих объектов для изучения языка запросов	144

Глава 3. Ведение библиотек

3.1. Разновидности библиотек Altium Designer и их взаимосвязь	148
3.2. Создание и сохранение библиотечного проекта	149

3.3. Добавление в проект библиотеки символов	150
3.3.1. Окно редактора символов	151
3.3.2. Рабочая панель SCH Library	152
3.3.3. Установка параметров библиотечного документа	153
3.3.4. Системная настройка – установка шагов сеток	155
3.4. Состав УГО компонента и общие требования по его реализации	155
3.4.1. Состав условного графического обозначения	155
3.4.2. Регламентация процесса создания библиотек	156
3.4.3. Минимальный набор требований к виду УГО	156
3.5. Создание символа резистора	157
3.5.1. Рисование графики резистора	157
3.5.2. Установка свойств выводов резистора	158
3.5.3. Размещение выводов	160
3.5.4. Настройка свойств компонента	161
3.5.5. Настройка свойств позиционного обозначения и комментария	163
3.6. Формирование УГО биполярных транзисторов	165
3.6.1. Создание нового компонента	166
3.6.2. Формирование графики транзистора (окружность)	166
3.6.3. Рисование вспомогательных и основных линий	168
3.6.4. Размещение выводов	170
3.6.5. Установка свойств компонента и позиционного обозначения и комментария	171
3.7. Создание альтернативных вариантов УГО	172
3.7.1. Рисование графики альтернативного УГО	172
3.7.2. Управление альтернативными вариантами	172
3.8. Создание многосекционных компонентов	173
3.8.1. Создание УГО первой секции	173
3.8.2. Добавление секций в компонент	175
3.9. Компоненты со скрытыми выводами питания	176
3.9.1. Добавление выводов питания в первую секцию	176
3.9.2. Скрытие выводов питания и подключение их к цепям	177
3.9.3. Оперативное управление видимостью скрытых выводов	178
3.10. Дополнительные замечания по отображению отдельных элементов УГО	178
3.10.1. Показ типа вывода	178
3.10.2. Выбор нумерации секций	179
3.10.3. Настройка автоматических приращений для указателей и имен выводов	179
3.10.4. Задание отступов указателей и имен от края вывода	180

3.10.5. Создание новых библиотечных компонентов из существующих	180
3.11. Создание библиотеки посадочных мест	181
3.11.1. Общие положения	181
3.11.2. Добавление в библиотечный проект нового документа	181
3.11.3. Редактирование параметров документа	183
3.11.4. Рабочая панель PCB Library	183
3.11.5. Особенности редактора посадочных мест	184
3.12. Состав типового посадочного места и технология его создания	188
3.12.1. Состав ТПМ	188
3.12.2. Технология создания ТПМ	189
3.13. Создание посадочного места для резистора со штыревыми выводами	190
3.13.1. Расчет параметров посадочного места	190
3.13.2. Свойства контактных площадок	192
3.13.3. Размещение контактных площадок на рабочем поле	194
3.13.4. Размещение маркировочных знаков	197
3.13.5. Добавление трехмерной модели компонента к посадочному месту	197
3.13.6. Работа в трехмерной сцене	200
3.13.7. Назначение имени ТПМ и указание максимальной высоты монтируемого компонента	201
3.13.8. Средства контроля посадочного места и его элементов	202
3.14. Создание посадочного места с использованием конструктора	205
3.15. Добавление трехмерной модели к ТПМ с помощью менеджера трехмерных тел	208
3.16. Подключение посадочных мест к компонентам библиотеки символов	210
3.17. Компиляция библиотечного проекта	214
3.18. Локализация нарушений и их устранение	215
3.19. Задание для самостоятельной работы	216
3.19.1. Создание библиотечного аналога резистора С2-23	217
3.19.2. Создание библиотечного аналога транзистора КТ315А	217
3.19.3. Создание библиотечного аналога конденсатора К10-17Б	219
3.19.4. Создание библиотечного аналога одиночного соединителя	220

3.20. Новый инструмент для создания символов компонентов	220
3.20.1. Установка конструктора символов	221
3.20.2. Структура окна конструктора символов.....	221
3.20.3. Редактирование таблицы выводов	223
3.20.4. Вставка данных в символ или секцию	226

