ЛАБОРАТОРНА РОБОТА N 2

Проектування принципової схеми в системі проектування друкованих плат ACCEL EDA (P-CAD 2002)

МЕТА РОБОТИ: ознайомлення з функціональними можливостями системи проектування друкованих плат ACCEL EDA (P-CAD 2002) та отримання практичних навиків з проектування принципової схеми.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

- 1. Перевірити свою теоретичну підготовку по контрольних питаннях для самоперевірки; при необхідності скористатися методичними матеріалами.
- 2. Отримати від викладача індивідуальне завдання.
- 3. Помістити у бібліотеку проекту необхідні компоненти.
- 4. Створити принципову схему та записати її до папки проекту.
- 5. Створити список з'єднань.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

- 1. Етапи проектування принципової схеми.
- 2. Особливості копіювання бібліотечних компонентів.
- 3. Порядок розміщення символів та введення електричних зв'язків.

МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

Порядок проектування принципової схеми

І. Наповнення бібліотеки проекту

1. Викликати програму адміністратора бібліотек Library Manager (Library Executive, cmp.exe). Вибрати команду Library/Copy. У діалоговому вікні клацнути на кнопці Sourse Library. Віднайти та відкрити бібліотеку C:\Accel15\Lib\Ti_7400.lib (для P-CAD 2002 – C:\Program Files\P-CAD 2002\Lib\Old Lib\Ti_7400.lib) з компонентами фірми Texas Instruments (додаток 1). У діалоговому вікні клацнути на кнопці Destination Library. Віднайти та відкрити бібліотеку проекту. В полі Multiple Sourse Name вибрати мікросхему. В полі Copy Item вибрати опцію Component. Клацнути на кнопці Сору.

При потребі перегляду зображень символів та корпусів компонентів скористатись кнопкою **Browse To Add**.

2. Віднайти у бібліотеці ACCEL EDA C:\Accel15\Lib\Discrete.lib (для P-CAD 2002 – C:\Program Files\P-CAD 2002\Lib\Old Lib\Discrete.lib) та помістити у бібліотеку проекту необхідні дискретні компоненти.

Закрити ACC Library Executive.

II. Створення принципової схеми

Викликати графічний редактор схем ACCEL Schematic (Schematic, sch.exe).

1. Налаштування конфігурації.

Вибрати команду Options/Configure. У діалоговому вікні в полі Workspace Size встановити формат схеми; в полі Title Sheet клацнути на кнопці Remove; в полі Units встановити дюймову систему одиниць mils (1mil=0,001 дюйма=0,0254 мм).

Командою View/Snap Grid "прикріпити" курсор до вузлів сітки графічного редактора (має стояти мітка).

Вибрати команду Options/Current Line. У діалоговому вікні в полі Width встановити тонку лінію Thin; в полі Style встановити суцільну лінію Solid.

2. Розміщення символів.

Вибрати команду Place/Part. Клацнути у робочому вікні. У діалоговому вікні клацнути на кнопці Library Setup. У наступному діалоговому вікні клацнути на кнопці Add. Віднайти та відкрити бібліотеку проекту. У діалоговому вікні Library Setup клацнути на кнопці Ok. У діалоговому вікні Place Part в полі Component Name вибрати ім'я компонента. При потребі, в полі Alternate вибрати IEEE (зображення символу найближче до європейського стандарту), в полі Value ввести типономінал компонента. Клацнути на Ok. У робочому вікні вибрати місце і клацнути.

3.Введення електричних зв'язків.

Введення електричних зв'язків здійснюється командами Place/Wire, Place/Bus та Place/Port (див. також додаток 3, розділи 2.3.3 і 2.3.4).

3.1 Введення електричного кола.

Вибрати команду **Place/Wire**. Натиснути ліву кнопку миші на початковій точці кола і, утримуючи кнопку, провести пунктирну лінію до кінцевої точки. Відпустити ліву кнопку і клацнути правою. При потребі, відпускати і натискувати ліву кнопку на зламах пунктирної лінії.

3.2. Введення ліній групового зв'язку (шин).

Вибрати команду **Place/Bus**. Натиснути ліву кнопку миші на початковій точці шини і, утримуючи кнопку, провести подвійну лінію до кінцевої точки. Відпустити ліву кнопку і клацнути правою. При потребі, відпускати і натискувати ліву кнопку на зламах подвійної лінії. Ввести електричні кола так само, як у попередньому пункті, враховуючи, що початковою/кінцевою точкою може бути шина.

Для присвоєння імені електричному колу шини вибрати команду Place/Port. Клацнути у робочому вікні. У діалоговому вікні в полі Net Name набрати ім'я електричного кола. Перемикач Pin Count встановити в One Pin, перемикач Pin Length встановити в Short, перемикач Pin Orientation встановити у Vertical. У розділі Port Shape вибрати (None). Клацнути на Ok. У робочому вікні клацнути по черзі на лініях електричного кола поблизу їх з'єднання з шиною.

4. Запис схеми до папки проекту.

Запис схеми здійснюється командою File/Save As.

III. Створення списку з'єднань

Викликати команду Utils/Generate Netlist. У діалоговому вікні в полі Netlist Format вибрати ACCEL ASCII. Клацнути на Ok.

