

# Практический курс сквозного проектирования цифровых устройств на основе ПЛИС фирмы Xilinx

(часть 3)

Валерий Зотов (Москва)

В третьей части курса описан процесс подготовки исходных описаний разрабатываемого устройства в форме принципиальных схем в САПР серии Xilinx ISE. Приводится последовательность операций, выполняемых в интегрированном схмотехническом редакторе в ходе создания новой принципиальной схемы и её последующего редактирования. Рассмотрен процесс автоматической генерации условных графических образов (УГО) для сформированных схем.

## Последовательность выполнения операций при создании схмотехнического описания проектируемого устройства

Для создания принципиальной схемы разрабатываемого устройства или его функциональных блоков необходимо, прежде всего, выполнить процедуру подготовки основы нового исходного модуля, рассмотренную в предыдущей статье. Запуск этой процедуры может осуществляться не только с помощью диалоговой панели «мастера» New Project Wizard с заголовком *Create New Source*, но и командой *New Source* из раздела *Project* основного меню *Навигатора проекта (Project Navigator)* или кнопкой , расположенной на оперативной панели управления. При указании типа создаваемого модуля исходного описания проекта, в предложенном списке диалоговой панели *Select Source Type* следует выбрать строку *Schematic*. После генерации основы формируемого модуля исходного описания, в области расположения рабочих окон *Навигатора проекта* автоматически открывается новое окно схмотехнического редактора, на закладке которого отображается название создаваемой схемы.

Кроме того, в окне исходных модулей проекта *Sources Window* добавляется страница библиотек компонентов *Symbols*, а в окне процессов *Processes Window* – страница допол-

нительных параметров *Options*. В дополнение к оперативной панели управления появляется инструментальная панель, содержащая группу кнопок быстрого доступа, которые предназначены для управления режимами работы схмотехнического редактора. В основное меню *Навигатора проекта* добавляются пункты *Add* и *Tools*, которые открывают доступ к соответствующим всплывающим меню, содержащим команды управления схмотехнического редактора.

Процесс создания принципиальной схемы проектируемого устройства в схмотехническом редакторе САПР серии Xilinx ISE включает в себя выполнение следующих операций:

- ввод условных графических образов (УГО) элементов схемы;
- выполнение всех необходимых соединений в виде проводников и шин;
- ввод имён цепей и шин;
- установка маркеров, определяющих назначение интерфейсных цепей, используемых для подключения «внешних» элементов или выводов ПЛИС;
- ввод необходимых атрибутов;
- формирование вспомогательных графических изображений и текстовых комментариев на страницах схемы (оформление документации в соответствии с принятыми нормами);
- проверка сформированной схемы и сохранение её в соответствующем файле на жёстком диске.

Порядок выполнения операций может быть произвольным, но приве-

дённая последовательность является оптимальной.

Прежде чем приступить к созданию схемы, рекомендуется проверить и при необходимости изменить параметры страницы. Для этого следует активировать диалоговую панель общих параметров схемы *Schematic Properties*, поместив курсор на поле чертежа и дважды щёлкнув левой кнопкой мыши. Эта диалоговая панель содержит два поля: списка групп параметров *Category* и таблицы значений *Schematic Properties*. Изначально в панели *Category* выбран параметр *Sheets (Страницы)*. Таблица значений этого параметра состоит из двух столбцов. В первом столбце указан номер страницы *Name*, а во втором – её размеры *Size*. Каждая ячейка колонки *Size* представляет собой поле выбора формата соответствующей страницы схемы. По умолчанию для страниц новой схемы предлагается формат С (22' × 17'). Для изменения формата страницы необходимо нажать кнопку управления выпадающим списком в поле выбора размеров страницы, после чего будет выведен список доступных значений этого параметра. В этом списке следует выбрать строку, в которой указано условное обозначение требуемого формата страницы и его размеры. После этого новые размеры страницы отображаются в соответствующем поле таблицы. Выполненные изменения параметров страницы вступают в силу только после нажатия клавиши *OK* или *Apply*, расположенной в нижней части диалоговой панели *Schematic Properties*.

