

Содержание

Введение	11
Глава 1. Знакомство с системой.....	14
1.1. Запуск системы Altium Designer	15
1.2. Базовые понятия Altium Designer	15
1.3. Виды проектов в Altium Designer	16
1.4. Рабочий экран.....	17
1.5. Краткое описание основных элементов управления в рабочем окне Altium Designer	19
1.5.1. Системное меню.....	19
1.5.2. Инструментальные панели (Tool Bars)	20
1.5.3. Строка статуса и строка статуса команд	21
1.6. Настройка системных параметров	22
1.6.1. Общесистемные параметры	22
1.6.2. Настройка вида рабочего стола	24
1.7. Рабочие панели и работа с ними	25
1.7.1. Варианты размещения, прикрепления и объединения рабочих панелей	25
1.7.2. Активация рабочих панелей	26
1.7.3. Перемещение рабочих панелей и групп панелей.....	27
1.7.4. Создание и разрушение групп панелей.....	29
1.7.5. Прикрепление рабочих панелей к краям рабочего поля	32
1.7.6. Фиксация рабочих панелей	33
1.7.7. Заккрытие рабочих панелей	35
1.7.8. Базовый набор рабочих панелей и их размещение	35
1.8. Освобождение рабочей области от проектов и документов.....	37
1.8.1. Заккрытие и открытие вкладки Home.....	37
1.8.2. Заккрытие проектов	39
1.8.3. Заккрытие раздела «свободных» документов	39
1.9. Стартовое состояние окна системы	40
Глава 2. Создание шаблонов схемных документов	42
2.1. Создание проекта и документа	43
2.1.1. Рекомендуемая структура каталогов на жестком диске для учебных занятий.....	44
2.1.2. Создание и сохранение проекта	45
2.1.3. Создание и сохранение нового схемного документа	47

2.2. Настройка параметров схемного документа	48
2.1.1. Установка единиц измерения для текущего документа	49
2.2.4. Задание размеров листа и параметров его оформления	50
2.3. Настройка параметров схемного редактора.....	51
2.3.5. Graphical Editing – настройки графического редактирования схемного редактора	51
2.3.6. Установка шагов сеток	53
2.4. Инструменты просмотра схемных документов	55
2.5. Создание графики основной надписи	56
2.5.1. Рисование прямоугольников.....	56
2.5.2. Оптимизация рабочего пространства	59
2.5.3. Рисование линий	60
2.5.4. Режимы раскладки линий.....	63
2.5.5. Построение массива объектов.....	64
2.5.6. Редактирование свойств нескольких выделенных объектов. SCH Inspector	66
2.6. Размещение текстовых надписей в документе	67
2.7. Выделение группы объектов в документе по заданному критерию. Команда Find Similar Objects	70
2.8. Размещение текстовых блоков (Text Frame).....	73
2.9. Реквизиты схемного документа.....	75
2.9.1. Изменение значения реквизитов	76
2.9.2. Добавление реквизитов документа	77
2.9.3. Размещение реквизитов в основной надписи	78
2.10. Выравнивание объектов в документе (Align)	80
2.11. Группировка схемных объектов и работа с группами (Unions).....	82
2.11.1. Создание группы.....	82
2.11.2. Действия с группами.....	83
2.12. Создание верхней угловой надписи	85
2.13. Создание шаблона для первого листа документа формата A4.....	87
2.14. Создание шаблонов для второго и последующих листов схемного документа	88
2.15. Создание шаблонов документов других форматов	91
2.16. Использование шаблонов	92
2.16.1. Указание пути к папке с шаблонами	92
2.16.2. Создание документа на базе шаблона.....	93
2.16.3. Оформление документа по шаблону	95
2.16.4. Изменение значений реквизитов текущего документа	97
2.17. Завершение работы над шаблонами	97

Глава 3. Ведение библиотек	99
3.1. Разновидности библиотек Altium Designer и их взаимосвязь	100
3.2. Создание и сохранение библиотечного проекта.....	101
3.3. Добавление в проект библиотеки символов	102
3.3.1. Окно редактора символов	103
3.3.2. Рабочая панель SCH Library	104
3.3.3. Установка параметров библиотечного документа	105
3.3.4. Системная настройка – установка шагов сеток	107
3.4. Состав УГО компонента и общие требования по его реализации....	107
3.4.1. Состав условного графического обозначения	107
3.4.2. Регламентация процесса создания библиотек	108
3.4.3. Минимальный набор требований к виду УГО	108
3.5. Создание символа резистора	109
3.5.1. Рисование графики резистора	109
3.5.2. Установка свойств выводов резистора	110
3.5.3. Размещение выводов	112
3.5.4. Настройка свойств компонента.....	113
3.5.5. Настройка свойств позиционного обозначения и комментария	115
3.6. Формирование УГО биполярных транзисторов	117
3.6.1. Создание нового компонента.....	118
3.6.2. Формирование графики транзистора (окружность)	118
3.6.3. Рисование вспомогательных и основных линий	120
3.6.4. Размещение выводов	122
3.6.5. Установка свойств компонента и позиционного обозначения и комментария.....	123
3.7. Создание альтернативных вариантов УГО	124
3.7.1. Рисование графики альтернативного УГО	124
3.7.2. Управление альтернативными вариантами	124
3.8. Создание многосекционных компонентов	125
3.8.1. Создание УГО первой секции	125
3.8.2. Добавление секций в компонент	127
3.9. Компоненты со скрытыми выводами питания.....	128
3.9.1. Добавление выводов питания в первую секцию	128
3.9.2. Скрытие выводов питания и подключение их к цепям.....	129
3.9.3. Оперативное управление видимостью скрытых выводов	130
3.10. Дополнительные замечания по отображению отдельных элементов УГО.....	130
3.10.1. Показ типа вывода	130
3.10.2. Выбор нумерации секций.....	131

3.10.3. Настройка автоматических приращений для указателей и имен выводов	131
3.10.4. Задание отступов указателей и имен от края вывода	132
3.10.5. Создание новых библиотечных компонентов из существующих	132
3.11. Создание библиотеки посадочных мест	133
3.11.1. Общие положения	133
3.11.2. Добавление в библиотечный проект нового документа	133
3.11.3. Редактирование параметров документа	135
3.11.4. Рабочая панель PCB Library	135
3.11.5. Особенности редактора посадочных мест	136
3.12. Состав типового посадочного места и технология его создания	140
3.12.1. Состав ТПМ	140
3.12.2. Технология создания ТПМ	141
3.13. Создание посадочного места для резистора со штыревыми выводами	142
3.13.1. Расчет параметров посадочного места	142
3.13.2. Свойства контактных площадок	144
3.13.3. Размещение контактных площадок на рабочем поле	146
3.13.4. Размещение маркировочных знаков	149
3.13.5. Добавление трехмерной модели компонента к посадочному месту	149
3.13.6. Работа в трехмерной сцене	152
3.13.7. Назначение имени ТПМ и указание максимальной высоты монтируемого компонента	153
3.13.8. Средства контроля посадочного места и его элементов ...	154
3.14. Создание посадочного места с использованием конструктора	157
3.15. Добавление трехмерной модели к ТПМ с помощью менеджера трехмерных тел	160
3.16. Подключение посадочных мест к компонентам библиотеки символов	162
3.17. Компиляция библиотечного проекта	166
3.18. Локализация нарушений и их устранение	167
3.19. Задание для самостоятельной работы	168
3.19.1. Создание библиотечного аналога резистора С2-23	169
3.19.2. Создание библиотечного аналога транзистора КТ315А	169
3.19.3. Создание библиотечного аналога конденсатора К10-17Б	171

