

# Altium Designer Summer 08 – разработка и компиляция электрических принципиальных схем

Алексей Сабунин (Москва)

Все редакторы схем похожи, однако, в Altium Designer имеется большое количество параметров и настроек. Его отличительными особенностями также являются проектная структура разработки (см. СЭ №№ 5 и 6, 2008) и непривычная для разработчиков процедура компиляции схемы и проекта. В данной статье будут рассмотрены наиболее важные настройки и инструменты редактора схем Altium Designer и описана процедура компиляции проекта.

Формирование новой электрической схемы начинается с создания нового файла проекта и листа схемы с помощью команд *File > New > Project > PCB Project* и *File > New > Schematic*. После создания новых документов их следует сразу же сохранить, иначе позднее компиляция будет недоступна. Для сохранения проекта выполняем *File > Save Project As*, а для схемы – *File > Save*. Присвоим проекту и схеме название *Ucheba*. В результате в панели *Project* (см. СЭ № 5, 2008) будет отображена структура проекта, показанная на рисунке 1.

## НАСТРОЙКА РЕДАКТОРА

При первом создании документа схемы обратите внимание, что схема открывается в дюймовой системе измерения и с форматкой, не соответствующей ГОСТ. Поэтому, прежде чем приступить к реализации схемы, необходимо настроить параметры рабочей области и текущего листа схемы.

Начнём с настроек текущего документа, которые устанавливаются на вкладке *Design > Document Options*. Рекомендуемые настройки документа показаны на рисунке 2. Следует на-

чать с вкладки *Units*, на которой необходимо указать миллиметры в качестве единиц измерения, при этом настройка применяется только к открытому документу (ниже будет описана процедура установки единиц измерения по умолчанию). Далее на вкладке *Sheet Options* следует отключить все параметры в дополнительных настройках, т.к. они в большинстве случаев не используются в практике отечественных предприятий. Отдельно стоит сказать о двух параметрах, помеченными знаками (\*) и (\*\*) на рисунке 2.

Системный шрифт используется для надписей, привязанных к некоторым объектам по умолчанию (например, название и номер вывода, название порта). При изменении этого параметра на данной вкладке размер надписей изменится во всём документе.

Электрическая сетка – это область вокруг вывода компонента, за которую «цепляется» цепь при соединении компонентов. Значение данного параметра должно быть минимум в два раза меньше шага расположения выводов условного графического обозначения компонентов (УГО). Нажатие кнопки *OK* подтверждает выбранные настройки.

В окне *Document Options* показаны локальные настройки, относящиеся к текущему листу схемы. Основная масса глобальных настроек, которые применяются ко всему редактору и ко всем вновь созданным документам, находится в меню: *DXP > Preferences > Schematic* (см. рис. 3).

Прежде чем начать работу с редактором схем в первый раз, рекомендуется просмотреть все вкладки группы *Schematic* (см. рис. 3) и установить оптимальные настройки. Не пытайтесь разобраться сразу во всех – уделите внимание основным. Рассмотрим назначение каждой вкладки и опишем наиболее значимые настройки.

Вкладка *General* задаёт общие настройки, которые необходимо знать на начальном этапе (см. рис. 3). На вкладке *Graphical Editing* задаются настройки редактирования объектов; отметим наиболее важные из них.

*Clipboard Reference* – если эта настройка включена, то при выполнении операций копирования (*Copy*) или вырезания (*Cut*) система будет запрашивать указание точки привязки. Это используется при копировании части схемы, которую надо будет вставить обратно в схемный лист. Указатель мыши при этом будет удерживать вставляемый блок именно за эту точку.

*Add Template to Clipboard* – при включении этого параметра шаблон листа будет копироваться в буфер обмена при выполнении операций копирования и вырезания.

*Convert Special Strings* – включение этого параметра позволяет увидеть на экране содержимое специальных строк в том виде, в котором они будут выведены на печать.

*Center of Object* – при включении данного параметра указатель мыши удерживает перемещаемый объект в точке привязки (если объект имеет такую точку) или за его центр (если объект не имеет точки привязки, – например, прямоугольник).

*Object's Electrical Hot Spot* – при включении данного параметра указатель мыши удерживает перемещаемый объект в ближайшей горячей точке (например, конец вывода).

*Auto Zoom* – при включении данного параметра и переходе к какому-либо элементу принципиальной схемы автоматически изменяется масштаб

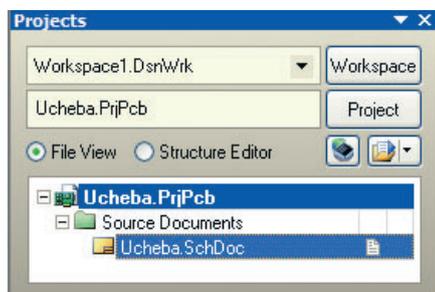


Рис. 1. Структура проекта

отображения. В противном случае масштаб остаётся постоянным.

*Single «\» Negation* – при включении данного параметра все идентификаторы цепей (порты, метки цепей, входы листа), имеющие в начале названия символ «\», воспринимаются как инверсные соответствующей цепи.

*Always Drag* – при включении данного параметра компонент будет перемещаться со связями, а при нажатой клавише Ctrl – без связей, при выключенной – наоборот.

*Display Strings As Rotated* – показывать повернутый текст в реальном виде, в противном случае отображение всех текстов будет слева направо.

*Auto Pan Options* – параметры автоматического панорамирования. *Style*: при выборе *Auto Pan ReCenter* в режиме редактирования компонента при выведении указателя мыши за пределы видимой области рабочего окна, будет происходить автопанорамирование вокруг указателя мыши, который, в свою очередь, будет размещаться в центре рабочего окна. При выборе *Auto Pan Fixed Jump* вид окна будет «прыгать» за указателем мыши с шагом, указанным в строке *step size*. При выборе *Auto Pan Off* автопанорамирование будет отключено (данный режим соответствует настройке редактора схем программы P-CAD). *Speed* – скорость автопанорамирования. *Step size* и *Shift Step Size* – размер шага при ручном панорамировании (которое осуществляется клавишами Scroll и Shift+Scroll).

