

20/21/1

Одобрено кафедрой
«Вычислительная техника»

Утверждено
деканом факультета
«Управление процессами
перевозок»

МОДЕЛИРОВАНИЕ

Рабочая программа
и задание на контрольную работу
с методическими указаниями
для студентов V курса

специальности
220100. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ,
КОМПЛЕКСЫ, СИСТЕМЫ И СЕТИ
(ЭВМ)



Москва – 2003

Разработана на основании примерной учебной программы данной дисциплины, составленной в соответствии с государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки инженера по специальности 220100 (ЭВМ).

Составители: канд. тех. наук, доц. В.Ю. Горелик, канд. тех. наук, доц. А.Е. Ермаков, ст. преп. О.П.Ермакова

Рецензент – д-р техн. наук, проф. Г.В. Самме

Курс V

Всего часов — 140

Лекционные занятия — 12 ч.

Лабораторные занятия — 8 ч.

Самостоятельная работа — 105 ч.

Зачеты (количество) — 1.

Экзамены (количество) — 1.

© Российский государственный открытый технический университет путей сообщения Министерства путей сообщения, 2003

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Моделирование» является изучение студентами средств моделирования и моделей, используемых в процессе проектирования вычислительных систем на разных стадиях детализации проекта.

В рамках дисциплины рассматриваются основные понятия теории моделирования, классификация методов моделирования, формализация и алгоритмизация процессов обработки информации, инструментальные средства и языки моделирования, методы моделирования систем информатики, вычислительных систем и сетей.

В результате изучения курса студенты должны знать и уметь:

1. Основные понятия моделирования и теории подобия, теоретические положения и методики экспериментальных исследований, используемых для построения математических моделей;

2. Разрабатывать математические модели, планировать эксперимент с моделью, анализировать результаты моделирования;

3. Применять прикладные пакеты программ для моделирования вычислительных систем на разных стадиях детализации проекта.

Дисциплина связана с предшествующими дисциплинами: «Информатика», «Высшая математика», «Организация ЭВМ, комплексов и систем», «Периферийные устройства».

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

1. Общие вопросы теории моделирования

Объект и его модель. Основные понятия теории моделирования. Классификация видов моделирования вычислительных систем (ВС). Методы реализации моделей (аналоговые, численные, аналитические, имитационные).

Использование моделирования при проектировании и эксплуатации ВС [1; 2].

Основные понятия теории подобия. Соответствие между объектом и его моделью. Способы представления моделей. Коэффициенты и критерии подобия. Оценка точности и достоверности результатов моделирования [1].

2. Языки формализованного описания ВС

Современные средства описания ВС. Язык моделирования стохастических систем GPSS. Язык описания аппаратуры HDL. Языки высокого уровня VHDL и Verilog. Язык микроопераций. Аппарат теории булевых функций. [2; 6]

3. Инструментальные средства моделирования ВС

Декомпозиция вычислительных систем на операционный и управляющий блоки согласно принципам акад. В.М.Глушкова. Пакет программ StateCAD для построения и моделирования граф-схем переходов управляющих и операционных автоматов (State Machines) [6]. Пакет программ MicroSim DesignLab для моделирования вычислительных устройств [4].

4. Анализ и интерпретация результатов моделирования

Планирование машинных экспериментов. Длительность моделирования. Точность оценки. Управление машинными экспериментами. Методы планирования экспериментов [1].

5. Моделирование процессов обработки информации

Понятие информационного процесса (ИП). Понятие сигнала. Детерминированные математические модели ИП. Теоретико-вероятностные модели ИП. Сигналы и их математические модели. Количественная оценка сигнала. Модели каналов связи. Модели процесса передачи информации. Мо-

дели процессов обработки информации. Модели процессов хранения и поиска информации. Модели представления информации. [2]

6. Аналитическое моделирование ВС

Потоки заявок. Простейший поток. Пуассоновский поток. Эрланговский поток. Марковские модели. Уравнение Колмогорова для вероятностей состояний. Характеристики ВС как систем массового обслуживания (СМО). Коэффициент загрузки. Число заявок в СМО. Длина очереди. Время реакции. Многомерный поток. Многоканальная СМО. Потоки обслуживания. Системы с отказами. Методы приближенной оценки характеристик ВС. Характеристики ВС как стохастических сетей. [2]