ДОДАТОК 1

Таблиця відповідності мікросхем серій 155, 531, 555 та 1533 мікросхемам фірми Texas Instruments, виконаних у пластмасових корпусах DIP

Contraction of the local division of the loc			the second state of the se	and the second	and the second s
	SN74	SN74S	SN74LS	SN74ALS	
00N	К155ЛАЗ	КР531ЛА3	К555ЛАЗ	КР1533ЛА3	00N
01N	К155ЛА8	_		КР1533ЛА8	01N
02N	К155ЛЕ1	КР531ЛЕ1	К555ЛЕ1	КР1533ЛЕ1	02N
03N		КР531ЛА9	К555ЛА9	КР1531ЛА9	03N
04N	К155ЛН1	КР531ЛН1	К555ЛН1	КР1533ЛН1	04N
05N	К155ЛН2	КР531ЛН2	К555ЛН2	КР1533ЛН2	05N
06N	К155ЛНЗ			_	06N
07N	К155ЛП9				07N
08N	К155ЛИ1		К555ЛИ1	КР1533ЛИ1	08N
09N			к555ли2	_	09N
10N	К155ЛА4	КР531ЛА4	К555ЛА4	КР1533ЛА4	10N
11N		КР531ЛИЗ	К555ЛИЗ		11N
12N	К155ЛА10	_	К555ЛА10		12N
13N	К155ТЛ1				13N
14N	К155ТЛ2		к555тл2		14N
15N			К555ЛИ4		15N
16N	К155ЛН5				16N
17N	К155ЛП4			_	17N
20N	К155ЛА1	КР531ЛА1	К555ЛА1	КР1533ЛА1	20N
21N			к555ли6		21N
22N	К155ЛА7	КР531ЛА7	К555ЛА7	КР1533ЛА7	22N
23N	К155ЛЕ2				23N
25N	К155ЛЕЗ				25N
26N	К155ЛА11		К555ЛА11		26N
27N	К155ЛЕ4		К555ЛЕ4		27N
28N	к155ЛЕ5				28N
30N	К155ЛА2	КР531ЛА2	К555ЛА2	КР1533ЛА2	30N
32N	К155ЛЛ1	<u> </u>	к555лл1		32N
37N	К155ЛА12		К555ЛА12		37N
38N	К155ЛА13	КР531ЛА13	К555ЛА13		38N

	SN74	SN74S	SN74LS	SN74ALS	
40N	К155ЛА6	_	к555ЛА6	-	40N
42N			к555ид6		42N
50N	К155ЛР1	_	_		50N
51N		КР531ЛР11	К555ЛР11	КР1533ЛР11	51N
53N	К155ЛР3	_	·		53N
54N	<u> </u>		К555ЛР13	КР1533ЛР13	54N
55N			К555ЛР4	КР1533ЛР4	55N
60N	к155лд1			·	60N
64N		КР531ЛР9			64N
65N		КР531ЛР10			65N
72N	K155TB1				72N
74N	K155TM2	KP531TM2	к555тм2	КР1533ТМ2	74N
75N	K155TM7		K555TM7		75N
77N	K155TM5				77N
80N	К155ИМ1				80N
82N	К155ИМ2				82N
83N	К155ИМЗ	. —			83N
85N		КР531СП1	к555СП1	КР1533СП1	85N
86N	К155ЛП5	КР531ЛП5	к555лн 5	КР1533ЛП5	86N
90N	К155ИЕ2		к555ие2		90N
92N	К155ИЕ4				92N
93N	К155ИЕ5		к555ие5		93N
95N	К155ИР1				95N
97N	К155ИЕ8				97N
107N			К555ТВ6		107N
109N	K155TB15			KP1533TB15	109N
112N		КР53 1ТВ9			112N
113N		KP531TB10	· ·		113N
114N		KP531TB11			114N
					and the second

	SN74	SN74S	SN74LS	SN74ALS	
123N	К155АГЗ		К555АГЗ		123N
124N		КР531ГГ1			124N
125N	К155ЛП8	_	К555ЛП8		125N
128N	К155ЛЕ6	_		_	128N
132N	K155ТЛЗ	кр531тл3			132N
1 34 N		КР531ЛА19			134N
136N			К555ЛП12		136N
138N	_	кр531ид7	к555ид7	КР1533ИД7	138N
1 39 N		КР531ИД14			1 39 N
140N		КР531ЛА16			140N
141N	К155И Д1			-	141N
145N	к155ИД10		к555ид10	_	145N
147N			К555ИВЗ		147N
148N	К155ИВ1		к555ИВ1		148N
150N	к155КП1				150N
151N	к155кП7	кр531КП7	к555КП7	КР1533КП7	151N
152N	К155КП5	_			152N
153N	К155КП2	КР531КП2	к555кП2	КР1533КП2	153N
154N	к155ид3			КР1533ИДЗ	154N
155N	К155ИД4		к555ид4	КР1533ИД4	155N
157N	- · · ·	КР531КП16	· .	КР1533КП16	157N
158N		кр531КП18		КР1533КП18	1 5 8N
160Ň	К155ИЕ9		·		160N
161N		кр531ие10	к555ие10	КР1533ИЕ10	161N
162N		кр 53 1ИЕ11		КР1 533И Е11	162N
163N		КР531ИЕ18	к555ие18	КР1533ИЕ18	163N
164N	_		К555ИР8		164N
165N		-	к555ир9	·	165N
1 66N			К555ИР10	<u> </u>	166N
168N		КР531ИЕ16			168N

	SN74	SN74S	SN74LS	SN74ALS	
169N		КР531ИЕ17	_		169N
170N	К155ИР32				170N
1 73 N	К155ИР15		К555ИР15		173N
174N		KP531TM9	к555тм9	KP1533TM9	174N
175N	K155TM8	_	К555ТМ8	KP1533TM8	175N
180N	К155ИП2		_		180N
181N	К155ИП2	кр531ИП3	к555ипз	КР1533ИП3	181N
182N	К155ИП4	КР531ИП4		КР1533ИП4	182N
184N	К155ПР6				184N
185N	К155ПР7			_	185N
191N	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	_	К555ИЕ13		191N
192N	К155ИЕ6		к555ие6	КР1533ИЕ6	1 92 N
193N	К155ИЕ7		к555ие7	КР1533ИЕ7	193N
194N	· ·	КР531ИР11	К55ИР11		194N
195N		КР531ИР12			195N
196N	К155ИЕ14	КР531ИЕ14	к555ие14	_	196N
197N		КР531ИЕ15	к555ие15	_	197N
198N	К155ИР13				198N
221N			к555аг4	_	221N
240N	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	КР531АП3	к555АПЗ	К1533АПЗ	240N
241N		КР531АП4	К555АП4	К1533АП4	241N
242N			к555ип6	КР1533ИП6	242N
243N		<u> </u>	к555ип7	КР1533ИП7	243N
244N			к555АП5	К1533АП5	244N
245N			к555АП6	К1533АП6	245N
247N			к555ИД18		247N
251N		КР531КП15	к555КП15	КР1533КП15	251N
253N	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	КР531КП12	K555KII12	КР1533КП12	253N
257N		КР531КП11	К555КП 11	КР1533КП11	257N
258N		КР531КП14	К555КП14	КР1533КП14	258N

