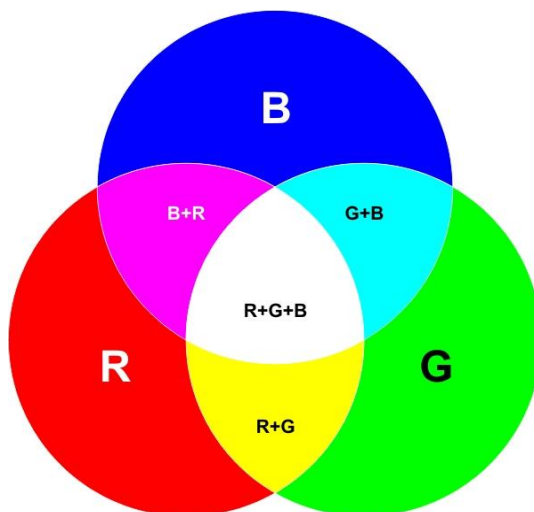


Міністерство освіти і науки України
Житомирський національний агроекологічний університет

Маєвський О.В., Васько С.М., Борисюк О.Б.

КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА ТА ДИЗАЙН

Навчальний посібник



Житомир
2017

Автори: Маєвський О.В., Васько С.М., Борисюк О.Б.

Рецензенти:

С. М. Горобець – Доцент кафедри прикладної математики та інформатики Житомирського державного університету імені Івана Франка, кандидат педагогічних наук, доцент;

А.П. Войцицький – Доцент кафедри електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології, Житомирського національного агроекологічного університету, доцент;

І.Ю. Черепанська – Доцент кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій ім. проф. Б.Б. Самотокіна Житомирського державного технологічного університету, кандидат технічних наук, доцент.

Рекомендовано до друку Вченою радою Житомирського національного агроекологічного університету, протокол № 9 від 30 березня 2017 р.

У навчальному посібнику представлений курс комп'ютерної графіки та дизайну, який викладається студентам спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». В навчальному посібнику висвітлені основи комп'ютерної графіки і дизайну, а також детально досліджується інструментарій та методи роботи в КОМПАС-Графік, КОМПАС-3D і КОМПАС-Електрик.

Навчальний посібник призначений для студентів вищих навчальних закладів, магістрантів, аспірантів та викладачів.

© Маєвський О.В.

© Васько С.М.

© Борисюк О.Б.

© Житомир, 2017.

ЗМІСТ

Зміст.....	3
Список умовних скорочень	7
1. Комп'ютерна графіка та дизайн.....	8
1.1 Мистецтво інформаційного проектування.....	8
1.2 Графіка як основа комп'ютерного дизайну	11
1.3 Види комп'ютерної графіки.	18
1.4. Інструментарій та методи обробки растрових зображень.....	21
1.5. Технологія обробки об'єктів векторної графіки.....	23
1.6. Особливості збереження зображень.....	25
1.7. Особливості сканування зображень	26
Контрольні питання та завдання до розділу 1	27
2. Основи графічного подання інформації. Система автоматизованого проектування компас	28
2.1 Програмні засоби комп'ютерного проектування.....	28
2.2. Інструменти середовища компас-графік	41
2.3. Базові прийоми роботи в середовищі компас	66
2.4. Система моделювання тривимірних об'єктів компас-3d.....	77
Контрольні питання та завдання до розділу 2	93

3. Розробка конструкторських документів у компас	97
3.1. Побудова робочих креслень засобами інструментарію компас .	97
3.2 Робота з бібліотеками в середовищі компас.	104
3.3. Побудова складальних креслень в компас	117
3.4. Побудова параметричних креслень і схем засобами компас	126
Контрольні питання та завдання до розділу 3	132
4. Графічний редактор splan	135
4.1 Принципи побудови схем у графічному редакторі splan	135
4.2 Функції редактора sPlan.....	136
4.3 Порядок створення схем у графічному редакторі splan	138
Контрольні питання та завдання до розділу 4	146
5. Система автоматизованого проектування компас-електрик.....	149
5.1 Технологія виконання креслеників в компас-електрик.....	149
5.2 Розробка конструкторської документації в компас-електрик ...	165
5.3. Проектування електрообладнання	171
контрольні питання та завдання до розділу 5	178
Іменний та предметний покажчик.....	189
Бібліографічний список	191

ПЕРЕДМОВА

Комп'ютерна графіка - це нові ефективні технічні засоби щодо проектування, конструювання і дослідження. Це програмні системи, машинні мови, нові наукові, навчальні дисципліни, що народилися на базі синтезу таких наук як аналітична, прикладна і нарисна геометрії, програмування для ПК, методи обчислювальної математики і т. ін.

Комп'ютерна графіка використовується майже в усіх наукових й інженерних дисциплінах для наочності і сприйняття, передачі інформації, вона застосовується в медицині, рекламному бізнесі, індустрії розваг та ін. Кінцевим продуктом комп'ютерної графіки є зображення, яке використовуватимуть в різних сферах, наприклад, воно може бути технічним кресленням, ілюстрацією деталі в керівництві з експлуатації, простою діаграмою, архітектурним виглядом передбачуваної конструкції або проектним завданням.

Виходячи з указаних особливостей, автори даного навчального посібника "Комп'ютерна графіка та дизайн" вважають, що головна мета курсу – надати студентам знання в області застосування сучасних інформаційних технологій, забезпечити фундаментальність освіти майбутніх фахівців, а також навчити самостійно обирати та використовувати сучасний комп'ютерний інструментарій для вирішення фахових завдань.

Вказані особливості визначили структуру і зміст навчального посібника, який складається із 5 розділів. У першому розділі розглядаються основи комп'ютерної графіки і дизайну, а також детально досліджується інструментарій та методи обробки растрових і векторних зображень. Основи графічного подання інформації. Система автоматизованого проектування Компас графік і моделювання тривимірних об'єктів у КОМПАС-3D наведені у другому розділі. Розробка конструкторських документів у компас графік розглянута у третьому розділі. В четвертому розділі продемонстровані

основні принципи роботи з графічним редактором sPlan. Заключний п'ятий розділ присвячений системі автоматизованого проектування Компас електрик.