7. Имитационное моделирование ВС

Общие вопросы имитационного моделирования. Построение моделей сложных систем. Составление содержательного описания объекта моделирования. Разработка концептуальной модели объекта моделирования. Формализация объекта моделирования. Программирование и отладка имитационной модели. Процедура имитационного моделирования. Обобщенные алгоритмы имитационного моделирования. Методы определения характеристик ВС. Метод повторных экспериментов. Методы генерации случайных величин и последовательностей. [2; 3]

8. Средства имитационного моделирования ВС

Классификация программных средств моделирования. Языки моделирования систем. Дискретные системы. Дискретно-непрерывные системы. Программные средства моделирования ИС. Концептуальная модель ВС. Технические средства моделирования. Язык моделирования GPSS. [2; 3]

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование темы	Количество часов
1	Основные понятия теории моделирования и подобия. Классификация методов моделирования	2
2	Разработка граф-схем переходов управляющих и операционных автоматов в пакете StateCAD	2
3	Моделирование вычислительных устройств в системе MicroSim DesignLab.	4
4	Разработка логических схем обработки информации в ВС	2
5	Имитационное моделирование ВС	2

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Моделирование граф-схем переходов в управляющих и операционных блоках с помощью пакета StateCAD – 4 ч.
2. Моделирование цифровых и аналого-цифровых блоков ВС с помощью пакета MicroSim DesignLab – 4 ч.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

ОСНОВНАЯ

1. *Советов Б. Я., Яковлев С.А.* Моделирование систем: Учебник для вузов. — М.: Высшая школа, 2001.
2. Информационные технологии на ж.-д. транспорте: Учебник для вузов ж.-д. транспорта /Под ред. Э.К. Лецкого, Э.С. Поддавашкина, В.В. Яковлева. — М.: УМК МПС РФ, 2001.
3. *Максимей И.В.* Имитационное моделирование на ЭВМ. — М.: Радио и связь, 1988. — 231 с.
4. *Разевиг В.Д.* Система схемотехнического моделирования и проектирования печатных плат Design Center (Pspice). – М.: СК Пресс, 1996. – 272 с.
5. *Угрюмов Е.П.* Проектирование элементов и узлов ЭВМ: Учеб. пос. для спец. ЭВМ вузов.- М.: Высшая школа, 1987. — 318 с.
6. *Угрюмов Е.П.* Цифровая схемотехника. – СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2000. – 528 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

1. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы. Справочное пособие/С.В. Якубовский, Л.И. Ниссельсон и др.; Под ред. С.В. Якубовского. — М.: Радио и связь, 1990. — 496 с.
2. *Шило В.Л.* Популярныe цифровые микросхемы: Справочник. — М.: Радио и связь, 1987.— 352 с.
3. *Петровский И.И., Прибыльский А.В.* и др. Логические ИС КР1533, КР1554: Справочник.— М.:БИНОМ, 1993.
4. Цифровые интегральные микросхемы: Справочник/ П.П. Мальцев, Н.С.Долидзе и др. — М.: Радио и связь, 1994. — 240 с.

ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа выполняется на листах формата А4. На титульном листе должны быть указаны данные студента и его учебный шифр. Вариант задания определяется по двум последним цифрам учебного шифра в соответствии с табл. 1. В контрольной работе должны быть выполнены все пункты задания, которое приводится в начале работы. Контрольные работы, не соответствующие указанным требованиям, возвращаются студенту без рецензии.

2. ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

С помощью пакета программ MicroSim DesignLab (студентская версия) смоделировать работу арифметико-логического устройства (АЛУ) ЭВМ, построенного по схеме с посл

С помощью созданной модели АЛУ определить:

1. Время задержки распространения сигнала от входов до выходов при выполнении арифметической операции $A + B$;

Таблица 1

Варианты задания на контрольную работу

Цифра шифра	Серия микросхем	Число разрядов АЛУ
0	K133 (74Н)	16
1	K134 (74L)	14
2	K155 (7400)	12
3	K531 (74S)	10
4	K555 (74LS)	12
5	K1531 (74F)	14
6	K1533 (74ALS)	16
7	K561 (74AC)	14
8	K1561 (74НС)	12
9	K1554 (74НСТ)	10

Примечание. По последней цифре шифра определяется серия микросхем, на которых будет строиться АЛУ, а по предпоследней цифре – число разрядов АЛУ.