*Undo/Redo Stack Size* – задаёт максимальное число последовательного выполнения команды отмены предыдущего действия (*Undo*). *Group Undo* – при включении данного параметра будут группироваться действия, выполненные одной командой.

На вкладке *Mouse Wheel Configuration* задаётся функциональность кнопок мыши, т.е. можно менять кнопки, управляющие изображением и меняющие масштаб, приспособив управление изображением в *Altium Designer* под знакомые программы (AutoCAD, SolidWorks или Компас).

На вкладке *Compiler*, кроме установки цветов ошибок и предупреждений при компиляции, можно установить функцию *Auto-Junction*, которая включает или выключает режим соединения связей при наложении конца связи на уже существующую связь. Во включенном режиме система ав-

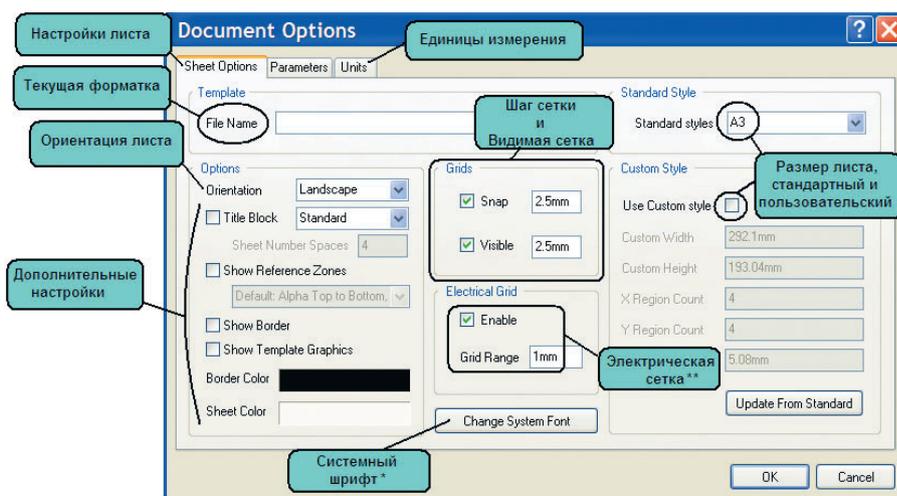


Рис. 2. Настройки текущего документа

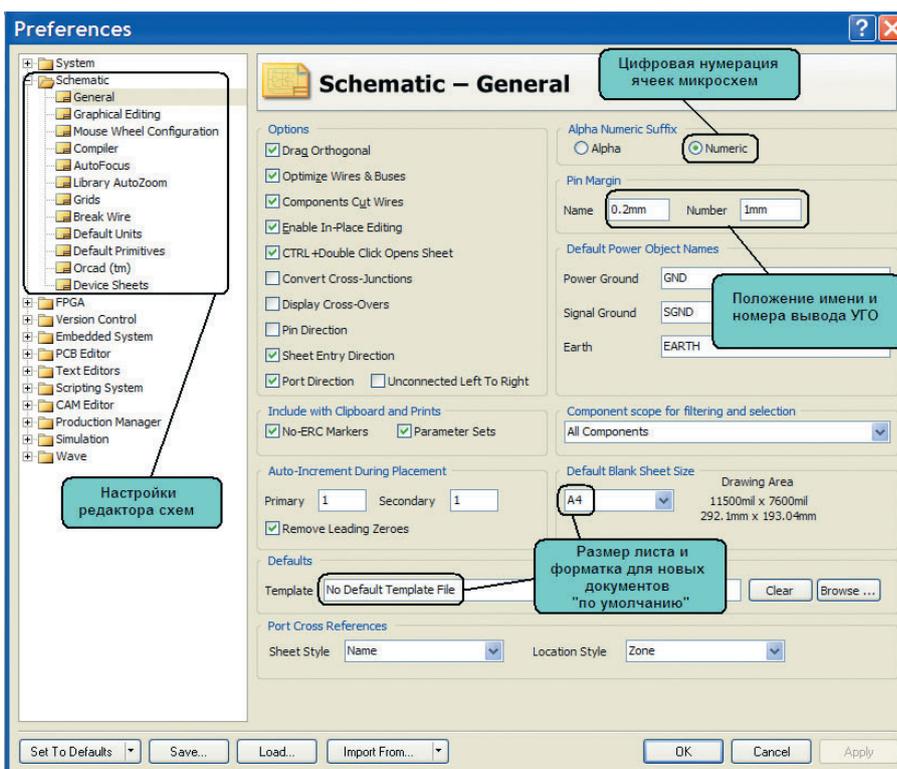


Рис. 3. Настройки редактора схем

томатически поставит точку, обозначающую соединение цепей.

Вкладка *Break Wire* задаёт настройки инструмента *Break Wire* (обрезка проводника) – устанавливает размер отрезка (количество шагов сетки), который будет вырезать инструмент *Edit > Break Wire*.

На вкладке *Default Units* имеется возможность выбрать единицы измерения. Здесь следует установить флаг в строке *Use Metric Unit System*, после чего работа будет выполняться в метрической системе.

Вкладка *Primitives* позволяет установить значения по умолчанию для всех графических и электрических примитивов. Для знакомства с воз-

можностями данной настройки изменим некоторые значения: в списке *Primitives* находим наименование *Rectangle*, нажимаем на нём левой кнопкой мыши (ЛКМ) и далее нажимаем кнопку *Edit Values*. В открывшемся окне мы можем полностью задать базовый набор для примитива «Прямоугольник», но нас интересует только пункт *Draw Solid*, – убираем флаг (теперь при рисовании прямоугольника он не будет заполняться заливкой). Нажимаем OK и выбираем в списке наименование *Pin* (вывод). Нажимаем ЛКМ название примитива, затем нажимаем на кнопку *Edit Values*. Здесь надо изменить параметр *Length* (длина вывода); устанавливаем зна-

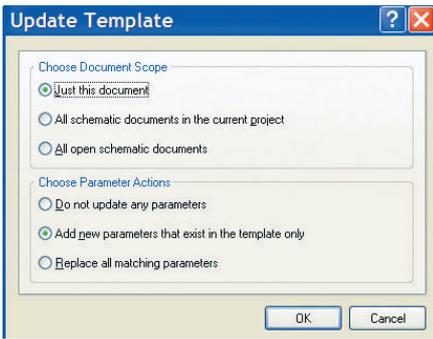


Рис. 4. Обновление форматки

чение 4 мм и выходим из режима редактирования. Последнее, что необходимо в данной настройке, – включить параметр *Permanent*, который позволяет предохранять настройки примитивов по умолчанию от перезаписи.