## Ввод условных графических образов элементов принципиальной схемы

При открытии окна схмотехнического редактора активизирован ос-

новой режим – выбор объекта, который установлен по умолчанию. В этом режиме осуществляется выделение, перемещение и удаление элементов схемы, а также просмотр и редактирование их параметров. Для удобства работы со схемой в процессе её создания и редактирования, рекомендуется выбрать соответствующий масштаб изображения в рабочей области схмотехнического редактора. Изменение масштаба осуществляется с помощью кнопок  и  на оперативной панели управления или командами *Zoom In* и *Zoom Out* из всплывающего меню *Zoom*, доступ к которому открывает пункт *View* основного меню.

Для активизации режима ввода символов (УГО) компонентов создаваемой схемы предназначена кнопка  на инструментальной панели, а также команда *Symbol*, которая находится во всплывающем меню *Add*. Указанный режим автоматически включается при выборе символа на странице библиотек компонентов *Symbols* в окне исходных модулей проекта. Прежде всего, на этой странице необходимо выбрать нужную функциональную группу символов библиотеки компонентов в поле *Categories*, поместив курсор на строку с её названием и щёлкнув левой кнопкой мыши. Если требуемая категория символов отсутствует в видимой части списка, необходимо воспользоваться элементами вертикальной прокрутки с правой стороны поля выбора. Далее, тем же способом в поле *Symbols* выбирается искомый компонент, после чего указатель мыши следует переместить на поле чертежа. При этом к курсору мыши привязывается контурное изображение выбранного компонента, которое перемещается вместе с указателем.

Для получения повернутого и/или зеркального изображения символа на поле чертежа следует нажать кнопку, находящуюся в правой части поля выбора *Orientation*, выбрать из выпадающего списка требуемый угол поворота и форму представления УГО. После этого контурное изображение символа, привязанное к курсору, примет выбранную ориентацию. Тот же результат может быть получен при использовании соответствующих кнопок инструментальной панели. Если на схеме требуется поместить символ в зеркально отражённом ви-

де, необходимо нажать кнопку . Для получения изображения символа, повернутого на 90° по часовой стрелке относительно текущей ориентации, необходимо воспользоваться кнопкой . Далее следует поместить указатель с изображением элемента в соответствующее место страницы схемы и зафиксировать его, щёлкнув левой кнопкой мыши. В случае успешного выполнения указанных операций на поле чертежа появляется детальное изображение выбранного компонента.

После фиксации символа на поле чертежа курсор по-прежнему сохраняет контурное изображение элемента, поэтому если в схеме используется несколько экземпляров текущего выбранного компонента, необходимо поместить указатель на место предполагаемого расположения следующей копии УГО и вновь щёлкнуть левой кнопкой мыши. После ввода текущего компонента следует повторить процедуру выбора символа из списка для следующего элемента схемы, переместив курсор мыши на страницу библиотек символов *Symbols* в окне исходных модулей проекта. Аналогичным образом на поле чертежа УГО размещают все компоненты схемы. При попытке недопустимого расположения символа его изображение не фиксируется на поле чертежа и выводится окно сообщения об ошибке. Возможны следующие ошибки расположения символов: изображение компонента выходит за пределы страницы; один из контактов вводимого символа накладывается на контакт уже имеющегося УГО компонента или на место пересечения двух не соединяющихся проводников. Для выключения режима ввода УГО компонентов необходимо нажать кнопку  на инструментальной панели, в результате будет автоматически установлен основной режим работы редактора схем.

При вводе символов компонентов схемы следует обратить внимание на возможность установки входных (IBUF), выходных (OBUF) или двунаправленных (IOBUF) буферных элементов в цепях, подключаемых к выводам кристалла. Для цепей синхронизации необходимо применять глобальные буферные элементы (BUFG...). В этом случае для распределения тактовых сигналов внутри кристалла будут задействованы гло-

бальные цепи синхронизации, обеспечивающие минимальные значения задержек распространения и временных перекосов. Если буферные элементы не были установлены в схеме, необходимо указать режим их автоматического подключения.

Следующий шаг в процессе создания схемы – выполнение всех необходимых соединений. Для этого в схмотехническом редакторе используются проводники (*Wire*) и шины (*Bus*).

### ВЫПОЛНЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ КОМПОНЕНТОВ ПРИНЦИПАЛЬНОЙ СХЕМЫ С ПОМОЩЬЮ ПРОВОДНИКОВ

Включение режима ввода проводников производится нажатием кнопки  на инструментальной панели или при выборе команды *Wire* из выпадающего меню *Add*. Формирование цепи начинается с фиксации стартовой точки, которая может располагаться на свободном месте поля чертежа или совпадать с контактом вывода одного из компонентов. Для этого следует поместить курсор мыши в требуемую точку на поле чертежа и щёлкнуть левой кнопкой мыши. Дальнейшая последовательность действий зависит от режима трассировки цепей на изображении схемы; этот режим выбирается с помощью кнопок на странице дополнительных параметров *Options* в окне процессов.

Если кнопка *Use the Manual method to add single line segments between the points you indicate* находится в нажатом состоянии, значит, установлен режим ручной трассировки цепей на изображении схемы. Тогда после фиксации начальной точки цепи следует переместить курсор мыши в позицию, соответствующую точке изгиба соединения с другим проводником или контактом компонента, а также конечной точке цепи. При этом формируемый сегмент цепи двигается вместе с курсором мыши. Фиксация сегмента осуществляется щелчком левой кнопкой мыши в конечной точке. Далее, при необходимости следует продолжить формирование текущей цепи, переместив указатель мыши на конечную позицию следующего сегмента. Завершение формирования цепи осуществляется двойным щелчком левой кнопки мыши при фиксации

последнего сегмента этого проводника.

Таким образом, формирование цепи (в режиме ручной трассировки) производится перемещением указателя мыши по полю чертежа с фиксацией щелчком левой кнопки мыши всех изгибов и точек соединения с компонентами и другими цепями схемы.

Режим автоматической трассировки цепей на изображении схемы активируется нажатием кнопки *Use the Autorouter to add one or more line segments between the points you indicate*, расположенной на странице Options в окне процессов. В этом режиме фиксируются только начальная и конечная точки цепи, а также точки соединения с другими цепями и компонентами; точки изгиба на изображении проводника формируются автоматически. Для цепи, состоящей из одного сегмента (независимо от режима трассировки), можно использовать следующий способ: после нажатия левой кнопки мыши в начальной точке цепи следует, не отпуская её, переместить курсор в конечную позицию, после чего освободить левую кнопку.

Чтобы добавить новый сегмент к созданной ранее цепи, следует расположить курсор на любом её участке и щёлкнуть левой кнопкой мыши. Далее следует повторить описанные выше действия. После фиксации конечных координат нового сегмента в его начальной позиции отобразится точка, отмечающая соединение двух цепей. Для соединения формируемой цепи с ранее созданной необходимо установить конечную точку одного из сегментов новой цепи непосредственно на изображении существующего проводника. После щелчка левой кнопкой мыши в позиции пересечения появляется точка – символ объединения цепей.

### Выполнение соединений компонентов принципиальной схемы с помощью шин

Для формирования соединений элементов схемы в виде шин необходимо выполнить определённую последовательность действий. Вначале в режиме ввода проводников создаётся графическое изображение шины в виде фрагмента одиночной цепи (см. выше). До тех пор, пока не задано на-

звание шины в соответствующем формате (с указанием разрядности или перечислением проводников), она отображается сплошной тонкой линией, как одиночная цепь.

Затем следует перейти в режим формирования отводов шины, нажав кнопку  на панели инструментов или выполнив команду *Bus Tap* из выпадающего меню *Add*. При этом к курсору присоединяется изображение отвода шины. Символ отвода шины может быть подключен к вертикальному или горизонтальному сегменту шины. Для получения необходимой ориентации отвода следует воспользоваться группой кнопок с зависимой фиксацией, расположенных на странице Options в окне процессов. Если в нажатом состоянии находится кнопка *Left*, изображение отвода шины сориентировано так, что контакт для подключения проводника находится справа, а для присоединения к шине – слева. При нажатии кнопки *Right* справа располагается сторона для присоединения к шине, а слева – контакт для подключения цепи.

