

# ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЕНЕРАТОРОВ НА ЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТАХ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ NI MULTISIM

В статье рассмотрены некоторые особенности построения генераторов импульсов на логических элементах, предложена методика создания моделей элементов. Результаты моделирования разработанных по предложенной методике логических элементов хорошо согласуются с результатами испытаний реальных логических элементов TTL.



## FEATURES OF MODELING GENERATORS ON LOGICAL ELEMENTS BY MEANS OF PROGRAM NI MULTISIM

**Abstract** - In article some features of construction of pulse generators on logical elements are reviewed, the technique of creation of own models of elements is offered. Results of modeling of the logical elements developed by this technique are well coordinated with results of tests of real logical TTL-elements.

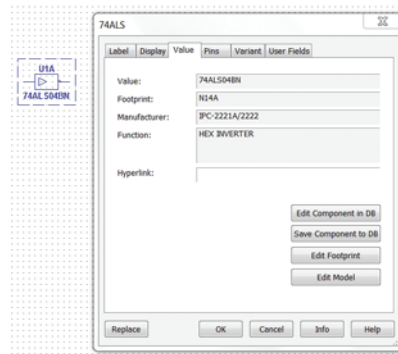
*В. Макаренко, А. Зелинский*

*V. Makarenko, A. Zelinsky*

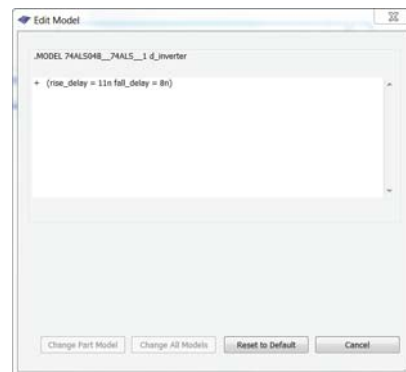
В [1] рассмотрены возможности программы NI Multisim версии 10 по моделированию различных электронных устройств и анализу их характеристик. Со статьями можно ознакомиться на web-сайте журнала: <http://www.ekis.kiev.ua/archive.php>. В настоящее время выпущена 11 версия программы, бесплатную 30-дневную версию которой можно загрузить по адресу [2]. Однако, при моделировании цифровых или импульсных устройств, работающих в режимах автоколебательных или ждущих генераторов, не все модели оказываются действующими. Хотя эти же схемы, реализованные на реальных интегральных схемах или транзисторах, работают и не вызывают проблем.

Чтобы выяснить причины этого явления, рассмотрим, как выглядит spice-модель одного из логических элементов в программе NI Multisim. Для примера возьмем логический инвертор 74ALS04BN и поместим его изображение на рабочий лист. Дважды щелкнув левой клавишей "мыши" по его изображению, откроем окно свойств (рис. 1). Нажав на кнопку **Edit Model**, в открывшемся окне увидим описание модели инвертора (рис. 2). Как видно из рисунка, в модели указаны только задержки переключения по фронту (rise delay) и спаду (fall delay). Такая модель не передает реальную амплитудную характеристику логического элемента, а реализует ее в виде идеального переключателя с пороговым уровнем 2.5 В (рис. 3).

Для проверки работы инвертора на вход подается напряжение треугольной формы размахом 5 В, а на выходе при пороговом уровне входного сигнала 2.5 В формируются практи-



