

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

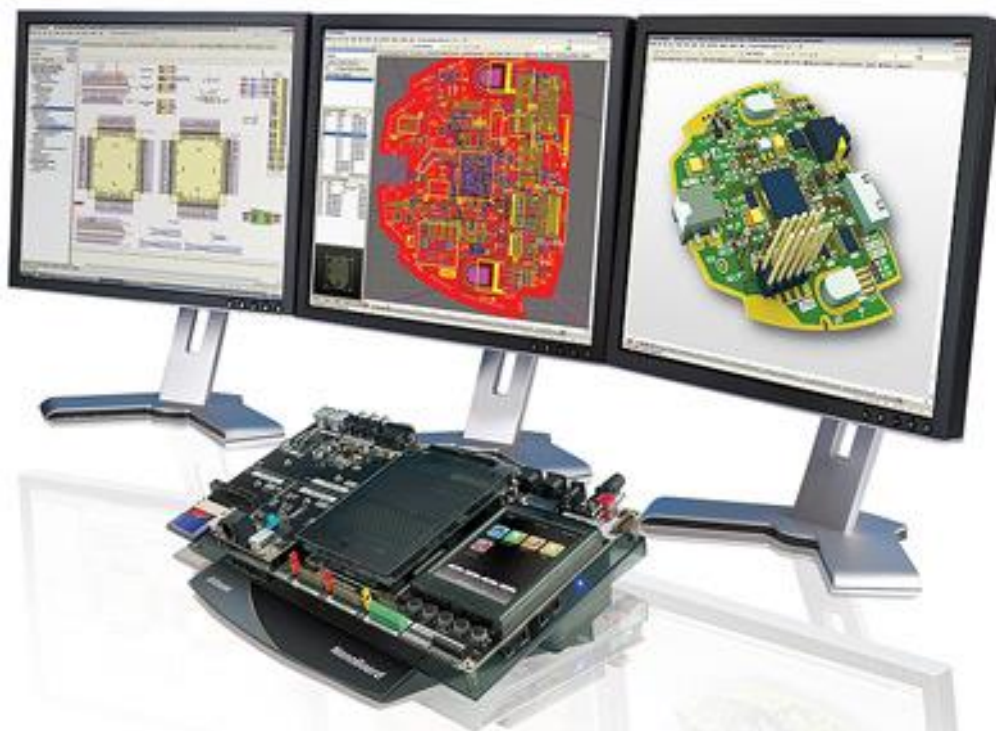
Кафедра радіотехнічних систем

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
для виконання лабораторних робіт**

з дисципліни

**СИСТЕМИ
АВТОМАТИЗОВАНОГО
ПРОЕКТУВАННЯ
РАДІОЕЛЕКТРОНИХ ЗАСОБІВ**

для студентів спеціальності
172 Телекомунікації та радіотехніка



Хвостівська Л.В., Дунець В.Л. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни “Системи автоматизованого проектування радіоелектронних засобів” для студентів спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ТНТУ, 2020. 109 с.

Укладачі: Хвостівська Л.В., к.т.н., Дунець В.Л.

Відповідальний за випуск: завідувач кафедри радіотехнічних систем Дунець В.Л.

Методичні вказівки розглянуто та затверджено на засіданні кафедри радіотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, протокол № 2 від 28 жовтня 2020 р.

Схвалено та рекомендовано до друку науково-методичною комісією факультету прикладних інформаційних технологій та електроінженерії ТНТУ, протокол № 3 від 3 листопада 2020 р.

Методичні вказівки призначені для полегшення засвоєння дисципліни “Системи автоматизованого проектування радіоелектронних засобів” і контролю знань студентів. Складається з урахуванням модульної системи навчання, рекомендацій до самостійної роботи і індивідуальних завдань, тестів, екзаменаційних питань, типової форми та вимог для комплексної перевірки знань з дисципліни.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Правила техніки безпеки при виконанні лабораторних робіт.....	5
Лабораторна робота №1. Загальні відомості про САПР Altium Designer.....	6
Лабораторна робота № 2. Створення умовних графічних позначень елементів в САПР <i>Altium Designer 13</i>	15
Лабораторна робота №3. Розробка в САПР Altium Designer посадочних місць на друкованій платі.....	31
Лабораторна робота № 4. Упаковка виводів конструктивних елементів в САПР Altium Designer.....	45
Лабораторна робота №5. Створення схем електричних принципових редактором Schematic САПР Altium Designer	54
Лабораторна робота №6. Розміщення конструктивних елементів на друкованої плати редактором РСВ.....	68
Лабораторна робота № 7 Трасування друкованих плат в САПР Altium Designer в автоматичному режимі.....	83
Список літератури.....	109

ВСТУП

Лабораторні роботи виконуються для закріплення теоретичних знань, отриманих студентами під час лекційних, практичних занять та самопідготовки. Метою виконання лабораторних робіт є вироблення у студентів навичок та вмінь застосовувати комп'ютерні методи та пакети прикладних програм для проектування та дослідження аналогових електронних пристроїв.

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка всіх форм навчання.

Метою вказівок є допомога студентам при підготовці та виконанні лабораторних робіт за 7 темами, які ввійшли до цього видання. На початку методичних вказівок подані основні вимоги техніки безпеки при виконанні лабораторних робіт. Ознайомлення з ними студентів проводиться на вступному лабораторному занятті з обов'язковим підписом кожного студента у відповідному журналі. Далі наведено опис кожної лабораторної роботи.

Вказівки забезпечують можливість студентам самостійно підготуватись до виконання лабораторної роботи.

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Лабораторні роботи з курсу “Системи автоматизованого проектування радіоелектронних засобів” проводяться в лабораторії кафедри радіотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Дотримання правил техніки безпеки є обов’язковою умовою виконання лабораторних робіт. Для забезпечення цієї вимоги кожен студент на вступному занятті повинен ознайомитися з вимогами правил техніки безпеки, про що вказує відмітка у відповідному журналі та отримати допуск до виконання лабораторних робіт у викладача.

Забороняється заходити в лабораторію без дозволу викладача або когось із допоміжного персоналу кафедри. Не дозволяється знаходитись в лабораторії у верхньому одязі. Студенти, які тимчасово не задіяні на роботі за комп’ютером чи макетами, повинні знаходитися в місці, вказаному викладачем. Всі зайві предмети, які не стосуються до виконання даної лабораторної роботи необхідно прибрати з робочого місця.

Забороняється без дозволу викладача вмикати лабораторну установки, користуватись приладами, які не використовуються для виконання даної лабораторної роботи, а також переносити прилади з місця на місце. При виявленні несправності негайно повідомити про це викладача, або когось із допоміжного персоналу кафедри, хто знаходиться в лабораторії.

Загалом необхідним є обов’язкове виконання всіх правил техніки безпеки та пожежної безпеки, які передбачені державними стандартами та інструкцією по університету.

Порушення правил техніки безпеки може призвести до нещасних випадків і веде за собою адміністративну та кримінальну відповідальність. Студент, який порушив правила техніки безпеки в лабораторії не допускається до занять. Допуском до подальшого виконання лабораторних робіт є відповідальність за причинену шкоду та повторне проходження інструктажу по техніці безпеки у зав. лабораторіями кафедри радіотехнічних систем з відповідною відміткою про це в журналі.

Строго дотримуйтесь цих правил – це запорука вашої безпеки та безпеки ваших товаришів.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО САПР ALTIUM DESIGNER

Мета роботи - вивчення структури САПР Altium Designer, її можливостей, складу і призначення основних програмних модулів.

Загальні відомості

Прийняті скорочення:

ЛК - ліва клавіша маніпулятора миша;

ПК - права клавіша маніпулятора миша;

УГП - умовне графічне позначення радіоелементу;

ПМ - посадочне місце радіоелементу.

Основні гарячі клавіші

Space (пропуск) - поворот (обертання) компонента або кута;

Крок повороту задається в настройках **DXP / Preferences / PCB Editor**, клацнути двічі ЛК і вибрати **General / Крок повороту-45 градусів** (рис. 6.15,б).

Shift + Space - зміна кута прокладки траси або кола;

X - дзеркальне відображення компонента;

G - перемикання кроку сітки;

F11 - виклик інспектора;

Ctrl + Mouse Wheel - масштабування зображення;

Натиснута клавіша **Shift** дозволяє виділити кілька компонентів;
Включення - відключення видимої сітки виконується натисканням клавіш **Shift + G**;

Натиснута клавіша **Ctrl** дозволяє перемістити компонент без відриву від кола або траси;

Клавіша **Tab** при установці компонента або прокладанні провідника викликає вікно властивостей.

Відключення автоскролінга виконується послідовністю команд:

DXP / Preferences / ЛК / Schematic Graphical Editing / Auto Pan Off галочка + **ОК**;

Включення російськомовної версії системи: **DXF / Preferences / System - General / Localized resources** - галочка + **ОК**.

Основні визначення:

Designator - номер виводу;

Layer - шар розташування (multilayer для всіх верств);

Net – електричне коло;

Plated - наявність металізації (параметр важливий, в AD, починаючи з шостого, можна створити два файли свердління, для отворів з металізацією і для кріпильних отворів, без металізації);

Locked - блокування майданчики (перед можливою зміною параметрів видається запит на підтвердження дії).

Призначення шарів:

Top layer - верхній шар фольги;

Bottom layer - нижній шар фольги;

Mechanical1 - габаритне зображення елемента (в цьому шарі потрібно рисувати контур елементів);

Top overlay - верхній шар маркування (шовкографії);

Bottom overlay - нижній шар маркування (шовкографії);

Keep-out layer - контур забороненої для трасування зони (в ньому малюється контур плати);

Для закриття проекту треба згорнути його складові - клацнувши ЛК по «-» перед назвою, перевіряючи всі складові в режим «+». Після цього натиснути ПК за назвою проекту і виконати команду **Close Project** (закрити проект) (рис. В.1).

Зміна масштабу (збільшення або зменшення) зображення виконують обертанням коліщатка маніпулятора миша, утримуючи клавішу Ctrl.

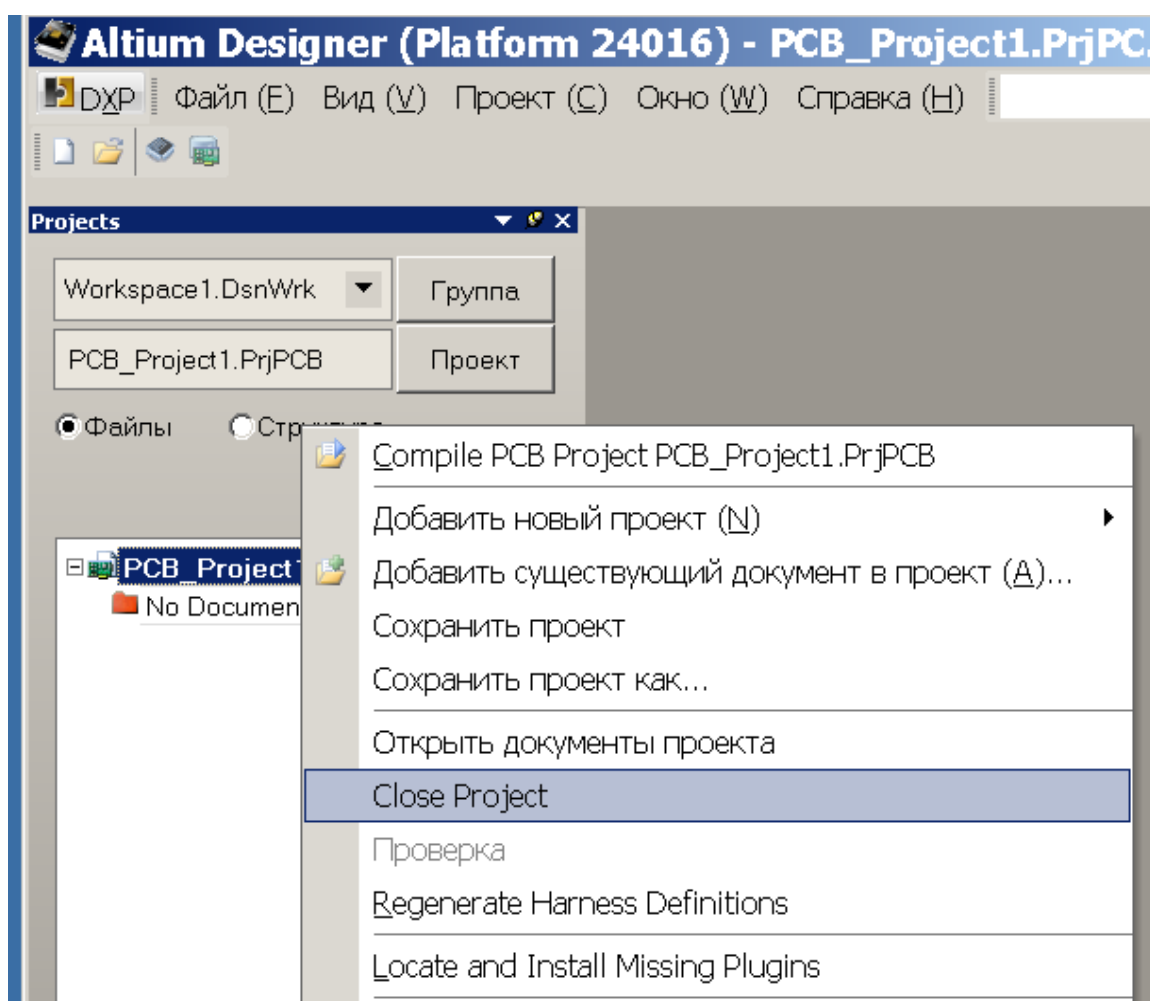


Рис. В.1

Робота з *Altium Designer*

Запустити *Altium Designer*. Для цього виконати команди **Файл / Новий / Проект / Проект плати** (Лк) рис. 1.1.

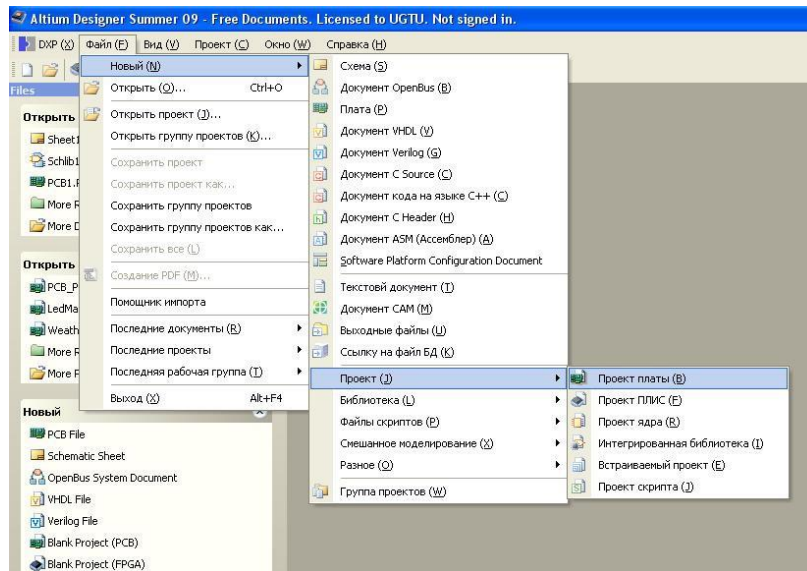


Рис. 1.1

Якщо в лівій частині екрана менеджер проекту не відкритий, то виконати команди: на панелі інструментів у нижній частині екрана **System / Projects**. Зліва на екрані має з'явитися вікно менеджера проектів **Projects**.

Далі необхідно зберегти новий проект. Для цього клацнути ПК за назвою створюваного проекту і, виконавши команду «**Зберегти проект як ...**», зберегти проект з назвою «**Друківана плата**», вказавши номер групи і прізвище (рис. 1.2).

Потім знову натиснути ПК і виконати команди «**Додати новий проект / Schematic**». На робочому полі відкривається формат для виконання креслення схеми (рис. 1.3).

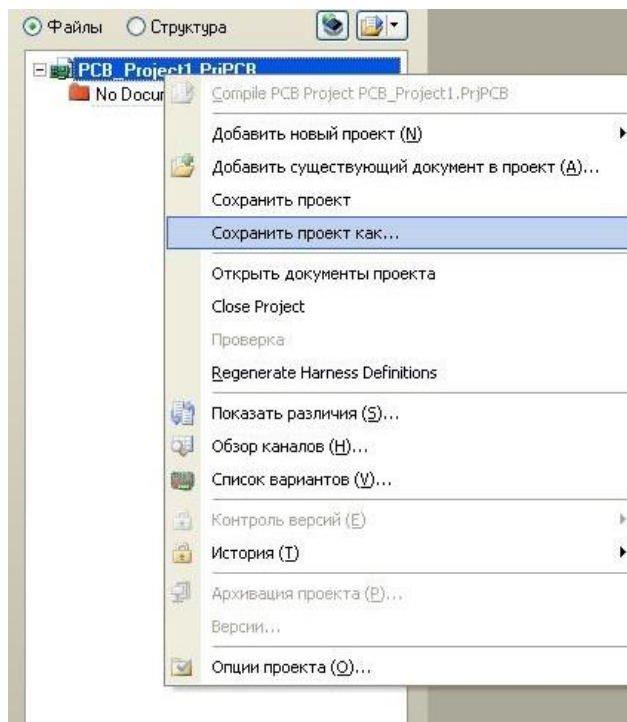


Рис. 1.2

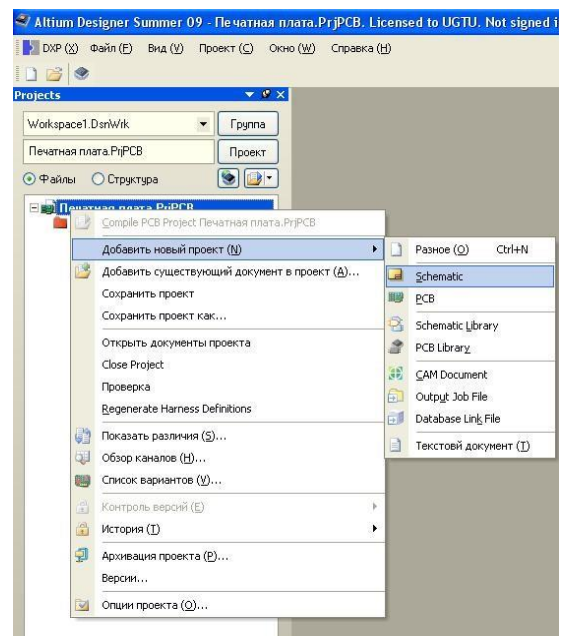
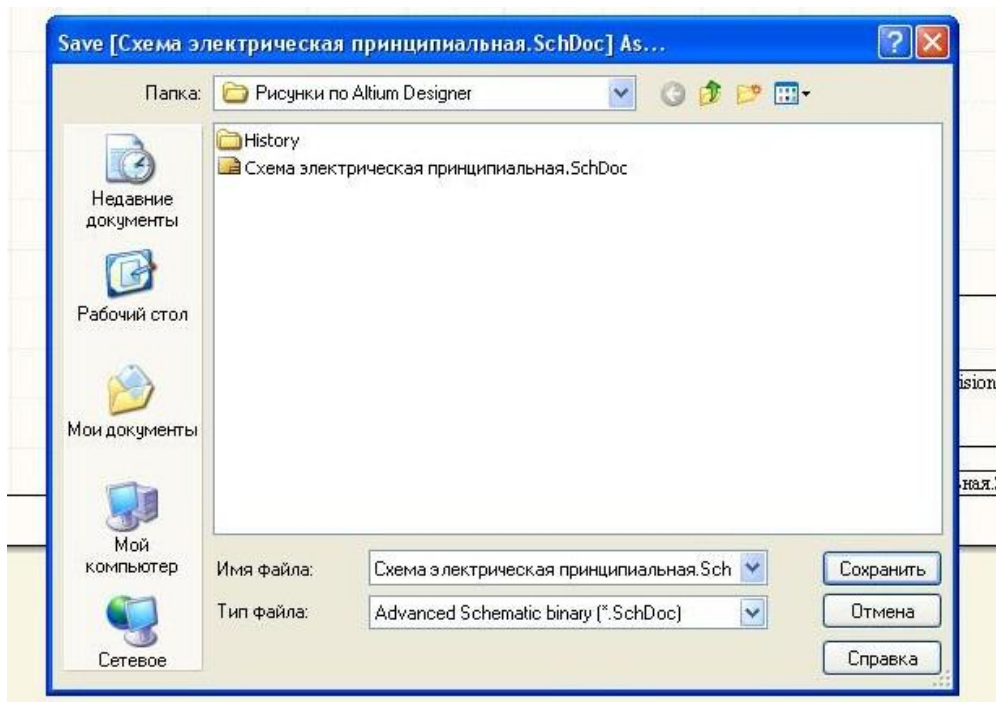


Рис. 1.3

Аналогічним чином зберегти схему. Клацнути ПК за назвою проекту «Sheet1 SchDoc». У меню вибрати «Зберегти як ...» і у вікні, набрати назву «Схема електрична принципова», вказавши в цьому ж вікні тип файлу **Advanced Schematic binary**, натиснувши ПК (рис. 1.4).



Тис.1.4

У верхньому або нижньому полі формату в поле «Файл» відображається місце розташування файлу на жорсткому диску ЕОМ (рис. 1.5).

Після цього необхідно додати файл конструктивного проекту плати. Для чого також, навівши курсор на назву проекту, клацнути ПК і в випадяючому меню вибрати «Додати новий проект / РСВ» (рис. 1.6).

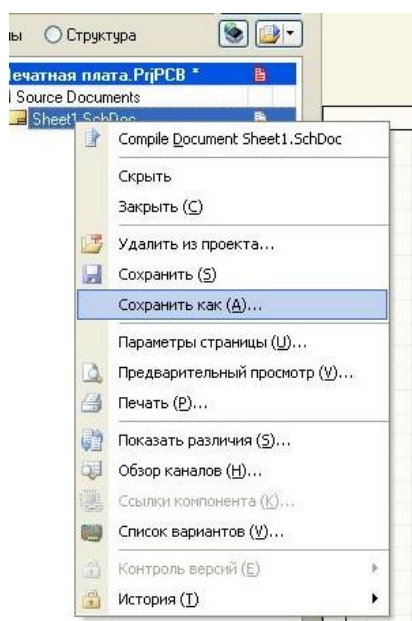


Рис. 1.5

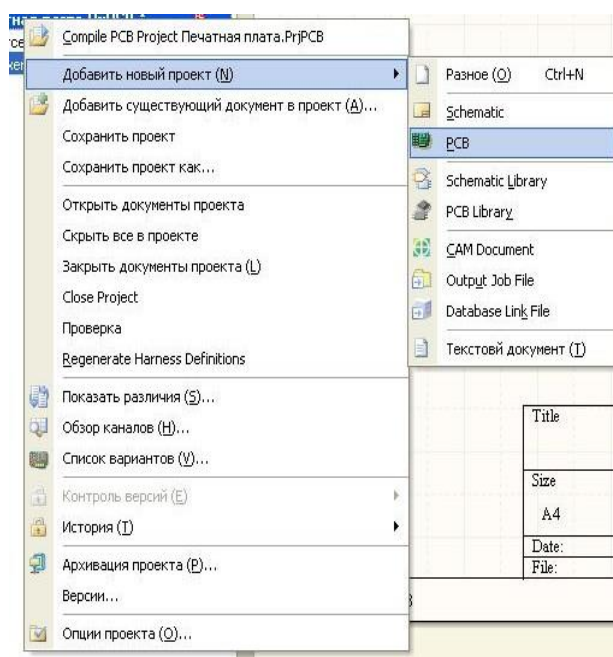


Рис. 1.6

На робочому полі з'явиться чорний прямокутник, що обмежує контури плати (рис. 1.7. а). Проект також треба зберегти. Для цього клацнути ПК по **PCB1. PcbDoc**, у випадаючому меню вибрати «Зберегти як ...», назвати його «Плата друкована», задавши розширення **PCB Binary Files** (рис. 1.7. б). Праворуч від назви проекту **Друкована плата.PrjPcb** червоний листок. Це означає, що проект треба зберегти.

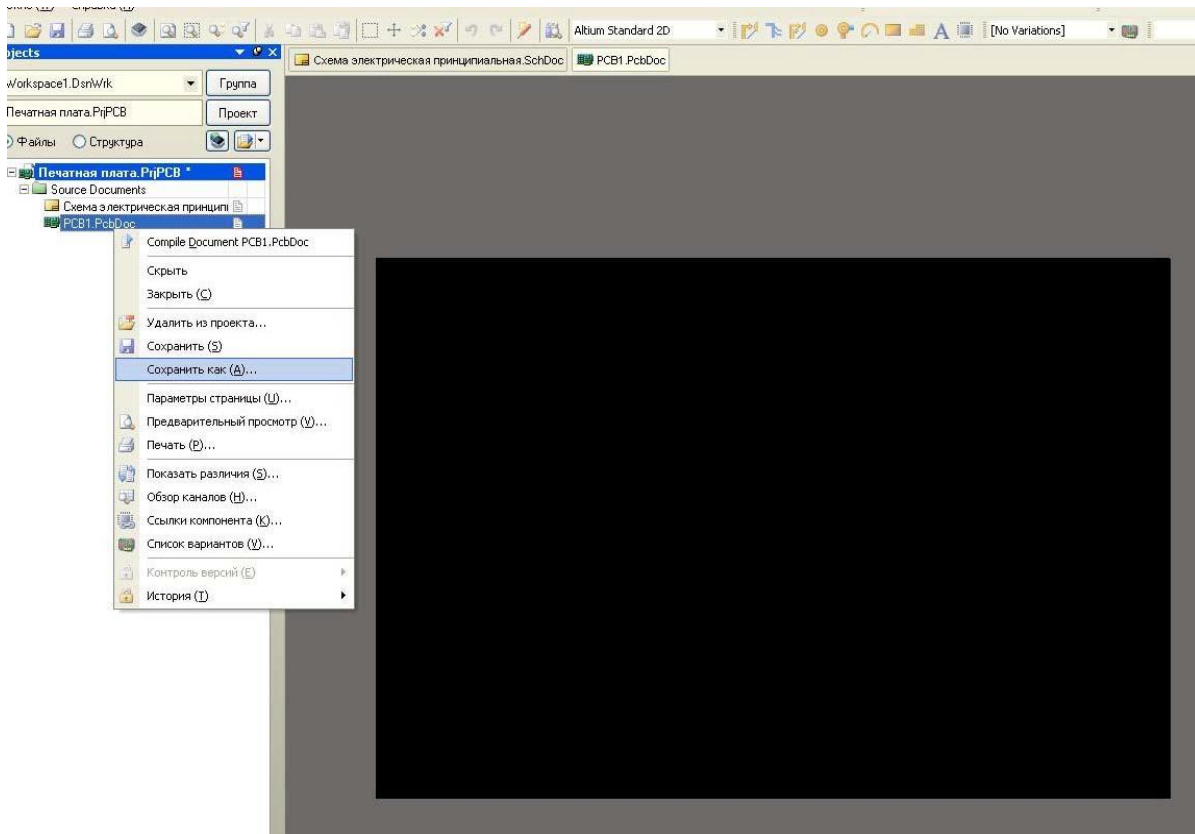


Рис.1.7, а

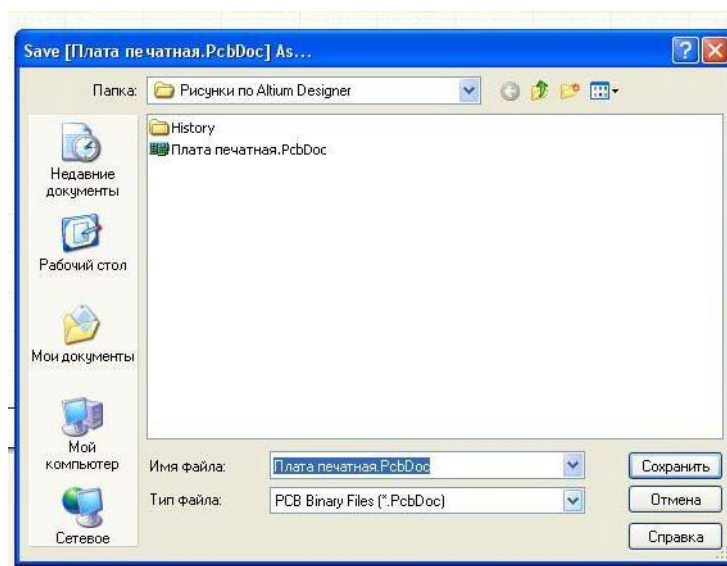


Рис.1.7, б

Тому виконати команди «Файл / Зберегти все ...». В результаті цього справа в менеджері проекту правіше від назв файлів все листки стануть сірого кольори (не збережені файли в *Altium Design* позначені червоними листками).

Примітка. Якщо в менеджері проектів навпроти назви проекту є «*», то ви хочете занести всього проекту.

Додамо нові бібліотеки в створений проект.

Для цього, клацнувши ПК за назвою проекту, в випадаючому меню виконати команди «Додати новий проект / Schematic Library» (рис. 1.8).

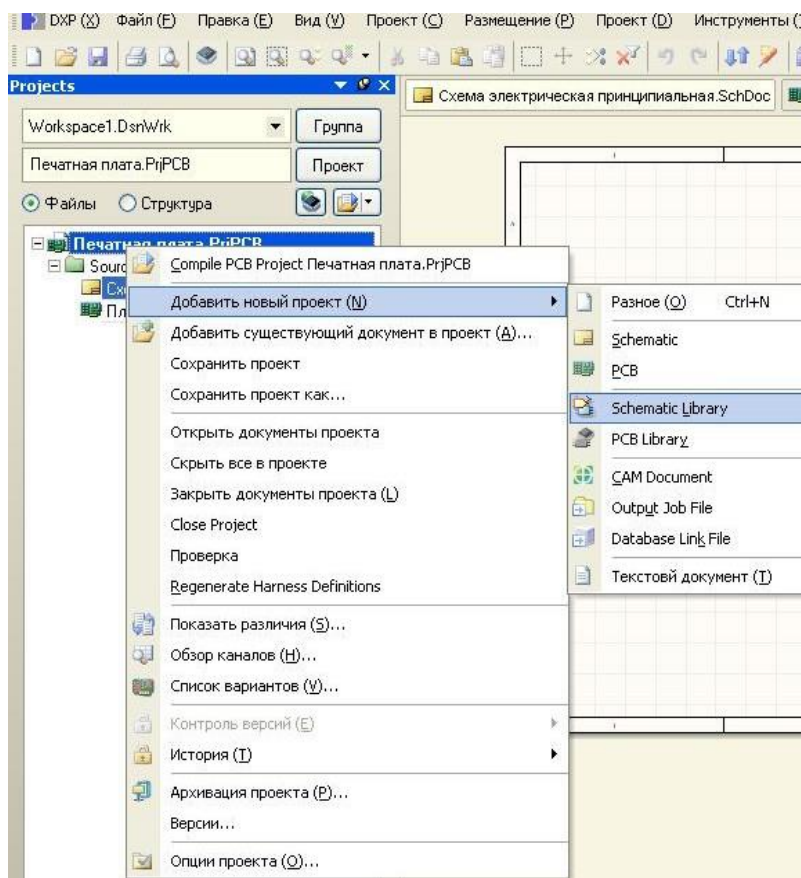


Рис.1.8

У лівій частині екрана в менеджері проект в меню бібліотек **Libraries** з'явиться підпапка з назвою **Schematic Library Documents**, а праворуч - робоче поле редактора умовних графічних зображень (УГП) електрорадіоелементів (ЕРЕ) (рис. 1.9).

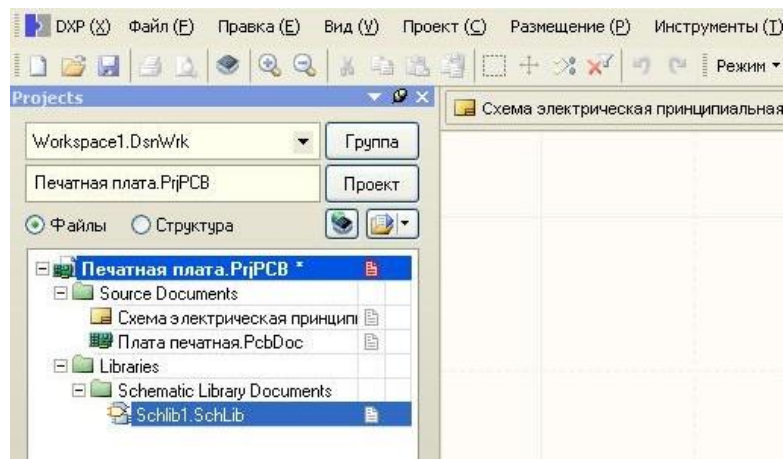


Рис.1.9

Після цього зберегти створювану бібліотеку. Для чого клацнути ПК за назвою останньої бібліотеки **Schlib1. Schlib** (рис. 1.10) і в меню вибрати «Зберегти як ...» з назвою «Бібліотека УГП». Тип файлів залишити за замовчуванням (рис. 1.11).

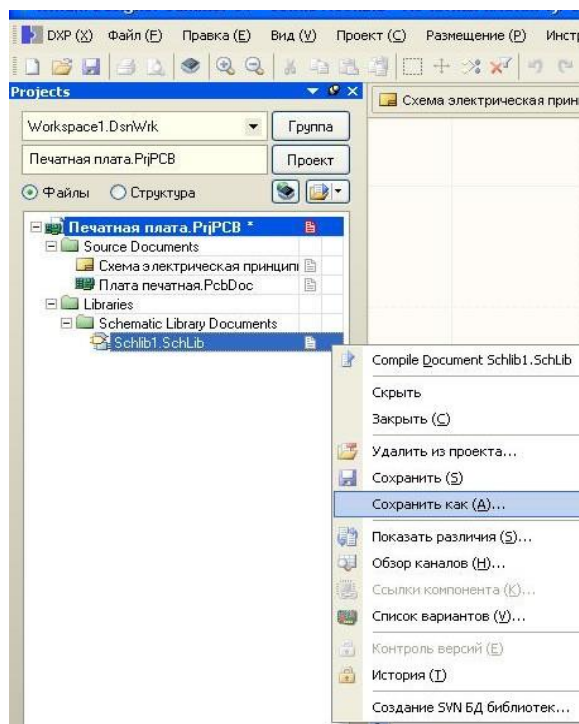


Рис.1.10

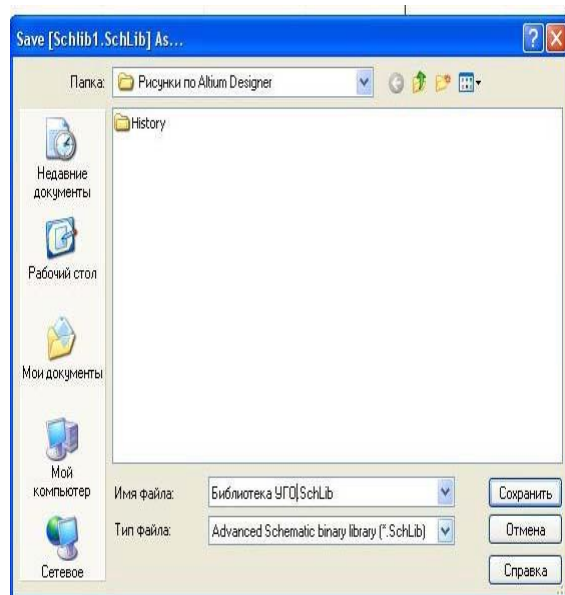


Рис.1.11

Потім треба додати в проект бібліотеку посадочних місць ЕРЕ. Для цього в менеджері проекту клацнути ПК за назвою **Друківана плата АД.PrjPCB**.

У меню виконати команди **Додати новий проект / PCB Library** (рис.1.12).

В результаті з'явилася нова папка **PCB Library Documents**, в якій є підпапка **PcbLib1.PcbLib1**. Саме її необхідно зберегти. Для чого, клацнувши ПК за назвою і вибравши в меню, що випадає «Зберегти як ...»(рис. 1.13), задати їй назву «Бібліотека посадочних місць» з типом файлу за замовчуванням (рис. 1.14).

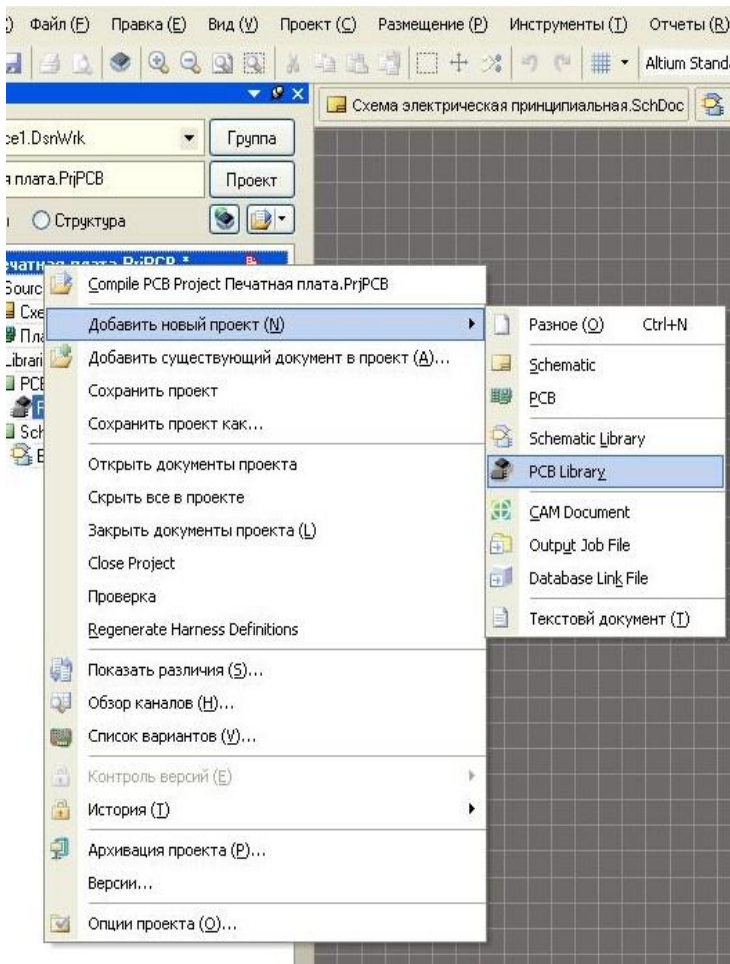


Рис.1.12

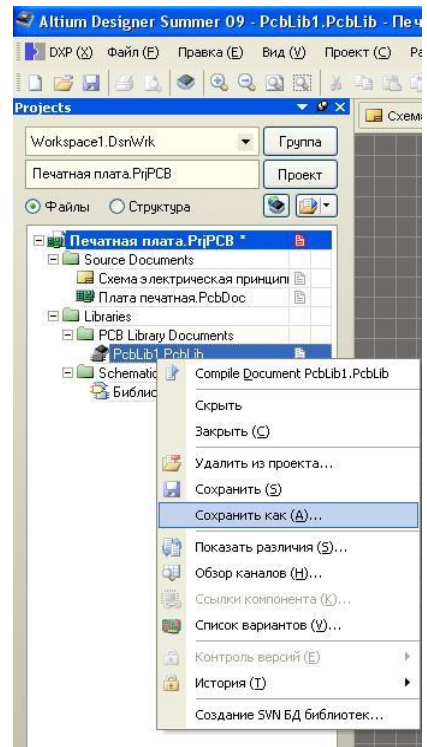


Рис.1.13

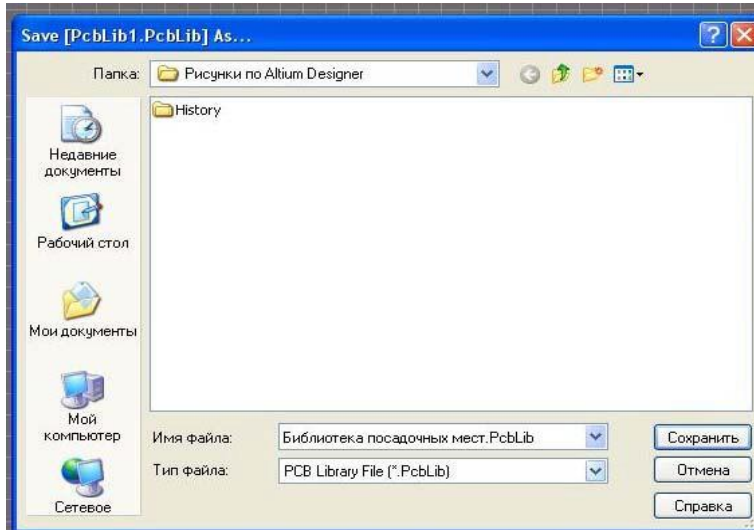


Рис.1.14

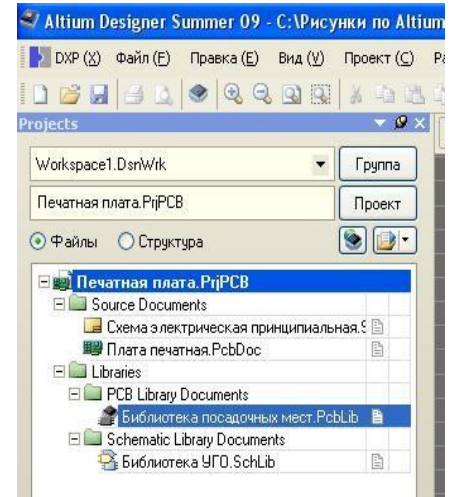


Рис.1.15

Після всіх зазначених дій необхідно зберегти весь проект. Для цього виконати команди «Файл / Зберегти все». В результаті всієї послідовності виконаних дій отримаємо в менеджері проекту дерево, яке включає в себе всі файли проекту (рис. 1.15).

Порядок виконання роботи

1. Через кнопку Пуск в меню Програми завантажити САПР Altium Designer.
2. Створити проект Друкована плата в САПР Altium Designer.
3. Виконати початкові установки.
4. Зберегти результат.

Зміст звіту

1. Мета роботи.
2. Відомості про порядок створення проекту плати в САПР Altium Designer.
3. Організація інтерфейсу САПР Altium Designer.
4. Висновки.

Контрольні питання

1. Яким чином запускається САПР Altium Designer?
2. Назвіть основні гарячі клавіші системи.
3. Як включається російськомовна версія системи?
4. Назвіть призначення шарів САПР.
5. Як створюється проект в САПР Altium Designer?
6. З яких файлів складається проект?
7. Як розміщені на екрані основні меню і панелі системи?
8. Поясніть призначення кнопок на панелях інструментів.
9. Поясніть, які верстви використовуються в САПР Altium Designer?
10. Як задається крок сітки?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2 СТВОРЕННЯ УМОВНИХ ГРАФІЧНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ЕЛЕМЕНТІВ В САПР ALTIUM DESIGNER

Мета роботи - вивчення порядку роботи з редактором умовних графічних позначень (УГП) елементів схем засобами САПР Altium Designer; набуття навичок створення УГП елементів на прикладі мікросхем.

Основні настройки редактора

Виконаємо основні настройки редактора УГО. Для цього необхідно в менеджері проекту відкрити подвійним клацанням ЛК бібліотеку **Libraries**, потім **PCB Library Documents**, далі **Schematic Library Documents**, щоб отримати доступ до бібліотеки УГП. **SchLib**.

Після цього в головному меню клацанням ЛК виконати команди «Інструменти / Опції документа ». Відкриється вікно «Робоча область редактора бібліотек» (рис. 2.1).

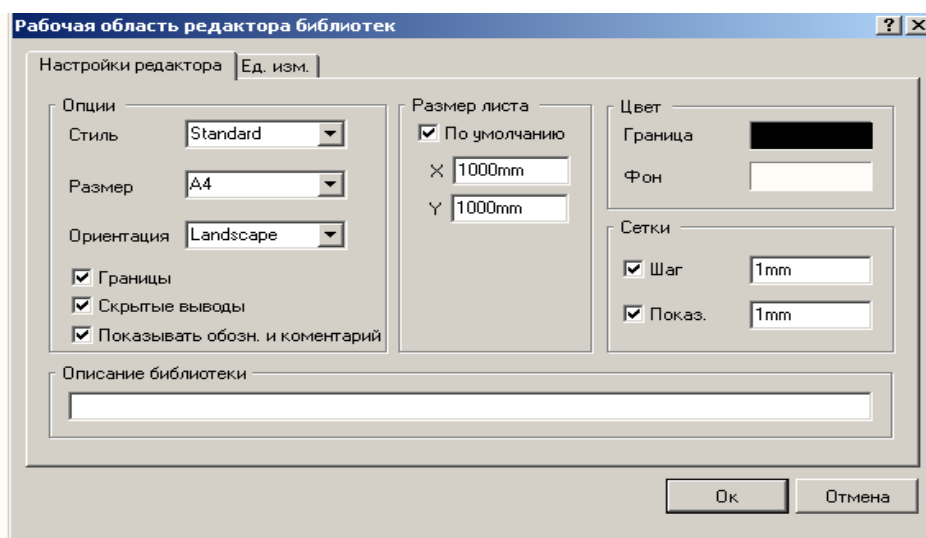


Рис. 2.1

На закладці «Налаштування редактора» вибрати: у вікні **Стиль** - **Standard**, розмір - **A4**, в вікні орієнтація - **Landscape**. Встановити галочки у віконцях **Межі**, **Приховані виводу**, **Показувати позначення і коментарі**, в поле **Розмір листа** поставити галочку і задати розміри **1500/1500**. В поле «Колір» вибрати

Границі чорним, а **Фон** білим. В поле «Сітки» встановити галочки у вікнах **Крок** і **Показувати**, потім встановити значення кроку рівним 1 мм. У цьому ж вікні на закладці «Од. вим. »в поле **Метрична система одиниць** поставити галочку у віконці **Використовувати метричну систему**, а у вікні« **Одиниці**» вибрати Міліметри, натиснути **Ок** (рис. 2.2).

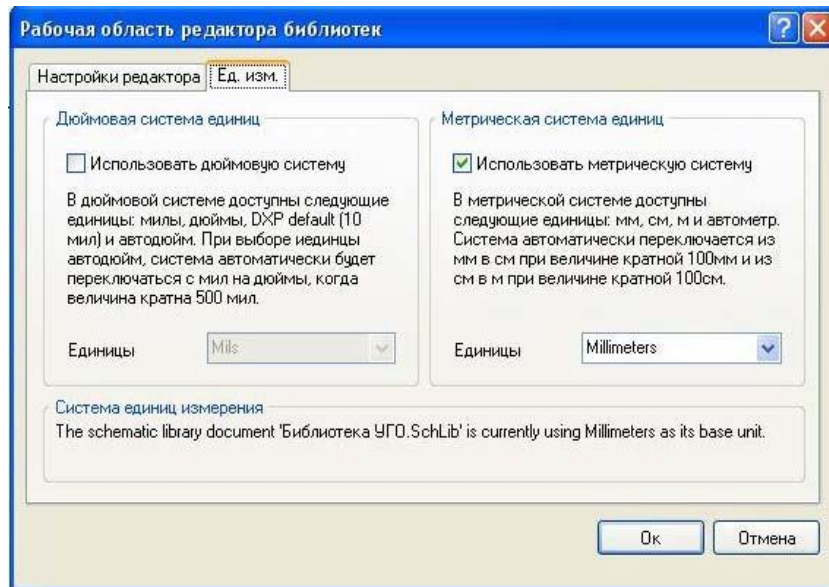


Рис. 2.2

Далі налаштувати крок сітки: для цього виконати команди «**Інструменти / Налаштування редактора схем**». У вікні **Налаштування** клацанням ЛК вибрати послідовно **Schematic / Grids**. Відкриється однойменне вікно, в якому в полі «Опції сітки» у вікні **Видима сітка** встановити **Dot Grid** або **Line Grid**, колір сітки задати чорним (колір №3). Для цього клацнути ЛК в поле «Сітка» і в випала палітрі кольорів вибрати чорний, в поле «**Попередньо встановлено метричної сітки**» в колонці **Крок сітки** задати додаткову сітку. Клацнути ПК в поле сіток. У меню виконати команду **Додати сітку** і в поле «**Попередньо встановлено метричної сітки**» вибрати всі кроки, представлені на рис. 2.3. Натиснути кнопки **Застосувати** і **Ок**.

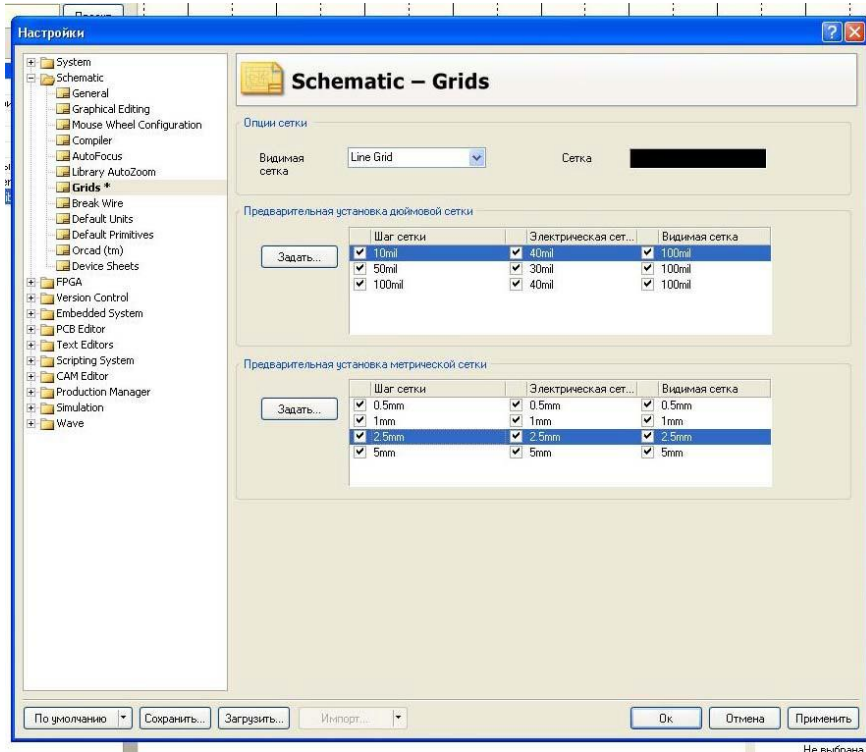


Рис. 2.3

Наступним кроком підготовки треба налаштувати необхідні шрифти. Для цього клацнути ПК в робочому полі редактора УГО, і в випадаючому меню виконати команди **Опції / Примітиви за замовчуванням** (рис. 2.4).

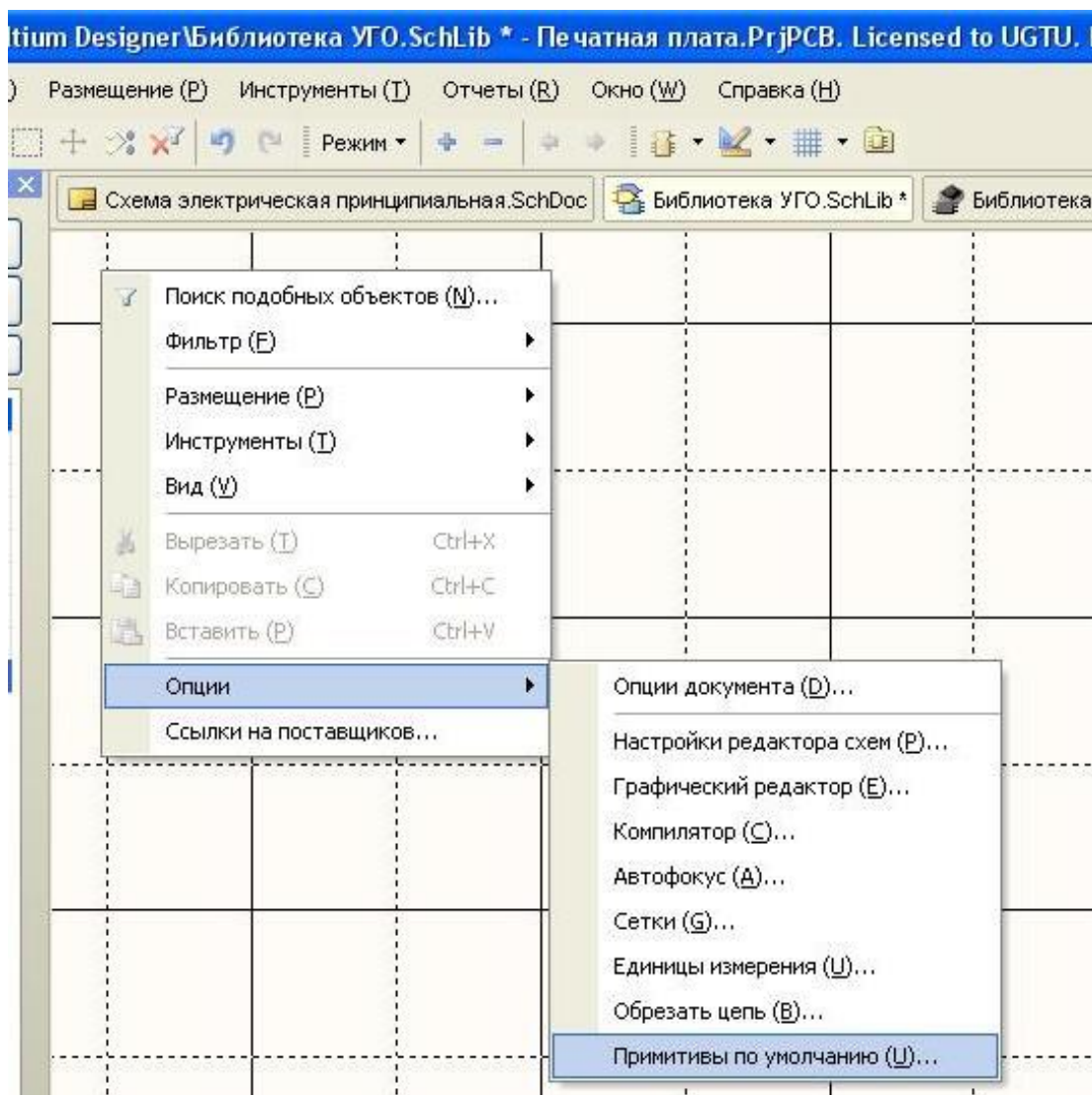


Рис. 2.4

Відкриється вікно «Schematic-Default primitives». У вікнах «Список примітивів» вибрати «Library objects», а в «Примітиви» вибрати «Comment». Під цим вікном встановити галочку у вікні «Overwrite library primitive», і в нижній частині екрана вибрати **Міліметри** і натиснути кнопку **Правка** (рис. 2.5, а). Відкриється вікно **Властивості параметра** (рис. 2.5, б).