	SN74	SN74S	SN74LS	SN74ALS	
259N			к555ир30	_	259N
260N		кр531ле7		_	260 N
261N		_	К555ИП8	_	261N
273N		_	К555ИР35		273N
279N		_	К555ТР2		279N
280N		КР531ИП5	к555иП5	КР1533ИП5	280N
283N			К555ИМ6		283N
284N		кр531ИК1			284 N
292N	-	_	к555ПЦ1		292N
295N			К555ИР16		295N
298N			к555кП13	КР1533КП13	298N
299N		КР531ИР24			299N
352N				КР1533КП17	352N
353N		_	· —	КР1533КП19	353N
365N	К155ЛП10	_			365N
366N	К155ЛН6				366N
367N	К155ЛП 11	—	·		367N
373N		кр531ир22	к555ИР22	КР1533ИР22	373N
374N		кр531ИР23	к555ИР23	КР1533ИР23	374N
377N		К555ИР27	· ·	. —	377N
378N	, . , . , .	КР531ИР18			378N
379N	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	кр531ИР19		·	379N
384N		-	к555ип9		384N
385N			, К555ИМ7		385N
399N		кр531ИР20			399N
573N				КР1533ИР33	573N
574N				КР1533ИР37	574N
670N			к555ИР26		670N
873N				КР1533ИР34	873N
874N				КР1533ИР38	874N

ДОДАТОК 2

Библиотека PCBMAIN.LIB

DIPxx	Корпус с двусторонним расположением выводов. Суффиксы N или W указывают на узкий или широкий корпус
PGAxx/xx	Многорядное расположение выводов (Pin Grid Arrays). Перед косой чертой
	указывается число рядов, после нее число столбцов или строк в ряду
ZIPxx	Корпус с двусторонним расположением выводов, смещенных вправо
CAPxx	Конденсаторы. Число хх - расстояние между центрами выводов, суффикс А -
	осевое расположение выводов, R -радиальное, P - по произвольному направлению
RESxx	Резисторы. Число хх - расстояние между центрами выводов
SIPxx	Корпус с односторонним расположением выводов
JMPxx	Клеммные перемычки. Суффикс Т обозначает Т-образ-ную форму
POTxx	Потенциометры. Суффиксы S или T - различные формы корпусов
TO-xx	Транзисторы. В скобках указан порядок расположения выводов
DO-xx	Диоды
REEDRLYxx	Язычковые реле
LEDxxx	Светодиоды. Число ххх - расстояние между центрами выводов
PBxxx	Нажимные кнопки. Число ххх - расстояние между центрами выводов
SW-DIPxx	Переключатели с двурядным расположением выводов
XTAL-OSC	Кварцевые резонаторы
	Библиотека PCBSMT.LIB
Soxx	Корпус с двусторонним расположением выводов, малая ширина корпуса
SOLxx	Корпус с двусторонним расположением выводов, большая ширина корпуса
SOJxx	Корпус с двусторонним расположением выводов, средняя ширина корпуса
MO-xx/xx	Корпус с двусторонним расположением выводов. Цифрь перед косой чертой - тип
	корпуса по стандарту JED EC, после косой черты - число выводов
QFPxx	Корпус с четырехсторонним расположением выводов
PLCCxx	Пластмассовый корпус. Суффикс А - тип корпуса по стандарту JEDEC, J - корпус
	квадратной формы, R -корпус прямоугольной формы, L - корпус большого
	размера, М - миниатюрный корпус
RCxx	Резисторы

CCxx	Конденсаторы
TCxx	Танталовые конденсаторы
WWIND/A	Катушки индуктивностей
MELF1/4W	Трубчатые резисторы
MLLxx,SODxx	Трубчатые резисторы, конденсаторы, катушки индуктивностей или диоды
SOTxx	Миниатюрные транзисторы или диоды
	Библиотека PCBCONN.LIB
DINxx	Разъемы типа DIN. Суффиксы М и F - штыревые выводы и розетки
DBxx	Миниатюрные разъемы. Суффиксы М и F- штыревые выводы и розетки, R - смещение выводов вправо
CONxxPIN IDCxx	Разъемы с однорядным расположением выводов Вертикальные разъемы типа IDC. Суффикс R -смещение выводов вправо
EDGExx/yy	Разъемы с планарными выводами. Число после косой черты - расстояние между центрами выводов
ECONxx/yy	Разъемы с планарными выводами фирмы Texas Instru ments. Число после косой черты - расстояние между центрами выводов

ДОДАТОК 3

Глава 2. Графический редактор схем ACCEL Schematic

2.1. Общие сведения

Программа ACCEL Schematic имеет стандартный интерфейс Windows с добавлением команд, специфичных для системы ACCEL EDA (рис. 2.1).



2.2. Настройка конфигурации

После запуска редактора схем ACCEL Schematic рекомендуется выбрать размер листа схемы и настроить другие параметры в меню команд Options/ Configure (рис. 2.2).

Сначала в графе **Workspace** Size выбирают один из стандартных форматов листа схемы в американской (A, B,..., E) или европейской (A4, A3,..., AO) системах. Габаритные размеры выбранного листа отображаются в строках Width (ширина) и Height (высота). Обратим внимание, что в стандартных форматах длинная сторона листа располагается по горизонтали. Нестандартные размеры листа схемы устанавливаются нажатием кнопки User.



