

Практический курс сквозного проектирования цифровых устройств на основе ПЛИС фирмы Xilinx

(часть 4)

Валерий Зотов (Москва)

В четвертой части курса описаны процессы установки маркеров интерфейсных цепей, включения в состав формируемой схемы дополнительной текстовой и графической информации, сохранения и редактирования сформированной схемы а также создания условно графического образа для сформированной принципиальной схемы.


УСТАНОВКА МАРКЕРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ НАЗНАЧЕНИЕ ИНТЕРФЕЙСНЫХ ЦЕПЕЙ

После формирования цепей, предназначенных для соединений с другими схемами и контактами кристалла, и присвоения им соответствующих названий необходимо установить маркеры, определяющие назначение этих цепей и направление передачи данных. Маркер присоединяется к свободной конечной точке цепи. Для включения режима ввода маркеров следует нажать кнопку  на панели инструментов или выполнить команду *I/O Marker* из выпадающего меню *Add*, после чего к курсору привязывается изображение маркера. Его тип (входной, выходной или двунаправленный) указывается с помощью группы кнопок с зависимой фиксацией, расположенных на странице дополнительных параметров *Options* в окне процессов. Здесь же находится поле выбора ориентации маркера на схеме.

По умолчанию установлен режим автоматической ориентации *Automatic*, при котором маркер располагается в направлении продолжения сегмента цепи, к которому он присоединяется. При необходимости можно указать ориентацию маркера, выбрав соответствующее значение из выпадающего списка, который содержит следующие варианты: *Automatic*, *Down*, *Left*, *Right*, *Up*. Значения *Left* соответствует расположению маркера слева от конечной точки цепи, *Right* – справа, *Down* – вниз, *Up* – вверх. Выбор требуемого типа маркера произ-

водится щелчком левой кнопки мыши на изображении соответствующей кнопки. По умолчанию в нажатом состоянии находится кнопка *Add an automatic marker*, которая устанавливает режим автоматического выбора типа маркера в соответствии с характером выбранной цепи. В большинстве случаев рекомендуется использовать именно этот режим. Если требуется установить маркер входной цепи, следует нажать кнопку *Add an input marker*, выходной – кнопку *Add an output marker*, двунаправленной – *Add a bidirectional marker*. Кнопка *Remove the marker* используется для удаления маркера из схемы.

Для установки маркера необходимо поместить указатель на свободную конечную точку цепи и щёлкнуть левой кнопкой мыши. При успешном выполнении этой операции к цепи присоединяется изображение маркера, внутри которого отображается название цепи. В случае обнаружении ошибки (например, при неправильном расположении) маркер не устанавливается, и на экран выводится окно сообщения об ошибках.


Чтобы изменить тип маркера после его установки, следует перейти в режим выделения объектов, нажав кнопку  на панели инструментов, поместить курсор на его изображение и дважды щёлкнуть левой кнопкой мыши. После чего на экран выводится диалоговая панель установки и редактирования атрибутов цепи. В таблице атрибутов имеется строка па-

раметра *PortPolarity*, который определяет характер цепи: входная (*Input*), выходная (*Output*) или двунаправленная (*Bidirectional*). Для выбора необходимого типа маркера необходимо нажать кнопку управления выпадающим списком в поле значения *Value* параметра *PortPolarity*. Затем в предложенном списке следует выбрать требуемый тип маркера, щёлкнув левой кнопкой мыши на строке с его названием. Выбранный тип маркера автоматически отображается в поле значения параметра *PortPolarity*. Выполненные изменения типа маркера необходимо подтвердить нажатием кнопки *OK* или *Apply* в нижней части диалоговой панели.

Если проводники схемы, используемые для соединений с другими схемами и контактами кристалла, сгруппированы в шины, то маркер может быть установлен непосредственно в конечную точку шины. Последовательность действий, выполняемых в процессе маркировки шин, аналогична процедуре установки маркера для одиночной цепи.