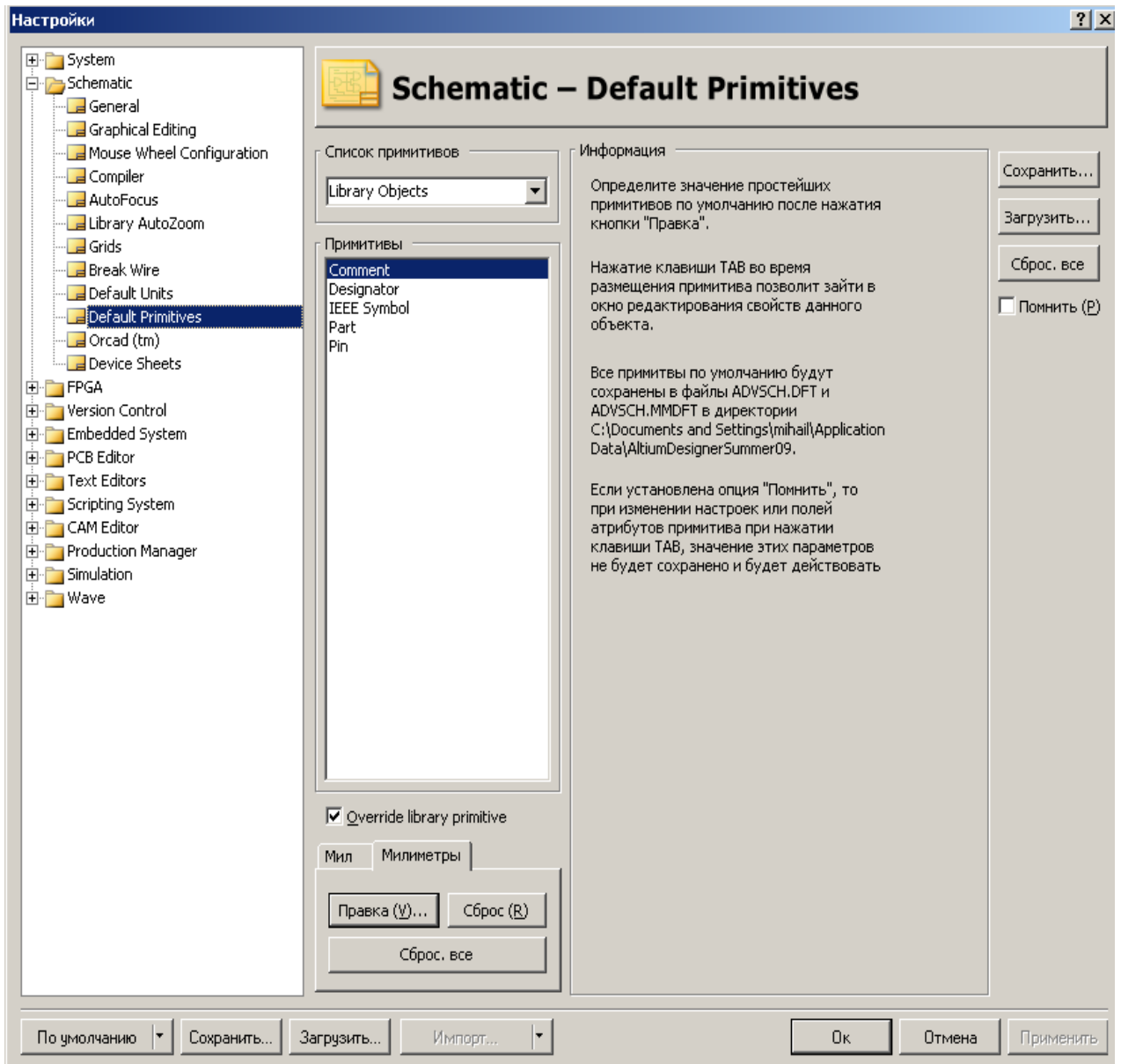


Рис. 2.5, а

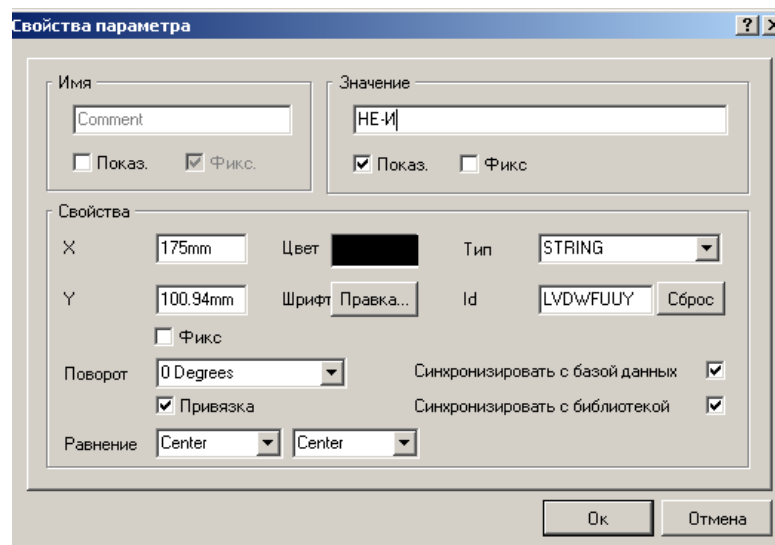


Рис. 2.5, б

У вікні «Властивості параметра» біля назви **Шрифт** клацнути по кнопці **Правка**. Відкриється вікно **Шрифт**. У ньому вибрати необхідний тип шрифту,

наприклад, **Gost Type A**, курсив, 16, західний, колір чорний. (16 відповідає приблизно розміром 3,5 мм) (рис. 2.6). Натиснути **Ок**.

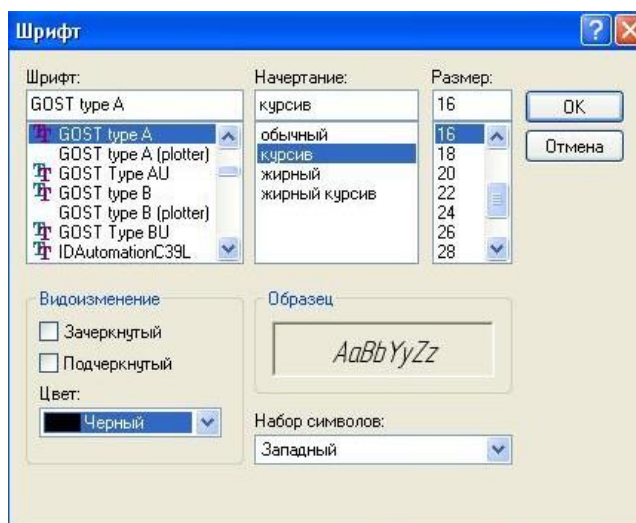


Рис. 2.6

У вікні «Властивості параметра» (рис. 2.5, б) поставити галочку у вікні **Прив'язка**, а у вікнах рівняння вибрати **Center** і поставити галочки в вікнах **синхронізації з Інформаційної базою даних і з бібліотекою**, натиснути **Ок**.

Знову в вікні **Schematic - Default Primitives** (рис.2.5, а) у вікні **Примітиви** вибрати тепер **Designator**. При необхідності повторити процедуру вибору іншого розміру шрифту аналогічним чином.

Потім у вікні **Schematic - Default Primitives** у вікні **Примітиви** вибрати **Part** і натиснути кнопку **Правка**. Відкриється вікно **Library component properties**. Виконати всі настройки відповідно до рисунку 2.7. Натиснути **Ок**.

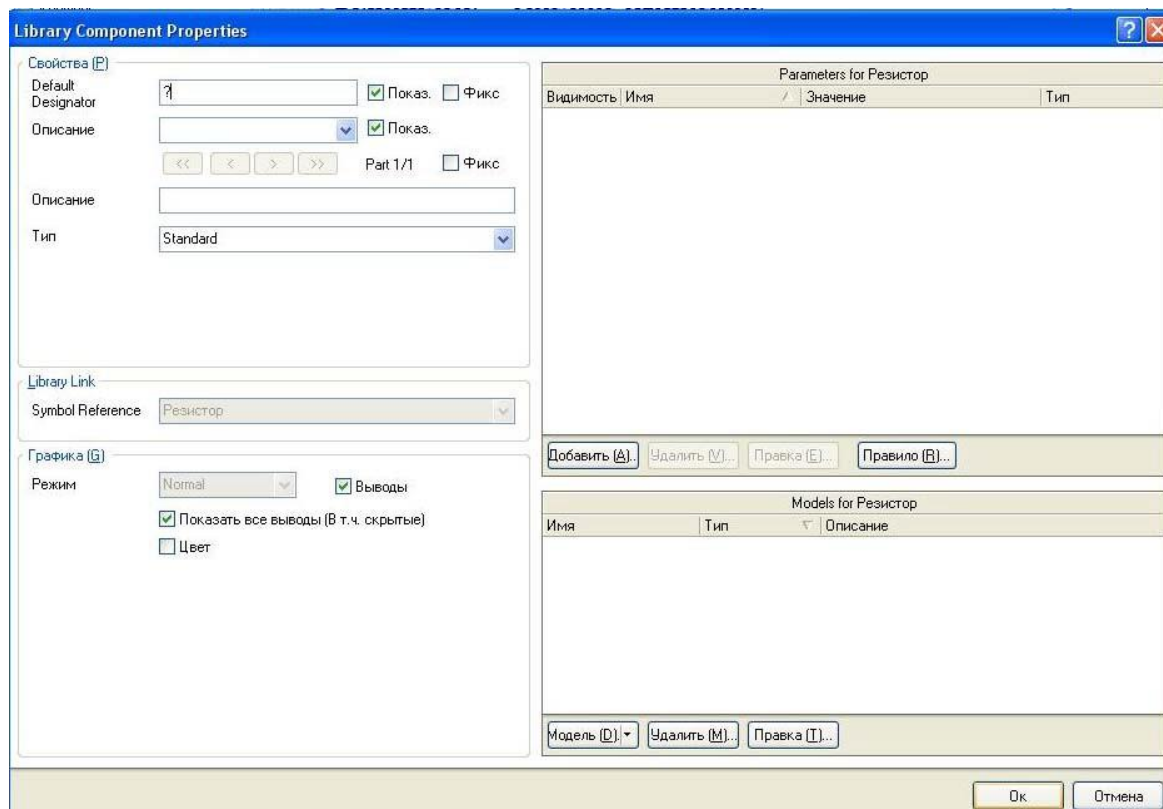


Рис. 2.7

Після цього у вікні **Schematic - Default primitives** (рис.2.5, а) у вікні **Примітиви** вибрати **Pin** і натиснути кнопку **Правка**. Відкриється вікно **Властивості виведення**. Справа внизу у віконці **Довжина** вказати 5 мм (рис. 2.8, а). Натиснути **Ок**. Всі інші настройки залишити без зміни. Натиснути послідовно **Ок** у вікнах **Властивості виведення** і **Schematic - Default primitives**.

Включити менеджер бібліотек. Для цього клацнути ЛК по вкладці **SCH** в нижній частині екрана праворуч і в меню вибрати **SCH Library** (рис. 2.8, б). Вище нього відкриється вертикальне вікно **SCH Library**, де перераховані бібліотеки проекту, з якими можна виконати різні дії. По стрілках можна вибрати потрібний об'єкт, або додати новий елемент.

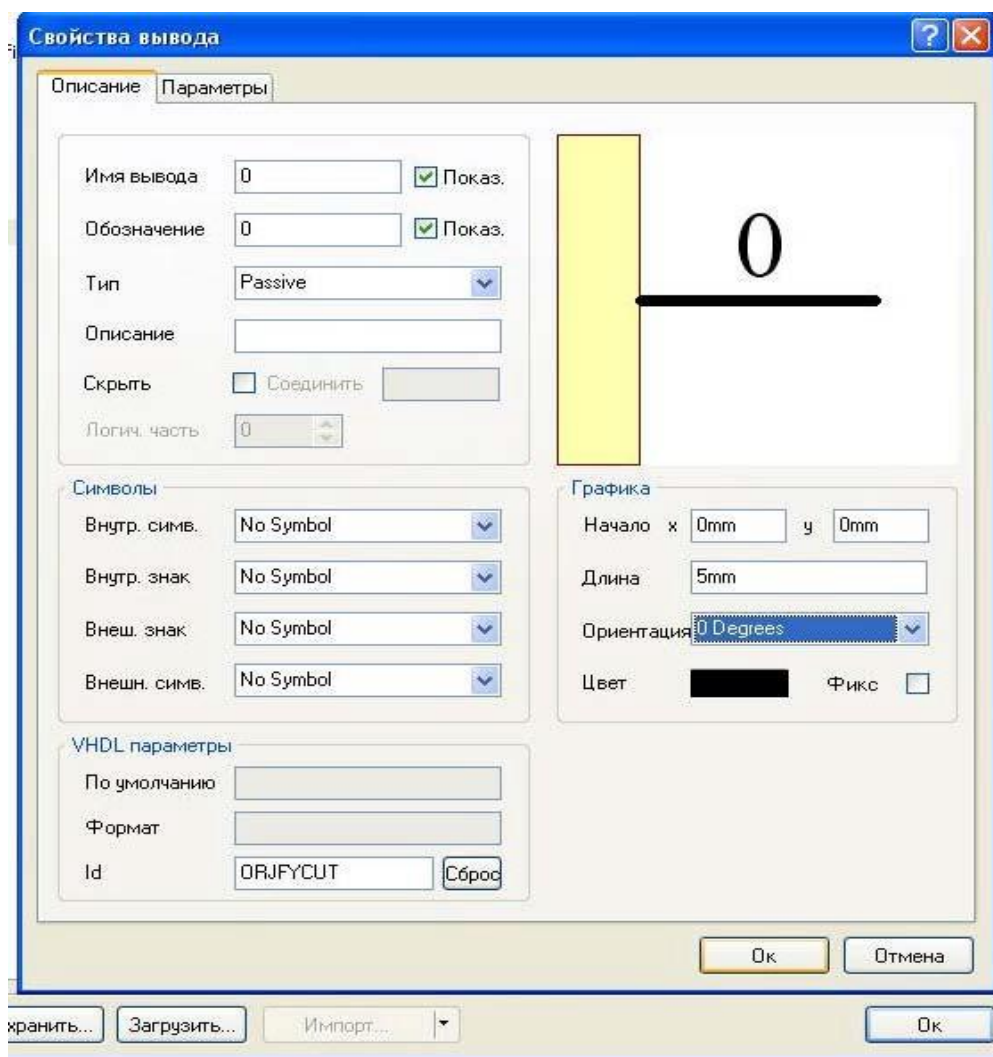


Рис. 2.8, а

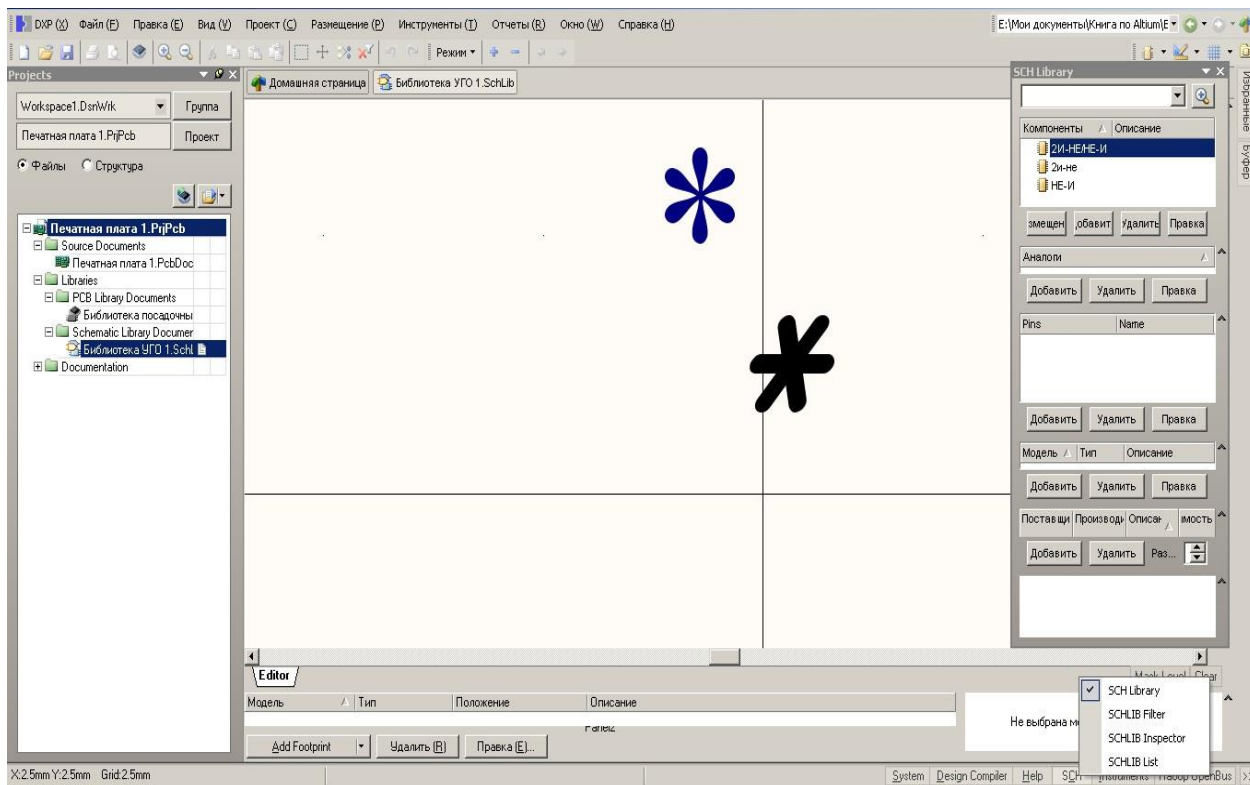


Рис. 2.8, б

Створення умовного графічного позначення мікросхеми K511ПУ2

В мікросхему K511ПУ2 входять два логічних елемента 2І-НЕ і НЕ з розширенням І. Тому необхідно окремо створити УГП елемента 2І-НЕ і елемента НЕ-І.

Порядок створення УГП елемента НЕ-І

Для того щоб поповнити вміст бібліотеки УГП новими елементами, зліва від робочого поля в менеджері в верхньому вікні клацнемо ЛК по кнопці **Додати**. З'явиться вікно **New component name**, в якому вказуємо назву створюваного УГП **НЕ-І** (рис. 2.9). Клацнути **Ок**.



Рис. 2.9

***Примітка:** якщо з будь-яким компонентом у вікні треба виконати будь-які дії, то його треба виділити, клацнувши по ньому ЛК, потім натиснути ПК. Відкриється меню, що випадає, в якому вибрати потрібні дії.*

Щоб отримати УГП елемента **НЕ-І**, треба намалювати прямокутник розміром 20 на 20 мм. Для цього у верхній частині екрану в меню **Розміщення** виконати команду **Прямокутник** (в дужках вказані назви «Гарячих клавіш» виклику команд, які працюють на латинській розкладці). У робочому полі

клацнути ЛК на початку координат і, переміщаючи маніпулятор, побудувати прямокутник розміром 20 мм на 20 мм. Натиснути ЛК потім ПК.

*Якщо необхідно, то розмір сітки можна перемкнути натисканням клавіші **G**, а щоб видиму сітку відключити, натиснути **Shift + G**. Масштаб зображення змінюється обертанням коліщатка на миші, утримуючи клавішу **Ctrl**.*

Після цього командами **Розміщення / Лінія** на відстані 5 мм від лівого краю провести вертикальну лінію всередині прямокутника (рис. 2.10).

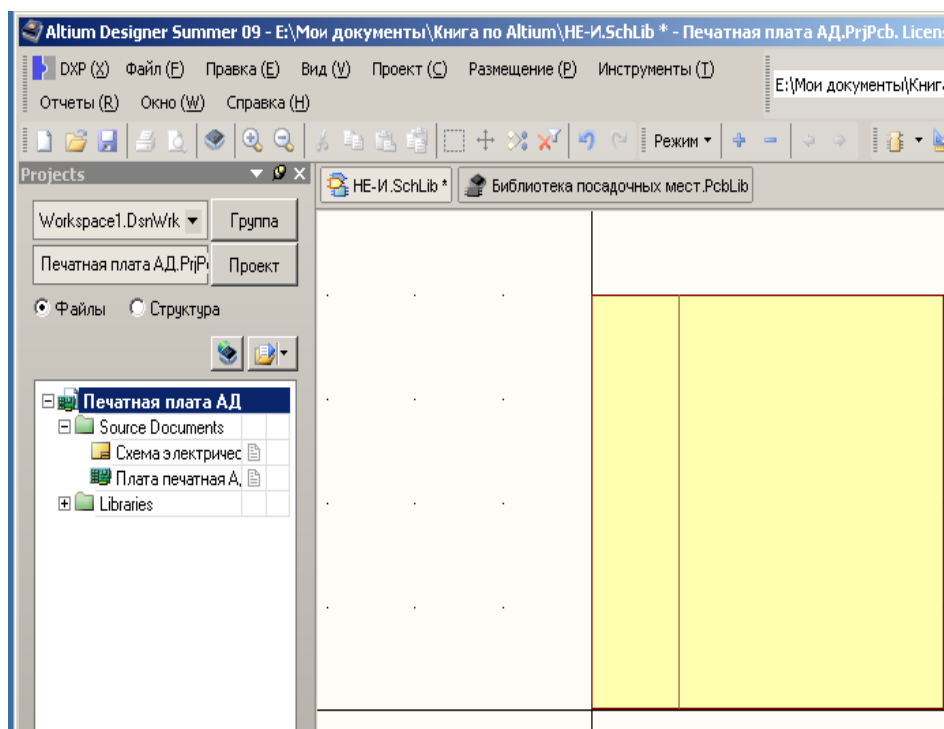


Рис. 2.10

Встановити виводи логічного елемента. Вхідні виводи встановити зліва, а вихідні справа. Клацнути ПК в робочому полі і у випадяючому меню виконати команди **Розміщення / Вивід**. За курсором потягнеться вивід, який необхідно встановити зліва у прямокутника, відступаючи зверху і знизу відповідно по 5 мм від краю: 1-й і 2-й виводи зліва, а 3-й праворуч посередині. Після цього треба задати властивості кожного з виводів. Для чого клацнути ЛК по верхньому лівому виводі, потім ПК і в меню вибрати властивості - **Properties**.

Відкриється вікно **Властивості виведення**. Для лівого верхнього виведення у вікні **Ім'я виведення** вказати **In**; у вікні позначення **1**; тип **Input**; довжина **5**, у вікні **Орієнтація** вибрати **180**. Аналогічним чином для лівого нижнього вказуємо **E**; у вікні позначення **2**; тип **Input**; довжина **5**, у вікні **Орієнтація** вибрати **180**. Для вихідного виводу справа встановити Ім'я виведення **Out**, Позначення **3**, тип **Output**, в вікні орієнтація вибрати **0**, у вікні Внеш. знак - **Dot** (рис. 2.11, а, б, в). Потім знизу УГП встановити виводи живлення і корпусу. У мікросхем зазвичай 7-й вивід корпус, а 14-й - живлення. Тому для 7-го виведення задаємо Ім'я виведення **GND**, Позначення - **7**, тип - **Power**, Орієнтація - **270**, а для 14-го - Ім'я виведення **+5v**, Позначення - **14**, тип - **Power**, Орієнтація - **270**(рис.2.12, а, б).

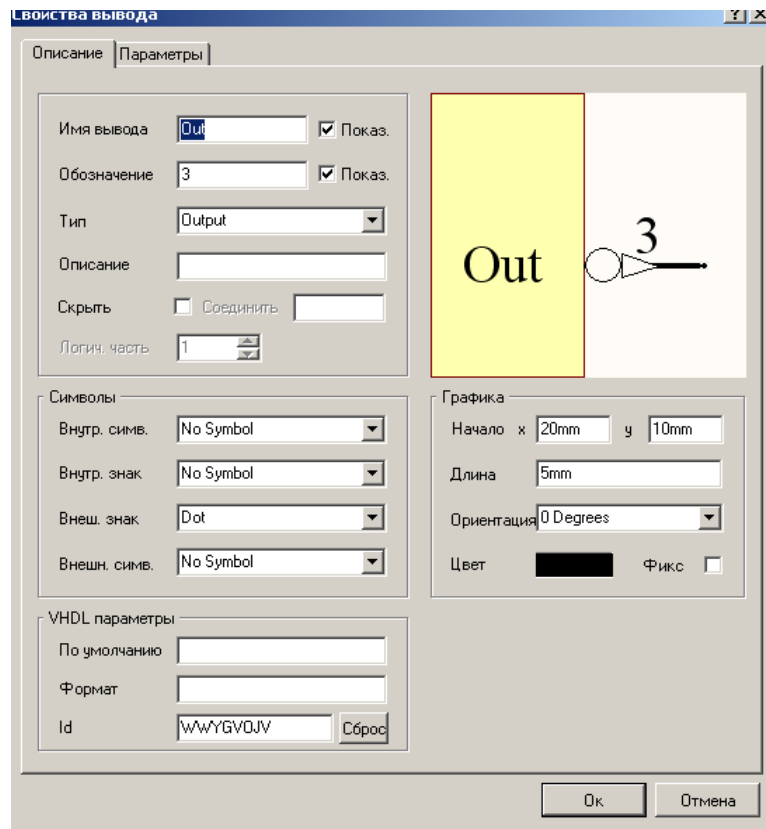


Рис. 2.11, а

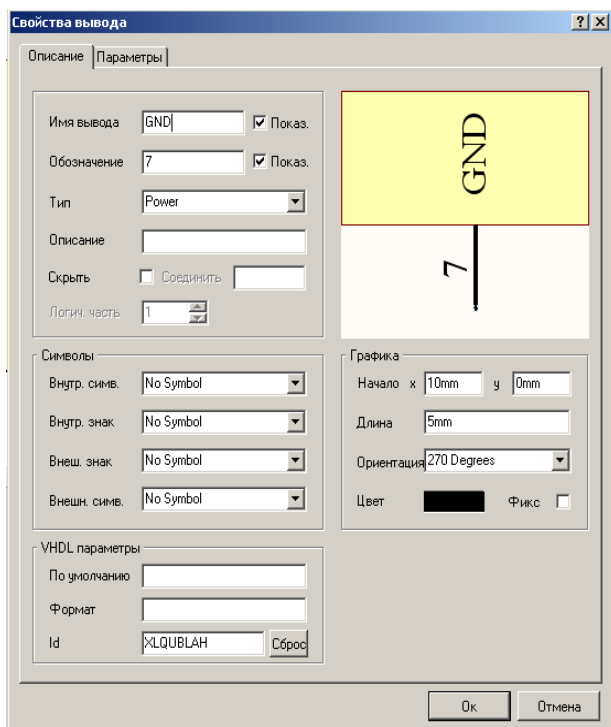


Рис. 2.11, б

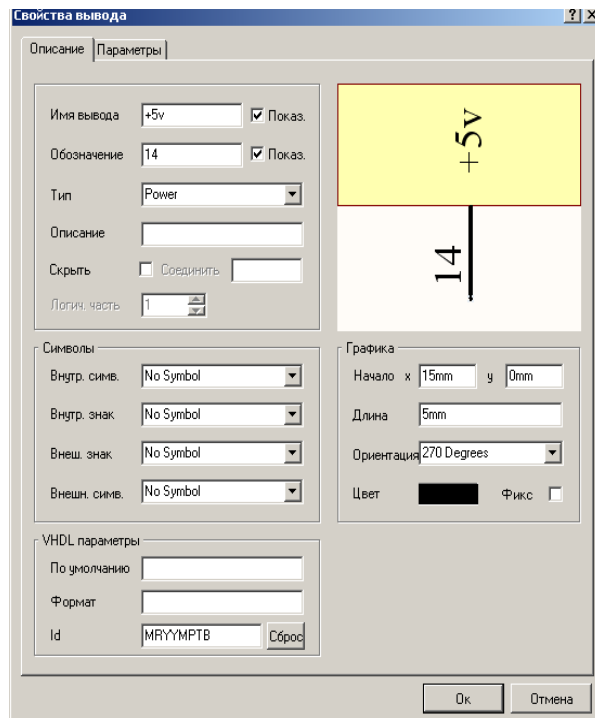


Рис. 2.11, в

Отримали малюнок УГП (рис. 2.12). Виконати команди **Інструменти / Властивості компонента**(рис. 2.13, а). У вікні для редагування виводів компонентів натиснути кнопку **Виводи (Edit Pins)** (рис. 2.13, б).

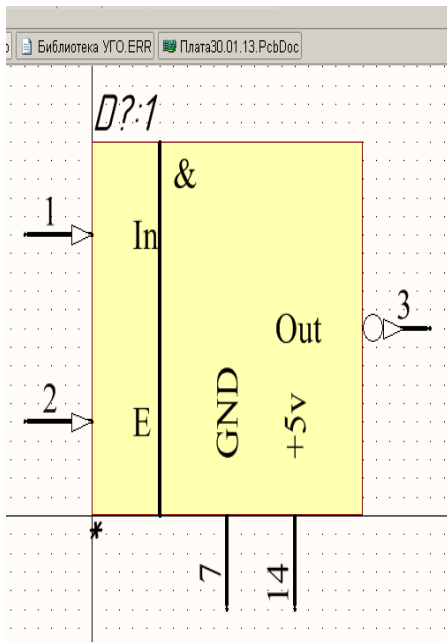


Рис. 2.12

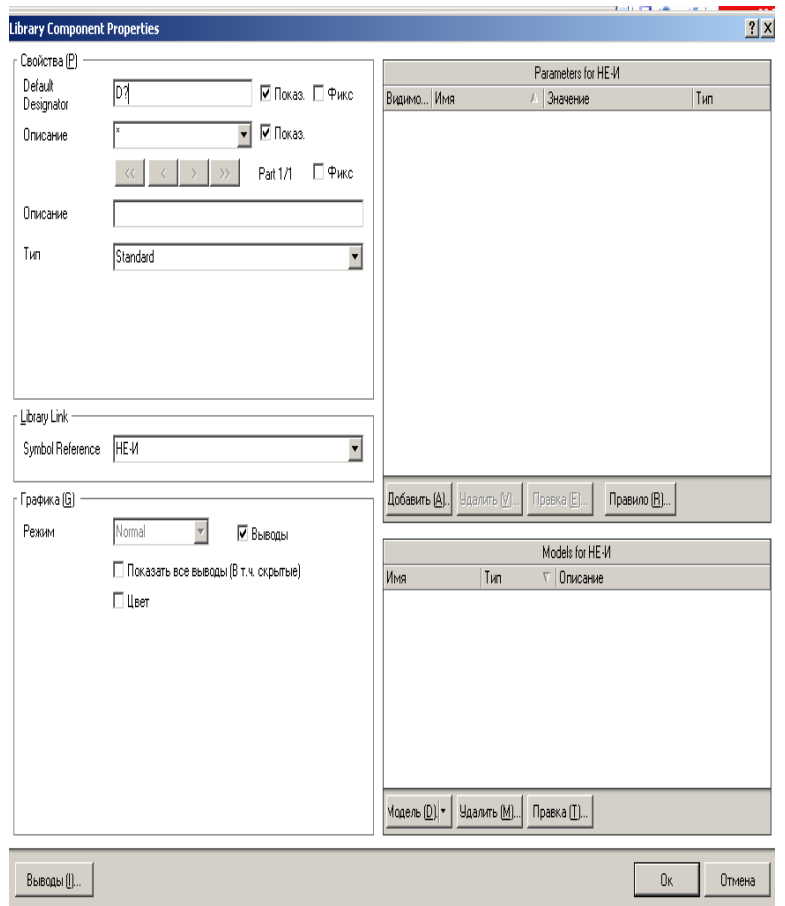


Рис. 2.13, а

Редактирование выводов компонентов

Обзначе...	Имя	Описание	DIP14	DIP14	Тип	Владелец	Показать	Номер	Имя
1	In		1	1	Input	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	E		2	2	Input	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Out		3	3	Output	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	In		4	4	Input	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	E		5	5	Input	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Out		6	6	Output	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	GND		7	7	Power	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Out		8	8	Output	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	InA		9	9	Input	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	InB		10	10	Input	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	Out		11	11	Output	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	InA		12	12	Input	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	InB		13	13	Input	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	+5v		14	14	Power	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Рис. 2.13, б

Після цього командами **Розміщення / Текстовий рядок** перемістити курей сміттям з'явилося слово **Text** в верхню частину прямокутника. Потім

клацнути ЛК по слову **Text**, натиснути ПК. У випадяючому вікні клацнути ЛК по **Properties** і в відкритшому вікні **Text** записуємо в віконці Текст «&» потім, натиснувши кнопку **Змінити**, вибрати шрифт «Gost Type A» / Курсив / 16 / Західний (рис. 2.14).

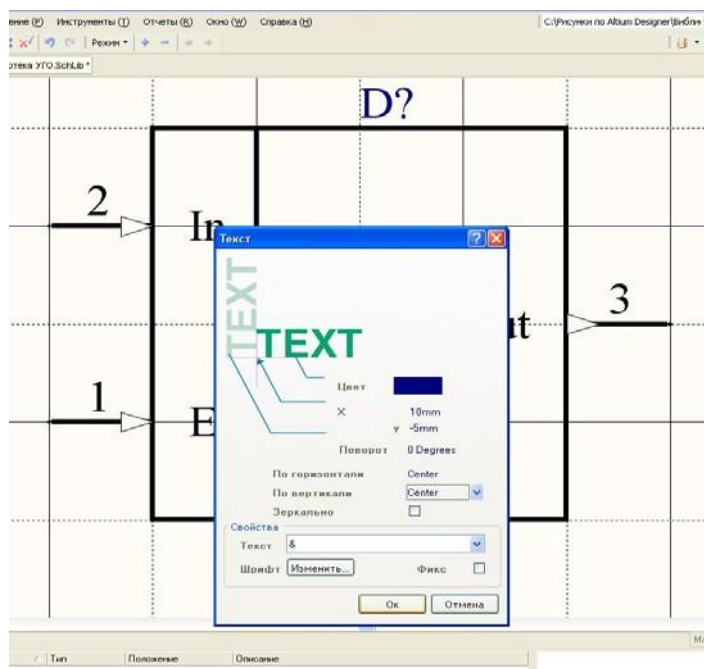


Рис. 2.14

Натиснути **ОК**. Отримали зображення символу УГП **HE-I** (рис. 2.15, а). Зберегти його в створювану бібліотеку.

При необхідності збереження властивостей УГП виконати команди **Інструменти** / **Властивості компонента**. Відкриється вікно **Library Component Properties**. Налаштувати його по рис.2.13, а. У вікні **Default Designator** записати D ?, а у вікні **Symbol Reference** потрібне ім'я УГП. Натиснути кнопку **Виводи**. Відкриється вікно **Редагування виводів компонента** (рис. 2.13, б). При необхідності відредагувати виводи. Натиснути **Ок**. Отримали елемент **HE-I** (рис. 2.15, а), в якому немає помилок (рис. 2.15, б).

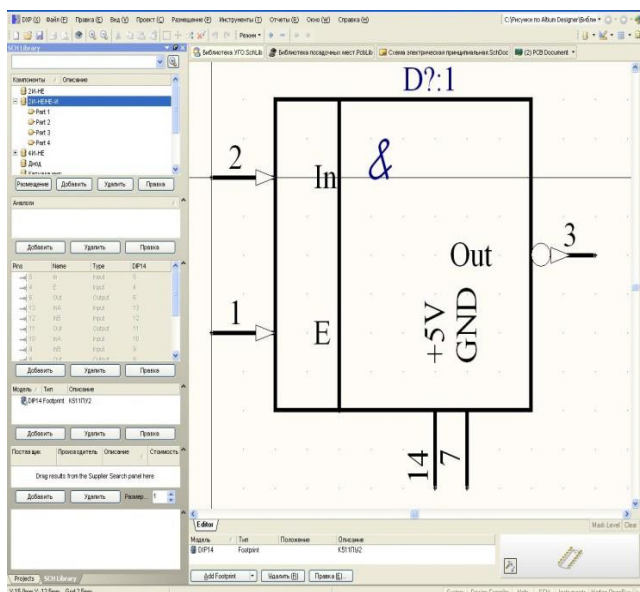


Рис. 2.15, а

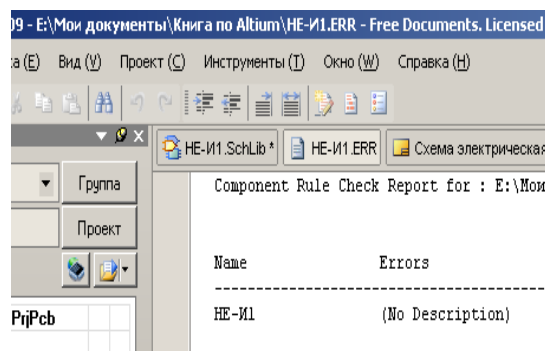


Рис. 2.15, б

Щоб його зберегти, треба виконати команди **Файл / Зберегти всі**.

Порядок створення УГП елемента 2I-HE

У тому випадку, якщо редактор **Бібліотека УГП** був закритий, то необхідно виконати всі установки, описані в попередньому параграфі. Якщо ж програму не закривати, то конфігурація зберігається, і можна формувати наступне УГП - «**2 I-HE**».

Виконати команди **Інструменти / Новий компонент** (рис. 2.16). Відкриється вікно **Ім'я нового компонента**. Встановити крок сітки 5 мм, для чого натиснути клавішу **G** в латинській розкладці. Зліва в нижній частині екрана будуть змінюватися значення кроку. Виконати команди **Розміщення / Прямокутник**. Натиснути ЛК, і, відпустивши її переміщаючи маніпулятор, побудувати прямокутник розмірами 15 на 20 мм.



рис.2.16

Натиснути ЛК. Збільшити або зменшити масштаб зображення можна обертанням колеса маніпулятора, утримуючи клавішу **Ctrl**. Отримали прямокутник.

Розмістити виводи. Виконати команди **Розміщення / Виводи**. Встановити властивості виводів. Для цього клацнути ЛК з виведення №1, потім ПК. Вибрати команду **Properties**, в вікні **Ім'я виведення** набрати **InA**, у вікні позначення №1, у вікні **Тип** - **Input**. Натиснути **Ок**.

Оскільки стрілка спрямована від елемента, її необхідно розгорнути на 180. Для цього в поле графіка в вікні **Орієнтація** вибрати 180 або клацнути ЛК по стрілці і натиснути кілька разів на пробіл, потім встановити її курсором на місце.

Аналогічно встановити другий і третій виводи. Клацнути по ним курсором, при цьому другого виводу присвоїти ім'я **InB**, а третій - **Out**, їх номери будуть 2-й і 3-й відповідно. При цьому для 3-го виведення Зовнішній знак поставити **Dot**. Результат побудови УГП представлений на рисунку 2.17.

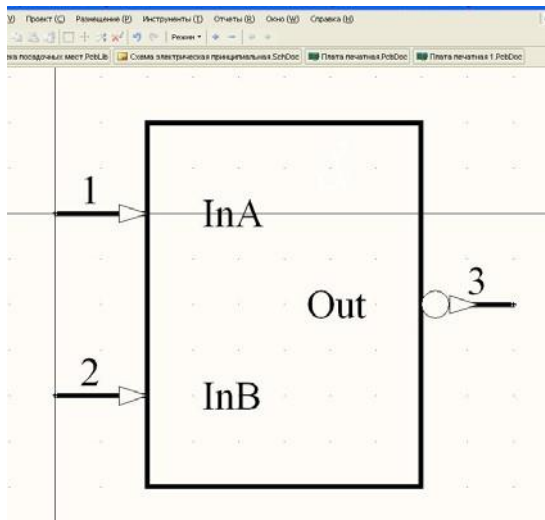


Рис. 2.17

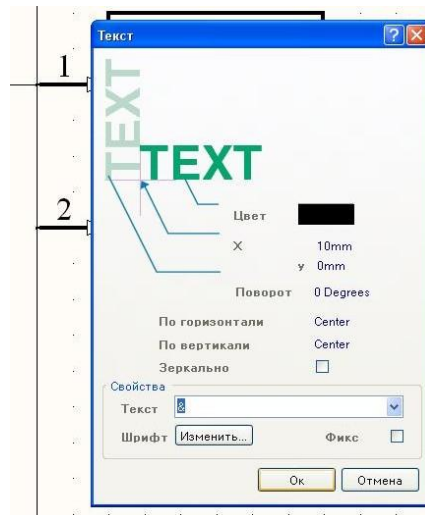


Рис. 2.18

Вставити назву елемента. Для цього виконати команди **Розміщення / Текстовий рядок**. З'явиться текст, який встановити в верхній лівий кут УГП. Потім двічі клацнути по ньому ЛК. Відкриється вікно **Текст**, в якому змінити текст в полі **Властивості** в Вікні **Текст** на **&** (рис. 2.18).

Щоб встановити розмір шрифту клацнути по кнопці **Змінити Шрифт**. У вікні **Шрифт** вибрати курсив, Gost Type A, західний, 16 і натиснути **Ок**. Результат вибору шрифту представлений на рис. 2.19.

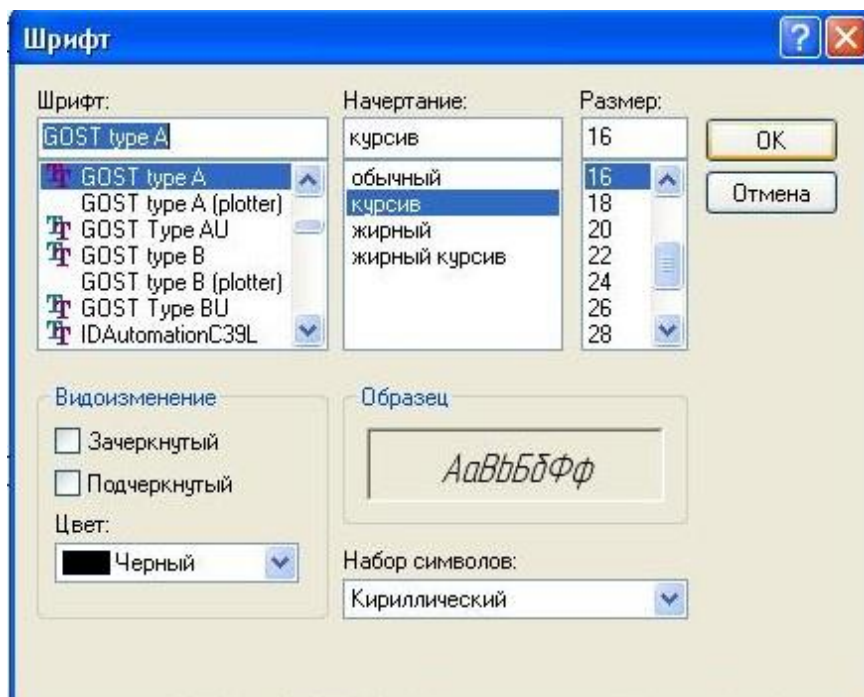


Рис. 2.19

Для збереження властивостей УГП виконати команди **Інструменти / Властивості компонента**. Відкриється вікно **Library Component Properties**. Налаштувати його по рис. 2.20.

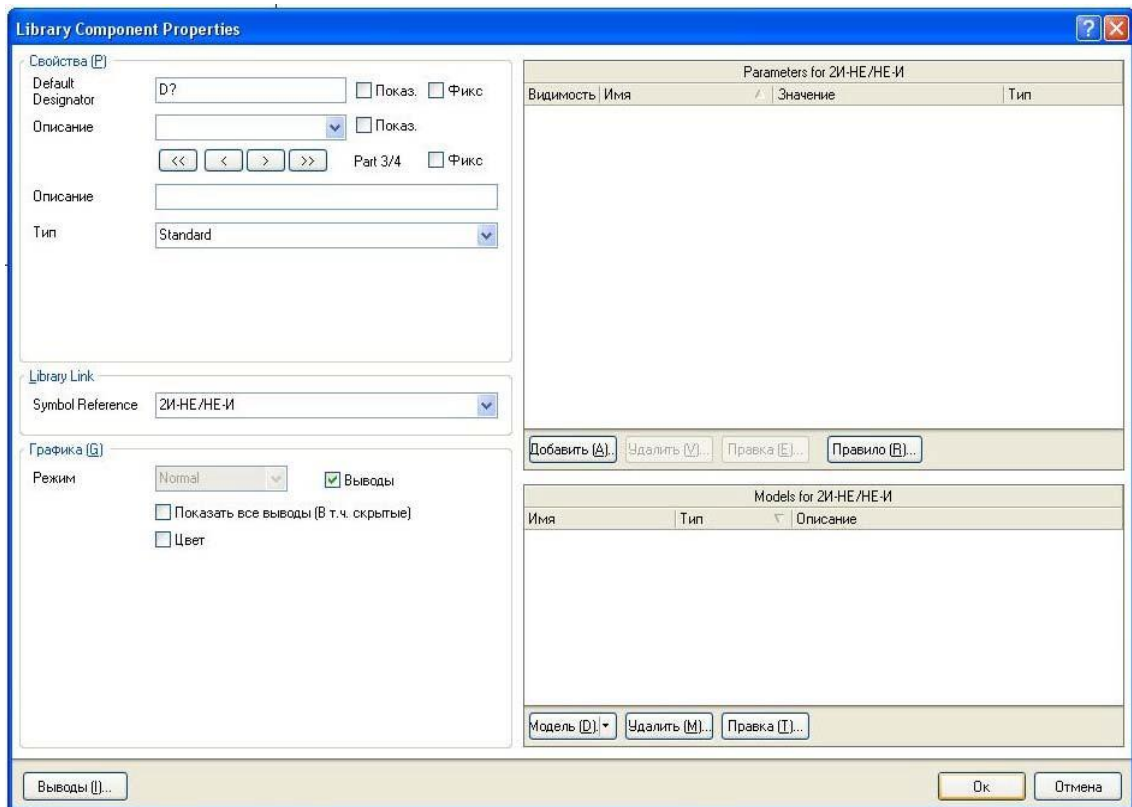


Рис. 2.20

У вікні **Default Designator** записати D?, а у вікні **Symbol Reference** ім'я УГП. Натиснути кнопку **Виводи**. Відкриється вікно **Редагування виводів компонента** (рис. 2.21).

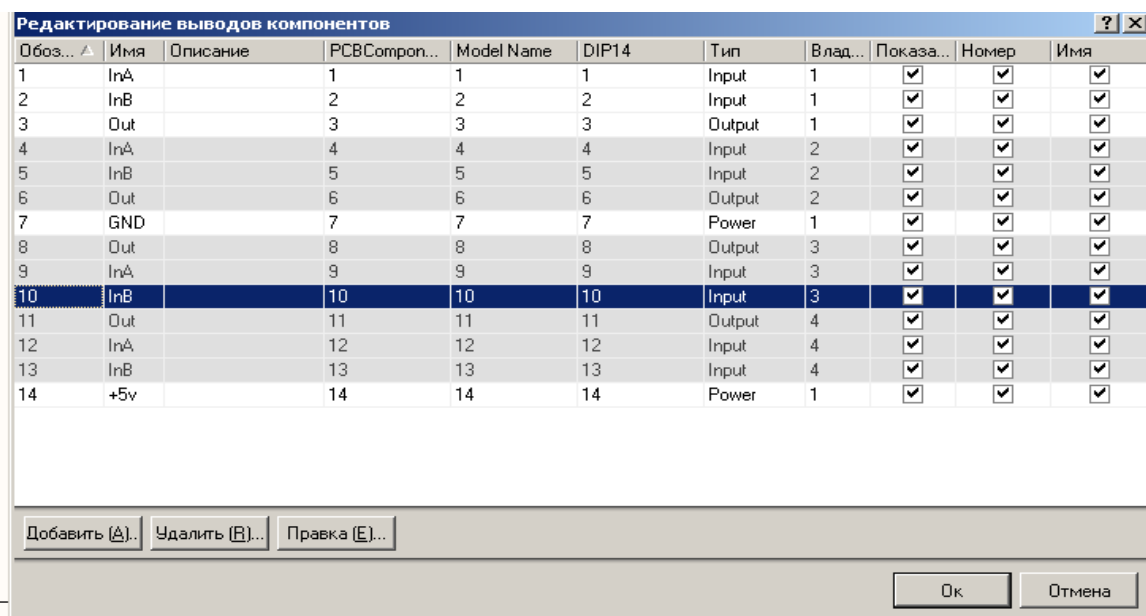


Рис. 2.21

При необхідності відредагувати виводи. Натиснути **Ок**. Отримали елемент **2И-НЕ** (рис.2.22).

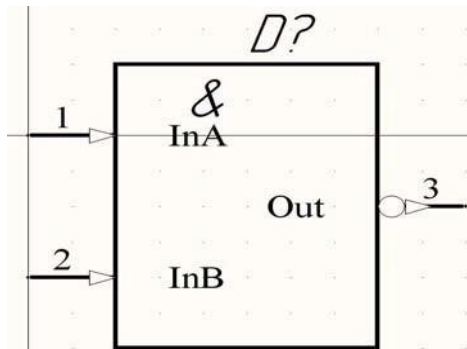


Рис. 2.22

Щоб перевірити наявність помилок, необхідно виконати команди **Звіти / Перевірка компонента**(рис.2.23). У вікні вставити всюди галочки (Рис.2.24) і натиснути **Ок**.

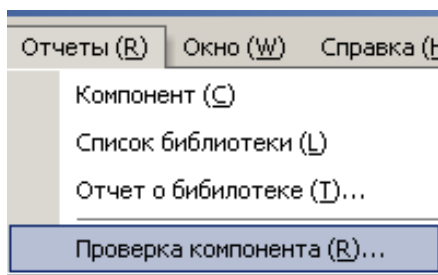


Рис. 2.23

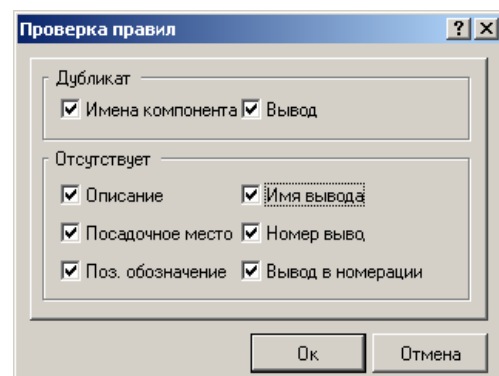


Рис. 2.24

Буде виведений файл помилок (рис.2.25). Щоб зберегти елемент **2I-HE**, в якому немає помилок, треба виконати команди **Файл / Зберегти всі**.

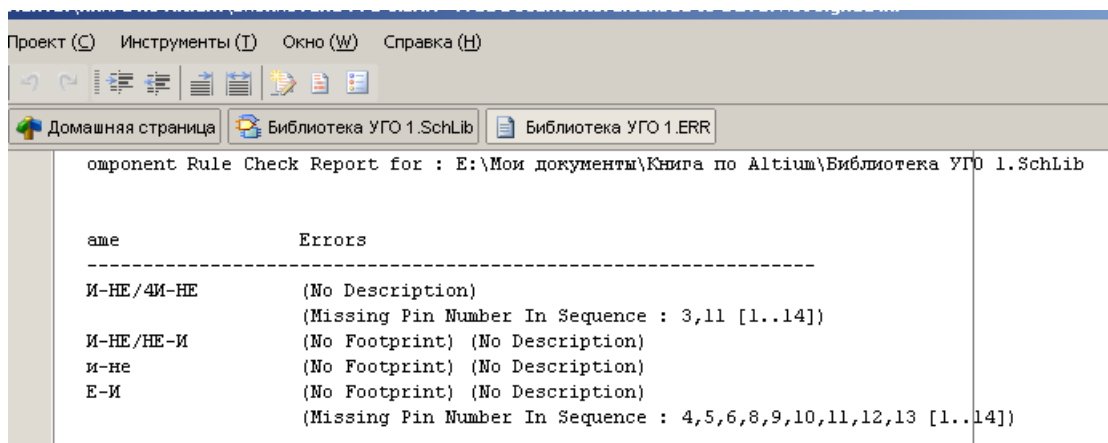


Рис. 2.25

Порядок виконання роботи

1. Через кнопку Пуск в меню Програми завантажити САПР Altium Designer.
2. Відкрити редактор схем **Schematic**.
3. Встановити початкові настройки робочого поля.
4. Створити бібліотеку УГП EPE.
5. Створити УГП елементів HE-I та 2 I-HE.

6. Зберегти результат.

Зміст звіту

1. Мета роботи.
2. Відомості про графічному редакторі **Schematic**.
3. Порядок створення бібліотеки УГП і елементів HE-I та 2 I-HE.
4. Ескізи схем УГП.
5. Висновки.

Контрольні питання

1. Яким чином виконуються основні настройки редактора УГО ?
2. Як налаштовується крок, вид і колір сітки?
3. Як задається тип шрифту?
4. Яким чином задаються основні примітиви системи?
5. Як змінюється масштаб зображення?
6. Яким чином задаються основні параметри вхідних і вихідних виводів ЕРЕ?
7. Яким чином задається на екрані видима сітка у вигляді ліній або точок?
8. Як задаються основні параметри виводів живлення і корпусу ЕРЕ?
9. Як поповнити зміст бібліотеки УГП новими елементами?
10. Який порядок присвоєння елементам схеми позиційних позначень?
11. Який порядок створення УГП елемента HE-I?
12. Який порядок створення УГП елемента 2I-HE?
13. Яким чином виконується обертання УГП елементів?
14. Яким чином виконується промальовування контуру УГП?
15. Якими командами виконується розміщення текстового рядка?
16. Якими командами виконується збереження результатів проектування?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

РОЗРОБКА В САПР ALTIUM DESIGNER ПОСАДКОВИХ МІСЦЬ НА ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ

Мета роботи - вивчення методики розробки посадкових місць друкованих плат засобами САПР Altium Designer; набуття навичок розробки посадкових місць конструктивних елементів РЕМ.

Основні настройки редактора посадочних місць

Відкрити менеджер проекту САПР Altium Designer. Для цього виконати команди **Файл / Відкрити Плата друкована. PrjPCB**. Якщо на дисплеї не з'явився менеджер проектів, то в нижній частині екрана клацнути ЛК по команді **System** і вибрати **Projects** (рис. 3.1).

В папці **Libraries / PCB Library Documents** клацнути двічі ЛК за назвою **Бібліотека посадочних місць** (рис. 3.2).

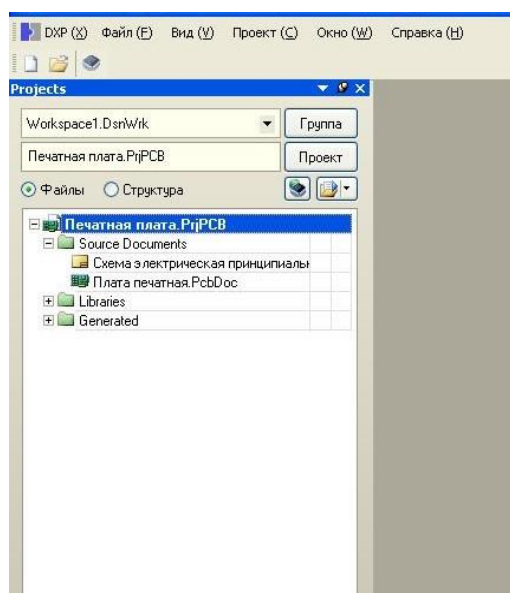


Рис.3.1

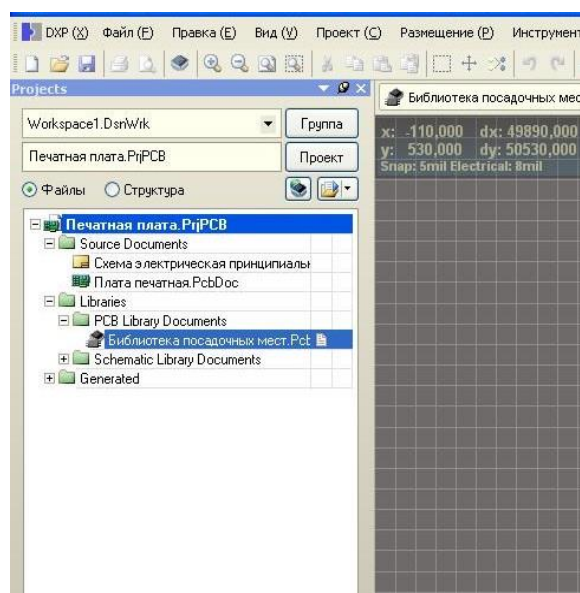


Рис.3.2

Клацнути ПК і виконати команди **Опції / Властивості плати** (рис. 3.3). Відкриває вікно **Властивості плати (Параметри плати)** (рис 3.4, а), в якому необхідно встановити: одиниці виміру **Metric**, крок сітки 1mm, сітка компонента 1mm, електрична сітка 1 mm, в поле Видима сітка: Вид **Lines** (суцільна лінія) або **Dots** (точками) перша 1 x Snap Grid, друга 10 x Snap Grid, в поле Положення листа: x - 0; y - 0, ширина і висота 1500 мм. Далі виконати команди **Інструменти / Grid Manager** . Відкриється однойменна панель, на якій клацнути ПК і в меню вибрати **Properties** (рис. 3.4, б). Відкриється вікно **Cartesian Grid Editor**, в якому в полі Кроки задати крок по OX 1 мм, а в поле **Відображення** вибрати **Lines**, Коефіцієнт 10 крок сітки (рис.3.4, в).