**Рис. 1.** Изображение инвертора 74ALS04BN на схеме и окно его свойств



**Рис. 2.** Spice-модель инвертора 74ALS04BN в программе NI Multisim

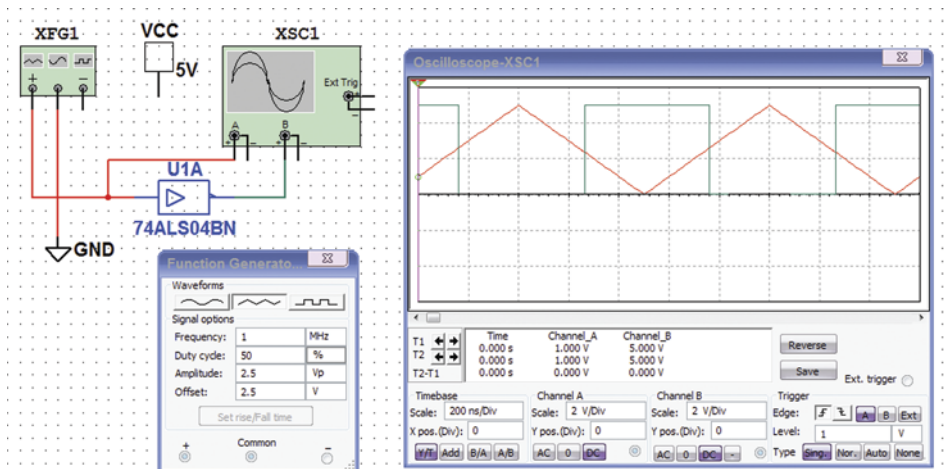


Рис. 3. Входной (красный) и выходной (зеленый) сигналы инвертора 74ALS04BN

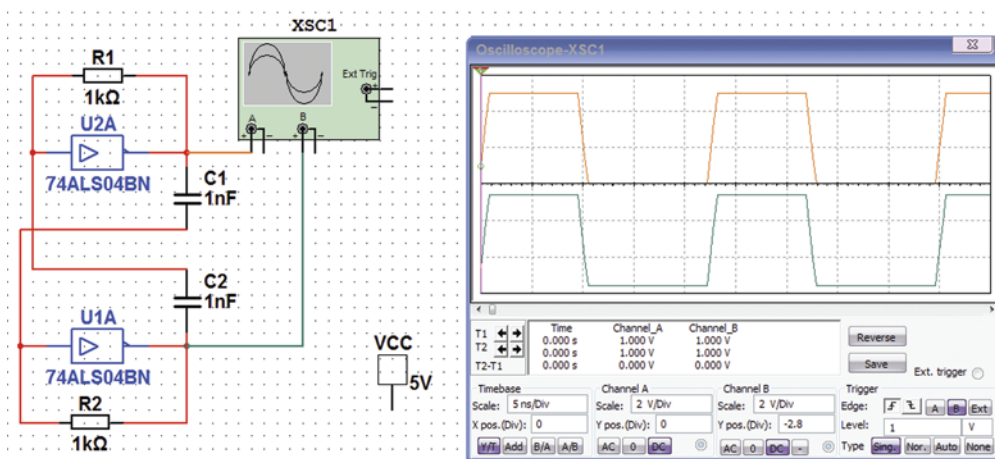


Рис. 4. Схема и диаграммы сигналов на выходах мультивибратора, выполненного на инверторах 74ALS04BN

чески идеальные прямоугольные импульсы с длительностью фронта и спада 1 нс. В то же время, известно, что пороговое напряжение для логических элементов (ЛЭ) ТТЛ составляет примерно 1.2...1.3 В.

Если собрать на таких инверторах мультивибратор (рис. 4), на его выходах будут формироваться синфазные прямоугольные импульсы, период следования которых будет равен сумме задержек rise delay и fall delay и не будет зависеть от значения номиналов его емкостей и резисторов, т.е. такой генератор физически нереализуем.

Собрав схему на более высокочастотных инверторах 74AS04M (рис. 5), получим аналогичный результат. Такие схемы либо не возбуждаются сами, либо генерируют ВЧ-колебания, период следования которых опреде-

ляется задержками, заложенными в модели элемента. Это легко проверить, если увеличить задержку в одном из инверторов (например, задержку спада) и на вопрос, нужно ли сохранять новые параметры только для выбранного элемента или для всех, выводимый в нижней части окна spice-модели (рис. 2), нажать кнопку **Change part model** (рис. 6). На выходах мультивибратора будут формироваться противофазные сигналы, период следования которых возрастет по сравнению со схемой, в которой задержки не менялись. Причем увеличение длительности периода не равно увеличению задержки, а значительно превышает ее. Как и в предыдущей версии схемы, период следования импульсов не зависит от номиналов входящих в нее элементов.

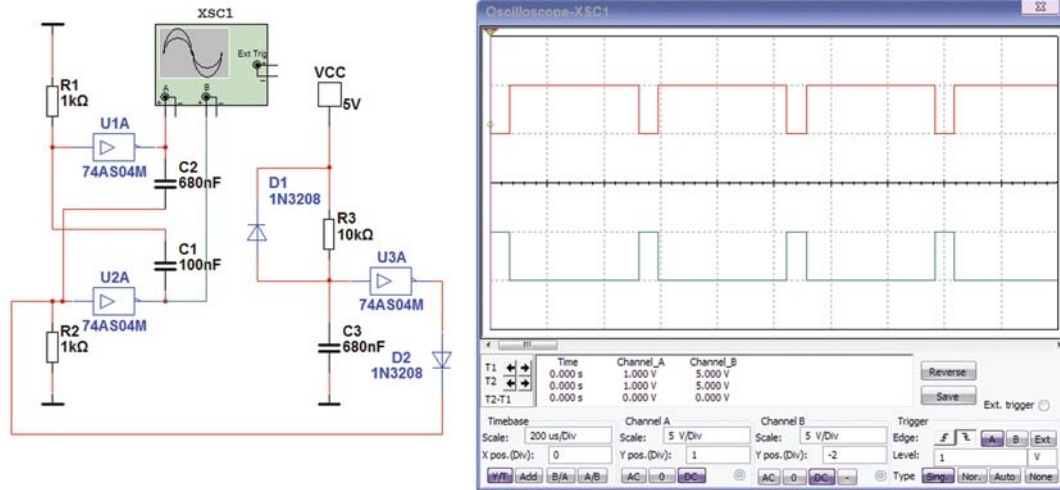


Рис. 5. Схема и диаграммы сигналов на выходах мультивибратора с принудительным запуском, выполненного на инверторах 74AS04M

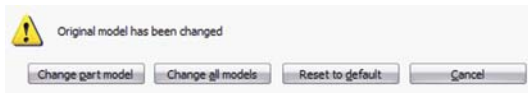


Рис. 6. Сохранение изменений в модели логического элемента

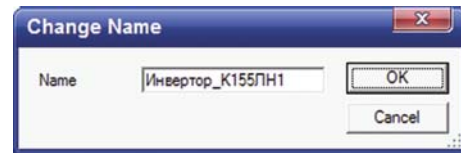


Рис. 7. Окно ввода имени подсхемы

Такое «поведение» генераторов объясняется двумя факторами: идеальностью самой модели и полной идентичностью характеристик логических элементов, используемых при моделировании. Если использовать в генераторах логические элементы разных серий, генераторы хотя и будут возбуждаться, но параметры их выходных сигналов не будут зависеть от номиналов пассивных элементов схемы. Чтобы заставить такую схему генератора работать в нормальном режиме, необходимо принудительно установить ее в начальное состояние, как показано на рис. 5.