ВКЛЮЧЕНИЕ В СОСТАВ ФОРМИРУЕМОЙ СХЕМЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ТЕКСТОВОЙ И ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ


Для внесения в схему дополнительной информации, которая впоследствии используется различными программами пакета САПР серии Xilinx ISE, в схемотехническом редакторе применяются атрибуты. Они могут предоставлять информацию о библиотеке символов, электрических характеристиках, ограничениях, параметрах размещения и трассировки, директивах трансляции и оптимизации. Различают следующие основные группы атрибутов в принципиальных схемах: атрибуты компонентов, цепей и контактов. Для их определения и редактирования необходимо выделить соответ-

тствующий объект на схеме и воспользоваться кнопкой , расположенной на оперативной панели управления, или командой *Object Properties* в выпадающем меню *Edit*, которая открывает одноименную диалоговую панель. Самый быстрый способ открытия данной панели – поместить курсор на изображение соответствующего элемента схемы и дважды щёлкнуть левой кнопкой мыши. Процесс изменения значений установленных атрибутов рассмотрен в предыдущем разделе при описании определения типа маркера для интерфейсной цепи.






Чтобы добавить новый атрибут в таблицу параметров, расположенную в диалоговой панели *Object Properties*, следует нажать кнопку *New* в правой части этой панели. После этого на экране монитора отображается панель создания новых атрибутов *New Attribute*, где необходимо указать название создаваемого атрибута (*Attribute Name*), его значение (*Attribute Value*) и тип (*Attribute Value Type*). Для этого необходимо активировать соответствующее поле выбора или редактирования и ввести текст названия или значение параметра. Название атрибута также можно выбрать из выпадающего списка, нажав кнопку управления у правой границы поля *Attribute Name*. Чтобы запомнить название нового атрибута и включить его в состав выпадающего списка, необходимо перевести индикатор *Remember this attribute name* в состояние «включено». Тип значений атрибута выбирается из выпадающего списка, который открывается при нажатии кнопки управления в поле *Attribute Value Type*. Создание нового атрибута завершается нажатием кнопки *OK* в нижней части панели *New Attribute*, после чего сформированный атрибут и его значение автоматически добавляются в таблицу параметров *Object Properties*.

Учитывая, что в пакете САПР серии Xilinx ISE имеются более эффективные средства представления информации, указываемой в атрибутах (например, редактор временных и топологических ограничений, файлы UCF), этот вопрос будет рассмотрен более подробно в следующей статье курса.


Для удобства работы со схемой и отчётами о выполнении последующих этапов проектирования рекомендуется задать позиционные обозначения (названия) для компонентов схемы.

При включении в состав схемы нового УГО схемотехнический редактор автоматически устанавливает его обозначение в виде XLXI_number, где number – порядковый номер компонента. Режим ввода позиционных обозначений компонентов включается при выборе команды *Instance Name* из выпадающего меню *Add* или при нажатии кнопки  на панели инструментов. Далее, необходимо в поле редактирования *Name*, расположенном на странице *Options* в окне процессов, ввести текст для обозначения компонента. После этого необходимо расположить курсор на изображении соответствующего компонента и щёлкнуть левой кнопкой мыши. Аналогично выполняется изменение установленного позиционного обозначения.

Оформление схем в соответствии с общепринятыми требованиями осуществляется с помощью средств ввода текста и различных графических примитивов. Так как эти элементы не влияют на последующие процессы размещения и трассировки проекта в кристалл и используются в основном для подготовки документации, процесс их создания описывается кратко.


Режим формирования графических примитивов включается при нажатии соответствующих кнопок на инструментальной панели или при выборе команд рисования из выпадающего меню *Add*. Кнопка  (команда *Line*) задаёт режим вычерчивания линии,  (команда *Rectangle*) – прямоугольника,  (команда *Arc*) – дуги,  (команда *Circle*) – окружности. Далее, в этих режимах курсором указывается начальная точка и размер графического элемента, а фиксация рисунка производится щелчком левой кнопки мыши. Для ввода текста следует использовать кнопку  на панели инструментов или выбрать пункт *Add* в основном меню и затем в соответствующем всплывающем меню выбрать строку *Text*. На странице *Options* в окне процессов необходимо активизировать поле редактирования текста *Text Value* и ввести требуемую последовательность символов. Используя поле выбора *Text Size*, можно изменить размер шрифта. После ввода текстовых символов и выбора размера шрифта необходимо курсором указать расположение текста на поле чертежа и зафиксировать его щелчком левой кнопки мыши.

ПРОВЕРКА И СОХРАНЕНИЕ СФОРМИРОВАННОЙ СХЕМЫ

После завершения чертежа схемы необходимо выполнить её проверку. Часть возможных ошибок обнаруживается в процессе создания схемы. Но полный контроль может быть осуществлён только для законченной схемы. Для проверки разработанной схемы предназначена команда *Check Schematic* в выпадающем меню *Tools*, а также кнопка  на инструментальной панели. В процессе верификации осуществляется контроль целостности схемы и выполнения правил электрических соединений. На этом этапе выявляются такие ошибки, как неподключенные цепи, контакты и отводы шины, а также ошибки, возникающие при соединении выходов компонентов.


