

621.396.69(07)

Р 851

№ 2843

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ



**Таганрогский государственный
радиотехнический университет**

РУКОВОДСТВО К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ СХЕМ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САПР MENTOR GRAPHICS**

Для студентов специальностей 2205, 2002, 2008, 2201, 2203 и
направления 55.11.00



**ФЭП
НКБ ВС**

Таганрог 2000

**БАЗОВАЯ УЧЕБНО-НАУЧНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ НКБ ВС И
УНТЦ ФЭП "ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ"**

УДК 621.396.69:681.3(076.5)+621.396.69(076.5)

Составители: Б.Г. Коноплев, Е.Б. Лукьяненко, О.А. Рыжих,
Е.А. Рындин, Р.Ю. Бабков

Руководство к лабораторной работе "Моделирование цифровых схем с использованием САПР Mentor Graphics". Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1999. 24 с.

Цикл лабораторных работ по освоению студентами методов проектирования электронной аппаратуры с использованием рабочей станции Hawlett Packard подготовлен совместно сотрудниками ФЭП и НКБ ВС ТРТУ для базовой лаборатории "Проектирование электронных устройств".

В работе излагаются сведения, необходимые для моделирования цифровых схем с использованием программы цифрового логического моделирования QuickSim САПР Mentor Graphics. Описаны основные режимы работы при моделировании ранее созданной в графическом редакторе электрической схемы.

Ил. 30. Библиогр.: 1 назв.

Рецензент О.Н. Негоденко, канд. техн. наук, доцент кафедры МЭТ БИС ТРТУ.

**Коноплев Борис Георгиевич
Лукьяненко Евгений Борисович
Рыжих Олег Александрович
Рындин Евгений Адальбертович
Бабков Роман Юрьевич**

Руководство к лабораторной работе

**Моделирование цифровых схем с использованием
САПР Mentor Graphics**

Ответственный за выпуск Лукьяненко Е.Б.
Редактор Кочергина Т.Ф.
Корректор Проценко И.А.

ЛР 020565
Печать офсетная
Формат 60 * 841/16
Усл. п. л. – 1,5
Заказ N

Подписано к печати
Бумага офсетная
Уч.- изд. л. – 1,3
Тираж 150 экз.

“С”

Издательство Таганрогского государственного
радиотехнического университета
ГСП 17А, Таганрог, 28, Некрасовский, 44
Типография Таганрогского государственного
радиотехнического университета
ГСП 17А, Таганрог, 28, Энгельса, 1

ВВЕДЕНИЕ

Быстрые темпы развития микроэлектронных технологий привели к тому, что основу современных радиоэлектронных и вычислительных устройств составляют большие и сверхбольшие интегральные схемы (БИС и СБИС), содержащие 10^4 - 10^7 транзисторных структур на полупроводниковом кристалле. В связи с этим математическое моделирование элементов, узлов и схем стало традиционным, необходимым на всех этапах проектирования СБИС и является одной из наиболее важных составляющих не только научно-исследовательских работ, но также и инженерной практики.

В настоящее время разработка специализированных БИС и СБИС, позволяющих существенно улучшить технико-экономические характеристики аппаратуры конкретного назначения, практически немислима без широкого использования систем автоматизированного проектирования (САПР), опирающихся на мощную вычислительную базу (рабочие станции, суперЭВМ).

Предлагаемая лабораторная работа посвящена изучению подсистемы логического моделирования QuickSim II, являющейся составной частью одной из самых современных САПР для рабочих станций - Mentor Graphics.

Подсистема QuickSim II - компьютерная программа логического моделирования, которая позволяет проверять на "программном макете" изделия цифровой электроники. QuickSim II работает с моделями цифровых логических схем, которые состоят из частей, выполненных и объединенных вместе с помощью программы Design Architect или созданными с использованием метода моделирования System - 1076.

Ввод схемы осуществляется в Design Architect. QuickSim II позволяет задать входные сигналы, в процессе логического моделирования получить соответствующие выходные сигналы (как в графическом, так и в текстовом виде), задать ожидаемые выходные сигналы, произвести их автоматическое сравнение с результатами моделирования и т.д.

Следует отметить, что подобными функциональными возможностями обладают подсистемы моделирования многих и не столь современных САПР, рассчитанных на работу с персональным компьютером (PCAD, PSPICE, Micro-Cap и др.). Но мощная вычислительная база в виде рабочей станции позволяет подсистеме QuickSim-II моделировать существенно более сложные схемы, значительно сократить время моделирования и повысить надежность результатов. Кроме того, Mentor Graphics в целом и QuickSim-II в частности выгодно отличаются от большинства аналогичных САПР оригинальным и очень удобным интерфейсом, позволяющим сократить время, затрачиваемое на ввод и редактирование исходных данных.

1. ВЫЗОВ ПРОГРАММЫ ЦИФРОВОГО ЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ QuickSim II

Пакет программ САПР Mentor Graphics функционирует под управлением ОС HP-UX. Сессия UNIX в ОС Windows запускается путем нажатия значка eXceed. В открывшемся боксе выбирается "OK". В окне Hewlett Packard в строках login и password набирается имя пользователя и пароль, нажимается "OK". В появившемся окне (рис. 1) щелкнуть один раз левой кнопкой мыши на значке



Панель инструментов в окне eXceed



Рис. 1

Открывается "Менеджер проектов" (Design Manager) (рис. 2). Оболочка предназначена для оперирования проектами, созданными приложениями САПР Mentor Graphics. "Менеджер проектов" позволяет вызывать программные приложения, выполнять операции перемещения, копирования, обеспечения доступа к директориям и файлам проектов.

При вызове "Менеджера проектов" появляются два заданных по умолчанию окна: Окно Инструментов (Tools) и окно навигатора файлов. Файлы в навигаторе представлены в виде иконок, внешний вид которых определяется типом файла и приложением, в котором был создан этот файл.

Запустить программу-приложение можно как из окна навигатора файлов, так и из окна Tools. В первом случае в окне навигатора файлов выделяется проектируемый объект. При однократном нажатии правой кнопки манипулятора "мышь" появляется всплывающее меню, в котором выбирается Open. В результате появляется список приложений, с помощью которых можно открыть выбранный проект.

Второй способ запуска программ-приложений заключается в запуске их из окна Tools (путем двойного нажатия левой кнопки манипулятора "мышь" на изображении иконки, обозначающей необходимое приложение).

Для проведения цифрового логического моделирования схемы в окне Tools запускается программа QuickSim II. После запуска программы QuickSim II появляется диалоговое окно (рис. 3), предоставляющее возможность конфигурировать запуск программы: путь к проекту (пункт Design) можно установить, нажав кнопку Navigator (рис. 4). В открывшемся окне выделяется каталог с создаваемой схемой (Student) и нажимается "OK".