После установки всех параметров обратите внимание на список настроек: у названия настройки появился знак «\*», а сама настройка выделена жирным текстом, – всё это говорит о том, что настройки изменены, но ещё не сохранены. Чтобы применить новые настройки, необходимо нажать кнопку *Apply* и выйти из выпадающего окна *Preferences* нажатием кнопки *OK*. Настройки, которые не были описаны выше, не имеют определяющего значения на начальной стадии работы с программой.

Перед созданием схемы подключим к листу форматку, которая была заранее создана в виде заготовки и содержит поля, автоматически заполняемые из свойств документа. Для подключения форматки выполним *Design > Template > Set Template Name*, после чего укажем форматку (в нашем случае A3.SchDot, из до-

полнительных материалов на сайте журнала) и нажмём кнопку *OK*. На экране появится окно, показанное на рисунке 4, в котором необходимо указать область применения форматки и сообщить программе, как поступать с новыми параметрами. В нашем случае форматка применяется к текущему документу, и новые параметры должны быть добавлены. После нажатия кнопки *OK* к листу схемы будет добавлена форматка с незаполненными полями (если этого не произошло, значит, размер листа схемы меньше листа форматки). Теперь, чтобы в полях форматки появились соответствующие фамилии разработчика, проверяющего и т.д., необходимо заполнить карточку свойств документа, для чего выполняем *Design > Document Options*. На вкладке *Parameters* в строках *Razrabotal*, *Proveril* вместо надписи в фигурных скобках записываются данные проекта, после чего эта информация появляется на листе схемы.

**РАЗРАБОТКА СХЕМЫ**

В качестве примера создадим схему, показанную на рисунке 5. Для разработки схемы используется специальная панель *Libraries*, посредством которой выполняется работа с библиотеками. Запуск этой панели производится через меню вызова панелей *System > Libraries* (правый нижний угол рабочего окна).

Компоненты	
C1	ЕКАР-47-10
C2	C1206-1.0-20%
DD1	K511UP2

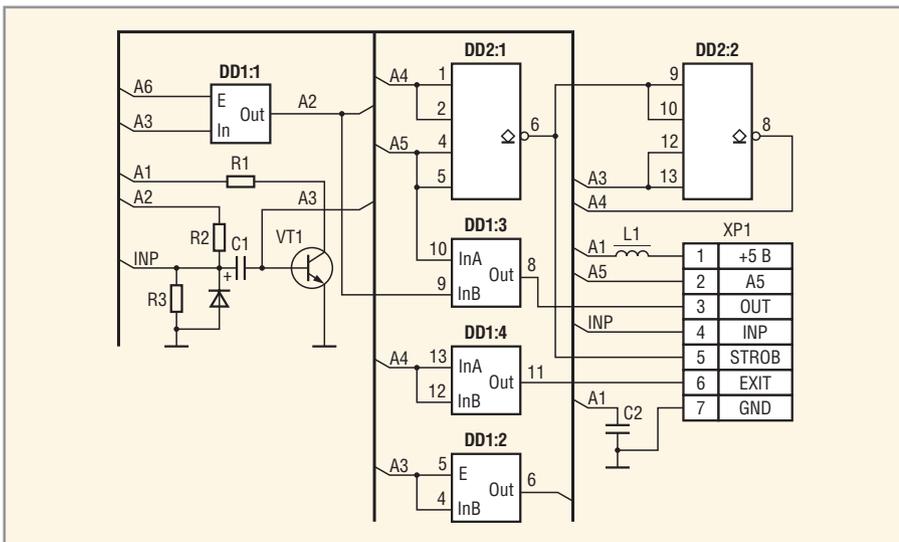


Рис. 5. Пример схемы

DD2	133LA6
L1	DR18
R1	R0805-4.7K-5%
R2	R0805-560-5%
R3	R0805-5.1-5%
VD1	KD510A_S
VT1	KT3102G
XP1	DRB-9RM_1

В запущенном виде панель *Libraries* имеет вид, показанный на рисунке 6, на котором также описано назначение окон данной панели. Перед началом работы необходимо подключить библиотеки, в которых находятся компоненты для создаваемой схемы. Чтобы подключить библиотеки, нажимаем кнопку *Libraries* в одноимённой панели, после чего на экране появится окно, показанное на рисунке 7.

В данном окне имеются три вкладки, их назначение следующее: *Project* – библиотеки проекта, *Installed* – установленные библиотеки, *SearchPath* – путь для поиска по библиотекам. Предполагается, что библиотеки изначально были созданы в виде интегрированных библиотек (см. СЭ № 6, 2008), чтобы их использовать, эти библиотеки необходимо добавить в список на вкладке *Installed*. Для нашей схемы подключим библиотеку *Demo.IntLib* (которую можно скачать в Приложении к статье на интернет-странице СЭ). Для подключения и удаления библиотек используются кнопки *Install* и *Remove* на вкладке *Installed* в окне *Avialable Libraries*. После подключения библиотеки *Demo* нажимаем кнопку *Close*, при этом панель *Libraries* должна полностью соответствовать показанной на рисунке 6.