После выполнения проверки созданной схемы в окне консольных сообщений *Transcript window* отображаются сведения об ошибках и предупреждения с указанием цепи или компонента, с которым они связаны. Если расположить курсор на названии схемы, которое приводится в строке сообщения об ошибке или предупреждения, то указанная цепь или компонент будут выделены цветом на чертеже схемы в соответствующем рабочем окне схемотехнического редактора.

Если сформированная принципиальная схема входит в состав иерархического описания разрабатываемого устройства, для проверки всех схемотехнических модулей этого описания необходимо воспользоваться командой *Hierarchical Check* из всплывающего меню *Tools*.

После устранения всех обнаруженных ошибок следует провести повторную проверку схемы и убедиться в их отсутствии. Заключительным этапом разработки схемы является её сохранение на диске в виде файла. Для этого следует использовать команду *Save* из всплывающего меню *File* или кнопку , расположенную на оперативной панели управления.

РЕДАКТИРОВАНИЕ СХЕМЫ В СРЕДЕ СХЕМОТЕХНИЧЕСКОГО РЕДАКТОРА САПР СЕРИИ XILINX ISE



В процессе разработки схемы часто используется ряд ключевых операций, которые необходимы для редактирования формируемого изображе-



ния. К числу таких операций относятся процедуры удаления, перемещения и копирования элементов схемы. Большинство этих процедур выполняется в режиме выбора объекта схмотехнического редактора САПР серии Xilinx ISE, который автоматически активируется при отмене большинства операций или включается при нажатии кнопки , расположенной на панели инструментов. В этом режиме также можно получить информацию о любом элементе схемы, поместив на его изображение курсор мыши. С небольшой задержкой рядом с этим изображением появляется всплывающая панель, которая содержит данные об элементе. Эта панель автоматически исчезает при перемещении курсора мыши.

Выполнение операций редактирования начинается с указания соответствующего объекта. Для выделения одиночного элемента схемы необходимо поместить курсор на его изображение и щёлкнуть левой кнопкой мыши. Если необходимо выделить цепь, то следует предварительно выбрать режим выделения с помощью группы кнопок, расположенных на странице дополнительных параметров *Options* в окне процессов. При нажатой кнопке *Select the entire branch* цепь (ветвь) выделяется полностью. Если в нажатом состоянии зафиксирована кнопка *Select the line segment*, выделяется только тот сегмент цепи, на котором расположен курсор мыши.

Чтобы выделить группу элементов, следует расположить указатель в позиции, соответствующей одному из углов прямоугольного фрагмента схемы, в котором они расположены, и нажать левую кнопку мыши. Далее, не отпуская левую кнопку и перемещая мышь, необходимо растянуть прямоугольный контур до таких размеров, чтобы он охватывал требуемый фрагмент схемы. Затем следует освободить левую кнопку мыши, после чего все элементы указанного фрагмента будут выделены красным цветом. Группа кнопок, которые находятся на странице *Options*, позволяет уточнить, какие элементы будут выделены при выполнении этой операции. Если нажата кнопка *Are enclosed by the area*, выделяются только объекты, полностью охватываемые прямоугольным контуром. При нажатой кнопке *Intersect the area* в выделенную группу попадают также



объекты, частично охватываемые прямоугольным контуром (пересекающие его). Для отмены выделения следует щёлкнуть левой кнопкой мыши на свободном поле чертежа.

Чтобы удалить выбранный элемент или фрагмент схемы, необходимо нажать клавишу *Del* на клавиатуре или кнопку  на оперативной панели или выбрать пункт *Edit* в основном меню, а затем в соответствующем всплывающем меню выбрать строку *Delete*. Можно также воспользоваться командой *Cut* из меню *Edit* или кнопкой , расположенной на оперативной панели. При этом удаляемая часть схемы помещается в буфер обмена и может быть вставлена в другой фрагмент чертежа.