2. Время задержки распространения сигнала от входов до выходов при выполнении логической операции $A \oplus B$.

Для арифметических операций в качестве операнда A необходимо использовать учебный шифр студента, представленный в двоичном коде, а в качестве операнда B – обратный код операнда A без единицы ($B = \bar{A} - 1$). При этом на вход переноса АЛУ должны быть поданы прямоугольные импульсы с частотой 5 МГц. Для логической операции операнд A остается без изменения, а на входы B АЛУ сначала подать все нули, а затем все единицы. Сравнить полученные результаты моделирования для двух схем.

Анализ работы АЛУ провести при трех значениях задержек распространения сигналов: минимальных, типовых и максимальных.

Порядок выполнения контрольной работы

- изучить методические указания и рекомендуемую литературу;
- определить свой вариант задания;

- с помощью графического редактора Schematics ввести электрическую схему АЛУ и распечатать ее;
- с помощью редактора входных воздействий Stimulus Editor задать необходимые генераторы входных воздействий;
- смоделировать работу АЛУ с помощью программы Pspice A_D;
- с помощью графического постпроцессора Probe проанализировать полученные результаты моделирования и распечатать их;
- оформить отчет по контрольной работе.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Перед выполнением контрольной работы рекомендуется изучить [4] — с. 28–40, 51–52, 166–184; [6] – с. 77–92, 458–487.

3.1. Ввод электрических схем в редакторе SCHEMATICS

Ввод электрической схемы АЛУ осуществляется с помощью графического редактора Schematics, вызов которого производится из главного меню команд операционной системы Windows. После загрузки программы на монитор выводится основной экран редактора (рис. 1).

Окно редактора имеет стандартный вид, принятый для программ, функционирующих под управлением Windows. В строке заголовка отображается имя программы и имя файла, в котором должна быть сохранена схема. Если схема не сохранена, то моделирование выполняться не будет. Строка меню и панели инструментов предназначены для ввода и редактирования электрических схем. В нижней части окна расположена строка состояния, в которой отображаются: текущее положение курсора, активная команда и краткое ее описание.

Ввод и редактирование схем рекомендуется проводить в следующей последовательности.

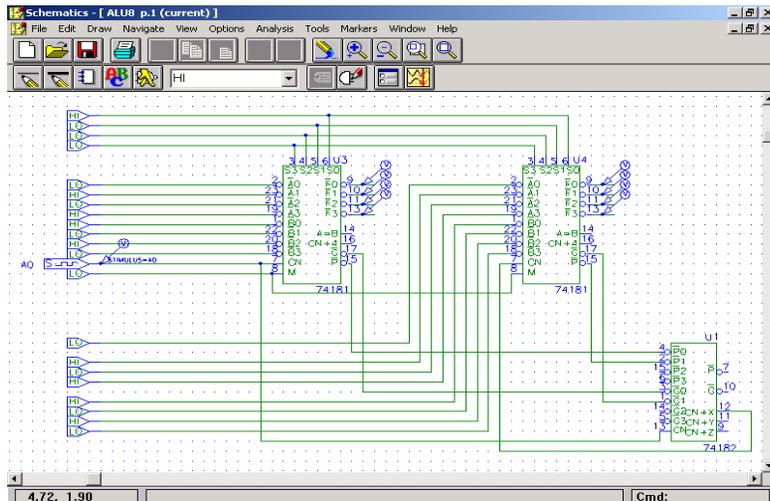


Рис. 1. Основной экран редактора

1. Настройка конфигурации редактора. По команде *File/New* создается новый файл. Затем по команде *Options/Page Size* устанавливается размер листа схемы (рекомендуется установить формат А4). По команде *Options/Editor Configuration/Page Settings/ Border Symbol* на чертеже схемы наносится изображение рамки, соответствующей выбранному формату. Для нанесения угловых штампов, стандартных надписей используется команда *Options/Editor Configuration/ Title Block Symbol*.