3.19.4. Создание библиотечного аналога одиночного соединителя.....	172
--------------------------------------------------------------------	-----

Глава 4. Создание схемных документов 173

4.1. Структура схем, их составные элементы и этапы создания	174
4.2. Задание на проектирование.....	175
4.3. Создание проекта и схемных документов.....	175
4.4. Оформление схемных документов	179
4.5. Изменение атрибутов документа	180
4.6. Подключение библиотек	182
4.7. Размещение компонентов на поле схемного документа.....	183
4.8. Коррекция библиотеки символов и обновление схемного документа.....	185
4.9. Размещение линий групповой связи (шин)	186
4.10. Реализация электрических связей	187
4.10.1. Свойства линии связи	187
4.10.2. Соединение соседних выводов	188
4.10.3. Установка стандартного вида выводов компонентов, пересечений и крестообразных соединений проводов.....	190
4.11. Редактирование схемы	191
4.11.1. Перемещение одиночных объектов на схеме	191
4.11.2. Перемещение компонентов при наличии электрических связей.....	192
4.11.3. Редактирование электрических связей	193
4.12. Размещение на схеме портов питания	195
4.13. Присвоение имен цепям	197
4.14. Размещение директив.....	198
4.15. Создание схемы на втором листе.....	200
4.16. Присвоение позиционных обозначений	201
4.16.1. Алгоритм расстановки позиционных обозначений	201
4.16.2. Что делать, если позиционные обозначения расставились неправильно?.....	204
4.17. Расстановка номеров листов и присвоение десятичного номера документу	205
4.18. Компиляция проекта	207
4.18.1. Настройка матрицы выводов и портов	207
4.18.2. Настройка сообщений о нарушениях в проектах	208
4.18.3. Выполнение компиляции	210
4.19. Исключение объектов схемы из проверки при компиляции	211
4.20. Локализация нарушений, выявленных при компиляции.....	213

4.21. Некоторые типовые ошибки и причины их возникновения	215
4.22. Контроль связности цепей в схемных документах	217
4.22.1. Использование инструмента подчеркивания для выделения цепей	218
4.22.2. Активация рабочей панели Navigator (Навигатор).....	219
4.22.3. Настройка рабочей панели Navigator	219
4.22.4. Структура рабочей панели Navigator	221
4.22.5. Отображение связности компонентов и цепей в проектах с помощью графов	223
4.22.6. Интерактивная навигация в проектах	224
Глава 5. Проектирование печатной платы	226
5.1. Создание документа платы с параметрами по умолчанию	227
5.2. Настройка параметров документа платы.....	229
5.3. Передача информации из схемы на плату	231
5.4. Управление структурой печатной платы	233
5.5. Настройка отображения слоев платы	236
5.6. Оперативное управление слоями	239
5.7. Коррекция формы платы	241
5.8. Создание внутренних вырезов в плате	244
5.9. Размещение крепежных отверстий	245
5.10. Простановка размеров на плате	247
5.11. Требования по размещению компонентов на плате	252
5.12. Системные настройки	253
5.13. Инструменты размещения компонентов на плате.....	256
5.13.1. Непосредственное размещение компонентов	256
5.13.2. Фиксация размещенных компонентов.....	257
5.13.3. Совместное использование документов проекта при размещении компонентов	260
5.13.4. Команды выравнивания компонентов	262
5.14. Технологические нормы и правила проектирования	266
5.14.1. Категории правил проектирования	266
5.14.2. Настройка правил проектирования	267
5.14.3. Создание новых правил проектирования	269
5.14.4. Задание областей действия правил	269
5.14.5. Расстановка приоритетов правил проектирования.....	270
5.14.6. Передача правил проектирования из схемы на плату	271
5.14.7. Настройка остальных правил проектирования текущего проекта	272
5.14.8. Сохранение правил для использования в других проектах.....	273

5.14.9. Визуализация нарушений правил проектирования.....	274
5.14.10. Просмотр правил, наложенных на объекты.....	276
5.15. Автотрассировка.....	278
5.15.1. Стратегии автотрассировки.....	278
5.15.2. Барьеры трассировки.....	279
5.15.3. Выполнение автотрассировки.....	281
5.15.4. Коррекция результатов автотрассировки.....	283
5.16. Редактирование топологии платы.....	286
5.16.1. Параллельное перемещение сегментов трасс.....	286
5.16.2. Перемещение маркеров выделенных сегментов.....	289
5.16.3. Команды перемещения сегментов.....	291
5.16.4. Изменение свойств группы сегментов трасс.....	292
5.16.5. Перемещение компонентов.....	296
5.17. Рабочая панель РСВ.....	297
5.18. Проверка проекта.....	303
5.18.1. Коррекция правил проектирования.....	303
5.18.2. Настройка и выполнение пакетной проверки проекта.....	304
5.18.3. Локализация нарушений.....	306
5.19. Интерактивная трассировка.....	309
5.19.1. Настройка механизмов интерактивной трассировки.....	309
5.19.2. Настройка режимов маскирования и подсветки.....	314
5.19.3. Статусная строка и ее использование.....	316
5.19.4. Подготовка платы перед интерактивной трассировкой.....	318
5.19.5. Базовые операции интерактивной трассировки.....	319
5.19.6. Выбор режима разрешения конфликтов при трассировке.....	327
5.19.7. Шпаргалки по интерактивной трассировке, и не только.....	331
5.20. Работа с полигонами.....	332
5.20.1. Свойства полигонной заливки.....	334
5.20.2. Размещение полигонной заливки.....	336
5.20.3. Редактирование полигона.....	337
5.20.4. Подключение полигонной заливки к контактным площадкам.....	343
5.20.5. Команды для работы с заливками.....	344
Глава 6. Выходные документы.....	346
6.1. Распечатка схем.....	347
6.1.1. Выбор размеров листа, масштаба и смещения изображения.....	347
6.1.2. Выбор принтера, распечатываемых страниц и числа копий.....	349

6.1.3. Предварительный просмотр распечатываемых документов	351
6.1.4. Контекстное меню окна предварительного просмотра.....	352
6.2. Подготовка данных для перечня элементов.....	354
6.3. Формирование перечня элементов.....	359
6.3.1. Простой список компонентов.....	360
6.3.2. Настраиваемый список компонентов	360
6.4. Распечатка чертежей платы	365
6.4.1. Окно свойств задания на печать.....	365
6.4.2. Корректировка заданий на распечатку	367
6.4.3. Обновление и восстановление заданий на печать.....	367
6.4.4. Изменение порядка распечатки документов и слоев.....	367
6.4.5. Добавление и удаление документов в задание на печать	368
6.4.6. Добавление слоев в документ и установка их параметров	369
6.4.7. Удаление слоев из документа в окне PCB Printout Properties	371
6.4.8. Изменение свойств слоев и документов	371
6.4.9. Установка цветовых настроек, выбор подстановочных шрифтов и разрешения на использование замещающих цветов и печать зон запрета трассировки	373
6.5. Использование чертежных видов для подготовки документов платы.....	376
6.6. Таблица сверления	379
6.7. Файл выходных документов	382
6.7.1. Создание файла выходных документов	383
6.7.2. Работа с генераторами документов	384
6.7.3. Формирование задания для выпуска схем	385
6.7.4. Формирование задания для печати перечня элементов.....	387
6.7.5. Средства хранения и вывода документов.....	389
6.7.6. Связь генераторов документов с контейнерами хранения и распечатка документов	392
6.8. Использование инструмента Smart PDF для формирования выходных документов.....	395