Для копирования выделенного элемента или фрагмента схемы в буфер обмена необходимо нажать кнопку , расположенную на оперативной панели, или выполнить команду *Copy* из всплывающего меню *Edit*. Чтобы вставить копию содержимого буфера обмена на поле чертежа, следует воспользоваться кнопкой  на оперативной панели или выбрать команду *Paste* из всплывающего меню *Edit*, после чего к курсору привязывается копируемое изображение. Затем необходимо указать курсором место расположения полученной копии на поле чертежа и зафиксировать её щелчком левой кнопкой мыши.

Перемещение выделенного элемента или фрагмента схемы на поле чертежа может осуществляться в двух режимах: с сохранением всех соединений и с разрывом связей с остальной частью схемы. Режим перемещения указывается с помощью кнопок, расположенных на странице *Options* в окне процессов. Если в нажатом состоянии находится кнопка *Keep the connections to other objects*, выделенные объекты перемещаются с сохранением всех соединений с остальной частью схемы. При нажатой кнопке *Break the connections to other objects* все связи выделенных объектов с другими элементами схемы разрываются. Для перемещения выбранной части схемы на поле чертежа необходимо поместить курсор на изображение одного из выделенных элементов, нажать левую кнопку мыши и, передвигая мышь, выбрать новое положение перемещаемой части схемы. Выбранное положение фрагмента

фиксируется при освобождении левой кнопки мыши.

Чтобы отменить изменения в схеме, выполненные на текущем и предыдущих шагах редактирования, следует воспользоваться командой *Undo* из всплывающего меню *Edit* или кнопкой , расположенной на оперативной панели управления. Для повторения отменённых операций предназначена команда *Redo* из всплывающего меню *Edit* или кнопка  оперативной панели.

СОЗДАНИЕ УСЛОВНОГО ГРАФИЧЕСКОГО ОБРАЗА ДЛЯ СФОРМИРОВАННОЙ ПРИНЦИПАЛЬНОЙ СХЕМЫ

В том случае, когда подготовленная принципиальная схема является частью иерархического описания разрабатываемого устройства или представляет собой некоторый макрос, предназначенный для использования в различных проектах, необходимо сформировать для неё условный графический образ. Этот УГО будет использоваться в схмотехнических описаниях более высокого уровня иерархии проекта.

Средства схмотехнического редактора САПР серии Xilinx ISE предоставляют возможность создания УГО как в ручном, так и в автоматическом режиме. Последний режим является наиболее эффективным, так как позволяет сформировать символ с минимальными затратами времени. Поэтому основное внимание будет уделено режиму автоматической генерации УГО.

Для активизации «мастера» формирования УГО следует выполнить команду *Symbol Wizard* из всплывающего меню *Tools*, после чего на экран выводится стартовая диалоговая панель *Source Page*. Данная панель позволяет выбрать метод определения обозначений входных, выходных и двунаправленных контактов УГО, а также его форму. Способ описания выводов формируемого символа указывается с помощью двух кнопок с зависимой фиксацией и поля выбора, расположенных во встроенной панели *Pin Name Source*. При нажатии кнопки *Using Schematic* информация о выводах нового УГО автоматически извлекается из схемы, название которой указано в соответствующем поле выбора. Выпадающий список этого поля содержит названия всех принци-

пиальных схем текущего проекта. В большинстве случаев рекомендуется использовать этот способ, так как он позволяет сократить время создания нового символа. Кнопка *Specify Manually* позволяет выбрать режим «ручного» описания выводов.

Для определения геометрической формы создаваемого УГО предназначена группа кнопок *Shape*. Если в нажатом состоянии находится кнопка *Do not Use Reference Symbol*, форма выбирается с помощью кнопок *Rectangle* (прямоугольник) или *Square* (квадрат). При нажатии кнопки *Use Reference Symbol* создаваемый УГО будет иметь форму, аналогичную символу, название которого представлено в поле редактирования. Чтобы указать название файла для символа, используемого в качестве образца, следует воспользоваться стандартной панелью диалога открытия файла, выводимой при нажатии кнопки *Browse*. После выбора нужных параметров необходимо нажать кнопку *Далее (Next)* в нижней части диалоговой панели *Source Page*, чтобы открыть следующую панель «мастера» *Symbol Wizard* с заголовком *Pin Page*.