Глава 4. Создание схемных документов 227

4.1. Структура схем, их составные элементы и этапы создания	228
4.2. Задание на проектирование.....	229
4.3. Создание проекта и схемных документов.....	229
4.4. Оформление схемных документов	233
4.5. Изменение атрибутов документа	234
4.6. Подключение библиотек	236
4.7. Размещение компонентов на поле схемного документа.....	237
4.8. Коррекция библиотеки символов и обновление схемного документа.....	239
4.9. Размещение линий групповой связи (шин)	240
4.10. Реализация электрических связей	241
4.10.1. Свойства линии связи	241
4.10.2. Соединение соседних выводов	242
4.10.3. Установка стандартного вида выводов компонентов, пересечений и крестообразных соединений проводов.....	244
4.11. Редактирование схемы	245
4.11.1. Перемещение одиночных объектов на схеме	245
4.11.2. Перемещение компонентов при наличии электрических связей.....	246
4.11.3. Редактирование электрических связей	247
4.12. Размещение на схеме портов питания	249
4.13. Присвоение имен цепям	251
4.14. Размещение директив.....	252
4.15. Создание схемы на втором листе	254
4.16. Присвоение позиционных обозначений	255
4.16.1. Алгоритм расстановки позиционных обозначений	255
4.16.2. Что делать, если позиционные обозначения расставились неправильно?	258
4.17. Расстановка номеров листов и присвоение десятичного номера документу	259
4.18. Компиляция проекта	261
4.18.1. Настройка матрицы выводов и портов	261
4.18.2. Настройка сообщений о нарушениях в проектах	262
4.18.3. Выполнение компиляции	264

4.19. Исключение объектов схемы из проверки при компиляции	265
4.20. Локализация нарушений, выявленных при компиляции.....	267
4.21. Некоторые типовые ошибки и причины их возникновения	269
4.22. Контроль связности цепей в схемных документах	271
4.22.1. Использование инструмента подчеркивания для выделения цепей	272
4.22.2 Активация рабочей панели Navigator (Навигатор).....	274
4.22.3. Настройка рабочей панели Navigator	274
4.22.4. Структура рабочей панели Navigator	276
4.22.5. Отображение связности компонентов и цепей в проектах с помощью графов	278
4.22.6. Интерактивная навигация в проектах	279

Глава 5. Проектирование печатной платы.....281

5.1. Создание документа платы с параметрами по умолчанию	282
5.2. Настройка параметров документа платы.....	284
5.3. Передача информации из схемы на плату	286
5.4. Управление структурой печатной платы	288
5.5. Настройка отображения слоев платы	291
5.6. Оперативное управление слоями	294
5.7. Коррекция формы платы	296
5.8. Создание внутренних вырезов в плате	299
5.9. Размещение крепежных отверстий	300
5.10. Простановка размеров на плате	302
5.11. Требования по размещению компонентов на плате	307
5.12. Системные настройки	308
5.13. Инструменты размещения компонентов на плате.....	311
5.13.1. Непосредственное размещение компонентов	311
5.13.2 Фиксация размещенных компонентов.....	312
5.13.3. Совместное использование документов проекта при размещении компонентов	315
5.13.4. Команды выравнивания компонентов	317
5.14. Технологические нормы и правила проектирования	321
5.14.1. Категории правил проектирования	321
5.14.2. Настройка правил проектирования	322
5.14.3. Создание новых правил проектирования	324
5.14.4. Задание областей действия правил	324
5.14.5. Расстановка приоритетов правил проектирования.....	325
5.14.6. Передача правил проектирования из схемы на плату	326
5.14.7. Настройка остальных правил проектирования текущего проекта	327

5.14.8. Сохранение правил для использования в других проектах.....	328
5.14.9. Визуализация нарушений правил проектирования.....	329
5.14.10. Просмотр правил, наложенных на объекты.....	331
5.15. Автотрассировка.....	333
5.15.1. Стратегии автотрассировки.....	333
5.15.2. Барьеры трассировки.....	334
5.15.3. Выполнение автотрассировки.....	336
5.15.4. Коррекция результатов автотрассировки.....	338
5.16. Редактирование топологии платы.....	341
5.16.1. Параллельное перемещение сегментов трасс.....	341
5.16.2. Перемещение маркеров выделенных сегментов.....	344
5.16.3. Команды перемещения сегментов.....	346
5.16.4. Изменение свойств группы сегментов трасс.....	347
5.16.5. Перемещение компонентов.....	351
5.17. Рабочая панель РСВ.....	352
5.18. Проверка проекта.....	358
5.18.1. Коррекция правил проектирования.....	358
5.18.2. Настройка и выполнение пакетной проверки проекта.....	359
5.18.3. Локализация нарушений.....	361
5.19. Интерактивная трассировка.....	364
5.19.1. Настройка механизмов интерактивной трассировки.....	364
5.19.2. Настройка режимов маскирования и подсветки.....	369
5.19.3. Статусная строка и ее использование.....	371
5.19.4. Подготовка платы перед интерактивной трассировкой.....	373
5.19.5. Базовые операции интерактивной трассировки.....	374
5.19.6. Выбор режима разрешения конфликтов при трассировке.....	382
5.19.7. Шпаргалки по интерактивной трассировке, и не только.....	386
5.20. Работа с полигонами.....	387
5.20.1. Свойства полигонной заливки.....	389
5.20.2. Размещение полигонной заливки.....	391
5.20.3. Редактирование полигона.....	392
5.20.4. Подключение полигонной заливки к контактным площадкам.....	398
5.20.5. Вырезы в полигонных заливках.....	405
5.20.6. Управление полигонными заливками.....	408
5.20.7. Команды для работы с заливками.....	412
5.21. Измерение расстояний между объектами на плате.....	414
5.21.1. Измерения расстояния между двумя точками.....	414
5.21.2. Измерение зазоров между краями графических примитивов.....	416