Форматка листа (рамка, основная и дополнительные надписи) наносится на лист схемы после нажатия клавиши Select в графе Title Sheet. Чертежи форматок создают заранее с помощью ACCEL Schematic и заносят в файлы с расширениями имени .TTL. По умолчанию к формату A4 подключается файл A4.TTL и т. п. Форматка листа становится видимой после выбора режима Display Title Sheet. Отсоединение форматки производят нажатием кнопки Remove.

В графе Units выбирают систему единиц: mil - милы (1 мил = 0,001 дюйма), mm - миллиметры, inch - дюймы (1 дюйм = 25,4 мм), изменить которую можно на любой фазе работы со схемой без потери точности. О текущей системе единиц можно судить по размерности ширины **линий**, указываемой на строке состояний.

Режим ввода цепей и линий устанавливают в графе Orthogonal Modes:

90/90 Line-Line - ввод ортогональных линий, 45/90 Line-Line - ввод диагональных линий. При включении режима 90/90 Line-Line линии проводятся по осям координат или под произвольным углом. При включении режима 45/90 Line-Line линии проводятся по диагоналям или под произвольным углом. Рекомендуется включать оба режима, тогда линии проводятся по осям координат, по диагоналям или под произвольным углом, что определяется дополнительным нажатием клавиши О. Нажатие клавиши F определяет при этом характер первого сегмента линии (см. подробности в разд. 1.3.3).

В нижней части меню в графе **Zoom Factor** указывают масштаб изменения изображения по командам Zoom. В графе Autopan (%Display) задают смещение окна изображения (панорамирование) нажатием на одну из клавиш стрелок (<—, T, —>, 4-), когда курсор располагается на границе экрана (в процентах к размеру экрана, так при Autopan=50% экран смещается в указанном стрелкой направлении на половину своего размера). Выключатель **DDE Hotlinks** устанавливает режим взаимного выделения цепей между графическими редакторами ACCEL Schematic и ACCEL P-CAD PCB.

Шаг сетки устанавливают в меню **Option/Grids.** По команде Add к списку шагов сетки добавляются новые значения. Текущее значение шага сетки выбирают курсором в списке Grids или, что более удобно, непосредственно на строке состояний.

В меню Options/Display задают цвета различных объектов, стиль изображения шин и ряд других параметров (рис. 2,3),



Wire - цепь;
Part - символ компонента;
Bus - шина (линия групповой связи);
Junction - точка соединения цепей;
Pin - вывод компонента;
Line - линия;
Poligon - полигон;
Text - текст;
Open End - неподсоединенный (открытый) вывод компонента или цепи.
B графе Display Colors указывают цвета вспомогательных элементов:
Background - фон;
1xGrid - нормальная сетка;
10xGrid - сетка с крупным шагом, в 10 раз большим нормального;

В графе Jtem Colors устанавливают цвета следующих элементов схемы:

Highlight I - первый выделенный объект;

Highlight 2 - второй выделенный объект;

Selection - выбранный объект;

Title - форматка схемы;

Wire Attr - атрибуты цепей;

Part Attr - атрибуты компонентов.

Для изменения цвета какого-либо объекта следует нажать соответствующую клавишу и в открывшейся палитре выбрать нужный цвет.

В окне Bus Connection Mode указывают один из трех стилей изображения подсоединения цепей к шине.

В графе Cursor Style выбирают тип курсора:

Arrow - стрелка;

Small Cross - маленькое перекрестье;

Large Cross - большое перекрестье.

В графе Miscellaneous задают разнообразные параметры:

Drag by Outline - перемещение вершин полигонов, не показывая их промежуточных положений (в целях

наглядности построений эту опцию включать не рекомендуется);

Draft Mode - изображение контуров линий и полигонов (не заливая их краской);

Scroll Bars - размещение на экране линий прокрутки;

Large Junctions - изображение больших точек соединения цепей;

Display Open Ends - отображение неподсоединенных выводов или цепей.

Нажатие клавиши Defaults назначает всем параметрам значения по умолчанию, **ОК** - внесение изменений, **Cancel** - отмена изменений.

Обратим внимание, что в отличие от системы P-CAD в ACCEL Schematic нет понятия слоев изображения, которые можно сделать видимыми или невидимыми. Вся информация располагается на одном слое, и с помощью меню Options/Display можно любую информацию, например атрибуты компонентов (Part Attr), сделать невидимой - для этого ее нужно окрасить в цвет фона (Background).

В заключение в меню **Options/Text Style** выбирают стиль текста, устанавливаемый по умолчанию, и при необходимости редактируют стили выполнения отдельных надписей (рис. 2.4, а):

Default - не масштабируемый шрифт по умолчанию (расстояние между строками 2,5 мм, не редактируется); Pin Style - имена выводов компонентов;

Part Style - имена компонентов;

Wire Style - имена цепей;

Port Style - имена портов;

Defaul TTF - масштабируемый шрифт по умолчанию (шрифт Arial размер 3,17 мм, не редактируется),



Какой-либо стиль назначают текущим (Current Text Style) двойным щелчком мыши по его имени. Для добавления нового стиля нажимают клавишу Add, редактирования - Properties. В меню редактирования шрифта

(рис. 2.4, *б*) выбирают тип шрифта: Stroke Font (не масштабируемые шрифты) или True Type Font (масштабируемые шрифты), имя шрифта (Font) и его размер. Все стили надписей сохраняются в файле схемы.

Остальные параметры настройки конфигурации заносят в файл SCH.INI и сохраняют при последующей работе с ACCEL Schematic.

2.3. Создание принципиальных схем

После настройки конфигурации ACCEL Schematic приступают к созданию принципиальной схемы.

1. Загрузка библиотек. Перед нанесением на схему символов компонентов по команде Library/Setup обеспечивается доступ к выбранным библиотекам (рис. 2.5). Выбрав клавишу Add, добавляют имена библиотек в список открытых библиотек (Open Libraries), но не более 10 библиотек. С помощью клавиши Delete удаляют библиотеки из этого списка, чтобы освободить место для других.