Введение

Система сквозного проектирования электронной аппаратуры Altium Designer официально объявлена преемником широко распространенной на российских предприятиях системы проектирования печатных плат P-CAD, хотя на самом деле это абсолютно разные системы, с разной идеологией проектирования и существенно различающимися функционалом и интерфейсом. Если P-CAD позиционировался как чисто конструкторский пакет, предназначенный для конструирования только печатных плат, то Altium Designer уже представляет систему сквозного проектирования электронных устройств, в которой введенная схема может использоваться и для моделирования устройств, и для разработки структуры ПЛИС. С точки зрения организации, P-CAD представлял из себя набор отдельно запускаемых модулей, работающих с конкретным типом файлов. В Altium Designer процесс проектирования формально объединен понятием проекта и проектных документов, с которыми работает внешняя оболочка системы, представляя пользователю удобный интерфейс для создания, сохранения и редактирования проектов и входящих в них документов. Разработчику нет необходимости помнить, какое приложение отвечает за обработку того или иного документа, так как оболочка активирует их сама при попытке создать или отредактировать определенный тип документа.

Количество пользователей системы растет с каждым годом, поэтому велика потребность в обучающих материалах, позволяющих быстро и эффективно освоить достаточно сложную многоплановую систему. Несмотря на большое количество обучающих роликов и различного рода методических материалов, размещенных в сети Интернет, потребность в хорошо структурированных, методически правильно построенных руководствах растет. Печатные издания, вышедшие в 2009 и 2010 годах, уже стали библиографической редкостью [1, 2]. К тому же в новых версиях системы появились новые функции.

Данное учебное пособие обобщает опыт проведения занятий со студентами НГТУ им. Р. Е. Алексеева и специалистами промышленных предприятий и организаций Нижегородского региона, регулярно проводимыми с 2010 года. Настоящий вариант пособия предназначен для студентов и специалистов, начинающих осваивать **конструкторскую часть** системы Altium Designer, непосредственно связанную с проектированием печатных плат, хотя может быть полезен и для схемотехников.

Пособие построено по известному и хорошо принятому читателями принципу [3], как руководство по практическому использованию системы – вначале ставится задача, а затем указывается путь ее решения через систему практических заданий. Последовательно и достаточно подробно рассматриваются все основные этапы разработки печатной платы, начиная с подготовительных – создания библиотек и шаблонов документов, через ввод схемы и передачу ее на плату, и заканчивая выпуском документации. Для примера взят простой проект – двухкаскадный усилитель звуковой частоты, работа над которым прослеживается на всех этапах проектирования. Это позволяет получить общее представление о последовательности проектирования платы и выстроить единую концепцию этого процесса. В тех

случаях, когда потребностей проекта не хватает для рассмотрения возможностей системы, делаются необходимые отступления или рассматриваются дополнительные варианты конструкции с нужными обоснованиями.

В пособии практически полностью раскрыта тема создания библиотечных компонентов и формирования интегрированных библиотек применительно к конструкторскому проектированию. Рассмотрены все аспекты создания символов компонентов, за исключением вопросов о составе параметров (атрибутов) компонентов, необходимых для формирования перечней элементов и спецификаций. Фактически включение любого количества параметров в состав символа проблемы не представляет, но состав этих параметров, их имена и значения будут сильно зависеть от конкретного предприятия или организации. Единых правил здесь нет, и предложить их не представляется возможным. Методика создания посадочных мест также рассмотрена на конкретных примерах, но только применительно к компонентам, монтируемым в отверстия.

Для схем рассматривается только одноуровневый многолистовой вариант с графическим вводом. Достаточно подробно рассмотрены вопросы автоматической расстановки позиционных обозначений, проверки схемы и навигации в ней.

Очень большое внимание уделено работе над платой. Размещение компонентов, задание правил проектирования, автоматическая и интерактивная трассировка, размещение и коррекция полигонных заливок, верификация проекта и устранение нарушений – вот краткий перечень тем, рассмотренных в пособии по этому вопросу. Очень подробно рассматриваются вопросы, связанные с интерактивной трассировкой, созданием и редактированием полигонов.

Отдельная глава посвящена подготовке выходных документов.

В пособии приняты следующие соглашения:

Обозначение в тексте	Назначение
• Установите метрическую систему единиц	Так формулируется задача, которую необходимо выполнить. Далее в тексте дается пошаговый алгоритм ее выполнения, который нужно реализовать
Tools Convert	Полужирным шрифтом выделяются названия программ пакета, панелей, команды основного меню и кнопки
210mm	Так выделяется текст, который нужно набрать на клавиатуре
<SHIFT> <SHIFT>+<R>	Так обозначаются отдельные клавиши на клавиатуре, а так одновременно нажимаемые
в группе <i>Units</i>	Курсивом выделяются названия групп команд, радиокнопок, команд на панелях и английские термины в тексте
✓ Обращайте внимание на ...	Так выделяются важные моменты, советы и рекомендации

При необходимости в пособии приводятся краткие теоретические сведения по отдельным вопросам проектирования печатных плат.

При самостоятельном освоении пакета с использованием данного пособия очень важно строго выполнять предлагаемую последовательность действий. Пособие построено так, что для однотипных операций в некоторых случаях последовательно рассматриваются возможные способы их выполнения применительно к конкретной ситуации. Например, при рисовании линий вначале предлагается наиболее простой и очевидный способ графического ввода с использованием курсора, а в более сложных случаях рассматривается целесообразность использования для этих целей окна свойств. Таким образом, читатель постепенно приобретает необходимые навыки работы с инструментами в различных ситуациях.

- ✓ Для успешной работы строго следуйте предлагаемым инструкциям. Не пропускайте заданий и отдельных шагов в них, даже если они кажутся вам простыми или не очень нужными!

Предлагаемое пособие не претендует на полный охват всех возможностей системы и предназначено в первую очередь для тех, кто впервые столкнулся Altium Designer и хочет самостоятельно приобрести основные навыки работы с ним. Также в пособии не ставилась цель обучения проектированию печатных плат. Предполагается, что с элементами печатных плат и правилами их проектирования читатель знаком. Материал книги следует воспринимать как первый шаг на пути освоения современных систем автоматизированного проектирования. Автор будет признателен за любые замечания и пожелания, которые следует направлять по электронной почте lopatkin@nntu.nnov.ru.

Литература

1. *Суходольский Ю. В.* Altium Designer: Проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах: учеб. пособие. СПб: БХВ-Петербург, 2010. 480 с.
2. *Сабушин А. Е.* Altium Designer: Новые решения в проектировании электронных устройств. М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009. 432 с. (Серия «Системы проектирования».)
3. *Лопаткин А. В.* P-CAD 2004. СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 560 с.: ил.