Размер схемы и систему единиц можно изменять на любой стадии работы со схемой.

По команде *Options/Display Options* устанавливается шаг координатной сетки (Grid Spacing). Рекомендуется шаг 2,5 мм или 0,1 дюйма. При этом необходимо убедиться, что включен режим привязки графических объектов к узлам сетки (Stay on Grid).

Редактирование настроек производится в диалоговом окне этой команды. Параметры, имеющие числовые значе-

ния, редактируются после установки на них курсора с клавиатуры, а параметры, которые могут принимать значения On (включен) или Off (выключен) — мышкой. В заключении необходимо щелкнуть по кнопке OK для запоминания выполненных настроек или кнопки Cancel — для отмены.

2. Ввод символов компонентов осуществляется по команде *Draw/Get New Part*. На экран выводится диалоговое окно Part Browser Basic. Для просмотра всего списка библиотечных файлов, имеющих расширение .SLB, надо щелкнуть по кнопке Libraries. После чего открывается следующее окно Library Browser (браузер библиотек) (рис. 2)

Для создания электрической схемы АЛУ следует использовать следующие библиотеки:

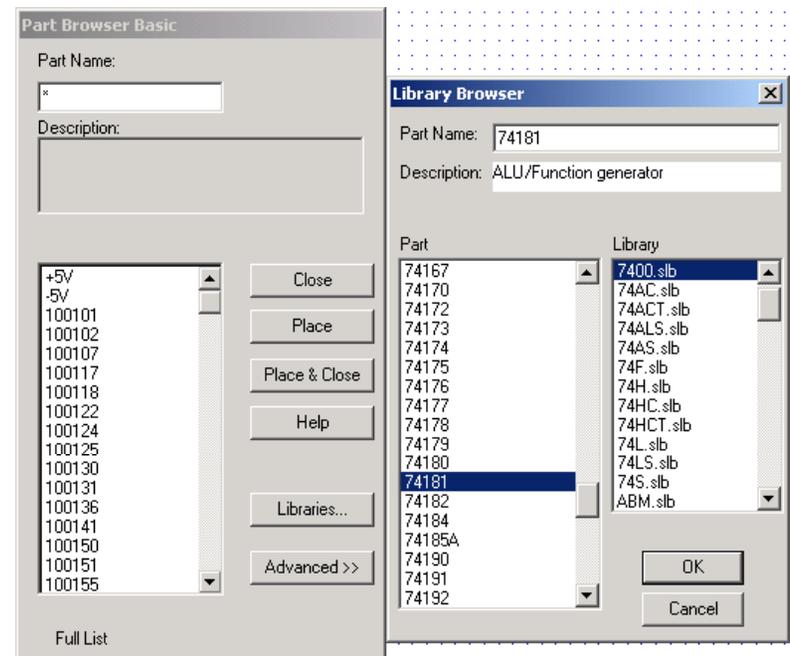


Рис. 2. Окно браузера библиотек

- 74XX.slb – содержит модели цифровых компонентов различных серий микросхем производства фирмы Texas Instruments. Для построения АЛУ необходимо использовать модель 4-х разрядного АЛУ 74181 и схемы ускоренного переноса 74182;
- PORT.slb – включает указатели земли, питания, глобальных цепей и различные порты, в том числе цифровые порты высокого (HI) и низкого (LO) уровней;
- SOURCESTM.slb – содержит указатели на генераторы тока, напряжения и цифровых сигналов, параметры которых задаются с помощью редактора входных воздействий Stimulus Editor.

Выбор необходимого компонента осуществляется с помощью указателя, после чего нужно щелкнуть по кнопке ОК. В результате на экране появится изображение компонента, привязанное к курсору. Нажатие левой кнопки фиксирует положение компонента, после чего его можно поместить в другое место. Нажатие правой кнопки завершает команду. В процессе размещения компонента его можно повернуть (Ctrl+R) или отразить (Ctrl+F).

