

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6

Тема: Створення креслення друкованої плати, складального креслення та специфікації.

1. Формування специфікації

1.1. У Лабораторній роботі №4 Ви вже генерували перелік елементів, зараз розглянемо створення специфікації. Воно аналогічно переліку елементів (див. Лаб. роб. №4 п.2), тому більша частина кроків повторюється.

1.2. Відкриваємо шаблон «**Спецификация.xlt**» (зазвичай шаблони зберігаються у *C:\Users\Public\Documents\Altium\AD17\Templates*). На листі **\$Cat** змінюємо назви на українські у стовпцях «Наименование ед.ч.», «Наименование мн.ч.».

1.3. Налаштовуємо лист «**\$Stamp**» - заповнення основного надпису. Аналогічно переліку елементів.

1.4. Виконуємо налаштування листа «**\$Rules**» - правила формування документа. При формуванні специфікації необхідно звернути увагу на те, що сортування у межах одного типу елементів виконується по параметрам, які задаються у **\$PartName** та **\$Unit**.

Наприклад, резистори і конденсатори необхідно відсортувати по збільшенню номіналу. Тому для цього задаємо необхідний атрибут **\$PartName**, через кому пишемо **тип** (усі можливі типи на сторінці **\$Stamp**). Й перевіряємо, щоб у стрічці **\$Unit** була внесена вірна послідовність номіналів для сортування.

Ми будемо використовувати атрибут **Value** і тип **v**, тому вносимо ці дані у шаблон специфікації (Рис.1). Не забуваємо також задати інші атрибути – **Description** (Опис), **Manufacturer** (Виробник), які будуть виноситись у специфікацію.

	A	B	C	D	E	F
1	\$PartName	\$Cat	Value,v	Description	Manufacturer	\$End
2	\$Denotation	Number	\$End			
3	\$Note	Примечание	\$End			

Рис.1. Налаштування \$PartName

Далі переглядаємо **\$Unit** (Рис.2). Він містить послідовність значень, які будуть використовуватись при сортуванні елементів.

42																		
43	\$Unit	фФ	пФ	рF	нФ	uF	мк	мФ	сФ	дФ	Ф	МОм	Ом	k	КОм	M	МОм	\$End
44																		

Рис.2. Налаштування \$Unit

1.5. Зазвичай у специфікації компоненти не розділяють на групи й записують їх в відповідному розділі у алфавітному порядку повного найменування. Тому, для параметрів **\$Grouping** необхідно напроти кожної групи компонентів прибрати усі значення (за замовчуванням, це \$Cat, ValueType).

1.6. Переходимо на сторінку **\$Section**. Вона використовується для налаштування розділів специфікації. Тут перераховано усі розділи з ГОСТ 2.106-96.

\$GroupSpecificationName – атрибут, який визначає до якої групи належить компонент. Якщо даного атрибута немає або він не заповнений, то запис буде у розділі «Інші вироби». Тут нічого змінювати не потрібно

\$SectionNames – розділи специфікації. Тут необхідно змінити усі назви на українські.

\$Documentation – тут необхідно задати атрибут з проекту, який буде використовуватись для формування шифра креслення. Оскільки, номер для кожного типу креслень згідно класифікатору ЄСКД буде відрізнятись, тому прибираємо атрибут \$DocumentNumber та вписуємо шифр вручну (Рис.3). Нагадую, для креслення друкованої плати, складального креслення, принципової схеми шифри будуть відрізнятися (див. класифікатор ЄСКД). Вам потрібно вибрати свій. Наприклад, для друкованих плат цим класифікатором виділено групи класифікаційної характеристики 758700 – 758800. Група 758700 включає друковані плати на жорсткій основі з прямолінійним контуром в плані та непрямолінійним; одно- та двобічні; з друкованими провідниками, елементами, схемою.

	A	B	C	D
1	\$GroupSpecificationName	Group Specification		
2				
3	\$SectionNames			
4	Комплекси	2		
5	Складальні одиниці	3		
6	Деталі	4		
7	Стандартні вироби	1		
8	Інші вироби	6 Default		
9	Матеріали	7		
10	Комплекти	8		
11	\$End			
12				
13				
14	\$Documentation			
15	Складальне креслення	ДК61с.750706.001СК		A3
16	Схема електрична принципова	ДК61с.466345.001ЕЗ		A3
17	Перелік елементів	ДК61с.466345.001ПЕ		A4
18	\$End			

Рис.3. Налаштування \$Section

Також, у Вас буде креслення друкованої плати – це Деталь. Необхідно доробити шаблон так, щоб у секції «Деталі» додавалось це креслення з заданим шифром. Та у «Матеріали» занести Паяльну пасту, Лак і усе те, що будете використовувати.