2. Размещение компонентов на схеме. В режим размещения символов компонентов на схеме переходят по команде Place/Part или щелчком на пиктограмме ЕИ. После этого щелчок курсором в любой точке схемы открывает меню выбора компонента (рис. 2.6).

 Рис. 2.6
 Потану Setup

 Менко выбора компонента
 Потану Setup

 Айцив Амбр. 8С.18
 Оновецья

 Оновецья
 Оновецья

 <tr

На панели Library указывают имя одной из открытых биолиотек, список ее компонентов выводится в окне Component Name. Имя нужного компонента выбирают из этого списка или вводят в верхней строке (достаточно ввести один или несколько первых символов имени, чтобы курсор переместился в указанную позицию). Нажатие клавиши **Browse** позволяет просмотреть графическое изображение символа компонента (см. рис. 2.6). При создании символа компонента в графе Alternate можно задать несколько альтернативных вариантов: Normal нормальный, DeMorgan - обозначение логических функций, IEEE - в стандарте Института инженеров по электротехнике и электронике. В библиотеках, поставляемых вместе с ACCEL EDA, альтернативные варианты реализованы для цифровых ИС. Однако это можно сделать для любых компонентов, в том числе придерживаясь отечественных стандартов, как это сделано для И С 1564ИР8 на рис. 2.6.

В окне Part Num по умолчанию указывается номер секции 1, но при необходимости его можно изменить.

В графе Num Parts указывают общее число секций компонента. Например, ИС 564ЛА7 имеет 4 логических элемента (секции) 2 И-НЕ.

Позиционные обозначения компонентов на схеме проставляются автоматически. Например, если из импортной библиотеки интегральных микросхем ТТЛ серии 7400 последовательно размещать на схеме 4-секционную И С 7408,



то первый элемент приобретет позиционное обозначение U1:А. Префикс позиционного обозначения U назначен при создании компонента, номер корпуса 1 и имя первой секции A проставляются автоматически. Второй элемент получит позиционное обозначение U1:В, третий — U1:С, четвертый — U1:D, пятый - U2:A и т. д. Для изменения назначенного в библиотеке префикса позиционного обозначения его надо указать в поле RefDes в явном виде. Для компонентов, состоящих из одной секции, имя секции не проставляется.

На рис. 2.7 приведены результаты простановки позиционных обозначений для отечественной 4секционной ИС 1564ЛАЗ с использованием буквенных обоэначений секций (А, В...). По ЕСКД секции нумеруют цифрами 1, 2... Для этого в программе ACCEL Library Manager необходимо в меню Component Information выбрать способ числовой нумерации секций Gate Numbering: Numeric (см. разд.4.3). В результате секции компонентов получат обозначение DD1:1, DD2:2 и т.д., почти так, как этого требует ЕСКД (в точности по ЕСКД требуется отделять номер секции не двоеточием, а точкой: DD1.1, DD1.2 и т.д., но это различие можно считать несущественным). При изображении многосекционных компонентов совмещенным способом (изображения смежных секций примыкают друг к другу) позиционные обозначения отдельных секций обычно не указываются. Для этого необходимо параметры RefDes всех секций, кроме первой, сделать невидимыми (выключить кнопку Visibility), тогда будет видно позиционное обозначение только первой секции, например DD9:1 Если это решение не устроит службы нормоконтроля, то позиционное обозначение без указания номера первой секции вводят как атрибут пользователя (user-defined) вручную.

На строке Value проставляют номинал компонента, например сопротивление резистора (см. рис. 2.7).

После выбора в меню **Place/Part** (рис. 2.5) нужного компонента и введения всех необходимых параметров нажимают клавишу **OK** - курсор примет форму перекрестья с разрывом в центре для точного позиционирования в узлах сетки. Непосредственное размещение символа компонента на схеме выполняется после щелчка курсором в любой точке рабочего окна. До тех пор пока не отпущена левая кнопка мыши, символ перемещается по экрану. Он вращается на 90^{0} и зеркально отображается нажатием клавиш R и F соответственно. Повторный щелчок курсором размещает на схеме очередную копию символа выбранного компонента, присваивая ему следующее позиционное обозначение, которое одновременно выводится в строке информации. Например, после ввода первого символа ИС 1564ЛАЗ, которому присваивается позиционное обозначение DD 1:2 и т. д. Для увеличения на единицу номера секции компонента перед размещением символа нажимают клавишу P, а для увеличения позиционного обозначения - клавишу D. Уменьшить эти значения можно одновременным нажатием клавиш Shift+P или Shift+D. Нажатие правой кнопки мыши или Esc прекращает ввод символов.

В режиме Edit/Select (выбор объектов, дублируется пиктограммой И) щелчок курсора в любой точке внутри контура символа компонента производит его выбор с возможностью перемещения, поворота и удаления символа в целом вместе с принадлежащими ему атрибутами. Нажатие клавиши Shift и удерживание ее до щелчка курсора позволяет выбрать отдельный элемент символа: вывод, элемент графики, позиционное обозначение и др.

3. Размещение электрических цепей. После выбора команды Place/Wire или пиктограммы *S* курсор принимает форму перекрестья. Щелчком мыши отмечается начальная точка цепи. Каждое нажатие левой кнопки мыши фиксирует точку излома. Нажатие клавиши O до отпускания левой кнопки мыши изменяет угол ввода линии из числа разрешенных (задаваемых в меню Options/Configure нажатие клавиши F изменяет ее ориентацию (см. разд, 1.3.3). В связи с тем что на схеме обычно преобладают горизонтальные или вертикальные цепи, в меню Options/Configure достаточно включить только режим ортогональности 90/90 Line-Line. Завершается ввод цепи нажатием правой кнопки мыши (или Esc).

Включение в цепь дополнительной точки излома для будущего редактирования выполняется по команде Rewire/Manual или выбором пиктограммы ЕЭ.