Всі розділи посібника завершуються контрольними питаннями та практичними завданнями, які можна обговорювати та розв'язувати в процесі самостійного опрацювання матеріалу курсу та підготовки до лабораторно-практичних занять.

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

БД – база даних

БЦП - буквенно-цифрове позначення

ЄСКД – єдина система конструкторської документації

КГ - комп'ютерна графіка

КД – комп'ютерний дизайн

НКПР - низьковольтні комплектні пристрої

ПЕОМ – персональна електронна обчислювальна машина

ПЗ – програмне забезпечення

ПК – персональний комп'ютер

ПЛК - програмовані логічні контролери

ППП – пакети прикладних програм

САПР - система автоматизованого проектування

УГП - умовні графічні позначення

1. КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА І ДИЗАЙН

1.1 Мистецтво інформаційного проектування

Дизайн, в тому числі комп'ютерний, (від англ. Design - проект, малюнок) представляє собою специфічну область проектної діяльності, яка знаходиться на межі мистецтва, науки і техніки. Вона(область) спрямована на організацію інформаційної взаємодії між людьми. Комп'ютерний дизайн(КД) є основою візуального спілкування і передбачає зв'язок між змістом і формою інформаційного повідомлення. Задача дизайну - красиво, естетично відобразити суть повідомлення.

Комп'ютерний графічний дизайн суттєво відрізняється від "предметного" конструювання тим, що він зв'язаний з мистецьким (художнім) проектуванням світу інформації. Тому його можна розглядати як напрямок сучасного прикладного мистецтва. Сьогодні КД використовується в різноманітних областях діяльності людини :рекламному бізнесі, видавничій діяльності, телебаченні, кіно та інших областях масової інформації. Засобами КД створюються візуальні повідомлення різного складу та призначення. Підготовка інформаційних повідомлень методами КД виконується за допомогою графічних образів, компоновання яких в єдине ціле повинна надати уявлення про об'єкти, явища, процеси реального світу.

Таким чином, дизайнер виконує задачу "візуального інтерпретатора", перекладача інформації (даних) на мову, зрозумілу багатьом людям. Результатами творчої праці дизайнера можуть бути листівки, інформаційні проекти, рекламні об'яви, плакати, буклети, візитні картки, журнали, газети, книги та ін. Іншою областю КД є створення малоформатної друкованої продукції: марки, етикетки, ярлики та ін. Особливою областю КД є розробка динамічних об'єктів (транспарантів, показників, агітаційних установок, інформаційних табло, екранів тощо), кіно – й теледизайн

(заставки, титри кінофільмів, кінцівки, телепередачі, TV- об'яви, відео програми та ін.).

Задача, яку виконує дизайнер, накладає на його творчість суттєві специфічні обов'язки: уміти проектувати, бути маркетологом (добре орієнтуватись на ринку інформації), а також психологом, володіти знанням законів зорового сприйняття.

Таким чином, підготовка візуальної інформації сьогодні – є результат тісної взаємодії графічного дизайну і сучасної техніки, це творча діяльність, яка ґрунтується на синтезі мистецтва і науки.

Дизайн, як реалізація ідеї візуального повідомлення починається з макету.

Макетування – це один з головних методів художньо – проектної діяльності, який використовується для створення оригінал - макетів візуальних повідомлень (тобто закінченої композиції – рекламної об'яви, рядка на екрані монітора, телевізора, логотип та ін.).

Техніка створення оригіналу макету залежить від багатьох факторів: змісту і призначення інформаційного повідомлення, майстерності дизайнера – графіка, матеріально – технічних засобів. Сьогодні основним методом створення оригінал – макетів є комп'ютерне макетування.

Незалежно від техніки і технології виконання оригінал – макет створюється послідовно в декілька етапів:

отримання завдання, на основі якого необхідно визначити концепцію наступної роботи;

етап аналізу, де дизайнер з'ясовує призначення завдання, суть інформаційного повідомлення, вибирає можливу форму рішення та необхідні засоби його реалізації;

етап попередньої розробки оригінал – макету, тобто виконання перших нарисів та ескізів;

етап вибору оптимального варіанту за критерієм найкращої відповідності поставленій задачі;

етап виконання макету.

Кінцева мета створення оригінал – макету є отримання копій для масового розповсюдження. Копія повинна достатньо точно відповідати авторському замислу. Тому використовують метод фізичного макетування, мета якого – дати повну уяву про інформаційне повідомлення. Використання віртуального комп'ютерного макетування значно зменшує час проектування об'єктів дизайну і дозволяє відмовитись від підготовки реальних фізичних макетів.

Розглянемо особливості макетування різноманітної друкованої продукції.

Друковану продукцію поділяють на: листівки, газетні, журнальні, книжкові, карточні та комплектні видання, а також плакати і буклети. На дизайн і конструкцію видання також впливає його цільове призначення: офіціальне, наукове, науково – популярне, навчальне, нормативне, літературно – художнє, довідкове, рекламне, інформаційне та ін.

Макетування листівок, як правило, не передбачає розробки фізичного проекту, оскільки їх конструкція достатньо проста. До листівок відносять: газети, плакати, афіші, об'яви, візитні картки, етикетки, марки, ярлики, наклейки, прайс – листи, преїскуранти, проспекти, упаковки.

Особливість макетування багато сторінкової продукції (брошур, журналів, книг) зв'язана з її конструкцією. Тому дизайн такої продукції більш складний і зв'язаний із щепленням сторінок в єдиний блок, виконанням переплітно – брошурованих та інших робіт.

Як особливий вид комп'ютерного дизайну можна виділити створення Web – сторінок.

Таким чином, сучасний комп'ютерний дизайн представляє собою творчу діяльність, яка базується на фундаменті мистецтва графіки, науки і техніки.

1.2 Графіка як основа комп'ютерного дизайну

Графіка (від грець. Graphike - пишу, креслю, малюю) – вид мистецтва монохромного (або поліхромного) зображення. Основною відмінністю графіки є лаконізм форми. Її основні засоби відображення – лінія, штрих, контур.