Знакомство с системой

1.1. Запуск системы Altium Designer	15
1.2. Базовые понятия Altium Designer	15
1.3. Виды проектов в Altium Designer	16
1.4. Рабочий экран	17
1.5. Краткое описание основных элементов управления в рабочем окне Altium Designer	19
1.6. Настройка системных параметров	22
1.7. Рабочие панели и работа с ними	25
1.8. Освобождение рабочей области от проектов и документов	37
1.9. Стартовое состояние окна системы	40

Система Altium Designer пришла на смену хорошо известному в России пакету P-CAD. Обладая существенно большим набором функций, она реализует новый подход к проектированию печатных плат и имеет интерфейс, требующий некоторых усилий для его освоения. Данное пособие призвано помочь вам в этом.

1.1. Запуск системы Altium Designer

Для запуска системы Altium Designer необходимо стандартным для Windows способом запустить ее интерфейсную оболочку (файл DXР.exe) через меню **Пуск** панели задач операционной системы или с помощью ярлыка на рабочем столе. После активации команды будут загружены все необходимые для работы составные части системы. Если в ее настройках установлена опция *Show StartUp Screen* (Показывать заставку), во время загрузки интерфейсной оболочки и рабочих документов появится заставка программы, которая отражает процесс загрузки.

Если опция *Show StartUp Screen* (Показывать заставку) не установлена, загрузка интерфейса происходит без каких-либо видимых проявлений на экране. Заметим, что загрузка занимает довольно длительное время – в некоторых случаях придется терпеливо ждать 2–3 минуты.

- **Запустите систему Altium Designer**

1. Пока система загружается, прочитайте следующий раздел.

1.2. Базовые понятия Altium Designer

Базовыми понятиями для данных, с которыми работает система Altium Designer, являются **Проект** (*Project*) и **Документ** (*Document*). В идеологическом плане проект – это группа документов (файлов), объединенных единством разрабатываемого объекта – платы, ПЛИС, микроконтроллера, библиотеки или дополнения к системе. В плане реализации проект представляет собой текстовый файл, включающий в себя ссылки на файлы разрабатываемых в проекте документов. Каждый проект в системе может иметь особые настройки, влияющие на обработку входящих в него документов.

Документы в Altium Designer – это файлы, отражающие какие-либо свойства разрабатываемого объекта (схема, плата, программа и т. д.) или сопроводительная документация к нему (списки компонентов, рисунки, чертежи, отчеты и пр.). Документы, как правило, создаются средствами самого Altium Designer, но возможно включение в состав проекта файлов, созданных сторонними приложениями, например Microsoft Word или Excel.

Файлы документов проекта могут храниться в отдельной папке жесткого диска вместе с файлом самого проекта, что удобно с точки зрения переносимости проектов, либо располагаться в разных частях диска или сети. Каждый документ в системе может иметь свои **собственные настройки** (реквизиты, размер рабочего поля, систему единиц измерения и т. д.).

Одновременно в системе может вестись разработка нескольких проектов и документов, но в каждый момент времени активным (редактируемым) является только один документ и проект, в который он входит.

Проекты и документы в них могут образовывать **иерархические структуры**, причем уровень иерархии не ограничен.

В системе также могут быть открыты документы, не включенные в состав какого-либо проекта, но нужные разработчику по каким-то причинам, например для получения справочной информации. Такие документы в структуре проектов Altium Designer формально помещаются в **Раздел свободных документов** (*Free Documents*). Этот раздел проектом не является, и документы, входящие в него, совместно не обрабатываются (не компилируются). У этого раздела отсутствует такая важная особенность, как проектные настройки.

Совокупность открытых проектов и свободных документов образует в Altium Designer **Рабочую область** (*Work Space*). По сути, это нулевой уровень иерархии документов – контейнер для хранения информации об открытых проектах. С точки зрения реализации, рабочая область (*WorkSpace*) – это отдельный текстовый файл, имеющий расширение `<*.DsnWrk>` и содержащий ссылки на открытые проекты и свободные документы.

1.3. Виды проектов в Altium Designer

В системе Altium Designer поддерживаются следующие виды проектов:

- **PCB Project** – проект печатной платы, включающий в себя, как правило, схему электрическую принципиальную, выполненную на одном или нескольких листах, документ печатной платы и задания для формирования выходных файлов, необходимых для моделирования схемы и производства или распечатки платы. Файл проекта имеет расширение `<*.PrjPcb>`.
- **FPGA Project** – проект программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС), включающий описание логики проектируемого устройства и ряд файлов, связанных с выбором семейства ПЛИС. Файл проекта имеет расширение `<*.PrjFpg>`.
- **Integrated Library** – проект интегрированной библиотеки, включающий символы компонентов, представляющие их на схеме, и топологические посадочные места для представления компонентов на плате. Здесь же указываются ссылки на трехмерные и схемотехнические модели компонентов, а также на модели IBIS, необходимые для анализа целостности сигналов. Проектный файл библиотеки имеет расширение `<*.PrjPkg>`, а интегрированная библиотека, созданная на основе проекта и включающая в себя уже не ссылки на модели, а сами модели, – расширение `<*.IntLib>`.
- **Embedded Project** – проект управляющей программы для определенно-го микропроцессора или микроконтроллера. Расширение файла проекта `<*.PrjEmb>`.
- **Core Project** – проект фрагмента логической схемы (ядра), неоднократно повторяющегося как элемент логической структуры в других проектах ПЛИС. По сути, ядро – это элемент библиотеки для создания ПЛИС. Расширение файла проекта `<*.PrjCor>`.
- **Script Project** – проект для создания утилит, расширяющих возможности системы Altium Designer. Расширение файла проекта `<*.PrjScr>`.

В данном учебном пособии рассматриваются только проекты печатных плат и интегрированных библиотек.

1.4. Рабочий экран

В зависимости от настроек после запуска Altium Designer рабочий экран системы может выглядеть по-разному. На рис. 1.1 представлен наиболее распространенный вариант, когда загружается рабочая область предыдущего сеанса работы со всеми необходимыми элементами – окнами открытых документов, инструментальными и рабочими панелями и пр.

В верхней части экрана располагается текстовое **системное меню**, где расположены все команды системы, объединенные в группы. Состав системного меню меняется в зависимости от текущего активного документа.

Часто используемые команды выносятся на графические **инструментальные панели (Tool Bars)**. Они располагаются после системного меню и под ним. Состав отображаемых инструментальных панелей зависит от вида активного документа и легко регулируется.