Менеджер проектов

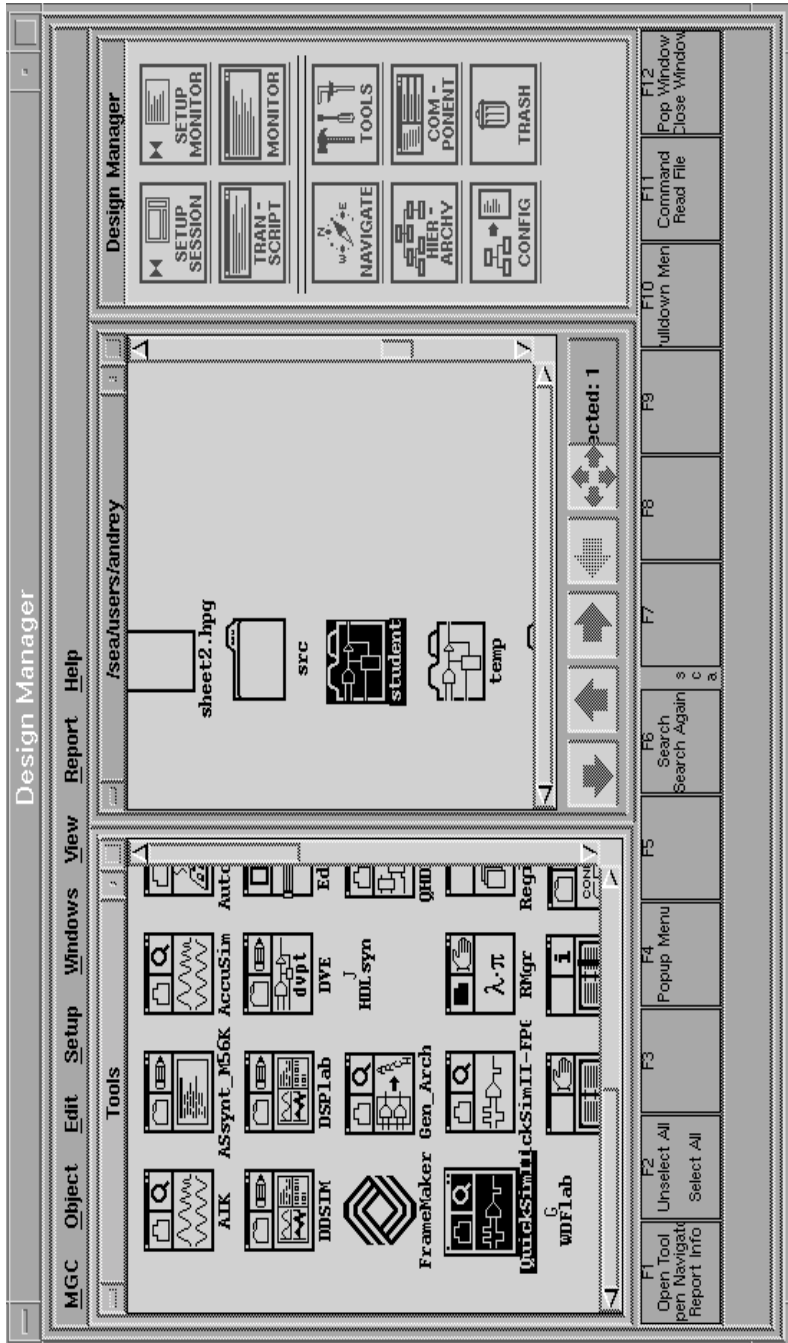


Рис. 2

Диалоговое окно запуска программы QuickSim II

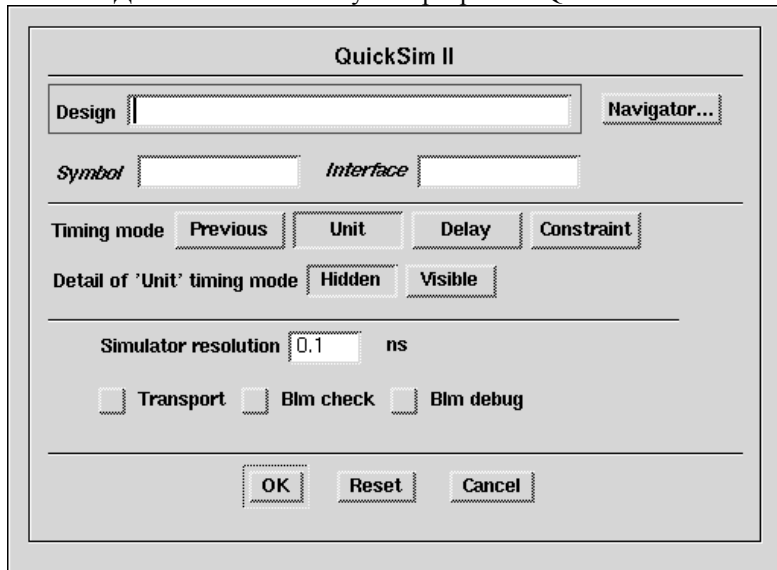


Рис. 3

Окно Navigator

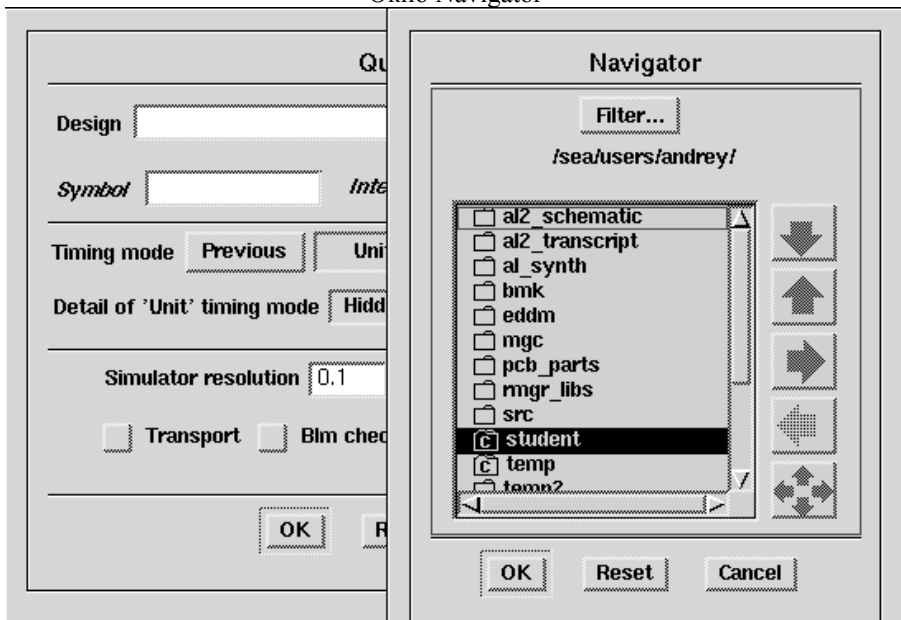


Рис. 4

Следующая строка (см. рис. 3) позволяет использовать символьный или графический интерфейс. Строка Timing mode (режимы временного моделирования) содержит:

- Previous (предыдущий) – позволяет использовать сохраненные установки;
- Unit (единица) – устанавливается режим моделирования с единичными задержками;
- Delay (задержка) – устанавливается способ определения задержки при моделировании без учета временных ограничений;
- Constraint (ограничения) – устанавливается способ определения задержки при моделировании с учетом всех временных ограничений.