Имена компонентов, цепей проставляются, как правило, автоматически. Если необходимо изменить эти номера, то можно воспользоваться командой **Tools/Annotate**.

Большинство компонентов характеризуется набором параметров, представленных в редакторе Schematics в виде атрибутов. На схеме их конкретные значения задаются по команде **Edit/Attribute** или двойным щелчком на символе компонента. При этом открывается диалоговое окно, в котором и производится редактирование атрибутов. Редактируются только те атрибуты, которые не помечены символом *.

Правила построения многоразрядных АЛУ подробно описаны в []. На рис. 3 в качестве примера приведена схема 8-ми разрядного АЛУ, построенного по схеме с ускоренным переносом.

3. Проводники, соединяющие выводы компонентов, наносятся на схему по команде **Draw/Wire** (Ctrl+W). После вы-

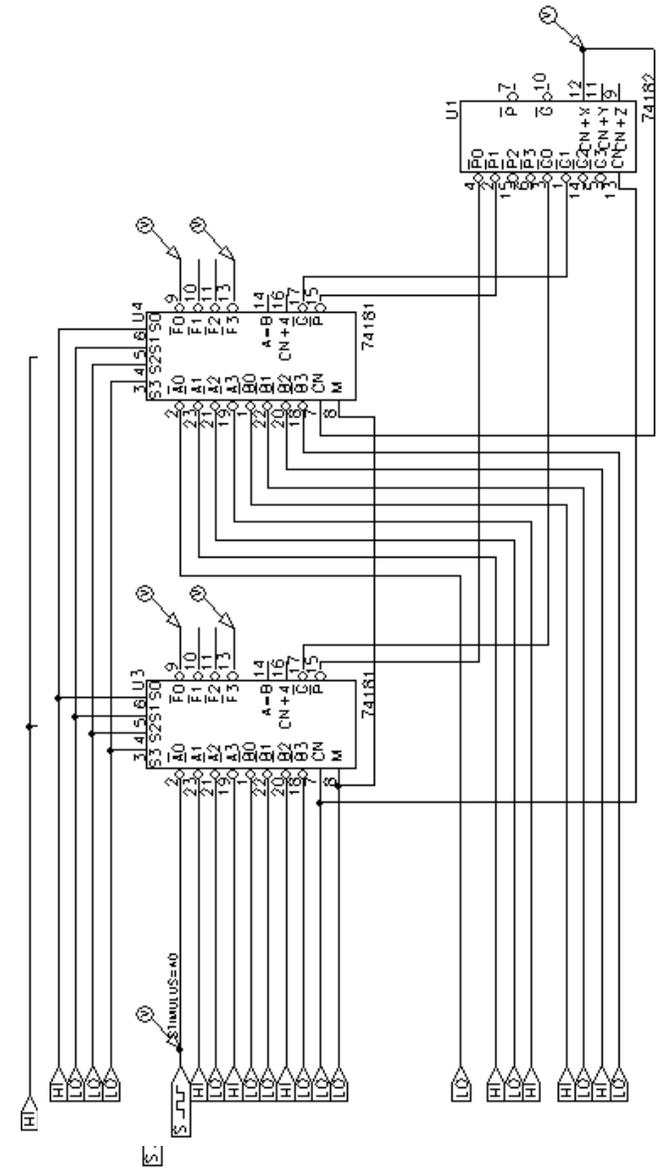


Рис. 3. Электрическая схема восьми разрядного АЛУ

бора этой команды изображение курсора принимает форму карандаша. Для того чтобы соединить два или более выводов компонентов необходимо подвести курсор к первому выводу и нажать левую клавишу. Затем подвести курсор к другому выводу или точке излома проводника и нажать левую клавишу. Каждое одиночное нажатие левой кнопки фиксирует точку излома проводника, после чего можно изменить его направление. Ввод проводника завершается нажатием правой кнопки или двойным щелчком левой кнопки.

Проводники можно проводить как под прямым углом, так и под произвольным. Переключение между этими режимами осуществляется по команде **Options/Display Options**. После активизации этой команды открывается диалоговое окно, в котором можно включить или выключить режим Orthogonal. Для того чтобы соединить два проводника необходимо выполнить, так называемое Т – образное соединение, т.е. подвести карандаш к существующему проводнику и нажать левую клавишу.