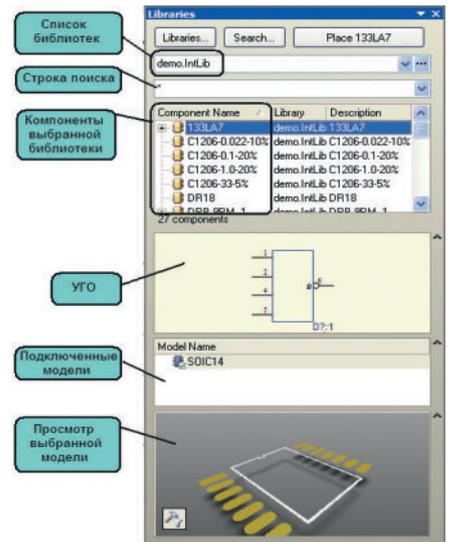


Рис. 6. Панель Libraries

Приступая к размещению компонентов на листе схемы, не всегда легко найти требуемый компонент в указанных библиотеках, которые могут содержать до нескольких тысяч компонентов. Для поиска необходимого компонента в библиотеке можно воспользоваться двумя методами. Во-первых, зайти в диалог поиска по кнопке *Search* панели *Libraries*, что позволяет искать компоненты по всем доступным библиотекам, независимо от того, подключены они или нет (данная возможность не описывается в данной статье). Во-вторых, воспользоваться строкой поиска (см. рис. 6), где можно написать название (или его часть) необходимого компонента, используя специальные знаки (\* – набор неопределённых символов, ? – один неопределённый символ). Например, установим на схеме резистор R1 – R0805-4.7K-5%, для чего в строке поиска введём текст «\*4.7», после чего из библиотеки будут извлечены компоненты, содержащие в своём названии данные символы.

В панели *Libraries* будет показан только один, необходимый нам компонент. Выбираем с помощью мыши данный компонент и нажимаем кнопку *Place*. Указатель мыши принимает вид крестика, к которому «прилип» контур символа резистора; это означает, что редактор переключился в режим размещения. Прежде чем щёлкнуть ЛКМ в поле схемы и поставить резистор в необходимое место, можно отредактировать его параметры, для чего следует нажать клавишу *Tab*. В нашем случае свойства не изменяются, и компоненты размещаются на листе схемы без конкретной нумерации, которая будет автоматически задана на последнем этапе работы со схемой. При размещении компонентов следует обращать внимание на сетку, которая должна быть кратной 2,5 мм.

При размещении компонентов используется клавиша *Space* (пробел) – поворот на 90 градусов – и кнопки *X*, *Y* – зеркальное отображение относительно осей *Y* и *X*. Данные команды отличаются от привычных настроек P-CAD, что доставляет определённые неудобства пользователям, имеющим опыт работы с данной программой. Для пользователей P-CAD существует настройка, возвращающая комбинации горячих клавиш к привычным,

«пикадовским»: *View > Key Mappings > P-CAD*.

После расположения всех компонентов приступаем к прорисовке связей. Убедимся, что вся схема отображается в окне редактора схем, для чего выполним команду меню *View > Fit All Object*. Сначала соединим нижний вывод резистора R1 с эмиттером транзистора VT1, выполнив команду меню *Place > Wire*. Указатель мыши примет вид крестика. Подведём указатель мыши к нижнему выводу резистора R1. Появится красная звёздочка, сигнализирующая о наличии электрического объекта. Выполним щелчок ЛКМ или нажмём клавишу *Enter*, чтобы задать начало линии. В программе Altium Designer предусмотрены четыре режима рисования соединений: 90°, 45°, произвольный угол и режим *Auto Wire* (соединяет две выбранные точки по оптимальному маршруту). Переключение между режимами осуществляется нажатием комбинации клавиш *Shift + Space*. В режимов 90° и 45° имеются по два подрежима, переключение между ними осуществляется нажатием клавиши *Space*.

В целом эти и остальные элементы рисования схемы не имеют принципиальных отличий от аналогичных программ редактирования такого класса, поэтому далее будут перечислены используемые команды с небольшим комментарием, без подробного описания действий.

Команда *Place > Bus Entry* – выход из шины; этот объект отсутствовал в P-CAD, поскольку программа добавляла вывод от шины автоматически; *Place > Bus* – шина, в отличие от P-CAD, не просто представляет собой графическое изображение, а имеет логическую сущность. Все цепи, объединённые шиной на плате, будут вырождены в класс цепей, поэтому шина обязательно должна иметь название, которое задаётся согласно синтаксису: *A[0..2]* – где *A* – метка названия, *[0..2]* – разрядность шины (максимальная цифра в разрядности шины задаёт ограничение на количество входящих в неё цепей). *Place > Net Label* – метка цепи; этой командой задаются наименования цепей и шин. *Place > Power Port* – установка порта питания или земли. При установке всех объектов, описанных в этом абзаце, следует нажимать клавишу *Tab* после вызова команды и зада-

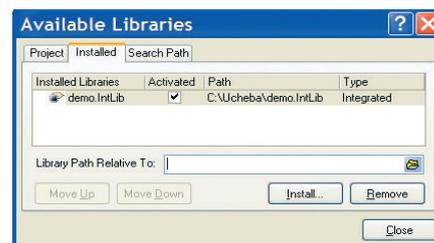


Рис. 7. Подключение библиотек

вать необходимые атрибуты перед установкой объектов на лист схемы. Помимо рассмотренных объектов, на схеме могут располагаться порты, соединители листов иерархических проектов, метки правил и классов цепей, а также многие другие объекты, которые будут описаны в одной из следующих статей.

Последним этапом перед компиляцией проекта является автоматическая нумерация компонентов схемы, которая в самом простом случае выполняется командой *Tools > Annotate Schematic*. В левом верхнем углу появившегося окна задаётся направление нумерации (в нашем случае *Down then Across*), после чего последовательно нажимаются кнопки *Update Changes List* и *Accept Changes*. Наконец, в окне *Engineering Change Order* необходимо последовательно нажать кнопки *Validate Changes*, *Execute Changes* и *Close*, после чего во всей схеме будет установлена автоматическая нумерация компонентов в соответствии с отечественными стандартами.