Данная панель содержит поле *Symbol Name*, в котором указано название формируемого символа, и таблицу описания выводов (контактов) *Pin*. Если был выбран режим «ручного» описания выводов, необходимо активировать поле редактирования *Symbol Name* и ввести название создаваемого УГО. При автоматическом способе описания выводов название УГО, совпадающее с названием соответствующей схемы, отображается в поле *Symbol Name* и не может быть изменено. Таблица описания выводов *Pin* содержит четыре колонки. В первой указано обозначение вывода *Name*, во второй – его тип *Polarity* (вход, выход, двунаправленный), в третьей – сторона символа, с которой он расположен, *Side* (левая или правая), в четвёртой – порядковый номер *Order*. В режиме «ручного» описания контактов следует для каждого вывода нажать кнопку *Add* в диалоговой панели *Pin Page*, после чего в таблице *Pin* добавляется пустая строка. В новой строке необходимо поочередно активизировать каждое поле и установить требуемое значение соответствующего параметра.

В автоматическом режиме выводится уже заполненная таблица. В

ней можно изменить только расположение вывода *Side* и его порядковый номер *Order*. Выполнив все необходимые изменения в диалоговой панели *Pin Page*, следует нажать кнопку *Далее (Next)*, расположенную в нижней части, после чего открывается очередная диалоговая панель «мастера» *Symbol Wizard*, озаглавленная *Option Page*. В этой панели содержатся параметры, определяющие основные размеры формируемого УГО. Для каждого из этих параметров в поле выбора указано значение, установленное по умолчанию. Если требуется его изменить, следует воспользоваться кнопкой управления выпадающим списком допустимых значений и выбрать нужный вариант.

В поле выбора *Symbol Name Font Size* задаётся размер шрифта названия символа, отображаемого на поле чертежа. Значение поля *Pin Name Font Size* определяет размер шрифта, используемого для обозначений выводов УГО. В полях выбора *Pin Length* и *Pin Space* соответственно указываются длина выводов символа и расстояние между ними. Значение поля *Pin Edge* определяет размер отступа крайнего вывода от ближайшего угла основного поля УГО. В поле *Symbol Width* указывается ширина основного поля символа. В поле выбора *Symbol Origin* задаётся точка привязки изображения УГО к курсору мыши при его размещении на поле чертежа схемы.

По умолчанию в качестве точки привязки используется левый нижний угол поля изображения символа. После определения всех необходимых размеров УГО следует нажать кнопку *Далее (Next)*, после чего открывается информационная панель *Preview Page*, в которой отображается сформированный символ.

Если полученное изображение УГО не удовлетворяет предъявляемым требованиям, следует вернуться к предыдущим шагам его создания, используя кнопку *Назад (Back)* информационной и диалоговых панелей. При получении приемлемого результата необходимо нажать кнопку *Готово (Finish)* в нижней части информационной панели, чтобы открыть рабочее окно редактора символов, где отображается автоматически сформированный УГО. Выполнив при необходимости все требуемые операции редактирования изображения, следует сохранить символ на диске в виде файла, после чего он может быть использован при создании принципиальной схемы более высокого уровня иерархии проекта. Для сохранения используется команда *Save* из всплывающего меню *File* или кнопка , расположенная на оперативной панели управления. Сгенерированный УГО также помещается в рабочую библиотеку текущего проекта. 

Продолжение следует

Проектирование корпусов для интегральных микросхем и полупроводниковых приборов, производство продукции из электротехнической керамики.



Поставка сырья и материалов, содержащих драгоценные металлы.

**КОМПЛЕКСНАЯ ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ
ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ИМПОРТНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

- ОАО Донской завод радиодеталей (ДЗРД)
- ООО НПП-Томиленинский электронный завод
- ЗАО «Кремний-Маркетинг»
- ОАО «Ангстрем»
- ОАО НПК «Северная заря»



www.mvs-cvp.ru

- ОАО «Уральский завод электрических соединителей» (ОАО «Завод «Исеть»)
- ОАО «Завод «Атлант»
- ОАО «Трубчевский завод «Нерусса»
- ФГУП «Караевский завод «Электродеталь»
- ОАО «Завод «Мезон»



Поставка изделий с приёмкой "1", "5" и "9" со склада и под заказ по заводским или договорным ценам (всю информацию Вы можете получить у менеджеров)

127591, г. Москва, Дмитровское шоссе,
д.100/2; тел.: (495) 780-5384, 780-5387;
факс: (495) 788-61-05; e-mail: ec@mvs-cvp.ru

194100, г. Санкт-Петербург,
ул. Кантемировская, д.12, лит.А.;
тел.: (812) 324-40-15; факс: (812) 324-2238
e-mail: office_spb@mvs-cvp.ru