Якщо не вийде, то у згенерованій специфікації вручну вписати.

1.7. Переходимо до графічної частини. Перекладаємо усе на українську мову (як при формуванні Переліку елементів).

1.8. Зберегти шаблон у типі **Excel 97-2003 Template (*.xlt)** з назвою «**Специфікація – Ваше прізвище**». Також, звертаю увагу, що за замовчуванням файли такого типу зберігаються у внутрішню папку з шаблонами, тому при збереженні потрібно вказувати необхідний шлях.

1.9. Переходимо до свого проекту. Для кожного резистора та конденсатора додаємо новий атрибут «**Value**», який містить номінал. Запис номіналу повинен містити аналогічний **\$Unit** формат величина (Рис.2). Наприклад, 10k або 10кОм – правильний запис, а 10kOm – невірно.

1.10. Після додавання атрибутів **Value**, використовуючи **SCH List** (див. Лаб.роб.№5, п.1), прибираємо для конденсаторів та резисторів значення номіналу у **Description**. Щоб у кінцевій специфікації повинен був коректний запис **Value + Description + Manufacturer**.

1.11. Формуємо специфікацію (див. Лаб.роб.№4, п. 2.4-2.5).

Налаштування аналогічні, тільки у розділі **Grouped Columns** повинен знаходитись атрибут **Value**.

2. Створення креслень

2.1. Виконуємо налаштування таблиці отворів **Drill Table**.

DXP > Preferences > PCB editor > Defaults

Дані о таблиці розташовані у верхній частині вікна налаштувань. Під вікном таблиці розташовані три головні кнопки управління стовпцями:

- **Add Column** – додати стовбець;
- **Remove Column** – видалити стовбець;
- **Change header** – змінити назву.

Також ці дії доступні при натиску на праву кнопку миші у вікні таблиці. Стовбці можна міняти місцями, для цього потрібно зажати лівою кнопкою миші назву стовбця й перетягнути його на нове місце.

Для побудови таблиці отворів AD пропонує сім спеціалізованих стовбців, які використовуються для виводу інформації про отвори. Також доступна люба кількість стовбців користувача.

Формуємо послідовність стовбців: **Symbol, Count, Hole size, Plated**. За допомогою команди **Change header** змінюємо назву **Symbol** у «**Позначення**», **Count** у «**Кількість**», **Hole size** у «**Розмір**», **Plated** у «**Металізація**». Вміст усіх комірок вирівнюємо по середині, для цього у кожному стовбці **Права кнопка миші > Text Alighment > Center**.

Alignment визначає точку прив'язки таблиці, обираємо **Bottom** (знизу зліва).

Знімаємо помітку з **Include 'Total' row**, для відміни відображення загальної кількості отворів.

У області **Display options** рядок **Table border width** (товщина лінії таблиці) задаємо «**0.5mm**» та **Text height** (висота тексту) «**4mm**».

Fond Kind > True Type та задаємо необхідний шрифт (Gost type B).

Units > Metric, знімаємо помітку з **Add secondary units**, в обох випадках **Precision** ставимо значення «2». Таким чином ми задаємо найбільш частий варіант відображення числових значень – у міліметрах, 2 цифри після коми, а також відключаємо відображення значень у альтернативних одиницях вимірювання.

Configure Drill Symbols вікно для налаштування символів отворів. **Graphic Symbol > Symbol** тут можна обрати умовне позначення отвору. Та необхідно обрати **Draw Symbols > Show Symbols**, для відображення умовних позначень отворів.

Ця таблиця динамічна й поновлюється під час внесення змін у плату.

Додаємо таблицю отворів **Place > Drill Table** та розміщуємо її. Також необхідно перевірити відображення умовних позначень на платі (2 рази правою кнопкою миші по таблиці отворів > **Configure Drill Symbols** > мітка біля **Show Drill Symbols**).