Строка Default of timing mode позволяет делать видимыми дополнительные опции запуска программы моделирования (при нажатии на кнопку Visible) (рис. 5).

Разрешающая способность моделирования устанавливается в строке Simulator resolution. Рекомендуемое значения для лабораторной работы 1 нс (при времени моделирования – единицы микросекунд). В строке Timing mode нажать на кнопку Delay. Остальные установки используются по умолчанию. Затем нажать "ОК". Откроется окно сеанса работы пользователя с программой цифрового логического моделирования QuickSim II (рис. 6).

Опции запуска программы QuickSim II

The image shows the 'QuickSim II' configuration dialog box. It has a title bar with the text 'QuickSim II'. The dialog is organized into several sections:

- Design:** A text input field followed by a 'Navigator...' button.
- Symbol:** A text input field.
- Interface:** A text input field.
- Timing mode:** A row of four buttons: 'Previous', 'Unit', 'Delay', and 'Constraint'.
- Detail of 'Delay' timing mode:** A row of two buttons: 'Hidden' and 'Visible'.
- Timing mode:** A row of four buttons: 'Min', 'Typ', 'Max', and 'Unit'.
- Use:** A row of three buttons: 'Full', 'Linear', and 'Delays', followed by a 'Delay Scale' field containing the value '1'.
- Constraint mode:** A row of three buttons: 'Off', 'State only', and 'Messages'.
- Spike model:** A row of two buttons: 'X immediate' and 'Suppress'.
- Checkboxes:** Two columns of checkboxes. The first column includes 'Hazard check', 'Contention check', 'Model messages', and 'Toggle check'. The second column includes 'Spike check:', 'Suppress', 'X', and 'Transport'.
- Simulator resolution:** A field containing '0.1' followed by 'ns'.
- Additional checkboxes:** A row of three checkboxes: 'Transport', 'Blm check', and 'Blm debug'.
- Buttons:** A row of three buttons at the bottom: 'OK', 'Reset', and 'Cancel'.

Рис. 5

Окно программы QuickSim II

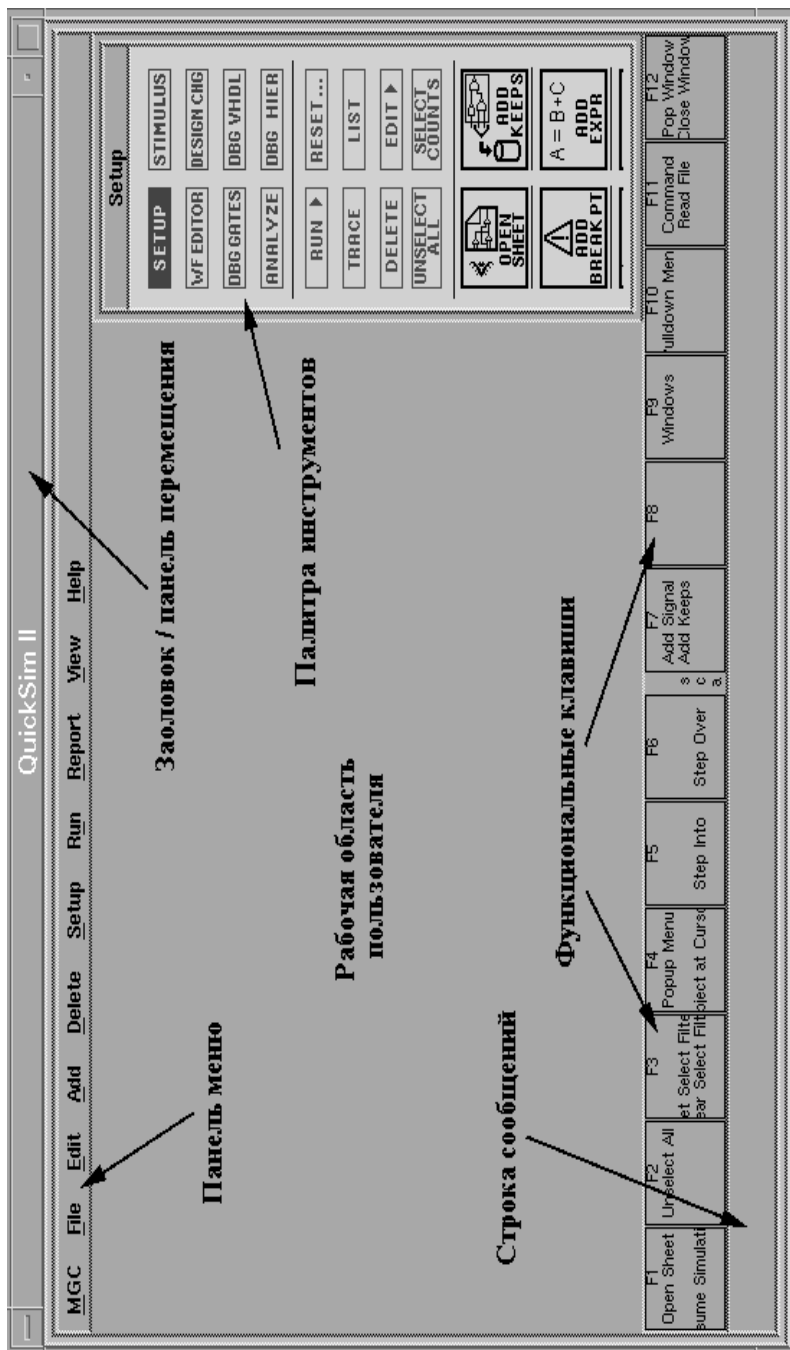


Рис. 6

При работе с QuickSim II можно использовать команды как из панели меню, так и из "Палитры инструментов". В "Палитре инструментов" в верхней части расположены команды, а в нижней в виде значков – подкоманды, список которых зависит от выбранной команды. Полный список команд в "Палитре инструментов" можно увидеть с помощью полосы прокрутки, которая появляется в области "Палитры инструментов" после щелчка правой кнопки манипулятора "мышь" и выбора в всплывающем меню команды Show Scroll Bars.

Работа в программе QuickSim II состоит из ряда этапов, отображенных на рис. 7. Эти этапы обсуждаются в дальнейших разделах.

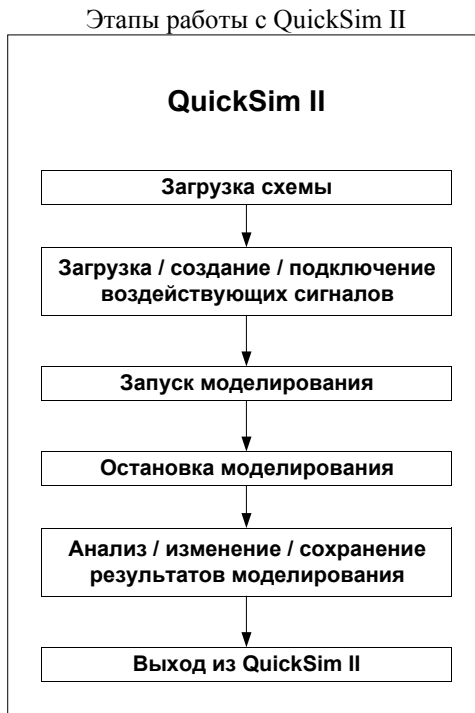


Рис. 7

2. ЗАГРУЗКА СХЕМЫ

Открытие окна с изображением электрической схемы производится выбором команды в "Палитре инструментов": Setup / Open Sheet. Электрическая схема может располагаться в центре окна. Если этого не происходит, центрирование схемы производится с помощью полос прокрутки или командой View / View All из панели меню. Расположение окна со схемой можно

изменять, расположив курсор внутри схемы и перемещая манипулятор при нажатой левой кнопке. Можно изменять размеры окна, "потянув" манипулятором за одну из сторон прямоугольной рамки.