Замечание. Цепь изображается линией минимальной ширины, определяемой разрешающей способностью монитора или принтера/плоттера,

Обратим внимание, что в строке информации выводится присваиваемое автоматически имя размещаемой цепи, причем при буксировке курсора до отпускания правой кнопки мыши дополнительно выводятся расстояния по осям X, Y до предыдущей точки излома, например Net: NET00003, dX=2.50, dY=0.00. Здесь NET00003 - присваиваемое автоматически имя цепи. Следующая цепь получит имя NET00004.

Присвоить цепи другое имя можно двумя способами. Во-первых, индивидуально выбрать каждую цепь и щелчком правой кнопки мыши открыть в меню редактирования (рис, 2.8) пункт **Properties** (Свойства). На экране появится информация о выбранной цепи (рис. 2.9). В окне Net можно изменить имя цепи, заменив на строке Net Name назначенное системой имя другим, нап

Рис. 2.8 Меню редактирования цепей



ример NET00001 на A1. Это имя может будет *видимым*, если включить в окне Wire переключатель **Display.** Тип и размер шрифта имени указывают после нажатия на клавишу Text Styles.

Во-вторых, можно упростить изменение имен группы цепей, имеющих однородные имена типа D1, D2 и т. д. Для этого надо выбрать команду Utils/ **Rename** Net, щелкнуть курсором в любой точке схемы и в открывшемся меню



(рис. 2.10) в окне Net Name ввести префикс имени D. После закрытия меню щелчком курсора по первой цепи вы присваиваете ей имя D1, по второй - D2 и т. д. Чтобы начать нумерацию цепей не с единицы, нужно начальное имя ввести в явном виде, например DATA5, Тогда первая цепь получит имя DATA5, вторая - DATA6 и т. д.

Обратим внимание, что если к цепи подсоединить компонент заземления GND, то она автоматически получит имя GND. Это сделано специально - выводу компонента заземления присвоен тип Power, что обеспечивает автоматическую замену имени цепи, к которой он подключен, на имя этого компонента. Имя цепи перемещается отдельно от самой цепи, если в режиме выбора нажать клавишу Shift и затем щелкнуть

Имя цепи перемещается отдельно от самой цепи, если в режиме выбора нажать клавишу Shift и затем щелкнуть на имени цепи курсором.

Электрическое соединение пересекающихся цепей обозначается точкой (Junction), которая автоматически проставляется на Т-образных соединениях Чтобы проставить точку соединения пересекающихся цепей, нужно при вводе второй цепи щелкнуть курсором в точке пересечения и затем продолжить построение.



4. Размещение шин. Выбор команды Place/Bus, или щелчок по пиктограмме и, активизирует режим ввода шин. Щелчком курсора отмечают начало шины (при этом курсор принимает форму перекрестья) и точки излома шины. Построение которой завершается нажатием правой кнопки мыши или клавиши Esc.

После этого по команде Place/Wire размещают цепи. При рисовании цепи, входящей в состав шины, ее начало или конец должны располагаться в любой точке шины. При этом автоматически изображается излом цепи под углом 45° при подключении к шине (стиль этого изображения устанавливают в меню **Options/Display**, рис. 2.3). Замечание. Шина изображается на схеме линией шириной 30 мил=0,76 мм (ширина линии задается программой и изменить ее нельзя).

Имена цепей, образующих шину, задаются подключением к цепям по команде Place/Port специальных портов (командой Edit/Nets в этих целях пользоваться нельзя). После выбора этой команды (или пиктограммы *S*) щелчком мышью на любой точке схемы открывается изображенное на рис. 2.11 меню выбора порта. На расположенной вверху строке Net Name указывают имя первой цепи, например D1. Если включить переключатель Increment Port Name, при размещении портов они автоматически получат имена D1, D2, D3 и т. п. (рис. 2.12). Наиболее удобно включать порт в разрыв цепи, для этого он должен иметь два вывода (Two Pin) и располагаться горизонтально (Horizontal, как на рис. 2.12). Если изображение порта в виде прямоугольника не уст-



раивает, то выбирают порт с одним выводом (One Pin), расположенный вертикально (Vertical) и не имеющий рамки (None), в результате имя цепи (порта) будет расположено над ней. После закрытия меню нажатием ОК порты подключаются к именуемым цепям щелчком мыши (текущее имя цепи отображается в строке информации). Именованные таким образом цепи являются *глобальными* (Global) и их можно переименовывать по команде Edit/Nets.



5. Создание и заполнение форматок. Файлы форматок создают как файлы схем, но им присваивают расширения имени .TTL. На рис. 2.13, *а* приведен пример углового штампа форматки A4/TTL, поставляемой вместе с ACCEL EDA. Надписи, внесенные в процессе создания форматки, после подключения ее к схеме становятся недоступными для редактирования. Пользователь может только заполнить строки данных, заключенных в фигурные скобки, например (Author} - автор. Строки данных наносят при создании форматки по команде Place/Field, или выбором пиктограммы F. После выбора этой команды щелчком мыши разворачивается ее меню, в котором вводятся данные двух типов.

1. Информация о текущих данных, которые автоматически обновляются:

Current Date - текущая дата;

Current Time - текущее время;

Filename - имя файла;

Number of Sheets - число листов;

Sheet Number - номер текущего листа.

2. Данные, заполняемые при редактировании схемы:

{Author} - фамилия автора;

{Date} - дата создания;

{Revision} - дата изменения;

{Time} - время создания; {Title} - название проекта.

> IRANI ACCE

Для заполнения этих данных открывают меню команды File/Design Info (рис. 2.14). Предварительно по команде Options/Text Style определяют стиль текста на основе одного из кириллических шрифтов и делают его текущим

ſ	пŧ	8	(Title)			-					
	Siz	Â	Num	DBF					Rev Revision		
ľ	Dol	te.	(Date)				Drawn	by į	Author}	-	
F	File	ndr	ne PRO	JECT1.S	сн		Sheet	1	of 2	1	
F	1			_	1					1 1 -	L
~		3457	N « донум.	neun.	Дата						Macca Macina
P	a spa	ю.	Merchanj		(Date)						
E	EQ.4	τρ.			1					Пист	1 THCTOS 1
H	нан	mp.			1-						
Į۳	TR.										