Нажатое состояние кнопки *Top* соответствует ориентации символа отвода шины, при которой контакт для подключения проводника располагается внизу, а сторона, присоединяемая к шине, – сверху. При нажатии кнопки *Bottom* устанавливается ориентация символа отвода шины, противоположная задаваемой кнопкой *Top*. Для изменения ориентации отвода можно также воспользоваться средствами инструментальной панели: кнопкой , позволяющей получить зеркально отражённое изображение, или кнопкой , при каждом нажатии которой осуществляется поворот изображения на 90° по часовой стрелке. Далее необходимо указать точку подключения проводника к шине, расположив на ней курсор и щёлкнув левой кнопкой мыши. При этом символ отвода присоединяется к изображению выбранной шины.

Сформировав все отводы шины, необходимо соединить их с соответствующими цепями схемы. Подключение цепей к отводам шины осуществляется в той же последовательности, которая была описана в предыдущем разделе при выполнении соединений УГО компонентов схемы посредством обычных (одиночных) цепей. К отводу шины может быть подклю-

чена не только одиночная цепь, но и другая шина. Соединение двух шин и формирование новых сегментов шин осуществляется в режиме ввода проводников. После подключения проводников к отводам шины производится присвоение названий этим цепям.

### Ввод имён цепей (проводников) в создаваемой схеме

Разрабатывая принципиальную схему в схемотехническом редакторе САПР серии Xilinx ISE, прежде всего необходимо установить названия цепей, которые входят в состав шин, или используются для соединений с «внешними» элементами, или контролируются в процессе последующего моделирования и анализа временных соотношений. При создании новой цепи схемотехнический редактор автоматически устанавливает её название в виде *XLNX\_number*, где *number* – порядковый номер цепи. Названия цепей, присвоенные автоматически схемотехническим редактором, не отображаются на поле чертежа. Рекомендуется присваивать названия, отражающие функциональное назначение цепи, например, *clock\_net*, *setup\_s*. В состав названия цепи могут входить прописные и строчные буквы латинского алфавита (A – Z, a – z), цифры (0 – 9), а также символ подчёркивания (*\_*). Название цепи должно начинаться с буквы или символа подчёркивания. Длина названия не должна превышать 255 символов. Чтобы включить режим ввода названия цепей, следует нажать кнопку  на панели инструментов или выбрать пункт *Add* в основном меню и затем в соответствующем всплывающем меню выбрать строку *Net Name*.

С помощью кнопок, расположенных на странице дополнительных параметров Options в окне процессов, следует выбрать способ ввода названий цепей. При этом необходимо учитывать, что если на схеме присутствуют два или более проводников с одинаковыми названиями, не имеющих точки соединения, они объединяются в одну электрическую цепь. В этом случае считается, что цепь состоит из нескольких ветвей. При нажатой кнопке *Name the branch* устанавливается название одной (выбранной) ветви цепи. Если кноп-

ка *Name the branch's net* находится в нажатом состоянии, название присваивается всем ветвям цепи. Для цепей, состоящих из одной ветви, при фиксации любой из этих двух кнопок получается одинаковый результат. После выбора одной из этих кнопок следует активировать поле ввода имени цепи *Name* на странице *Options* в окне процессов, поместив на него курсор и щёлкнув левой кнопкой мыши. Название цепи набирается в этом поле.

Кнопки, расположенные справа от поля ввода названия цепи, позволяют уменьшить или увеличить значение индекса, если он используется в названии цепи. Введённый текст названия привязывается к курсору мыши при перемещении последнего на поле чертежа схемы. Затем необходимо поместить указатель на изображение соответствующей цепи и щёлкнуть левой кнопкой мыши. При отсутствии ошибок название цепи отображается рядом с её изображением в позиции, зафиксированной при щелчке левой кнопки мыши. Наличие маркера на поле индикатора *Display the name on the branch where you click even if the branch's net name is already displayed somewhere on the branch* указывает на возможность установки нескольких изображений названия на различных участках цепи. Расположение нового «экземпляра» названия указывается щелчком левой кнопки мыши в соответствующей

точке цепи. Для изменения состояния индикатора на противоположное достаточно щёлкнуть левой кнопкой мыши на его изображении.