Після цього, можна переглянути відображення умовних позначень отворів обрав шар **Drill Drawing** та натиснув **Shift+S** (Рис.4)

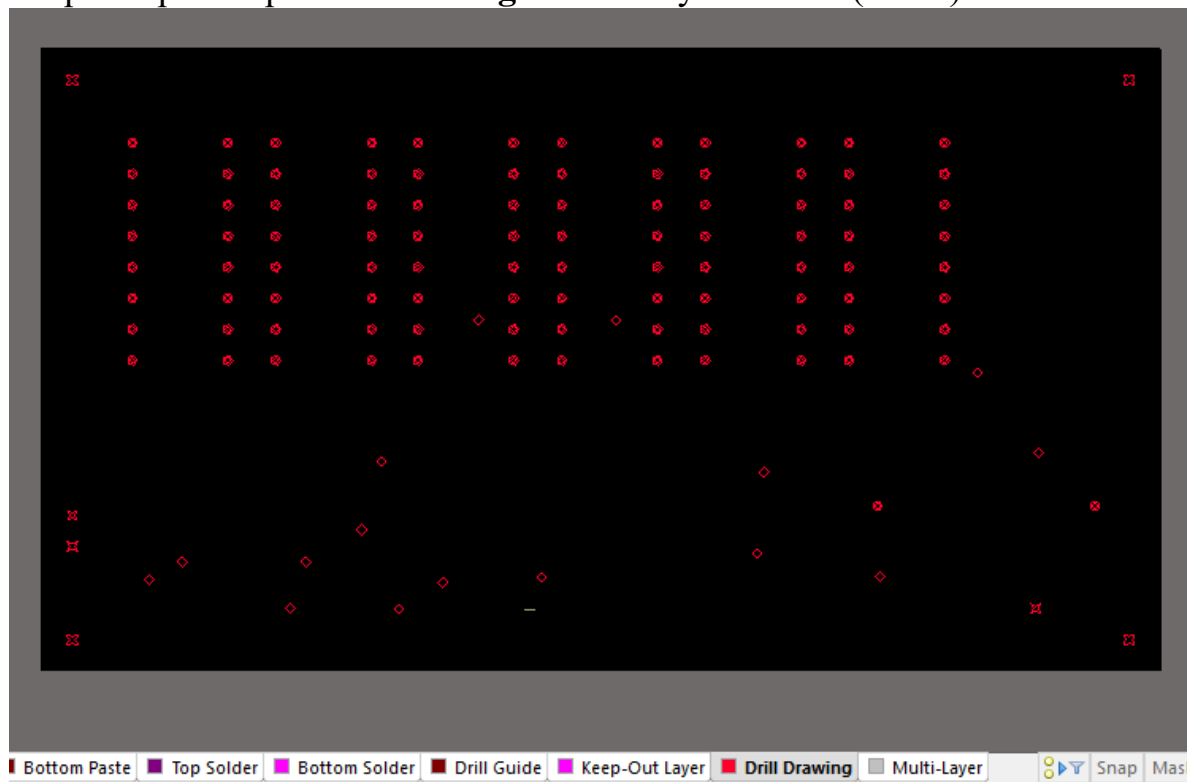


Рис.4. Умовні позначення отворів

2.2. Експортуємо друковану плату.

Для цього у РСВ-документі виконуємо **File > Export > DXF/DWG** й задаємо налаштування, як на Рис.5.