Масштаб схемы изменяется с помощью меню View (рис. 8) или с помощью специальных фигур (Strokes), вычерчиваемых на экране с помощью манипулятора при нажатой средней клавише (рис. 9). Здесь стрелками указано направление рисования линий, квадратами – точка старта. Указанные на рисунке команды соответствуют следующим изменениям масштаба (сверху – вниз): показать область; показать все; увеличить в два раза; уменьшить в два раза.

Команды изменения масштаба панели меню

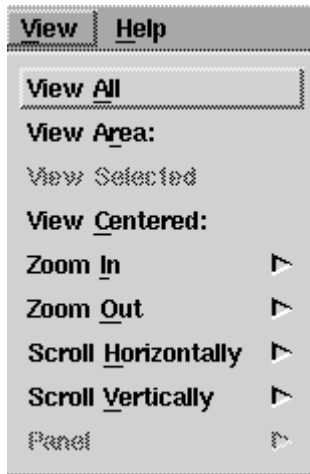


Рис. 8

Использование специальных фигур

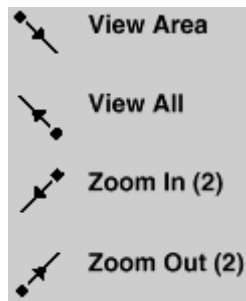


Рис. 9

В качестве примера выбрана схема, показанная на рис. 10. Она состоит из четырехходовой схемы "И" и инвертора "НЕ". На вход схемы подаются сигналы a1...a4. С выхода схемы снимается сигнал q1.

Электрическая схема, используемая для моделирования

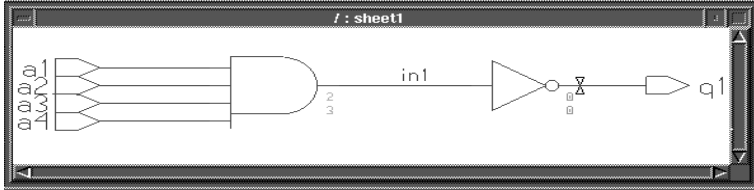


Рис. 10

Как видно из рис. 10, возле каждого компонента справа и внизу от него располагаются цифры, указывающие временную задержку компонента по заднему и переднему фронту в наносекундах. Эти цифры можно изменять, используя команды из "Палитры инструментов": Design CNG / CNG PROP CURSOR (рис. 11). При этом появляется курсор, который необходимо подвести к цифре, указывающей задержку и нажать левую кнопку "мыши". В появившемся окне указать новое значение задержки и нажать "OK".

Вид "Палитры инструментов"
при изменении значений задержек компонентов



Рис. 11

3. СОЗДАНИЕ ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ СИГНАЛОВ И ИХ СОХРАНЕНИЕ

Для исследования цифровой схемы (см. рис. 10) на входы $a1 \dots a4$ необходимо подать воздействующие сигналы. Одним из способов создания сигналов является использование редактора форм сигналов. Для этого выделяются нажатием левой кнопки "мыши" цепи, на которые подаем сигналы. Выбранные цепи отображаются пунктирными линиями. В "Палитре инструментов" последовательно нажимаем на кнопки WF EDITOR / EDIT Waveditor. Появляется окно Trace с именами выбранных цепей. Далее снимается выделение с цепей схемы путем рисования специальной фигуры, показанной на рис. 12. Эта фигура эквивалентна команде Edit / Unselect.

Команда "Отмена выделения"

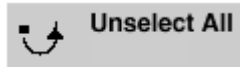


Рис. 12

Активизировав окно Trace и нажав на значок Toggle "Палитры инструментов", создаем воздействующие сигналы. При нажатии на значок Toggle в окне Trace появляется флажок с указанием времени соответствующего положению курсора относительно оси времени (ось абсцисс). При нажатии левой кнопки "мыши" сигнал принимает значение логической единицы от указанного времени. Переместив курсор вправо по оси времени и повторно нажав левую кнопку "мыши", изменяем сигнал на логический нуль. Таким образом создаются сигналы на всех входах схемы.

Задать численные значения сигнала (время изменения уровня сигнала и логический уровень) можно в окне, вызываемом командой из "Палитры инструментов": Stimulus / Add Force (рис. 13).

Окно численного задания значений сигнала

Force Multiple Values		Force type	
Signal name	<input type="text" value="a1"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Default	
Value	<input type="text" value="0"/>	<input type="checkbox"/> Fixed	
Time	<input type="text" value="10"/>	<input type="checkbox"/> Wired	
Value	<input type="text" value="1"/>	<input type="checkbox"/> Charge	
Time	<input type="text" value="15"/>	<input type="checkbox"/> Old	
Value	<input type="text" value=""/>	<input type="checkbox"/> Absolute	
Time	<input type="text" value=""/>		
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Reset"/> <input type="button" value="Cancel"/> <input type="button" value="Help"/>			

Рис. 13

Созданные сигналы сохраняются в базе данных на жестком диске по команде Stimulus / Save WDB из "Палитры инструментов" (рис. 14) или по команде File / Save / Waveform DB (рис. 15). При этом открывается окно (рис. 16), в котором выделяется строка forces (Force Target). Затем нажимается кнопка Navigator, выбирается директория, в которой записана схема (Student) и нажимается "OK". Файлу с созданными сигналами необходимо присвоить имя, например, test1. Тогда в строке Pathname после имени директории Student необходимо дописать имя файла с сигналами ../test1 (рис. 16). В строке File type выбрать WDB и нажать "OK".