В графічному дизайні використовуються такі види графіки: прикладна, оформительська та ділова графіка. Як і в образотворчому мистецтві суттєву роль тут відіграє малюнок (малювання – основний метод графічного дизайну), а також велике значення мають методи креслення.

Малюнок оснований на контурній лінії, штриху і плямі. Він починається з набросків та ескізів. Методи креслення використовують для геометричних побудов, проекції трьохмірних об'єктів.

Прикладна графіка зв'язана з художнім проектуванням товарних, поштових, фірмових знаків, етикеток, упаковок, емблем і т. п. Взагалі її методи і засоби знаходять використання в розробці фірмового стилю – це система ідентифікації установ, підприємств, що відображає суть діяльності організації.

Логотип (від грець. Logos – слово, typos - відбиток) – фірмовий знак – графічний норматив, що відображає фірмовий стиль підприємства.

За формою зображення розрізняють словесні (логограми), образотворчі та комбіновані логотипи. Логотипи повинні задовольняти певним вимогам :

- форма знака повинна підкреслювати його зміст та основну ідею;

- логотип повинен бути гармонічним, компактним, пізнавальним, оригінальним, виразним, мати цілісну форму і легко вміщатись в будь-який документ.

Специфічні види знаків, які дозволяють визначити особистість людини, його інтереси, рід діяльності, є екслібриси та монограми .

Екслібрис (ex libris – із книжок) – книжковий знак, що інформує про ім'я та прізвище власника книги, містить надпис “ex libris” або “із книг” та малюнок з інформацією про власника.

Монограма – каліграфічно виконані у вигляді вензеля початкові букви імені та приз віще власника.

Емблема (від грец. Emblema – вставка) – це умовне пояснення поняття (ідеї) засобами графічного зображення. Її можна розглядати як різновид алегорії. Емблеми бувають гербовими, вензелевими (оригінально розроблені ініціали), сюжетними (зображення пейзажів, архітектур тощо).

Оформлення графіки – різноманітні стилізовані композиції для підвищення наочності та емоціональності інформаційного повідомлення (декоративні прикраси, алегорична емблематика).

Традиційними видами декоративних прикрас є: орнамент, картуш, віньєтка, заставка, буквиця, кінцівка та інш.

Орнамент – узор оснований на симетрії та повторі його складових. Наприклад, квітка лотосу рослинний орнамент Давнього Єгипту;

Леандр – ламана під прямим кутом лінія, яка отримала назву від імені річки Малої Азії, арабеска – восточний орнамент, тощо.

Картуш (від Др.. kartouhe – свиток) – це графічний норматив, основним елементом якого є щит, вінок або не до кінця розгорнутий свиток, на якому поміщається будь-який символ або монограма, девіз, герб. Використовується для оформлення емблем, цінних бумаг, грошових знаків, тощо.

Буквиця – заглавні букви збільшеного розміру на початку абзацу.

Віньетка – невеличке, композиційно завершене графічне зображення предметного або сюжетного характеру.

Заставка – невеличка графічна композиція, яка використовується для виділення початку будь-якого розділу тексту як елемента використовуються стрічки, вінки тощо.

Кінцівка – композиційне завершення смуги тексту, більш скромніші, ніж заставки зображення у вигляді лінійок, символічних знаків або невеличких малюнків.

Ділова графіка призначена для інтерпретації складних понять, явищ засобами легко сприймаємих наочних образів.

Основні елементи ділової графіки: схеми, карти, графіки, діаграми, таблиці.

Схеми призначені для відображення структури і класифікації об'єктів, угруповань явищ по різних ознакам, демонстрації послідовності дій, тощо.

Різновидом схем є мнемосхеми, які зручні у випадках відображення складних багатоелементних об'єктів або явищ. Їх головне призначення – виділити головне в інформаційному повідомленні, а також структурні схеми: лінійні, централізовані, багатозв'язані, ієрархічні.

До основних принципів побудови схем можна віднести:

-принцип лаконічності (відсутність надлишкової інформації) – наявність тільки необхідних інформаційних елементів;

- принцип узагальнення та уніфікації – єдине графічне рішення для однакових об'єктів;

- принцип виділення настільки суттєвих елементів схеми;

- принцип структурності частин схеми (оригінальність їх побудови);

- принцип використання звичайних асоціацій та стереотипів;

- принцип стадійності – повідомлення ділиться на блоки, які змінюють один одного в певній послідовності

(використовується засобами електронної техніки – табло, монітори, тощо).

Карти показують розміщення об'єктів та явищ на поверхні Землі. Основними елементами карт є лінії, контури території, топографічні знаки (умовні знаки) та позначення.

За змістом та призначенням карти поділяються на загальногеографічні (фізичні, соціально-економічні, політичні) та тематичні (історичні, залізничних та авто шляхів, економічні, тощо). Розрізняють також картограми і кардіограми, де особливості інформаційних об'єктів представлені різними кольорами або діаграмами, зміст яких пояснюється додатковими елементами легендами (експлікацією – від лат. Пояснення).

Графіки наочно відображають взаємозв'язок двох або декількох цифрових величин.

В процесі побудови графіків доцільно:

- визначити призначення графіка;
- цифровий матеріал представити у вигляді таблиці;
- вибрати формат і масштаб графіка;
- побудувати координатні вісі, сітку або шкалу;
- нанести точки відліку і зєднати їх кривою;
- додати надписи елементів графіку, заголовку та легенди.

Діаграми використовують для представлення дискретних залежностей числових величин за допомогою геометричних фігур (довжини їх ліній, площин або об'єми).

Діаграми бувають:

- лінійні – головний елемент – це ломана лінія, яка з'єднує точки, які відображають цифрові показники;
- стовпчикові діаграми (гістограми) ;
- стрічкові (або смугпві) діаграми – головні елементи це горизонтальні прямокутники, смуги, часто їх називають хронограмами які використовують для представлення часових витрат;

- поточні діаграми використовують для демонстрації переміщення відображаємих процесів (міграції, рух транспорту тощо). Головні елементи – лінії різної конфігурації, товщини та орієнтації.