Для ввода названия цепи можно также воспользоваться кнопкой *Pick up a name by clicking on a branch*, которая позволяет считать название выбранной ветви цепи на схеме и отобразить его в поле ввода названия цепи *Name*. Для выбора цепи (после фиксации этой кнопки) следует поместить курсор на её изображение и щёлкнуть левой кнопкой мыши. После этого название, считанное в поле ввода, может быть отредактировано и присвоено другой ветви или цепи. Кнопка *Pick up names of bus members by clicking on a bus net* выполняет аналогичную функцию для шины. Кроме описанных выше кнопок, на странице *Options* в окне процессов присутствует группа кнопок, которые определяют состояние поля ввода имени цепи после выполнения операции присвоения. Если зафиксирована кнопка *Keep the name*, присвоенное название сохраняется в поле ввода имени цепи *Name*. При нажатой кнопке *Increment the name* значение индекса в названии цепи автоматически увеличивается на единицу после его применения, а при нажатой кнопке *Decrement the name* – уменьшается на единицу. Если выбрана кнопка *Clear the name*, поле ввода имени цепи *Name* очищается после его использования.

## ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИМЁН ШИН В СОЗДАВАЕМОЙ СХЕМЕ

Названия шин устанавливаются в том же режиме и той же последовательности, что и названия цепей. В схемотехническом редакторе САПР серии Xilinx ISE различаются два типа шин: упорядоченные и неупорядоченные. В упорядоченной шине все проводники имеют одно и то же название, совпадающее с названием шины, и соответствующий порядковый номер. В состав неупорядоченной шины входят цепи с произвольными названиями.

Для упорядоченной шины название задаётся в формате: <имя шины><конечный номер проводника в шине><начальный номер проводника в шине>, например, ADR\_BUS(5:0).

Названия проводников упорядоченной шины указываются в формате: <имя шины><номер проводника в шине>, например, ADR\_BUS(4).

Формат имени неупорядоченной шины имеет следующий вид: <имя цепи 1>, <имя цепи 2>[, <имя цепи 3>, ..., <имя цепи N>], например, INITS, RESTRT, LEFTC.

Квадратными скобками обозначены возможные, но не обязательные параметры имени шины. Названия отводов неупорядоченной шины совпадают с соответствующими названиями цепей, входящими в состав названия шины.



Продолжение следует

## Новости мира News of the World Новости мира

### Зафиксирован скачок инвестиций в китайскую науку

Судя по последним показателям, расходы Китая на исследования в 2006 г. подскочили на 22% благодаря инвестициям иностранных компаний. Таким образом, Китай потратил на науку и новые технологии в прошедшем году 37,5 миллиардов долларов. По заявлению Министерства по науке и технологиям, это рекордный показатель за всю историю страны.

Но этот рекордный показатель всё же не совпал с декабрьскими расчётами Организации экономического сотрудничества и развития, которая озвучила цифру в 136 миллиардов долларов и тем самым поставила Китай на второе место после США в рейтинге стран с самыми высокими расходами на иссле-

дования. Представители китайского министерства склонны предполагать, что погрешность связана с тем, что ОЭСР прибавила к сумме расходы страны на военные разработки. Напомним, что Китай в прошедшем году активно инвестировал в модернизацию своей армии и отметил, помимо всего прочего, успешным поражением метеорологического спутника баллистической ракетой.

Ключевым моментом является то, что вклад самого государства в исследования составил лишь 9 млрд. долларов. Но и этот показатель вырос на внушительные 19,2%. Таким образом, по отношению в ВВП Китая расходы на исследования достигли отметки 1,4% в год. В 1995 г. этот показатель был на уровне 0,6%, а к 2010 г. правительство ожидает рост до 2%. Львиную же долю

расходов обеспечили иностранные инвестиции. Более чем 700 иностранных организаций воспользовались субсидиями правительства Китая и открыли в стране научно-исследовательские центры.

Но всё-таки существует мнение, что затраты Китая оказываются далеко не самыми эффективными. Последнее время общественность будоражат новости о скандалах, связанных с фактами мошенничества в стенах академии, а государственные исследовательские центры всё чаще оказываются малоэффективными в исследованиях современных технологий, что в совокупности с неэффективной системой государственного контроля существенно замедляет развитие китайской науки.

eetimes.com