Вид "Палитры инструментов" при работе с воздействующими сигналами



Рис. 14

Сохранение базы данных форм воздействующих сигналов
с помощью панели меню

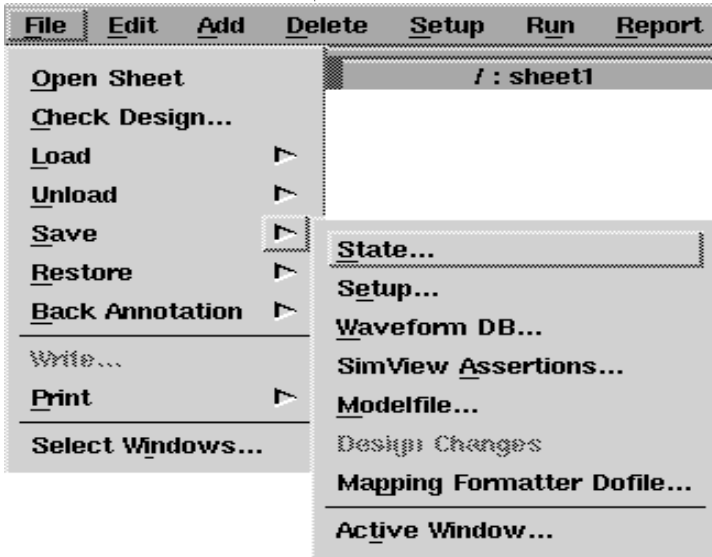


Рис. 15

Присвоение имени файлу с воздействующими сигналами

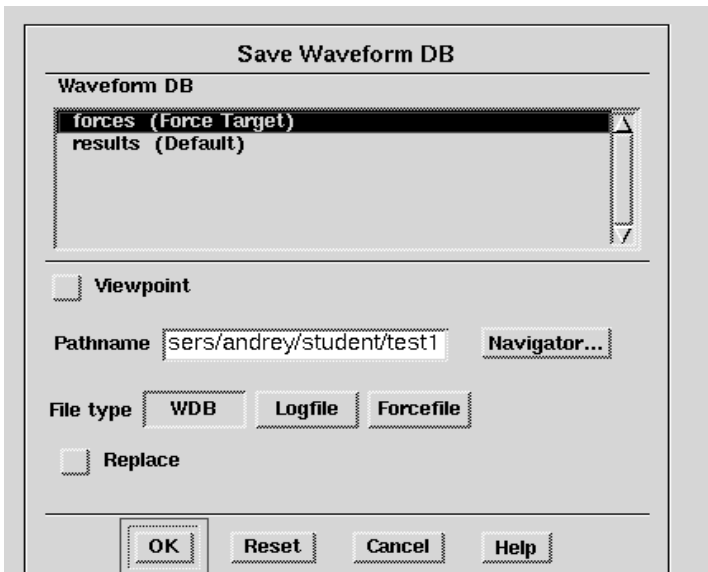


Рис. 16

4. ЗАПУСК ПРОГРАММЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Перед запуском моделирования воздействующие сигналы должны быть подключены к входам схемы. Для этого сигналы загружаются с диска в оперативную память по команде из палитры инструментов: Stimulus / Load WDB или из панели меню File / Load / Waveform DB (рис. 17).

Загрузка воздействующих сигналов с помощью панели меню

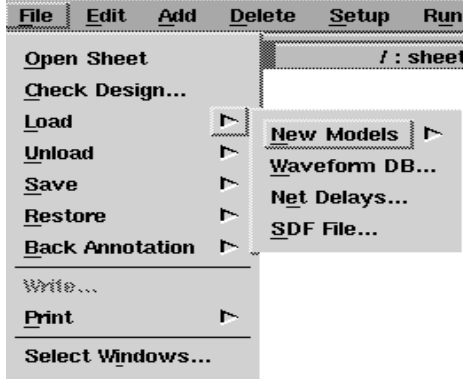


Рис. 17

Открывается окно, показанное на рис. 18. Нажав на кнопку Navigator, выделяем в каталоге Student имя файла с сигналами (на рис. 19 – test) и нажимаем "OK". В строке Pathname появляется полный путь к файлу test. Нажимаем "OK".