(Current Text Style). Результаты заполнения учетных данных переносят на схему после регенерации экрана по команде View/Redraw.



По такому же принципу может быть создана основная надпись согласно ЕСКД (рис. 2.13, б). Однако в связи с тем что в ней гораздо больше граф, *чем* предусмотрено в меню команды File/Design **Info**, для заполнения остальных граф используют команду ввода текста Place/Text (пиктограмма A).

6. Размещение проекта на нескольких листах. Для создания дополнительных листов схемы по команде Options/Sheets/Add определяют имена второго и последующих листов схемы. Наиболее естественно именовать листы схемы Sheet1, Sheet2 и т. д. (при этом *все листы схемы* находятся *в одном файле*). В дальнейшем листы схемы переключаются в строке состояний. Перед переносом части схемы на другой лист необходимо к выводу компонента, связь от которого должна быть проложена на другой лист, подключить порт, ииеющий один вывод, и присвоить ему имя цепи. Заметим, что если в дальнейшем переместить этот порт, то цепь будет продлена автоматически (рис. 2.15). На другой странице должен быть размещен порт с тем же именем для обеспечения электрического соединения.



7. Добавление атрибутов цепей и компонентов. Для добавления атрибута цепи (или компонента) выбирается цепь (или компонент) и после открытия щелчком правой кнопки мыши меню редактирования (см. рис. 1.7) указывают в нем пункт Properties. Затем по команде Add добавляют атрибуты, как показано на рис. 2.16, где введен атрибут ширины проводника Width, который будет принят во внимание автотрассировщиком, С помощью выключателя Visible каждый атрибут может быть сделан видимым или невидимым на схеме. Для управления видимостью всех однотипных атрибутов по команде Options/Display атрибуту можно назначить индивидуальный цвет или цвет фона, чтобы он был не виден. Аналогично при выводе схемы на печать по команде File/Print/Print Options указывают цвет атрибута (черный или белый).

Таким образом назначают индивидуальные атрибуты цепей или компонентов. Атрибуты общего характера вводят по команде Place/Attribute. Полный список атрибутов приведен в Приложении 2.

Обратим внимание, что с помощью атрибутов, задаваемых пользователем (user defined), при создании библиотеки компонентов указывают атрибуты технических условий, содержания драгоценных металлов и других данных, которые будут занесены в файлы отчета по дополнительным указаниям.

8. Поиск объектов. Выберем компонент и щелчком правой кнопки мыши развернем всплывающее меню, в котором укажем команду Highlight Attached Nets — в результате высвечиваются все цепи, подключенные к этому компоненту. Для поиска на схеме компонента выполняют команду Edit/Parts и в открывшемся меню со списком всех компонентов курсором указывают имя конкретного компонента. После нажатия на кнопку Jump этот компонент ярко высвечивается, даже если он находится на другом листе схемы (листы схемы переключаются автоматически). Аналогичную процедуру выполняют при вы-



боре цепи в меню команды Edit/Nets (рис. 2.17). В списке цепей на рис. 2.17 можно вывести имена всех цепей (All Nets) или только глобальных цепей (Global Nets Only), а также имена шин (Bus). По команде Jump to Node курсор указывает на схеме узел данной цепи, предварительно выбранный Б списке Nodes, в котором приняты следующие обозначения: U6-9 - это вывод 9 компонента U6.



9. Редактирование схемы. Для перемещения компонента или цепи нужно выбрать их щелчком курсора и затем перемещать движением мыши. Если одновременно нужно переместить несколько объектов, например компонент и связанные с ним сегменты цепей, то дополнительные объекты выбирают щелчком курсора с одновременным нажатием и удерживанием клавиши Ctrl. Выделенная группа объектов перемещается как единое целое. Если после перемещения сегментов цепей часть из них будет расположена неаккуратно, щелчком курсора выбирают отдельный сегмент и перемещают его вершину.

Перед перемещением группы объектов полезно щелчком правой кнопки мыши выбрать команду Select Point для нанесения точки привязки (имеет форму перекрестья, заключенного в квадрат). При перемещении объектов в строке информации выводятся значения смещения точки привязки dX, dY относительно ее первоначального расположения.

Скопировать выделенную группу объектов можно последовательным выполнением команд Edit/Copy, Edit/Past или, что более удобно, удерживанием клавиши Ctrl при перемещении мыши. При копировании группы объектов входящие в них глобальные цепи не изменяют своих имен (к глобальным относятся цепи, к которым подключены порты или выводы компонентов, имеющие тип Power), остальные цепи переименовываются. Компонентам присваиваются новые позиционные обозначения.

После размещения нескольких одинаковых объектов всем им сразу можно присвоить одинаковые атрибуты. Например, выбрав один или несколько резисторов, после щелчка правой кнопки мыши в открывшемся меню выбирают команду Properties и вводят значение атрибута {Value} - в результате обновляются значения этих атрибутов всех выбранных резисторов.

Все однотипные компоненты удаляют следующим образом. В меню команды Options/Block Select нажимают клавишу Clear All (Очистить все) и двойным щелчком по выключателю панели Part окрашивают его в серый цвет. Затем нажимают на панель Part и в открывшемся меню на строке Туре вводят имя удаляемого компонента, например C2-6, и нажимают **OK**. В заключение в графе Select Mode выбирают вариант Outside Block (вне блока). Возвратившись в рабочее окно, на любом свободном месте движением курсора создают прямоугольный блок, после чего все резисторы оказываются выбранными. Удаляют их нажатием клавиши Delete.

10. Изменение позиционных обозначений. Перед завершением создания схемы целесообразно переименовать позиционные обозначения компонентов по команде Utils/Renumber. В меню (рис. 2.18) выбирают объект перенумерации RefDes и порядок простановки позиционных обозначений Тор Со Bottom (сверху вниз) или Left Co Right (слева направо, что совпадает с требованиями отечественных ЕСКД). После нажатия на клавишу ОК позиционные обозначения перенумеровываются в заданном порядке.