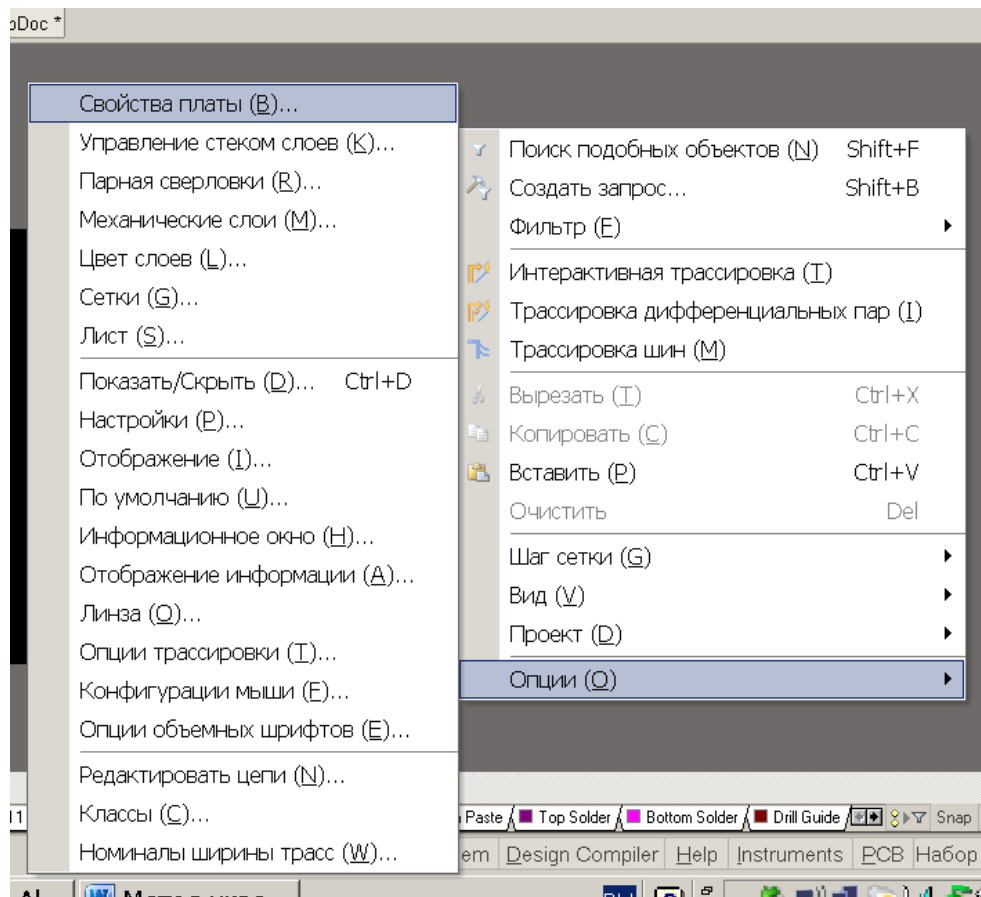


Рис. 3.3

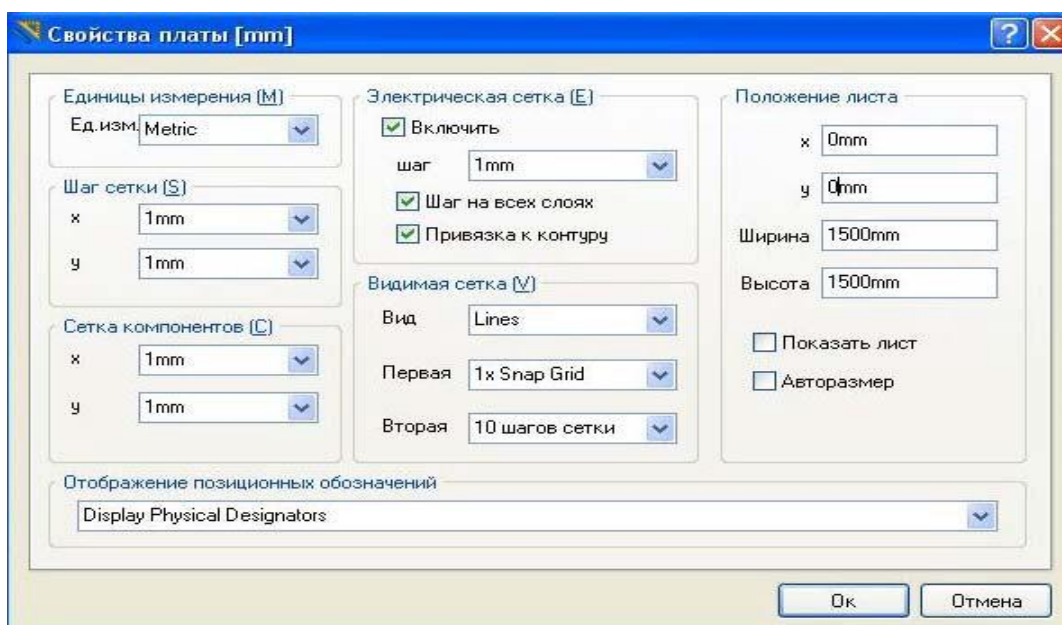


Рис. 3.4, а

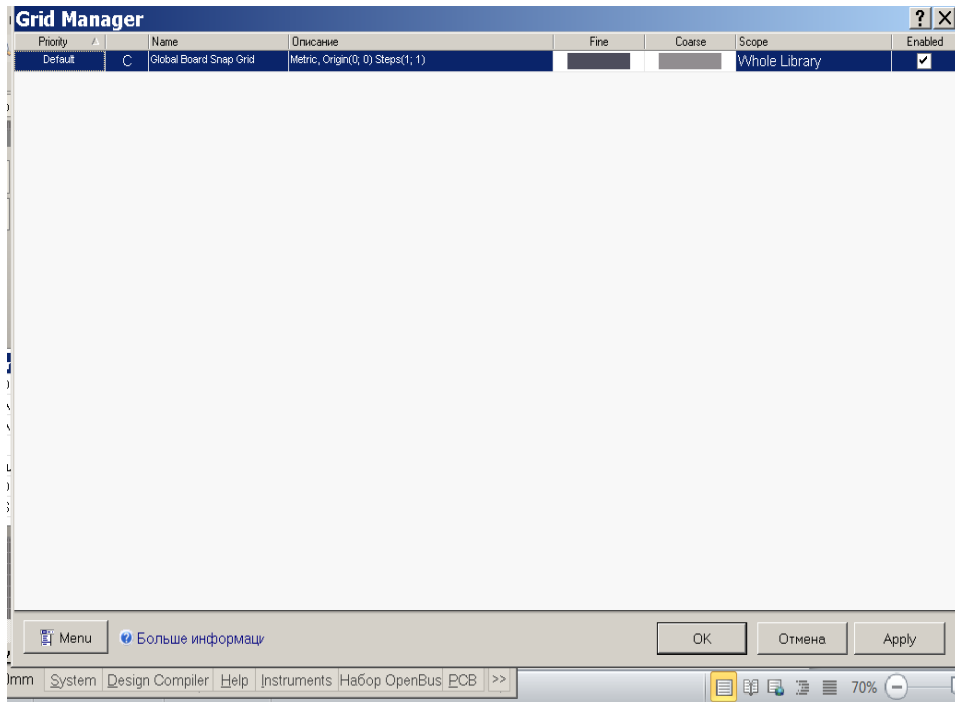


Рис. 3.4, б

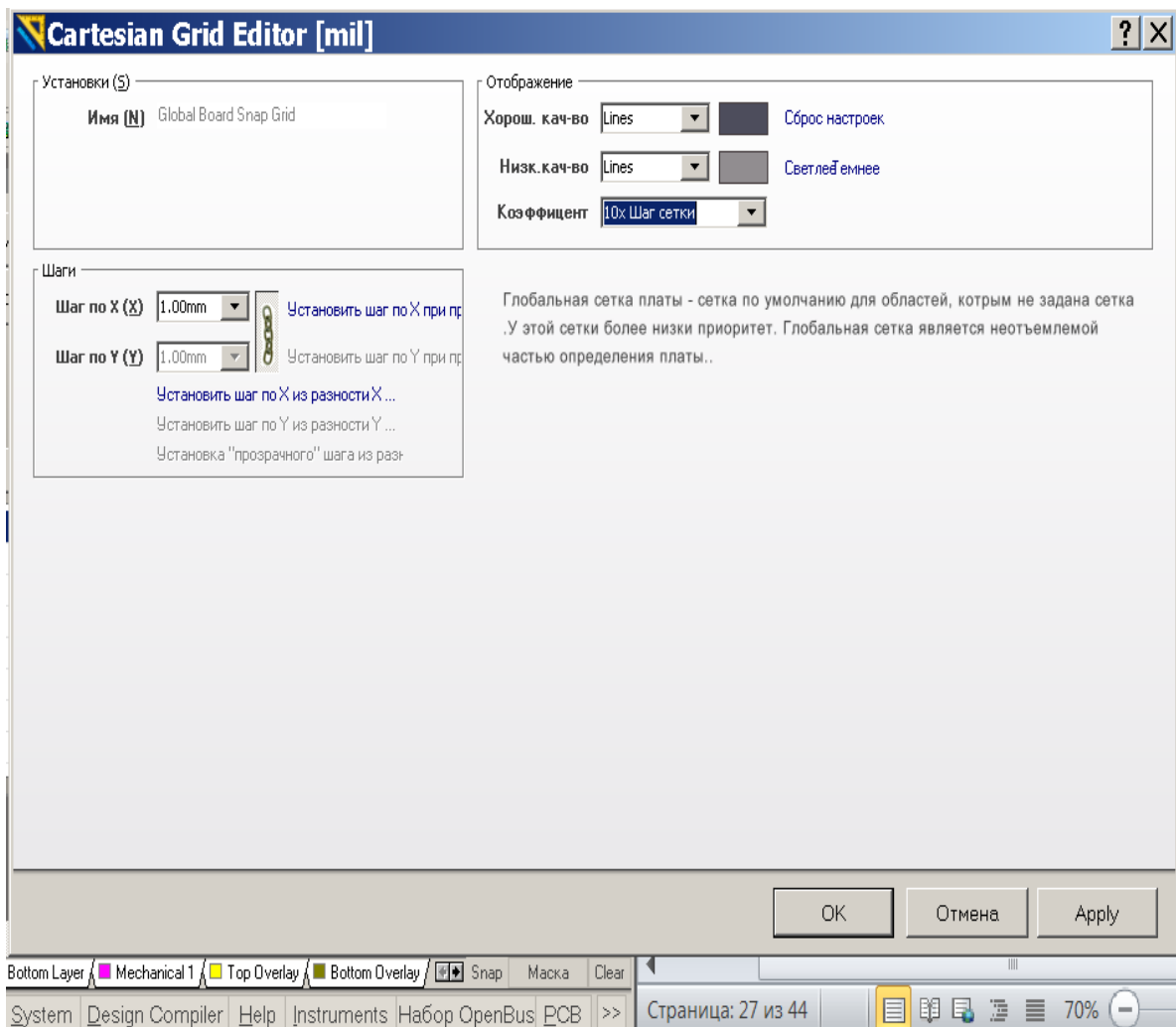


Рис.3.4, в

Створення посадкового місця мікросхеми 133ЛА6 з планарних виводами

Для створення посадочного місця (ПМ) необхідно в менеджері відкрити **PCB Library, ... PCBLib**, потім праворуч в нижній частині екрана виконати команди **PCB / PCB Library**. Відкривається менеджер бібліотеки компонентів, який можна перемістити в потрібне місце екрану (рис. 3.5, а).

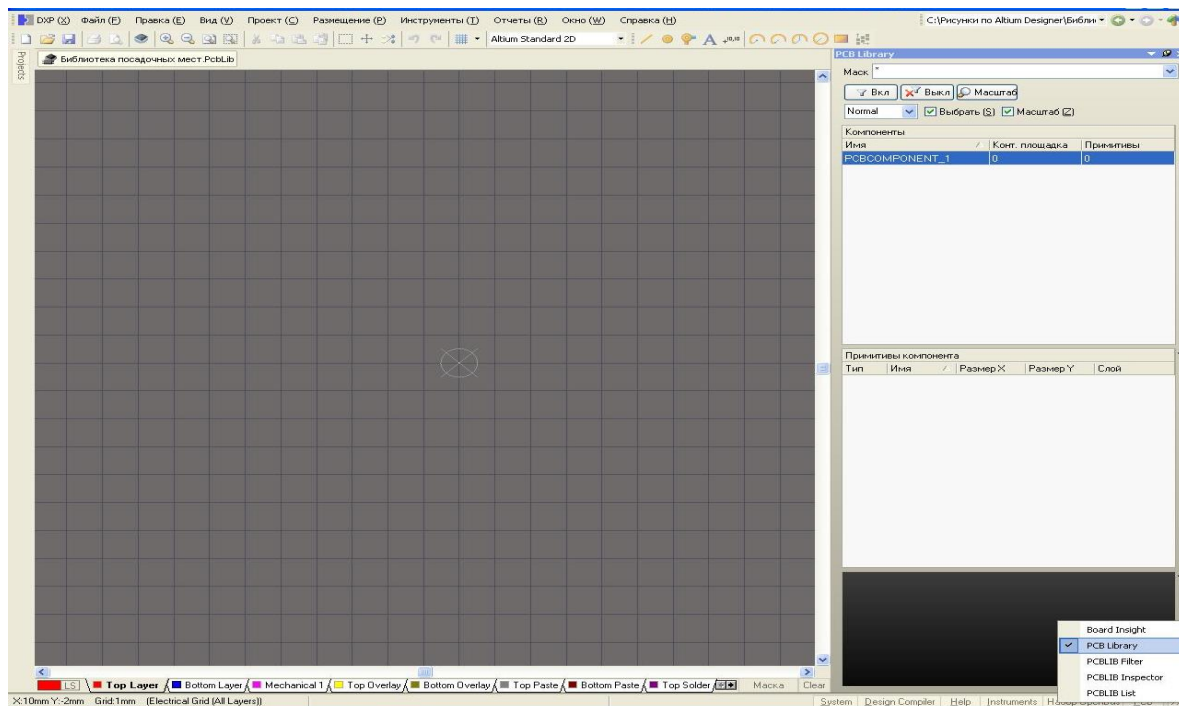


Рис. 3.5, а

При створенні нового посадкового місця треба клацнути ПК в поле Компоненти менеджера бібліотеки компонентів **PCB Library**. Випаде меню, в якому вибрати **Новий бланк компонента** (рис. 3.5, б). В поле Компоненти з'явиться запис створюваного посадкового місця PCBCOMPONENT 0 0. Щоб привласнити йому назву треба клацнути ЛК по цій назві, а потім ПК. У меню вибрати Властивості компонента (рис. 3.5, в).

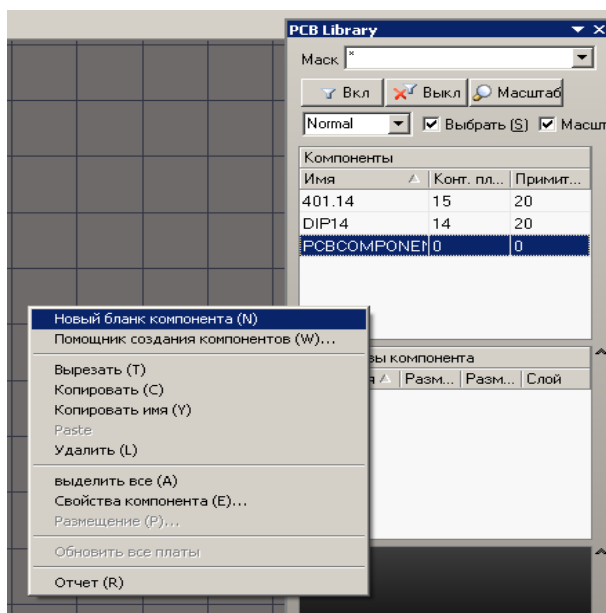


Рис. 3.5, б

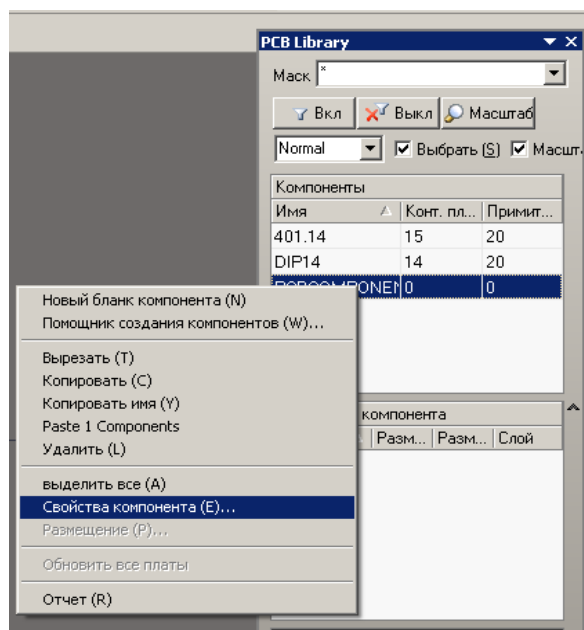


Рис. 3.5, в

Відкриється вікно **Посадочное місце компонента** (рис. 3.6, а), в якому записати назву посадкового місця ЕРЕ.

У нижній частині робочого поля вибрати верхній шар - **Top Layer**. Для цього використовувати дві об'єднані невеликі стрілки, розташовані внизу праворуч від назви шарів плати. Потім поставити крок сітки = **1.25** мм. Для цього натиснути **Shift + Ctrl + G**. Відкриється вікно, в якому виставити вказаний розмір (рис.3.6, б) і натиснути **Ок**.

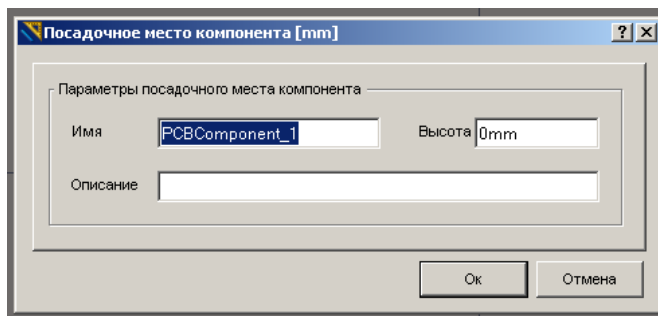


Рис. 3.6, а

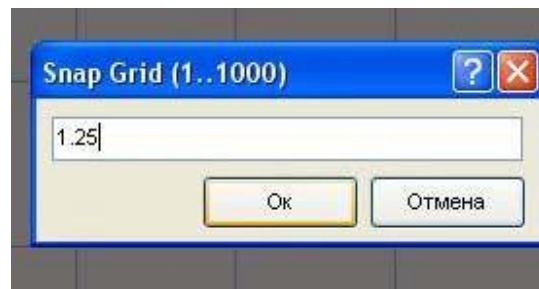


Рис. 3.6, б

Виконати команди **Розміщення / Контактна площадка** і натиснути **ТАВ**. Відкриється вікно налаштування контактних майданчиків, в якому поставимо Позначення - 1, шар **Top Layer**, галочку - **метал**, розмір **2,1x0,8** мм, форма - **Rectangular** (рис. 3.7, а), натиснути **Ок**.

Першу КП встановити в початок координат. Для цього на робочому полі клацнути ЛК і натиснути клавішу **J**. Відкриється вікно **Jump To Location**. У ньому задати по осі **OX** і осі **OY** значення **0** і натиснути **Ок** (рис. 3.7, б). На робочому полі в зазначеному місці з'явиться перекреслений кружок. Клацнути по ньому ЛК. З'явиться 1-я КП, натиснути ЛК, потім ПК.

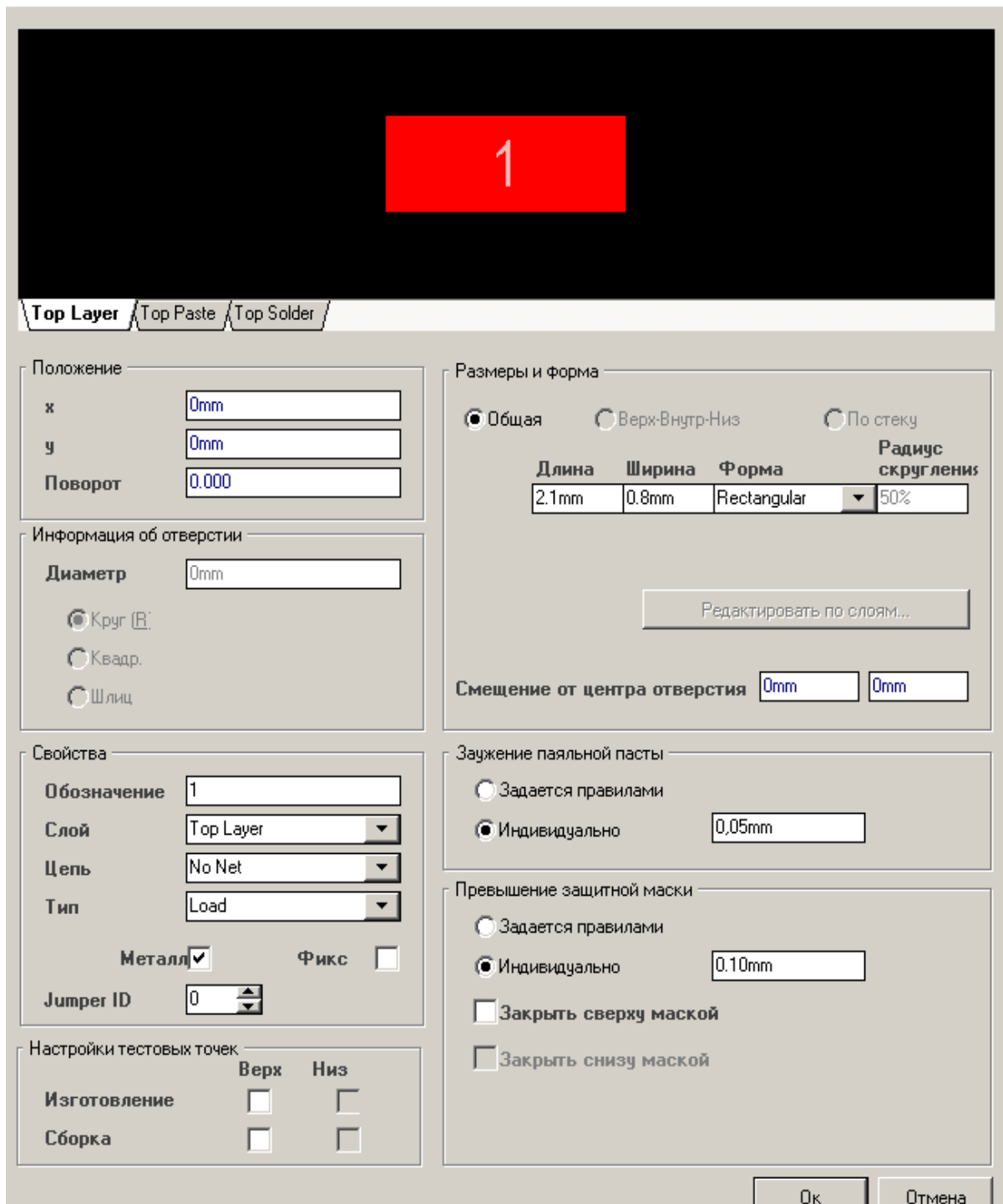


Рис. 3.7, а

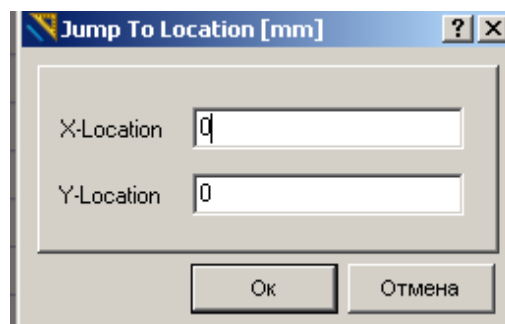


Рис. 3.7, б

Наступні шість КП встановити на відстані один від одного з кроком 1.25 мм, потім відступити по осі ОУ вправо на 11.25 мм і встановити наступні сім

КП, переміщаючись від низу до верху. Розміри відповідають довідковими даними корпусу мікросхеми. Кожен раз при розміщенні КП клацати ЛК (рис. 3.8).

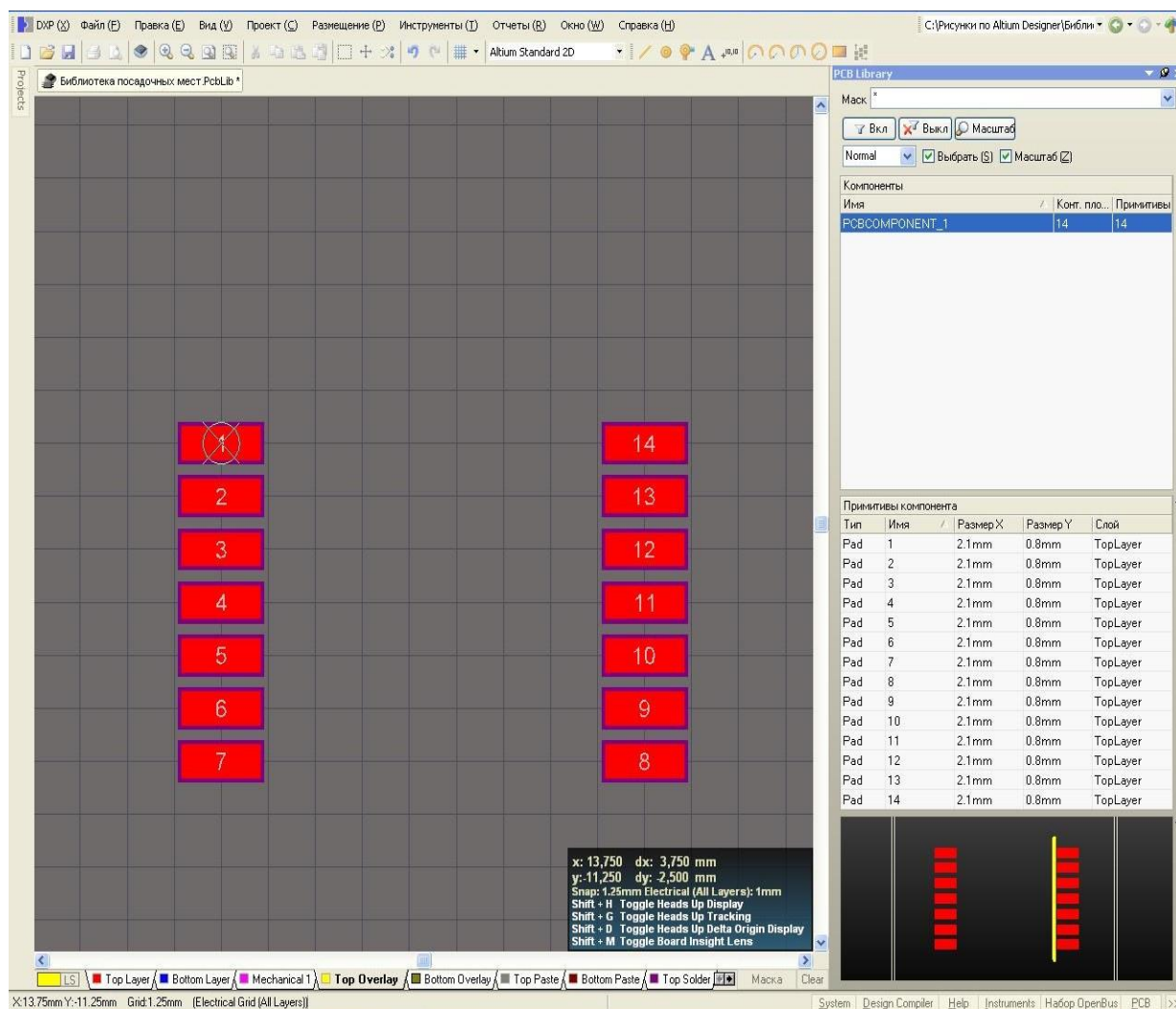


Рис. 3.8

Тепер треба намалювати контур мікросхеми. Для цього вибрати шар **Top Overlay** і виконати команди **Розміщення / Лінія**. Клацаючи двічі в кутах створюваного контуру і переміщаючи курсор в наступний, намалювати контур мікросхеми (рис. 3.9). Завершити процедуру клацанням ЛК і потім ПК. Щоб малюнок не переміщався по екрану за курсором, треба завершити процедуру клацанням ПК в робочому полі.

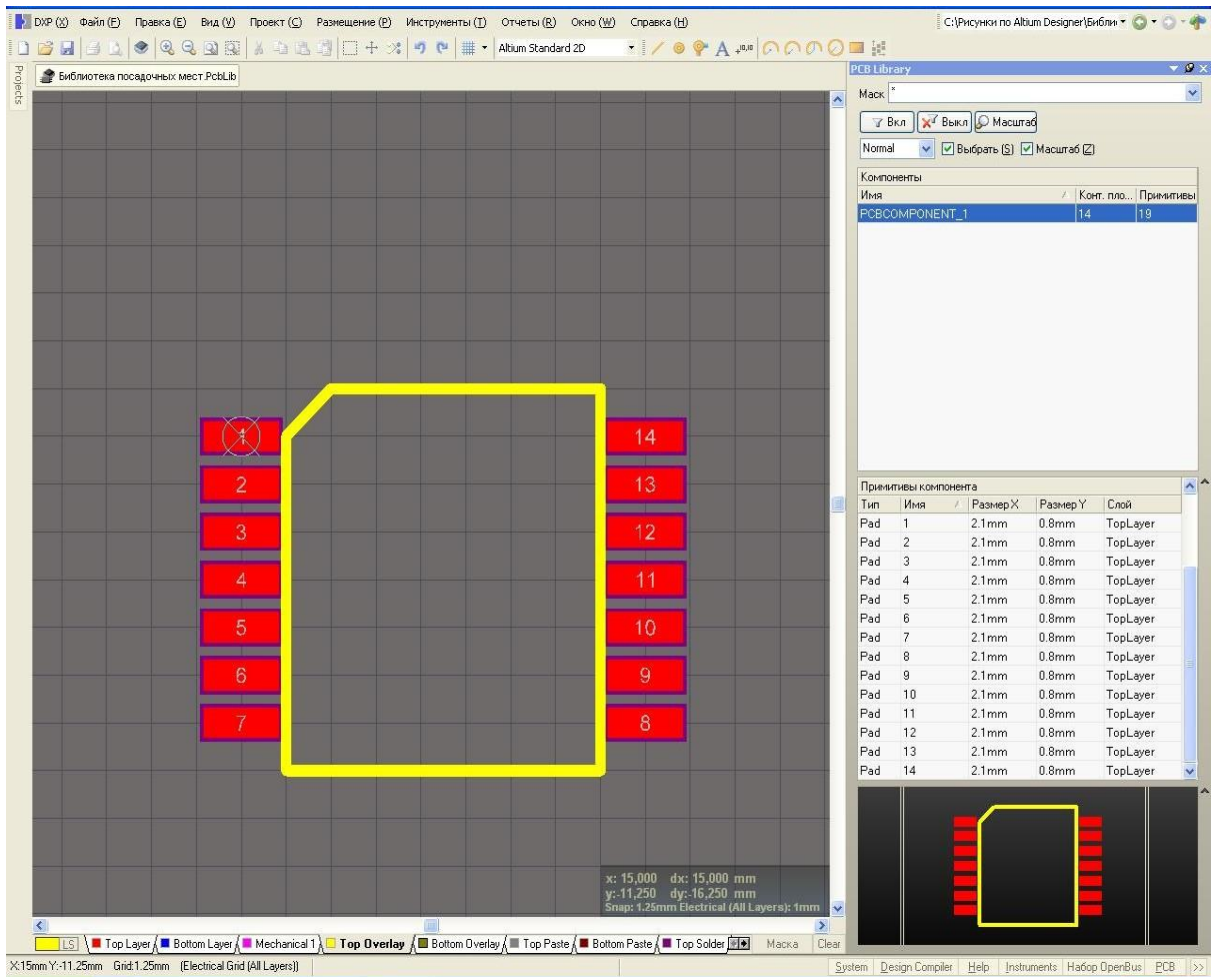


Рис. 3.9

Після цього в поле **Компоненти** вікна **PCB Library** подвійним клацанням ЛК за назвою компонентів відкрити вікно **Посадочное місце компонента**, в якому вказати тип ПМ 401.14 (рис. 3.10). Натиснути **Ок**.

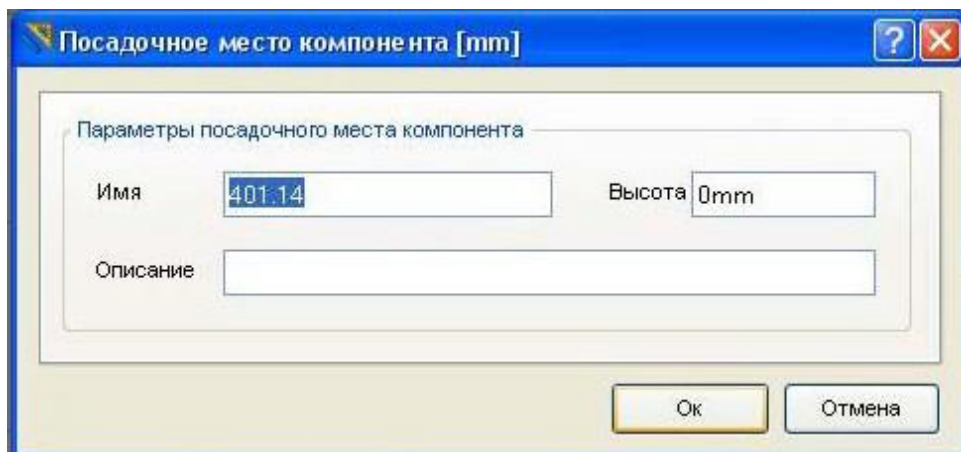


Рис. 3.10

Виконати команди **Файл / Зберегти всі**.

Створення посадкового місця мікросхеми К511 ПУ2 зі штирові виводами

У нижній частині екрана праворуч клацнути ЛК по **PCB / PCB Library**. Відкриється менеджер бібліотеки компонентів, який можна за синю смугу перемістити в потрібне місце екрану (рис. 3.11). Клацнути ПК в поле **Компоненти** вікна менеджера **PCB Library**, відкриється меню, в якому вибрати **Новий бланк компонента**.

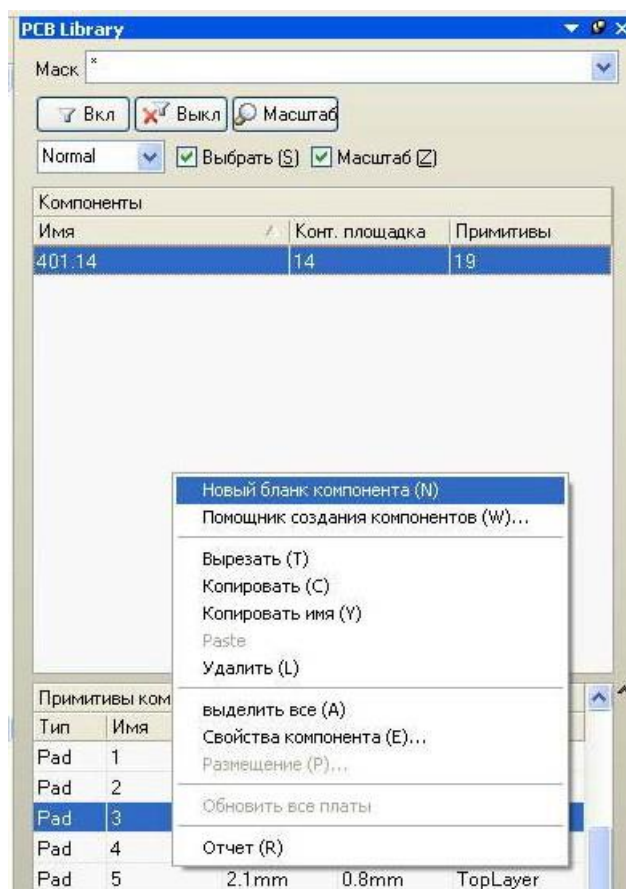


Рис. 3.11

Для виключення помилки при установці мікросхеми на плату, все КП, крім 1-й, задаємо круглої форми, а 1-ю КП - квадратної форми. У таблиці **Ім'я** поля **Компоненти** додається рядок з назвою **PCB Component_1**. У нижній частині робочого поля вибрати верхній шар - **Top Layer**, сітку поставити з кроком 1.25 мм. Для цього натиснути **Ctrl + G**. Відкриється вікно, в якому виставити вказаний розмір (див. рис. 3.6, б) і натиснути **ОК**.

Виконати команди **Розміщення / Контактна майданчик** і натиснути **ТАВ**. Відкриється вікно налаштування контактних майданчиків - **Контактна площадка**, в якому задати в поле **Властивості** : Позначення 1, шар **Multi - Layer**, електричне коло - **No Net**, тип **Load**, галочку метал, в поле **Розміри і форма** вибрати **Верх-Середина-Низ** задати в поле довжина всюди - 1.4, в поле ширина - 1.4, в полі форма **Rectangular**, зміщення від центру отвору - 0 мм, в полі **Залуження паяльної пасти** - індивідуально 0, в поле **Перевищення захисної маски** також індивідуально - 0.1 мм. Натиснути **Ок**. (Рис.3.12).

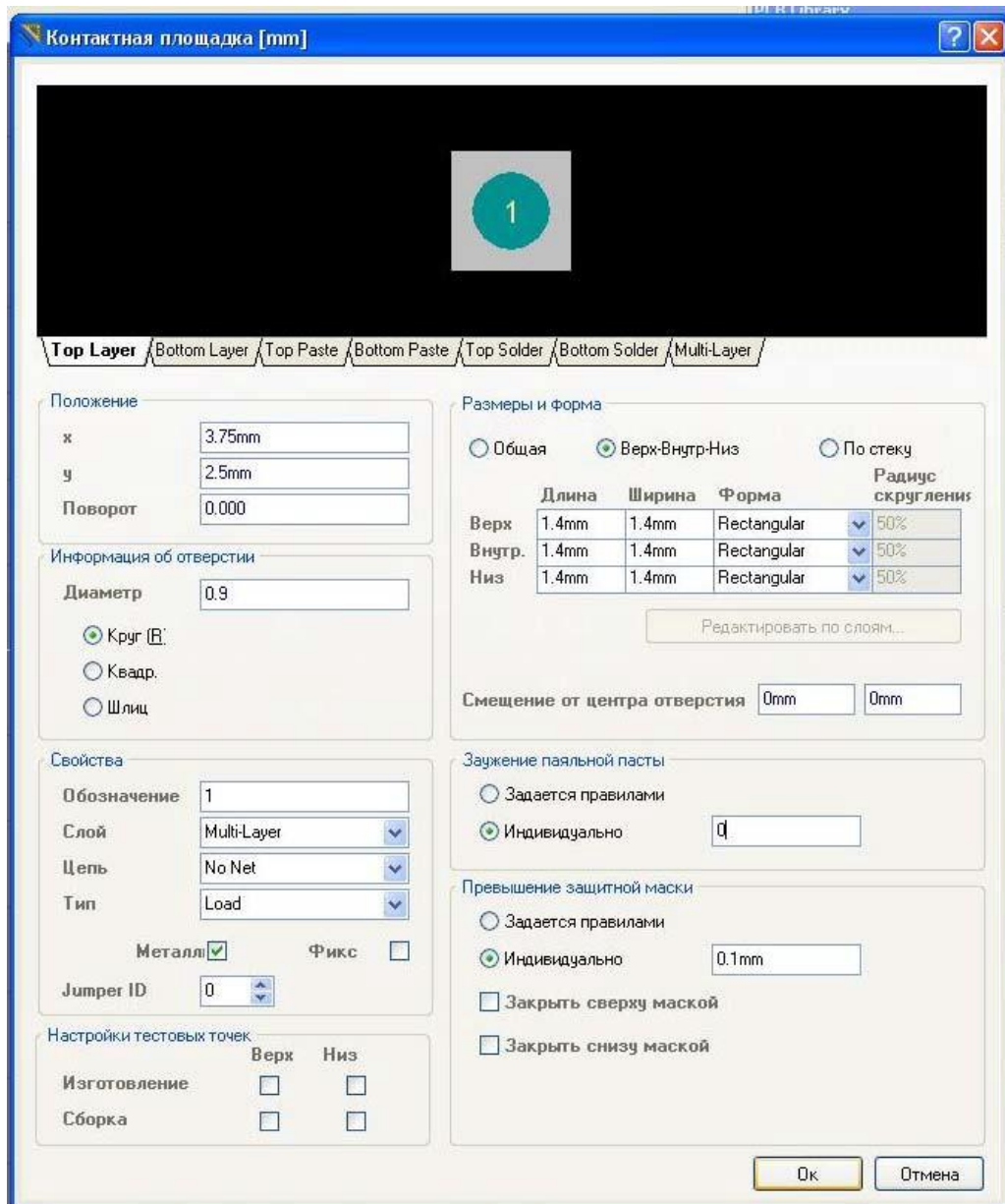


Рис. 3.12

1-у КП встановити в початок координат. Для цього клацнути ЛК на робочому полі і натиснути клавішу **J**. Відкриється вікно **Jump To Location**. У ньому задати по осі ОХ і осі ОУ значення 0 і натиснути **Ок** (див. рис. 3.7, б). На робочому полі в зазначеному місці з'явиться перекреслений кружок. Клацнути по ньому ЛК, з'явиться 1-а КП, клацнути ЛК, потім клацнути ПК. Наступні тринадцять КП мають круглу форму, тому необхідно повернутися в меню **Контактна майданчик**, для чого натиснути **TAB**. В полі **Розміри і форма** в колонці **Форма** всюди вказати **Round** (коло). Натиснути **Ок**. Номер КП автоматично став другим і круглої форми. Після цього з кроком 2,5 мм встановити в лівому ряду шість КП, потім відступити по осі ОХ вправо на 7,5 мм і встановити наступні 7 КП, переміщуючись від низу до верху (нумерація КП, як і виводів на мікросхемах, виконується проти годинникової стрілки). Кожен раз при розміщенні черговий КП натискати ЛК. Отримали 14 КП (рис. 3.13).

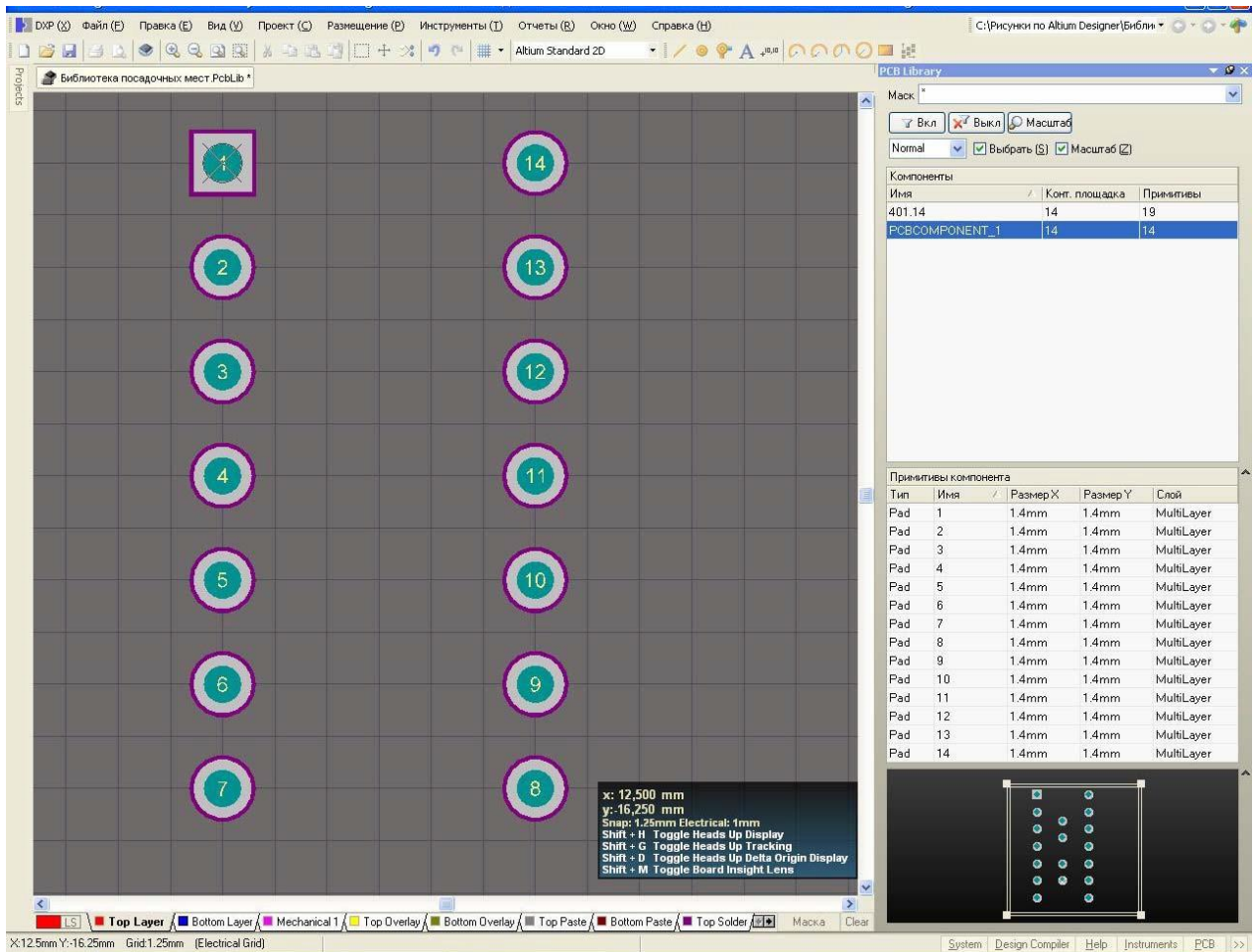


Рис. 3.13

Намалювати контур мікросхеми. Для цього вибрати шар **Top Overlay**, виконати команди **Розміщення / Лінія** і намалювати контур мікросхеми переміщенням ЛК. Спочатку клацнути ЛК в 1-й точці намальованої контуру, потім потягнути курсором лінію до найближчого повороту і клацнути ЛК, далі знову промальовувати продовження лінії, переміщаючи курсор. В останній точці натиснути ЛК, потім ПК (рис. 3.14) або натиснути **ESC**. Після цього в поле **Компоненти** виконати подвійне клацання ЛК за назвою компонентів. Відкриється вікно **Посадочне місце компонента**, в якому вказати тип ПМ DIP14, а в графі **Опис** вказати K511ПУ (рис. 3.15).

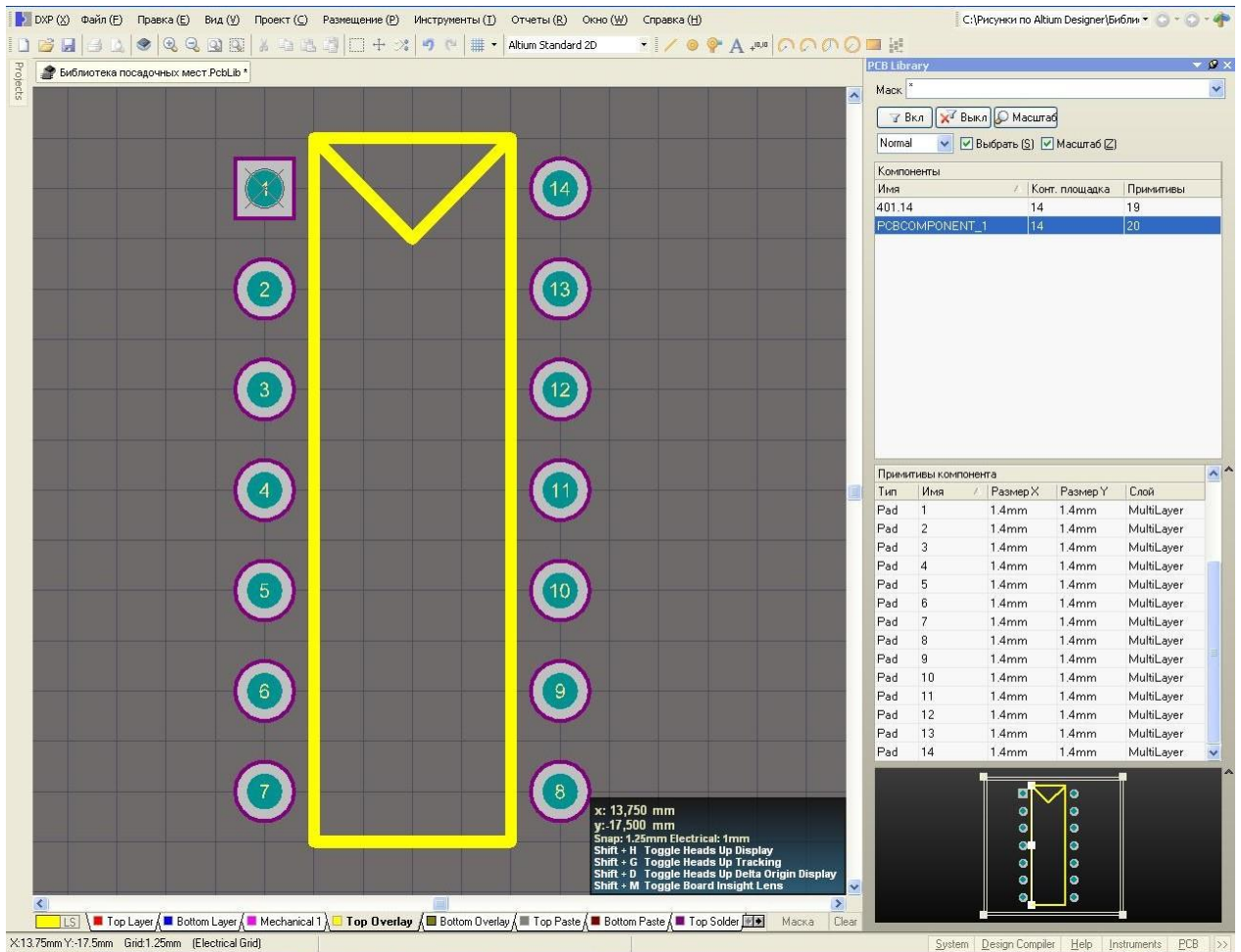


Рис. 3.14

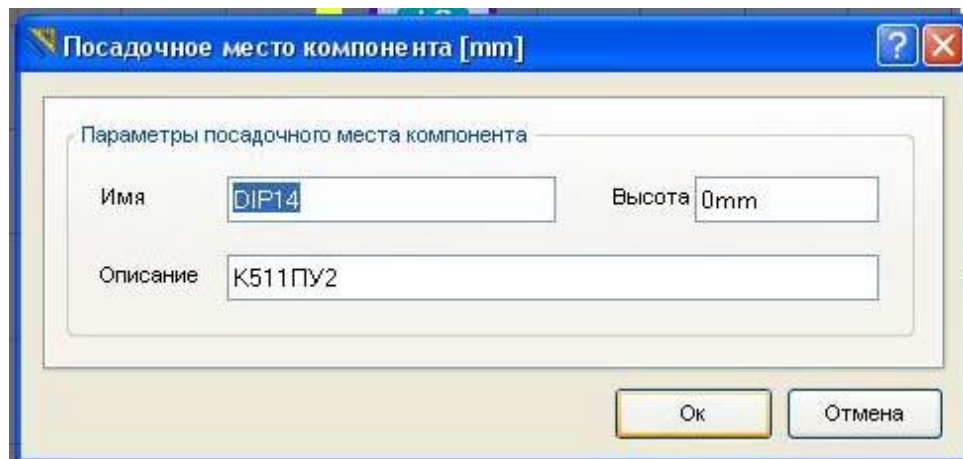


Рис. 3.15

Перевірити наявність помилок. Для цього виконати команди **Звіти / Перевірка компонента** (рис. 3.16). У вікні, поставити скрізь галочки (рис. 3.17). Натиснути **Ок**. Відкриється звіт (рис. 3.18).

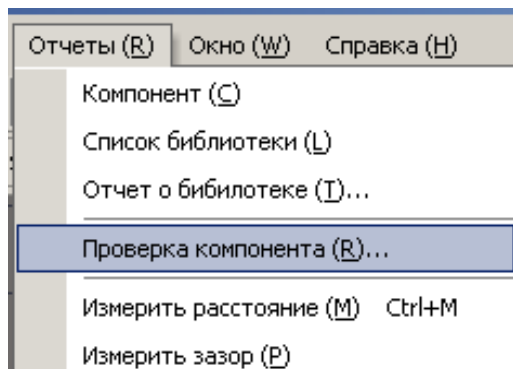


Рис. 3.16

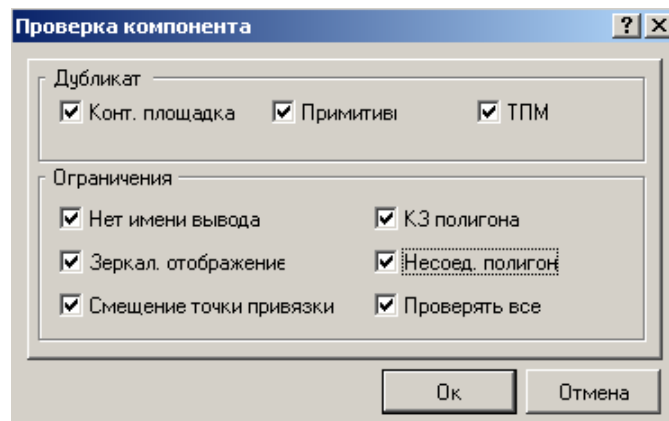


Рис. 3.17

Рис. 3.18

Якщо немає помилок, виконати команди **Файл / Зберегти всі**.

Порядок виконання роботи

1. Через кнопку Пуск в меню Програми завантажити САПР Altium Designer.
2. Відкрити редактор РСВ і створити файл бібліотеки посадочних місць.
3. Виконати початкові настройки робочого поля.
4. Створити посадочне місце для мікросхеми з пленарними виводами.
5. Створити посадочне місце для мікросхеми зі штирові виводами.
6. Зберегти результат.

Зміст звіту

1. Мета роботи.
2. Відомості про графічному редакторі РСВ і бібліотеці посадочних місць.
3. Порядок створення посадочного місця для мікросхеми з пленарними виводами.
4. Порядок створення посадочного місця для мікросхеми зі штирові виводами.
5. Ескізи посадочних місць або роздруківки.
6. Висновки.

Контрольні запитання

1. Яким чином виконуються основні настройки редактора ПМ?
2. Яким чином створюється бібліотека посадочних місць?
3. Поясніть призначення основних команд редактора.
4. Як задається крок сітки?
5. В якому шарі розміщуються контактні площадки мікросхеми з пленарними виводами?
6. В якому шарі розміщуються контактні площадки мікросхеми зі штирові виводами?
7. Поясніть порядок створення посадочного місця 401.14 для мікросхеми.
8. В якому шарі розміщується контур мікросхеми?
9. Як задаються параметри контактної площадки для пленарних виводів?

10. Як задаються параметри контактної площадки для штирьових виводів?
11. Поясніть порядок створення посадочного місця тип ПМ DIP14 для мікросхеми К511 ПУ2?
12. Яким чином задається на екрані видима сітка у вигляді ліній або точок?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4 УПАКОВКА ВИВОДІВ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ В САПР ALTIUM DESIGNER

Мета роботи - вивчення методики упаковки виводів конструктивних елементів засобами САПР **Altium Designer**; набуття навичок упаковки виводів конструктивних елементів РЕМ.

Упаковка виводів конструктивних елементів електронних засобів
Запустити САПР **Altium Designer** і в меню **Файл / Відкрити** вибрати свій проект - **Друкована плата .PrjPCB** (рис. 4.1).