С левой стороны рабочего поля на рис. 1.1 открыта рабочая панель **Projects** (Проекты), где отображена древовидная структура документов проектов, включающая в себя на первом уровне название проекта, на втором – название входящих в проект документов (листов схем, печатной платы, управляющих программ, от-

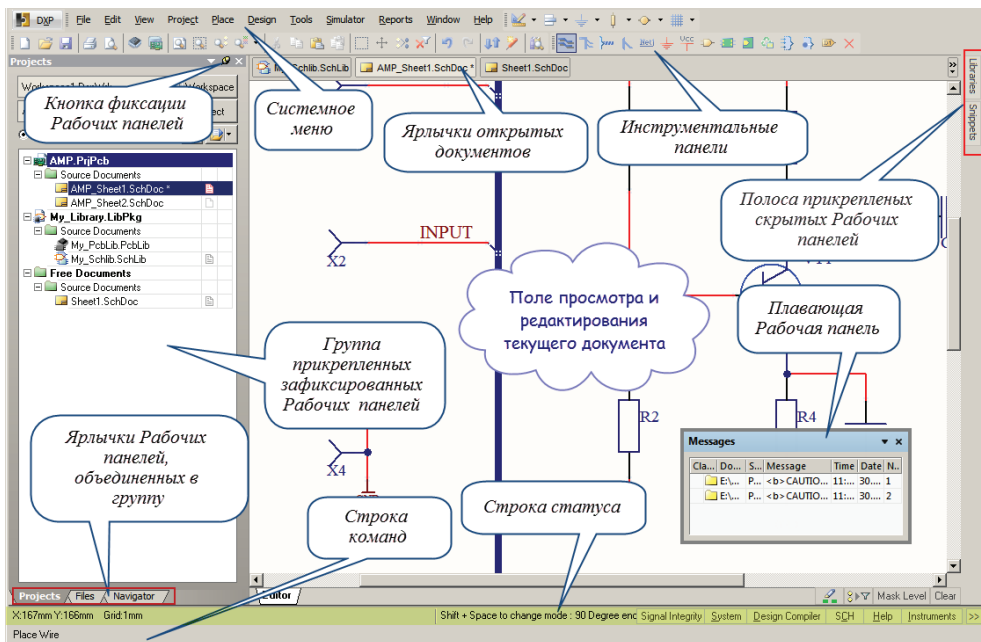


Рис. 1.1. Рабочий экран Altium Designer

четов и т. д.). На рисунке на этой панели представлены два независимых проекта и раздел свободных документов.

Специальные индикаторы на рабочей панели показывают состояние проектов и документов (модификацию, открытие, скрытие, активацию).

Индикаторы представляют собой пиктограмму в виде странички текста, расположенную правее названия проекта или документа. Красный цвет пиктограммы сообщает о модификации документа или проекта во время работы и необходимости их сохранения.

Рабочих панелей в системе много, и их присутствие на экране диктуется особенностями текущего проекта, активного документа и этапа работы над проектом.

Рабочие панели могут объединяться в группы, накладываясь или пристыковываясь друг к другу. У наложенных друг на друга рабочих панелей в нижней части группы отображаются ярлычки с названиями панелей, как у группы рабочих панелей **Projects-Files-Navigator** в левой части рабочего поля на рис. 1.1. Ярлычки позволяют активировать нужную рабочую панель во время работы. Эта группа, кроме объединения, демонстрирует один из вариантов размещения рабочих панелей, а именно она прикреплена к левой стороне рабочего экрана и зафиксирована с помощью специальной **кнопки фиксации**, так что она постоянно видна на экране, но не закрывает документа.

Еще одним примером размещения на рис. 1.1 является группа рабочих панелей **Libraries** (Библиотеки) и **Snippets** (Фрагменты). Эта группа прикреплена к правой стороне рабочего поля, но не зафиксирована. В обычном режиме, когда нет необходимости в использовании таких панелей, они скрываются за краем экрана. Для их вызова используются ярлычки с именами в **полосе прикрепленных скрытых рабочих панелей**.

Рабочие панели могут быть плавающими и располагаться в любом месте экрана монитора. Такой вид расположения удобно использовать при наличии нескольких мониторов, поскольку плавающие панели затрудняют редактирование документа, закрывая его часть.

В нижней части экрана в левой части **строки статуса** (*Status Bar*) отображается текущая информация о координатах курсора и шагах привязочной сетки. Во время выполнения команды в средней части строки статуса приводится справочная информация о «горячих» клавишах переключения режимов работы. Кроме этого, в ее правой стороне расположены **кнопки управления видимостью** рабочих панелей (*System, Design Compiler* и др.).

В **строке команд** (*Command Status*) отображается название текущей команды. Когда команда не активирована, в этой строке отображается надпись «*Idle state – Ready for command*» (Состояние ожидания – готовность для выполнения команды).

Все оставшееся пространство рабочего экрана занимает **поле просмотра и редактирования** документов. В этом поле отображается состав активного документа, с которым в данный момент производится работа. Ярлычки с названиями документов, открытых в текущем сеансе работы, отображаются в верхней части этого

поля в **полосе открытых документов**. Ярлычки не очень нужных в данный момент открытых документов можно скрыть. В правой стороне этой полосы располагается **кнопка просмотра скрытых ярлычков**.

При необходимости поле просмотра можно разделить на несколько частей для одновременного просмотра нескольких документов, причем разделение это можно выполнить как в рамках одного рабочего экрана, так и нескольких, что очень удобно при наличии у компьютера двух и более мониторов. Внешне это выглядит как запуск нескольких экземпляров программы, но на самом деле все открытые таким образом документы сохраняют «горячую» связь друг с другом, которая обеспечивается системой для документов, входящих в состав одного проекта.

1.5. Краткое описание основных элементов управления в рабочем окне Altium Designer

1.5.1. Системное меню

В системном меню, располагающемся в верхней части экрана Altium Designer (рис. 1.1), собраны команды, обеспечивающие работу с системой. Команды распределены по отдельным группам. Состав системного меню зависит от вида документа, с которым производится работа в данный момент. Чтобы познакомиться с системным меню, создадим новый документ определенного типа. Вновь созданные документы в Altium Designer автоматически активируются и открываются в окне просмотра с помощью соответствующего редактора.

- **Создайте схемный документ**

1. В системном меню щелкните левой кнопкой мыши (ЛКМ) по названию группы **File** (Файл).
2. В раскрывшейся группе задержите курсор на команде **New** (Новый).
3. В открывшемся списке документов щелчком ЛКМ отметьте схемный документ – **Schematic** (Схема).



В дальнейших описаниях подобная последовательность действий будет представляться одной строкой следующего вида:

Активируйте команду **File | New | Schematic** (Файл | Новый | Схема).

4. Откроется новый схемный документ, и, соответственно, изменится состав системного меню.
5. Читая следующие описания, открывайте указанные группы команд, чтобы познакомиться с их составом. Сами команды пока не активируйте до дополнительных указаний.

В группу **File** (Файл) объединены команды, позволяющие создать (*New*) и сохранить (*Save*), открыть (*Open*) или закрыть (*Close*) документ, проект или рабочую область. Здесь также расположены команды импорта документов из других систем (*Import* и *Import Wizard*), настройки печати (*Print*) и открытия последних использованных проектов и документов (*Recent Projects*, *Recent Documents*).

В группе **Edit** (Правка) находятся команды, позволяющие редактировать объекты текущего документа – вырезать (*Cut*) и вставлять (*Paste*), копировать (*Copy*) и удалять (*Delete*), выделять (*Select*) и перемещать (*Move*), выравнивать (*Align*) и т. д.

Группа команд **View** (Вид) позволяет масштабировать (*Zoom*) и смещать (*Pan*) изображение текущего документа, управлять видимостью инструментальных (*Toolbars*) и рабочих (*Workspace*) панелей, а также строк статуса (*Status Bar*) и команды (*Command Status*).