- кругві діаграми головними елементами використовують сектора кола або еліпса, які відображають частини цілого;

- образотворчі діаграми, елементи якої представляються складними графічними об'єктами, що відображають не тільки кількісні характеристики об'єктів, а ще їх звичайні асоціації (зовнішній вигляд).

Таблиці – графічний об'єкт, елементами якого є стовпчики та рядки на перетину яких утворюються комірки де розміщується цифровий або текстовий матеріал.

Структура таблиці представлена на рис.1.1.

Номер таблиці				
заголовок				
				Шапка (багаторівнева)
				хвіст
				Підсумкова частина
боковик	прографка			

Рис.1.1.

Один з найважливіших атрибутів інформаційного повідомлення, яке містить текст, є шрифт (від нім. Schrift) – графічна форма знаків певної системи письма. В залежності від техніки виконання розрізняють рукописний, рисований та

набірний шрифти. В комп'ютерному дизайні шрифти відтворюють способом друку.

За призначенням шрифти поділяють на три групи:

- текстові – для набору основного тексту;
- титульні – для обкладинок, заголовків, титульних сторінок, тощо;
- акундентні – для малоформатної продукції (дипломів, бланків, етикеток, ярликів, тощо).

Кожна буква складається з трьох видів конструктивних елементів – штрихів: основні, з'єднальні та додаткові (засіки):



З поняттям шрифту зв'язано поняття гарнітури – сімейство шрифтів одного малюнка, але різних за кресленням і розміром. Наприклад, академічна, бантика, журнальна тощо.

Креслення бувають – нормальне, курсивне, жирне, напівжирне, жирний курсив, розріджене, стиснене, світле, екстра світле, екстра жирне.

Часто використовують також оформительські ефекти: підкреслення, закреслення, зміщення.

Систему вимірювання ресурсів шрифтів, інтервалів, пропусків називають типометрія. Традиційною одиницею системи мір є пункт (від лат. Punctum – точка): 1 пт = 1/72 дюйма. При використанні комп'ютерних технологій вводять поняття кегль - розмір шрифту у пунктах (пт) це відстань між верхньою та нижньою шрифтовими лініями (рис 1.2).

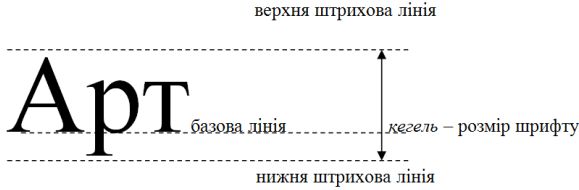


Рис 1.2

При виборі кегля шрифту керуються вимогами:

- читабельність (сприйняття тексту);
- відповідність шрифту виданню.

Наприклад, видання звичайні використовують кегль 10пт; довідники, словники – 8пт; великий формат – 12пт; дитяча література – 24пт.

В між літерних інтервалах використовують поняття трекінгу (стандартне змінювання інтервалу між літерами у словах на задану кількість пунктів пт) і кернінгу (точного підстроювання окремих інтервалів, між двома символами).

Крім шрифту, дизайн інформаційного повідомлення (видання) визначається компоновкою, розміщенням тексту на площині оригінал-макету - версткою видання. Головні умови високоякісної верстки тексту – гармонійність та пропорційність.

В процесі верстки виконують:

- вирівнювання тексту (по ширині центр і т. д.);
- установка першого рядка абзацу;
- одно- або багато колонний набір тексту;
- використання переносів у словах;
- розміщення ілюстрацій в тексті;
- вилучення “висячих” рядків;
- оформлення назви та заголовків; особливо це стосується обкладинок і титульних листів, оскільки “оптична середина” сторінки знаходиться вище фактичної. Із практики, найкраще розміщення виконується на лінії 3/8 (золота лінія). Якщо назва

складається з декількох рядків, то їх центрують як єдиний об'єкт відносно "золотої" лінії;

- установка полів: внутрішні з урахуванням щеплення сторінок, та зовнішні: ліве, праве, верхнє, нижнє;

- забезпечення потрібної послідовності сторінок.

1.3 Види комп'ютерної графіки.

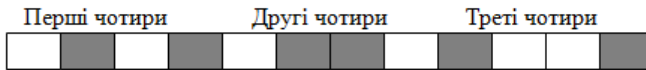
Комп'ютерна графіка – це основа дизайн-технології і представляє собою сукупність методів та прийомів створення, редагування та відтворення інформаційних повідомлень засобами комп'ютерної техніки.

Існує два види комп'ютерної графіки: растрова і векторна графіка.

Термін растр від німецького raster – гради, решітка. Основне поняття растрової графіки – растровий масив (масив бітів - bitmap) – це сукупність бітів в пам'яті комп'ютера для утворення графічного зображення.

Окремий елемент растрового зображення називають піксель (від англ. Picture element – елемент) – це основний елемент всіх растрових зображень, який фізично реалізується у вигляді точки на екрані монітора або на приладі. Для пікселя некольорового зображення потрібен 1 біт пам'яті (чорний або білий колір). Пікселі кольорового зображення потребують декількох бітів пам'яті: 4 біта – $2^4=16$ кольорів; 8 біт – $2^8=256$ кольорів; 24 біта – $2^{24}\approx 16000000$ кольорів. Кількість біт для збереження інформації про колір пікселя називають бітова глибина. Крім бітової глибини для збереження зображення у файлі використовується інформація про дві характеристики: розмір зображення і розміщення пікселів в ньому. Розмір записується у файл у вигляді рядка даних, в якому указується горизонтальна і вертикальна кількість пікселів (640 x 480), що утворює сітку (решітку), де кожний піксель має свою позицію, рис 1.3.

Розмір зображення 4 x 3 пікселя.



Рядок даних:

	1	2	3	4
1				
2				
3				

Рис.1.3.

В основі векторної графіки (або об'єктно орієнтованої графіки) лежить метод векторів, суть якого полягає в заміні криволінійних відрізків векторами, рис 1.4. За допомогою метода векторів створюються криві Без'є (фр. Математик, який описав спосіб їх побудови).