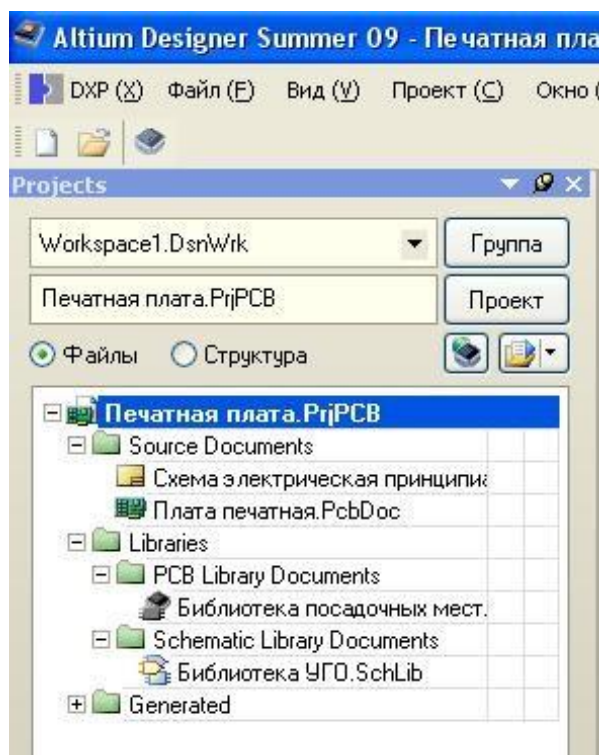


Рис. 4.1

В менеджері проектів подвійним клацанням ЛК вибрати **Бібліотека УГП SchLib**. Відкривається довільне УГП ЕРЕ. Потім справа в нижній частині екрана вибрати в меню **SCH**, клацнути по ньому і в контекстному меню вибрати **SCH Library** (рис. 4.2).

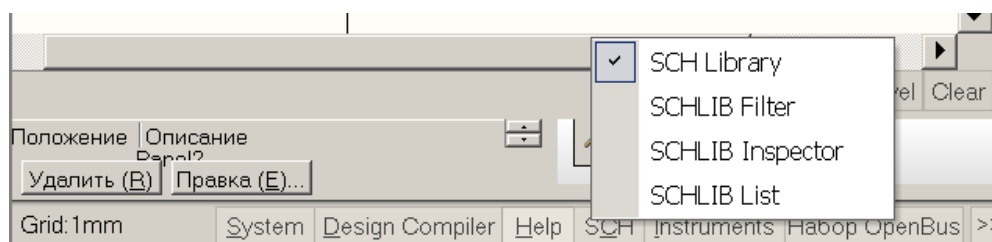


Рис. 4.2

Відкривається менеджер розробленої бібліотеки УГП (рис. 4.3).

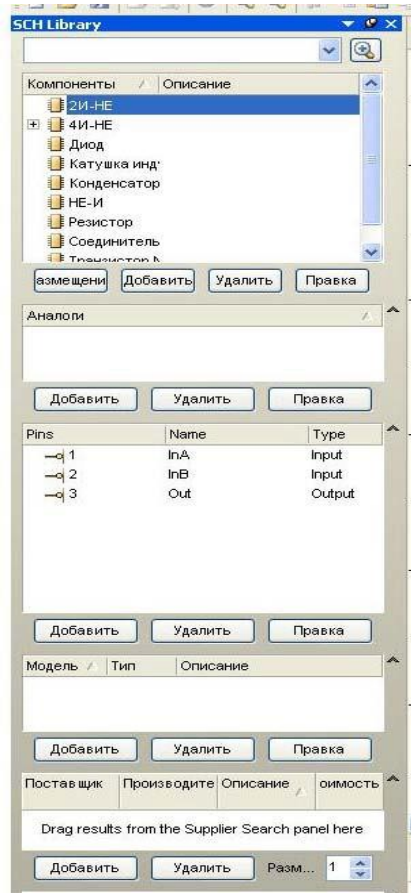


Рис. 4.3

Створення бібліотечного елемента мікросхеми К511ПУ2

Мікросхема К511ПУ2 складається з двох секцій НЕ-І та двох секцій 2 І-НЕ. Цоколювання дана в таблиці 4.1. У менеджері бібліотек в поле **Компоненти** клацанням ЛК по **НЕ-І** відкриваємо цей елемент **НЕ-І**. Потім в менеджері бібліотек перейменуємо елемент **НЕ-І** в елемент **2І-НЕ / НЕ-І**. Для чого двічі клацнемо ЛК по ньому. Відкриється вікно **Library Component Properties** (рис. 4.4). Натиснути **Ок**.

Таблиця 4.1

№ виведення	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Назва	E	In	Out	E	In	Out	корп	Out	InB	InA	Out	InB	InA	+15

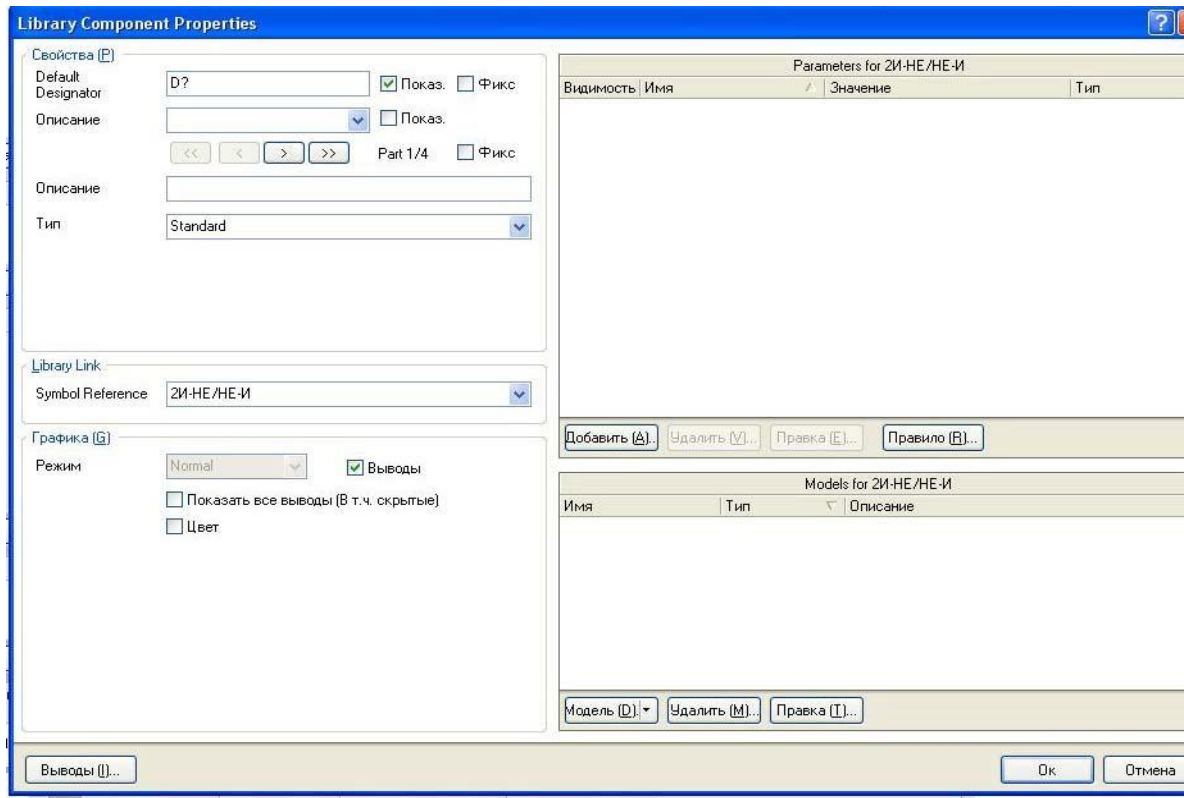


Рис. 4.4

В меню **Інструменти** вибираємо **Нова осередок компонента** (рис. 4.2). У менеджері з'явився компонент Part A, потім повторимо процедуру, і з'явиться компонент Part B (рис. 4.5).

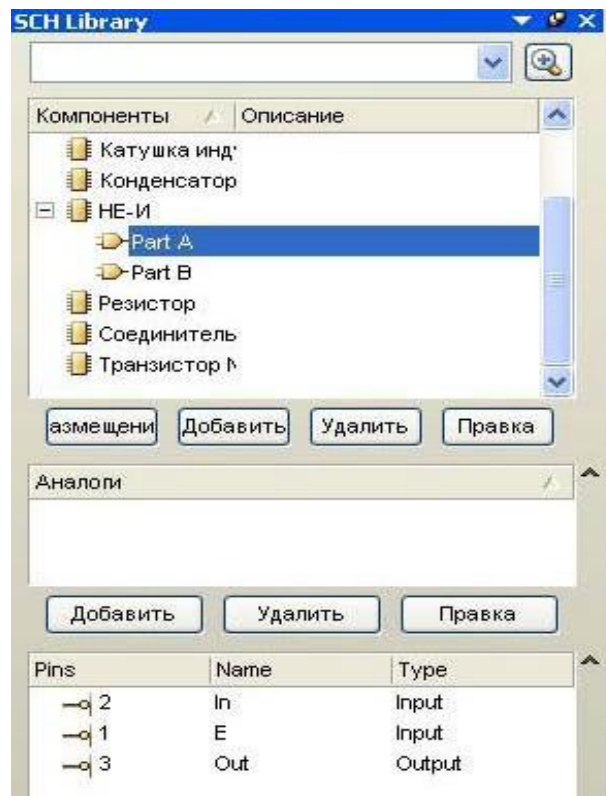


Рис. 4.5

Part A є, а щоб отримати **Part B**, треба скопіювати зображення **Part A** охоплює прямокутником (Ctrl + C), клацнути ЛК на початок 1-го виведення, вказавши тим самим точку прив'язки (перехрестя). Потім клацнути в менеджері по зображенню **Part B** і вставити в початок координат копію **Part A** (Ctrl + V). Для цього переміщенням маніпулятора, утримуючи клавішу **Ctrl** зменшити масштаб до тих пір, поки не будуть чітко видно початку координат (рис. 4.6).

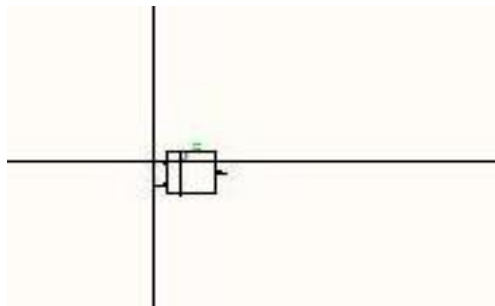


Рис.4.6

Тепер **Part B** треба відредагувати згідно корпусу мікросхеми. Для цього клацнути ЛК двічі по першому виводу і в вікні, поміняти номер першого виведення E з 1-го відповідно до корпусу мікросхеми на 4-й. Аналогічно вчинити з усіма виводами **Part B**: 2-й (In) на 5-й; 3-й (Out) на 6-й (рис. 4.7). Видаляємо виводи 7 (GND) і 14 (+5 в). Одночасно поставити галочку **Приховати**.

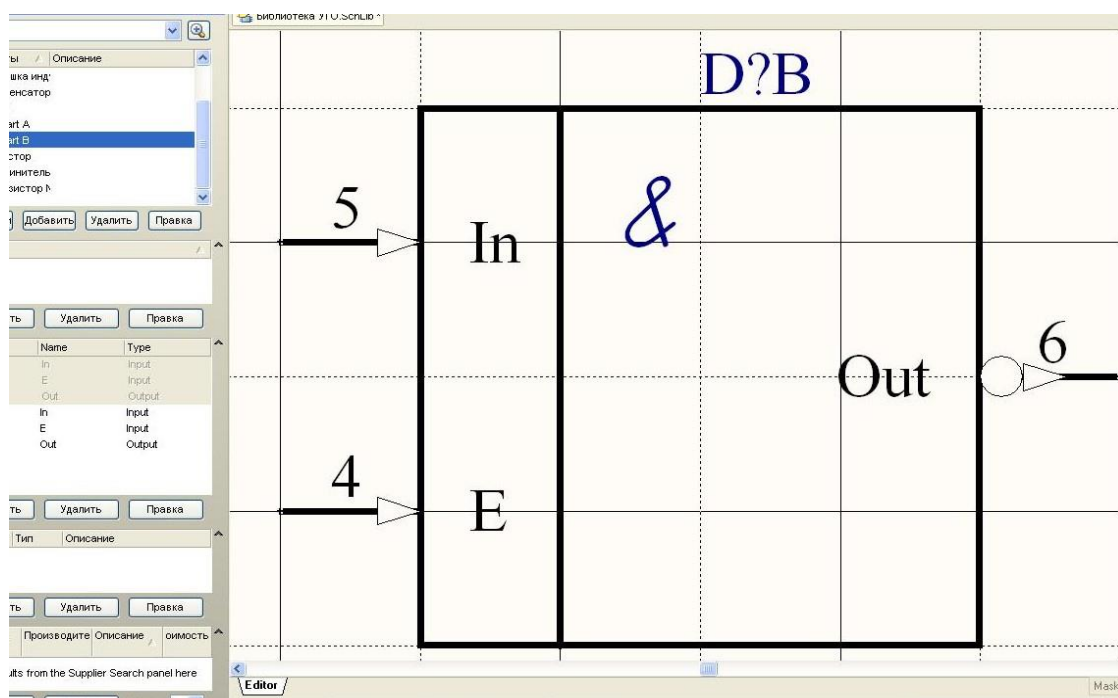


Рис.4.7

Оскільки в мікросхемі 3-тя і 4-я секції іншого типу, командами **Інструменти / Нова осередок компонента** двічі аналогічно отримати секції **Part C** і **Part D**. Для цього в менеджері бібліотек в поле компоненти виділити **2 I-HE** клацанням ЛК і скопіювати його. Клацнути по **Part C**, потім ЛК в робочому полі на початку координат і вставити **2 I-HE**, натиснувши Ctrl + V.

Після цього аналогічно клацнути по **Part D** і вставити в нього **2 I-HE**. Тепер **Part C** треба відредувати згідно корпусу мікросхеми K511ПУ2. Для цього клацнути ЛК двічі по виводі **In A** і у вікні, **Властивості виведення** поміняти його номер відповідно до корпусу мікросхеми на 13-й. Аналогічно вчинити з усіма виводами **Part C**: **In B** на 12-й; **Out** на 11-й. Натиснути **Ок** (рис. 4.8).

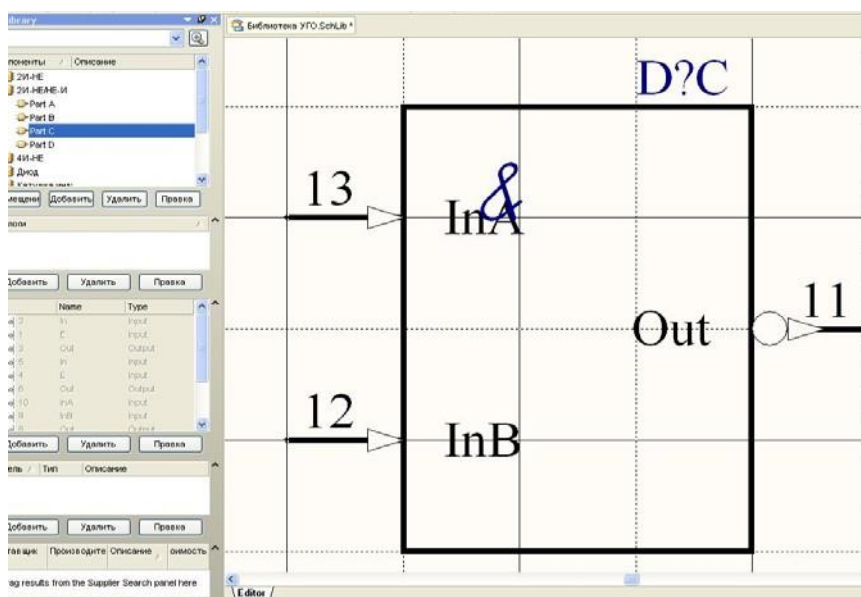


Рис. 4.8

Після цього скопіювати його, клацнути по **Part D** і вставити збережений **2 I-HE**. Далі його відредувати: виводу **In A** привласнити номер 10, **In B** - номер 9, **Out** - номер 8 (рис. 4.9).

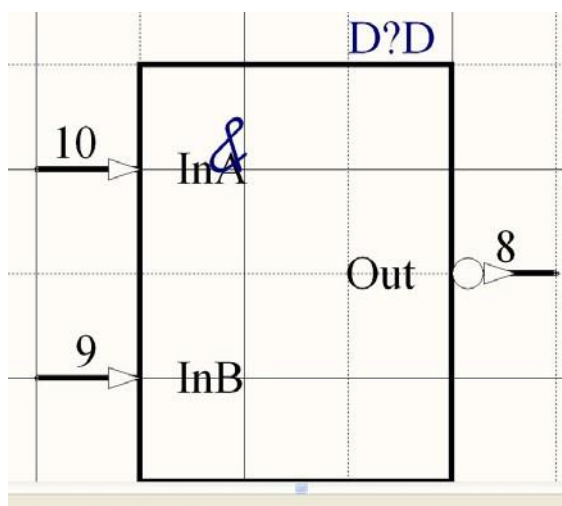


Рис. 4.9

Потім в нижній частині екрана в поле **Editor** клацнути по кнопці **Add Footprint**. Відкриється вікно **Модель компонента на платі**. В поле **Посадочне місце** клацнути по кнопці **Огляд**. Відкриється вікно **Перегляд бібліотек** (рис.4.10).

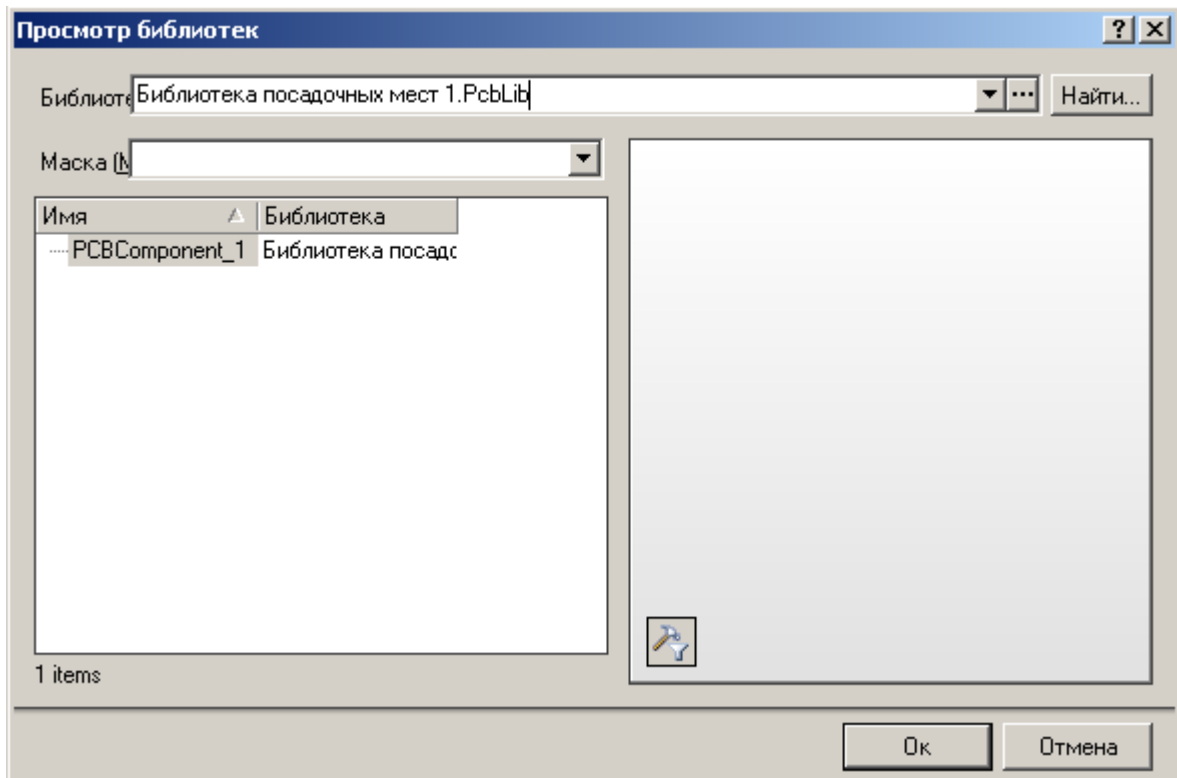


Рис. 4.10

У вікні **Бібліотека** висвітиться назва **Бібліотека посадочних місць pcbLib**. У вікні **Ім'я** вибрати тип корпусу **DIP 14** і натиснути **Ок** (рис. 4.11). Далі у вікні **Модель компонента на платі** клацнути по кнопці **Вивід**. Відкриється додаткове вікно **Відображення моделі**. По ньому перевірити відповідність виводів в УГП з виводами корпусу мікросхеми (рис. 4.12), натиснути **Ок** в обох вікнах.

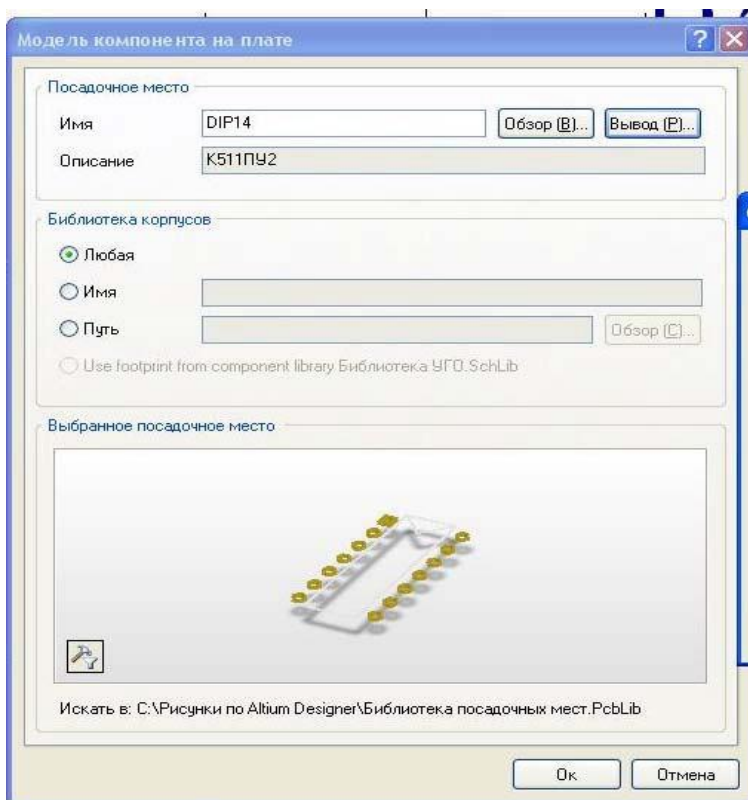


Рис. 4.11

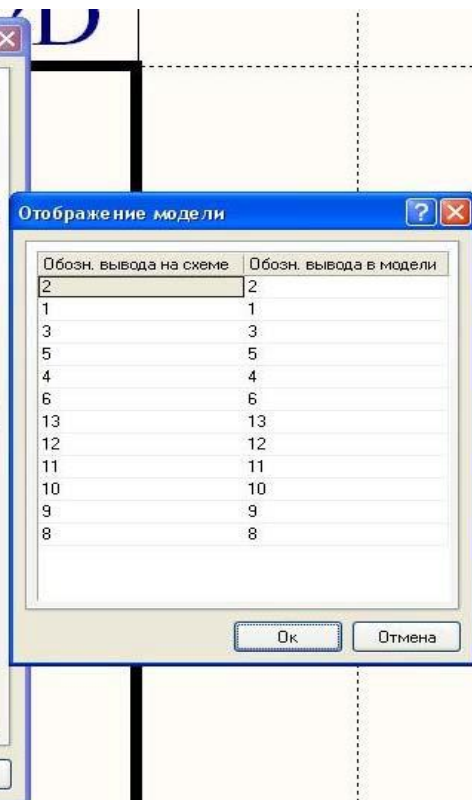


Рис. 4.12

У нижній частині екрана в поле **Editor** і в менеджері бібліотеки УГП в списку моделей з'явиться запис упакованого бібліотечного компонента **DIP14 Footprint K511ПУ2**. Щоб перевірити правильність виконаної упаковки, клацаємо двічі ЛК за назвою компонента **2 I-HE / HE-I** в вікні **Компоненти менеджера бібліотек**. Відкриється вікно **Library Component Properties** (рис. 4.13).

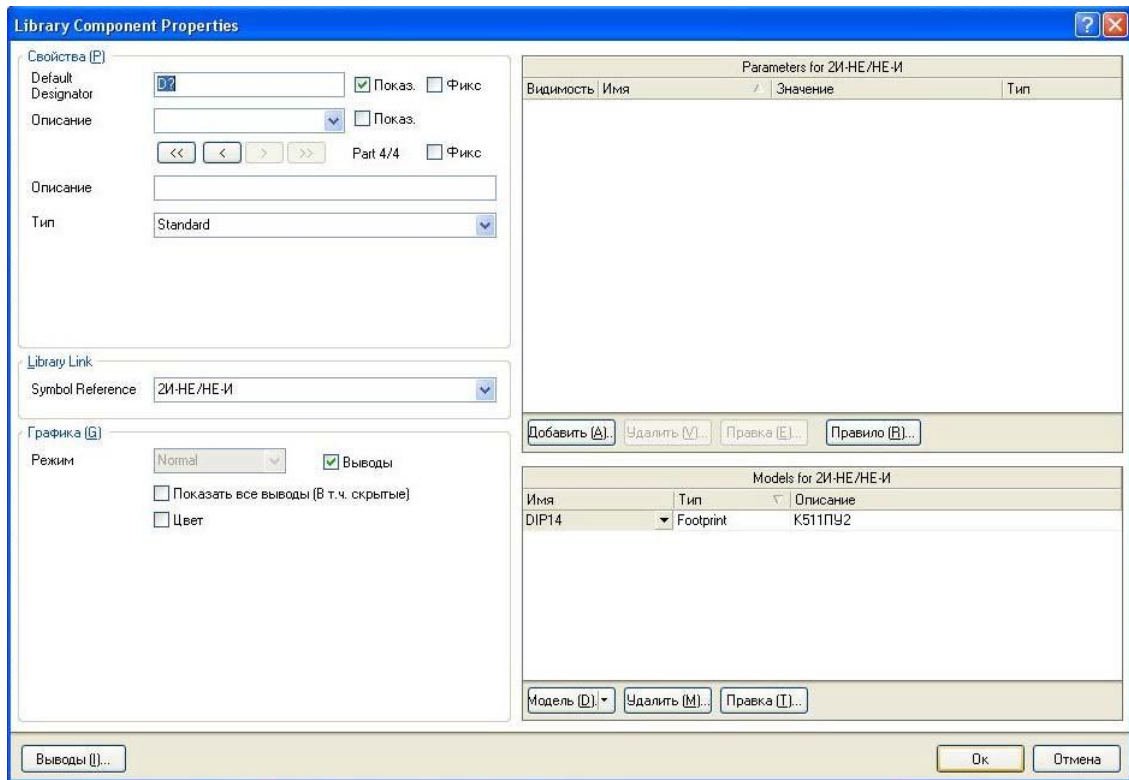


Рис. 4.13

Натиснувши на кнопці **Выводы (Edit Pins)**, відкриється вікно **Редагування виводів компонентів**, по якому можна перевірити правильність упаковки (рис. 4.14).

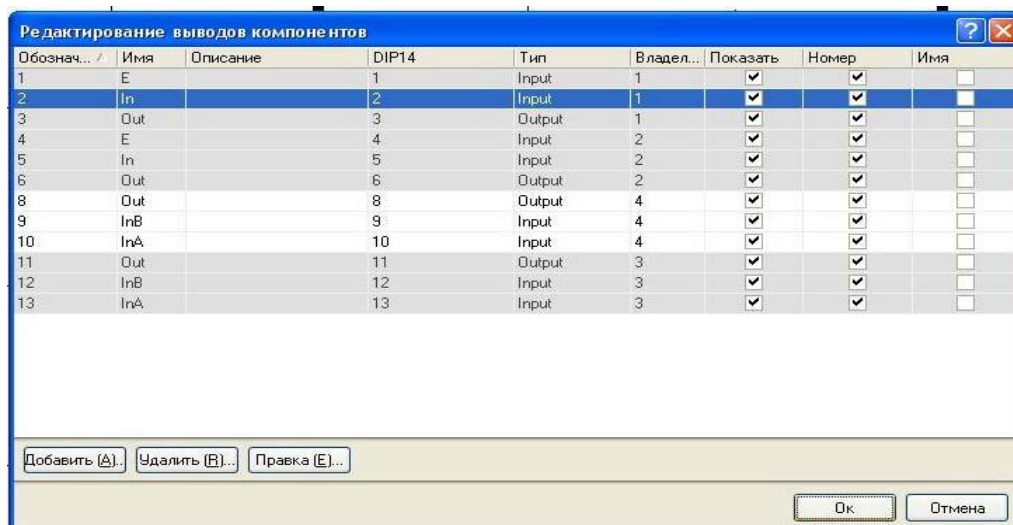


Рис. 4.14

Натиснути **ОК**. Створено бібліотечний компонент мікросхеми K511ПУ2. Перевірити наявність помилок. Для цього виконати команди **Звіти / Перевірка компонента** (рис. 4.15). У вікні, поставити скрізь галочки (рис. 4.16). Натиснути **Ок**. Відкриється звіт (рис. 4.17).

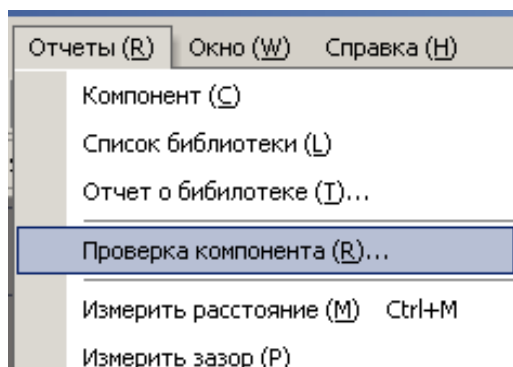


Рис. 4.15

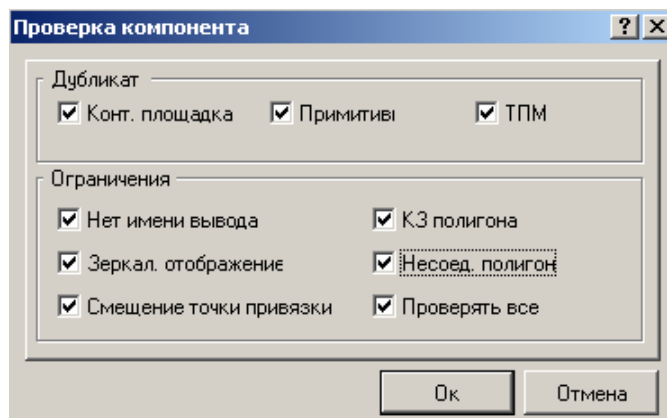


Рис. 4.16

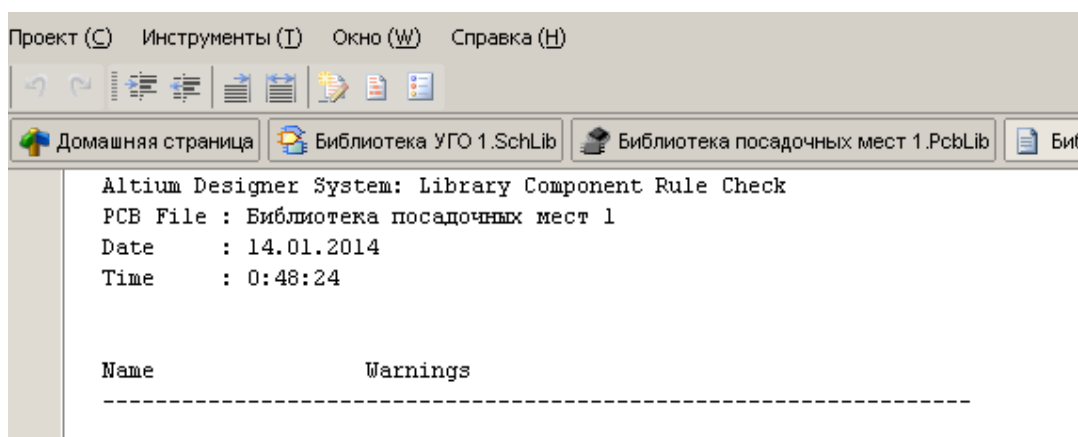


Рис .4.17

Якщо помилок немає, виконати команди **Файл / Зберегти всі**.

Порядок виконання роботи

1. Через кнопку Пуск в меню Програми завантажити САПР Altium Designer.
2. Вибрати **Бібліотека УГП SchLib**.
3. Створити бібліотечний елемент мікросхеми K511ПУ2.
4. Зберегти результат.

Зміст звіту

1. Мета роботи.
2. Відомості про порядок створення бібліотечних елементів в САПР Altium Designer.
3. Порядок створення бібліотечного елемента мікросхеми K511ПУ2.
4. Ескіз і цоколевка мікросхеми K511ПУ2.
5. Висновки.

Контрольні питання

1. Яким чином відкривається **Бібліотека УГП SchLib**?
2. Яким чином створюється бібліотечний елемент?
3. Як створюється бібліотечний елемент мікросхеми K511ПУ2?
4. Як створюється новий компонент мікросхеми?
5. Як редагується новий компонент мікросхеми?
6. Як підключається посадочне місце до електричної частини мікросхеми?
7. Як перевірити відповідність виводів в УГП виводів корпусу мікросхеми?
8. Як редагуються виводи компонентів мікросхеми?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5 СТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ РЕДАКТОРОМ SCHEMATIC САПР ALTIUM DESIGNER

Мета роботи - вивчення порядку роботи з графічним редактором **Altium Designer Schematic**; придбання навичок введення і оформлення схем електричних принципів в САПР **Altium Designer**.

Опис редактора Altium Designer Schematic

В САПР **Altium Designer** для створення схем електричних принципів використовується графічний редактор **Schematic**. Інтерфейси графічних редакторів САПР мають багато спільних рис, тому, вивчивши один редактор, легко можна перейти до роботи з іншими редакторами.

Відкрити файл **Друкована плата .PrjPCB**. З'явиться менеджер проектів. Клацнути двічі ЛК по **Схема електрична принципова**. На робочому полі з'явиться формату аналог А4. Налаштуємо редактор. Для цього клацнути ПК в робочому полі і виконати команди **Опції / Опції документа** (рис. 5.1).

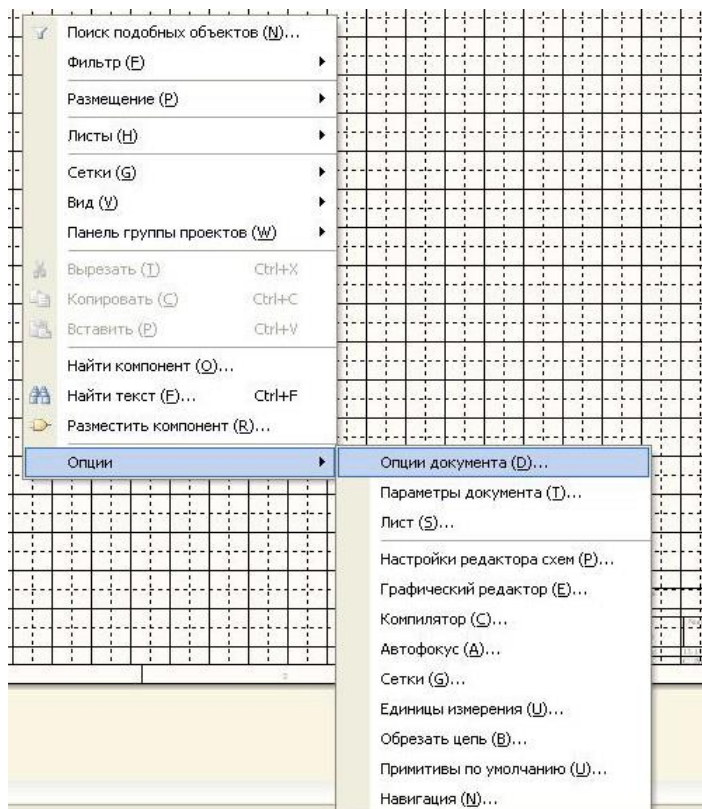


Рис. 5.1

Відкриється вікно **Опції документа**, в якому на закладці **Опції листа** виконати основні настройки формату А3 або А4 (рис. 5.2), а на закладці **Од. вим.** встановити метричну систему **Millimeters** (рис. 5.3).

Далі клацнути ПК в робочому полі і виконати команди **DXP / Preferences**. Вікно **Налаштування Schematic - General** заповнити згідно рис. 5.4. Натиснути **Ок**.



Рис. 5.2

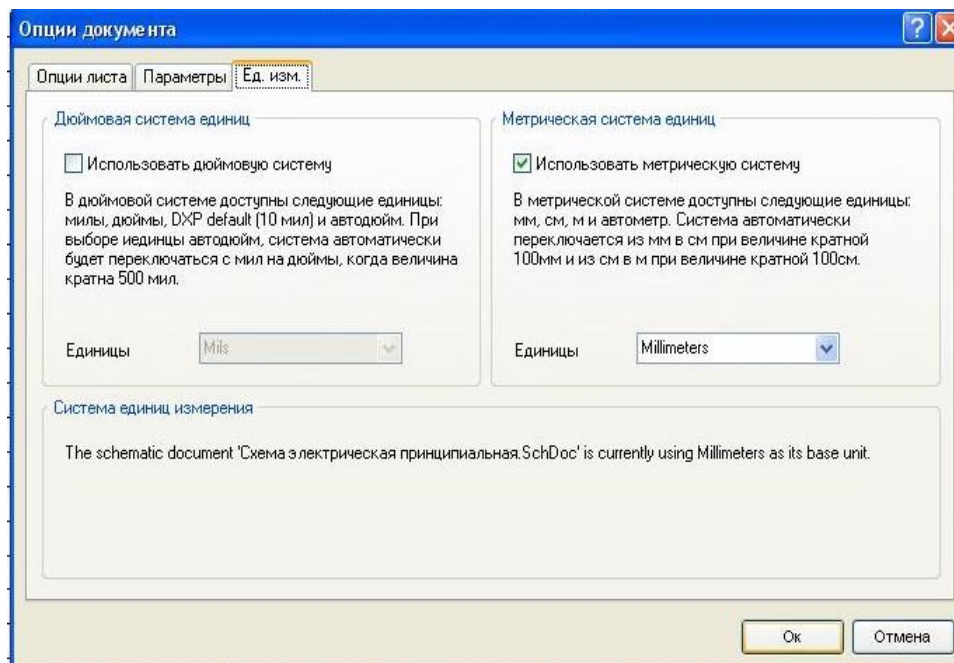


Рис. 5.3

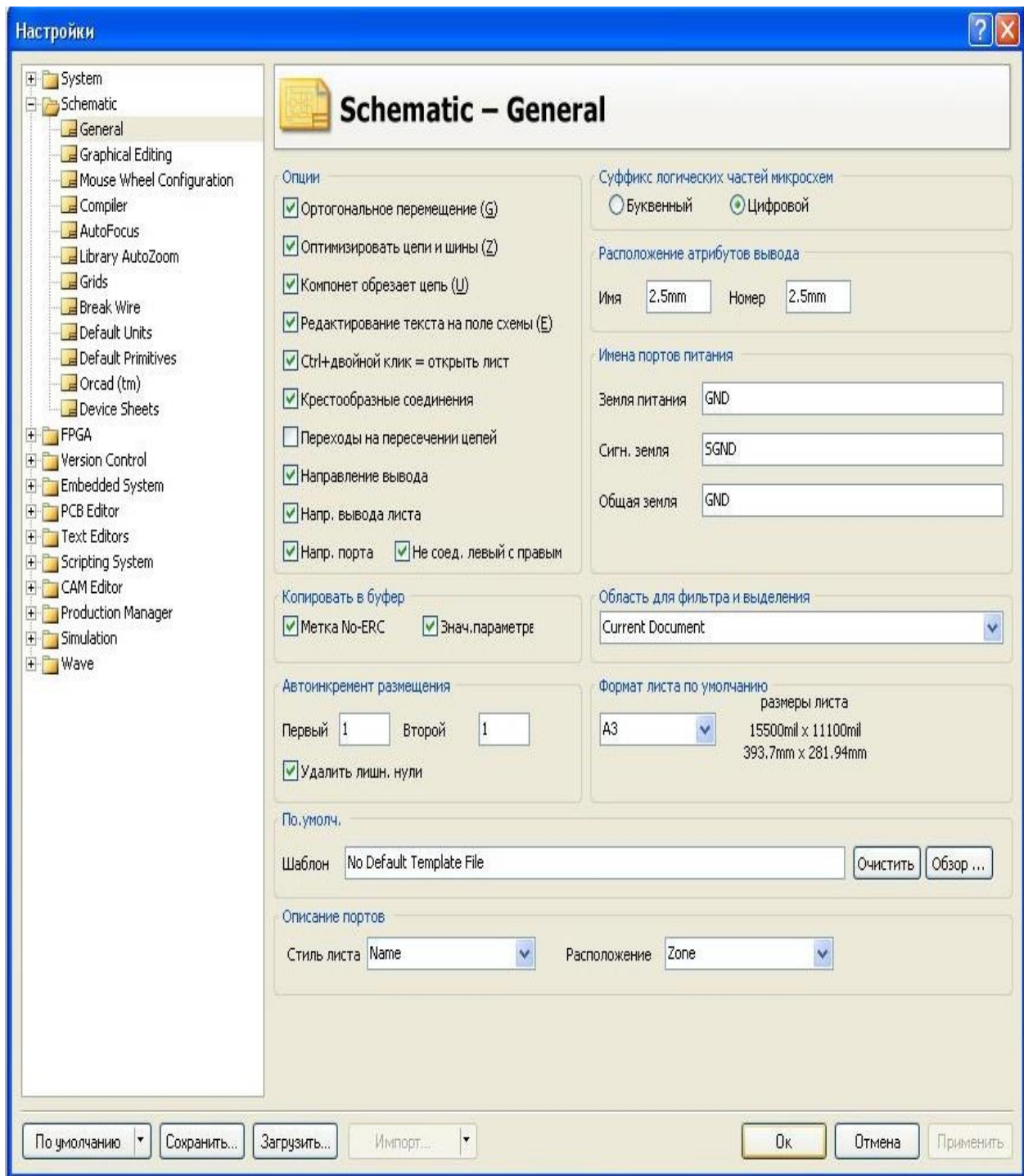


Рис. 5.4

Потім виконати команди **Опції / Графічний редактор** і зробити налаштування згідно рис. 5.5.

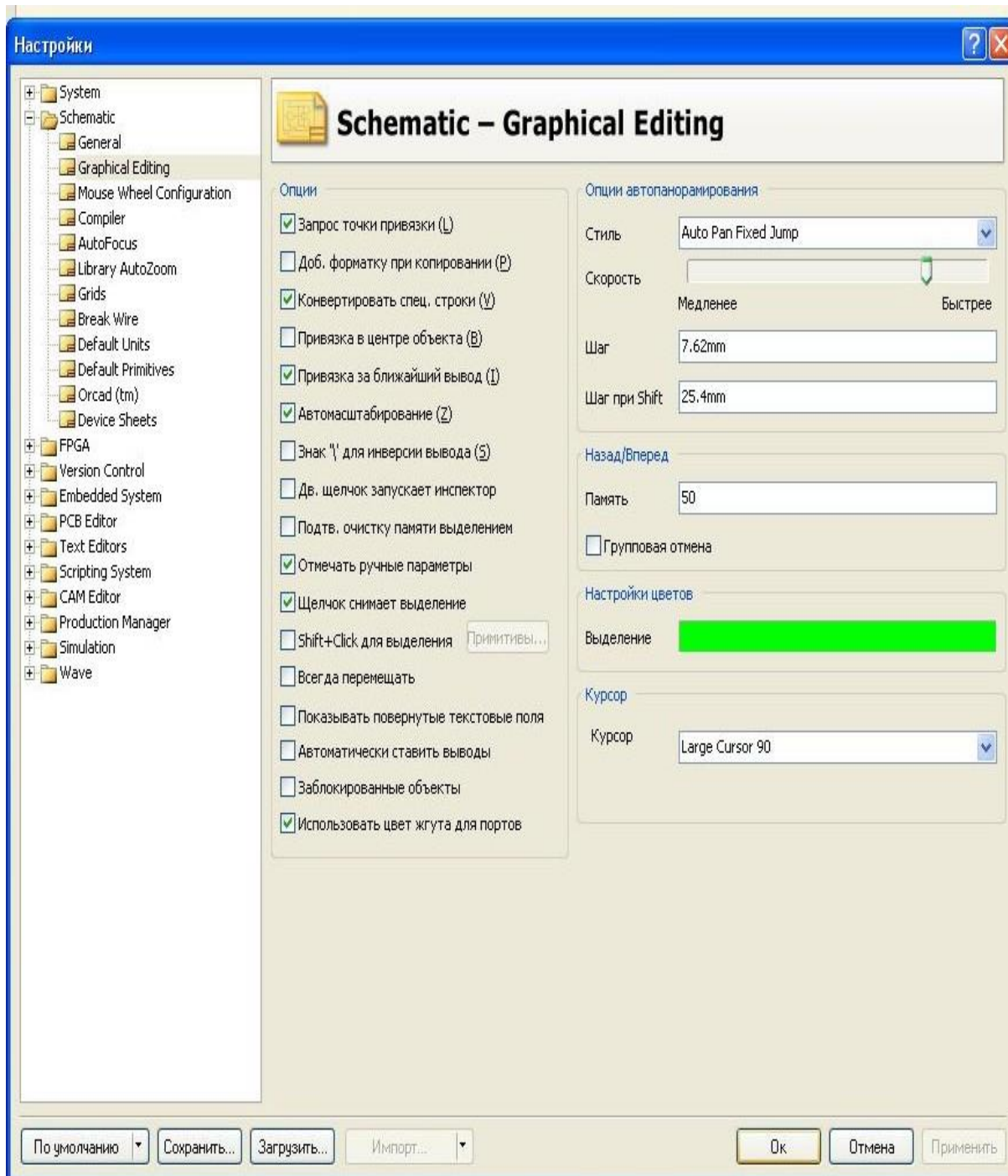


Рис. 5.5

Встановити крок сітки рівний 5 мм. Для цього вибрати в останньому вікні закладку **Grids** (Сітки) і у вікні, задати значення кроку сітки = 5 mm (рис.5.6). Натиснути **Ок**.

Щоб поміняти крок сітки досить клацнути ЛК в робочому полі і натиснути клавішу **G**. Після цього в лівому нижньому кутку екрану буде змінюватися його значення: **Grid: 0.5; Grid: 1.0; Grid: 2.5** або **Grid: 5**.

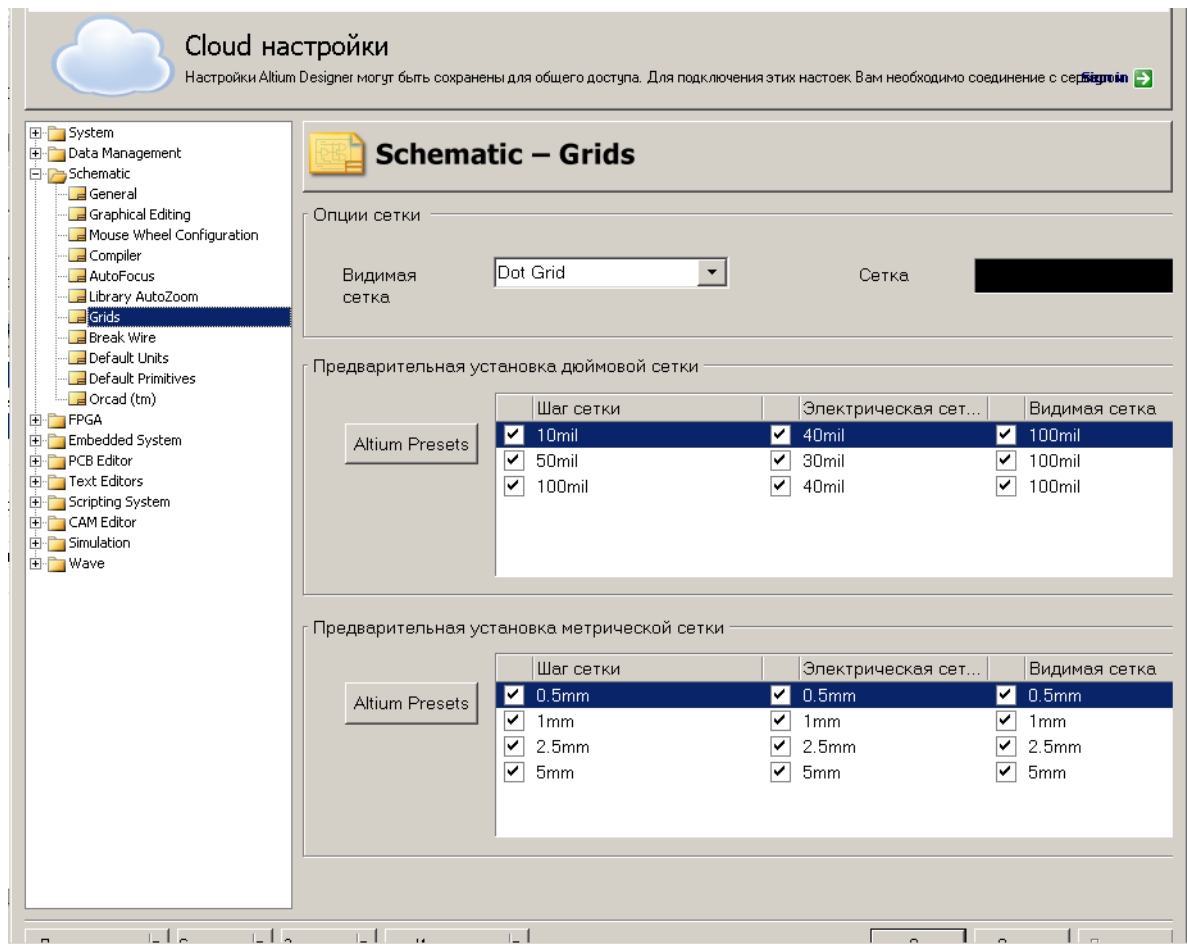


Рис. 5.6

Приклад створення принципової електричної схеми в САПР Altium Designer

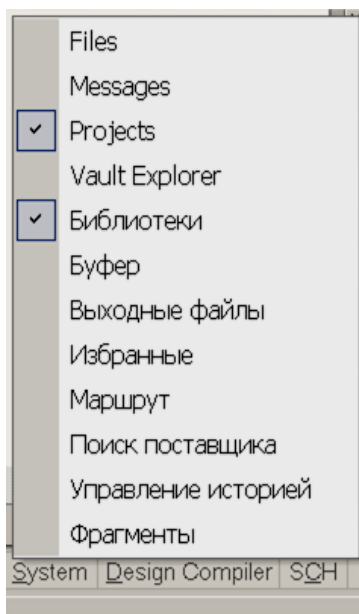
Щоб створити схему з бібліотечних елементів треба викликати на екран створені бібліотеки. Для цього в меню внизу екрана клацнути ЛК по **System**. У випадаючому меню вибрати **Бібліотеки** (рис. 5.7, а). Справа відкриється менеджер **Бібліотеки**, в якому вибрати бібліотеку УГП **Бібліотека УГП SchLib** (рис. 5.7, б). Далі переключитися в менеджері проекту на **Схема електрична принципова .SchDoc** і перевірити, якого кольору листок праворуч від **СхемаSchDoc**. Якщо він червоний, то виконати команди **Файл / Зберегти всі**.

Розміщення ЕРЕ на схемі

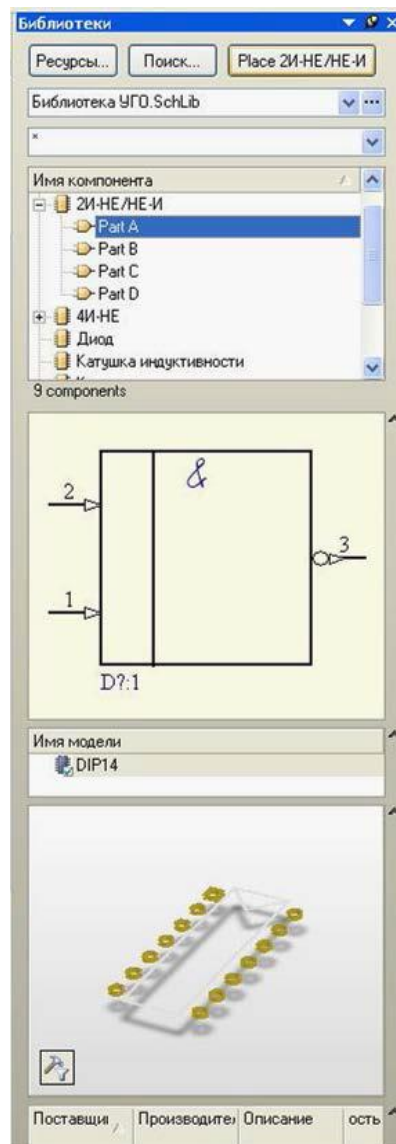
З елементів бібліотеки набрати електричну схему. У списку **Ім'я компонента** вибрати необхідний елемент, наприклад, 2 I-HE / HE. Виділити його клацанням ЛК і клацнути ЛК по + перед назвою елемента. У вікні **Ім'я компонента** відкриваються чотири секції мікросхеми PartA - PartD, які послідовно треба встановити на схемі. Суфікс логічних елементів схеми - Part1 можна задати цифрами. Для цього виконати команди **DXP / Preferences / Schematic / General** в поле **Суфікс логічних елементів схеми** вибрати **Цифровий**.

Після цього клацнути по кнопці **Place 2 I-HE / HE-1** (рис. 5.7, б) і перемістити курсор в робоче поле креслення. За ним потягнеться 1-я секція

мікросхеми **PartA**. Вибрати місце на кресленні для її установки і клацнути ЛК. Вона зафіксується на кресленні і з'явиться наступна секція **PartB**.



а



б

Рис. 5.7

Для розміщення всієї мікросхеми клацнути послідовно чотири рази зверху вниз, розміщуючи при кожному натисканні наступну по порядку секцію (рис. 5.8). Потім аналогічно встановити ще дві мікросхеми 2 І-НЕ / НЕ-І (рис. 5.9). Для завершення процедури розміщення клацнути ПК.