Окно загрузки воздействующих сигналов

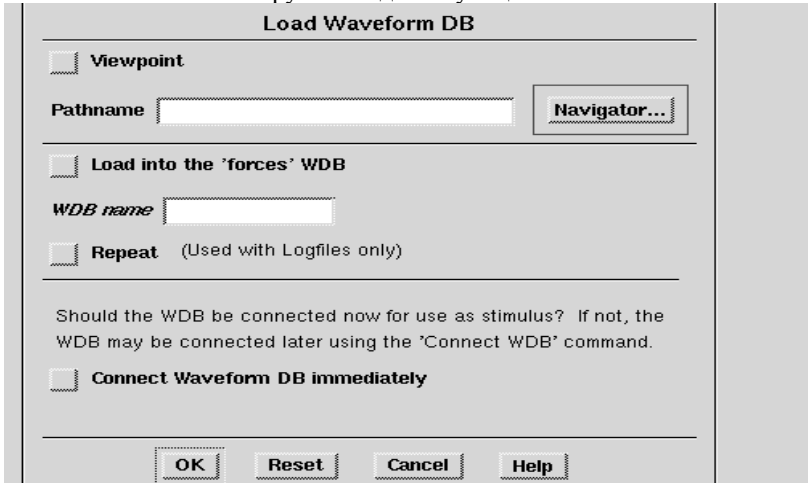


Рис. 18

Выбор воздействующих сигналов с помощью Navigator

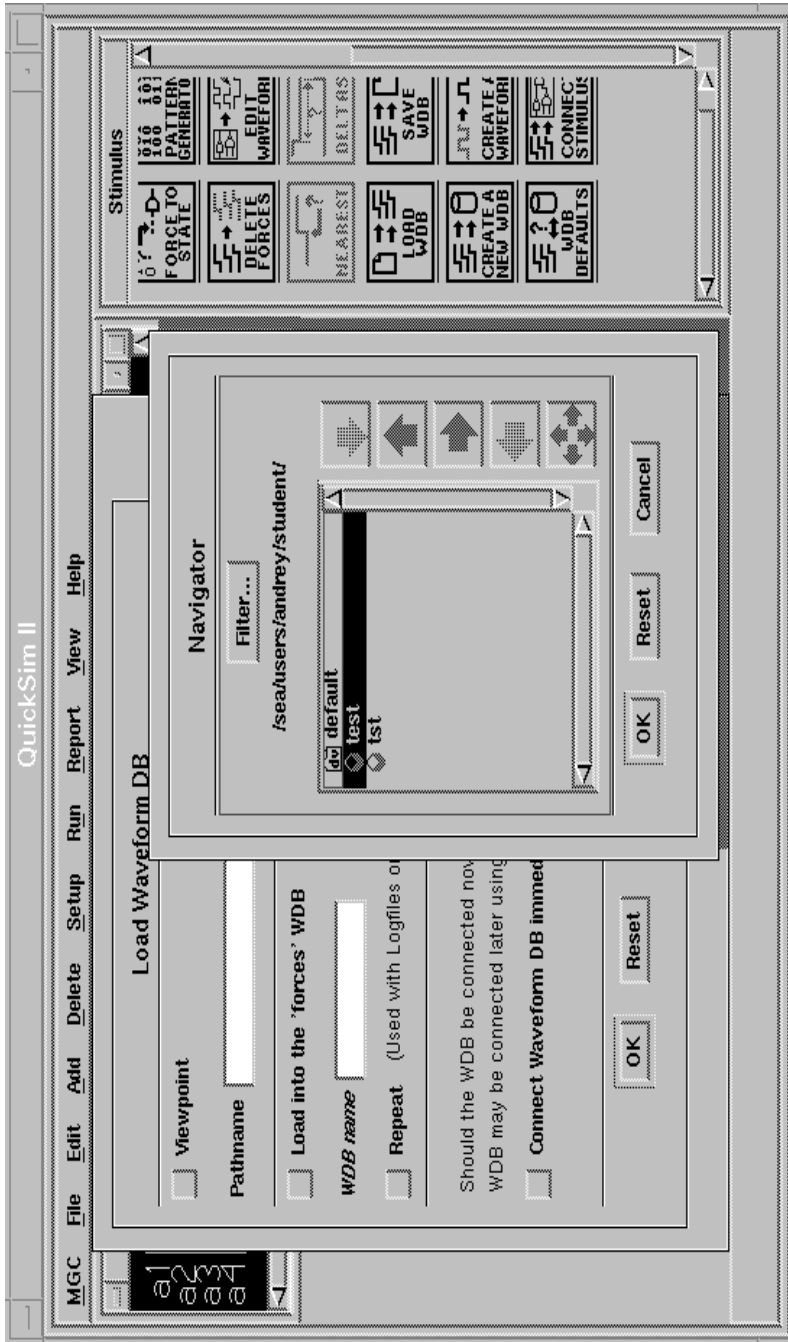


Рис. 19

Подключение сигналов к схеме производится в следующем порядке. Сначала на палитре инструментов нажимаются кнопки Stimulus/Connect Stimulus/Waveform DB. Появляется окно Connect Waveform DB (рис. 20). В нем выделяем имя файла с созданными сигналами test и нажимаем "OK". После чего с помощью палитры инструментов выполняем команды: Stimulus/WDB Defaults.

Окно подключения воздействующих сигналов

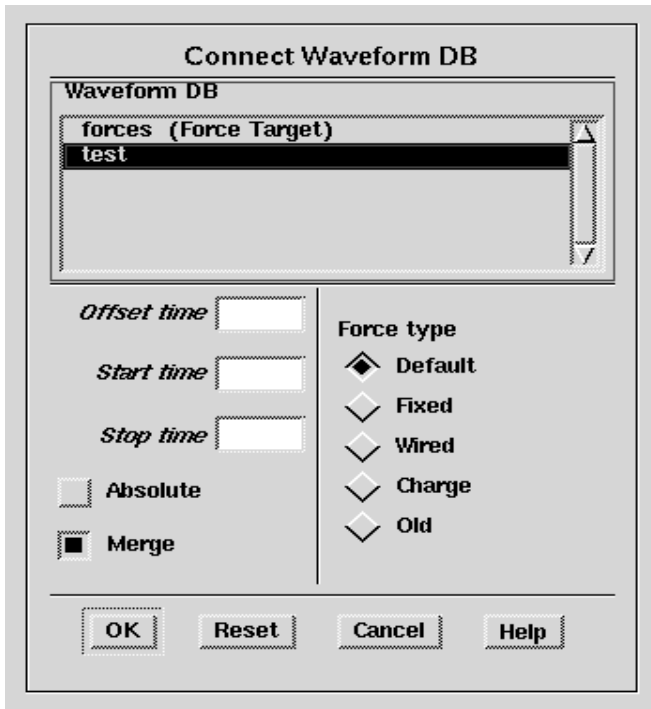


Рис. 20

В открывшемся окне (рис. 21) в верхнем боксе выделяем имя файла results (Default), а в нижнем – имя файла с сигналами (test). Нажимаем "OK".

Затем переходим непосредственно к моделированию. Выделяем на схеме интересующие нас цепи (на рис. 10 – q1). Нажав среднюю кнопку "мышь", рисуем специальную фигуру (рис. 22)

Окно выбора результатов и воздействующих сигналов

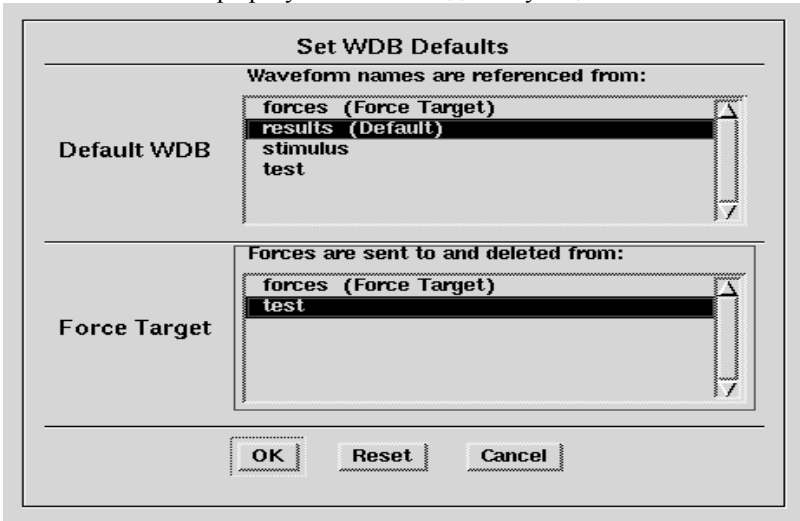


Рис. 21

Специальная фигура – "добавить цепь"

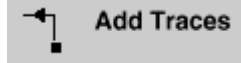


Рис. 22

Запускаем процесс моделирования командой из панели меню Run / Simulation / For Time (рис. 23) или нажимая значки на палитре инструментов: Run / For Time.

Запуск моделирования с помощью панели меню



Рис. 23

Указав конечное время моделирования в наносекундах, нажимаем "OK". При этом на графиках в окне Trace отображаются входные сигналы a1...a4 и рассчитанный выходной сигнал q1 (рис. 24).