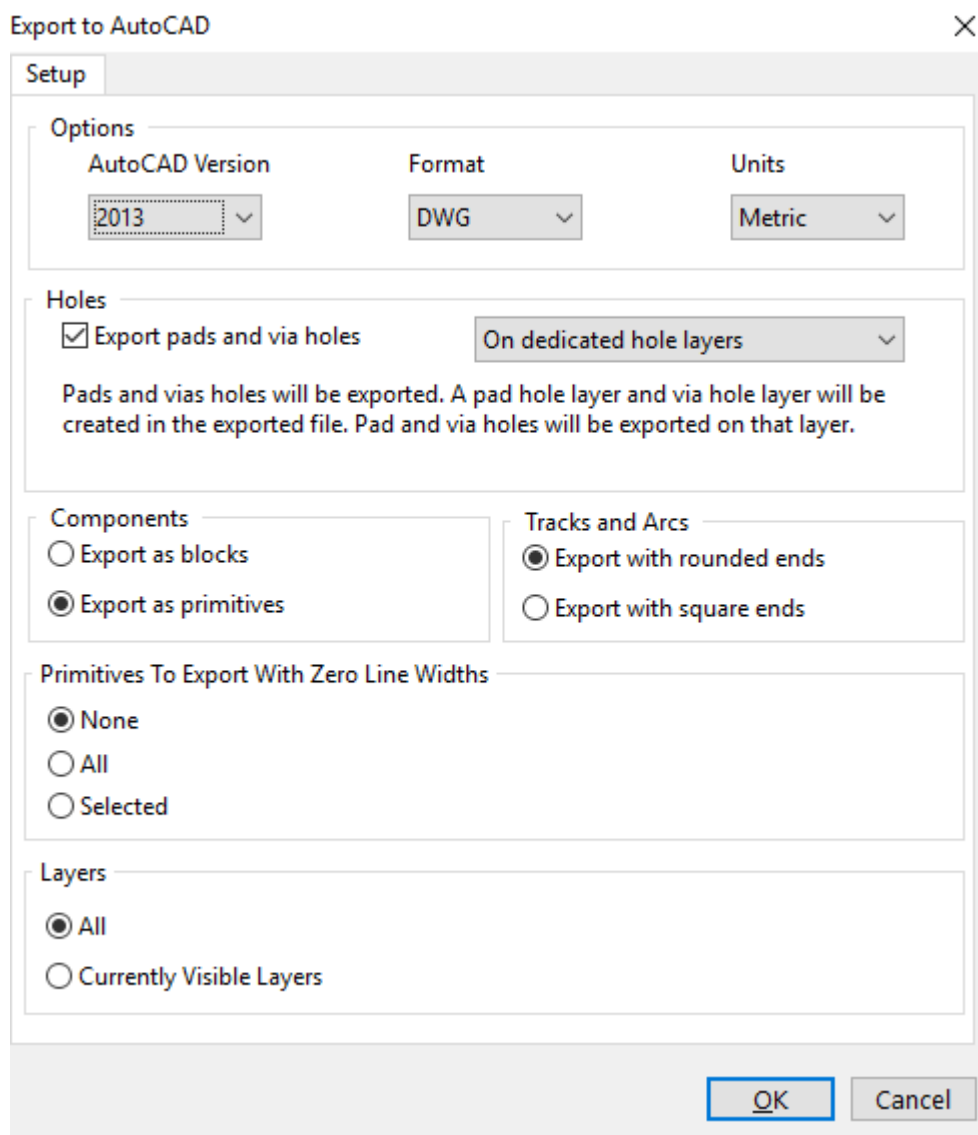


Рис.5. Налаштування для експорту плати

2.3. З середовищем AutoCAD Ви вже знайомились на перших курсах, відкриваємо у ньому експортовану плату.

Якщо у Вас відсутній AutoCAD, то безкоштовну версію для навчання можна завантажити за посиланням <https://www.autodesk.com/education/free-software/all>