Короткий импульс положительной полярности формируется с помощью инвертора U3A, резистора R3, конденсатора C3 и диода D1. После начала симуляции происходит заряд конденсатора C3 от источника питания через резистор R3. Пока напряжение на конденсаторе не достигнет порогового значения на выходе инвертора U3A удерживается уровень логической "1", который через диод D2 подается на вход инвертора U2A, принудительно устанавливая его в "0". После заряда конденсатора C3 до порогового значения на выходе U3A устанавливается уровень логического "0" и схема начальной установки благодаря нали-

чию диода D2 отключается от мультивибратора. «Поведение» такой схемы в значительно большей степени соответствует результатам работы реальных устройств.

Чтобы генераторы работали корректно, нужно создать модель логического элемента, например, инвертора. Воспользуемся схемой инвертора, представленной в [3], и реализуем ее в виде подсхемы [1].

Для создания новой подсхемы на рабочем листе необходимо в меню **Place** выбрать пункт **New subcircuit** или нажать комбинацию клавиш **Ctrl+B**. На экран будет выведено окно (рис. 7), в которое нужно ввести имя подсхемы (например, Инвертор\_К155ЛН1) и нажать кнопку **OK**.

В результате к курсору "мыши" окажется привязанным прямоугольник, обозначенный пунктирными линиями. Перенесем его в нужное место рабочего листа и щелкнем левой кнопкой "мыши". Прямоугольник зафиксируется на рабочем листе и пунктирные линии преобразуются в сплошные. Над прямоугольником появится номер подсхемы X1, а под ним – имя подсхемы (рис. 8). В нижней части рабочего листа появится закладка **Инвер-**

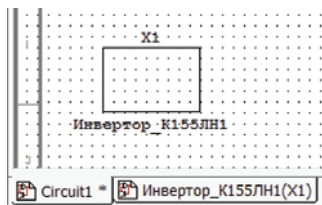


Рис. 8. Изображение подсхемы на рабочем листе

тор\_K155ЛН1(X1) (рис. 8), нажав на которую попадаем на чистый лист, предназначенный для создания принципиальной схемы подсхемы.

Номиналы резисторов и схема инвертора (рис. 9) позаимствованы из [3]. В схеме использованы транзисторы BC337, имеющие верхнюю граничную частоту 170 МГц, статический коэффициент усиления по току в схеме с общим эмиттером  $h_{21э} = 100...630$  и импульсный ток коллектора 1 А. Использование транзисторов с более высокой граничной частотой и меньшим значением  $h_{21э}$  позволяет уменьшить время задержки переключения логического элемента по сравнению с обеспечиваемым транзисторами BC337.

Для соединения с остальной частью схемы в подсхему добавлены выводы вход/выход IO1 и IO2. Для размещения выводов необходимо в меню Place выбрать пункт Connectors и в нем HV/SC Connector или нажать комбинацию клавиш Ctrl+I.

Вход инвертора подключим к выводу IO1, а выход – к IO2. На изображении подсхемы ос-

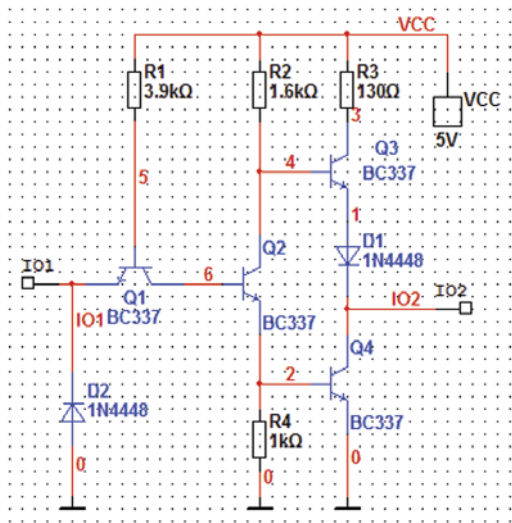


Рис. 9. Принципиальная схема инвертора K155ЛН1

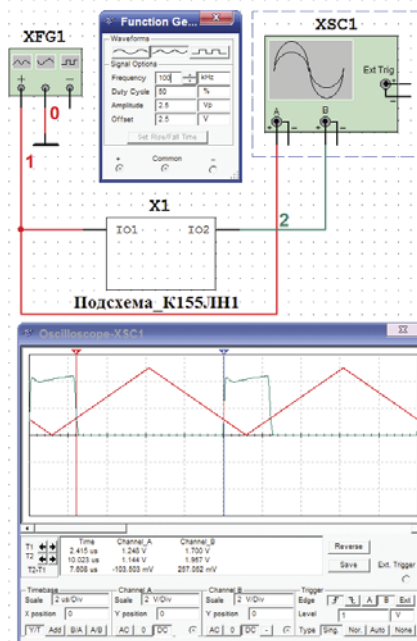
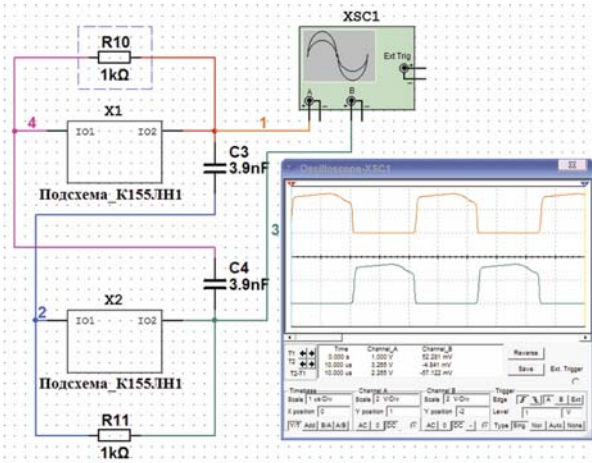


Рис. 10. Измерение амплитудной характеристики инвертора K155ЛН1

новного листа схемы появятся выводы IO1 и IO2 (рис. 10).