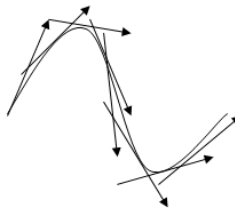


Рис 1.4

В електронному варіанті в процесі побудови кривої утворюється три її складових: точки прив'язки, відрізка прямих та криволінійних сегментів. На відміну від растрової графіки, де використовуються великі масиви точок, зображення векторної графіки виконується за допомогою математичного опису, тобто використовується комбінація комп'ютерних команд і математичних формул для опису складових зображень. Дана особливість забезпечує ряд переваг векторної графіки:

➤ складні зображення можна створювати комбінацією простих об'єктів;

➤ опис зображення, з точки зору аморитмічного програмування, відносно компактний і займає менше пам'яті;

➤ використовуються всі переваги високої роздільної здібності пристроїв відображення інформації. Пристрій отримує команду відтворити об'єкт заданої форми і розміру. Тому, тим більше роздільна здібність (більше точок), тим більш якісне буде зображення об'єкта.

Растрова структура навпаки, зв'язана з кількістю пікселів (точок) і при збільшенні роздільної здібності розмір малюнка зменшується, або розмір малюнка залишається, але принтери з високою роздільною здібністю використовують більше точок для друку кожного пікселя. Тому у растрових малюнках, які друкуються у збільшеному розмірі, нахилені лінії пило образні.

До недоліків векторної графіки можна віднести те, що для опису об'єктів зображення алгоритмічною мовою необхідно мати спеціальні знання в області програмування. Крім того, графічне зображення потребує великий обсяг команд при написанні програми. Однак сьогодні сучасні комп'ютерні технології (графічні програми) замінюють алгоритмічні мови програмування. Саме внаслідок розвитку комп'ютерних технологій з'явилося нове направлення КД – трьохмірна графіка (3D – графіка), яка дозволяє представляти об'єкти у вигляді об'ємної моделі.

Технологія створення об'ємних зображень має свою специфіку.

I етап – „проективання” – будується каркас 3D – об'єкта за допомогою набору стандартних, елементарних фігур;

II етап – створення поверхні каркас – колір, фактура прозорість, рельєф, характеристики розсіювання світла;

III етап – освітлення 3D – об'єкта з різних сторін, тобто завдання точки огляду об'єкта (виставлення „камер” освітлення);

IV етап – установка фону навколо об'єкта – створення 3D – сцени: набір 3D – об'єктів, джерел світла, камери, опис фону, атмосфери та інших атрибутів;

V етап – рендеринг (від англ. Render – відтворювати, виконувати) – створюється кінцеве зображення з урахуванням всієї інформації про 3D – сцену і виводиться на екран монітора.

Розглянемо які використовуються методи та засоби створення об'єктів комп'ютерної графіки.

1.4. Інструментарій та методи обробки растрових зображень

Растрові зображення створюються за допомогою електронних інструментів (Tool Box – Ящик з інструментами), які представлені у вигляді відповідних піктограм. Активізація електронних інструментів, як правило, супроводжується появою додаткової панелі з параметрами їх налаштування. Стрілочка на піктограмі інструмента дає можливість використати додаткові інструменти даного виду. Після фіксації на кнопці інструмента курсор в більшості випадків перетворюється на піктограму вибраного інструмента.

Ящик з інструментами або ще називають палітра інструментів містить засоби для створення, виділення, малювання, обробки перегляду, установки кольорів, а також перегляду зображень. Наприклад:

- олівець (Pencil);
- пензель (Paintbrush) – нанесення мазків різної конфігурації (малювання);
- перо, ручка (Pen) – створення контурів;
- аерограф (Airbrush) – створення п'ятець, смуг з розмитими границями;
- заливка (Paint Bucket);

- градієнт (Gradient) – градієнтний перехід кольору, тобто змінювання насиченості у відповідному напрямку: лінійний (Linear), коловий (Radial), кутовий (Angle), відбитий (Reflected) – симетричні смуги;
- ластик (Eraser);
- палець (Smudge) – „розмивання” кольору;
- розмивання (Blur) – „розмивання” різних контурів;
- текст (Type) – розміщення тексту в зображенні;
- затемнював (Burn), освітлювач (Dodge);
- губка (Sponge) – насиченість кольору;
- ласо (Lasso) – виділення областей;
- виділення (Marquee) – прямокутне (Rectangular), еліптичне (Elliptical), рядка (Single Row), колонки (Single Column);
- переміщення (Move);
- лупа (Zoom) – змінювання масштабу;
- чарівна паличка (Magic Wand) – виділення фрагментів на основі схожості кольорів суміжних пікселів;
- міра (Measure) – визначення відстаней та кутів;
- рука (Hand) – переміщення зображення;
- рамка (Crop) – кадрування зображення, вибір частини та інші інструменти.

В інформаційній дизайн – технології основними операціями обробки растрових зображень є постановка та редагування, які виконуються за допомогою операцій: переміщення, копіювання, тиражування, масштабування трансформування та обертання окремих елементів зображення. Дані операції виконуються стандартними способами (команди містять в меню „Правка”).

Редагування елементів зображення виконується шляхом додавання, видалення та змінювання кольору відеопікселів або групи відеопікселів, які можуть сприйматися як окремі фрагменти – слої не зв'язані з рядом розташованими іншими

растровими растровими об'єктами. Операції підтримуються командами меню „Изображение”.

З розвитком комп'ютерних засобів обробки зображень і виникненням електронних фільтрів з'являється можливість стилізації оцифрованих зображень часто фільтри називають плагіни (від англ. plug in) – це додаткові програмні модулі. Комп'ютерні ефекти, які створюються фільтрами достатньо різноманітні. Наприклад, різкість та розмивання, вітер, текстуризація (поверхні, рельєф, масштаб, освітлення), кракемори (тонкі тріщини) аплікація, мозаїка, зерно, фільтри пошкоджень (вихрь, зигзаг, сфера, і т.п.), штамп, пастель (техніка живопису) тощо.