2.4. Створюємо 2 нових документа

А >Создать >Чертеж

На кожному переходимо у режим Layout1 або Лист1

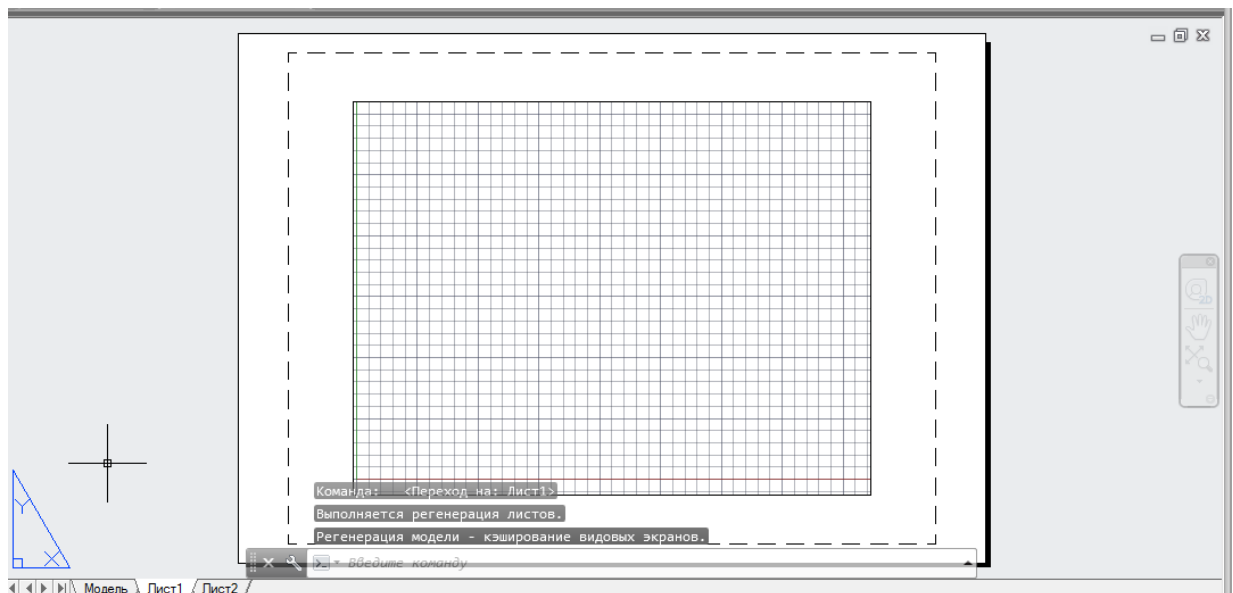


Рис.6. Лист нового кресления

Та виконуємо налаштування параметрів аркуша, для коректного вивода готового креслення.