Теперь можно проверить функционирование схемы. Подключим к выходу инвертора осциллограф, а ко входу – функциональный генератор (рис. 10). Подадим на вход треугольное напряжение амплитудой 5 В (от пика до пика) и сместим его вверх так, чтобы нижнее значение напряжения на входе составляло 0 В, а максимальное – 5 В. Отклик инвертора на такое воздействие показан на рис. 10 зеленым цветом. Моменты переключения инвертора помечены курсорами. Напряжения на входе, при которых инвертор переключается, равны 1.259 и 1.296 В (погрешность измерения может составлять 0.1 В). При этих измерениях не учитывалась задержка, вносимая инвертором. Как видим, пороговый уровень смоделированного инвертора близок к 1.2 В, что не противоречит [3]. Однако задержка переключения из нуля в единицу получилась значительно больше и составляет примерно 100 нс. Достаточно подать на вход инвертора прямоугольные импульсы частотой 1 МГц и измерить задержку сигнала с помощью осциллографа. Конечно, можно попытаться создать модель, более близкую по характеристикам к реальному инвертору, но для демонстрации возможностей использования подобной модели в генераторах



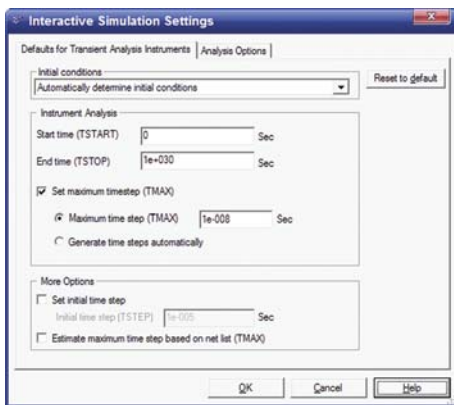


**Рис. 11. Схема и временные диаграммы работы мультивибратора с использованием инвертора K155ЛН1**

импульсов эти параметры вполне удовлетворительны.

Соберем генератор, используя созданную под схему. Схема мультивибратора с использованием под схемы инвертора K155ЛН1 приведена на рис. 11. Если при проведении анализа работы схемы оставить параметры моделирования, установленные по умолчанию, то форма сигнала на выходе мультивибратора будет изменяться в процессе работы из-за слишком большого шага программы во временной области при симуляции работы схемы.

Чтобы форма сигнала стала стабильной, необходимо в меню **Simulate/Interactive Simulation Settings** установить максимальный шаг анализа во временной области  $10^{-8}$  с (по умолчанию установлен шаг  $10^{-5}$  с), как показано на рис. 12. Чем меньше временной шаг анализа, тем точнее результат моделирования, но тем



**Рис. 12. Окно установки максимального шага анализа во временной области**

больше времени требуется для анализа работы схемы. Поэтому лучше устанавливать максимально возможный шаг, при котором модель ведет себя стабильно и ее параметры во времени не изменяются.

Убедившись в том, что модель работоспособна, можно создать элемент в пользовательской базе данных, чтобы в дальнейшем использовать его как стандартный в программе NI Multisim. Для создания элемента необходимо вначале описать его модель в текстовом файле с расширением **.cir**. Для этого нужно иметь принципиальную схему элемента, на которой отображаются ее ноды [1]. Чтобы ноды отображались на схеме, необходимо в меню **Options/Sheet Properties/Circuit/Net Names** поставить отметку в пункте **Show All** (отображать все элементы на схеме).

Чтобы увеличить быстродействие инвертора, выберем из базы данных Multisim транзистор с более высокой граничной частотой и с меньшим значением  $h_{21э}$ , учитывая то, что граничная частота усиления в схеме с общим эмиттером (ОЭ) в  $h_{21э}$  раз меньше, чем в схеме с общей базой (ОБ). В базе данных Multisim значения граничной частоты даны для схемы с ОБ. Используем транзистор 2N2369, граничная частота которого равна 500 МГц,  $h_{21э \text{ макс}} = 120$ , максимальный ток коллектора 0.2 А. Схема инвертора с отображенными нодами приведена на рис. 13.

Как следует из рисунка, время задержки переключения такой модели инвертора не превышает 18 нс (цена деления по горизонтали 20 нс). Теперь можно создать spice-модель инвертора.

Для написания кода модели можно использовать стандартную программу "Блокнот" или подобный текстовый редактор, хотя можно применить и Word, но сохранить файл как текст, а потом переименовать расширение файла на **.cir**.

Первая строка spice-модели элемента имеет следующий вид:

**.SUBCKT K155LN1 7 2**

Директива **.SUBCKT** – начало spice-модели. За директивой следует имя компонента и номера нод, с помощью которых модель будет соединяться с внешними элементами схемы (рис. 13). Нода 7 – это вход, а нода 2 – выход.