1.5. Технологія обробки об'єктів векторної графіки

Інструменти векторно орієнтованих графічних програм схожі з інструментарієм растрової графіки. Однак є і суттєві особливості як в інструментарії, так і в технології обробки об'єктів. Багато інструментів векторної графіки використовуються в інтерактивному режимі, дозволяють виконувати швидко побудову геометричних фігур, їх змінювання. Наприклад: контур, прямокутник, еліпс, багатокутник, спіраль, сітка. Спеціальні інструменти: Градієнт (як і в растрових програмах, але додатково виконує узорні та текстурні заливки); Інтерактивні прозорість та перетікання (виконання фрагментів).

Принцип виділення об'єктів (ліній, плоских фігур) принципіально відрізняються і набагато простіше виконується: інструмент виділення і фіксація кнопкою „миші”.

Видалення об'єктів:

- виділити об'єкт;
- клавіша „Del” або команда „Вырезать” в буфер обміну.

Режим роботи з текстом (пиктограма з буквою „А” або „Т”): крім звичайних букв можна вводити символні зображення

(картинки, графічні символи), бібліотеку яких можна поповнити будь-яким малюнком.

Для розміщення тексту на довільній траєкторії або по контуру вздовж лінії потрібно:

- ввести текст (заданої гарнітури, накреслення кегля і т.п.);
- накреслити лінію (контур, траєкторію), вздовж якої будемо розміщувати текст;
- виділити текст та лінію;
- із меню текст, команда „Розместить текст вдоль траектории”; можна задати додаткові параметри (напр. „Зеркальное отображение” тощо).

Змінювання конфігурації окремих компонентів зображення виконується спеціальними засобами „Форма”, при виборі якого на об’єкті з’являються характерні точки–вузли, які визначають форму об’єкта. Початковий вузол (більший за розміром) – визначає початок об’єкта – протилежний йому – кінцевий вузол” всередині – точки (вузли) перегину. Виділений вузол змінює колір на чорний і дає можливість подальшої трансформації фігури. Крім того, подвійна фіксація кнопки „миші” викликає додаткову панель „Редагування вузлів”, яка дає можливість додавати або видаляти вузли, розбивати лінію на відрізки, з’єднувати їх, надавати інші параметри вузлам.

Тиражування векторного об’єкта – примітива виконується його переміщенням та фіксацією правої кнопки „миші”.

Вирівняти об’єкт можна за допомогою панелі „Выворняют и распределять”.

Компановка векторного малюнка, його елементів виконують командами розділу меню „Упорядочить”, „Порядок”, а також ефект „перспективи” в розділі „Эффекты” („перспективу” можна виконуватим переміщенням вузлів при натисканні клавіш Ctr і Shift).

Засоби та прийоми дизайну не обмежуються розглянутими вище і постійно поповнюються в процесі практичної діяльності.

1.6. Особливості збереження зображень

Растрові зображення:

Об'єм файла растрової графіки залежить від:

- розміру зображення (кількість пікселів);
- бітової глибини (інформація про колір);
- формату файлу для збереження зображення.

Формат графічного файлу – це стандартний опис способу його збереження в комп'ютерній системі. Існує багато різних форматів растрової графіки, які відрізняються способом стиснення даних, описом растрових даних, можливістю їх підтримки різними платформами, змістом додаткових даних для попереднього перегляду і т.п. Найбільш поширені є формати:

BMP (Windows Bitmap) – старанно незалежний растровий формат Windows (тип файла – *.bmp);

TIFF (Tagged Image File Format) – формат файла поміченого зображення (тип файла – *.tif);

PSD (Photoshop Document) – формат програми Adobe Photoshop;

PCX (формат програми Paintbrush фірми Z – Soft), тип файла - *.pcx;

EPS (Encapsulated Post Script) – інкамеульований Post Script, або GIF, JPEG та ін.

Розмір файлів (об'єм) при однакових умовах для різних форматів також відрізняється, наприклад:

$$V_{\text{PEX}} < V_{\text{TIFF}} < V_{\text{EPS}}$$

Векторні зображення.

Формати файлів векторно – орієнтованих графічних програм суттєво відрізняються від файлів растрової графіки наприклад:

CDR (Corel Draw);

WMF (Windows Meta File) – метафайл Windows;

DXF (Drawing Interchange Format) – формат програмного забезпечення системи автоматизованого проектування (САПР) Auto CAD;

CGM (Computer Graphics Metafile) – метафайл комп'ютерної графіки;

DIF (Drawing Interchange Format) – формат обміну малюнками;

PGL (Pictures Graphics Language) – графічно мова фірми Hewlett Packard;

PIC – малюнки програми Lotus 1 – 2 – 3 та ін.

Деякі векторні формати обмежені невеликою кількістю команд (декілька десятків команд), інші дуже великою – сотні та тисячі команд.

Безпосередньо операція збереження файлів растрової графіки виконується стандартними способами з використанням відповідних команд „Сохранить” та „Сохранить как...”.

1.7. Особливості сканування зображень

В результаті сканування об'єкта – оригінала створюється його растровий образ, якість якого залежить від трьох характеристик:

- бітової глибини кольору – кількість біт для збереження кольору точки зображення (24 біт для адитивної системи RGB);

- оптичної роздільності – кількості елементів растрового зображення в заданій області вимірювання (пікселів на дюйм – dpi – dots per inch). Якщо сканування зображення тільки для екрана то достатньо 75 dpi, для принтера – 300 dpi. Сканери дають можливість: планшетні – до 5000 dpi, барабанні – до 18000 dpi;

- діапазону оптичної щільності – здатність розрізнявати діапазон світових відтінків оригіналу (діапазон коливань від 0,0 до 4,0).

В процесі підготовки до сканування необхідно вибрати відповідну програму (напр. HP Precision Scan LT), указати тип зображення, що створюється в меню „Параметри” (текст, чорно-білий малюнок, кольоровий, фото і т.п.), а також, виділити графіки області сканування, задати потрібні розміри зображення, вибрати графічну програму, де зображення буде оброблятися.