11. Сохранение проекта. По команде File/Save отредактированный проект сохраняется в исходном файле, а по команде File/Save As—в другом файле, причем предварительно можно выбрать его формат:

Binary Files - бинарный формат (расширение имени .SCH);

ASCII Files - текстовый формат (расширение имени .SCH); Файлы обоих форматов имеют одно и то же расширение имени .SCH. Бинарный формат более компактен и является основным, текстовый — используют для обмена данными с другими программами.

Замечание. Некоторые параметры конфигурации схемного редактора заносятся в файл SCH.INI, к ним, в частности, относятся:

* список значений ширины линии;

- * имена загружаемых библиотек;
- * размер листа схемы.

Другие параметры хранятся в файле схемы:

- система единиц;
- набор шагов сетки;
- стили текста.

Чтобы не вводить эти данные всякий раз для каждой новой схемы, рекомендуется завести отдельный файл, не имеющий графической информации, ввести в него типичные параметры один раз и сохранить этот файл под уникальным именем, например STANDARD.SCH. Тогда создание новой схемы будет начинаться с загрузки одного из таких файлов, устанавливающих необходимые параметры конфигурации.

2.4. Редактирование символов компонентов

Интегрированные библиотеки ACCEL EDA содержат компоненты (components), корпуса (patterns) и символы (symbols). Каждый компонент состоит из одной или нескольких секций (Part). Символ секции создается в ACCEL Schematic, корпус компонента - в ACCEL PCB, он содержит всю графическую информацию для изображения компонента на печатной плате. Компонент в целом создается в Library Manager, содержит всю текстовую информацию о его логических и электрических данных и ссылки на имена корпусов и символов. Однако атрибуты символов и корпусов в Library Manager недоступны - они редактируются только в ACCEL Schematic и ACCEL PCB.

Процедура последовательного создания нового символа с самого начала изложена в Главе 4, здесь же рассказано, как создать символ путем редактирования существующего. Для этого в рабочее окно переносят изображение символа, хранящееся в библиотеке как единый объект. Затем его преобразуют в набор графических объектов, что дает возможность внесения измене-ний и дополнений. После модификации символ заносят а библиотеку под новым именем и сохраняют как единое целое. Последовательность действий такова.

1. По команде Options/Grids устанавливают шаг сетки, необходимый для размещения выводов компонентов и нанесения графической информации, например 2,5 мм.

2. По команде Place/Part на свободном месте рабочего окна размещают символ компонента, например 564ЛЕ5, как показано на рис. 219, а.

3. Нажатием пиктограммы • включают режим выбора объектов и выбирают данный символ щелчком левой кнопки мыши.

4. По команде Edit/Explode **Part** выбранный символ преобразуют в набор графических объектов. Если до выполнения этой команды символ представлял собой единое целое, то теперь доступны для редактирования все его составные части (выводы, линии, надписи и т. п.). После преобразования графика символа не изменяется, только вместо позиционного обозначения символа и его типа появляются названия атрибутов в фигурных скобках (рис. 2.19, *б*).

5. Теперь, если внести какие-нибудь изменения, например, по команде Place/Pin добавить еще один вывод между выводами 1 и 2, то он автоматически получит номер 0 (рис. 2.19, *в*).

6. По команде Utils/Renumber изменяегся нумерация выводов. Для этого перед выполнением команды включается режим выбора объектов, а в меню команды - режим перенумерации выводов Pin Num. После закрытия меню команды все выводы, подлежащие перенумерации, по очереди помечают щелчком мыши в порядке возрастания их номеров начиная с первого (рис. 2.19, г).



7. После внесения всех изменений символ заносят в библиотеку. Сначала выполняют операцию блочного выбора всех принадлежащих символу графических объектов, заключая их в прямоугольную рамку. Далее заносят символ в библиотеку по команде Library/Symbol **Save** As (рис. 2.20). В списке Library указывают имя одной из открытых библиотек и в графе Symbol вводят имя нового символа (обратим внимание, что допускается использовать символы кириллицы). Причем, если компонент в целом будет создаваться в дальнейшем с помощью Library Manager, не нужно включать опцию Create Component (при включении этой опции в библиотеку будет занесен компонент, не имеющий информации о его корпусе). На панели Display выбирают атрибуты, значения которых нужно отображать на схеме: Ref/Des - позиционное обозначение. Туре - тип (совпадает с именем символа), Value - значение номинала (например, сопротивление резистора).





Список соединений включает в себя список компонентов и цепей с указанием номеров выводов компонентов, к которым они подключены. Он используется для так называемой процедуры "упаковки схемы на печатную плату" - размещения на поле ПП корпусов компонентов с указанием их электрических связей согласно принципиальной схеме [5]. По команде Utils/Generate Netlist открывают меню настройки параметров (рис. 2.35). В пункте меню Netlist



Format выбирают формат списка соединений: ACCEL ASCII, Tango, FutureNet Netlist, FutureNet Pinlist, P-CAD, EDIF 2.0.0, PSpice. Для разработки ПП с помощью графического редактора ACCEL PCB указывают формат ACCEL ASCII, с помощью системы P-CAD - формат P-CAD (создается текстовый файл списка соединений, который в системе P-CAD по умолчанию имеет расширение имени .ALT [5]). Для моделирования схемы с помощью программы PSpice выбирают одноименный формат (в системе PSpice этот файл имеет по умолчанию расширение имени .CIR [4]). Имя файла списка соединений задают после нажатия клавиши Netlist Filename,

Нажатием кнопки **Include** Library Information включают в файл список соединений (только для формата ACCEL ASCII) информацию, необходимую для составления с помощью Library Manager библиотеки символов компонентов, находящихся в данном проекте (по команде Library/Translate). Для разработки печатной платы эта информация не используется.