Лист1 > ПКМ> Диспетчер параметров листов > Редактировать > Формат листа

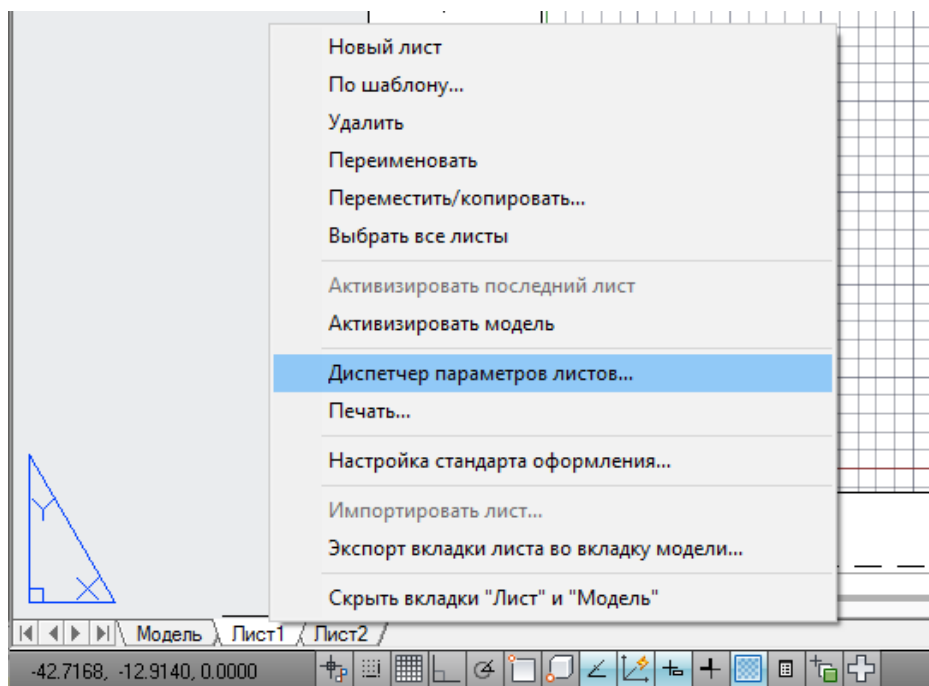


Рис.7. Виклик диспетчера параметрів сторінки

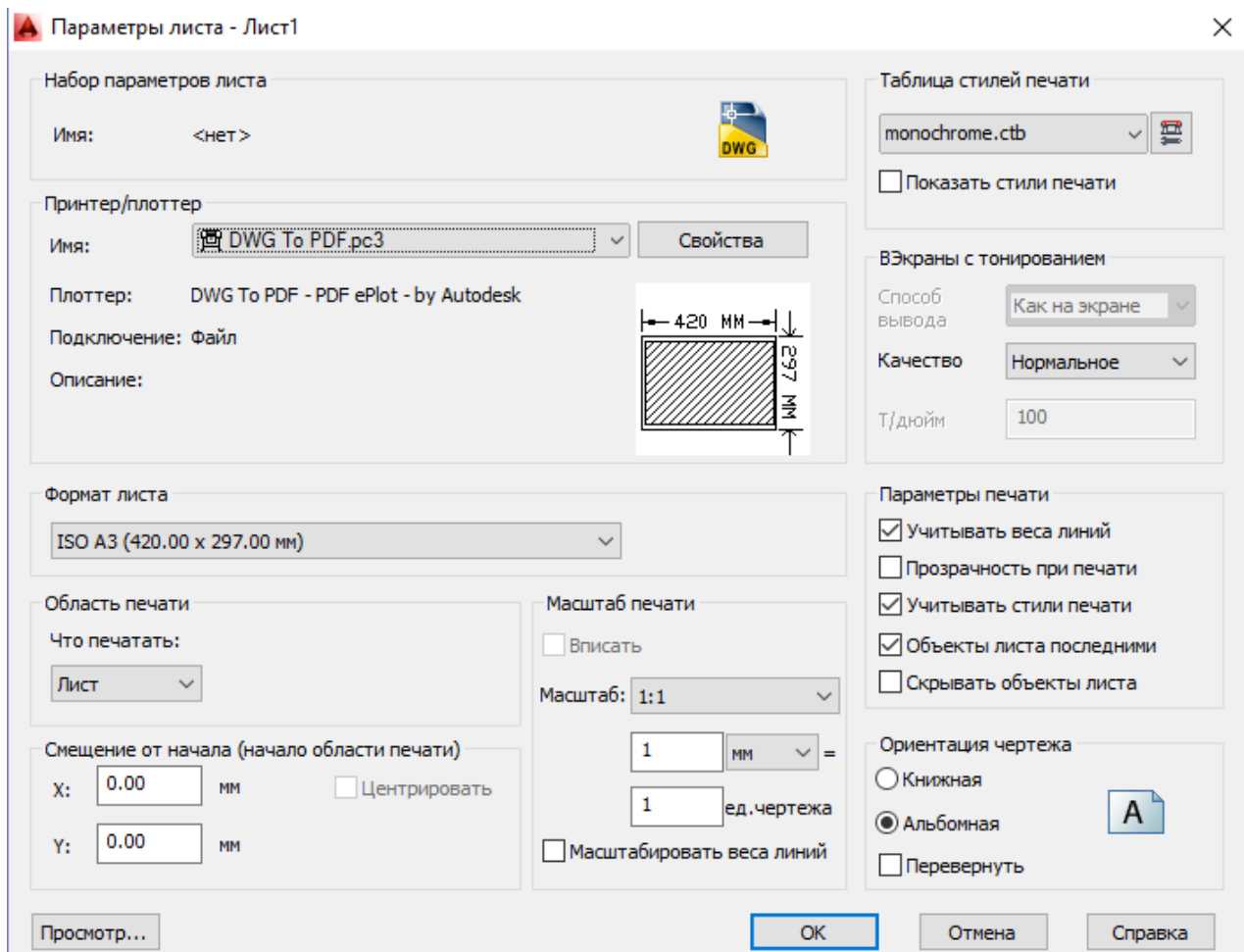
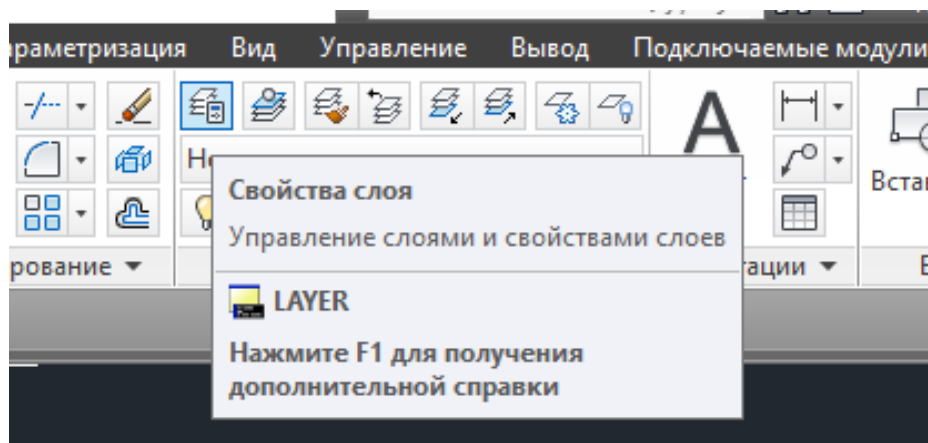


Рис.8. Налаштування параметрів сторінки

2.5. Переходимо до креслень. Малюємо рамку з основним написом для обох креслень (друкованої плати та складального креслення). Заповнюємо основний напис.