Моделируемая схема и результаты моделирования

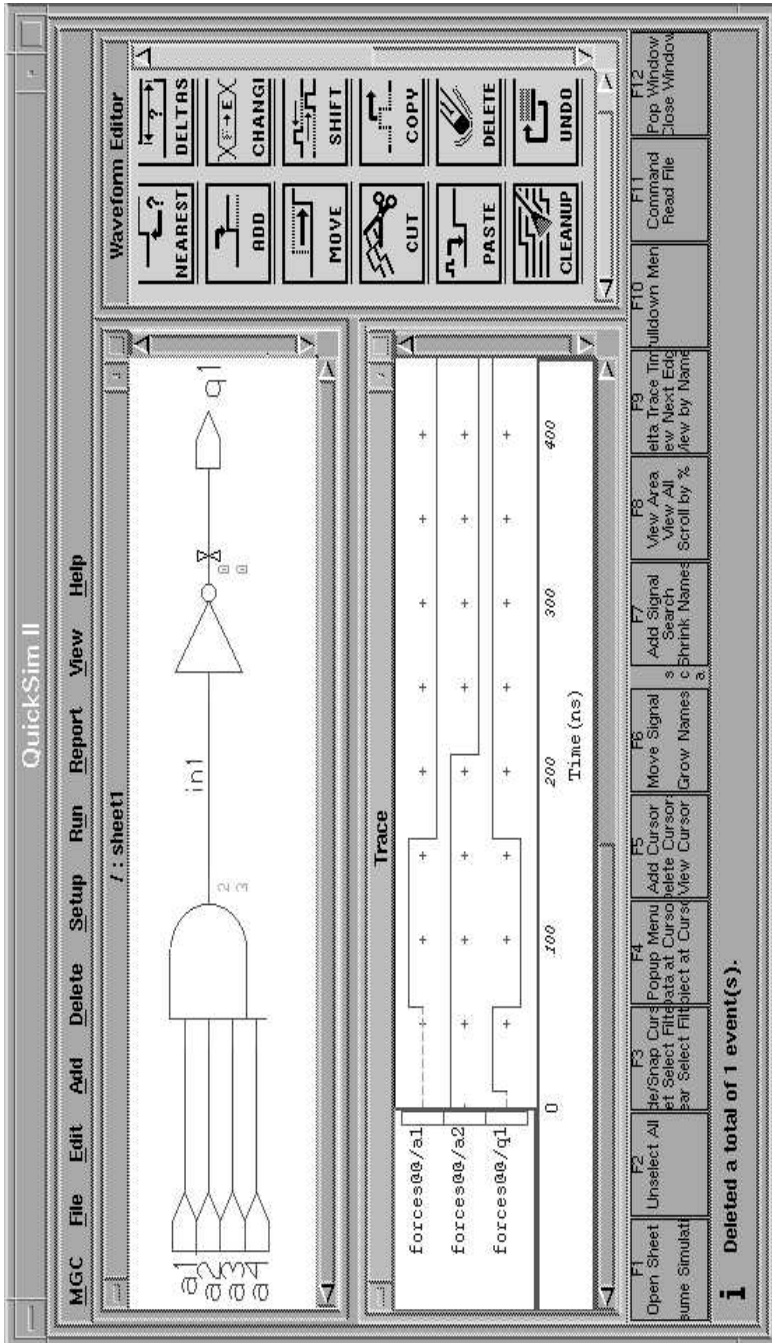


Рис. 24

Если при моделировании мы видим сильное отличие выходного сигнала от предполагаемой формы, можно прервать моделирование, нажав сочетание клавиш Ctrl+C.

5. УДАЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Если полученные результаты моделирования нас не удовлетворяют или мы хотим повторить моделирование, то предыдущие результаты, в том числе воздействующие сигналы, необходимо удалить. Для этого в панели меню выбираем команду File / Unload / Waveform DB, в открывшемся окне (рис. 25) выделяем имя файла с воздействующими сигналами (на рисунке – test2) и нажимаем "OK". Затем в панели меню выполняем команду Run / Reset. В окне (рис. 26) нажимаем кнопку State и нажимаем "OK". Таким образом сигналы удаляются из оперативной памяти и из процесса моделирования.

Окно выгрузки воздействующих сигналов

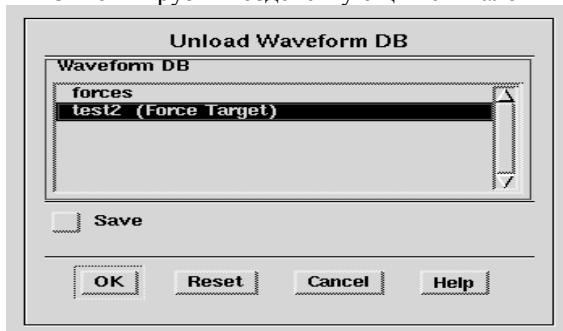


Рис. 25

Окно сброса результатов моделирования

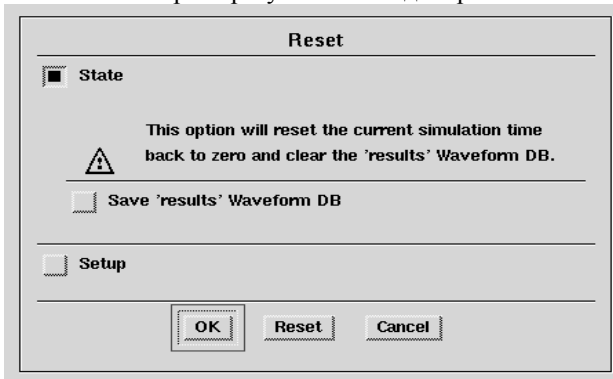


Рис. 26

6. СРАВНЕНИЕ РАССЧИТАННОГО СИГНАЛА С ПРЕДПОЛАГАЕМЫМ

При исследовании схем разработчик обычно знает, какая форма сигнала должна получиться на выходе схемы. В программе QuickSim II эти знания можно использовать для сравнения предполагаемой формы выходного сигнала с полученной в результате моделирования.

Для этого создается файл, содержащий не только входные сигналы, но и предполагаемый выходной сигнал q1 (раздел 3). Затем сохраняем сигналы, подключаем их к схеме и запускаем программу моделирования (раздел 4). После чего нажимаем на палитре инструментов значки Analyze / CVT WFS TO ASSERT. Открывается окно Convert Waveforms to Assertions (рис. 27).

В левом окне выделяем имя файла с сохраненными воздействиями (tst), нажимаем "Show Waveform", выделяем выходной сигнал q1 и нажимаем "OK". Выбираем щелчком значки на палитре инструментов Analyze / View Failures и появляется окно View Assertion Failures (рис. 28). В окне выделяем щелчком выходной сигнал q1, используем установки окна по умолчанию (binary, trace only, result of compare) и нажимаем "OK".

Окно настроек сравнения сигналов

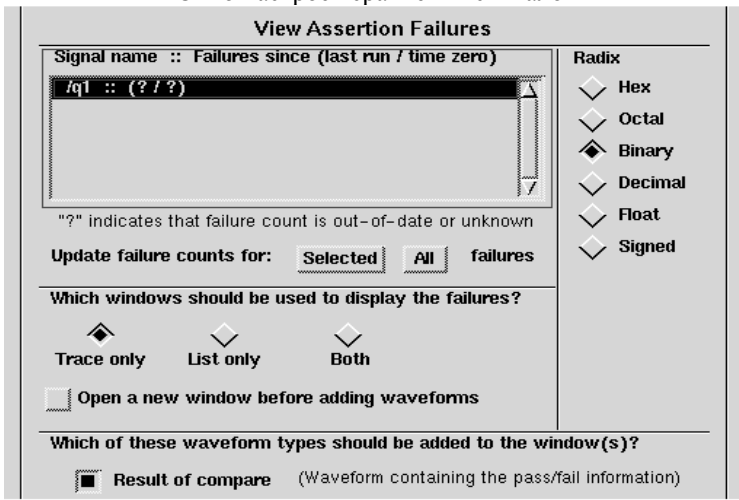


Рис. 28

В окне Trace программы QuickSim II появляются введенные нами входные сигналы a1...a4, рассчитанный программой выходной сигнал q1, нарисованный нами выходной сигнал assert/q1, результаты сравнения сигналов q1_assert и сигнал results/q1, повторяющий рассчитанный сигнал q1 (рис. 29). Совпадающие участки сигналов в q1_assert отмечены ОК, а не совпадающие – ER (ERROR – ошибка).