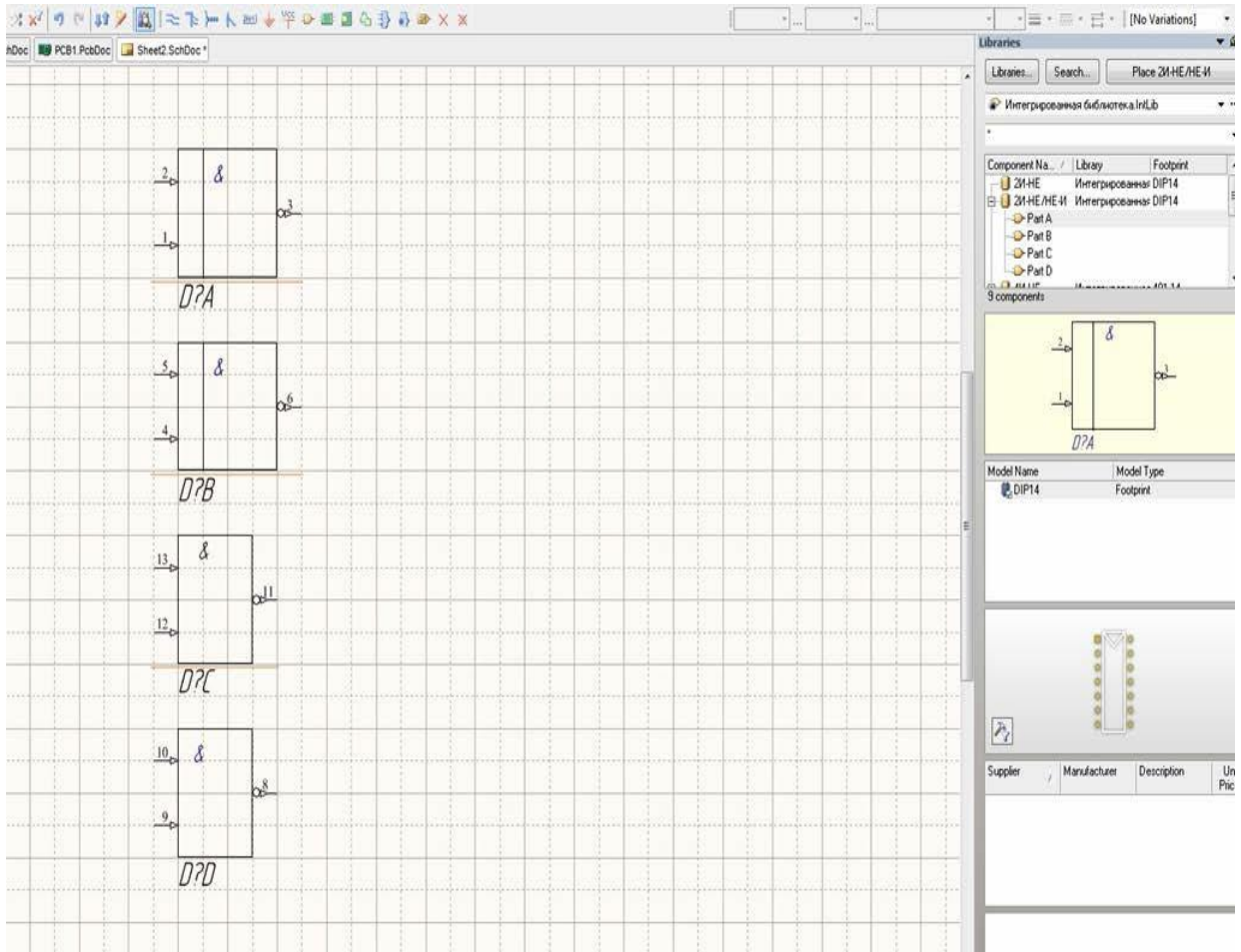


Рис. 5.8

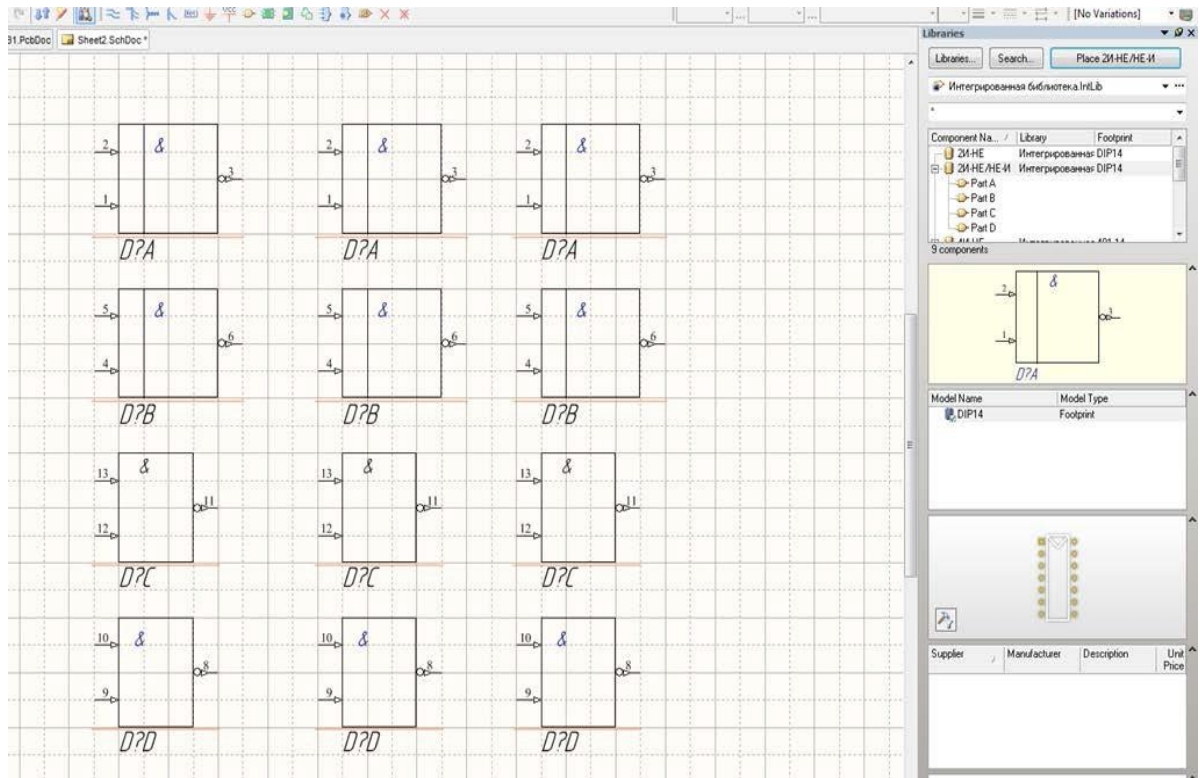


Рис. 5.9

Для того щоб було зручніше читати креслення, видиму сітку необхідно задати точками. Для цього у вікні **Schematic Grids** в поле **Опції сітки** в віконці **Видима сітка** вибрати **Dot Grids** (рис. 5.10).

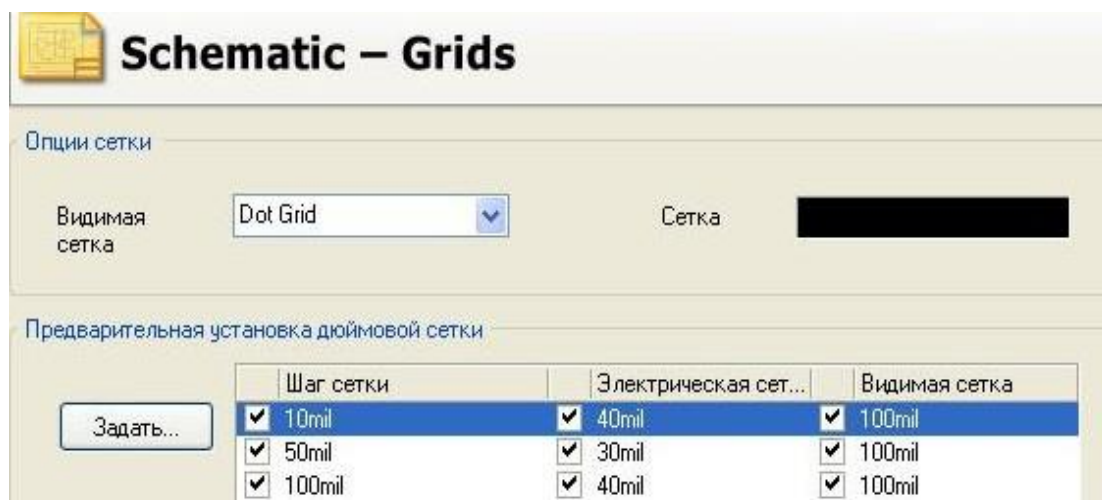


Рис. 5.10

Розміщення з'єднань на схемі

Тепер з'єднати виводи ЕРЕ електричними колами. Для цього виконати команди **Розміщення / З'єднання**. Курсор перетвориться на подвійне перехрестя. Навести його на 1-й по порядку сполучається вивід. У момент суміщення його з виводом хрестик у формі літери x стане червоного кольору. Це свідчить про суміщення курсора з виводом УГП. У цей момент клацнути ЛК. Розпочнеться побудова електричного кола. Перемістити курсор в наступний вивід і в момент суміщення з черговим виводом знову клацнути ЛК. Процедуру продовжувати до побудови всього кола. Коли електричне коло буде побудована, клацнути ПК (рис. 5.11, а). Після цього побудувати наступне електричне коло і так до тих пір, поки не будуть побудовані всі кола схеми.

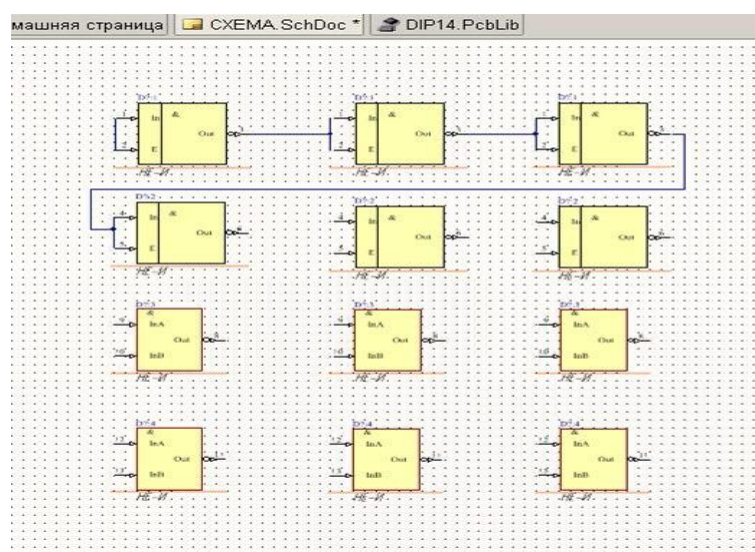


Рис. 5.11, а

Після побудови схеми елементи на ній ще не мають позиційних позначень. Щоб їх привласнити, виконати команди **Інструменти /**

Перенумерація. З'явиться вікно **Нумерація**. У вікні поля **Напря́м нумерації** вибрати **Down Then Across** (рис. 5.11, б).

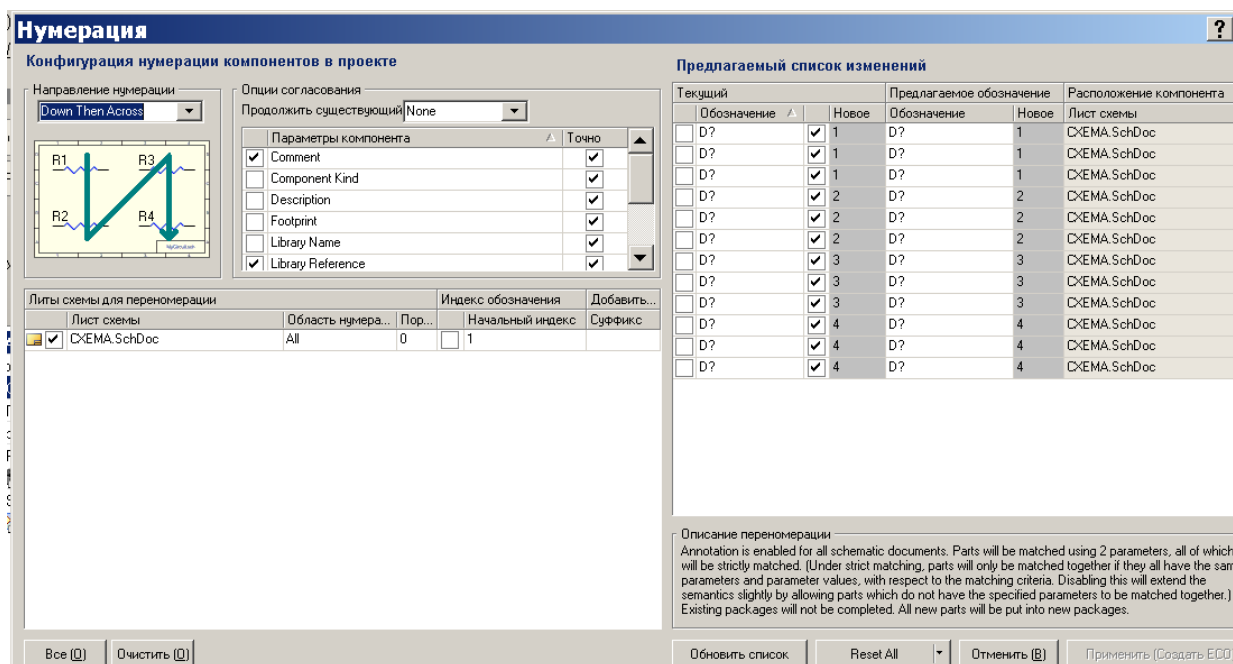


Рис. 5.11, б

Натиснути кнопку **Оновити список**. З'явиться вікно **Information** (рис. 5.12), в якому зазначено число змін у схемі. Натиснути **Ок**.



Рис. 5.12

У нижній частині цього вікна натиснути кнопку **Застосувати (Створити ЕСО)**. Відкриється вікно **Перелік змін** (рис. 5.13), в якому вказані зміни позиційних позначень на схемі. Зліва внизу цього вікна натиснути кнопку **Перевірити**.

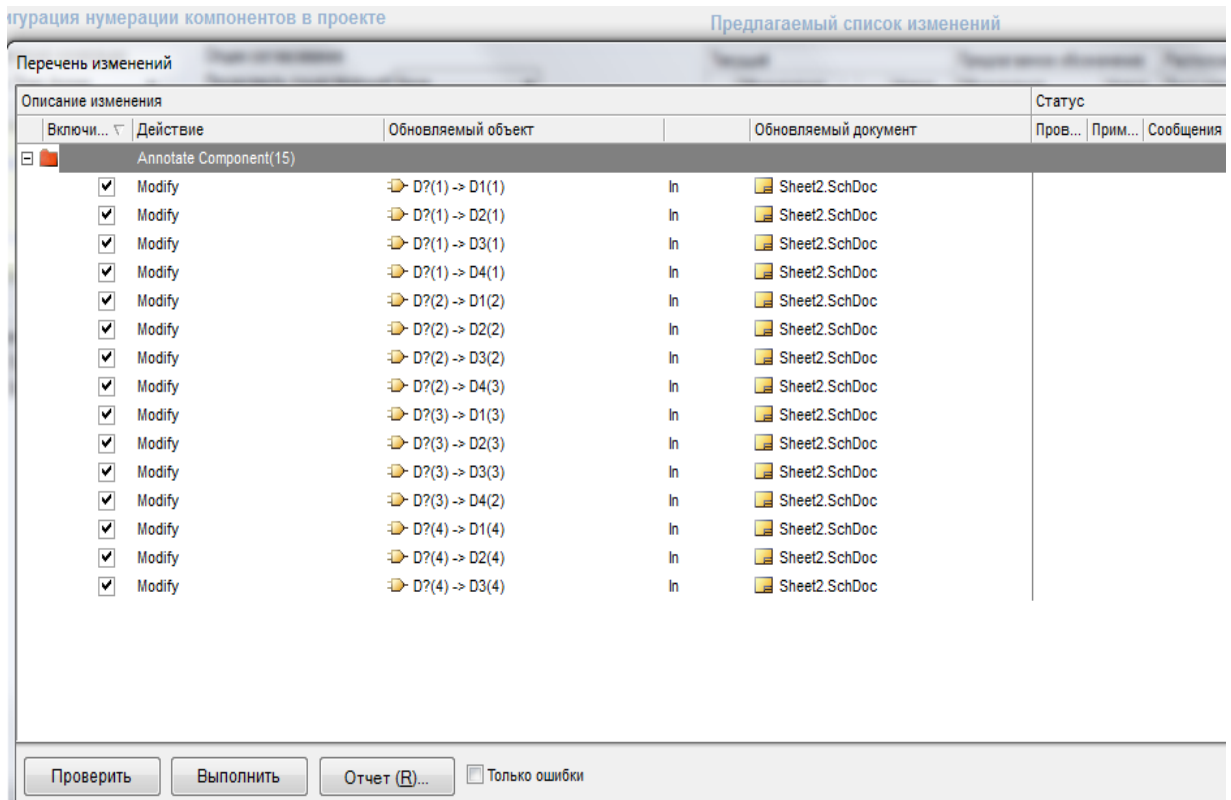


Рис. 5.13

В результаті перевірки після цього дії натиснути кнопку **виконає** б. У колонці **Статус** в двох стовпчиках **Перевірка** і **Застосувати** з'являться галочки, що свідчить про відсутність помилок і про виконане зміни (рис. 5.14). Натиснути кнопку **Закрити**.

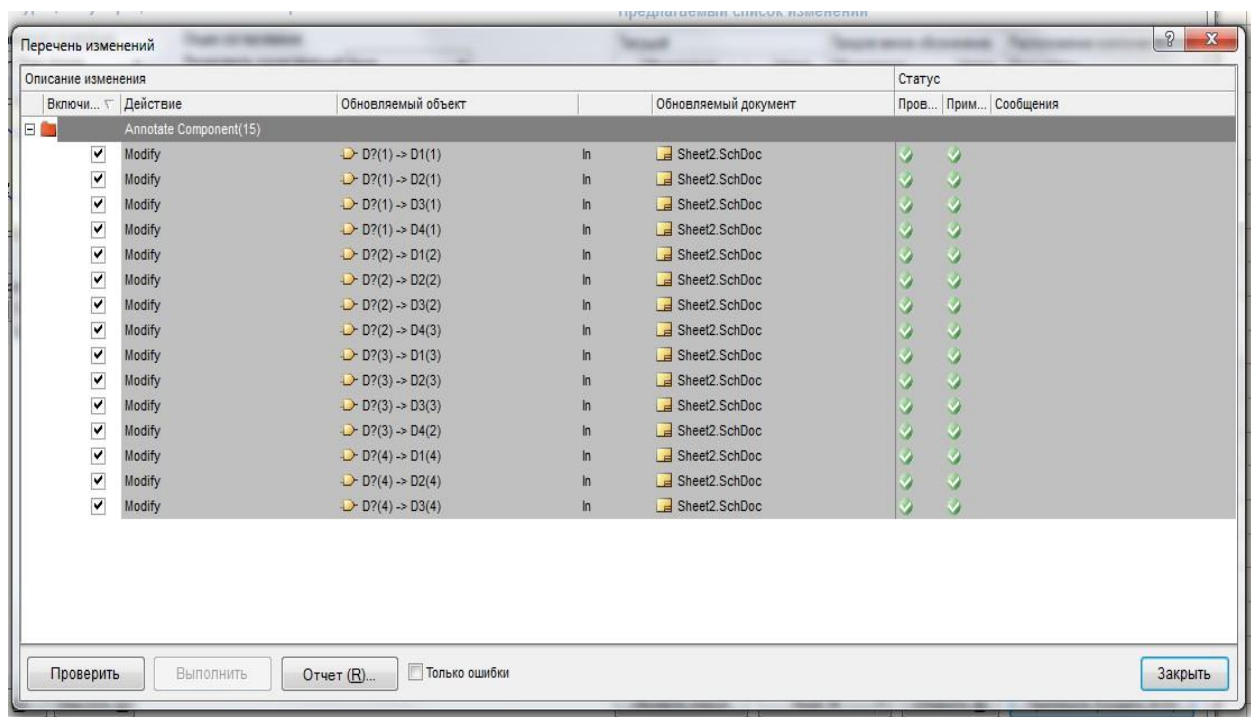


Рис. 5.14

Закрити наступне вікно. На схемі з'являться нові позиційні позначення. Поруч зі зміненими новими позиційними позначеннями дрібним шрифтом будуть вказані старі позначення (рис. 5.15, а).

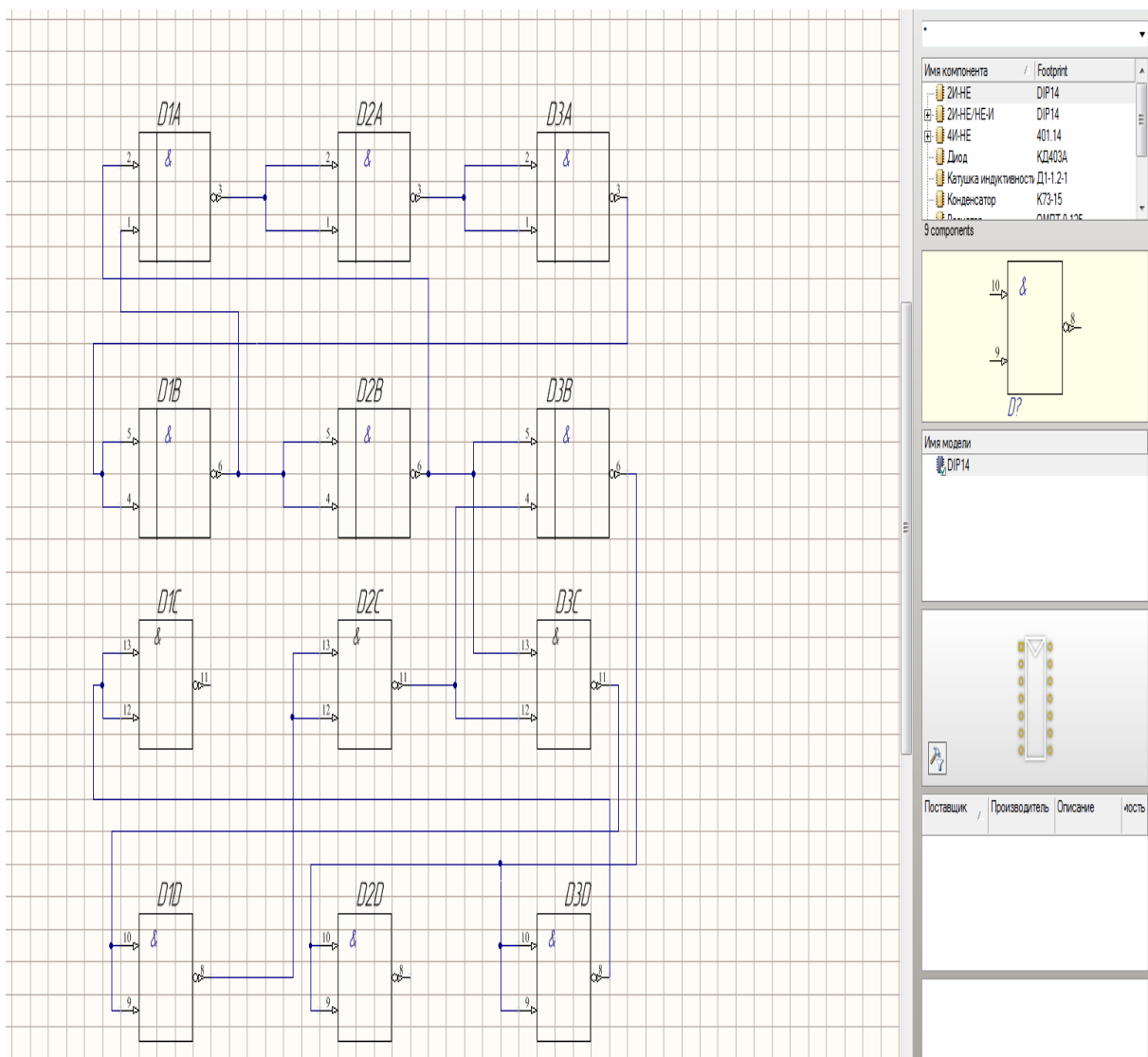


Рис. 5.15, а

Схема готова. Виконати **Файл / Зберегти всі**. Потім компілюємо схему командами **Проект (С) / Compile PCB Project Друкована плата .PrjPCB** (рис.15, б). Далі виконати команди **System / Messages**. З'явиться вікно **Messages**, в якому будуть показані всі попередження і помилки (рис. 5.16).

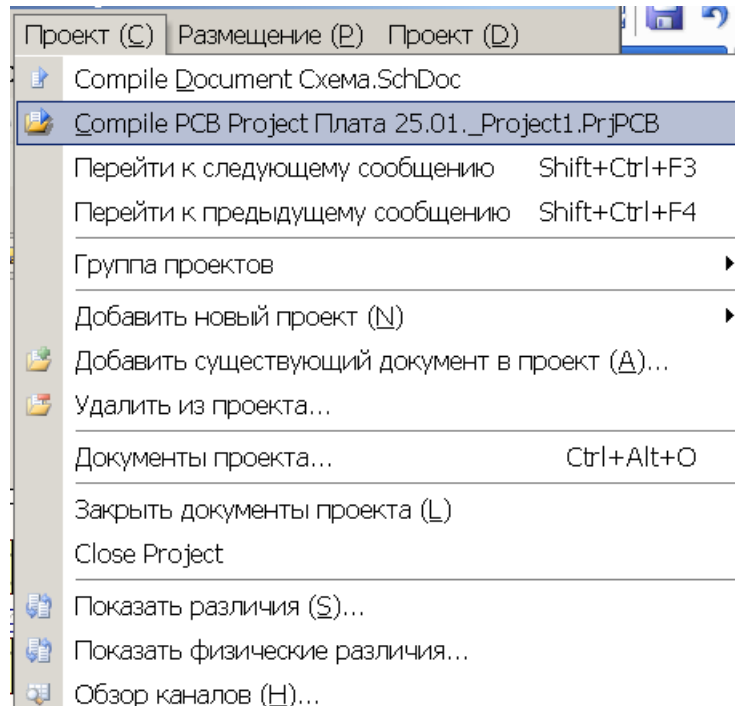


Рис. 15, б

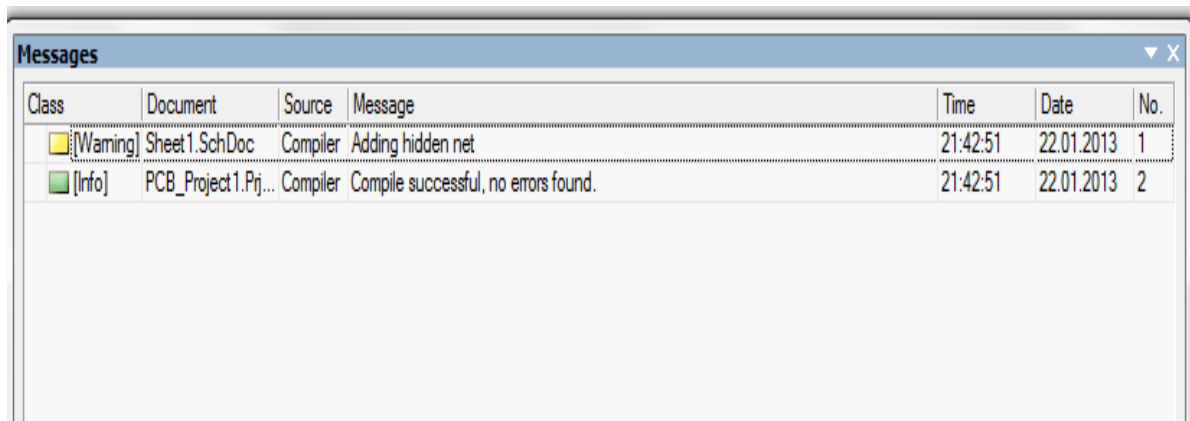


Рис. 5.16

В даному випадку в проекті присутній тільки одне попередження про додавання електричного кола. Це не заважає вивести **Net List** на плату, тобто отримати зображення схеми з'єднання корпусів електрорадіоелементів (ЕРЕ) відповідно до електричної схеми. Остаточний варіант схеми представлений на рис. 5.17.

Створення лінії групових з'єднань

У тому випадку, якщо схема складна, число кіл може бути значне і проста їх розводка на кресленні затушовує його і тим самим робить важким для читання. Тому в таких випадках використовується лінія групових з'єднань, т. Е. Проводиться одна загальна лінія більшої товщини, до якої приєднуються окремі електричні кола. У місцях підключення кіл до лінії групових з'єднань вказуються номери входу і виходу кола.

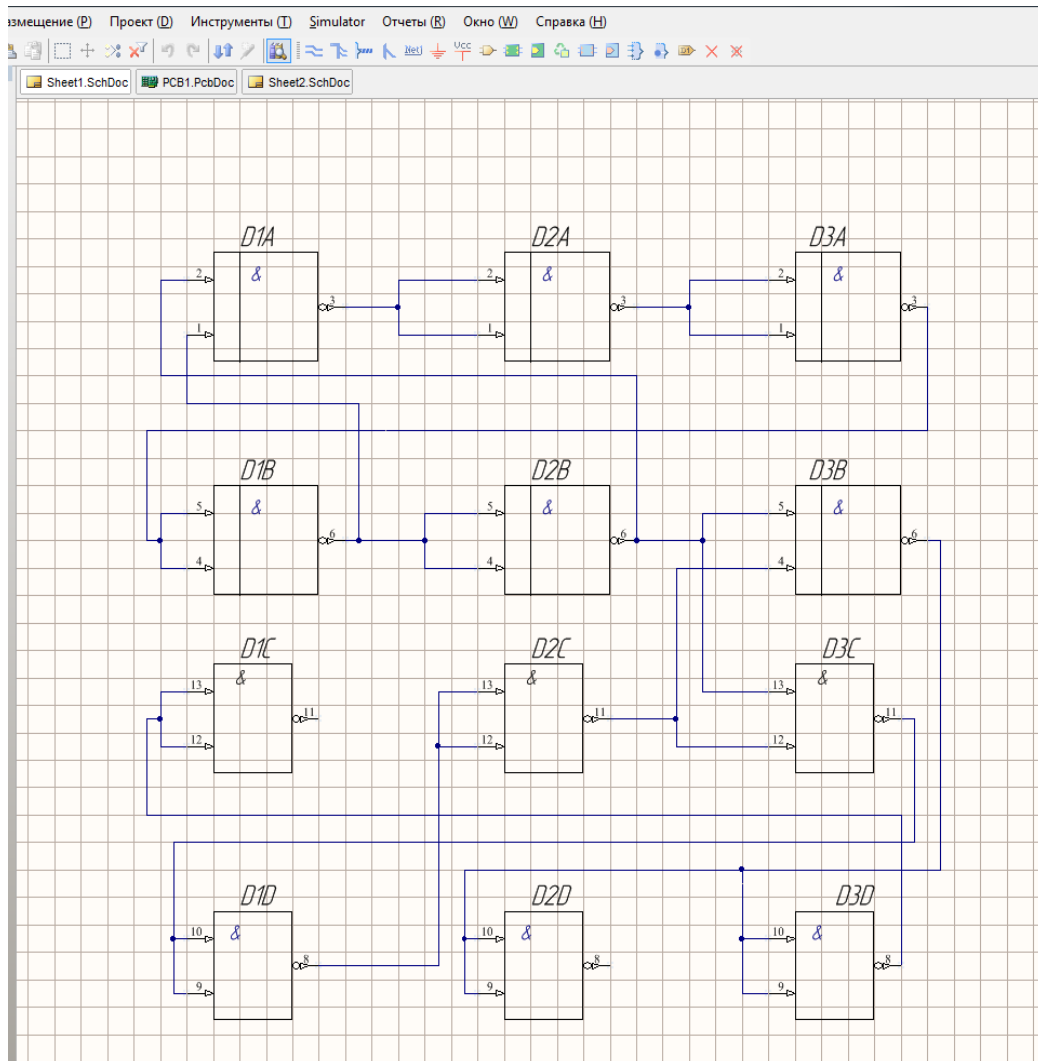


Рис. 5.17

У розглянутому прикладі введемо таку лінію групових з'єднань (шину). Для цього виконати команди **Розміщення / Шина** і курсором вказати початок лінії (зліва зверху) і клацнути лівою клавішею маніпулятора (ЛК), потім провести її до повороту, клацнути ЛК і так провести всю лінію. Потім в місцях підключення кіл до шини командами **Розмістити / Підключення до шини** встановити значок підключення і підвести до шини підключаються електричні кола командами **Розміщення / З'єднання** (рис. 5.18).

Після цього привласнити мітки всім колам, підключеним до лінії групових з'єднань (шині), а також і самій шині. Для цього виконати команди **Розміщення / Мітка кола** і клацнути ЛК по кожному електричному колу в місці входу її в шину, поставити над колом мітку **Net Label** з номером, а потім і в місці виходу кола з неї. Далі таку ж мітку привласнити і шині (рис. 5.19).

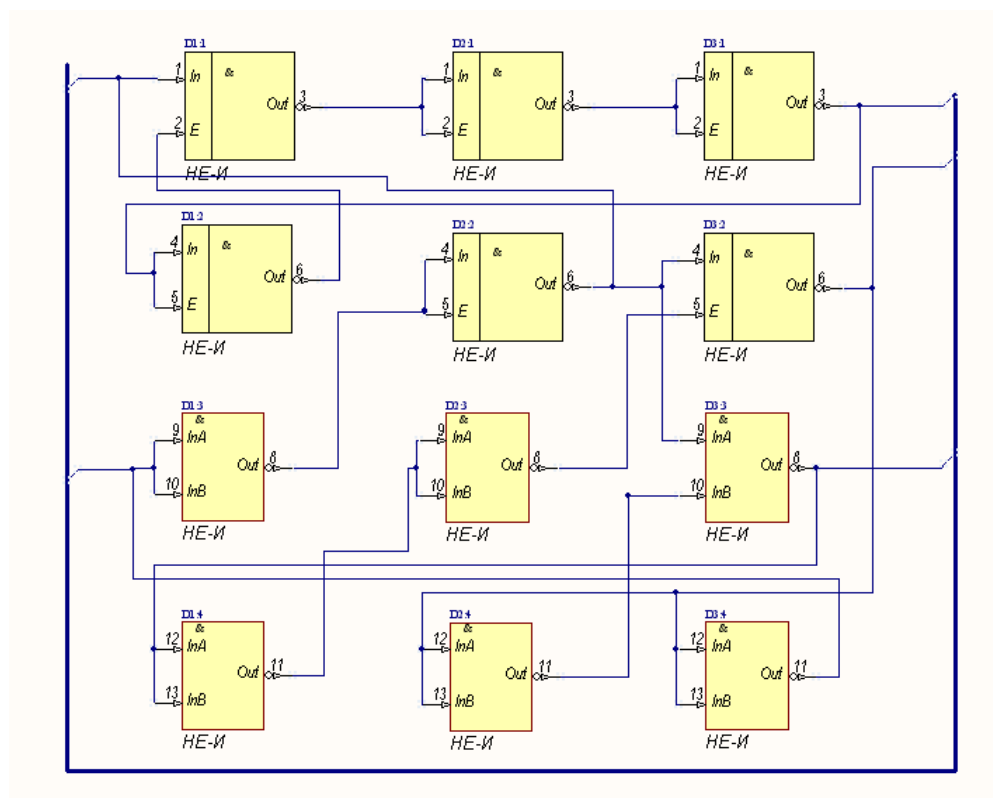


Рис. 5.18

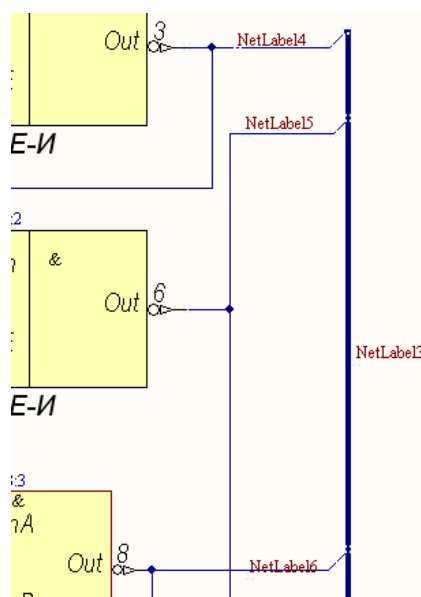


Рис. 5.19

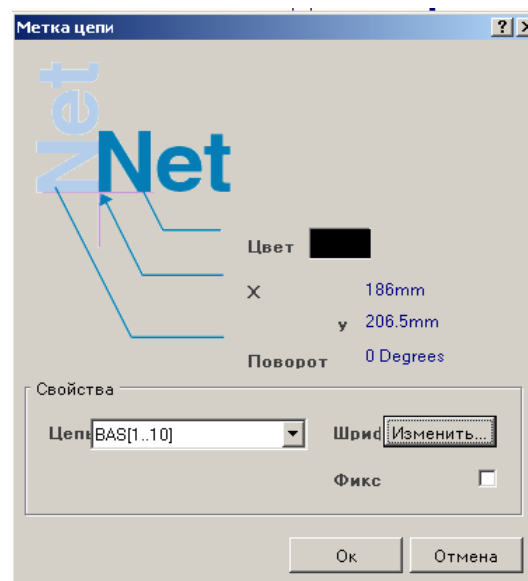


Рис. 5.20

Після цього треба в місцях міток вказати номери кіл, а на шині вказати, що це шина і число підключених до неї кіл. Для цього клацнути двічі ЛК за номером шини і у вікні, вказати **BAS [1..10]** (рис. 5.20). При цьому число входять електричні кола вказується в квадратних дужках з початковим номером кола, наприклад від 1 і до цифри, що перевищує число входних кіл. В даному прикладі п'ять підключень, а вказано 10 (рис. 5.21). Зроблено це на випадок можливого збільшення таких кіл.

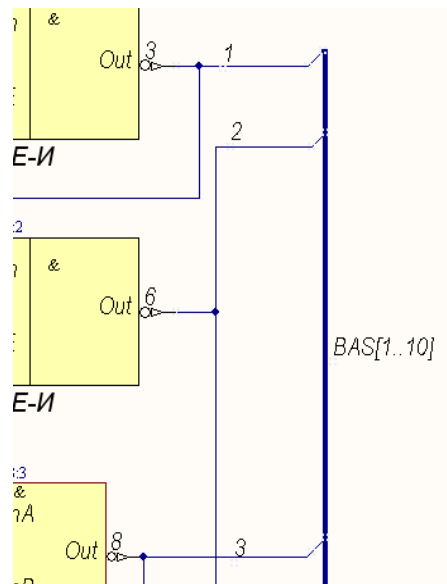


Рис. 5.21

Отриману схему зберегти з відповідною назвою. Наприклад, Схема електрична принципова друкованої плати.

Порядок виконання роботи

1. Через кнопку Пуск в меню Програми завантажити САПР **Altium Designer**.

2. Відкрити редактор схем **Schematic**.

3. Налаштувати початкові установки.

4. Встановити ЕРЕ електричної схеми.

5. Розмістити на схемі шину і розставити мітки електричних кіл і шині.

6. Провести електричні кола між іншими ЕРЕ.

7. Зберегти результат.

Зміст звіту

1. Мета роботи.

2. Відомості про графічному редакторі **Schematic**.

3. Порядок створення схеми електричної принципової.

4. Креслення схеми.

5. Висновки.

Контрольні питання

1. Яким чином налаштовується редактор **Schematic**?

2. Поясніть призначення кнопок на панелях інструментів.

3. Як задається крок сітки?

4. Як викликаються бібліотечні елементи? Яким чином розміщуються на робочому полі окремі елементи і різні секції мікросхем?

5. Яким чином задається на екрані видима сітка у вигляді ліній або точок?

6. Як здійснюється з'єднання виводів ЕРЕ електричними колами?

7. Як розміщується на схемі лінія групових з'єднань (шина) і як позначається вона?

8. Як розміщуються на схемі мітки кіл, які підключені до лінії групових з'єднань (шині)?
9. Який порядок присвоєння елементам схеми позиційних позначень?
10. Як виконується перевірка схеми на відсутність помилок і що є ознакою їх відсутності?
11. Яким чином виконується обертання УГП елементів?
12. Який порядок збереження розробленої схеми та передачі її в редактор РСВ?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6 РОЗМІЩЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ РЕДАКТОРОМ РСВ

Мета роботи - вивчення методики розміщення конструктивних елементів РЕЗ на друкованих платах засобами графічного редактора САПР **Altium Designer РСВ**; придбання навичок роботи з ним при вирішенні задачі розміщення.

Основні настройки редактора

Виконати основні настройки. Для цього відкрити файл **Плата друкована. РСВ.doc**. У робочому полі графічного редактора клацнути ПК. Відкриється меню, що випадає, в якому виконати команди **Опції / Властивості плати** (рис. 6.1).

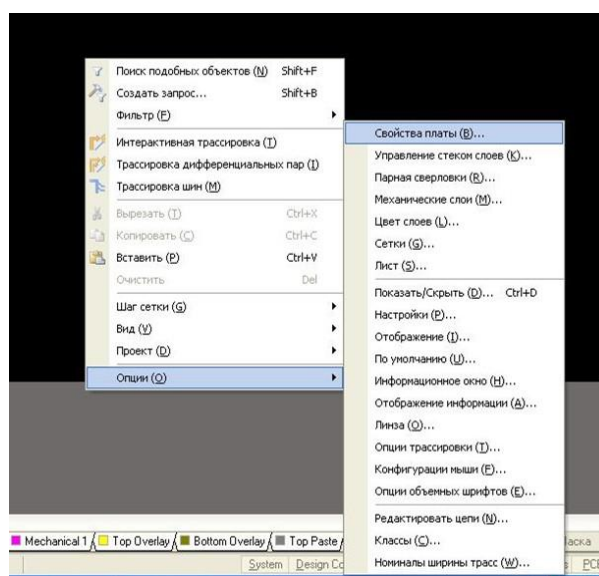


Рис. 6.1

Відкриється однойменне вікно, в якому в полі **Одиниці виміру** вибрати метричну систему вимірювання **Metric**, крок сітки 0,625 по O_x і O_y , в поле Сітка компонента також 0,625, Електрична сітка - 0,625, встановити всі галочки, в поле Видима сітка вибрати вид **Lines (або Dots)**, крок перша 1, а друга 10 кроків сітки (рис. 6.2), натиснути **Ок**. Після цього поставити структуру плати.

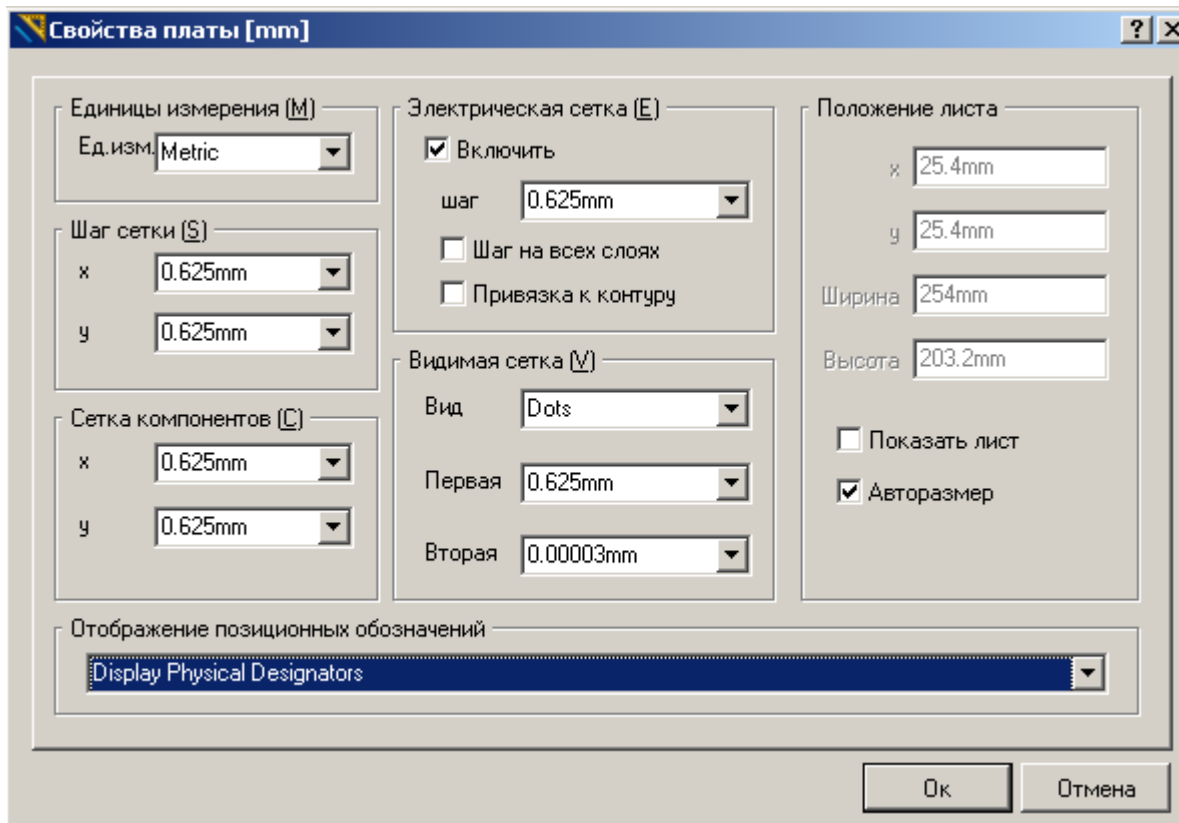


Рис. 6.2

Для цього клацнути правою клавішею маніпулятора (ПК) на робочому полі і виконати команди **Опції / Управління стеком шарів** (структурою друкованої плати). Відкриється однойменне вікно з малюнком друкованої плати (рис. 6.3).

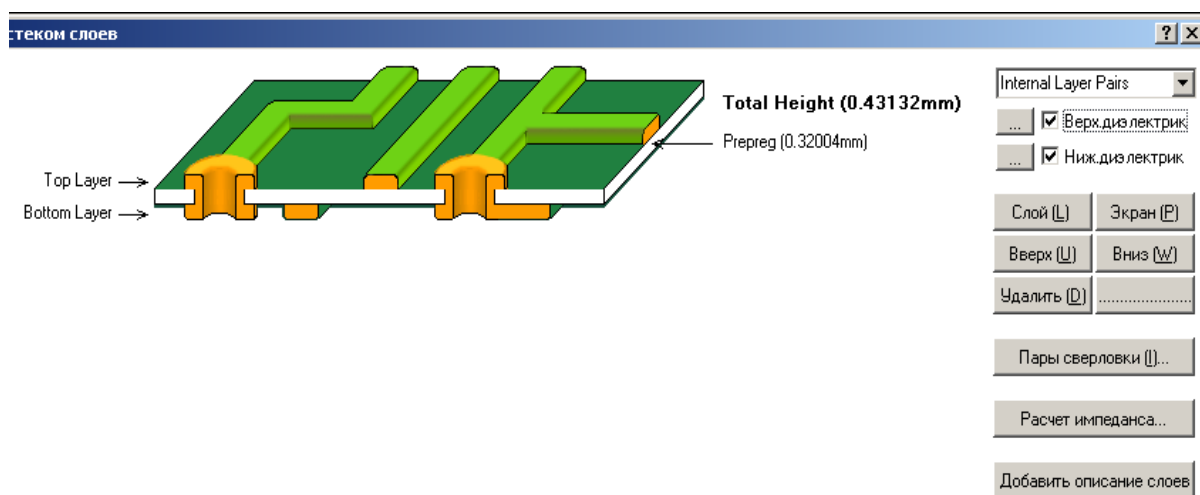


Рис. 6.3

Виконати основні настройки характеристик друкованої плати. Для цього у верхньому вікні вибрати **Internal Layers Pairs**. Далі встановити галочки у вікнах **Верх діелектрик** і **Ниж діелектрик**. Потім клацнути по кнопці зліва від **Верх діелектрик**, після чого відкриється вікно **Властивості діелектрика**. У ньому задати тип матеріалу **Solder Resist**, товщину 0,03 мм, коефіцієнт 3.5 (рис. 6.4), натиснути **Ok**. Аналогічно натиснути кнопку зліва від **Ниж діелектрик** і у вікні, поставити ті ж характеристики. Після цього клацнути ЛК по **Top Layer** на

малюнку, а потім натиснути кнопку **Шар**. На малюнку додається внутрішній шар, виділити його подвійним клацанням ЛК. Відкриється вікно **Редагування шару**, в якому задати ім'я +5 В (або +15 В) і металізація 0,035 мм. Натиснути **Ок** (рис. 6.5).

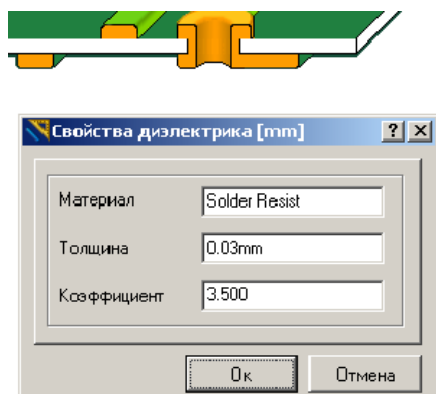


Рис. 6.4

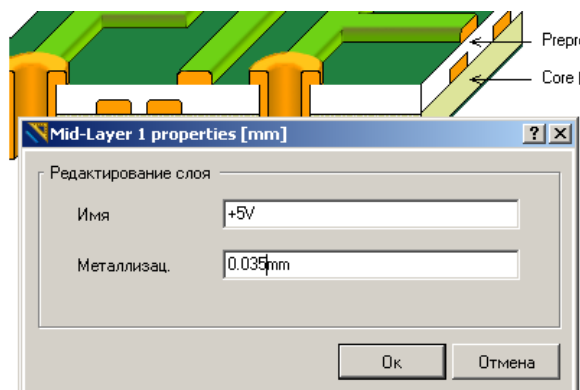


Рис. 6.5

Потім клацнути ЛК по шар + 5в, а потім по кнопці **Шар**, з'явиться другий внутрішній шар на малюнку друкованої плати, за назвою якого клацнути двічі ЛК. Відкриється вікно редагування цього шару. Задати ім'я **GND**, металізація 0,035 мм, **Ок** (рис. 6.6).

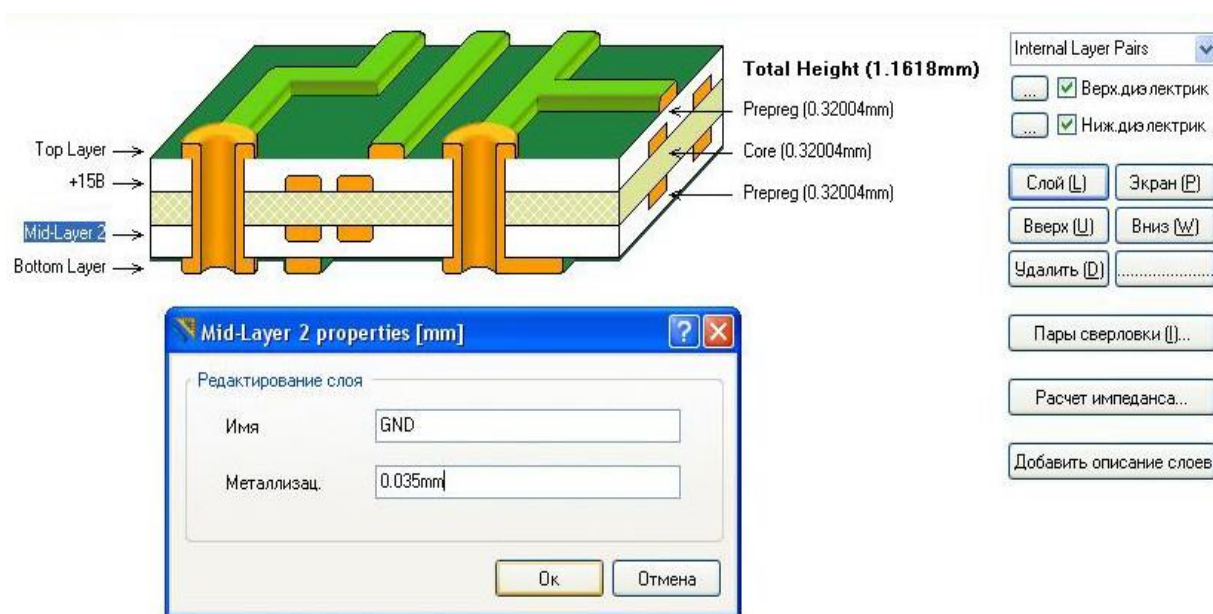


Рис. 6.6

Ввести характеристики нижнього шару **Bottom**, для чого двічі клацнути ЛК по його назві на малюнку, відкриється вікно редагування шару і в ньому задати товщину шару 0,035 мм (рис. 6.7), натиснути **Ок**.

Клацнути ЛК двічі за назвою **Prepreg** (**Prepreg** - прокладкова склотканина друкованої плати). Відкриється однойменне вікно, в якому задати характеристики матеріалу - його товщину 0.13 і коефіцієнт діелектричної проникності 4.5 (рис. 6.8).

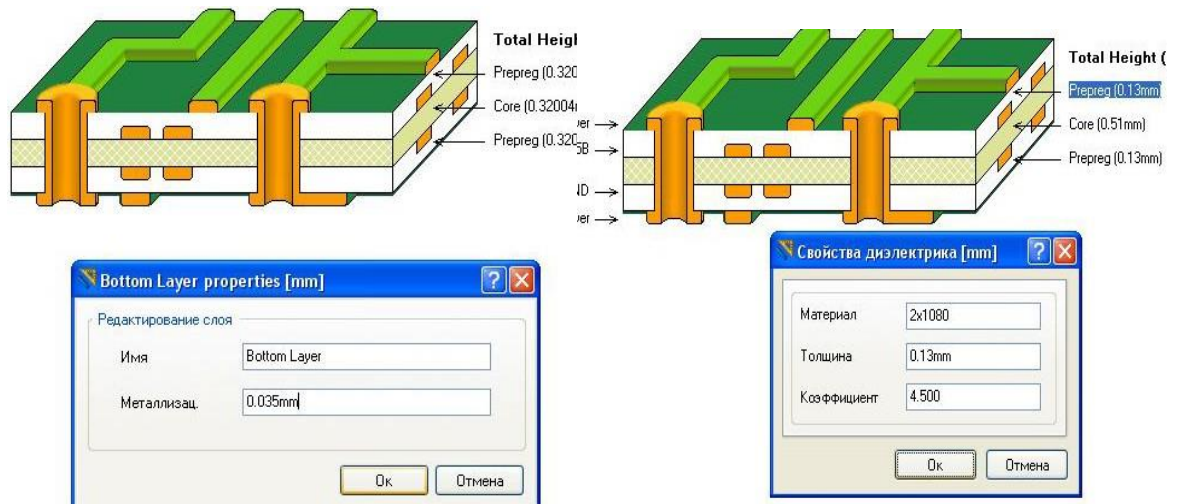


Рис. 6.7

Рис. 6.8

Двічі ЛК клацнути на назві **Core** (ядро, основа), в якому задати характеристики матеріалу FR-4 (склотекстоліт), його товщину 0,51 мм і коефіцієнт діелектричної проникності 4.5 (рис. 6.9). Нижній **Prepreg** налаштувати аналогічно верхньому. Отримали плату товщиною 0,97 мм (рис. 6.10).

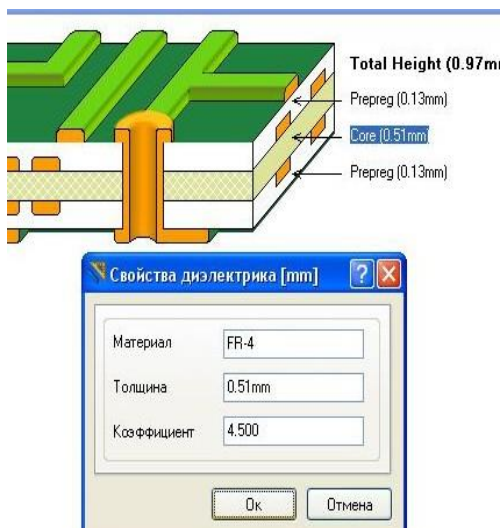


Рис. 6.9

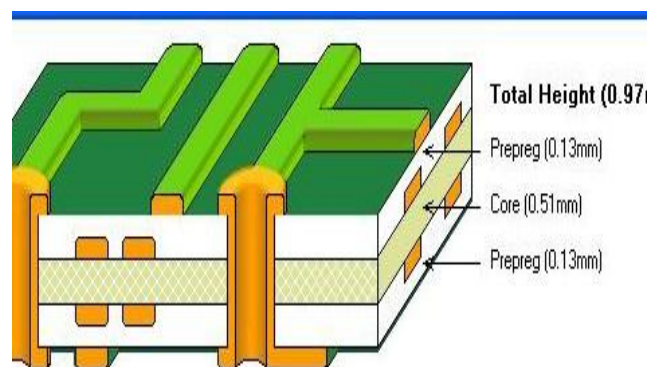


Рис. 6.10

Розміщення електрорадіоелементів на друкованій платі

Сформувати контур плати. Задати крок сітки 1 мм, для чого, натиснувши клавішу **G**, у випадяючому вікні вибрати 1 мм. Потім поставити початок координат, виконавши команди **Правка / Початок координат / Установка**. Натиснути ЛК. Перевести курсор в будь-яку точку і виконати команди **Проект (C) (або Проект (D)) / Форма плати / Змінити контур плати** (рис. 6.11, а). Натиснути ЛК. Сформувати плату розмірами 40x40 мм.