Контрольні питання та завдання до розділу 1

1. Що таке комп'ютерна графіка?
2. Сфери застосування комп'ютерної графіки?
3. Поставте замість знака * відповідне число:
4 біта = * кольорів;
8 біт = * кольорів;
24 біта = * кольорів.
4. Класифікація комп'ютерної графіки?
5. Що таке растрова графіка?
6. Переваги та недоліки растрової графіки?
7. Популярні редактори растрової графіки?
8. Визначення векторної графіки?
9. Переваги та недоліки векторної графіки?
10. Популярні редактори векторної графіки?
11. Назвіть етапи створення об'ємних зображень?
12. Схарактеризуйте якості растрового зображення?
13. Які формати файлів використовуються для збереження векторних зображень?
14. Які формати файлів використовуються для збереження растрових зображень?.
15. Вкажіть основні принципи побудови схем
16. Назвіть параметри зображення від яких залежить об'єм файла растрової графіки?
17. Назвіть три характеристики від яких залежить результат сканування об'єкта?

2. ОСНОВИ ГРАФІЧНОГО ПОДАННЯ ІНФОРМАЦІЇ. СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ КОМПАС

2.1 програмні засоби комп'ютерного проектування

Розвиток нових технологій постійно висуває все більш жорсткі вимоги до сучасному інженеру - конструктору. Вже давно залишилися в минулому ті часи, коли всі конструкторські розрахунки, креслення і документація виконувалися вручну, а головними інструментами проектувальника були олівець і кульман. Точність таких креслень та документації залежала від багатьох суб'єктивних факторів, таких як ретельність виконання графічного зображення, кваліфікація проектувальника і пр. Найгірше, що такі креслення практично неможливо було редагувати. В результаті проєктований об'єкт міг бути далекий від досконалості.

За два останні десятиліття інформаційні технології докорінно змінили принципи конструювання, прискоривши при цьому процес розробки виробу, підвищивши його точність і надійність в десятки разів. Побутує помилкова думка, що графічні та розрахункові системи - це всього лише цифрова заміна проектування вручну. Хоча на самому початку, звичайно, так і було. Перші версії західних програм для роботи з інженерної двомірної графікою були не чим іншим, як електронним варіантом олівця і кульмана. Однак завдяки високим технологіям сфера конструювання розвивалася, і в результаті з'явилася окрема самостійна галузь - автоматизоване проектування. Поступово в графічних редакторах стало можливим повторно використовувати раніше спроектовані вироби, легко і швидко створювати типові елементи, самостійно оформляти креслення та іншу документацію. Слідом за цим з'явився механізм параметризації графічного зображення.

Переворотом у промисловому проектуванні стало застосування в тривимірній графіці графіки. Спочатку в

будівництві, потім у важкому машинобудуванні, а за ними і в інших галузях почали активно шукати застосування можливостям об'ємної комп'ютерної графіки. Не можна сказати, що перехід на тривимірну графіку був безболісним. По-перше, через вимоги стандартів (ГОСТ, СНІП і т. п.), що стосуються тільки плоскої графіки і, по-друге, через негнучкості мислення багатьох інженерів, вперто заперечуючих все нове. Однак іншого шляху не було. Проектна організація, що активно використовує сучасні системи автоматизованого проектування (САПР) та розрахункові комплекси, встигала виконати і представити кілька повноцінних рішень певного проекту, тоді як за той же час інша організація, що не застосовує САПР, навряд чи встигала підготувати один ескізний проект. Крім іншого візуального представлення проєктованих виробів, 3D-графіка на порядок підвищує точність проектування особливо складних (складових) об'єктів, дозволяє легко редагувати тривимірну модель.

Асоціативний зв'язок, що встановлюється в інженерних 3D-системах між моделлю виробу, його кресленнями, а також документацією на виріб (наприклад, специфікацією), дозволяє при внесенні змін до 3D-моделі автоматично відобразити всі ці зміни в інших документах, пов'язаних з моделлю. Саме за рахунок цього і досягається колосальна економія часу і витрат праці на проектування. Подальший розвиток САПР дав можливість зібрати воедино всі дані про проєктований об'єкт в системах управління життєвим циклом і інженерними даними, а також гнучко управляти цими даними в залежності від потреб кожного конкретного підприємства.

Іншою гілкою розвитку комп'ютерних систем для проектування є інженерні розрахунки. Цей клас програм почав бурхливо розвиватися з появою 3D в конструюванні і на даний момент дуже затребуваний. Тривимірне представлення напружень від діючих навантажень, тривимірний розподіл

(поле) температур, міцнісний, кінематичний, динамічний аналіз і багато іншого стали доступні інженеру, котрі використовують такі системи. Дуже багато розрахунки, які раніше навряд чи можна було виконати або які вимагали суперкваліфіковані фахівців, зараз легко вирішуються за допомогою таких додатків.

Як малюнки (растрові зображення), так і креслення (векторні зображення) мають свої переваги і недоліки. Перевага растрових програм - у природному способі створення зображень. Недолік — в обмеженій щільності пікселів (російською - „разрешение”, англійською - „resolution”, адекватного українського терміну не існує, дослівний переклад: аналіз, розподіл на складові частини).

Оскільки бітова карта складається з фіксованого числа пікселів, дозвіл зображення (число пікселів на дюйм - dpi) залежить від розміру, в якому зображення роздруковується. У роздруківці невеликого розміру пікселі маленькі і дозвіл високий; роздруківка великого розміру збільшує пікселі й знижує дозвіл. Зображення на повний екран 800x600 пікселів дає безупинну зміну кольору лише в роздруківці розміром близько 2x1,5 см. При збільшенні чітко проявляються окремі пікселі, що утворюють зазублини на місці гладких ліній. Поліпшити ситуацію можна, збільшивши число пікселів у зображенні, але це різко збільшить об'єм файла. Наприклад: цифрове фото 1200x800 у tiff-форматі займає близько 3 МБ на диску.

В основу програм малювання закладені методи, характерні для традиційного образотворчого мистецтва. Засоби ж креслярських програм не мають аналогів у реальному світі. Процес векторного креслення можна назвати конструюванням. Кожний об'єкт можна редагувати незалежно від інших, це одна з переваг об'єктного підходу, проте зображення доводиться будувати поетапно.