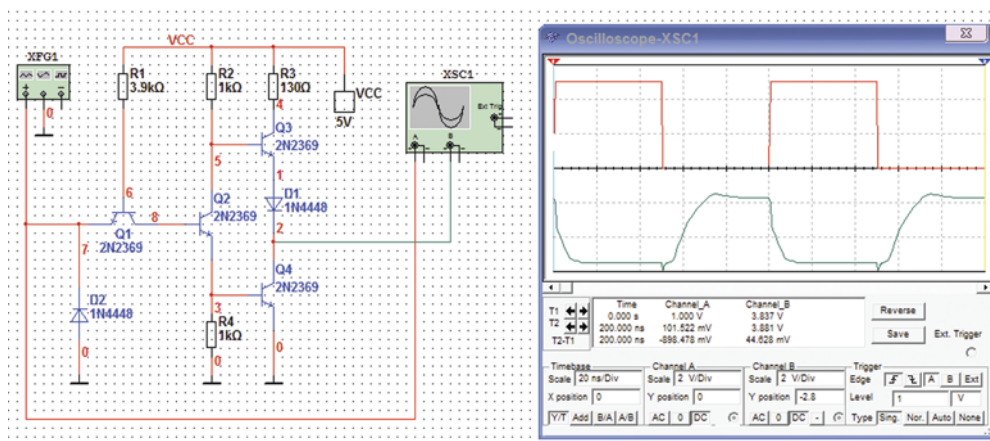


Рис. 13. Схема и временные диаграммы работы инвертора K155LN1 с использованием транзисторов 2N2369

После директивы `.SUBCKT` необходимо описать соединение элементов в соответствии с нодами схемы. Рассмотрим описание источника питания VCC, резистора R1, транзистора Q1 и диода D2.

Источник постоянного напряжения может быть описан следующим образом. В начале строки указывается название источника, потом названия нод, с которыми он соединяется (при этом сначала указывается нода с положительным потенциалом, а затем – с нулевым или отрицательным). В конце строки после кодового слова `dc` (источник постоянного напряжения) указывается значение напряжения источника. Строка описания источника питания имеет вид:

```
VCC VCC 0 dc 5
```

Описание резистора осуществляется таким же образом. В начале строки указывается позиционный номер резистора (R1), затем номера нод, с которыми соединяется резистор (порядок указания нод в этом случае не имеет значения), и в конце строки – номинал сопротивления резистора.

```
R1 VCC 6 3.9k
```

Это простейшее определение модели резистора, сопротивление которого не зависит от температуры и частоты. Для введения температурной (частотной) зависимости нужно использовать более сложную модель резистора [4].

Описания транзистора и диода также начинаются с названия компонента, затем перечисляются ноды, с которыми они соединены. Но порядок нод должен быть следующим: для транзистора – коллектор, база, эмиттер; для диода – анод, катод. После этого указывается

имя модели транзистора или диода. Директивы `.MODEL` с описанием моделей этих элементов размещаются в конце текста, описывающего модель логического элемента. В рассматриваемом примере используются spice-модели транзистора и диода, содержащиеся в библиотеке элементов программы Multisim.

```
Q1 8 6 7 2N2369
```

```
D1 7 9 1N4448
```

Заканчивается модель директивой `.ENDS`.

Кроме описания модели в этот файл можно включить комментарии. Для этого в начале строки с текстом комментария (на английском языке) ставится `*`. Полученный файл нужно сохранить с расширением `.cir`. Ниже приведен полный текст spice-модели элемента HE K155LN1.

```
* Model logic element K155LN1 for Multisim
.SUBCKT K155LN1 7 2
```

```
VCC VCC 0 dc 5
R1 VCC 6 3.9k
Q1 8 6 7 2N2369
D2 7 0 1N4448
R2 VCC 5 1k
Q2 5 8 3 2N2369
R4 3 0 1k
R3 VCC 4 130
Q3 4 5 1 2N2369
D1 1 2 1N4448
Q4 2 3 0 2N2369
```

```
.MODEL 2N2369 NPN(
+IS=1.95263e-13 BF=341.695 NF=1.14182 VAF=100
+IKF=0.0148586 ISE=2.02196e-10 NE=2.34809 BR=0.0209463
+NR=1.17556 VAR=1000 IKR=0.148586 ISC=4.24015e-13
+NC=4 RB=17.5946 IRB=1.93434 RBM=17.5946
+RE=0.000259317 RC=2.10692 XTB=0.1 XTI=1
+EG=1.05 CJE=3.33989e-12 VJE=0.306079 MJE=0.23
+TF=2.24948e-10 XTF=1.5 VTF=1.00001 ITF=0.999996
+CJC=2.98881e-12 VJC=0.4 MJC=0.0707689 XJC=0.8
+FC=0.487511 CJS=0 VJS=0.75 MJS=0.5
+TR=2.58843e-07 PTF=0 KF=0 AF=1)
```

```
.MODEL 1N4448 D(Is=0.1p Rs=2 CJO=2p Tt=12n Bv=100
lbv=0.1p)
```

```
.ENDS
```

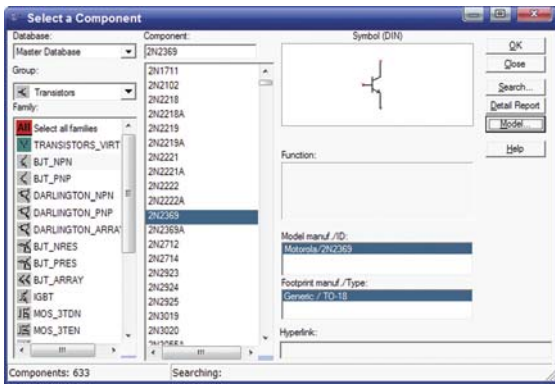


Рис. 14. Окно выбора компонентов

Модель транзистора или диода легко извлечь из базы данных Multisim. Для этого необходимо в окне выбора компонентов (рис. 14) нажать на кнопку **Model** и из открывшегося после этого окна скопировать текст с описанием модели.

Последним шагом создания модели является ее интеграция в оболочку программы Multisim. Для этого нужно зайти в пункт меню **Tools/Components Wizard** и затем последовательно выполнить шаги по созданию модели для базы данных Multisim.