## Компиляция проекта

Предположим, что схема создана полностью, как показано на рисунке 5, и сохранена. Следующим, концептуально новым для разработчиков схем на базе P-CAD этапом является компиляция проекта. При реализации проекта печатной платы компиляция обычно выполняется перед передачей информации от принципиальной электрической схемы в файл платы. Если в программе P-CAD после разработки схемы необходимо было выполнить проверку электрических правил (ERC) и затем сформировать список соединений (NetList), то в программе Altium Designer выполняется компиляция всего проекта, а затем информация проекта передаётся в файл платы выполнением одной команды. В связи с этим большую роль играет процесс компиляции, который выполняется для проектов всех типов,

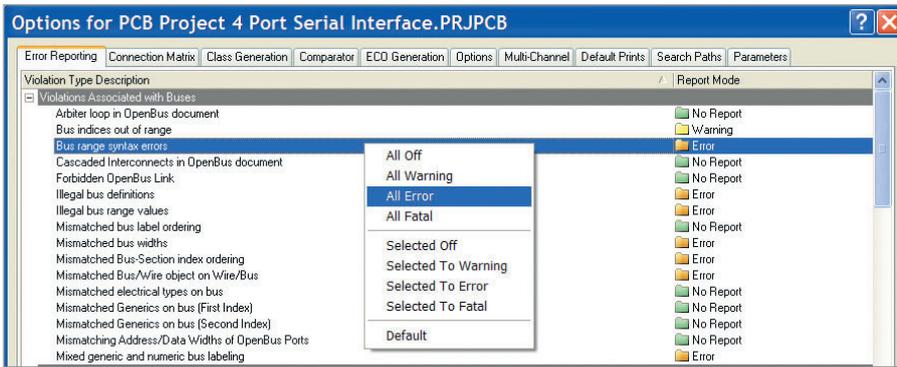


Рис. 8. Предупреждения, связанные с шинами

но в нашем случае будет рассмотрен только для наиболее часто применяемого проекта печатной платы.

Параметры проекта задаются на странице, которая вызывается командой *Project > Project Options* (при этом должен быть выбран необходимый проект или открыт один из его документов). Данная страница содержит несколько вкладок, на каждой из которых задаются определённые настройки (для проекта печатных плат таких вкладок 10, см. рис. 8). Для компиляции проекта, содержащего только схему, достаточно установить настройки двух вкладок *Error Reporting* и *Connection Matrix*; рассмотрим назначение каждой из этих вкладок.

*Error reporting* – отчёт об ошибках. На данной вкладке представлен весь перечень нарушений, которые могут быть зафиксированы в проекте данного типа. Напротив каждого пункта указывается степень важности данного нарушения для разработчика, и могут быть выбраны следующие варианты:

- *No Report* – не включать в отчёт;
- *Warning* – предупреждение – нарушение фиксируется, но оно незначительно;
- *Error* – ошибка, существенное нарушение;
- *Fatal Error* – критическая ошибка.

Все типы нарушений на вкладке *Error Reporting* разбиты на группы, относящиеся к определённому типу объектов. Рассмотрим виды нарушений, варианты их отображения и рекомендуемые настройки.

Прежде чем рассмотреть нарушения разного типа, следует отметить, что на начальном этапе можно включить все виды нарушений, а затем, анализируя полученные ошибки, исключать те нарушения, которые не актуальны для текущего проекта. Чтобы установить уровень всех наруше-

ний, *Error* следует нажать правой кнопкой мыши в любом месте окна и выбрать *All Error* (см. рис. 8).

1. *Violations Associated with Buses* – предупреждения, связанные с шинами. Здесь и далее на рисунке показаны рекомендуемые настройки, а далее по тексту описаны особенности нарушения и синтаксис сообщения, которое будет отображаться при нарушении. Описание параметров проекта проводилось по версии программы 6.8, поэтому расшифровка некоторых нарушений отсутствует. Кроме этого, не описываются ошибки, связанные с объектами *Harness* и *OpenBus*, а также с конфигурациями ПЛИС (*Configuration Constrains*). Синтаксис нарушения показан в фигурных скобках. В первой группе нарушений описываются ошибки, связанные с реализацией шин (см. рис. 8):

- *Bus indices out of range* – номер цепи выходит за пределы описанного диапазона цепей шины: {Bus index out of range on A Index = 4} – в шине с меткой А имеется цепь (А4), превышающая размерность шины;
- *Bus range syntaxes errors* – нарушение синтаксиса описания диапазона шины: {Bus range syntax error NetName at Location}, где NetName – некорректное название шины, Location – расположение некорректной метки шины. В общем случае шины должны иметь метку A[0..7] или A[7..0], в которых буква задаёт имя шины, а цифрами задаётся диапазон меток цепей, которые в нее входят;
- *Illegal bus definition* – некорректное использование шины; появляется при подключении к шине объекта, не относящегося к одному из разрешённых (netlabel, port, sheet entry, pin, cross sheet connector или power object);

- *Illegal bus range value* – некорректное описание диапазона цепей шины: {Illegal bus range value BusLabel at Location}, где BusLabel – некорректная метка шины;
  - *Mismatched bus label ordering* – показывает идентификаторы одной шины, ошибочно указывающие порядок возрастания номеров, например, A[0..2] и A[2..0]: {Mismatched bus ordering on NetName Low value first and High value first};
  - *Mismatched bus widths* – несовпадение ширины шины и названия порта: {Mismatched bus widths on bus section NetName (BusSize1 and BusSize2)}, где NetName – несовпадающая метка шины, в скобках – размеры шины и порта;
  - *Mismatched bus/wire object on wire/bus* – несовпадение типа идентификатора и названия цепи (шины). Ошибка появляется в том случае, когда шина заведена в порт (или другой идентификатор), описывающий одиночную цепь: {Wire Port A at 100mm, 100mm placed on a bus} – ошибка свидетельствует, что порт А (описывающий одиночную цепь) подключен к шине. В общем случае ошибка выглядит так: {ObjectIdentifier at Location placed on an ObjectType}, где ObjectIdentifier – некорректная метка идентификатора (вывод, порт, порт питания, вывод листа, метка цепи), которая сопровождается меткой, указывающей на принадлежность к цепи (Wire) или шине (Bus); Location – координаты некорректного идентификатора, ObjectType – объект, подключенный к некорректному идентификатору (цепь или шина);
  - *Mixed generic and numeric bus labeling* – смешанная буквенно-цифровая маркировка шины. Шины, подключенные к одноименным портам, имеют различное описание разрядности, например, A[0..2] и A[0..b]: {Mismatched generic and numeric bus labeling on NetName Level value first and Generic}, где NetName – некорректно описанная метка шины.
2. *Violations Associated with Components* – предупреждения, связанные с компонентами (см. рис. 9):
- *Component implementations with invalid pins mappings* – ошибка появляется при компиляции интегрированных библиотек и свидетельствует о несовпадении количества