Для цього, натиснувши ЛК на потрібній точці (0,0), задати тим самим першу точку контуру друкованої плати (ДП). Потім перевести курсор в точку (40; 0), або, натиснувши клавішу **J**, вибрати ЛК у випадяючому меню **Нове розташування**. Відкриється вікно **Jump To Location**, в якому задати

координати другої точки. Натиснути **Ок**. Далі задати координати третьої точки, знову натиснувши **J** і у випадяючому вікні записати (40; 40). Натиснути **Ок**, далі (0; 40) і знову **Ок** і натиснути ПК. В результаті отримано контур друкованої плати (ДП) розмірами 40х40 мм (рис. 6.11, б). Зберегти отриманий результат. Для цього ви-конати - **Файл / Зберегти всі**.

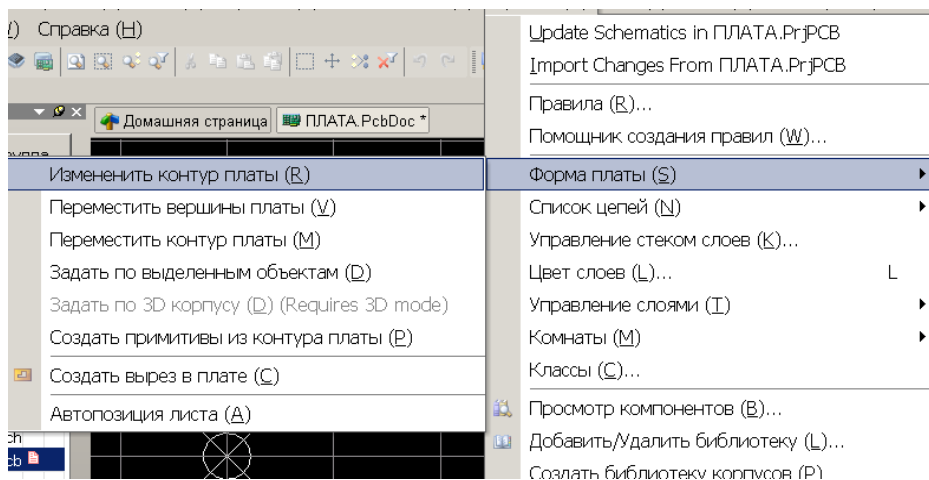


Рис. 6.11, а

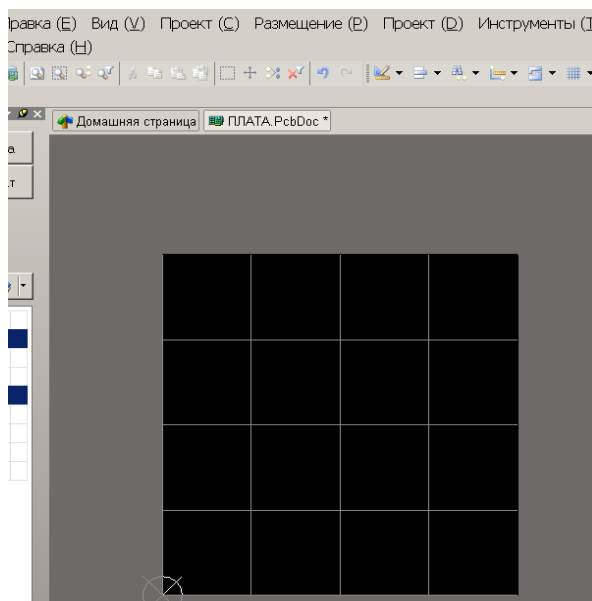


Рис. 6.11, б

Виконати імпорт розробленої електричної схеми в редактор **PCB**. Для цього виконати команди **Проект / Import Changes From Друкована плата. PrjPcb**. Після цього відкривається вікно **Перелік змін**. У ньому натиснути кнопку **Перевірити**, а потім **Виконати**. Якщо немає помилок, то в розділі **Статус** в колонках **Перевірка** і **Застосувати** з'являються зелені галочки (рис. 6.12). Натиснути кнопку **Закрити**. Це свідчить про те, що редактором **PCB** схема електрична принципова перетворена в схему з'єднання корпусів ЕРЕ. Її малюнок з'явиться праворуч знизу від контуру створеної друкованої плати (ДП) (рис. 6.13).

Перечень изменений						
Описание изменения						Статус
Включи...	Действие	Обновляемый объект		Обновляемый документ	Пров...	При... Сообщения
Add Components(3)						
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	D1	To	ПЛАТА.PcbDoc	✓	✓
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	D2	To	ПЛАТА.PcbDoc	✓	✓
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	D3	To	ПЛАТА.PcbDoc	✓	✓
Add Nets(14)						
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	+5V	To	ПЛАТА.PcbDoc	✓	✓
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	GND	To	ПЛАТА.PcbDoc	✓	✓
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	NetD1_1	To	ПЛАТА.PcbDoc	✓	✓
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	NetD1_2	To	ПЛАТА.PcbDoc	✓	✓
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	NetD1_3	To	ПЛАТА.PcbDoc	✓	✓
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	NetD1_4	To	ПЛАТА.PcbDoc	✓	✓
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	NetD1_8	To	ПЛАТА.PcbDoc	✓	✓
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	NetD1_9	To	ПЛАТА.PcbDoc	✓	✓
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	NetD1_11	To	ПЛАТА.PcbDoc	✓	✓
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	NetD1_12	To	ПЛАТА.PcbDoc	✓	✓
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	NetD2_3	To	ПЛАТА.PcbDoc	✓	✓
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	NetD2_8	To	ПЛАТА.PcbDoc	✓	✓
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	NetD2_11	To	ПЛАТА.PcbDoc	✓	✓
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	NetD2_12	To	ПЛАТА.PcbDoc	✓	✓
Add Component Classes(1)						
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	СХЕМА	To	ПЛАТА.PcbDoc	✓	✓
Add Rooms(1)						
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	Room СХЕМА (Score=InComponent)	To	ПЛАТА.PcbDoc	✓	✓

Только ошибки

Рис. 6.12

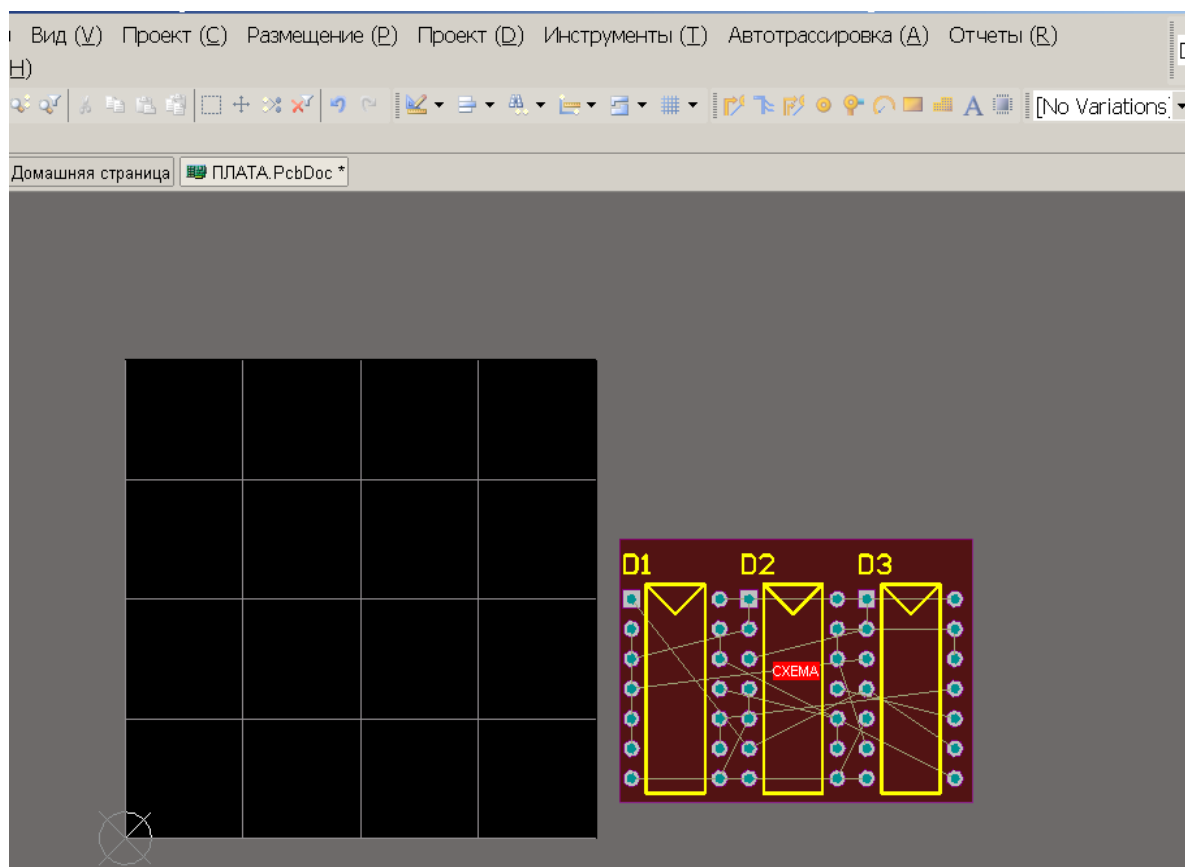


Рис. 6.13

Тепер виконати розміщення ЕРЕ на контурі ДП. Спочатку поставити крок сітки на ДП = 0,625 мм. Пов'язано це з тим, що даний крок кратний відстані між виводами на корпусі інтегральних схем (2,5 мм.). Для цього клацнути ПК на

робочому полі і у випадаючому меню виконати команди **Опції / Властивості плати** і натиснути ЛК (рис. 6.14).

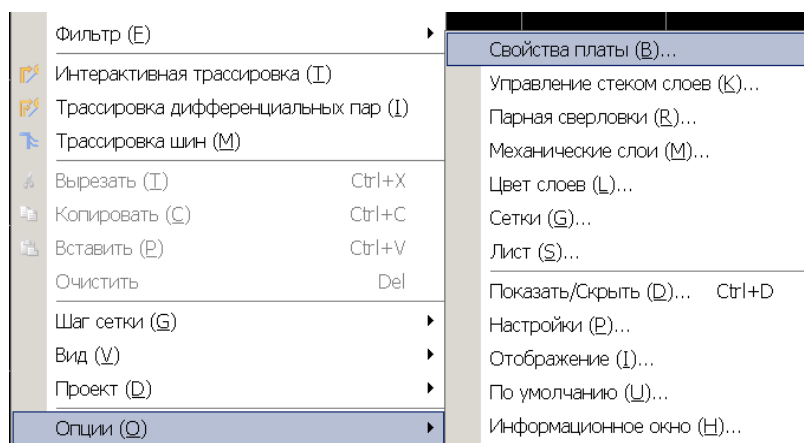


Рис. 6.14

Відкриється вікно **Параметри плати**. У ньому задати одиниці виміру **Metric**, крок сітки по X і Y 0,625 мм, сітка компонентів 0,625 мм і електрична сітка 0,625 мм, натиснути **ОК** (рис. 6,15, а).

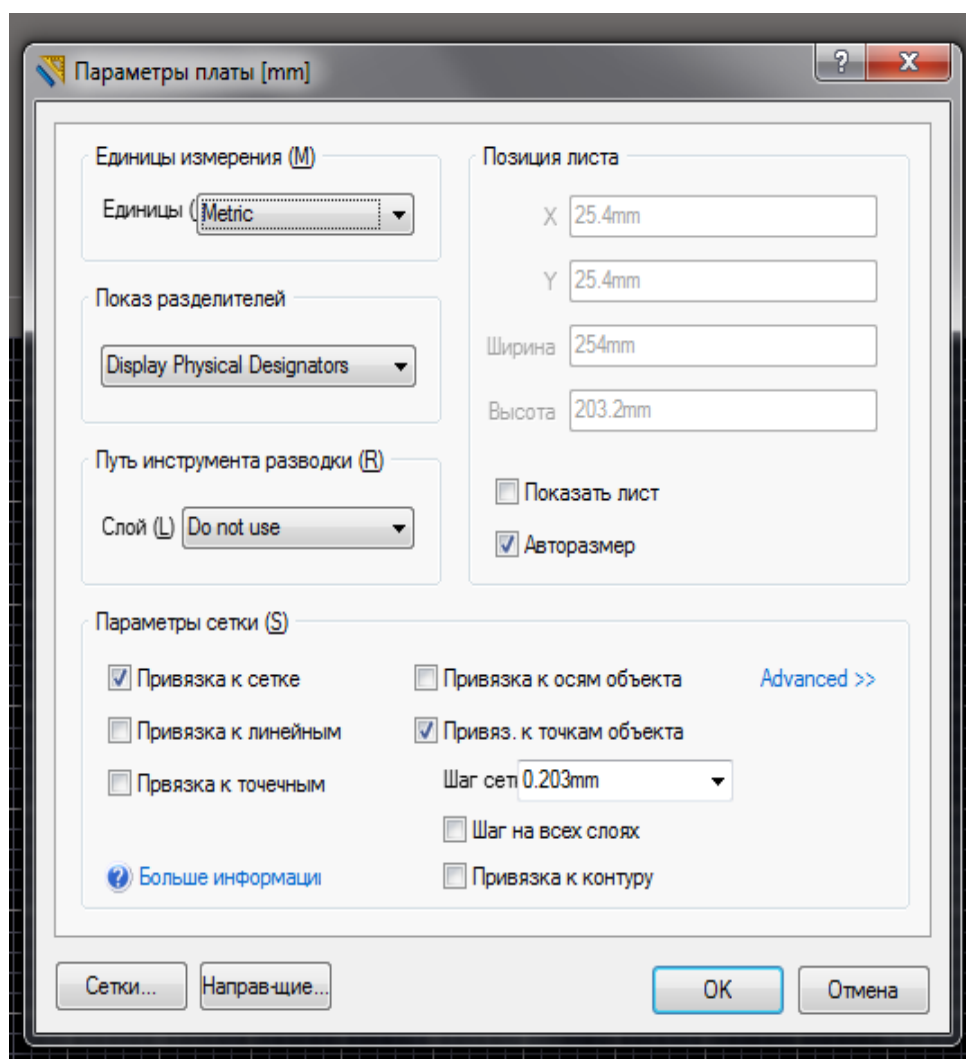


Рис. 6.15, а

Після цього можна розставляти електрорадіоелементів на ДП. Виділяти елементи для розміщення необхідно клацанням ЛК по вибраній елемент. Він ставати напівпрозорим. Для розміщення обраного елемента в потрібне місце друкованої плати, досить навести на нього курсор і, утримуючи ЛК, перемістити в задану точку. Вирішують елемент можна натисканням на клавішу **Space** (пропуск). Крок повороту задається в настройках **DXP / Preferences / PCB Editor**, клацнути двічі ЛК і вибрати **General / Крок повороту-45 градусів** (рис. 6.15, б).

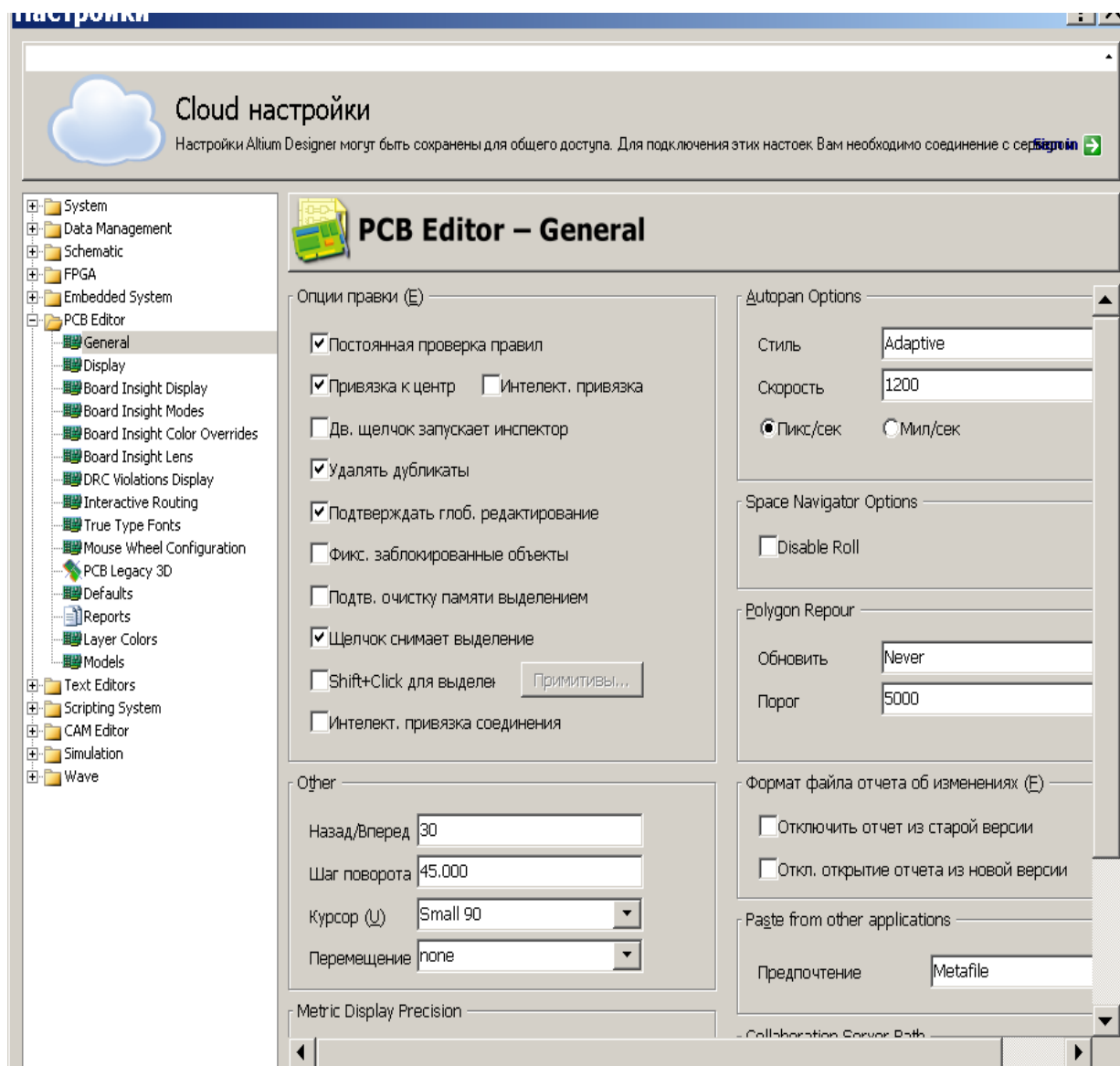


Рис. 6.15, б

Встановити EPE на плату. У процесі розміщення позиційні позначення **D?** EPE доцільно встановлювати в межах площі елементів. Для цього вибрати шар **Top Overlay**, клацнувши ЛК по позиційному позначенню, наприклад D1, виділити його і перемістити в контур мікросхеми. Шрифт позиційного позначення можна змінювати в процесі розміщення, для цього досить клацнути двічі по **D?**. Спочатку відкриється вікно з характеристиками позиційного позначення (рис. 6.16). Потім клацнути ЛК по рядку тексту, наприклад D1, напис виділиться, натиснути ПК і вибрати **Властивості**. Відкриється вікно

Позиційне позначення (рис. 6.17), в якому можна вибрати або задати необхідний шрифт. Для цього в поле **Властивості** вибрати **True Type**, а потім в поле **Параметри True Type шрифту** у вікні **Шрифт** вибрати відповідний шрифт.

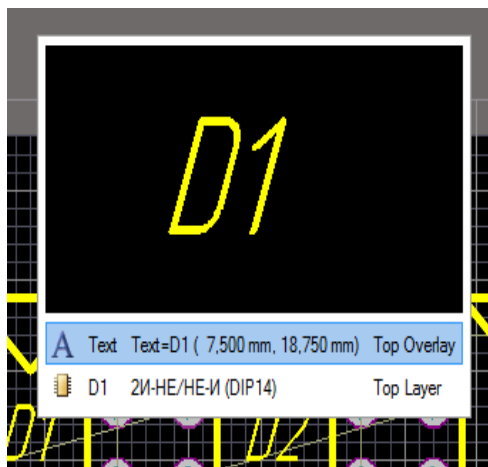


Рис. 6.16

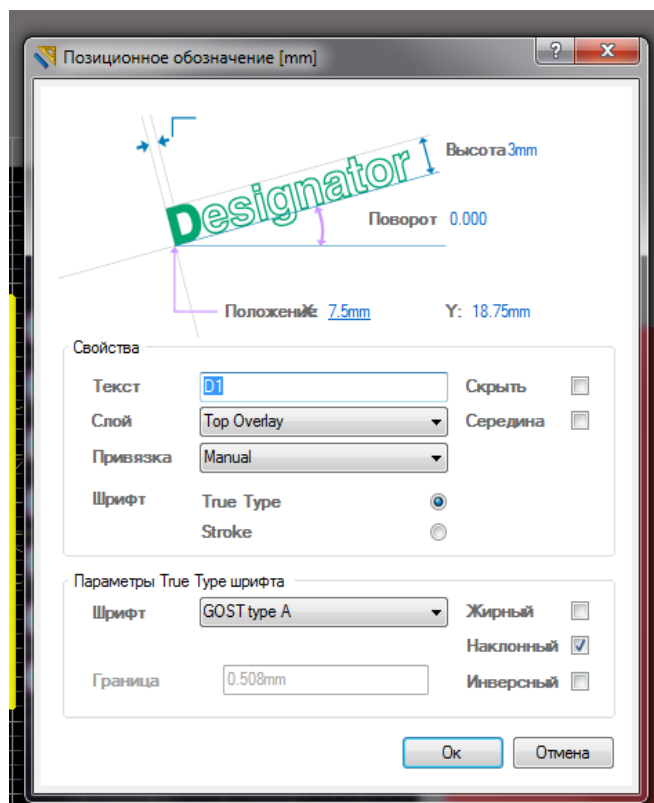
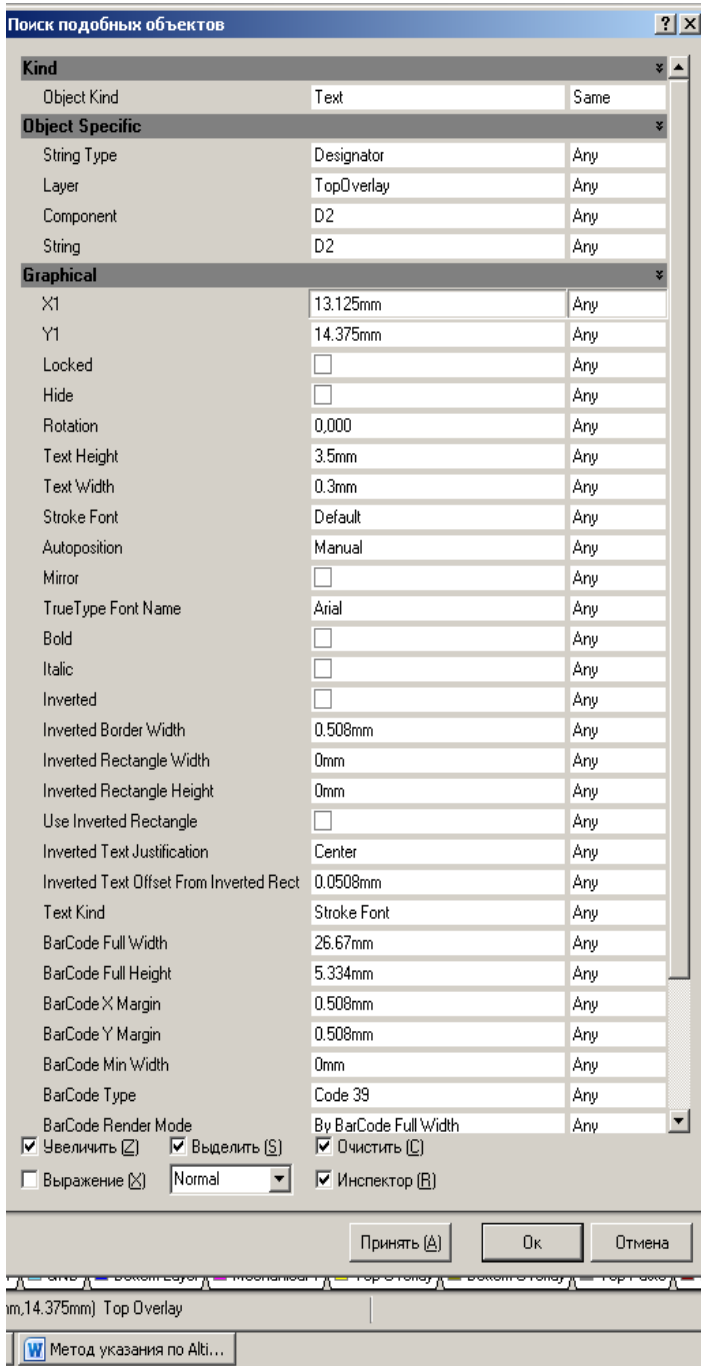


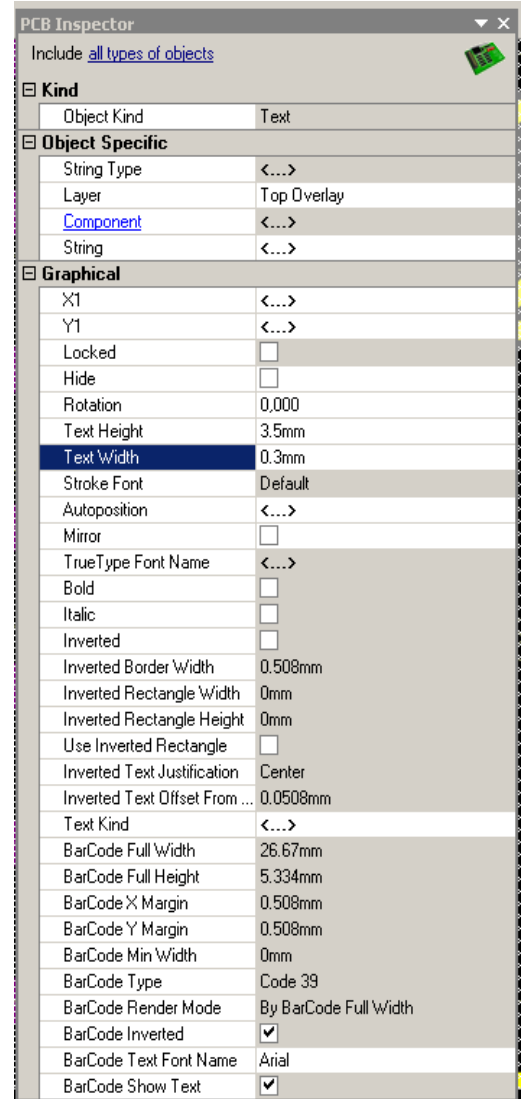
Рис. 6.17

Для того щоб все позиційні позначення привести до одного типу шрифту, виділити будь-позиційне позначення ЛК, потім клацнути ПК і у випадяючому контекстному меню вибрати **Пошук подібних об'єктів**. Натиснути ЛК. З'явиться однойменне вікно, в якому висвітяться все властивості, характерні для даного позиційного позначення (рис. 6.18, а).

Оскільки позиційні позначення мають всі елементи на платі, в пошуку за умовчанням візьмуть участь всі зазначені елементи. Натиснути кнопку **Прийнято**. З'явиться вікно **PCB Inspector** (рис.6.18, б) в якому задати висоту шрифту 3,5 мм, ширину 0,3 мм, тип шрифту **Gost Type A** і тип шрифту **True Type Font**. Натиснути **Enter** (Введення).



а



б

Рис. 6.18

В результаті отримали розміщення ЕРЕ на друкованій платі, виводи яких з'єднані лініями відповідно до заданої електричної схемою (рис. 6.19).

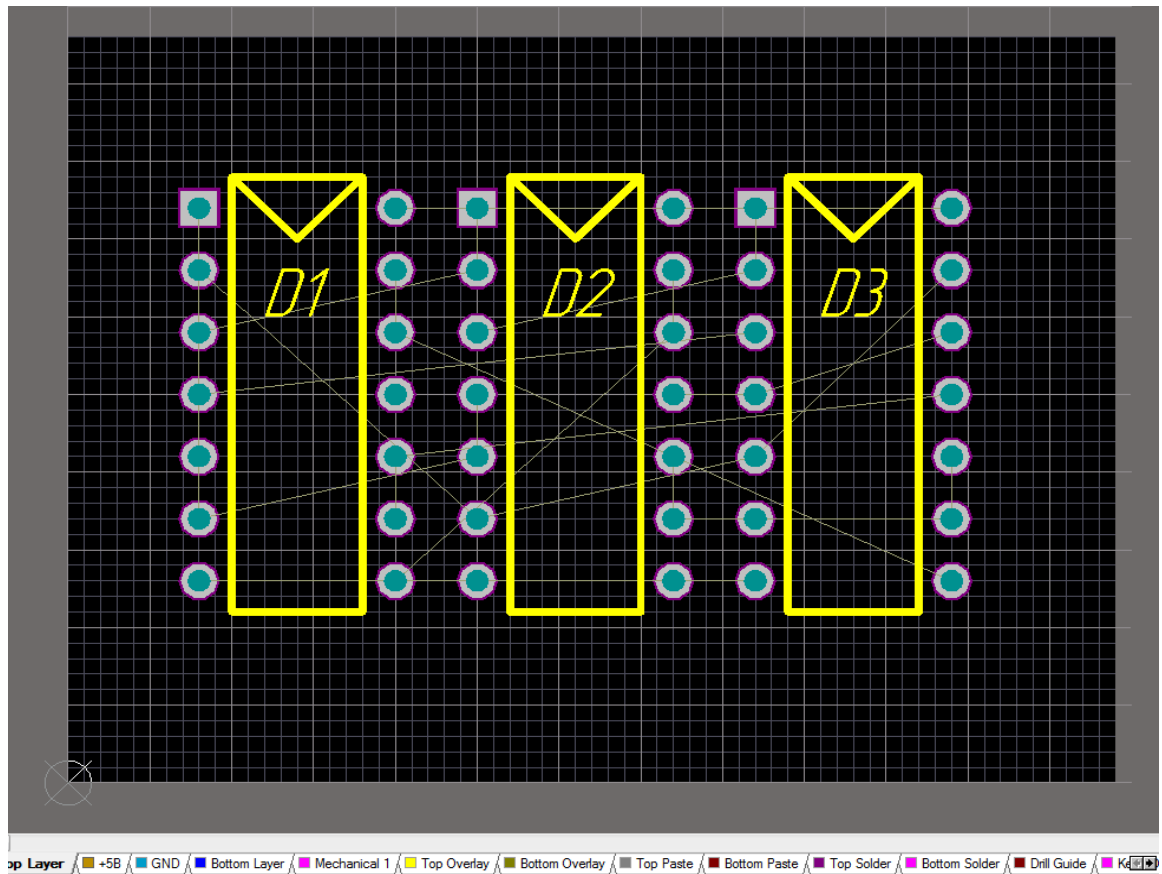


Рис. 6.19

Задати розміри плати, відповідні стандартним ряду плат. Для цього переключитися на шар **Mechanical 1**, виконати команди **Розміщення / Розмір / Лінійний**, натиснути клавішу **ТАВ**, відкриється вікно **Лінійні розміри**, в якому задати Орієнтацію **Automatic**, Одиниці вим. **Millimeters**, параметри розмірної стрілки, наприклад, все по 0.2 мм, а висоту розміру цифр 2.5 мм. Кут при розміщенні розміру вздовж осі ОХ задати = 0, а вздовж осі ОУ = 90 (рис. 6.20).

Для розміщення розміру клацнути ЛК біля першої точки розміщення розміру (в 1-й кут ДП), потім перемістити курсор в другу точку вказівки розміру (2-й кут ДП) і клацнути ЛК. Далі змістити курсор в сторону робочого поля, щоб відсунути розмір від ДП, клацнути ЛК, потім ПК. Щоб зняти виділення зі стрілки, клацнути ЛК в робочому полі.

На екрані іншим кольором виділиться розмір, що задається переміщенням курсора. Задати по ширині і довжині, наприклад, по 30 мм, тоді плата вийде розміром 30x20 мм (рис. 6.21).

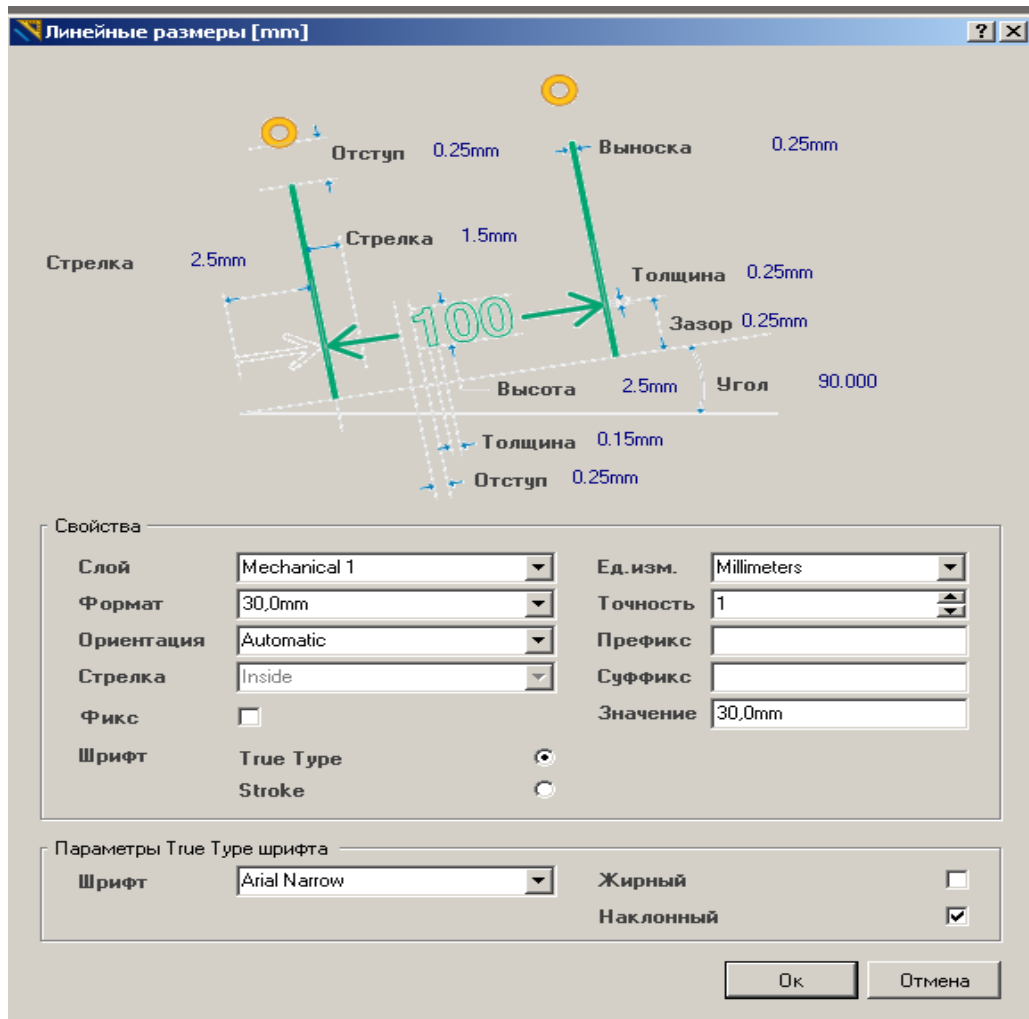


Рис. 6.20

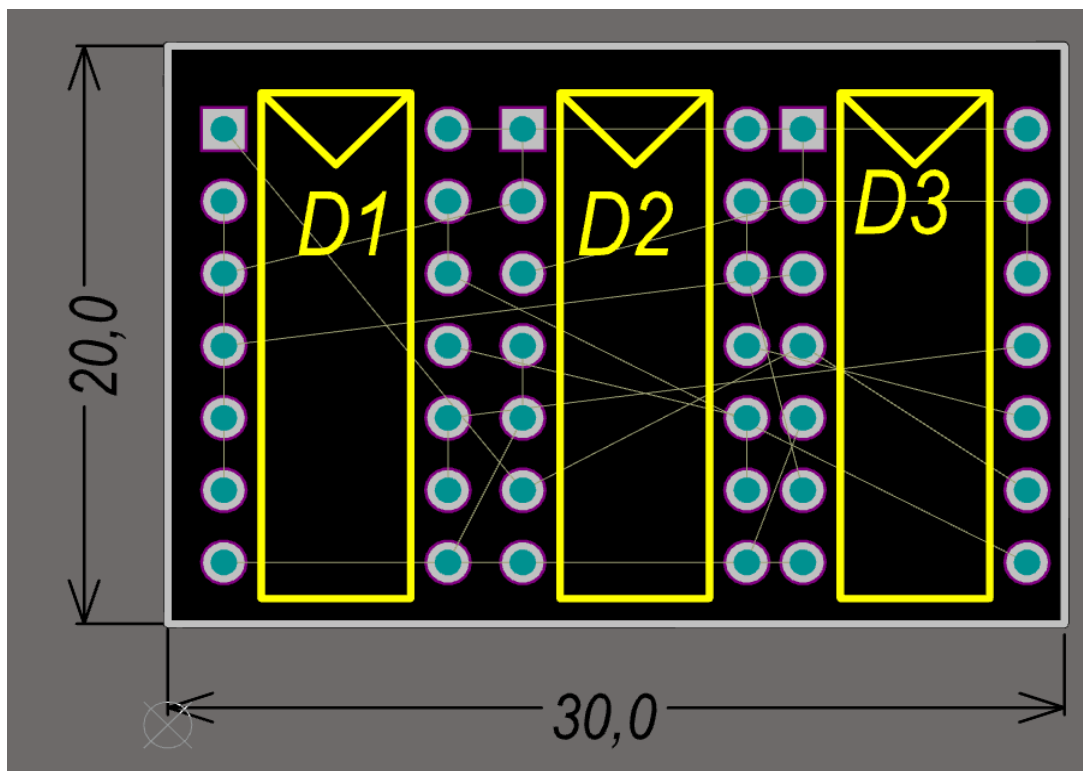


Рис. 6.21

Порядок виконання роботи

1. Через кнопку Пуск в меню Програми завантажити редактор **PCB САПР Altium Designer**.

2. Налаштувати початкові установки редактора.
3. Задати характеристики друкованої плати.
4. Виконати імпорт розробленої електричної схеми в редактор **PCB**.
5. Ввести контур плати (попередньо розрахувавши коефіцієнт заповнення).
6. Виконати розміщення елементів.
7. Зберегти результати.

Зміст звіту

1. Мета роботи.
2. Відомості про редактора **PCB**.
3. Порядок настройки конфігурації.
4. Порядок завдання характеристик друкованої плати і розміщення ЕРЕ.
5. Роздруківки або ескізи розміщення елементів на друкованій платі.
6. Оцінка результату розміщення.
7. Висновки.

Контрольні питання

1. Поясніть порядок настройки конфігурації редактора.
2. Як встановити метричну систему вимірювання?
3. Якими командами задається структура друкованої плати?
4. Як задати властивості діелектрика друкованої плати?
5. Яким чином задаються додаткові внутрішні шари друкованої плати?
6. Як формується контур друкованої плати?
7. Як виконується імпорт розробленої електричної схеми в редактор **PCB**?
8. Яким чином вибираються і розміщуються електрорадіоелементів на друковану плату?
9. Як вибирається тип шрифту?
10. В якому шарі, і якими командами вказуються розміри на ДП?
11. Які параметри шрифту налаштовуються при завданні розмірів ДП?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7 ТРАСУВАННЯ ДРУКОВАНИХ ПЛАТ В САПР ALTIUM DESIGNER В АВТОМАТИЧНОМУ РЕЖИМІ

Мета роботи - вивчення методики інтерактивної трасування друкованих плат засобами графічного редактора **Altium Designer PCB**; придбання навичок роботи з ним при вирішенні задач трасування.

Завдання правил проектування

Спочатку необхідно задати правила трасування. Для цього виконати команди **Проект / Правила**. Відкривається вікно **Правила проектування друкованих плат**, в якому в лівій частині вказані групи правил трасування (рис. 7.1).

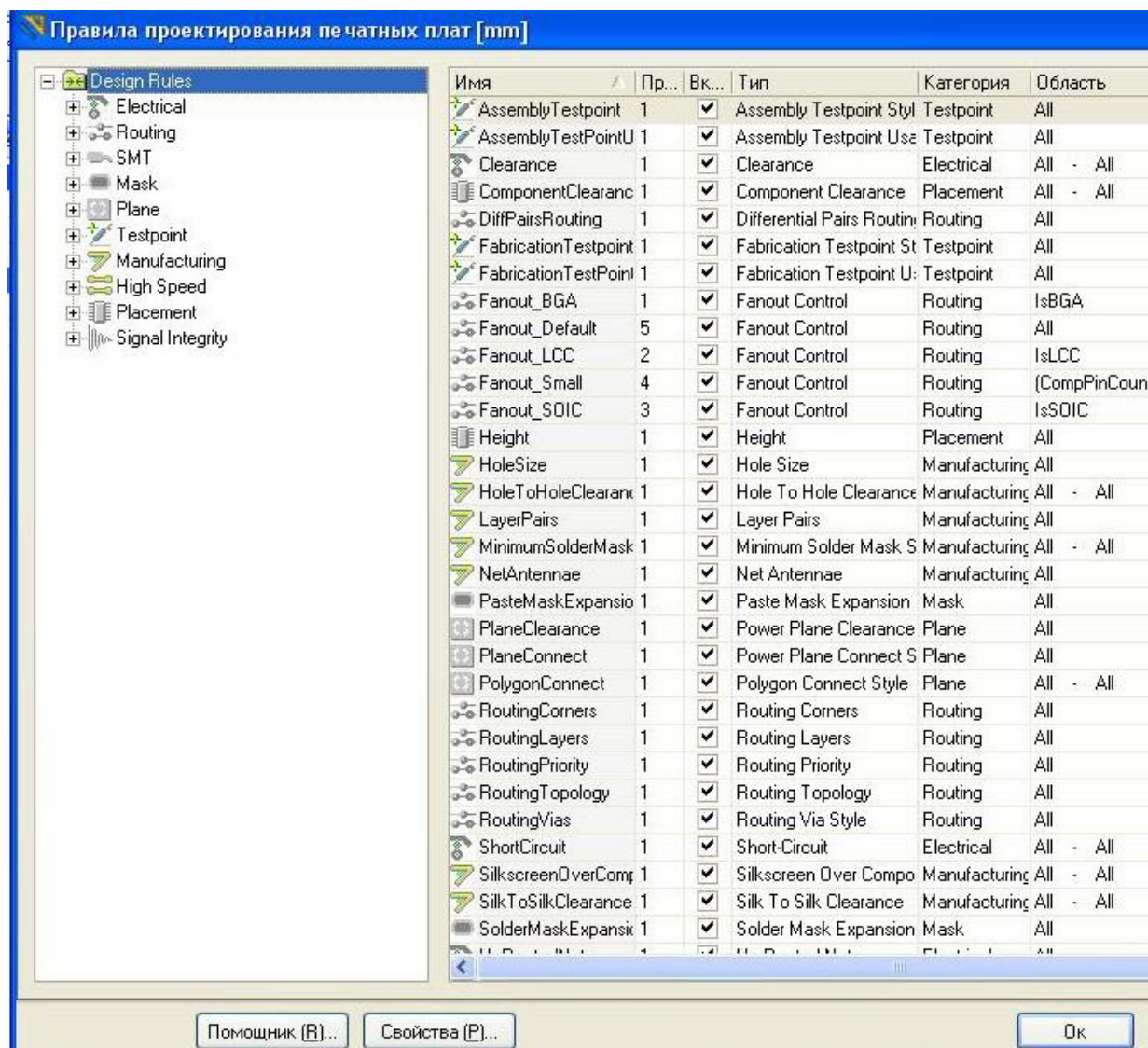


Рис. 7.1

Для розкриття кожної з груп правил проектування необхідно клацнути ЛК за знаком плюс перед назвою правила.

Перша група правил **Electrical**. У неї входять: завдання зазорів (**Clearance**), коротке замикання (**Short-Circuit**), нерозведені електричні кола (**Un-Routed Net**) і не приєднані контакти (**Un-Connected Pin**) (рис. 7.2).

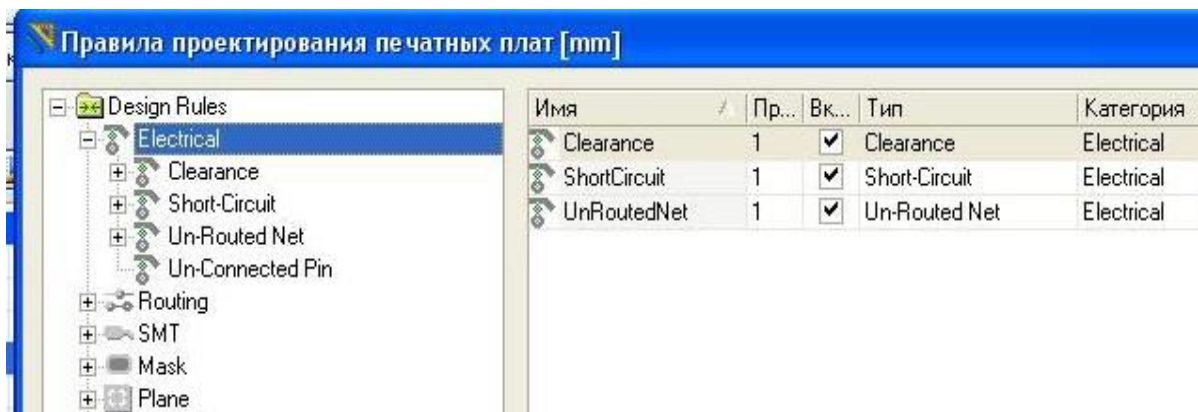


Рис. 7.2

Друга група правил **Routing** (трасування). У неї входять: завдання ширини друкованих провідників (**Width**), алгоритм трасування (**Routing Topology**) (при відкритті його з'являється вікно з графічним зображенням з'єднаних контактів), пріоритет трасування (**Routing Priority**), дозволені шари трасування (**Routing Layers**), варіант побудови кутів трас (**Routing Corners**), завдання розмірів перехідних отворів (**Routing Via Style**), правила підключення до контактної майданчику (**Fanout Control**), трасування диференціальних пар (**Differential Pairs Routing**) (рис. 7.3).

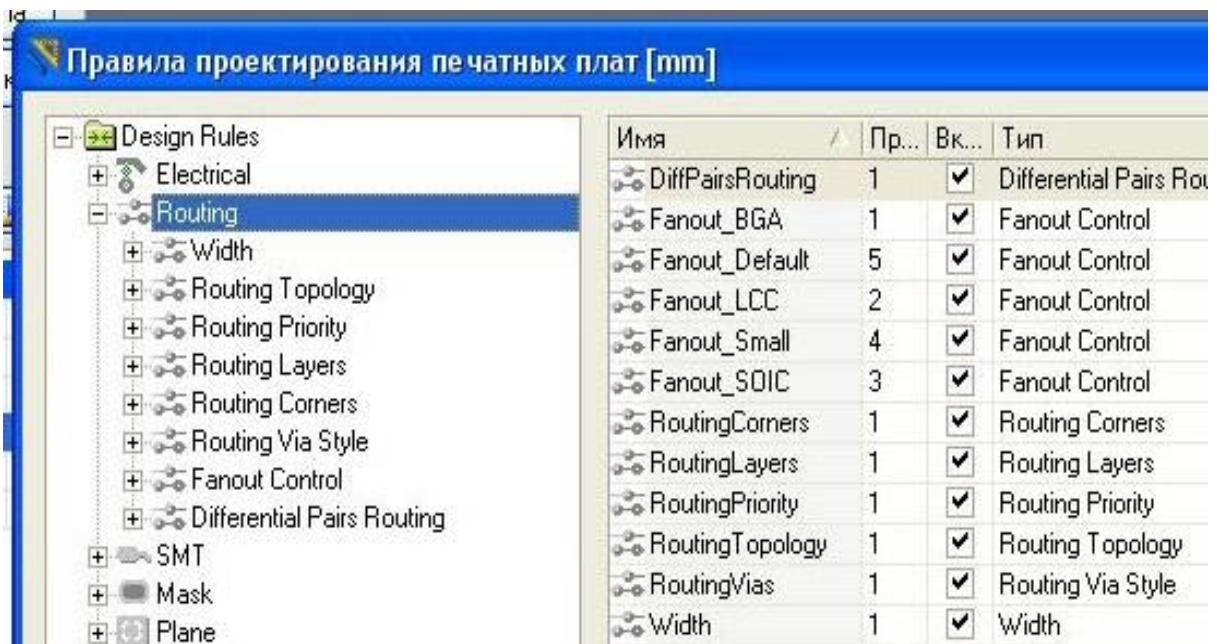


Рис. 7.3

Третя група правил **SMT** - настройка розмірів провідника, що підключається до планарним контактних площадок. Налаштування відстані від контактної площадки до повороту траси (**SMD To Corner**), настройка мінімальної відстані до перехідного отвору (**SMD To Plane**), настройка звуження ширини провідника (**SMD Neck-Down**) (рис. 7.4).

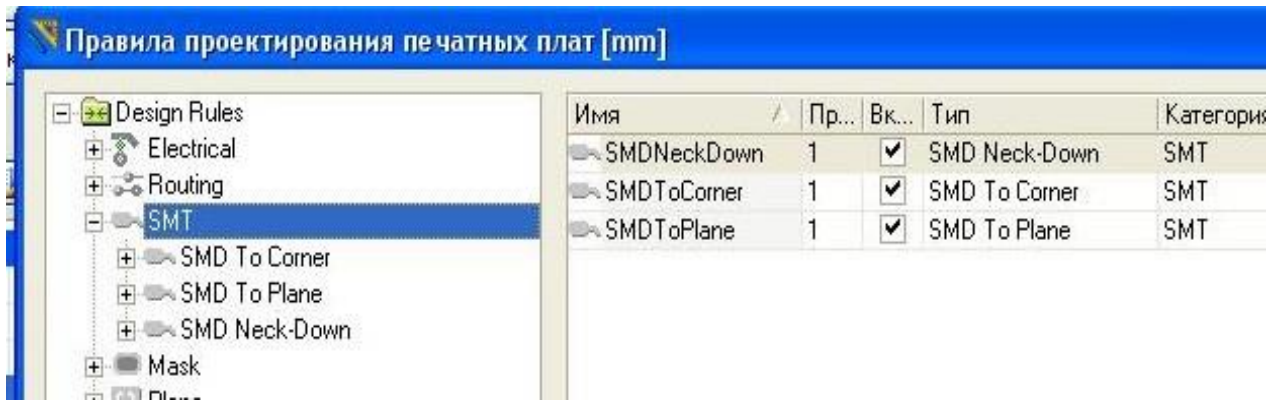


Рис. 7.4

Четверта группа правил **Mask**. У неї входять настройка зазорів для паяльної маски (**Solder Mask Expansion**) і настройка зазорів для паяльної пасти (**Paste Mask Expansion**) (рис. 7.5).

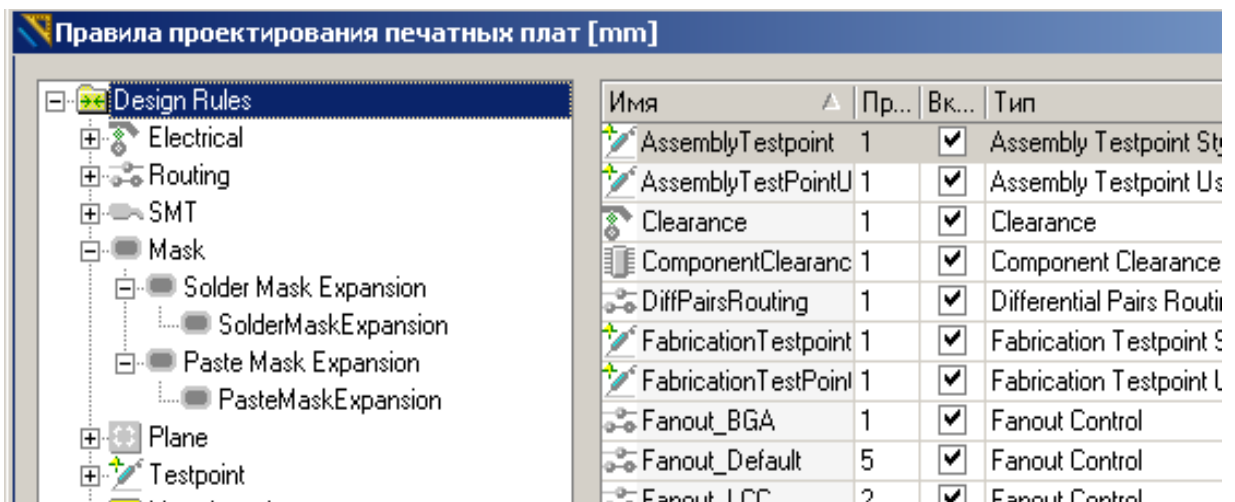


Рис. 7.5

П'ята група правил приєднання полігонів і екранних шарів **Plane**. У неї входять **Power Plane Connect Style** (стиль з'єднання перехідних отворів і контактних майданчиків зі шаром живлення), **Power Plane Clearance** (зазори в шарах живлення), **Polygon Connect Style** (стиль з'єднання перехідних отворів і контактних майданчиків з полігоном) (рис. 7.6).

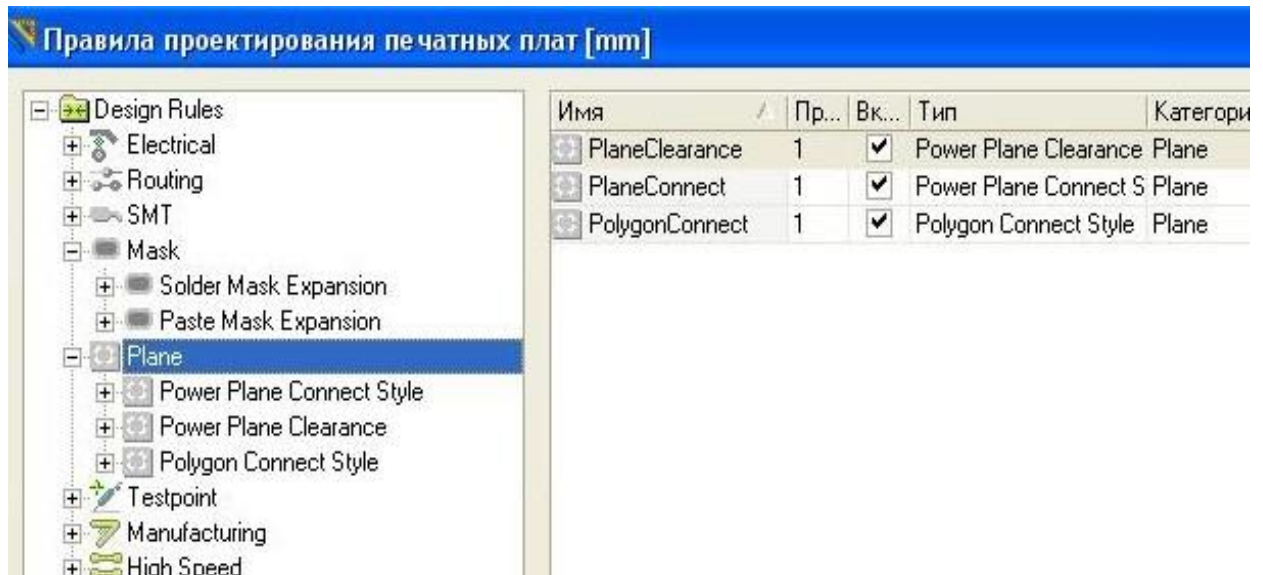


Рис. 7.6

Група Testpoint описує різні види контрольних точок (рис. 7.7).