На первом шаге (рис. 15) задаем имя компонента K155LN1 и его тип. Доступны следующие типы компонентов (Component Type): **Analog**, **Digital** и **VHDL**. Выбираем тип **Analog**, так как мы хотим описать «поведение» схемы логического инвертора не только в ключевом, но и в линейном режиме. Если мы хотим создать только модель, то ставим отметку против пункта **Simulate only**. Если же мы планируем использовать создаваемую модель и для разработки печатной платы с помощью программы **Ultiboard**, то следует выбрать

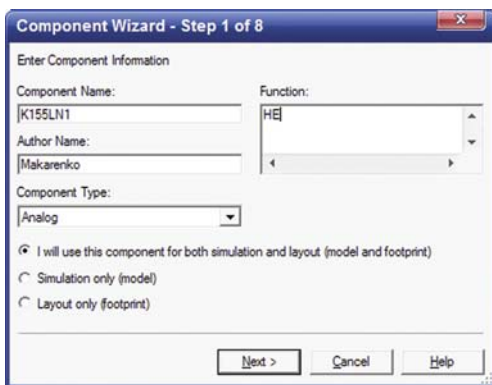


Рис. 15. Окно определения типа компонента и его имени

пункт **I will use this component for both simulation and layout**. После нажатия кнопки **Next** переходим ко второму шагу.

Открывается окно выбора корпуса компонента и числа его секций (рис. 16). Нажав кнопку **Select a Footprint**, выбираем из базы данных **Master Database** 14-выводной корпус M14A (рис. 17) и нажимаем кнопку **Select**, после чего возвращаемся в окно выбора числа секций. Выбираем число секций (**Number of Section**) 6 и число выводов в секции (**Number of Pins**) 2.

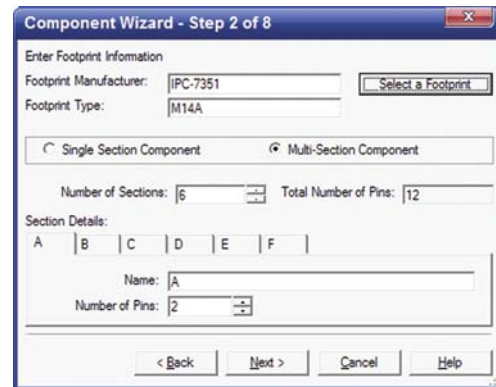


Рис. 16. Окно выбора корпуса компонента и числа его секций

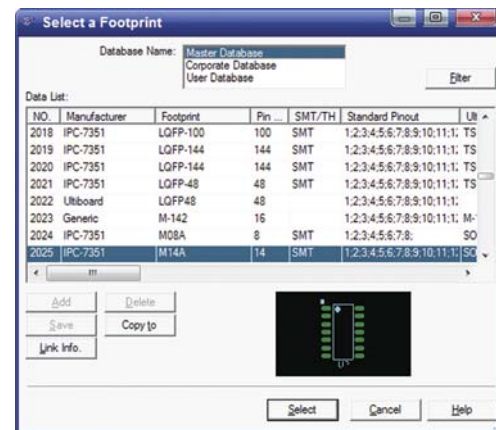


Рис. 17. Окно выбора корпуса компонента из базы данных Multisim

После нажатия кнопки **Next** открывается окно третьего шага создания модели (рис. 18).

После открытия окна на экран выводится изображение символа в виде прямоугольника с обозначениями выводов 1P1 и 1P2 для секции А, 2P1 и 2P2 – для секции В и т.д. Конечно, можно оставить и такое изображение элемента, однако такое обозначение не позволяет идентифицировать элемент по его изображе-





Рис. 18. Окно выбора вида символа элемента

нию на схеме. Желательно, чтобы создаваемый элемент выглядел так же, как и элементы в базе данных Multisim.

Можно продолжить создание модели, не меняя вид символа, и отредактировать его изображение позже, как мы и поступим.

Пропускаем пока этот шаг и нажимаем кнопку **Next**, после этого открывается окно четвертого шага создания модели (рис. 19).

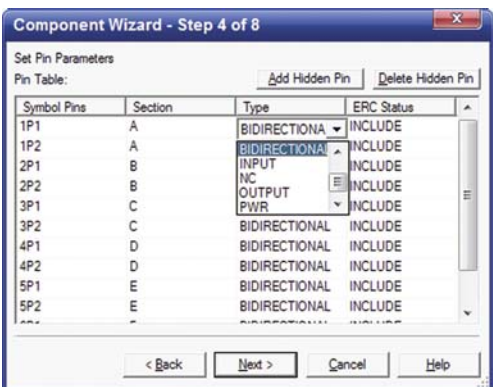


Рис. 19. Окно установки параметров выводов элемента

На этом шаге устанавливаются параметры выводов логического элемента. Чтобы задать параметр вывода (двунаправленный, вход, выход, питание или «не подключен») необходимо в столбце **Type** против редактируемого вывода щелкнуть два раза "мышкой" и в выпадающем списке выбрать нужный тип вывода. Выводам с номерами P1 присваиваем значение **Input**, а с номерами P2 – **Output**.