В группе **Project** (Проект) собраны команды, позволяющие работать с проектами и рабочими областями – добавлять (*Add*) новые и существующие документы в проект, удалять документы из проекта (*Remove from Project*), закрывать проектные документы и сами проекты (*Close Project*), находить различия между активным документом платы и схемными документами (*Differences*), компилировать документы и проекты (*Compile*). Есть возможность просмотреть историю работы над проектом и отдельным документом (*Local History*). Рабочие области также можно открывать и сохранять, добавлять в них новые и существующие проекты.

Группа **Place** (Разместить) объединяет команды размещения объектов, специфичных для данного документа на рабочем поле. Это могут быть линии, дуги, заливки, полигоны, компоненты, посадочные места и т. д. Для каждого вида документов набор возможных объектов индивидуален.

Группа команд **Design** (Разработка) предназначена для работы с текущим документом. Ее состав меняется для разных типов документов, и для некоторых документов (например, библиотечных) такой группы в системном меню не предусмотрено.

В группе **Tools** (Инструменты) собраны утилиты для работы с текущим документом, и ее состав для разных типов документов также существенно меняется. В схемном редакторе, например, представлены команды поиска компонентов в библиотеках (*Find*) и обновления компонентов из библиотек (*Update*), автоматической расстановки позиционных обозначений (*Annotate*) и проверки целостности сигналов (*Signal Integrity*), объединения выделенных частей схемы в группы и сохранения их в качестве фрагментов в отдельную папку (*Convert*) т. д.

Группа **Reports** (Отчеты) включает команды формирования различного вида отчетов, а также команды измерения расстояний между объектами (*Measure*) в случае топологических редакторов.

Команды группы **Windows** (Окна) позволяют разделять документы между различными окнами, для того чтобы их можно было видеть на экране одновременно, а также скрывать и закрывать документы.

1.5.2. Инструментальные панели (*Tool Bars*)

На инструментальные панели выносятся часто используемые команды и действия пользователя. Состав доступных инструментальных панелей и кнопок на них зависит от типа текущего документа.

Управление видимостью инструментальных панелей производится установкой и сбросом флажков в раскрывающемся списке панелей *ToolBars*, который находится в группе **View** (Вид) системного меню (рис. 1.2). Этот список также можно открыть, щелкнув правой кнопкой мыши (ПКМ) на любой инструментальной панели. На рис. 1.2 состав инструментальных панелей приведен для схемного редактора. С помощью команды **Customize** (Настроить), расположенной в конце этого списка, можно регулировать состав имеющихся инструментальных панелей, создавать новые панели и даже изменять названия команд в системном меню с английских на русские. На рис. 1.2 приведен пример такой пользовательской инструментальной панели, которая называется *Линии*. В стандартном наборе такой инструментальной панели нет.

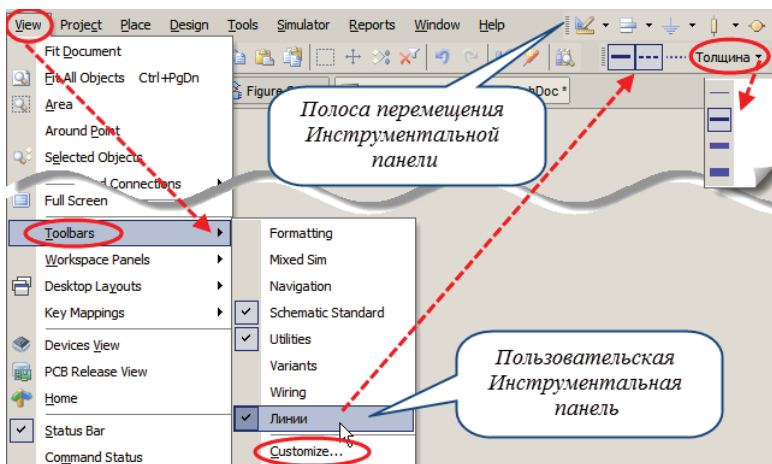


Рис. 1.2. Управление видимостью инструментальных панелей

Инструментальные панели можно перемещать относительно друг друга и даже выносить их за пределы рабочего экрана Altium Designer. Для перемещения инструментальной панели необходимо зажать левую кнопку мыши (ЛКМ) на специальной полосе в левой части панели и начать двигать курсор в нужном направлении. Кстати, системное меню – это тоже инструментальная панель.

1.5.3. Строка статуса и строка статуса команд

Строка статуса и *строка статуса команды* располагаются в нижней части рабочего экрана системы (рис. 1.3). В строке статуса отображается информация о текущем режиме работы – координатах курсора, шагах сетки и др. В правой части этой полосы находятся **кнопки управления рабочими панелями** системы.

В строке статуса команды отображается название текущей команды или команды, на которую указывает курсор в системном меню. На рис. 1.3 показано ее расположение в окне. Эти строки занимают не слишком много места и для начинающего

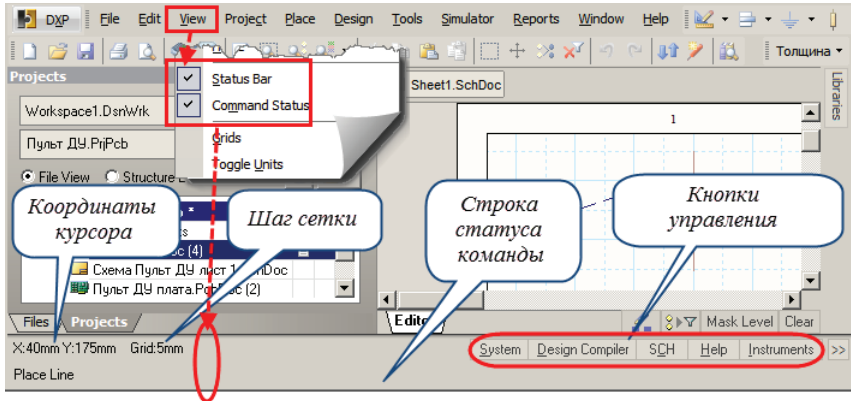


Рис. 1.3. Управление видимостью строки статуса и строки статуса команды

пользователя весьма полезны, особенно строка статуса. По крайней мере, в дальнейшем изложении мы будем к ним обращаться регулярно. Для визуализации этих элементов в группе **View** (Вид) системного меню должны быть установлены флажки **Status Bar** (Строка статуса) и **Command Status** (Строка статуса команды).

1.6. Настройка системных параметров

Система Altium Designer обладает большим количеством настроек, позволяющих сделать работу с ней максимально комфортной. Для удобства все системные настройки собраны в группу **Preferences** (Предпочтения) системного меню **DXP** и разбиты на категории.

- ✓ Для получения предсказуемых результатов, что очень важно при самостоятельном изучении системы, постарайтесь максимально точно выполнить приведенные далее рекомендации по настройкам системы!

1.6.1. Общесистемные параметры

Для начинающих пользователей (да и для опытных тоже) весьма желательно, чтобы при очередном запуске системы автоматически воспроизводилось состояние рабочего стола системы, соответствующее окончанию предыдущего сеанса работы (были загружены нужные проекты, открыты используемые документы, рабочие и инструментальные панели и т. д.). Это позволит избежать ненужных поисков рабочих документов и облегчит обустройство рабочего стола. Практически все глобальные общесистемные настройки и настройки отдельных приложений в Altium Designer сведены в одну группу, что очень удобно для работы.