выводов у символа и модели компонента: {SN7432: Could not find port 13 on model DIP14 for pin 13} – у компонента SN7432 для вывода 13 не найден соответствующий контакт на корпусе DIP14;

- *Components containing duplicate sub-parts* – ошибка свидетельствует о наличии нескольких одинаковых ячеек одной и той же микросхемы. Например, первая ячейка микросхемы SN7432 установлена в двух местах с позиционным обозначением DD1.1: {Component ComponentName has duplicate sub-parts at Location1 and Location2};
- *Components with duplicate pins* – сообщение свидетельствует о наличии двух или более одноимённых обозначений вывода компонента: {Duplicate pins in component Pin Identifier1 and Pin Identifier2};
- *Duplicate part designators* – продублированы позиционные обозначения компонентов на схеме (плате): {Duplicate Component Designators PartDesignator at Location1 and Location2};
- *Errors in component model parameters* – ошибка появляется при компиляции интегрированных библиотек и свидетельствует об отсутствии описания модели одного или нескольких выводов в IBIS-модели для анализа целостности сигналов: {ComponentName: Pin models could not be found};
- *Extra pin found in component display mode* – найден дополнительный вывод в текущем режиме отображения компонента;
- *Mismatched hidden pin connections* – сообщение свидетельствует о наличии скрытых выводов у компонентов и показывает цепи, к которым по умолчанию подключены данные выводы;
- *Mismatched pin visibility* – несовпадение названия цепи, подключенной к выводу компонента, с названием цепи, к которой по умолчанию должен быть подключен данный вывод в случае отсутствия его отображения на схеме (такая ошибка встречается при использовании скрытых выводов земли и питания);
- *Missing components models* – ошибка появляется при компиляции интегрированных библиотек и свидетельствует о наличии моделей со ссылками на несуществующие

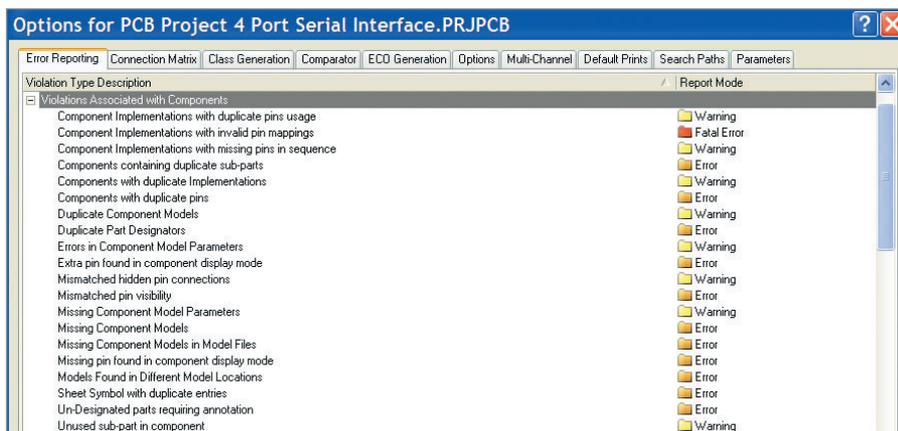


Рис. 9. Предупреждения, связанные с компонентами



Рис. 10. Предупреждения, связанные с ограничениями конфигурации

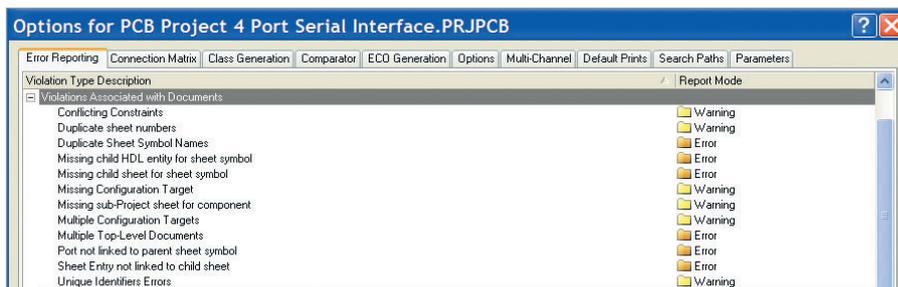


Рис. 11. Предупреждения, связанные с документами

- файлы библиотек либо на несуществующие модели в библиотеке;
  - *Missing components models in model files* – ошибка появляется при компиляции интегрированных библиотек и свидетельствует о наличии отдельных файлов моделей (таких как Spise и IBIS);
  - *Missing pin found in component display mode* – найден не обозначенный вывод в текущем режиме отображения компонента;
  - *Sheet symbol with duplicate entries* – сообщение, свидетельствующее о наличии двух одноимённых выводов листа на одном символе листа;
  - *Un-designated parts requiring annotation* – сообщение, свидетельствующее о наличии необозначенных позиционных обозначений компонентов (R?, D? и т.д.);
  - *Unused sub-part in component* – сообщение, показывающее не задействованные ячейки многосекционных компонентов.
3. *Violations Associated with Configuration Constrains* – предупреждения, связанные с ограничениями кон-

фигурации (см. рис. 10). Не описываются, т.к. относятся в большей степени к реализации проектов ПЛИС или совместных проектов плат и ПЛИС.