Имена узлов присваиваются по команде **Edit/Label** (Ctrl+E), предварительно выделив его курсором. По этой команде на экран выводится панель ввода имени Set Attribute Value/Label, которая также активизируется двойным щелчком мыши по проводнику.

Замечание. Имена узлов в программе присваиваются автоматически вида \$ N_0001, \$ N_0002 и т.д. Ссылаться на них неудобно. Поэтому, имеет смысл проставить вручную имена тем проводникам, на которые будут делаться ссылки в процессе моделирования.

4. Установка маркеров в схеме осуществляется с помощью команды **Markers/Mark Voltage/Level**. Сигналы в цепях, отмеченных маркерами, автоматически будут выводиться на экран в графическом постпроцессоре Probe.

5. Всем источникам цифровых сигналов должны быть присвоены уникальные имена. Для этого необходимо выделить атрибут генератора stimulus = и дважды щелкнуть по нему левой кнопкой мыши. В открывшемся окне Set Attribute

Value/Stimulus ввести его имя. Это имя в дальнейшем будет использоваться для обозначения генератора в редакторе входных воздействий. Для того, чтобы на выходных временных диаграммах отображались эти имена рекомендуется присвоить названиям генераторов цифровых сигналов DSTM X эти же имена.

6. Установка задания на моделирование осуществляется в диалоговом окне Analysis Setup, которое вызывается с помощью пункта меню **Analysis/Setup** (рис. 4). В открывшемся окне необходимо установить флажок напротив кнопки Transient... (расчет переходных процессов), щелкнуть по

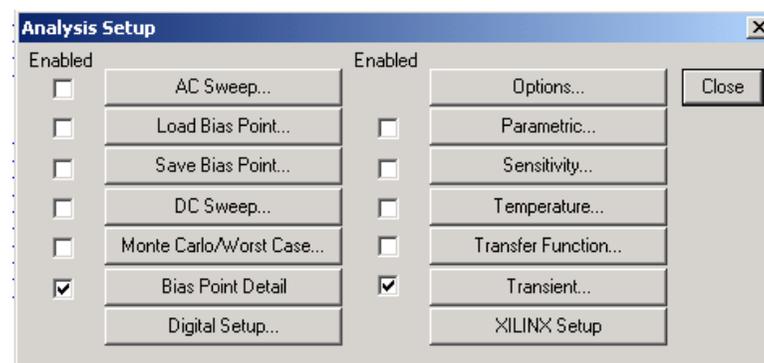


Рис. 4. Диалоговое окно установки задания на моделирование

этой кнопке и в открывшемся окне Transient установить время моделирования (Final Time). При моделировании цифровых и аналого-цифровых схем также используется кнопка Digital Setup..., с помощью которой вызывается диалоговое окно, показанное на рис. 5.

В поле Timing Mode задаются порядок времен задержек распространения сигналов (минимальные, типовые или максимальные) или расчет наихудшего случая (Worst-case). Если моделируемая схема содержит триггеры, то с помощью поля Flip-flop Initialization их все предварительно можно установить либо в неопределенное состояние, либо в 0, либо в

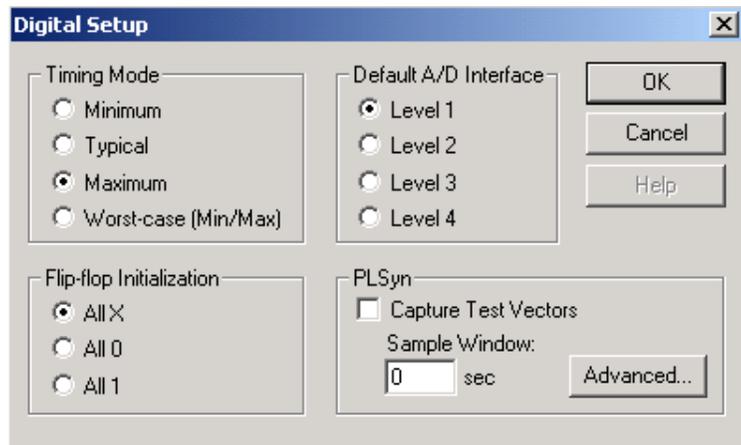


Рис. 5. Окно задания параметров при цифровом моделировании

1. Остальных два поля используются при моделировании аналого-цифровых схем и ПЛИС.