Окно выбора сигналов для сравнения

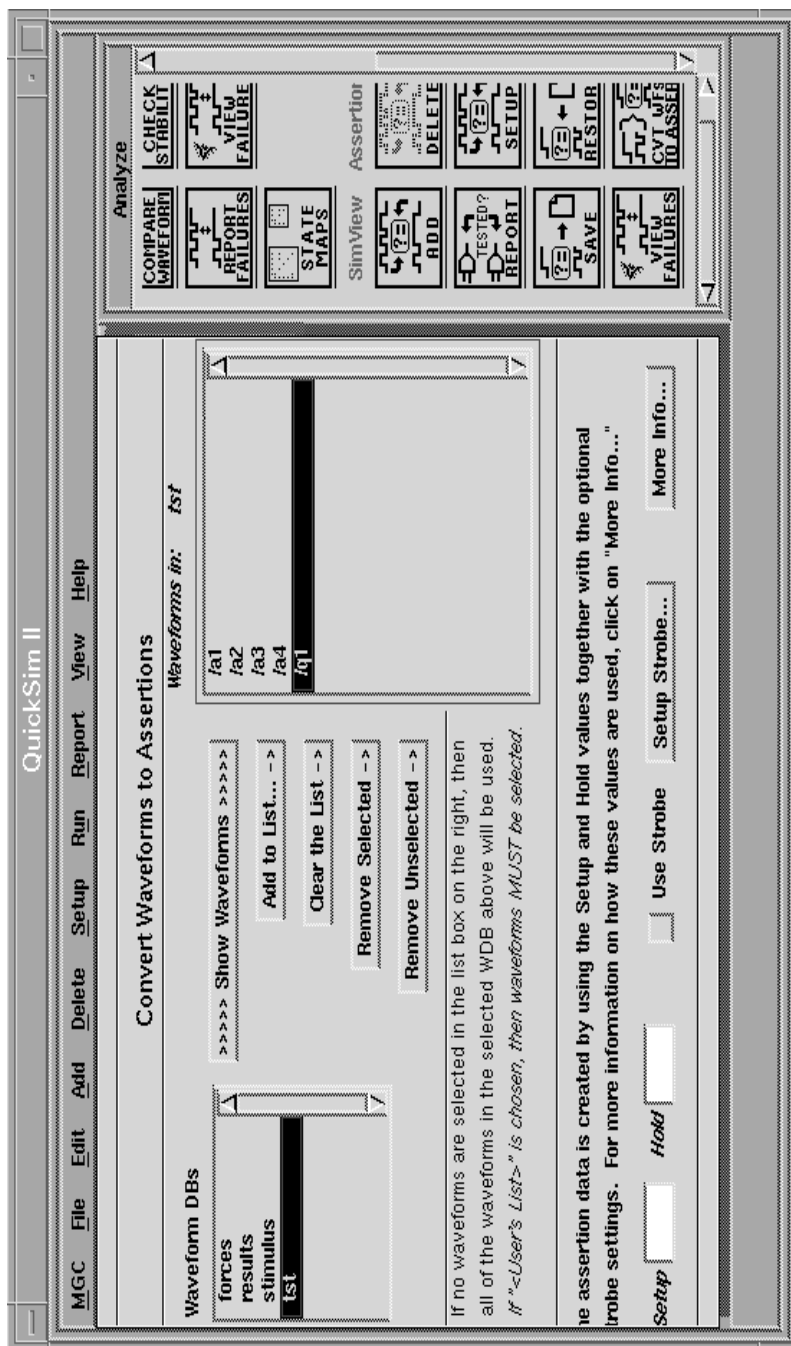


Рис. 27

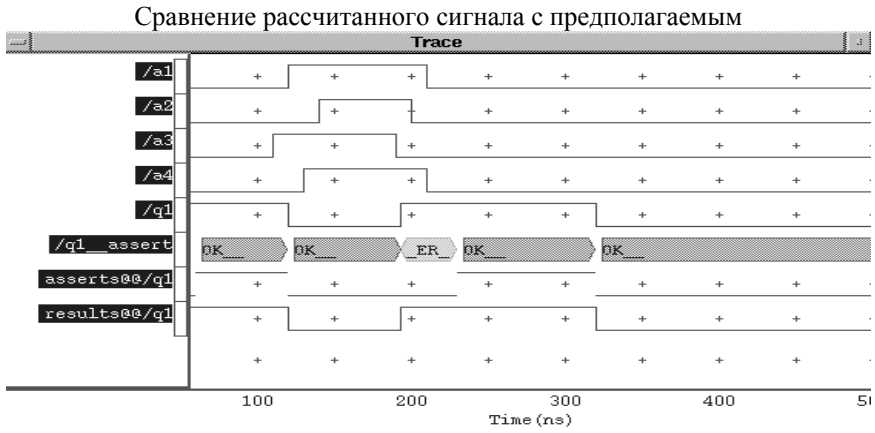



Рис. 29

7. ВЫХОД ИЗ ПРОГРАММЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ QuickSim II

После окончания лабораторной работы необходимо выйти из программы моделирования. Можно использовать стандартный для всех приложений Mentor Graphics выход с помощью ниспадающего меню, появляющегося в верхнем левом углу приложения при щелчке на кнопке . Далее выбирается пункт Close. Таким образом сначала закрывается окно QuickSim II. В окне диалога Exit QuickSim II (рис. 30) выбрать After Saving – для сохранения изменений проекта или Without Saving – без сохранения изменений. Нажать "OK". Закрыть появившееся окно, после чего попадаем в окно Design Manager. Закрыть его. В окне (см. рис. 1) щелкнуть на кнопке Exit. Нажать "OK". В новом окне нажать Exit и еще раз "OK".

Окно выхода из программы QuickSim II

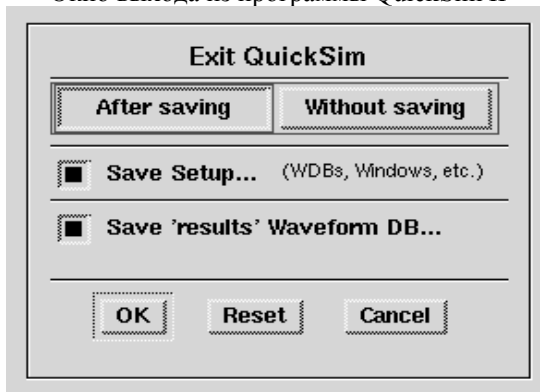


Рис. 30

8. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАДАНИЯ

- 8.1. Получить у преподавателя задание на моделирование (электрическую схему, записанную в соответствующую директорию).
- 8.2. Изучить материал, излагаемый в методическом пособии по моделированию в QuickSim II САПР Mentor Graphics.
- 8.3. Создать воздействующие сигналы и провести моделирование схемы. Вывести результаты моделирования и сравнения на экран, распечатать полученные результаты.
- 8.4. Оформить отчет и подготовить ответы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Вызов программы цифрового логического моделирования QuickSim II.
2. Способы управления работой программы QuickSim II.
3. Загрузка схемы, управление ее масштабом.
4. Изменение временных задержек цифровых компонентов.
5. Создание воздействующих сигналов.
6. Сохранение воздействующих сигналов.
7. Загрузка файла с созданными сигналами.
8. Запуск программы моделирования.
9. Удаление результатов моделирования.
10. Моделирование со сравнением формы сигнала.
11. Выход из программы моделирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. QuickSim II. Training Workbook. Software Version 8.5_2. August. 1996. Copyright © 1991 – 1996 Mentor Graphics Corporation.