- 4. *Violations Associated with Documents* – предупреждения, связанные с документами (см. рис. 11):
- *Duplicate sheet symbol names* – данное сообщение появляется, когда на одном листе схемы повторяются как минимум два обозначения символов листов;
- *Missing child HDL entity for sheet symbol* – сообщение, показывающее несопоставимые имена выводов на символах листов и описание этих выводов в подчинённом листе, описанном на языке HDL;
- *Missing child sheet for sheet symbol* – сообщение, показывающее несопоставимые имена выводов на символах листов и порты, соответствующие этим выводам на подчинённом листе схемы;
- *Multiple top-level documents* – сообщение, появляющееся при компиляции иерархического проекта;

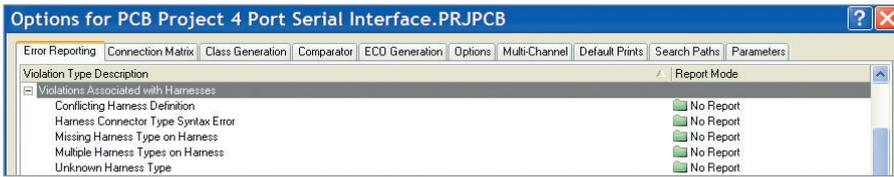


Рис. 12. Предупреждения, связанные со жгутами

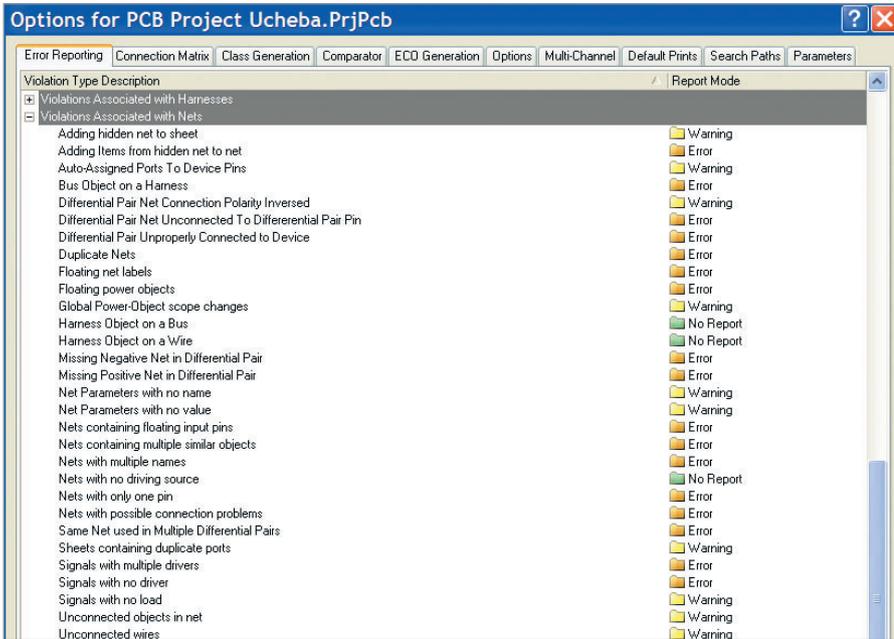


Рис. 13. Предупреждения, связанные с цепями



Рис. 14. Дополнительные правила

свидетельствует о наличии двух или более листов верхнего уровня;

- *Port not linked to parent sheet symbol* – сообщение компилятора о наличии порта на подчинённом листе схемы, не имеющего ответной части на символе листа этой схемы на верхнем уровне иерархии. Все выводы на символах листов главной схемы должны быть синхронизи-

рованы с соответствующими портами на подчинённых листах;

- *Sheet entry not linked to child sheet* – сообщение компилятора о наличии вывода листа на главном листе схемы, не имеющего ответной части на одной из подчинённых схем;
- *Unique identifiers errors* – сообщение, показывающее по меньшей мере два компонента, листа схем или комбинацию этих объектов, имеющих одинаковые уникальные номера (ID).

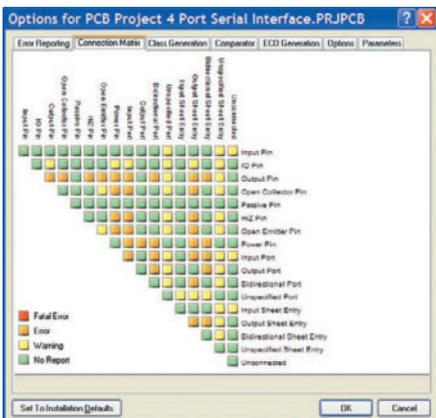


Рис. 15. Матрица соединений

- *Violations Associated with Harnesses* – предупреждения, связанные со жгутами (см. рис. 12). Не рассматриваются в данной статье. Если на схеме не используются жгуты, то все нарушения данной группы можно выключить из проверки.
- *Violations Associated with Nets* – предупреждения, связанные с цепями (см. рис. 13):
  - *Adding hidden net to sheet* – добавление скрытых выводов на листе схемы;
  - *Adding items from hidden net to net* – сообщение, показывающее цепи,

подключенные к выводам компонента, которые изначально были подключены через скрытые выводы. Таким способом производится поиск несанкционированного подключения цепей питания к компоненту;

- *Differential pair net connection polarity inversed* – соединение цепей дифференциальной пары с различной полярностью;
- *Differential pair net unconnected to differential pair pin* – отсутствие подключения между цепями и выводами дифференциальной пары;
- *Differential pair net unproperly connected to device* – некорректное подключение дифференциальной пары к устройству;
- *Missing negative net in differential pair* – отсутствует минусовая цепь в дифференциальной паре;
- *Missing positive net in differential pair* – отсутствует плюсовая цепь в дифференциальной паре;
- *Same net used in multiple differential pairs* – одна и та же цепь используется в нескольких дифференциальных парах;
- *Duplicate nets* – продублированы названия цепей;
- *Floating net labels* – не подключенные метки цепей;
- *Floating power objects* – не подключенные объекты питания;
- *Net parameters with no name* – безымянные параметры цепи;
- *Net parameters with no value* – параметры цепи, не имеющие значения;
- *Nets containing floating input pins* – цепи, содержащие неподключенный входной вывод;
- *Nets containing multiple similar objects* – цепи, содержащие несколько продублированных объектов;
- *Nets with multiple names* – цепь, содержащая несколько меток (названий);
- *Nets with no driving source* – цепь, не имеющая источника возбуждения;
- *Nets with only one pin* – цепь, имеющая только один вывод;
- *Sheets containing duplicate ports* – листы схемы содержат повторяющиеся порты;
- *Signals with multiple driver* – сигнал имеет несколько источников возбуждения;
- *Signals with no driver* – сигнал без источника возбуждения;
- *Signals with no load* – сигнал без нагрузки;

- *Unconnected object in net* – не подключенные объекты в цепи;
  - *Unconnected wires* – не подключенные окончания цепей.
7. *Violations Associated with Others, Violations Associated with Parameters* – предупреждения, связанные с параметрами, и другие (см. рис. 14):
- *Object not completely within sheet boundaries* – объекты, не полностью попадающие в границы листа;
  - *Off-grid object* – объекты, расположенные не в узлах сетки;
  - *Same parameter containing different types* – одинаковые параметры, имеющие различный тип;
  - *Same parameter containing different values* – одинаковые параметры, имеющие различные значения.