2.6. Переходимо на файл з платою й вмикаємо менеджер шарів (Рис.9)



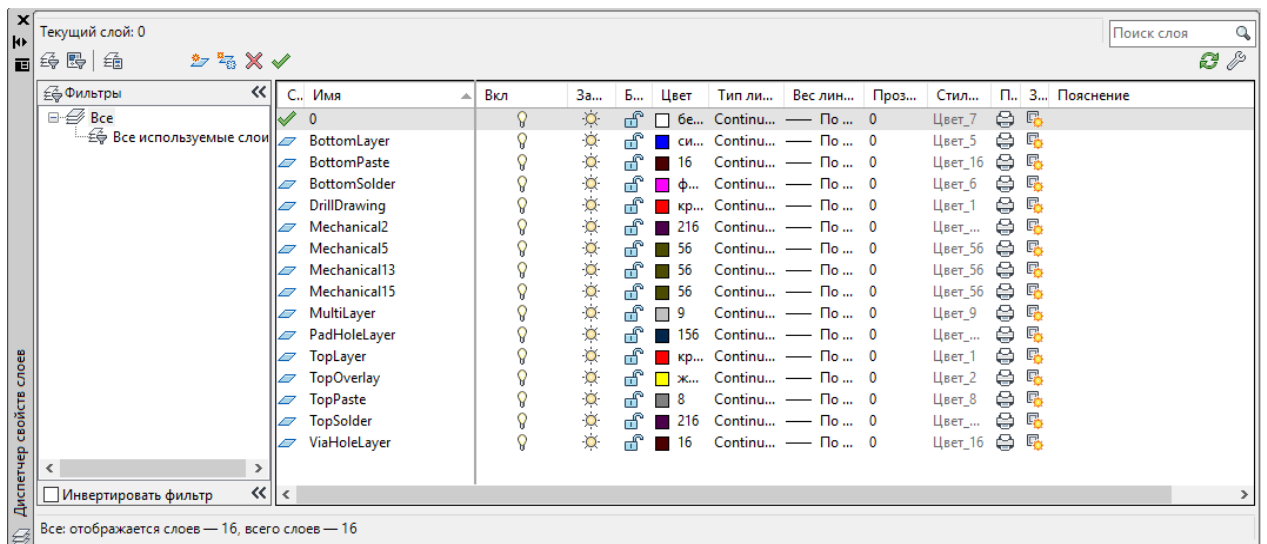


Рис.9. Менеджер шарів

За допомогою «лампочки» вимикаємо ті шари, які використовувати не будемо.

Для складального креслення необхідні шари (усі інші потрібно вимкнути):

- Top Overlay – шар з контуром корпусу компонентів
- Шар, який містить контур плати (Лаб.роб.№5, п.4.5)
- PadHoleLater – шар з отворами

Копіюємо плату у файл для складального креслення.

Після, повертаємось у файл з експортованою платою та для креслення друкованої плати обираємо наступні шари (це буде зображення верхнього шару трасування):

- Top Layer – шар з контуром корпусу компонентів
- Шар, який містить контур плати (Лаб.роб.№5, п.4.5)
- PadHoleLater – шар з отворами
- Drill Drawing

Копіюємо у файл для креслення друкованої плати (це буде верхній шар друкованої плати).

Повертаємось у файл з експортованою платою та обираємо шари для нижнього шару:

- Bottom Layer – шар з контуром корпусу компонентів
- Шар, який містить контур плати (Лаб.роб.№5, п.4.5)
- PadHoleLater – шар з отворами
- Drill Drawing

Це зображення необхідно відзеркалити (інструмент «Отразить зеркально») та скопіювати на креслення друкованої плати.

2.7. Далі оформлюємо креслення.

В процесі розробляння друкованих плат необхідно задовольнити велику кількість вимог щодо забезпечення їх конструктивних параметрів. Ці вимоги викладено у міждержавних стандартах ГОСТ 10317-79, ГОСТ 23751-86 та ряді інших.

Згідно з ГОСТ 10317-79 лінійні розміри кожної зі сторін друкованої плати мають бути кратними:

- 2,5 при довжині до 100 мм;
- 5,0 при довжині до 350 мм;
- 10,0 при довжині більше 350 мм.