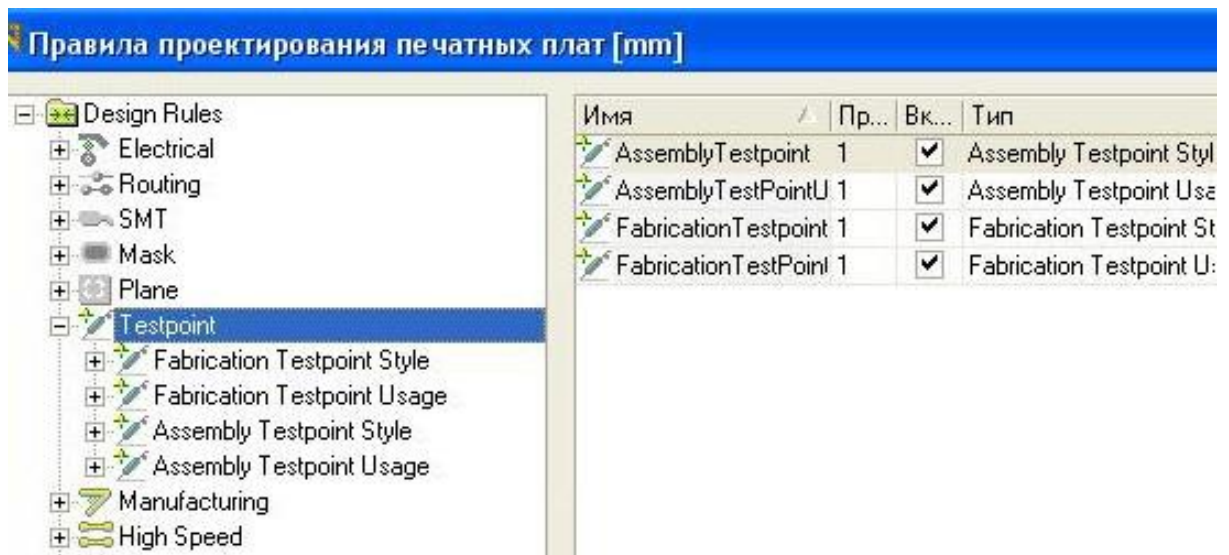


Рис. 7.7

Наступна група **Manufacturing** враховує такі технологічні умови виробництва. **Minimum Annular Ring** (мінімальний розмір контактної площадки), **Acute Angle** (обмеження на розмір гострих кутів), **Hole Size** (діаметр отворів), **Layer Pairs** (пари шарів), **Hole to Hole Clearance** (збіг і перетин отворів), **Minimum Solder Mask Silver** (мінімальна ширина ділянки в захисній масці), **Silkscreen Over Component Pads** (зазор між маркуванням і розкритими від маски металізованими контактними майданчиками), **Silk to Silk Clearance** (перевірка зазорів на шарі шовкографії), **Minimum copper width** (аналіз ділянок металізації, які можуть або не можуть бути сформовані на етапі виробництва друкованої плати), **Net Antennae** (визначає не підключені ділянки трас і дуг на сигнальних шарах) (рис. 7.8).

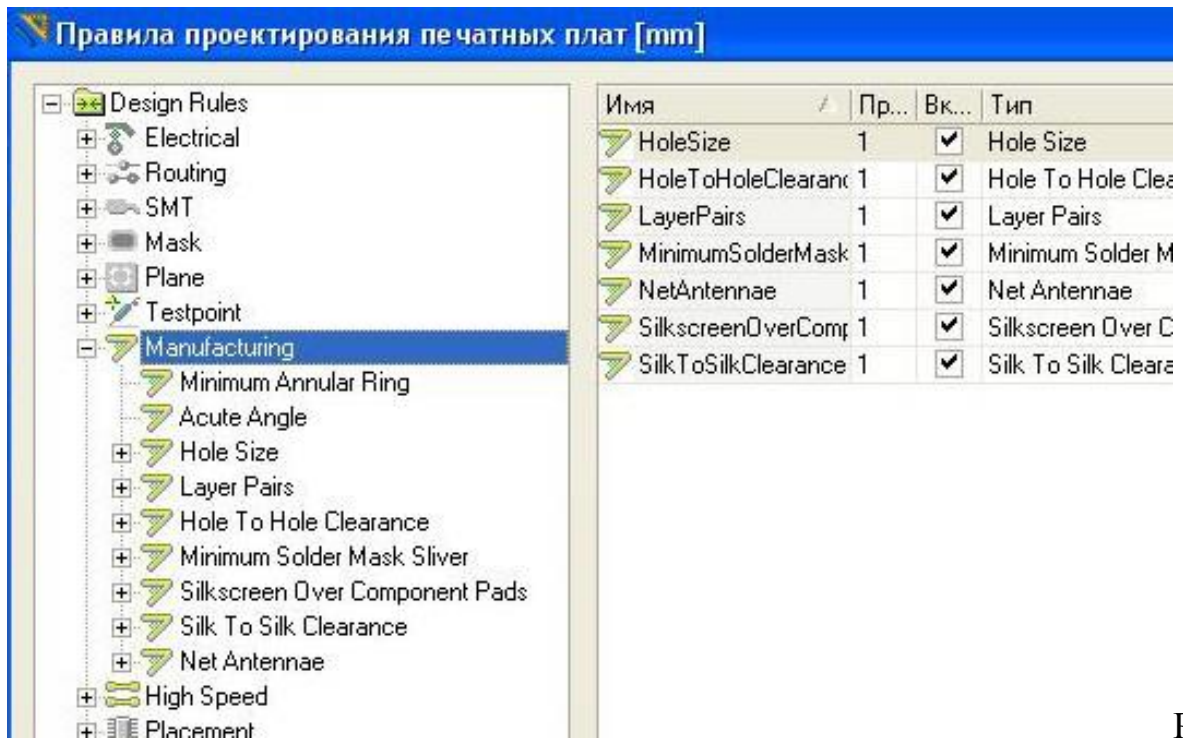


Рис.

7.8

Завдання правил трасування для високошвидкісних кіл **High Speed**. **Parallel Segment** (довжина паралельних трас), **Length** (довжина певного кола), **Matched Net Lengths** (настройка різниці в довжині певних кіл або диференціальних пар), **Daisy Chain Stub Length** (настройка Т-подібного з'єднання до контактної площадки), **Vias Under SMD** (дозвіл перехідного отвору під контактною площиною), **Maximum Via Count** (максимальне число перехідних отворів) (рис. 7.9).

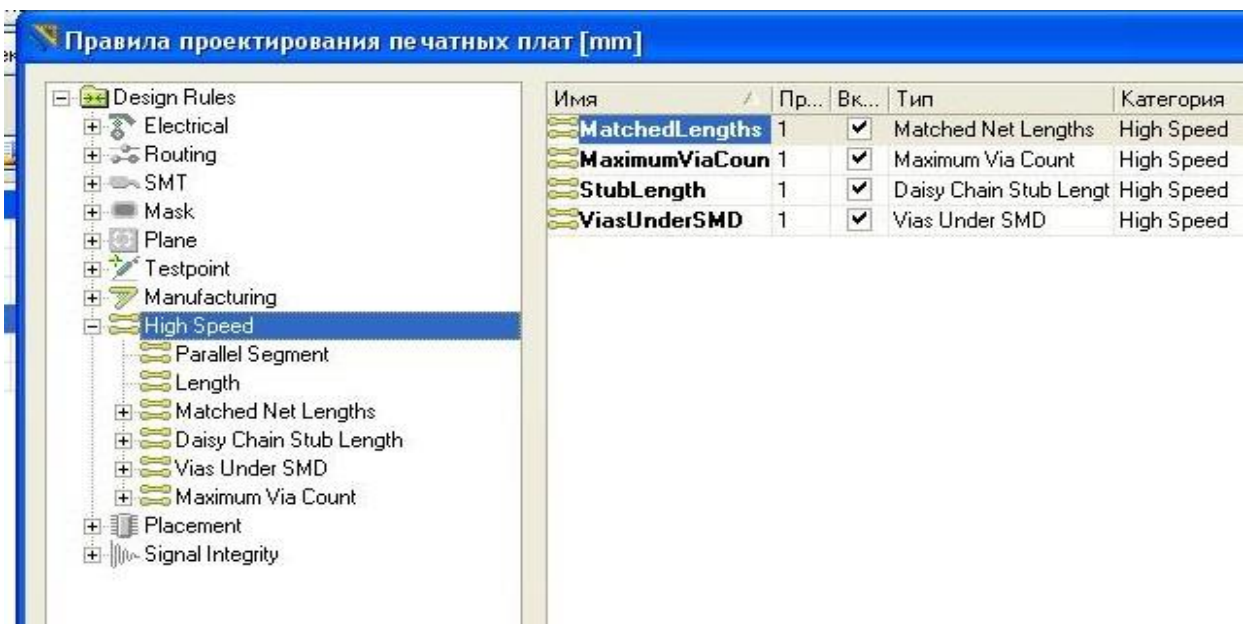


Рис. 7.9

Група завдання правил розміщення елементів на платі **Placement**.

Room Definition (область розміщення), **Component Clearance** (відстань між компонентами), **Component Orientations** (орієнтація компонентів), **Permitted Layers** (розміщені шари), **Nets to Ignore** (ігноровані кола), **Height** (висота) (рис. 7.10).

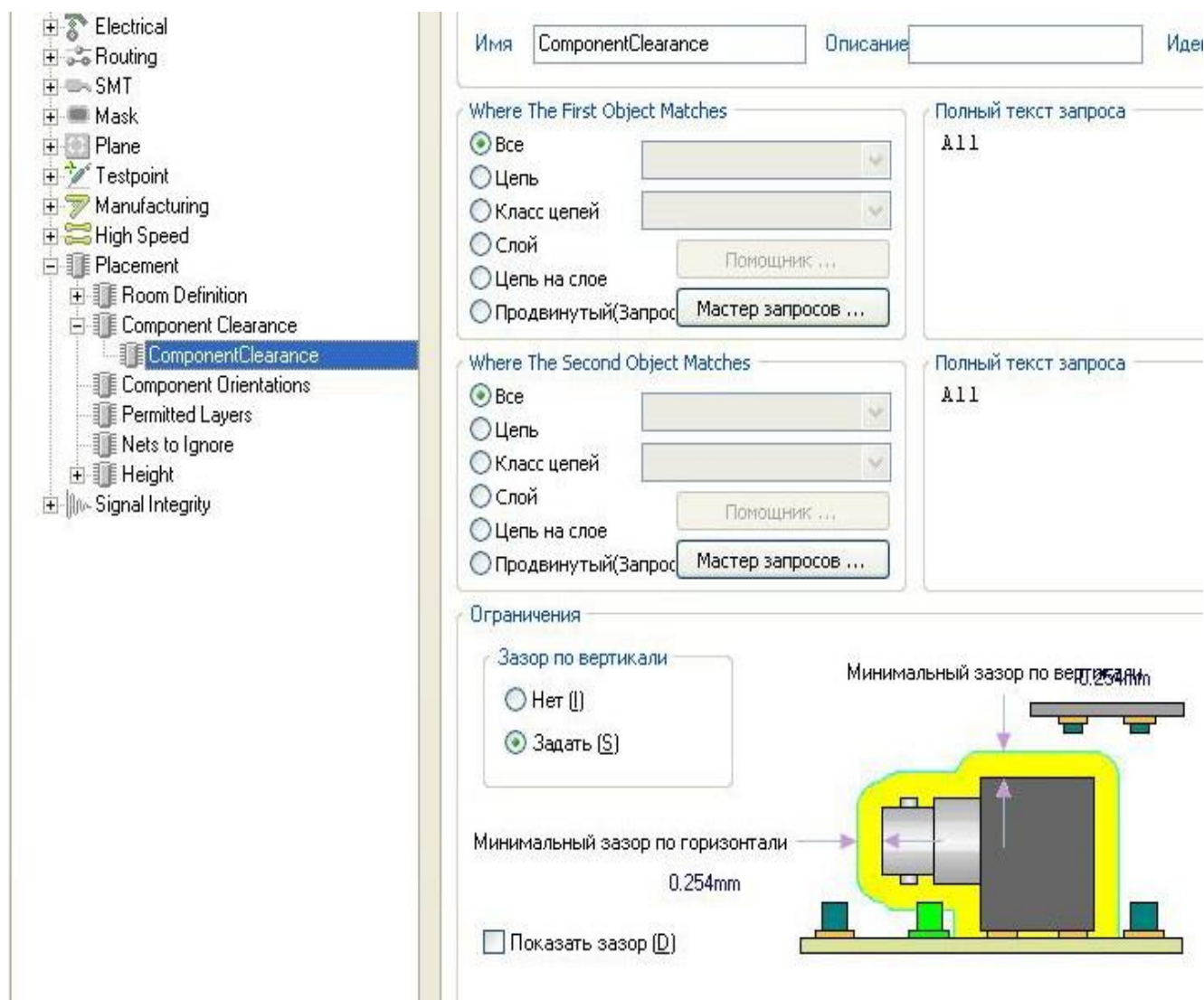


Рис. 7.10

Остання група **Signal Integrity** задає правила для моделювання електричних схем друкованих плат (рис. 7.11).

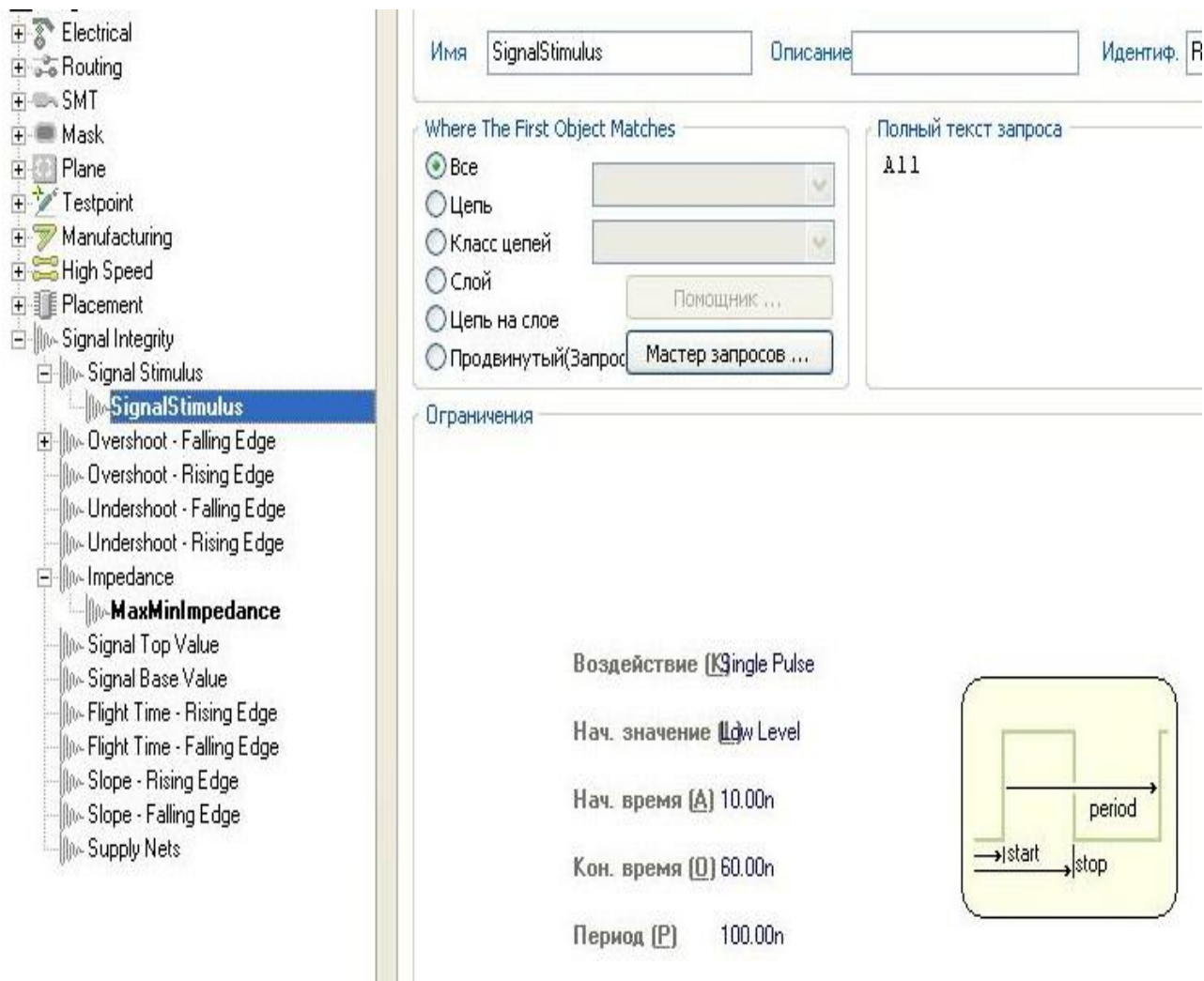


Рис. 7.11

Приклад трасування друкованої плати

В даному проекті задамо наступні умови трасування. Виготовити плату за четвертого класу точності. Тому в групі правил **Electrical** задати **Clearance** (зазор) 0,15 мм. Для цього клацнути ПК за назвою правила і у випадяючому вікні вибрати **Нове правило** з необхідними характеристиками (курсор наводиться на змінювані параметри) (рис. 7.12).

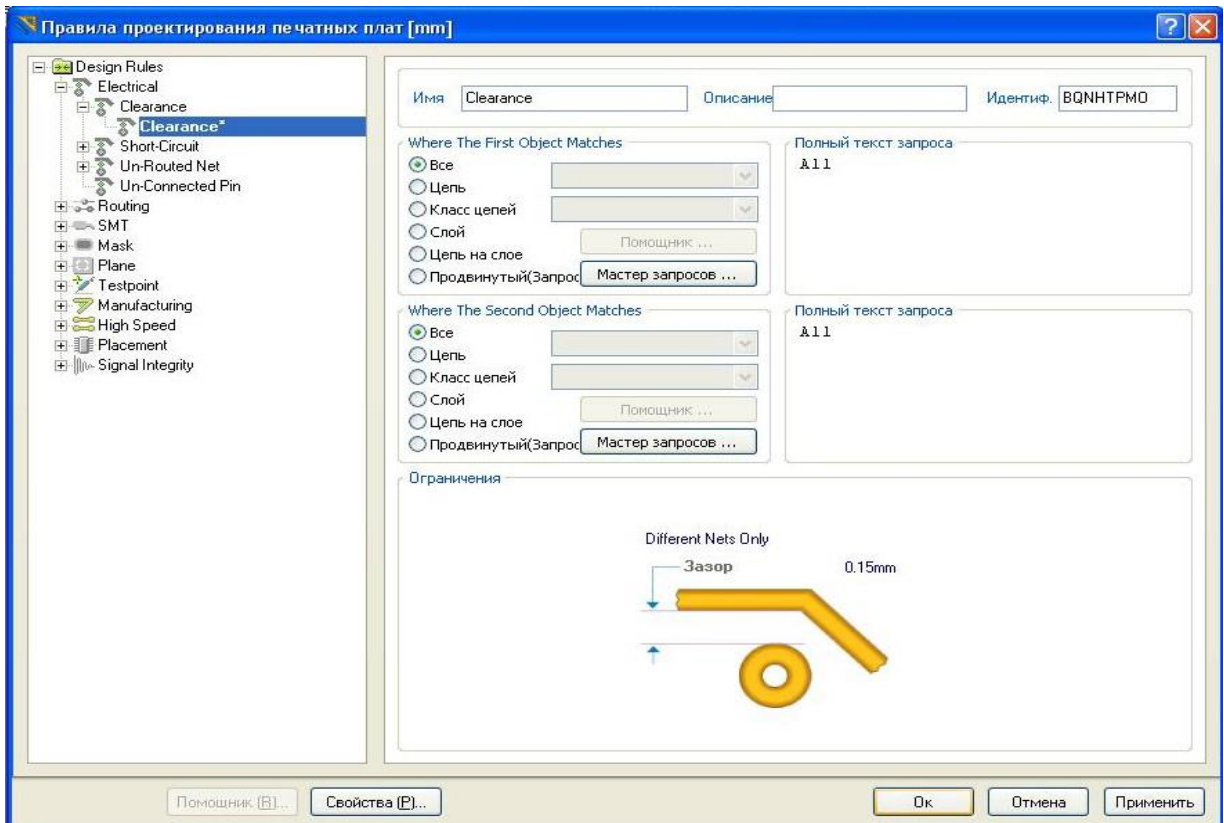


Рис. 7.12

У групі **Short Circuit** прибрати галочку з **Дозволити коротке замикання** (рис. 7.13), а в групі нерозведені електричного кола - **UnRouted Net** залишити за замовчуванням.

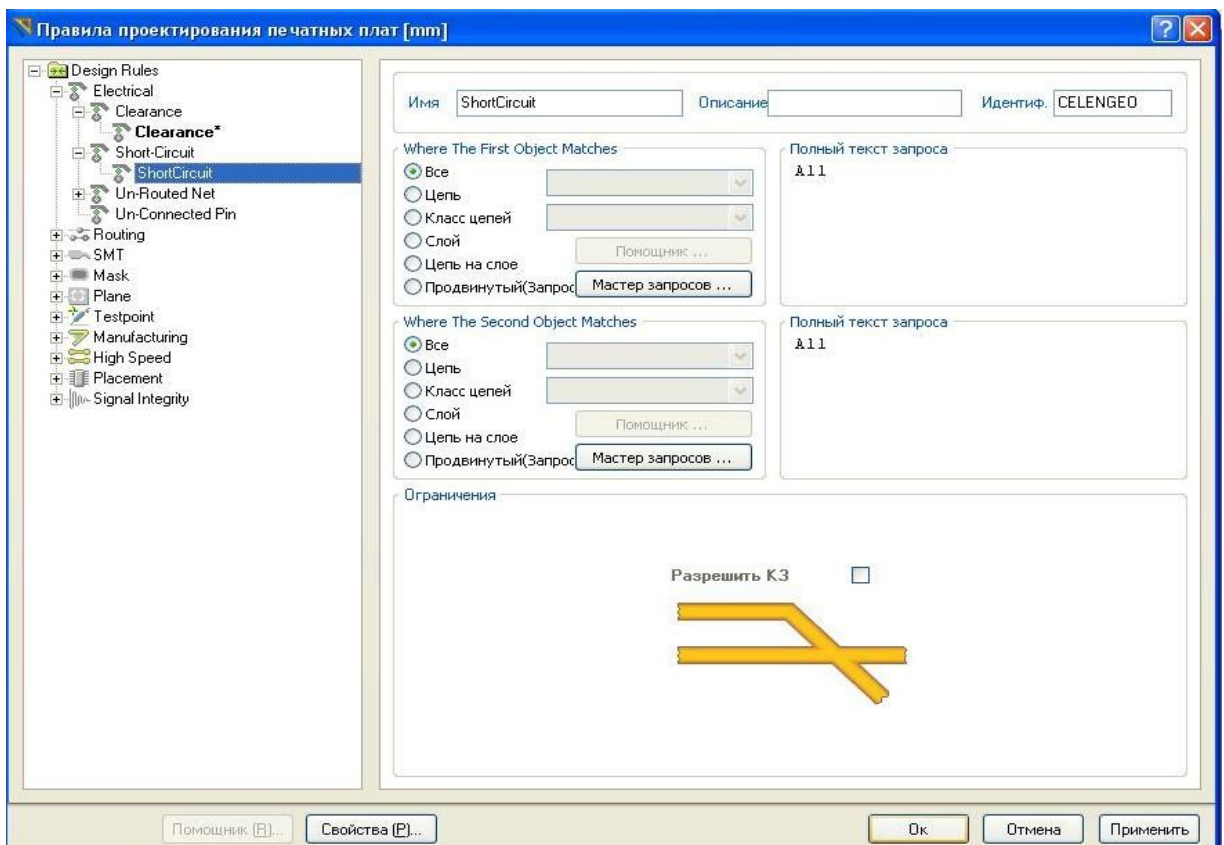


Рис. 7.13

У підгрупі **Width** групи **Routing** встановимо значення ширини провідника. Задамо в рядках **Min Width**, **Preferred Width** і **Max Width** значення 0,15 мм. У підсумку в таблиці під даними рядками будуть відображені параметри провідника для кожного шару. У нашому випадку у всіх шарах ширина провідника 0,15 мм (рис. 7.14).

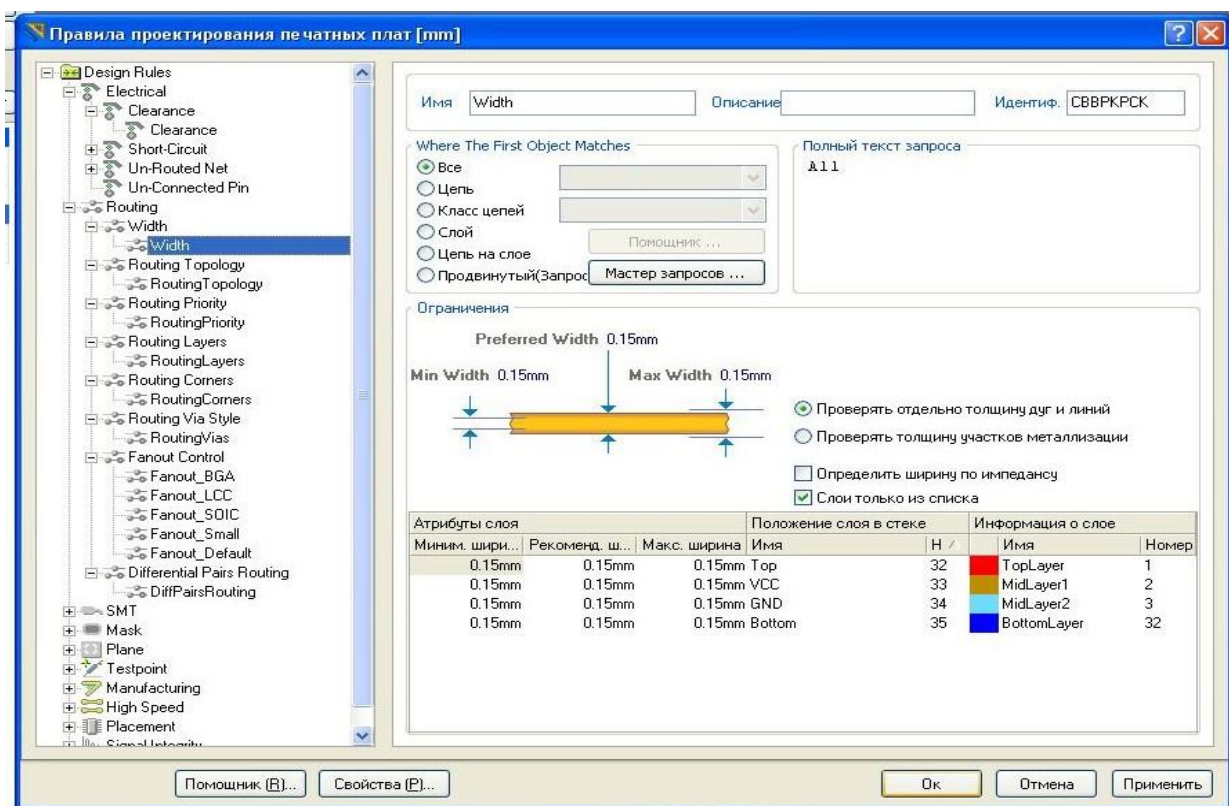


Рис. 7.14

У підгрупі **Routing Topology** встановити топологію **Shortest** (рис. 7.15).

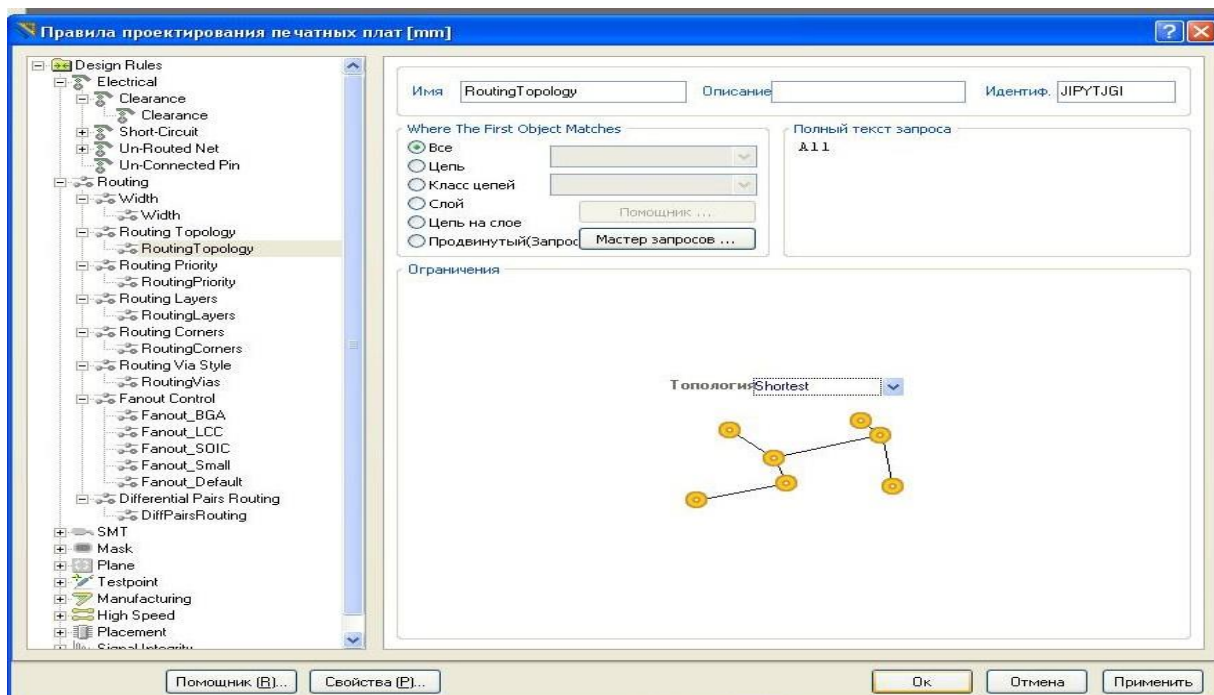


Рис. 7.15

У підгрупі **Routing Layers** дозволити трасування тільки в шарах **Top** і **Bottom** (рис. 7.16).

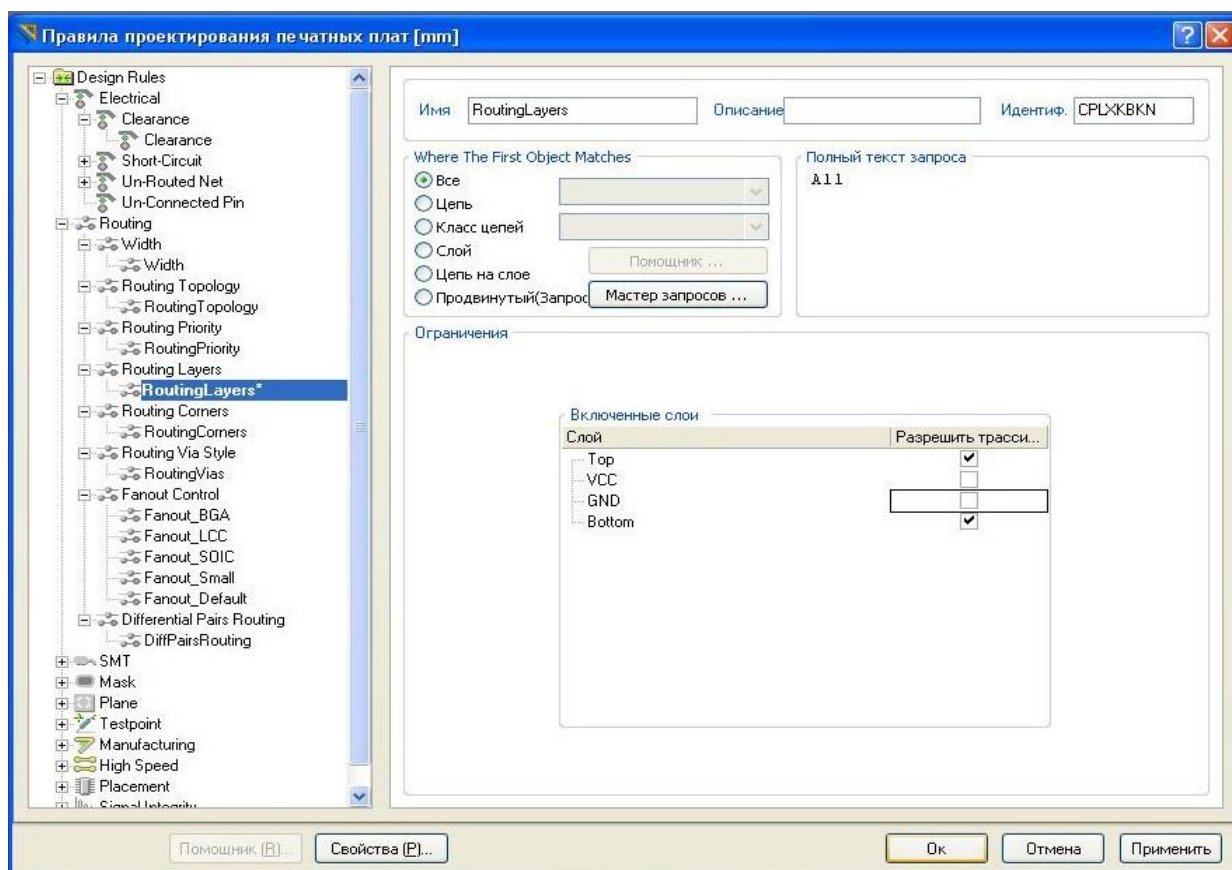


Рис. 7.16

Routing Corners (трасування кутів) - стиль 45 градусів, скіс і до по 3 мм (рис. 7.17).

Routing Via Style (трасування типу отворів).

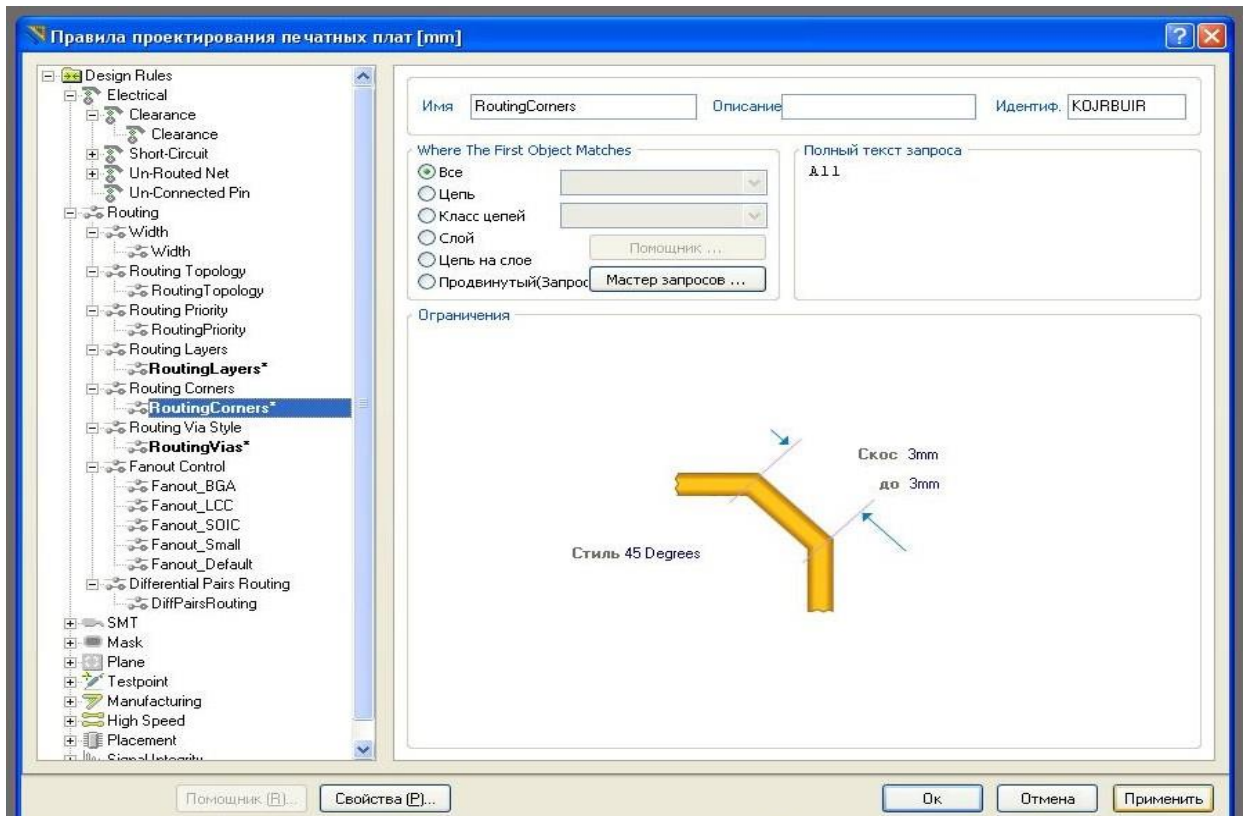


Рис. 7.17

Routing Vias (трасування перехідних отворів) - розміри вказати в віконцях (рис. 7.18).

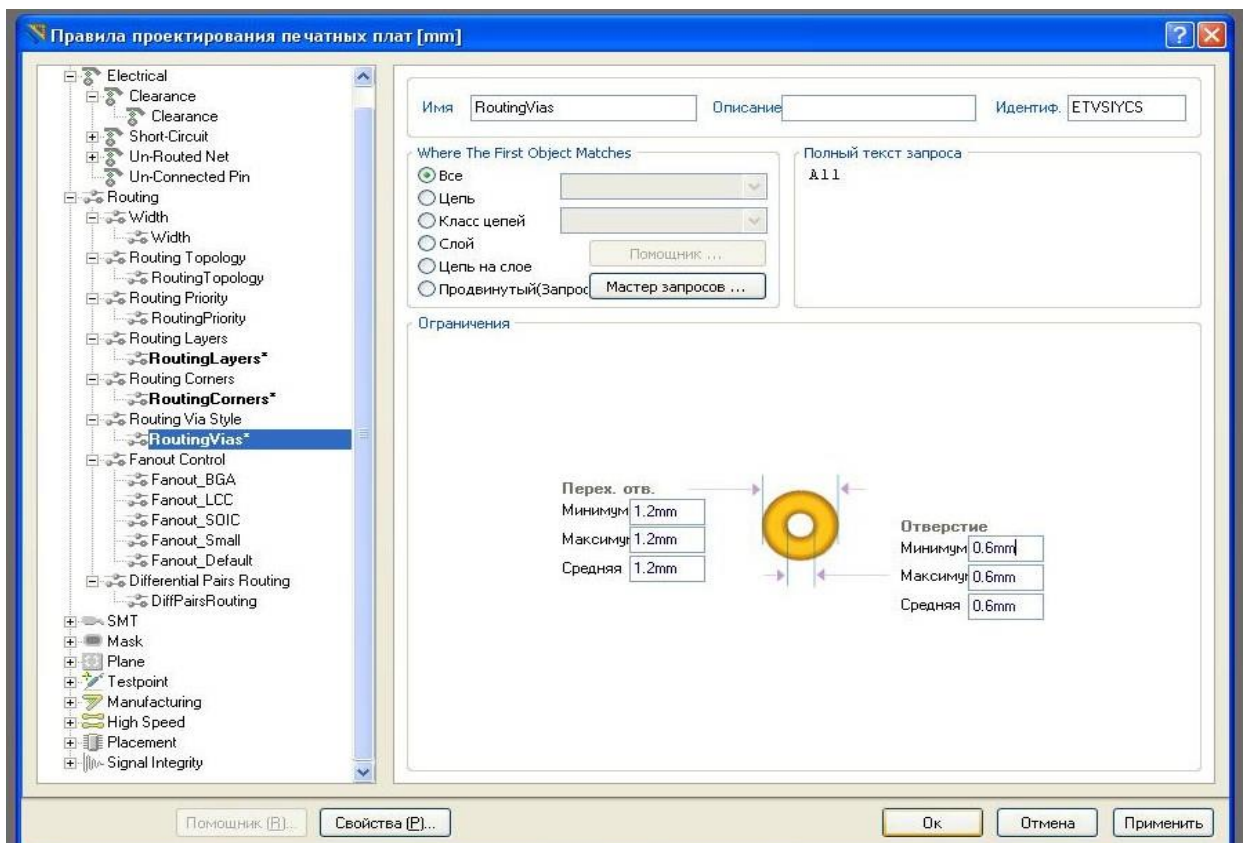


Рис. 7.18

У групі **SMD** в підгрупі **SMD To Corner** (відстань від планарного виводу до найближчого повороту) - задати 1 мм (рис. 7.19).

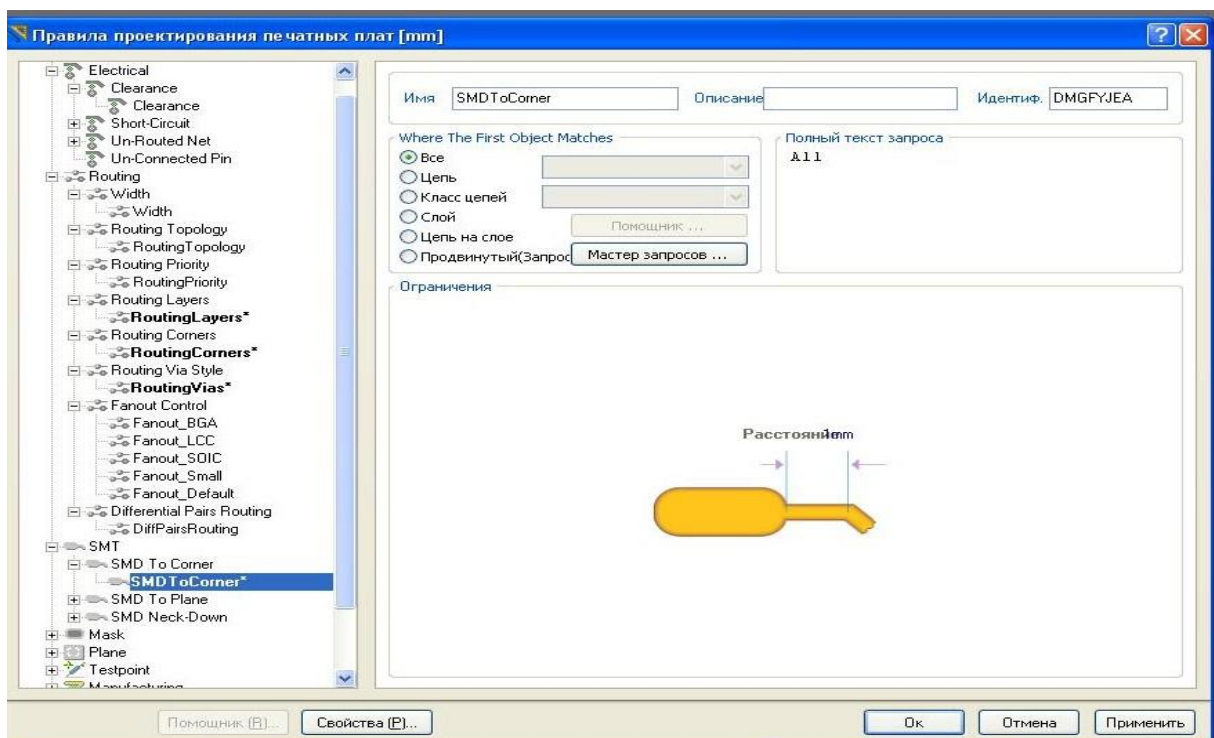


Рис. 7.19

У підгрупі **SMD To Plane** - 1 мм (рис. 7.20).

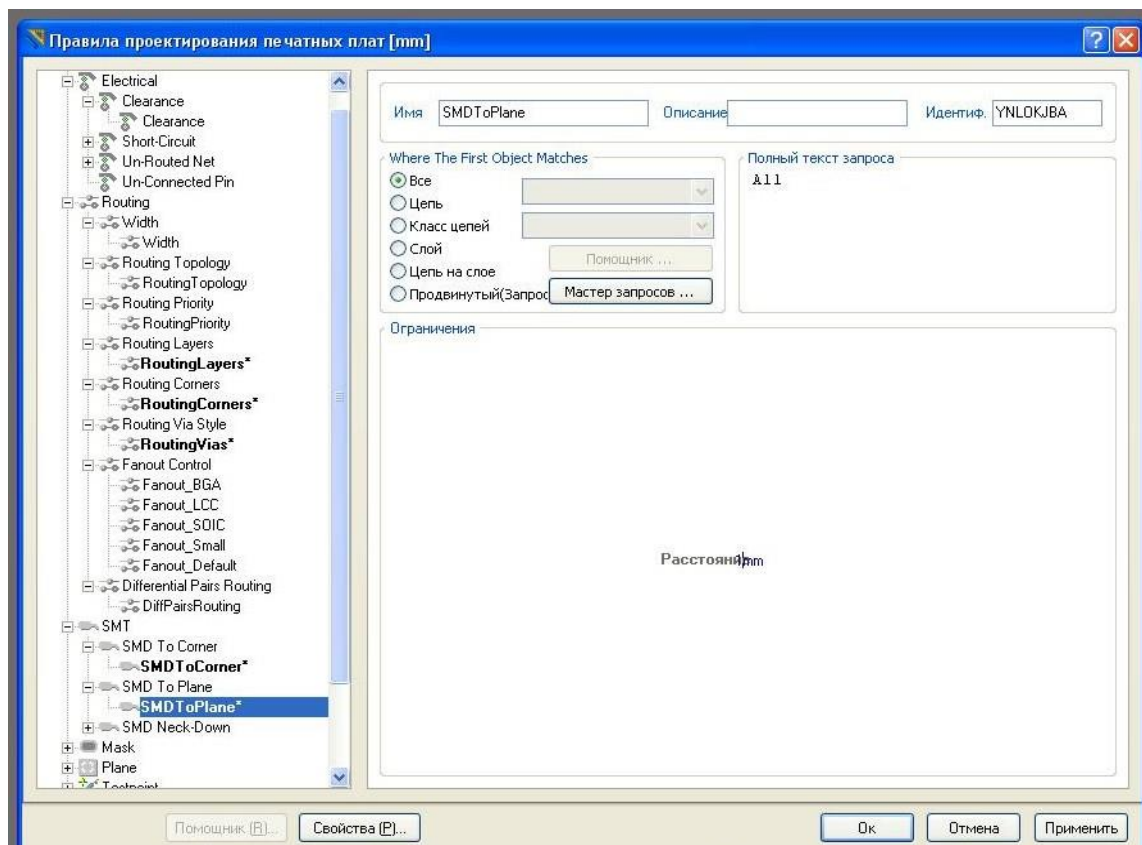


Рис. 7.20

У групі **Mask** підгрупи **Solder Mask Expansion** - 0,1 мм (рис. 7.21).

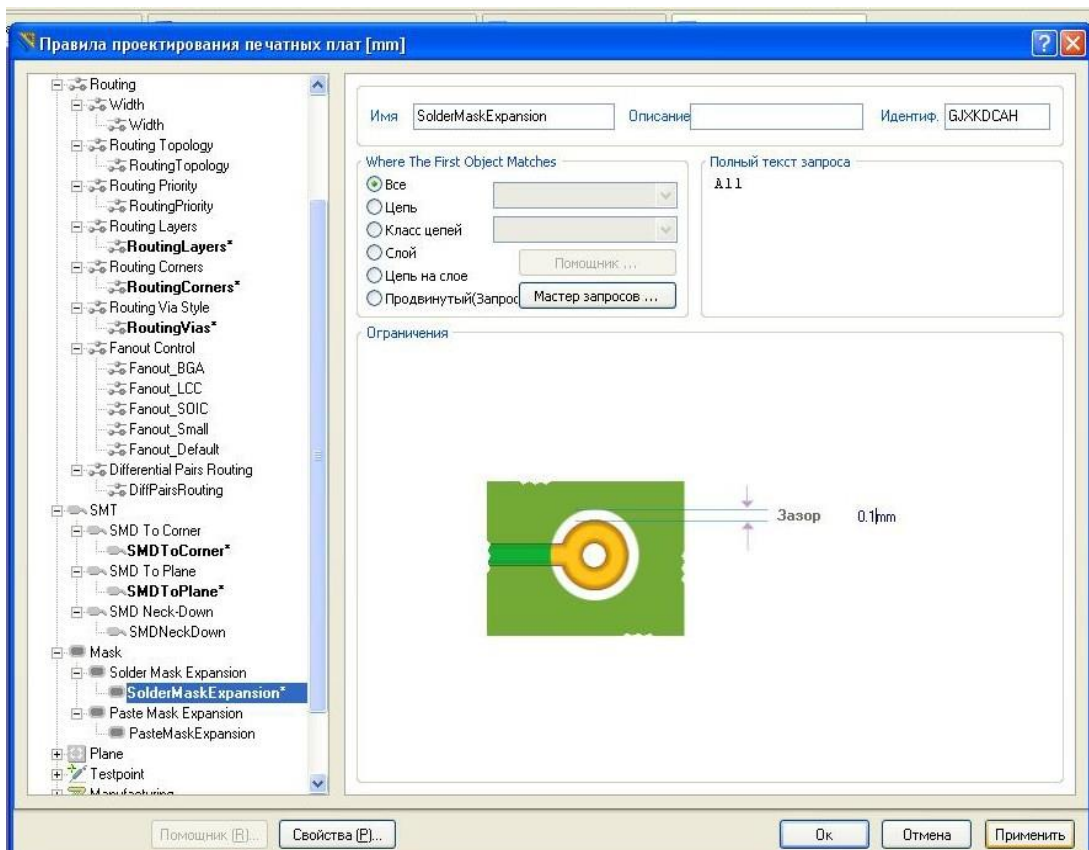


Рис. 7.21

У підгрупі **Paste Mask Expansion** - 0.05 мм (рис.7.22).

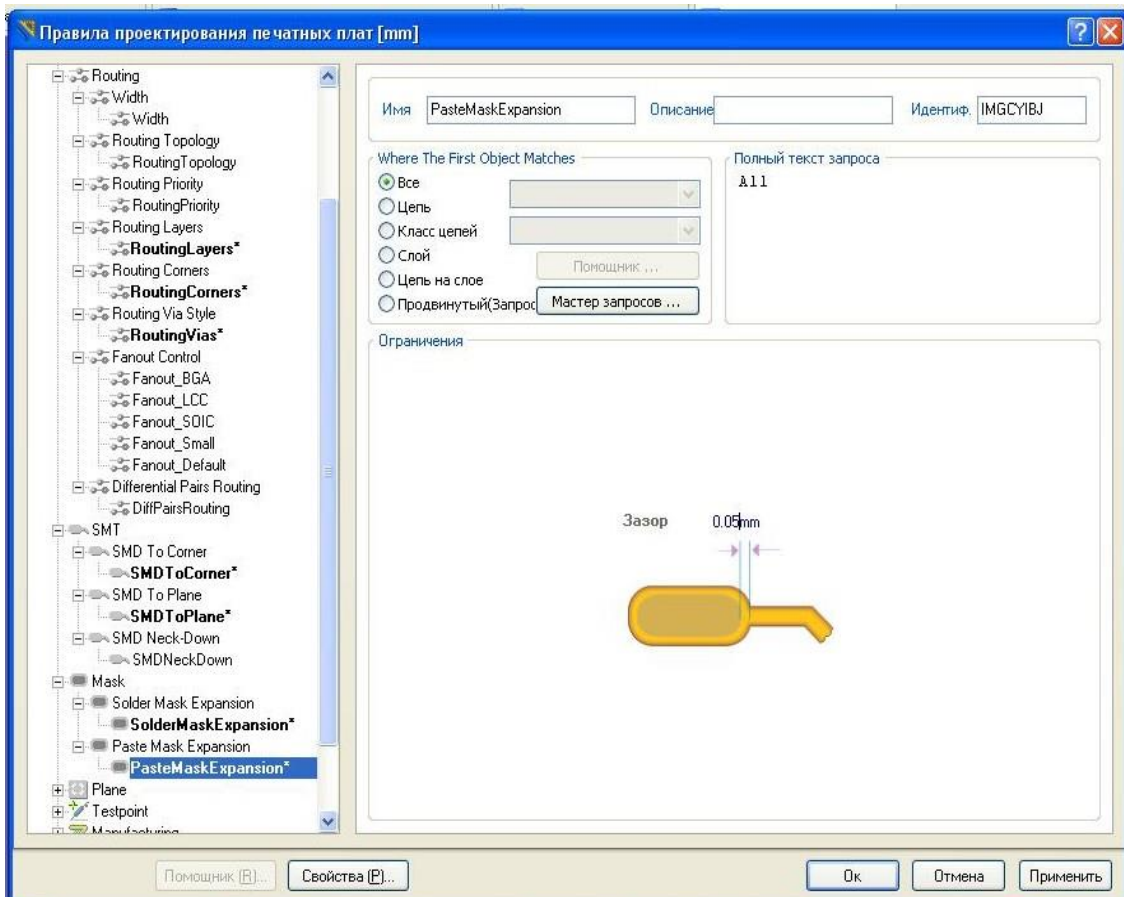


Рис. 7.22

У групі **Plane** підгрупа **Plane Connect** - згідно рис. 7.23.

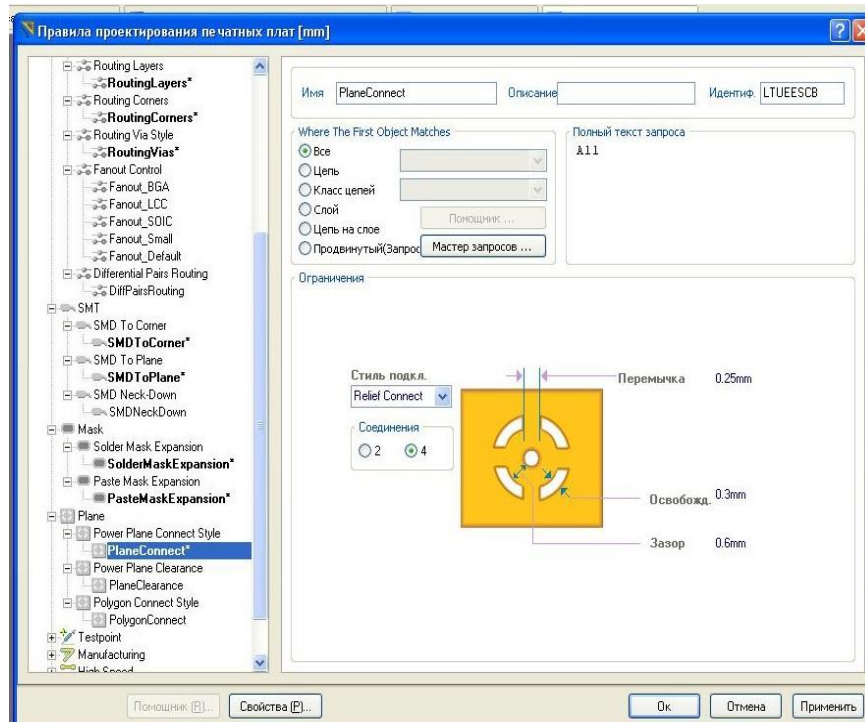


Рис. 7.23

Підгрупа **Plane Clearance** - зазор 0.6 мм (рис.7.24).