Многие из рассмотренных настроек могут изменяться для различных проектов, и большую роль здесь играет использование шин, жгутов, портов и других вспомогательных элементов.

*Connection Matrix* – матрица соединений (см. рис. 15). На второй вкладке параметров проекта показана матрица соединений, в которой по горизонтали и вертикали перечислены все возможные типы выводов, портов и выводов листа. Данная матрица задаёт уровень значимости подключений каждого типа. Например, по умолчанию на пересечении строки и столбца *Input Port* установлено значение *Error*, – это свидетельствует о том, что одна цепь не может содержать два и более входных порта, но для многих схем это является нормальным! Следовательно, в данной матрице необходимо описать пересечения всех типов.

No.	Class	Document	Source	Message	Time	Date
108	[Error]	Ucheba.SchDoc	Compiler	Net A6 has only one pin (Pin DD1-2)	16:21:32	31.07.2008
107	[Error]	Ucheba.SchDoc	Compiler	Net NetDD1_6 has only one pin (Pin DD1-6)	16:21:32	31.07.2008
104	[Warning]	Ucheba.SchDoc	Compiler	Bus index out of range on A Index = 6	16:21:32	31.07.2008
105	[Warning]	Ucheba.SchDoc	Compiler	Component XP1 DRB-9RM_1 has unused su...	16:21:32	31.07.2008
106	[Warning]	Ucheba.SchDoc	Compiler	Component XP1 DRB-9RM_1 has unused su...	16:21:32	31.07.2008
50	[Warning]	Ucheba.SchDoc	Compiler	Off grid at 106.55mm,147.38mm	16:21:32	31.07.2008
60	[Warning]	Ucheba.SchDoc	Compiler	Off grid at 113.73mm,182.38mm	16:21:32	31.07.2008
33	[Warning]	Ucheba.SchDoc	Compiler	Off grid at 114.05mm,149.88mm	16:21:32	31.07.2008
45	[Warning]	Ucheba.SchDoc	Compiler	Off grid at 116.55mm,147.38mm	16:21:32	31.07.2008
55	[Warning]	Ucheba.SchDoc	Compiler	Off grid at 116.55mm,170.2mm	16:21:32	31.07.2008

Рис. 16. Список нарушений

Настоящая статья написана по материалам справочного руководства Altium Designer, которое находится в папке *Help* директории установки программы. Для подробного знакомства с настройками компиляции проекта рекомендуется прочитать статью TR0142 Project Compiler Error Reference.pdf, находящуюся в папке документации Altium Designer\Help.

После настройки параметров компиляции согласно установкам на рисунках 8 – 14 можно выполнять компиляцию проекта и его отладку (при наличии ошибок). Запустим компиляцию командой *Project > Compile PCB Project*. Результатом станет появление окна *Messages* с ошибками проекта. Если проект был выполнен в соответствии с рисунком 4, то в списке сообщений будет две ошибки и несколько десятков предупреждений (см. рис. 16).

После компиляции начинается один из наиболее сложных этапов работы с программой – отладка схемы. Необходимо добиться, чтобы в списке нарушений (*Messages*) не содержалось ни одной ошибки (*Error* и *Fatal Error*); наличие предупреждений не критично. Отладку рекоменду-

ется выполнять поэтапно: сначала избавиться от одной ошибки, затем снова провести компиляцию и только после этого переходить к следующей ошибке.

Вернёмся к рассматриваемой схеме. Выполним двойной щелчок ЛКМ на первой ошибке. В результате на экране появится окно *Compile Errors*, в котором приведён текст данной ошибки (в нашем случае указана цепь А6, которая имеет только один вывод). Поскольку решение проблемы не очевидно, перейдём ко второй ошибке. При выделении второй ошибки сообщается, что существует некоторая цепь, содержащая только один вывод, откуда становится понятно, что на этой цепи не хватает метки (цепь входит в шину и при этом не имеет метку цепи). Выполним команду *Place > Net Label* и установим метку А6 на эту цепь. После проведения компиляции окно нарушений не будет содержать ошибок.

Теперь мы имеем проект, содержащий одну схему и готовый к передаче информации на печатную плату, о разработке которой будет рассказано в следующих статьях. ☺

## Новости мира News of the World Новости мира

### Canon запатентовала DSLR-камеру с топливным элементом

Одними из наиболее вероятных кандидатов на роль «убийцы аккумуляторов» для портативной электроники являются так называемые топливные элементы, которые уже прописались в таких устройствах, как мобильные компьютеры и телефоны. Но пока дело дошло только лишь до инженерных образцов, и в серию такие аппараты до сих пор не попали. Остаётся неизвестной судьба и ещё одного типа электронных устройств, питание которого может осуществлять топливный элемент, – цифровых фотоаппаратов. С одной стороны,

причин для оптимизма пока нет, ведь технология явно не отработана до реального коммерческого использования; с другой стороны, компания Canon запатентовала конструкцию цифровой «зеркалки», оснащённой именно топливным элементом.

Необходимо заметить, что слухи о сотрудничестве одного из лидеров в разработке новых элементов питания, компании MIT, с неизвестным на тот момент производителем цифровых фотоаппаратов уже появлялись в Сети. А новая информация о получении Canon патента на «топливную» зеркальную камеру только подтверждает неофициальные сведения.

Разумеется, пока рано говорить о скором выпуске на мировой рынок столь интересного аппарата – по всей видимости, Canon заранее позаботилась о своём будущем, ведь в случае доведения технологии топливных элементов до коммерческого уровня конкуренты вполне могли первыми зарегистрировать свое «изобретение», что значительно осложнило бы вывод новой продукции в продажу. Теперь же компания имеет полное право выпускать собственные «топливные» фотоаппараты на мировой рынок, а заодно и продавать лицензию сторонним производителям.

3dnews