5.21.3. Измерение суммарной длины выделенных сегментов трасс	419
5.21.4. Измерения в трехмерной сцене	420
5.22. Рабочая панель Messages (Сообщения)	423
5.22.1. Назначение панели Messages	423
5.22.2. Структура панели Messages	423
5.22.3. Контекстное меню.....	424
5.22.4. Перекрестные ссылки	426

Глава 6. Выходные документы 428

6.1. Распечатка схем.....	429
6.1.1. Выбор размеров листа, масштаба и смещения изображения	429
6.1.2. Выбор принтера, распечатываемых страниц и числа копий	431
6.1.3. Предварительный просмотр распечатываемых документов	433
6.1.4. Контекстное меню окна предварительного просмотра.....	434
6.2. Подготовка данных для перечня элементов.....	436
6.3. Формирование перечня элементов.....	441
6.3.1. Простой список компонентов.....	442
6.3.2. Настраиваемый список компонентов	442
6.4. Распечатка чертежей платы	447
6.4.1. Окно свойств задания на печать.....	447
6.4.2. Корректировка заданий на распечатку	449
6.4.3. Обновление и восстановление заданий на печать.....	449
6.4.4. Изменение порядка распечатки документов и слоев	449
6.4.5. Добавление и удаление документов в задание на печать	450
6.4.6. Добавление слоев в документ и установка их параметров	451
6.4.7. Удаление слоев из документа в окне PCB Printout Properties	453
6.4.8. Изменение свойств слоев и документов	453
6.4.9. Установка цветовых настроек, выбор подстановочных шрифтов и разрешения на использование замещающих цветов и печать зон запрета трассировки.....	455
6.5. Использование чертежных видов для подготовки документов платы.....	458
6.6. Таблица сверления	461
6.7. Файл выходных документов	464
6.7.1. Создание файла выходных документов.....	465
6.7.2. Работа с генераторами документов	466

6.7.3. Формирование задания для выпуска схем	467
6.7.4. Формирование задания для печати перечня элементов	469
6.7.5. Средства хранения и вывода документов	471
6.7.6. Связь генераторов документов с контейнерами хранения и распечатка документов	474
6.8. Использование инструмента Smart PDF для формирования выходных документов	477

Глава 7. Дополнительные возможности создания и редактирования схем

482

7.1. Команда Project Packager (Упаковщик проекта) – создание архивного файла проекта	483
7.2. Snippets – фрагменты схем или плат	488
7.2.1. Создание и регистрация папок фрагментов	488
7.2.2. Знакомство с рабочей панелью Snippets	489
7.2.3. Создание фрагмента схемы	490
7.2.4. Контекстное меню рабочей панели Snippets	492
7.2.5. Размещение сохраненного фрагмента в текущем документе	495
7.2.6. Несколько советов при работе с сохраняемыми на диске фрагментами	496
7.3. Создание иерархических схем	497
7.3.1. Описание создаваемого иерархического варианта схемы	498
7.3.2. Принципы разработки иерархических схем	498
7.3.3. Port как элемент связи между символом листа (блоком) и его схемой	501
7.3.4. Обеспечение горизонтальных связей между многолистовыми схемами блоков	503
7.3.5. Реализация глобальных связей цепей в иерархических проектах	505
7.3.6. Установка иерархических связей между существующими схемными документами	506
7.3.7. Создание символа листа вручную	507
7.3.8. Создание подчиненного документа	511
7.3.9. Навигация в иерархических проектах	513
7.3.10. Переименование документов в иерархических проектах	514
7.3.11. Свойства символа листа	517
7.3.12. Доработка схемы на основном листе	520
7.3.13. Синхронизация символов листов с их схемами	521
7.3.14. Идентификаторы цепей и особенности их использования	525

7.4. Многоканальные проекты	535
7.4.1. Добавление параметров к свойствам символа листа	536
7.4.2. Связь параметров символа листа с компонентами его схемы	537
7.4.3. Создание символов листов отдельных каналов	538
7.4.4. Реализация электрических связей в многоканальных схемах.....	541
7.4.5. Особенности компиляции многоканальных проектов	543
7.4.6. Системные настройки отображения физических листов схем.....	545
7.4.7. Проектные настройки отображения физических листов схем.....	548
7.4.8. Отображение многоканальных проектов на панели Projects.....	551