Для розміщення зовнішніх елементів та трасування провідників друкованої плати використовують координатну сітку ліній у прямокутній, або полярній системі координат. ГОСТ 10317-79 встановлює основний крок координатної сітки рівним 2,50 мм, а додаткові — 1,25; 0,625; (0,5) мм. На теперішній час ці положення є застарілими, оскільки з'явилися компоненти з кроком виводів, меншим за 0,5 мм, а також використовують компоненти закордонного виробництва з кроком у долях дюйма. У зв'язку з цим, базуючись на положеннях стандартів IPC (The Institute for Interconnecting and Packaging Electronic Circuits), в ході розробляння друкованих плат за основний крок координатної сітки приймають крок 0,50 мм в обох напрямках. Якщо координатна сітка з номінальним кроком 0,50 мм не задовольняє вимогам конкретної конструкції, то слід застосовувати координатну сітку з основним кроком 0,05 мм. Для конструкцій, що використовують елементну базу з кроком 0,625 мм, допускається використання кроку координатної сітки 0,625 мм. Крок координатної сітки вибирають у відповідності до кроку більшості елементів, які встановлюють на друковану плату. Якщо є потреба застосувати крок, відмінний від основного, то він має бути кратним основним крокам.

Діаметри монтажних та перехідних отворів (металізованих і неметалізованих) мають відповідати ГОСТ 10317-79, який встановлює наступний ряд значень: 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 2,0; 2,1; 2,2; 2,3; 2,4; 2,5; 2,6; 2,7; 2,8; 3,0 мм.

На кресленні друкованої плати повинна бути таблиця отворів з інформацією про розміри, точність, металізацію, кількість. Ця таблиця вже згенерована AD, проте у графі «Металізація» необхідно змінити напис на український, або на позначення «+» чи «-».

Над основним написом наносять технічні умови, які записують, наприклад, у такій послідовності:

- Плату виготовити ... (вказано метод).
- Плата повинна відповідати ... (вказано стандарт або технічні умови).

- Крок координатної сітки ... мм.
- Конфігурацію провідників витримувати за координатною сіткою з відхиленням від кресленика ... мм.
- Допускається закруглення кутів контактних площинок і провідників.
- Місця, обведені штрихово-пунктирною лінією, провідниками не займати.
- Ширина провідників у вільних місцях ... мм, у вузьких — ... мм.
- Відстань між двома провідниками, між двома контактними площинами або між провідником і контактною площинкою у вільних місцях не менше ... мм, у вузьких — не менше ... мм.
- Провідники покрити сплавом "Розе".
- Маркування виконати травленням шрифтом ... за НО.010.007.

Креслення друкованої плати повинно містити:

- Рамку з основним написом
- Координатну сітку з лінійкою
- Трасування провідників на верхньому та нижньому шарах
- Розміри плати з зазначеною точністю
- Розміри розташування монтажних отворів з зазначеною точністю
- Таблицю отворів
- Умовні позначення отворів на платі
- Таблицю контактних майданчиків (зображення й розміри)
- Шорховатість
- Технічні умови

Складальне креслення повинно містити:

- Рамку з основним написом
- Розміри плати
- Розміри розташування монтажних отворів з зазначеною точністю
- Позначення розмірів монтажних отворів
- Позначення компонентів згідно специфікації
- Технічні умови

2.8. Зберігаємо креслення й екпортуємо їх у PDF

A > Експорт > PDF

Завдання

- змінити стандартний шаблон Специфікації
- згенерувати Специфікацію для свого проекту
- створити креслення Друкованої плати
- створити Складальне креслення плати
- надіслати на перевірку шаблон для специфікації у форматі *.xlt, перелік елементів у форматі *.xls або *.pdf, креслення Друкованої плати у форматі *.dwg та *.pdf, Складальне креслення *.dwg та *.pdf.

Після перевірки потрібно виправити усі зауваження.

Захист лабораторної

- виконання індивідуального завдання
- відповідь на питання по лабораторній роботі

Оцінювання

1. Виконання завдання лабораторної роботи **5 балів**. Повторна перевірка відіймає від максимальної оцінки **1 бал**.
2. Захист лабораторної роботи **5 балів**. Повторний захист відіймає від максимальної оцінки **1 бал**.

Загальна оцінка помножується на коефіцієнт **0,5** та вноситься у рейтинг по дисципліні.