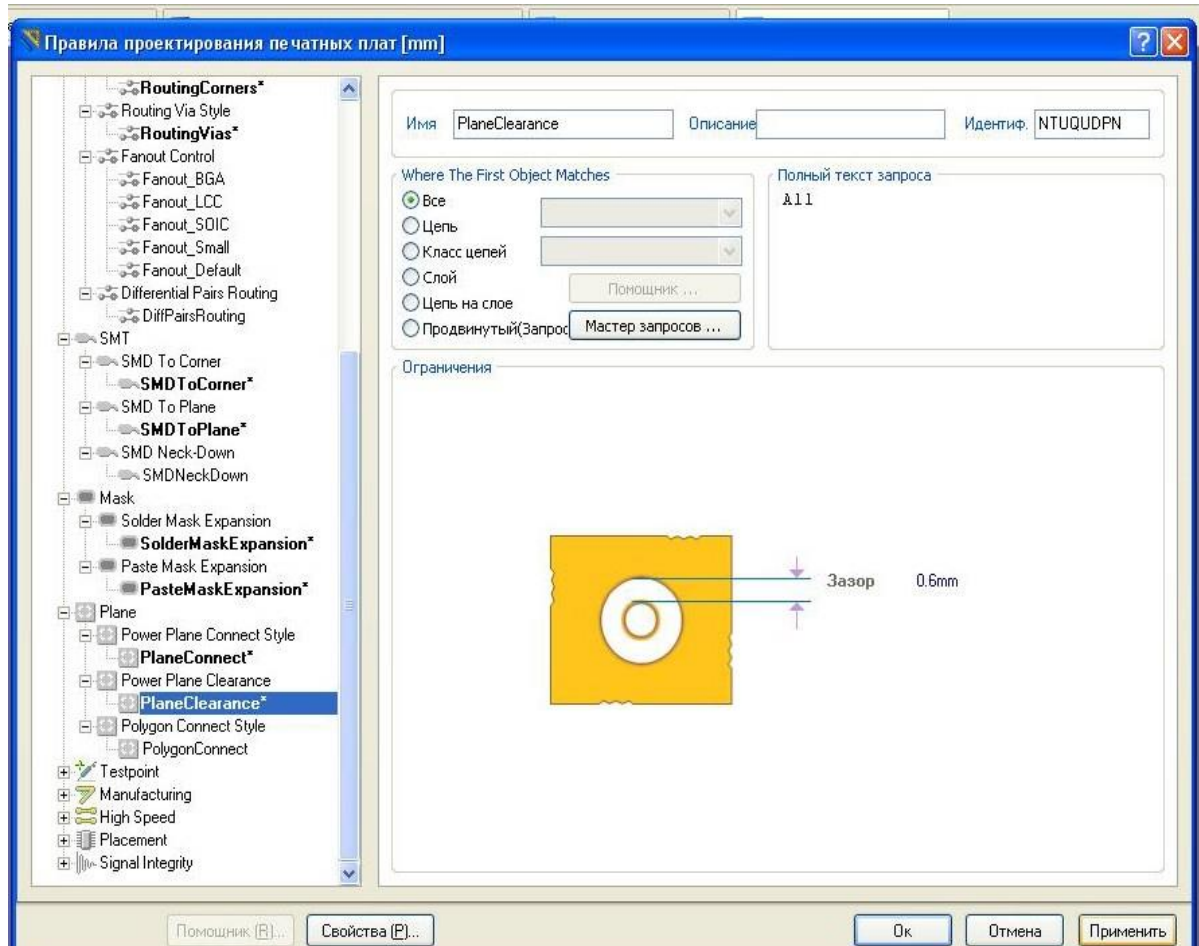


Рис. 7.24

Підгрупа **Polygon Connect** - 0.25 мм (рис.7.25).

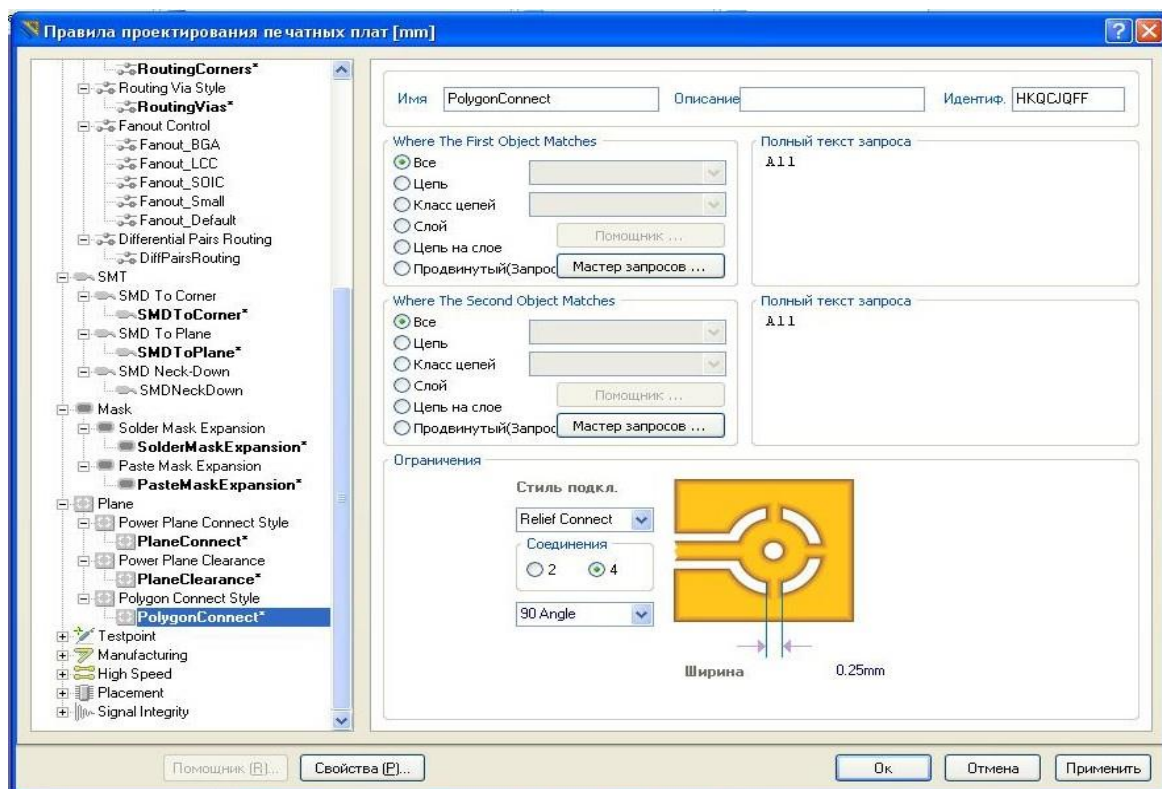


Рис. 7.25

З огляду на простоти розглянутого проекту інші настройки виконувати не доцільно. Натиснути кнопку **Застосувати** і **Ок**.

Формування екранних шарів

Задамо контури екрану на платі. Спочатку зробимо активним шар живлення **VCC (+ 5v)**. Для цього необхідно в нижній частині екрана на панелі шарів ДП клацнути ЛК по + 5v (рис. 7.26).

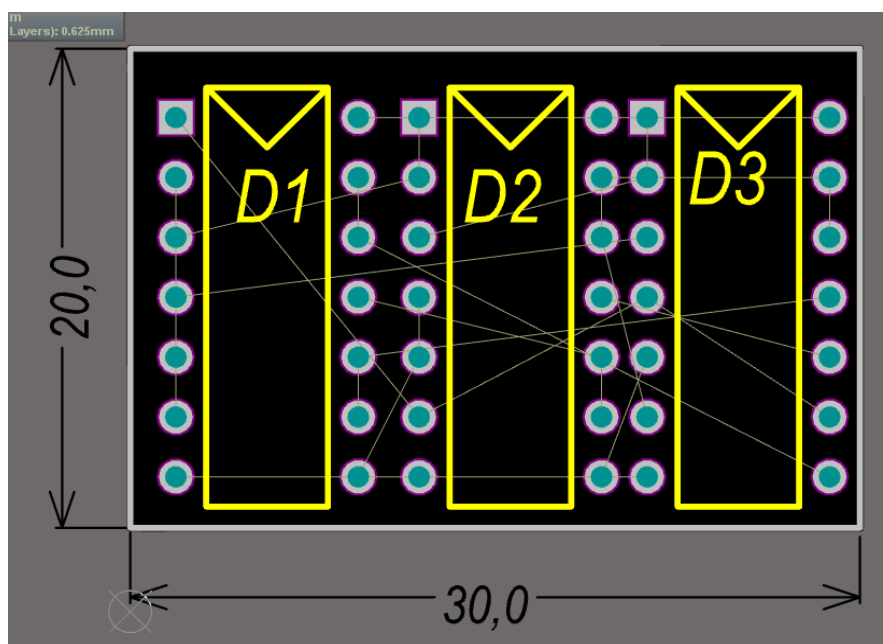


Рис. 7.26

Після цього виконати команди **Розміщення / Полігон** . Відкриється вікно **Полігон** , в якому в полі **Режим заливки** вибрати **Штриховий** і задати розміри ширина доріжки 0,25, крок сітки 0,5, відступ від КП - **Дуги** , режим сітки 45 градусів, в поле властивості задати назви полігону + 5V, шар VCC, мін. Примітив 0,01, в поле Опції Кола з'єднати з + 5V, Вибрати **Pour Over All ...**, поставити галочку **Видалити зайву металізацію** (рис. 7.27). Натиснути **Ок**.

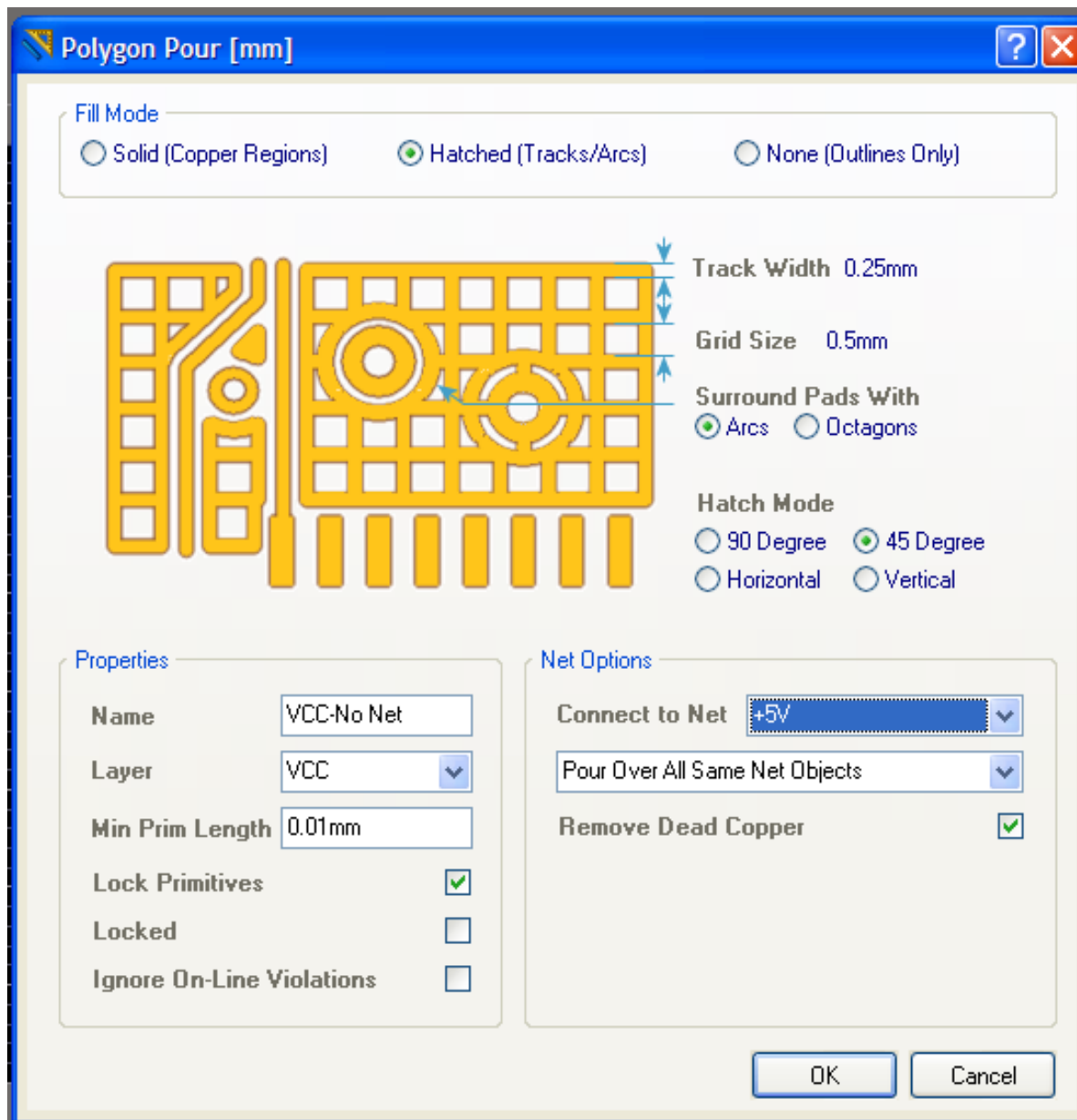


Рис. 7.27

Після цього відкривається вікно з малюнком ДП в режимі побудови полігону. Задати контури полігону. Для цього в лівому верхньому кутку ДП клацнути ЛК, відступивши від країв зліва і зверху по, наприклад, 2.5 мм, потім перемістити курсор в правий верхній кут з таким же відступом, клацнути ЛК, далі в правий нижній кут і останній раз в лівому нижньому кутку клацнути ЛК, натиснути ПК. На екрані з'явиться малюнок заливки полігону ДП (рис. 7.28).

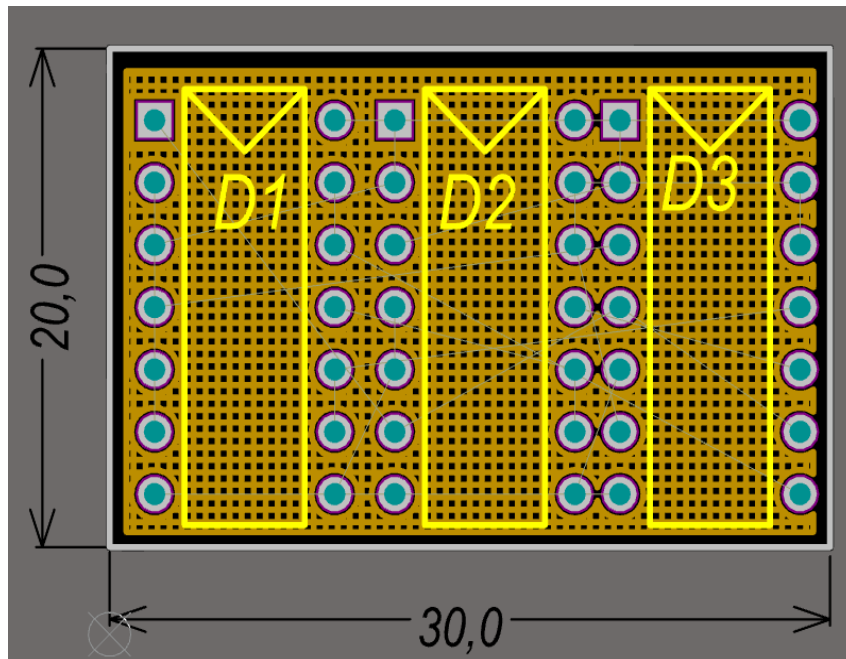


Рис. 7.28

Аналогічним чином сформувати шар корпусу (GND). Для цього зробити активним шар **GND** і виконати команди **Розміщення / Полігон** і в вікні **Полігон** задати в полях **Властивості** ім'я **GND** і в поле **Опції кіл** - **З'єднати з GND**. Крок сітки 0,5 мм (рис. 7.29).

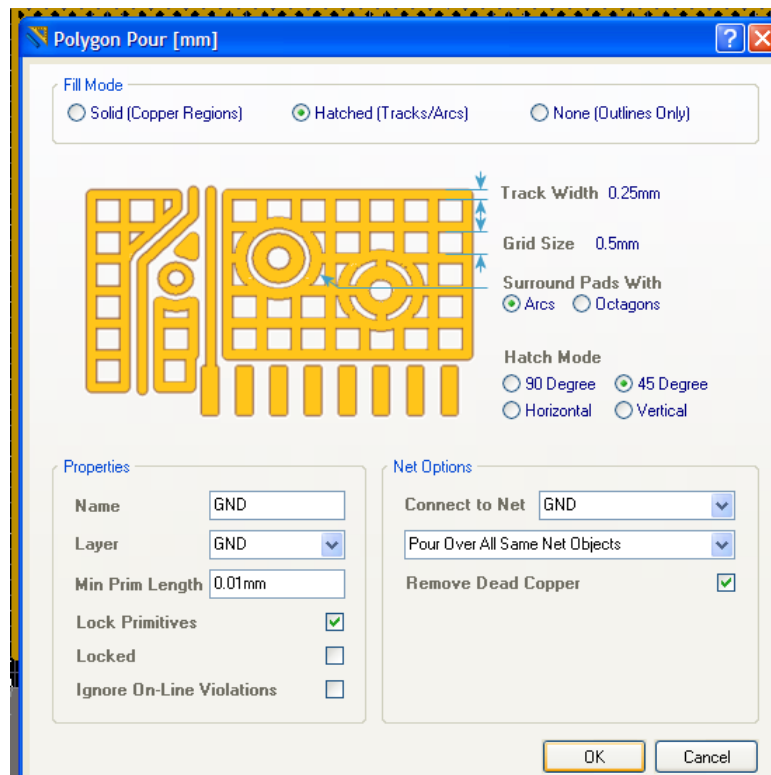


Рис. 7.29

Тепер можна намалювати контур цього полігону, для чого клацнути ЛК по черзі по всіх чотирьох кутах ДП з зазором 1,25 мм від краю плати (рис. 7.30).

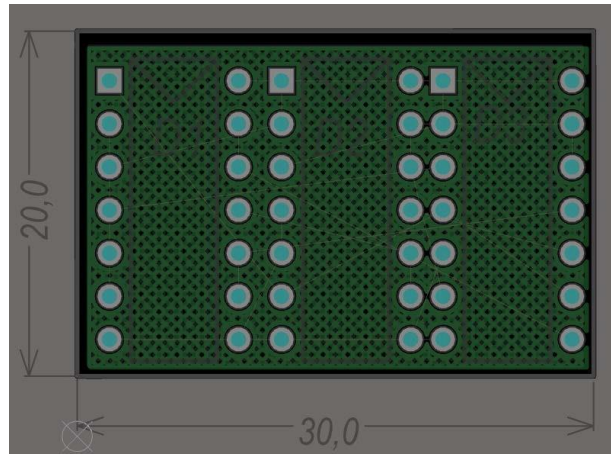


Рис. 7.30

Виконати команди **Авто трасування / Всі** . Відкриється вікно **Стратегії трасування**, в якому клацнути ЛК по кнопці **Напрямок на шарі**. З'явиться однойменне вікно, в якому в стовпці **Поточне** навпаки шарів **VCC (+ 5v)** і **GND** встановити **Not Used**, навпаки **Top Layer** і **Bottom Layer** вибрати **Automatic** (рис. 7.31). Натиснути **ОК** .

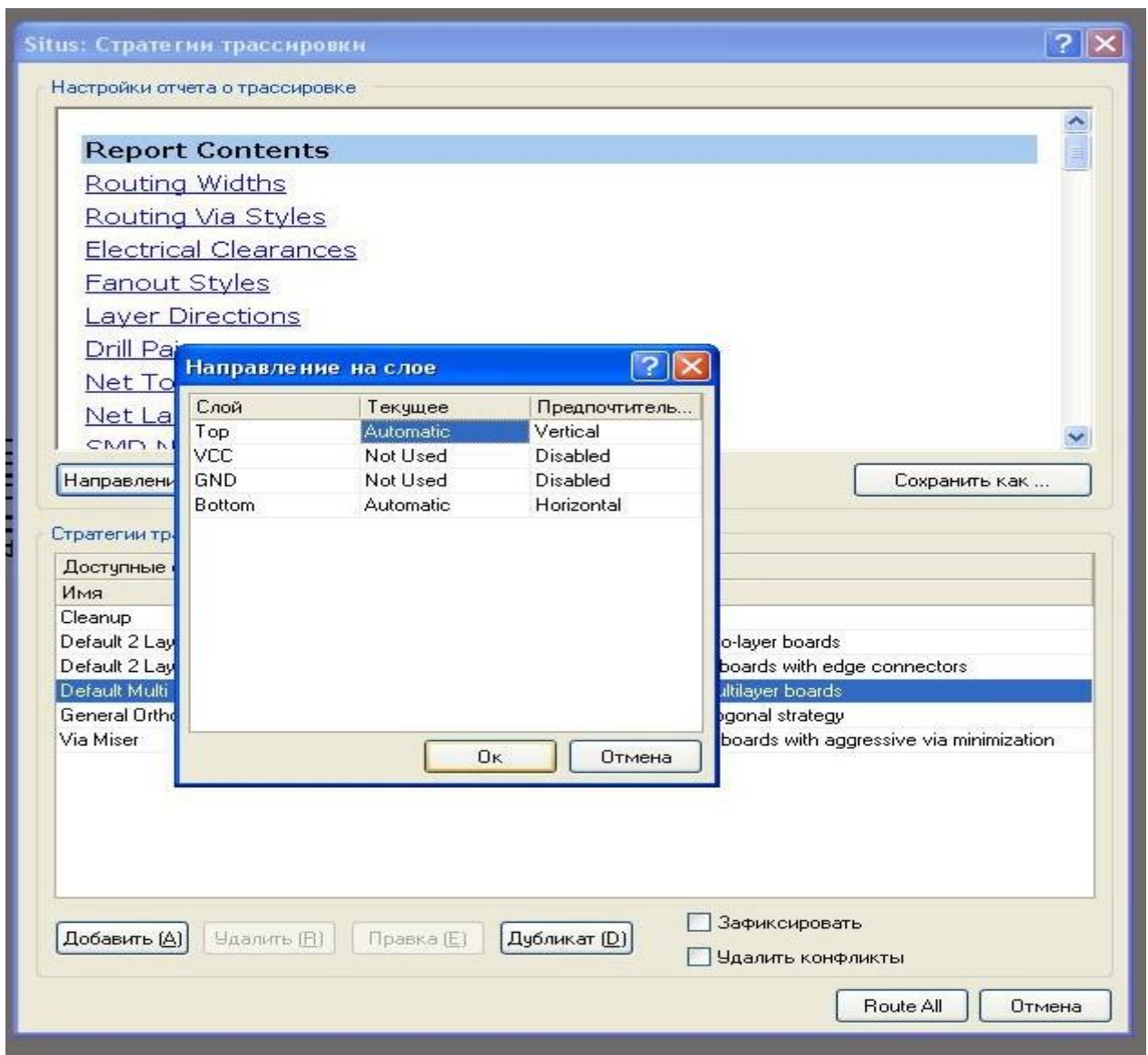


Рис. 7.31

В поле Стратегії трасування вибрати **Default Multi Layer Board**. У нижній частині екрана в вікнах **Зафіксувати** і **Видалити конфлікти**, встановити галочки (рис. 7.32), потім натиснути **Route All**.

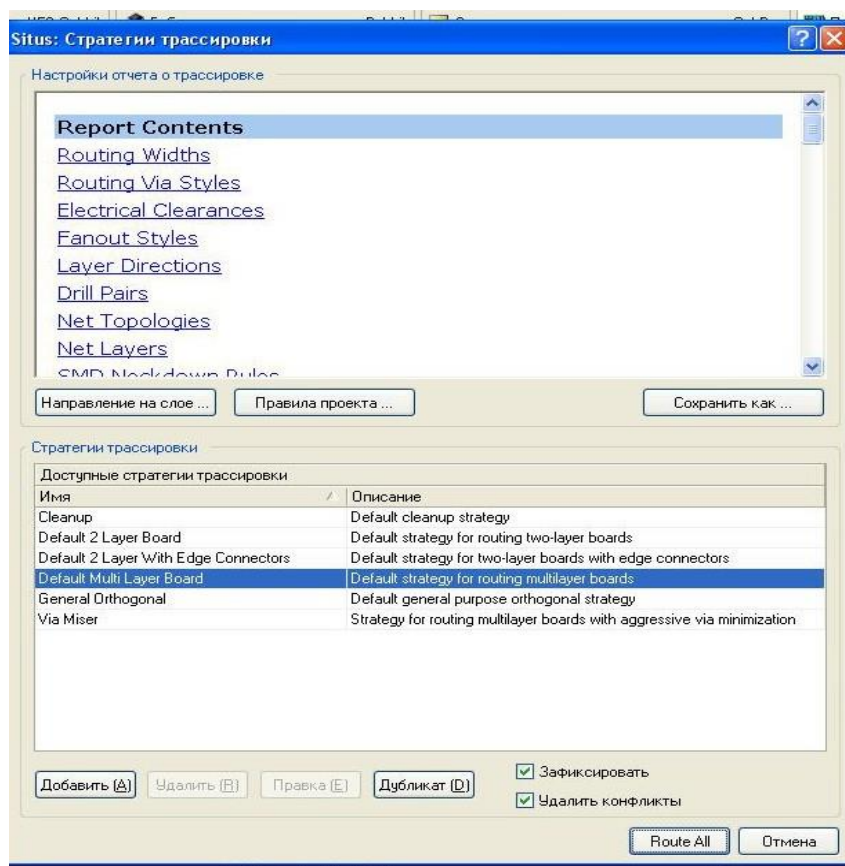


Рис. 7.32

З'явиться вікно **Messages**, в якому будуть відображені всі процеси під час автотрасування (рис. 7.33).

Class	Document	Source	Message	Time	Date	N..
Sit...	PCB1.Pcb...	Situs	Routing Started	13:57:02	23.01.20...	1
Ro...	PCB1.Pcb...	Situs	Creating topology map	13:57:03	23.01.20...	2
Sit...	PCB1.Pcb...	Situs	Starting Fan out to Plane	13:57:03	23.01.20...	3
Sit...	PCB1.Pcb...	Situs	Completed Fan out to Plane in 0 Seconds	13:57:03	23.01.20...	4
Sit...	PCB1.Pcb...	Situs	Starting Memory	13:57:03	23.01.20...	5
Sit...	PCB1.Pcb...	Situs	Completed Memory in 0 Seconds	13:57:03	23.01.20...	6
Sit...	PCB1.Pcb...	Situs	Starting Fan out Signal	13:57:03	23.01.20...	7
Sit...	PCB1.Pcb...	Situs	Completed Fan out Signal in 0 Seconds	13:57:03	23.01.20...	8
Sit...	PCB1.Pcb...	Situs	Starting Layer Patterns	13:57:03	23.01.20...	9
Ro...	PCB1.Pcb...	Situs	Calculating Board Density	13:57:03	23.01.20...	10
Sit...	PCB1.Pcb...	Situs	Completed Layer Patterns in 0 Seconds	13:57:04	23.01.20...	11
Sit...	PCB1.Pcb...	Situs	Starting Multilayer Main	13:57:04	23.01.20...	12
Ro...	PCB1.Pcb...	Situs	22 of 24 connections routed (91,67%) in 2 Se...	13:57:04	23.01.20...	13
Sit...	PCB1.Pcb...	Situs	Completed Multilayer Main in 1 Second	13:57:05	23.01.20...	14
Sit...	PCB1.Pcb...	Situs	Starting Completion	13:57:05	23.01.20...	15
Sit...	PCB1.Pcb...	Situs	Completed Completion in 0 Seconds	13:57:05	23.01.20...	16
Sit...	PCB1.Pcb...	Situs	Starting Straighten	13:57:05	23.01.20...	17
Sit...	PCB1.Pcb...	Situs	Completed Straighten in 0 Seconds	13:57:05	23.01.20...	18
Ro...	PCB1.Pcb...	Situs	24 of 24 connections routed (100,00%) in 4 S...	13:57:06	23.01.20...	19
Sit...	PCB1.Pcb...	Situs	Routing finished with 0 contentions(s). Failed ...	13:57:06	23.01.20...	20

Рис. 7.33

В результаті отримаємо малюнок друкованої плати (рис. 7.34).

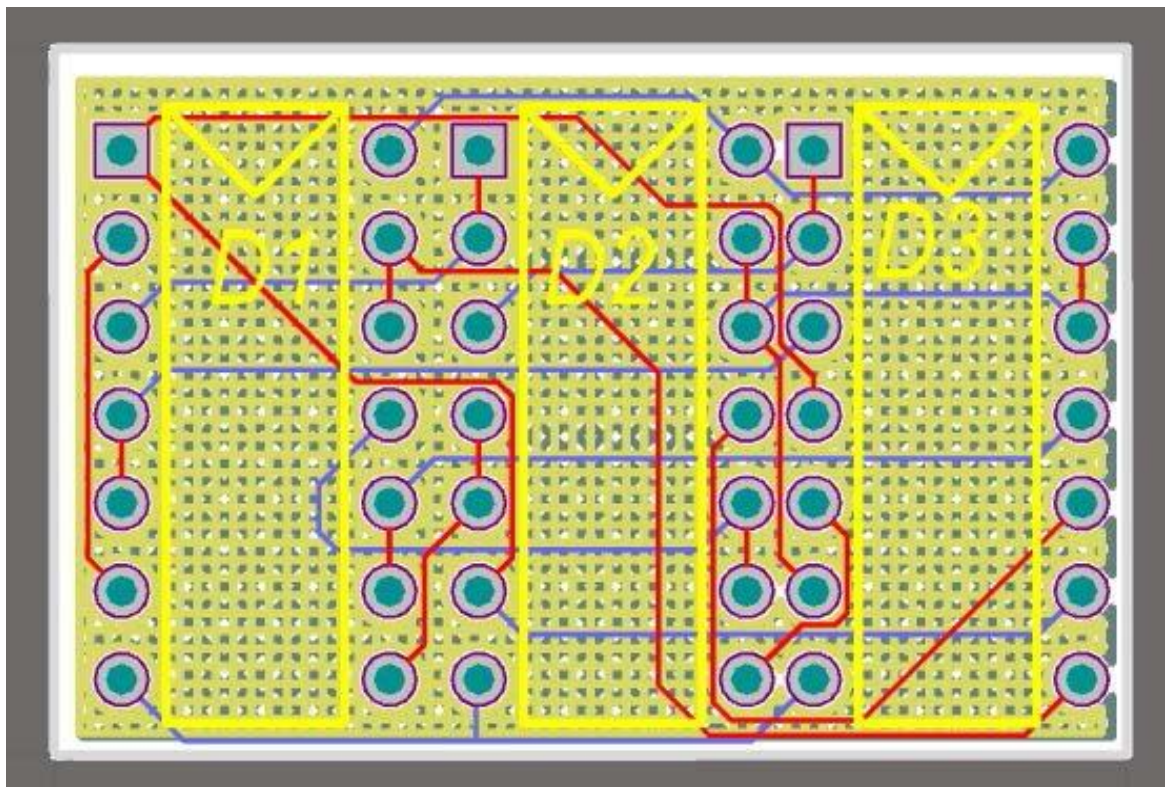


Рис. 7.34

Для перегляду малюнка кожного окремого шару необхідно клацнути ПК за назвою будь-якого шару, зазначеного в нижній частині екрана. Відкриється контекстне меню, в якому вибрати **Опції відображення шарів / Режим одного шару** (рис. 7.35)

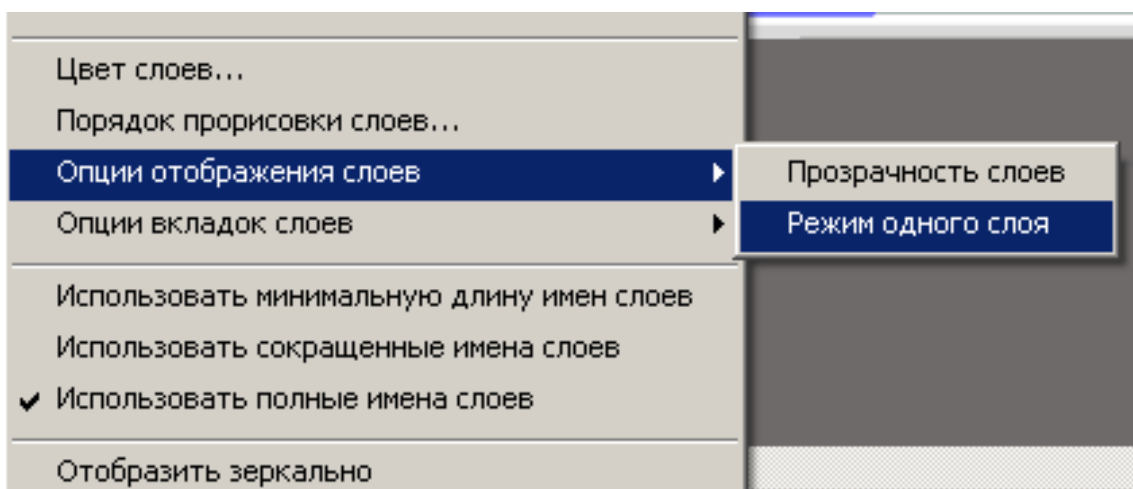


Рис. 7.35

Після цього, клацаючи ЛК по необхідному шару в нижній частині екрана, можна переглянути малюнок провідників на обраному шарі. Шар **Top** (рис. 7.36), шар **VCC (+ 5v)** (рис. 7.37), шар **GND** (рис. 7.38), шар **Bottom** (рис. 7.39).

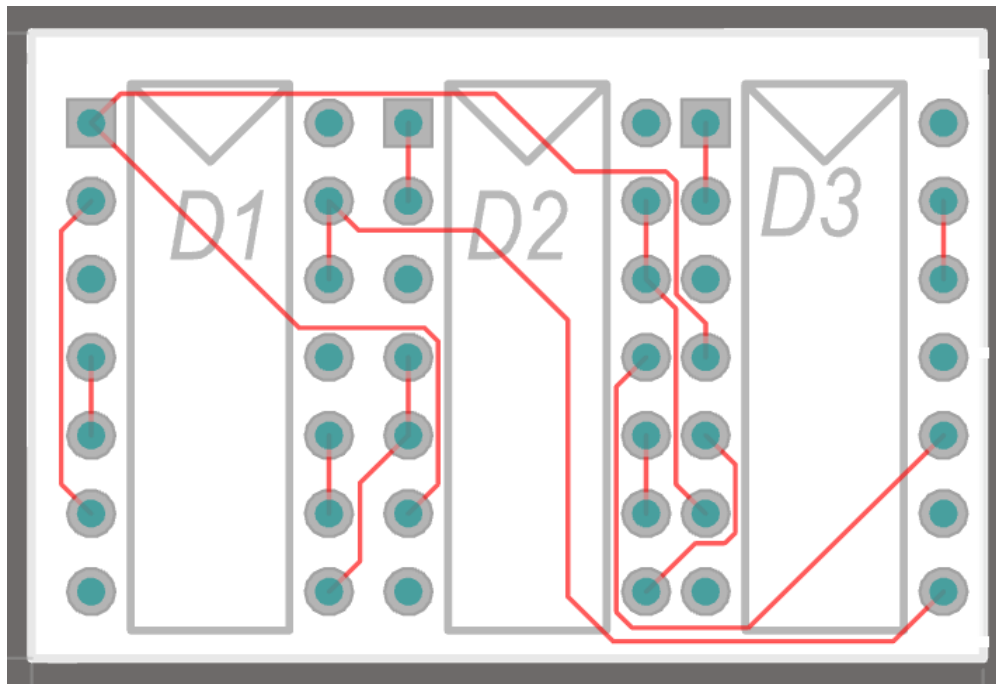


Рис. 7.36

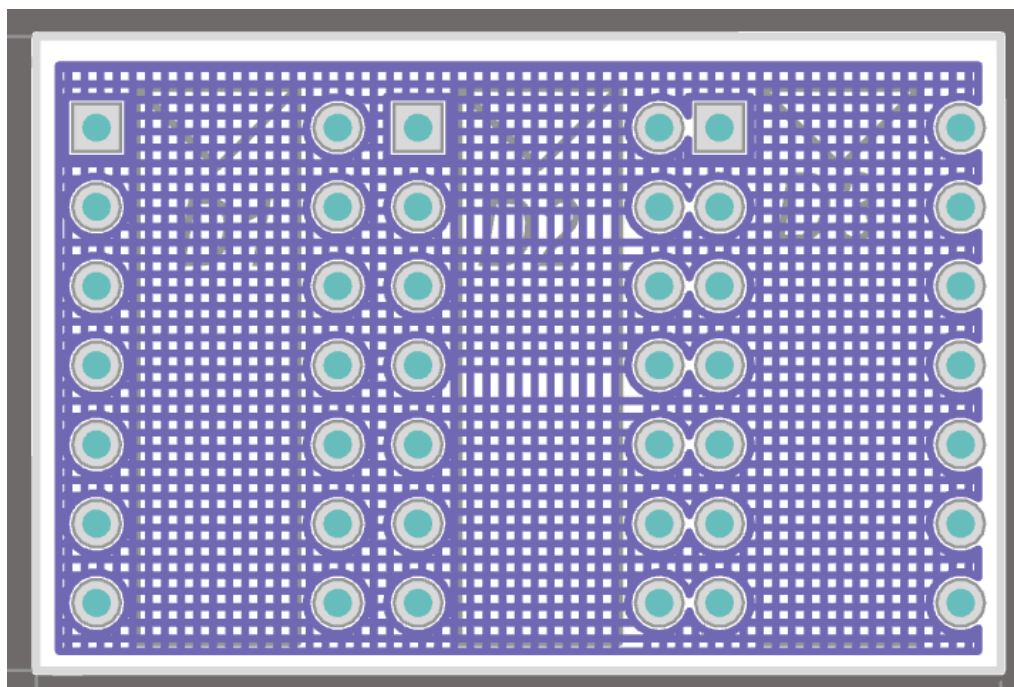


Рис. 7.37

Якщо з якоїсь причини не влаштовує малюнок будь-якого шару, треба виділити його клацанням ЛК і видалити командою **Delete**.

На шарі **Bottom** малюнок нерівномірний і провідники проходять досить близько від контактних майданчиків (хоча умови трасування не порушені). Оскільки площа плати дозволяє збільшити зазори в місцях щільного розташування провідників, доцільно по можливості провідники відсунути від КП. Для цього, якщо контур провідника спотворюється, можна зменшити розмір електричної сітки. Для цього натиснути клавішу **G** і у випадіючому контекстному меню задати крок сітки, наприклад 0,125 (рис. 7.39). Відсунути по можливості провідники від контактних майданчиків (рис. 7.40).

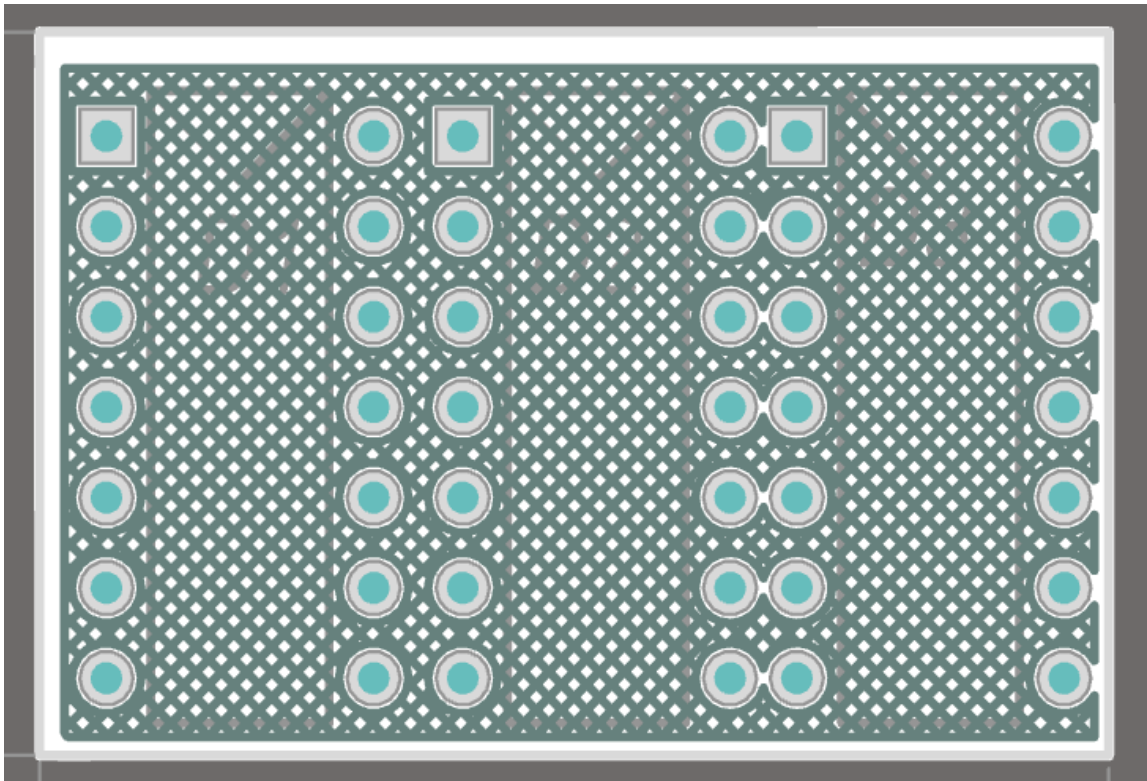


Рис. 7.38

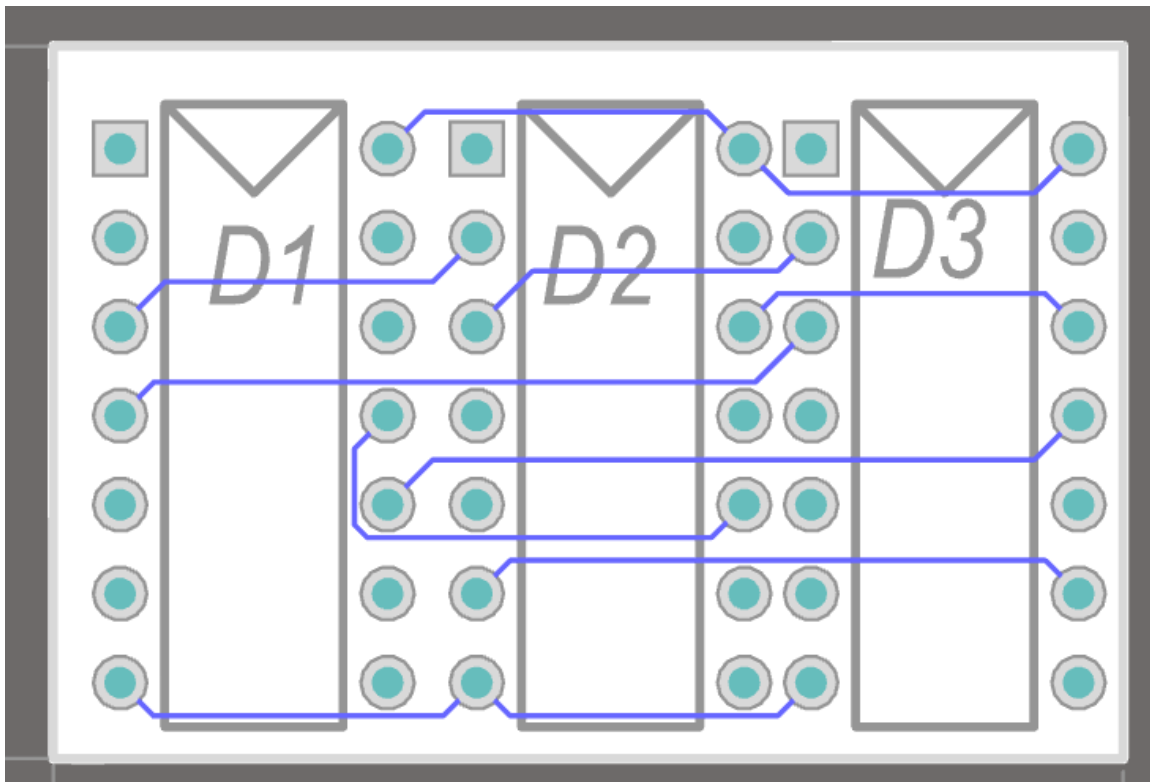


Рис. 7.39

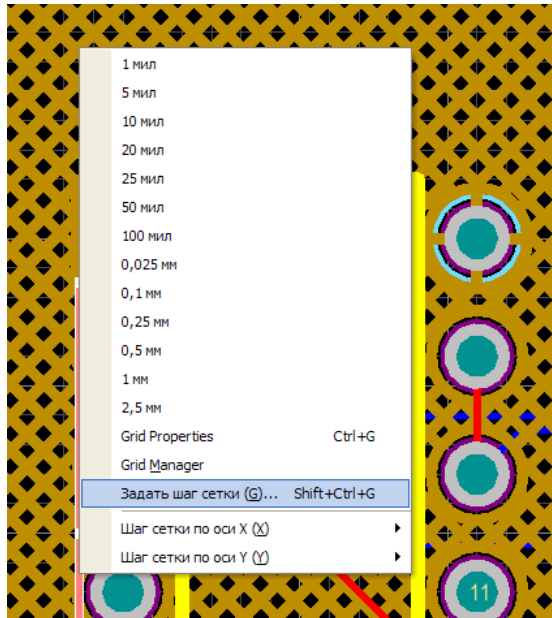


Рис. 7.40

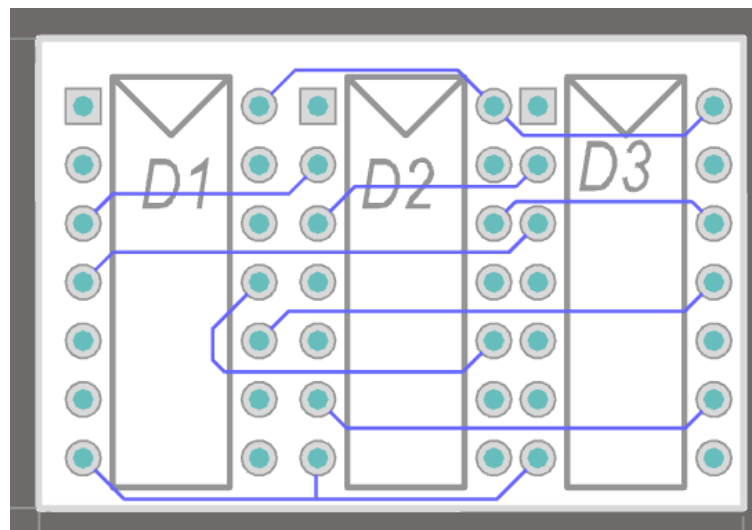


Рис. 7.41

САПР **Altium Designer** дозволяє налаштовувати кольори шарів друкованої плати. Для цього необхідно клацнути ПК на робочому полі і виконати команди **Опції / Колір шарів** (рис. 7.42).

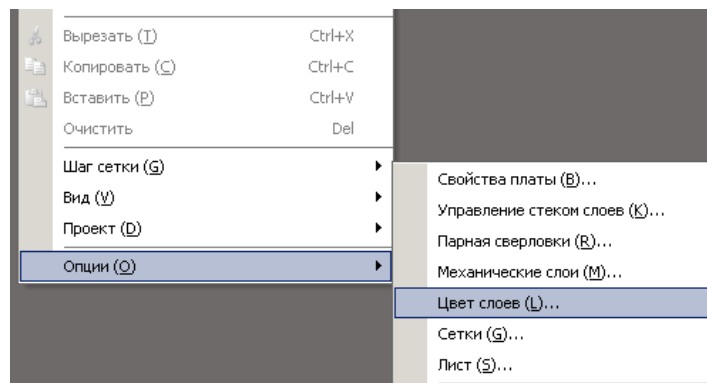


Рис. 7.42

Відкрється панель **Конфігурація відображення** (рис. 7.43), на якій можна задати необхідний колір будь-якого шару. Для цього треба клацнути ЛК по виділеному кольором шару - відкриється палітра кольорів (рис.7.44) в якій задати необхідний колір і натиснути **Ок**.

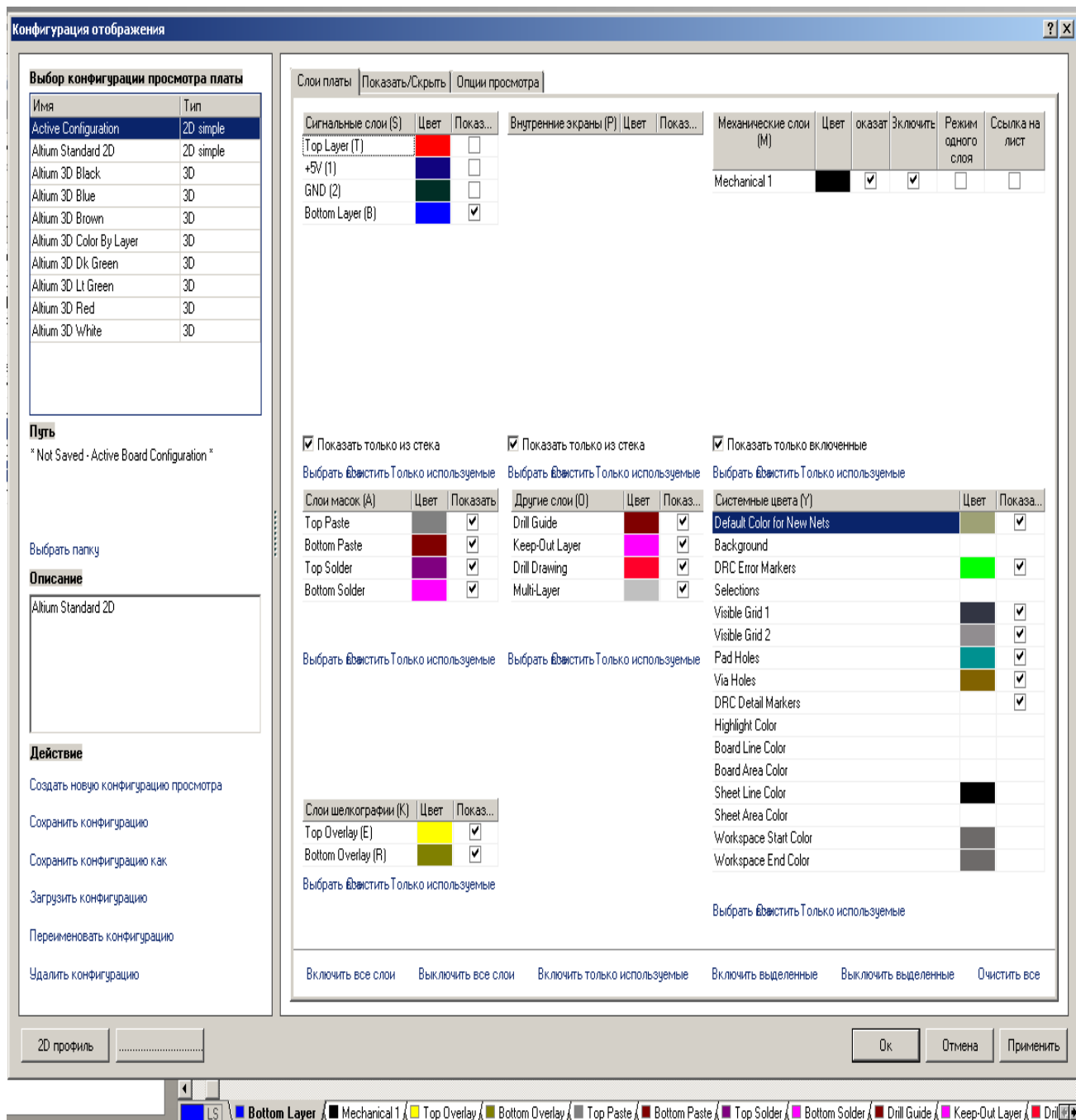


Рис. 7.43

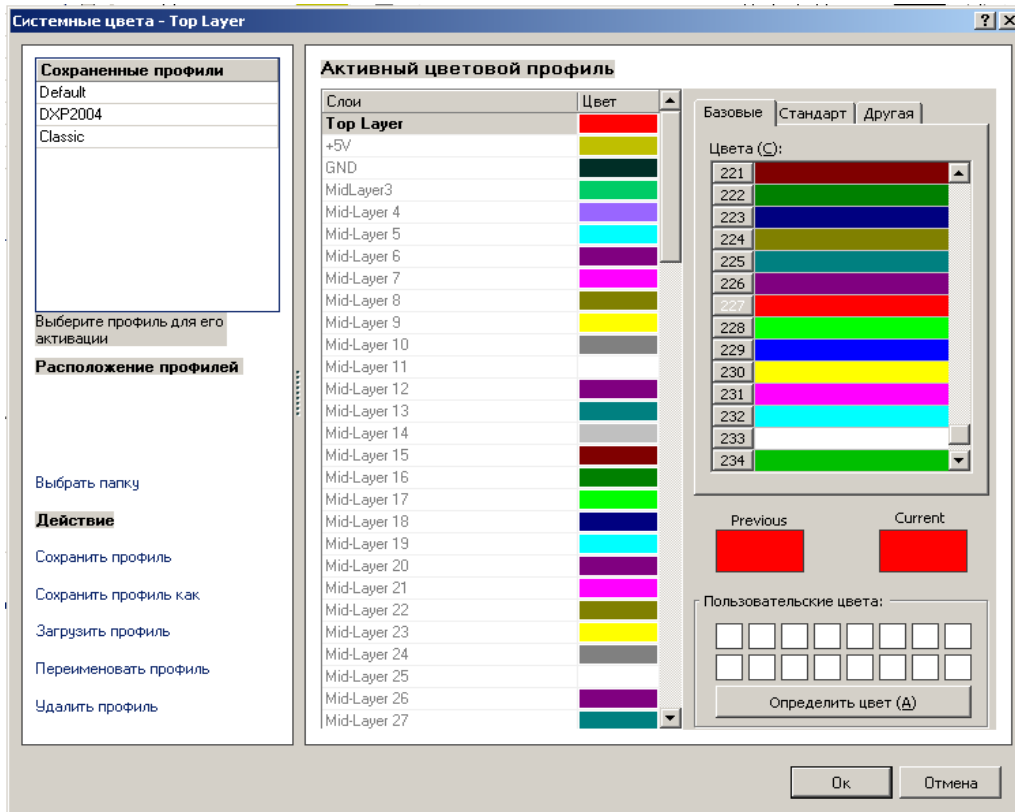


Рис. 7.44

Порядок виконання роботи

1. Через кнопку Пуск в меню Програми запустити редактор Altium Designer.
2. Завантажити результат розміщення EPE, отриманий в попередньому лабораторній роботі.
3. Задати правила проектування друкованого монтажу чотиришаровій ДП.
4. Виконати заливку полігонів шарів + 5В і GND.
5. Виконайте автоматичну і інтерактивну трасування з'єднань.

Зміст звіту

1. Мета роботи.
2. Порядок завдання правил проектування друкованого монтажу.
3. Налаштування конфігурації.
4. Порядок заливки полігонів шарів +5 В і GND.
5. Автоматичне трасування друкованої плати.
6. Інтерактивна доопрацювання трасування друкованої плати.
7. Роздруківки або ескізи малюнків шарів чотиришаровій друкованої плати.
8. Оцінка результатів автоматичної і інтерактивного трасування.
9. Висновки.

Контрольні питання

1. Перерахуйте групи правил трасування САПР Altium Designer.
2. Як встановлюються правила трасування?
3. Яким чином задаються контури екрану на платі?
4. На яких шарах розміщаються полігони корпусу і живлення?
5. Якими командами і на яких шарах виконується автоматичне трасування з'єднань?
6. Яким чином редагується малюнок провідників ДП?
7. Яким чином можна переглянути малюнки кожного шару окремо?
8. Як налаштувати кольори шарів друкованої плати?
9. Яким чином виконується інтерактивне трасування з'єднань?
10. Як внести зміни в раніше виконану трасування ?
11. Яким чином зберігається проект?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сабунін, А.Е. Altium Designer. Нові рішення в проектуванні електронних пристроїв / А.Е. Сабунін.- М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009. - 432 с .: іл.
2. Суходольський, В.Ю. Наскрізний проектування функціональних вузлів РЕЗ на друкованих платах в САПР Altium Designer 6: навчальний посібник / В. Ю. Суходольський. - СПб. : Изд-во СПбГЕТУ "ЛЕТІ", 2008. - 148 с.
3. Саєнко С.Ю. Нечипоренко І. В. Основи САПР. Харків: ХДУХТ, 2017. 120 с.
4. Лопаткин А. Проектирование печатных плат в системе Altium Designer. М: ДМК Пресс, 2016. 400 с.
5. Горячев Н. В. Типовой маршрут проектирования печатной платы и структура проекта в САПР электроники ALTIUM DESIGN // Надежность и качество 2011: труды Международного симпозиума: в 2 т. / Под ред. Н. К. Юркова. Пенза, 2011. С. 120-122.