7. Все изменения, сделанные в схеме, должны быть сохранены по команде **File/Save as**. При этом рекомендуется в папке MsimDL71 создать под папку Work и сохранять рабочие файлы в ней. Файлы, созданные с помощью редактора Schematics, имеют расширение .sch.

3.2. РЕДАКТОР ВХОДНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ STIMULUS EDITOR

Вызов редактора входных воздействий Stimulus Editor осуществляется путем выделения соответствующего указателя на электрической схеме и двойного щелчка по нему. На экран выводится окно редактора и диалоговое окно New Stimulus, в котором указано имя входного сигнала (рис. 6).

Тип сигнала указывается в поле Type. Он может принимать одно из трех значений: такт (Clock), сигнал (Signal) и шина (Bus). В этом же поле пользователю предлагается указать начальное значение сигнала, которое может быть: лог. 0, лог. 1, неопределенное значение и третье состояние.

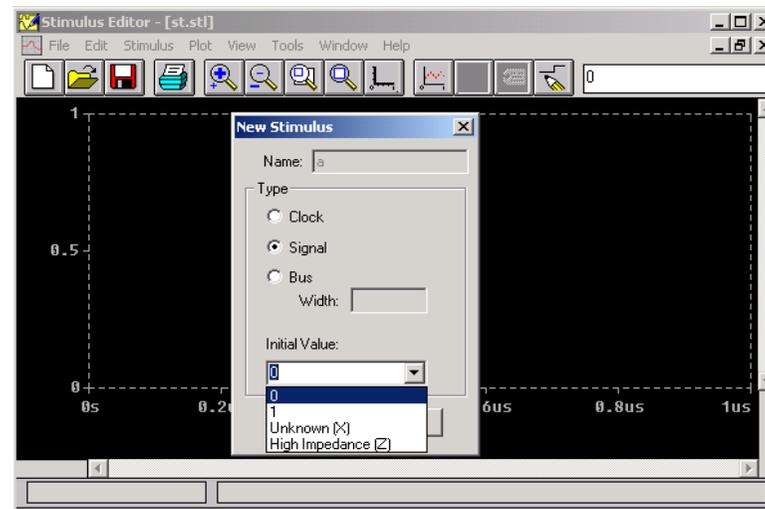


Рис. 6. Окно редактора входных воздействий Stimulus Editor

В зависимости от выбранного типа сигнала, редактор предлагает различные способы их формирования. Если выбран сигнал типа «Такт», то на экран выводится диалоговое окно Stimulus Attributes (рис. 7), в котором задаются: частота тактового сигнала (Frequency), скважность (Duty Cycle), начальное значение (Initial Value) и начальная задержка (Time Delay).

Если же пользователь выбрал сигналы типа «Сигнал» или «Шина», то на экран выводится цифровой сигнал, уровень которого соответствует выбранному начальному значению во всем диапазоне времени. Для того, чтобы

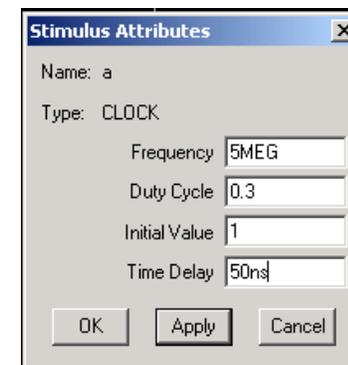


Рис. 7

изменить этот уровень в нужные моменты времени необходимо активизировать команду **Edit/Add**. При этом курсор преобразуется в карандаш. Подведя его в нужное место на временной оси и щелкнув левой клавишей, изменяют состояние сигнала на противоположное.

Замечание. Перед тем как формировать временную диаграмму рекомендуется с помощью команды **Plot/Axis Settings** произвести предварительную настройку редактора. Активизация этой команды вызывает на экран диалоговое окно Axis Settings (рис. 8), в котором необходимо задать следующие параметры временной диаграммы:

- диапазон времени, отображаемый на экране;
- диапазон линейек прокрутки;
- временной шаг перемещения курсора, который рекомендуется устанавливать равным половине длительности периода тактового сигнала.