Нажимаем кнопку **Next** и в открывшемся окне пятого шага (рис. 20) в столбце **Footprint Pins** редактируем номера выводов корпуса элемента, к которым подключены входы и выхо-

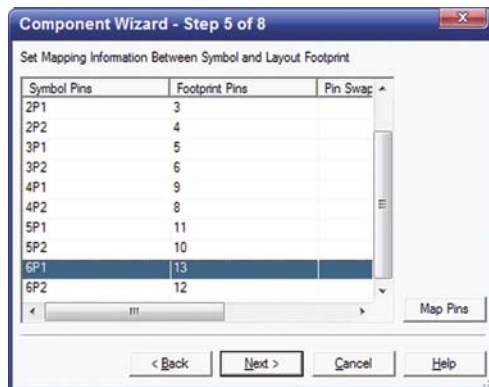


Рис. 20. Окно установки номеров выводов корпуса элемента

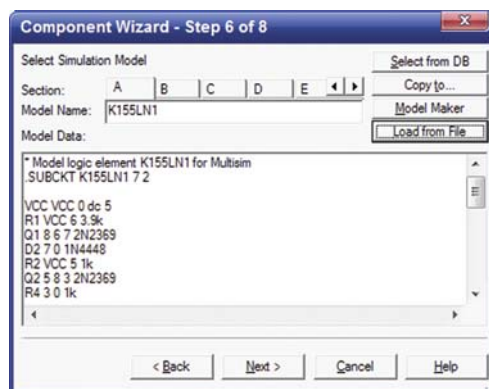


Рис. 21. Окно выбора spice-модели элемента

ды каждой секции. Номера выводов для каждой секции можно посмотреть в справочнике или, выбрав из базы данных Multisim элемент 74ALS04, посмотреть на нем номера выводов.

Переходим к шестому шагу, нажав кнопку **Next**. Открывается окно **Select Simulation Model** (рис. 21), в котором в строку **Model Name** нужно ввести имя компонента и загрузить подготовленную spice-модель из файла (**Load from File**). Описанную процедуру необходимо проделать для каждой секции элемента. После этого, нажав кнопку **Next**, переходим к седьмому шагу.

В открывшемся окне (рис. 22) необходимо установить связь между символом вывода ЛЭ и нодой модели для каждой секции. По умолчанию программа предлагает установить для входа каждой секции первую ноду модели, а для каждого выхода – вторую. Кроме номеров 1 и 2 можно установить признак **NC** (нет контакта), для чего нужно дважды щелкнуть "мышкой" в столбце **Model Nodes** против нужного вывода. Так как в создаваемом элементе



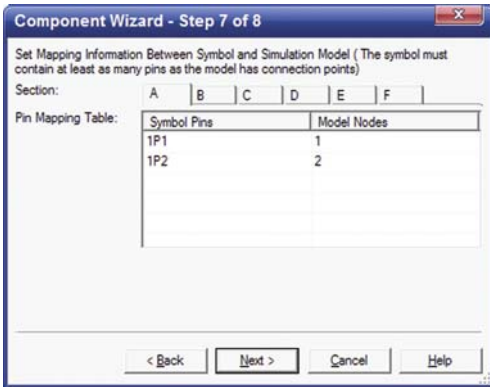


Рис. 22. Окно назначения нод модели для выводов каждой секции элемента

все секции одинаковы, то никаких изменений вносить не нужно и после нажатия кнопки **Next** переходим к последнему, восьмому, шагу создания модели.

В открывшемся окне (рис. 23) выбираем базу данных **User Database** и нажимаем на "+". В раскрывшемся списке групп компонентов (рис. 24) выбираем **TTL**, в правом верхнем углу окна в строке **Group** появляется наименование **TTL**. Затем нажимаем кнопку **Add Family** и вписываем название серии **K155**. После этого нажимаем кнопку **Finish**. Создание модели завершено.



Рис. 23. Окно выбора базы данных



Рис. 24. Окно выбора группы в базе данных для размещения элемента

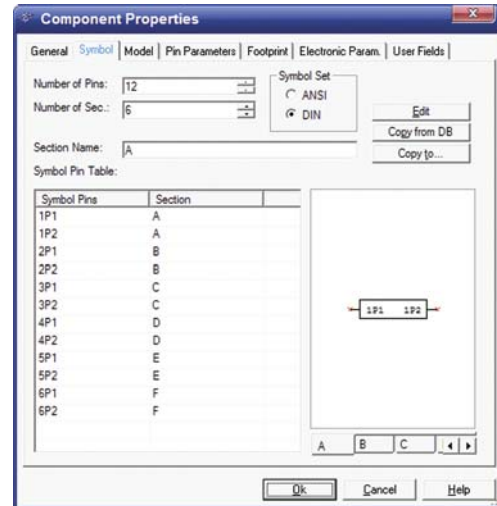


Рис. 25. Окно редактирования свойств элемента

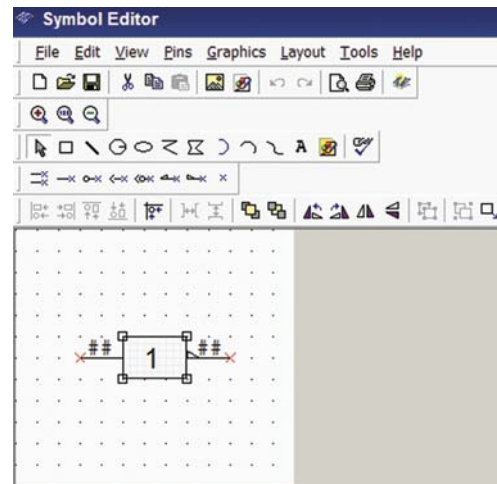


Рис. 26. Окно редактирования изображения элемента

Осталось отредактировать изображение логического элемента, помещаемое на рабочий стол. Для этого поместим изображение вновь созданного элемента на рабочий стол и дважды щелкнем по нему "мышкой" и в открывшемся окне нажмем кнопку **Edit Component in DB**. В открывшемся окне (рис. 25) следует нажать кнопку **Edit**, после чего откроется окно редактирования изображения элемента (рис. 26).