- **Проведите настройку общесистемных параметров Altium Designer**

1. В системном меню последовательно выберите пункты **DXP | Preferences** (Проводник проектов | Предпочтения), как показано на рис. 1.4.

2. Откроется диалоговое окно **Preferences** (Настройки). Здесь производятся все настройки системы и ее составных частей. Это очень важное диалоговое окно, и к нему нам придется часто возвращаться. Запомните название этого окна и способ его вызова.
3. Нажмите на знак «+» слева от слова *System* (Система), если эта категория настроек не раскрылась автоматически.
4. В раскрывшемся списке выберите *General* (Общий) и на вкладке **System – General** установите флажки в соответствии с рис. 1.4. Особое внимание обратите на состояние флажков, выделенных на рисунке прямоугольной рамкой.

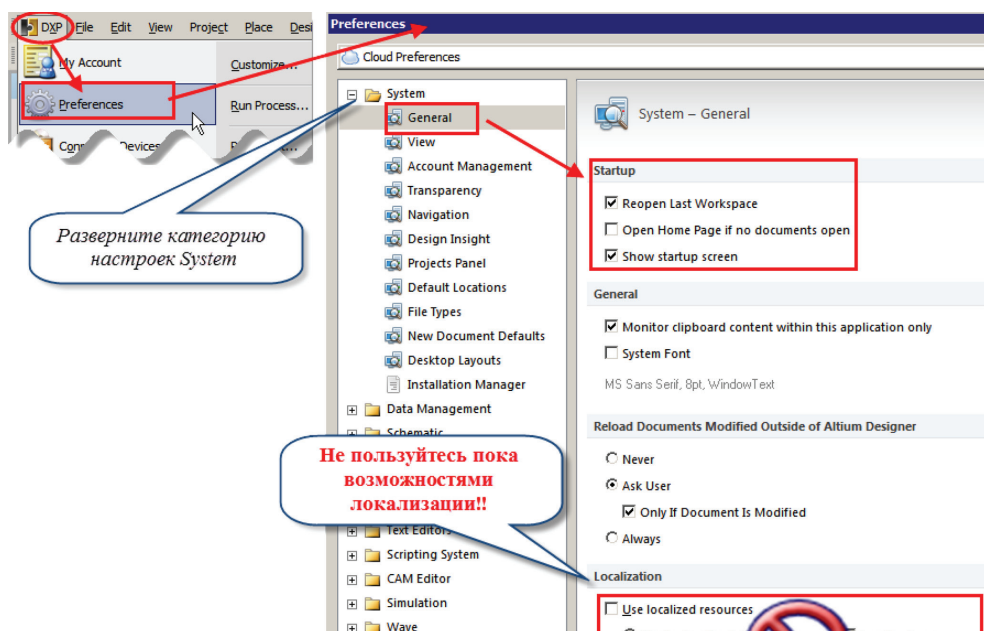


Рис. 1.4. Открытие диалогового окна настроек системы **Preferences** (Настройки)

5. Чтобы ваши действия стали осознанными, рассмотрим назначение флажков, расположенных на этой вкладке, подробно:
 - Установка флажка **Reopen Last Workspace** (Открыть последнюю рабочую область) в группе *Startup* (Запуск) позволяет активировать все проекты, задействованные в последнем сеансе работы с системой. Это существенно облегчает работу с проектами.
 - Установка флажка **Open Home Page if no documents open** (Открывать домашнюю страницу, если нет открытых документов) приведет к открытию в поле документов специальной вкладки **Home** при отсутствии других открытых документов. Эта вкладка в основном предназначена для

- связи с серверами портала Altium.com и требует установки соединения с ними. На первом этапе работы с системой флажок можно сбросить.
- Флажок **Show startup screen** (Показывать заставку) управляет видимостью заставки при запуске программы. Рекомендуется этот флажок установить, чтобы контролировать процесс загрузки системы.
 - В группе *General* (Общее) расположен флажок, управляющий контролем за содержимым буфера обмена Windows и предотвращающий вставку из этого буфера данных, не соответствующих формату текущего документа Altium Designer. Этот флажок нужно установить.
 - Установка флажка **System Font** (Системный шрифт) в этой группе дает возможность изменить шрифт интерактивных диалогов Altium Designer. По умолчанию эта возможность отключена, и это правильно. У начинающих есть много других способов испортить систему!

Отдельного внимания заслуживает группа **Localization** (Локализация). К сожалению, локализация выполнена далеко не полностью (многие команды даже на верхнем уровне меню остаются англоязычными). Кроме того, все справки также даются на английском языке. Подождем, пока легальных пользователей системы Altium Designer в России будет так много, что разработчики и распространители программы проведут полную локализацию программного продукта на должном уровне.

- ✓ Тем не менее переводы команд в данной книге в основном соответствуют локализованному варианту системы. Авторский вариант перевода дается в тех случаях, когда термин или название команды не переведены или, по мнению автора, переведены некорректно!

1.6.2. Настройка вида рабочего стола

На вкладке **System – View** (Система – Вид) производятся базовые настройки вида рабочего стола системы. На начальном этапе здесь следует обратить внимание всего на две из них.

- **Настройте вид рабочего стола**

1. В категории настроек *System* выберите группу **View** (Вид).
2. На открывшейся вкладке **System – View** (рис. 1.5) установите флажок **Autosave Desktop** (Сохранять рабочий стол), что позволит полностью воспроизвести рабочую обстановку в системе, соответствующую последней сессии работы. Это касается расположения и размеров рабочих и инструментальных панелей, настроек открытых документов и т. д.
3. Установка флажка **Restore open documents** (Восстановить открытые документы) позволяет восстановить статус всех документов, задействованных в последней сессии работы. Этот флажок также должен быть установлен!
4. Закройте диалоговое окно **Preferences** (Настройки), нажав на кнопку **ОК**. Общие настройки системы завершены.

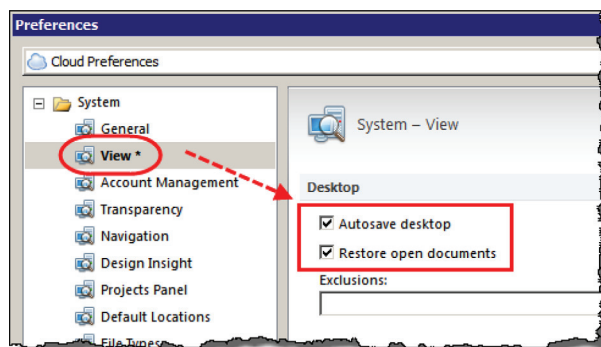


Рис. 1.5. Настройка базовых параметров рабочего стола Altium Designer

1.7. Рабочие панели и работа с ними

Рабочие панели (*Work Space Panels*) – это дополнительные элементы интерфейса системы Altium Designer, на которые выносятся информация, команды, окна просмотра и т. д., специфичные для разных видов проектов и документов. Рабочих панелей в системе много, поэтому разработчики системы предусмотрели различные варианты размещения их на экране монитора (мониторов) с возможностью прикрепления к краям рабочего поля и объединения в группы.