На заключительном этапе все изменения необходимо сохранить по команде **File/Save**. Файлу автоматически будет присвоено тоже имя, что и имя файла схемы, а его расширение по умолчанию будет .stl.

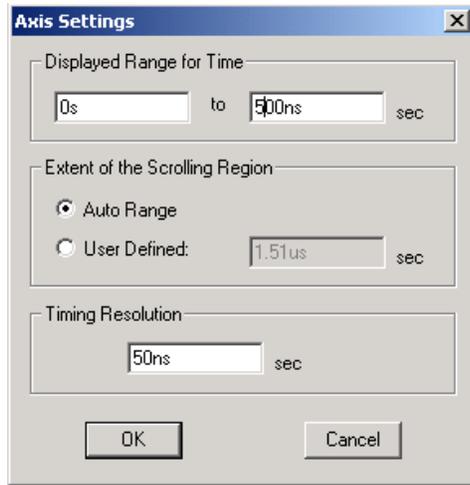


Рис. 8

3.3. МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

Моделирование работы схем осуществляется с помощью программы PSpice A_D, которая запускается по команде **Analysis/Simulate** (F11) редактора Schematics. Если в схеме отсутствуют ошибки, то после завершения моделирования автоматически запускается графический постпроцессор Probe, и на экран выводятся временные диаграммы логических состояний тех узлов, которые отмечены маркерами. Если же в схеме имеются ошибки, то в окне программы Pspice выдается соответствующее сообщение и моделирование прерывается. Для того, чтобы установить характер ошибки, необходимо открыть текстовый файл имя_схемы.out, в котором отмечены все имеющиеся ошибки.

На временной диаграмме одной переменной состояния логического нуля или единицы обозначаются одной линией, двойная линия соответствует неопределенному состоянию X, тройная – состоянию высокого импеданса Z (рис. 9). Всего может быть выведено до 75 временных диаграмм, однако одновременно на экране помещается меньшее их количество. Если какая-либо переменная не была отображена на экране, то ее можно визуализировать с помощью команды **Trace/Add**.

Для определения задержек распространения сигналов рекомендуется использовать два электронных курсора, которые вызываются с помощью команды **Tools/Cursor/Display**. В правом нижнем углу экрана располагается окно, в котором отображаются текущие координаты курсоров и расстояние между ними по двум осям. Курсоры могут быть

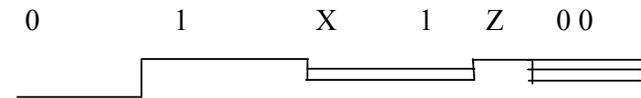


Рис. 9. Временная диаграмма логических состояний

связаны с одним или двумя графиками. Одновременно на временных диаграммах считываются логические состояния всех цифровых переменных, которые отображаются возле оси ординат.

В первый момент времени оба курсора помещены в начало координат. Левая кнопка манипулятора мышь управляет первым курсором, а правая – вторым. Щелчок той или иной кнопки перемещает курсоры в выбранную точку. Точность позиционирования курсорами с помощью мышки не очень высока. Поэтому при измерении задержек распространения рекомендуется использовать команды *Tools/Cursor/Next Transition* (Ctrl+Shift+N) и *Tools/Cursor/Previous Transition* (Ctrl+Shift+R) для перемещения курсоров на следующий или предыдущий фронты сигналов.

МОДЕЛИРОВАНИЕ

Рабочая программа и задание на контрольную работу с методическими указаниями

Редактор *Г.В. Тимченко*
Компьютерная верстка *Г.Д. Волкова*

ЛР № 020307 от 28.11.91

Тип. зак.	Изд. зак.200	Тираж 500 экз.
Подписано в печать 23.04.03	Гарнитура Times.	Офсет
Усл. печ. л. 1,5		Формат 60×90 ^{1/16}

Издательский центр РГОТУПС,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Типография РГОТУПС, 107078, Москва, Басманный пер., 6