Подробное описание работы по редактированию можно найти в [1]. Необходимо изменить размеры элемента, нарисовать прямоугольник, воспользовавшись инструментами рисования, и вставить символ 1 в поле изображения элемента. В нижней части окна

Name	Shape	Length	Symbol Pins	Name Orientation
1	Line Pin	Regular	Hidden	Auto
0	Output Wedge Pin	Regular	Hidden	Auto

Рис. 27. Меню редактирования свойств элемента на его изображении

редактора (рис. 27) в меню свойств выводов в столбце **Shape** выбрать тип вывода для входа **Line Pin** (линия) и для выхода **Output Wedge Pin** (инверсный выход), а в столбце **Symbols Pins** выбрать значение **Hidden**, дважды щелкнув "мышкой" против нужного вывода. Это нужно для того, чтобы внутри изображения инвертора кроме "1" не отображались названия выводов 1P1 и 1P2 для первой секции. Аналогично необходимо выполнить все манипуляции для других секций. В результате получим изображение в стандарте DIN, которое полностью соответствует ГОСТ 2.743-91 (рис. 26). Для сохранения результатов редактирования необходимо нажать на пиктограмму с изображением дискеты (рис. 26) или сохранить изображение через стандартное для всех Windows-программ меню.

На этом редактирование элемента завершается и его можно использовать для моделиро-

вания схем.

В заключение напомним, что для корректного моделирования генераторов на логических элементах необходимо использовать схемы принудительного запуска генератора, а для получения результатов, близких к реальным (особенно на низких частотах), не следует использовать упрощенные модели ЛЭ, предлагаемые Multisim, а разрабатывать оригинальные модели, в которых учитывать все необходимые параметры элемента.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Макаренко В. Моделирование радиоэлектронных устройств с помощью программы NI MULTISIM // ЭКиС – Киев: VD MAIS, 2008, №№ 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 12.

2. [http://digital.ni.com/express.nsf/bycode/downloadmultisim?opendocument&lang=en&node=seminar\\_US](http://digital.ni.com/express.nsf/bycode/downloadmultisim?opendocument&lang=en&node=seminar_US). 30-дневная бесплатная версия NI Multisim 11.

3. Пухальский Г.И., Новосельцева Т.Я. Цифровые устройства: Учебное пособие для вузов. – СПб.: Политехника, 1996. – 885 с.

4. Разевиг В.Д. Система сквозного проектирования электронных устройств DesignLab

**Международный форум**

28.09 – 1.10.2010

КИЕВЭКСПОПЛАЗА  
Киев, ул. Салютная, 2-6 (ст. метро "Нивка")

«ИННОВАЦИИ И ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Организаторы: 



**НАНОТЕХНОЛОГИИ 2010**  
3-я Международная специализированная выставка

**Структура выставки:**

- Наноматериалы, наносистемы и нанотехнологии.
- Технологии и оборудование для получения наноматериалов и наносистем.
- Средства для фундаментальных исследований в области нанотехнологий.
- Нанoeлектроника.
- Методы, оборудование и приборы для формирования, исследования и диагностики наноструктур.
- Наноинструменты.
- Наномедицина, нанофармация и нанобиотехнологии.
- Практическое применение нанотехнологий и наноматериалов во всех сферах деятельности человека.
- Услуги в области нанондустрии.



**ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ 2010**  
2-я Международная специализированная выставка

**Структура выставки:**

- Hi-Tech Промышленность.
- Hi-Tech IT и Связь.
- Hi-Tech Megaполис.
- Физико-химическая биология, новые биотехнологии.
- CleanTech («Чистые» технологии).
- Новые материалы и технологии.
- Робототехника и искусственный интеллект.
- Высокие технологии двойного применения.
- Авиакосмические технологии.
- Сервис и консультационные услуги.

Специализированные экспозиции:

Организатор: ГБУ «Киевский центр инновационного развития» Государственного агентства Украины по инвестициям и инновациям

«Инновационные проекты Украины - 2010»

Организатор: ГБУ «Киевский центр инновационного развития» Государственного агентства Украины по инвестициям и инновациям

«Инновационное развитие регионов Украины»

Организатор: Министерство образования и науки Украины

«Hi-Tech Наука и Образование»

Организатор: Национальная академия наук Украины

«Институты Национальной академии наук Украины и Центры коллективного использования приборов (ЦКИП) НАНУ»

Организатор: Государственный Фонд Фундаментальной Исследований Украины; Украинский региональный центр Лазерной ассоциации (РАС)

«Отраслевые и общественные академии наук Украины»

Организатор: ГИС-Ассоциация Украины

«Неогеография» & ГИС-форум 2010

Организатор: ГИС-Ассоциация Украины

«Авиационные и космические технологии»

Генеральный спонсор:  Генеральный партнер: 

Спонсоры:    Партнеры:  

Генеральный информационный партнер:      

Контактная информация

Национальная академия наук Украины:  
Тел./факс: +380 44 234 83 87 Тел.: +380 44 239 64 43 e-mail: interan@nas.gov.ua  
Компания «LMT Corporation»:  
Тел. +380 44 361 07 21 Тел./факс: +380 44 526 94 87 e-mail: sales1@lmt.kiev.ua  
[www.hi-techexpo.com](http://www.hi-techexpo.com) | [www.lmt.kiev.ua](http://www.lmt.kiev.ua)