1.7.1. Варианты размещения, прикрепления и объединения рабочих панелей

По своему характеру рабочие панели в Altium Designer являются плавающими, то есть они могут располагаться в любом месте экрана монитора, в том числе и вне рабочего поля. Недостатком плавающих панелей является то, что они закрывают часть документа, над которым находятся, и поэтому при работе их приходится постоянно сдвигать. Примером плавающей панели на рис. 1.6 является панель **Snippets** (Фрагменты), а плавающей группы – группа **Favorites-Output**, расположенные в центре рабочего поля.

От этого недостатка свободны панели, прикрепленные к какому-либо краю рабочего поля – левому или правому, верхнему или нижнему. Примером прикрепленной группы панелей на рис. 1.6 является группа **Projects-Files**, прикрепленная к левому краю рабочего поля. Одиночная панель **Messages** (Сообщения) прикреплена к нижнему краю рабочего поля.

Прикрепленные панели не закрывают документа, но отбирают часть рабочего поля. В случае маленького монитора или большого документа это не очень приятно. Выходом из этого положения являются незафиксированные панели, прикрепленные к какому-либо краю поля. Когда надобность в них пропадает (вы некоторое время не обращаетесь к ним), они автоматически скрываются за краем

экрана, оставляя видимыми только ярлычки на специально выделенной полосе у соответствующего края рабочего поля. Примером таких панелей на рис. 1.6 являются панели **Libraries** (Библиотеки) и **Clipboard** (Буфер обмена), прикрепленные к правому краю рабочего поля. На рис. 1.6 у правого края видны только названия этих панелей, но достаточно щелкнуть по ним ЛКМ или просто задержать на названии курсор, как панель появится из-за края экрана. Скрывающимися можно сделать как одиночные панели, так и любые группы панелей.

Объединять рабочие панели в группы можно, накладывая их друг на друга. Так объединены рабочие панели **Files** (Файлы) и **Projects** (Проекты) на рис. 1.6. Этот вариант условно можно назвать «книга».

При группировании можно состыковывать панели краями, как черепицу или, точнее, «мозаику». Таким образом на рис. 1.6 объединены рабочие панели **Favorites** (Любимые) и **Output** (Выходные).

Объединять по тому или другому варианту можно произвольное число панелей. Более того, допустимо объединение разнородных групп панелей в более крупную группу.

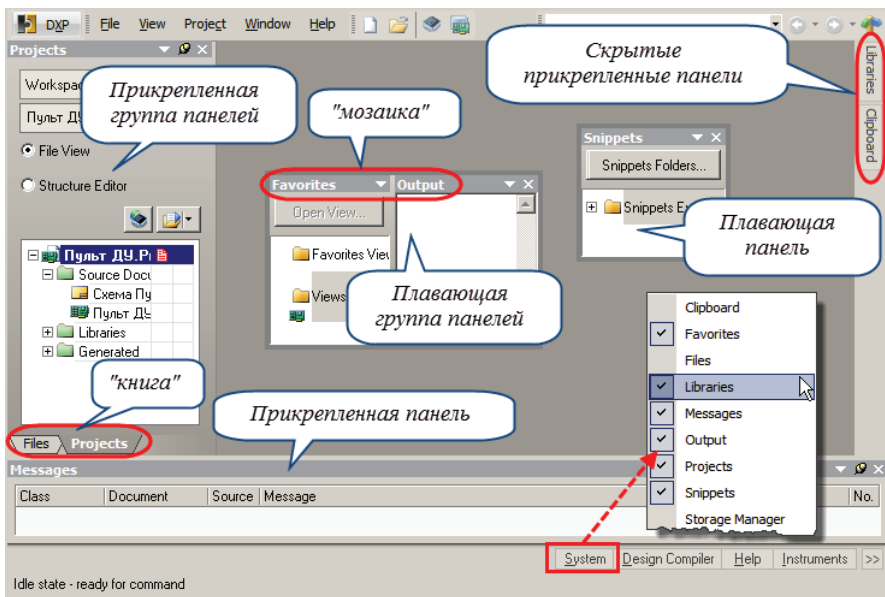


Рис. 1.6. Варианты объединения и размещения рабочих панелей

1.7.2. Активация рабочих панелей

Для удобства работы рабочие панели объединены в категории, доступ к которым возможен либо из системного меню **View** (Вид), либо из строки статуса, как показано на рис. 1.7. Для активации рабочей панели нужно открыть соответствующую

щую категорию и установить флажок справа от названия рабочей панели, щелкнув ЛКМ по нему. Для примера на рис. 1.7 показана активация панели **Snippets** (Фрагменты).

- **Используя строку статуса, активируйте рабочую панель Snippets (Фрагменты)**

1. Щелкните ЛКМ по кнопке **System** (Система) в строке статуса, как показано на рис. 1.7. Если в строке статуса кнопки рабочих панелей не видны, нажмите кнопку $\ll<$ (Развернуть), расположенную в правой части строки статуса.

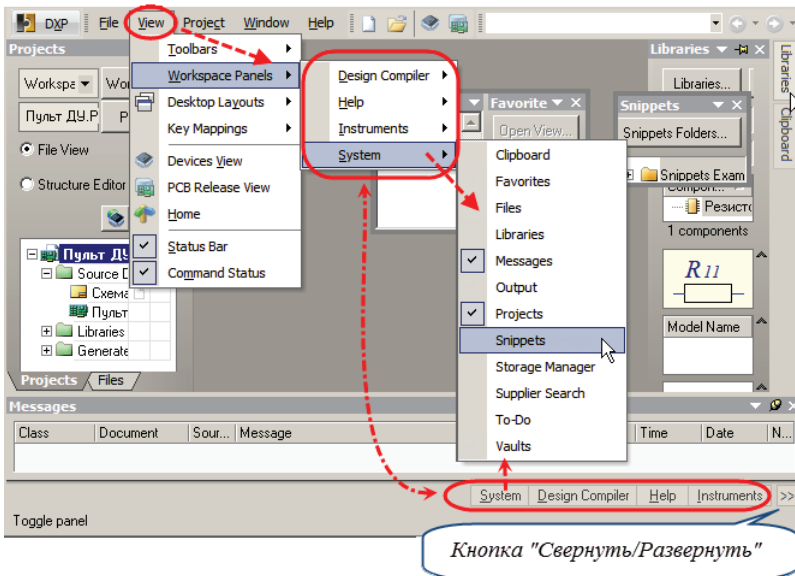


Рис. 1.7. Активация рабочих панелей из системного меню и строки статуса

2. В раскрывшемся списке найдите флажок рабочей панели **Snippets** (Проекты) и установите его щелчком ЛКМ.
 3. Место появления рабочей панели и способы ее объединения с другими открытыми панелями будут зависеть от предыстории работы с ней.
- ✓ При активации рабочая панель занимает то место, которое она занимала в момент ее закрытия!

1.7.3. Перемещение рабочих панелей и групп панелей

Перемещение рабочих панелей и их групп производится с помощью так называемых заголовочных полос, находящихся в их верхней части. Заголовочная полоса неявно разделена на три зоны (рис. 1.8).