У креслярській програмі лінії, фігури і текст задаються математичними вираженнями, що дає можливість автоматично налаштувати їх на максимальний дозвіл пристрою виведення. У результаті роздруковане зображення буде гладким і контрастним, незалежно від розміру. Ще одна перевага креслень полягає в тому, що для них не потрібно багато місця на диску. Об'єм файлу з кресленням залежить тільки від кількості і складності об'єктів, що складають це креслення, тому розмір креслення, на відміну від малюнка, практично не впливає на цей об'єм.

Так, що користувачу варто мати на комп'ютері програми обох видів. Конкретний вибір програмного забезпечення залежить від виконуваних задач та особистих уподобань, але для професійної інженерної діяльності, для створення різноманітних креслень можна рекомендувати застосовувати пакети Компас або AutoCAD.

На сьогодні всі існуючі програмні пакети, які призначені для інженерного моделювання, можна розділити на три категорії.

- Системи важкого класу. Вони містять могутні гібридні тривимірні редактори (такі, в яких реалізовано як твердотельне, так і поверхневе моделювання), а також вбудовані функції для різних інженерних розрахунків. Вельми складні для освоєння, вимагають спеціальних знань і навичок, дуже дорогі, однак дозволяють створювати і розраховувати моделі практично будь-яких форм. Це системи класу Pro \ ENGINEER, CATIA і пр.

- Системи середнього класу. Такі системи зараз найбільш поширені і популярні. Вони дозволяють вирішувати більшість завдань проектування на основі, як правило, твердотільного моделювання, приділяючи при цьому чимало уваги і плоскому кресленню. Можуть мати невеликі модулі, вирішальні типові розрахункові завдання. Порівняно недорогі, легкі в освоєнні,

орієнтовані на користувача (тобто на звичайного інженера) і не настільки вимогливі до апаратних засобів, як системи важкого класу. До цих систем можна віднести Autodesk Inventor, SolidWorks, Solid Edge і т. д.

- Вузькоспеціалізовані модулі. Це, як правило, невеликі програми, що автоматизують рішення нетипової вузькопрофільної завдання конкретної галузі промисловості або людської діяльності. Ці програми можуть як бути самостійними, так і базуватися на яких програмних пакетах важкого або середнього класів (так звані модулі, що підключаються або бібліотеки).

Радує той факт, що в області інженерного проектування серед систем середнього класу є представники не тільки західних ІТ-компаній. Хорошим прикладом тому служить російська система тривимірного твердотілого моделювання КОМПАС-3D, якої і присвячена ця книга. Всього за останні кілька років КОМПАС-3D з плоского креслярського редактора виріс у багатофункціональну систему 3D-CAD з власним математичним ядром. Великим плюсом цієї програми є підтримка як західних, так і вітчизняних стандартів виконання креслень і підготовки документації. Крім того, власні ноу-хау у сфері тривимірного моделювання, зручний креслярсько-графічний редактор, велика кількість допоміжних додатків можуть зробити проектування не тільки швидким і точним, але й приємним.

КОМПАС-3D - це додаток багатодокументного інтерфейсу (Multiple Document Interface, MDI). Що це означає? Додатки MDI дозволяють відкривати декілька файлів (документів) одночасно, а також використовувати для відображення даних одного документа кілька подань (окремих вікон). Таким чином, при виконанні складних проектів можна одночасно працювати з декількома документами в одному сеансі.

Важливою особливістю таких додатків є підтримка файлів різних типів. Це означає, що в рамках одного і того ж програмного пакету ви можете працювати з різними документами, представленими файлами різних форматів (наприклад, файлів креслень відповідають документи КОМПАС-3D - КОМПАС-Креслення та КОМПАС-Фрагмент, а файлам 3D-моделей - КОМПАС- Деталь і КОМПАС-Збірка). Фактично, більшість найбільш популярних сучасних додатків створено на базі інтерфейсу MDI, що забезпечує користувачеві найбільшу гнучкість в поданні даних і зручність в роботі з документами.

Програмний пакет КОМПАС-3D можна умовно розділити на три великі складові:

- КОМПАС-3D - модуль для роботи з тривимірними моделями;
- КОМПАС-Графік - креслярсько-графічний редактор;
- редактор специфікацій і текстових документів.

Ця система забезпечує можливість:

- Автоматизації процесу розробки виробу шляхом параметричного моделювання;
- Управління взаємним розташуванням елементів конструкції з автоматичним оновленням моделі і креслення в процесі внесення до них змін;
- Роботи з тривимірними поверхнями, які дозволяють створювати складні моделі з довільними просторовими формами;
- Генерації плоских проекцій, формування креслень виробу;
- Створення специфікацій в напівавтоматичному режимі;
- Автоматизації розрахунку геометричних і масо-центрувальних характеристик об'єктів;
- Автоматичної проставляння допусків і підбору квалітету по заданих граничних відхиленнях;

- Автоматизації процесу оформлення різних документів;
- Управління розмірами деталей і вузлів і ряд інших можливостей.

Система КОМПАС-3D дозволяє автоматизувати процес розробки виробів шляхом параметричного моделювання, яке управляє взаємним розташуванням елементів конструкції і автоматично оновлює моделі і креслення в процесі внесення до них змін. Маючи такі потужні можливості, система дозволяє підвищити продуктивність проектування в кілька разів.

Параметрична технологія системи дозволяє швидко одержувати моделі типових виробів на основі одного разу спроектованого прототипу.

Основні завдання, які вирішуються системою:

- ✓ Моделювання виробів з метою створення конструкторської та технологічної документації, необхідної для їх випуску (складальних креслень, специфікацій, деталювання і т.д.);
- ✓ Моделювання виробів з метою розрахунку їх геометричних і масоцентровочних характеристик;
- ✓ Моделювання виробів для передачі геометрії в розрахункові пакети;
- ✓ Моделювання деталей для передачі геометрії в пакети розробки керуючих програм для обладнання з ЧПУ;
- ✓ Створення ізометричних зображень виробів (наприклад, для складання каталогів, створення ілюстрацій до технічної документації тощо).

Модель деталі в КОМПАС-3D створюється шляхом виконання булевих операцій над об'ємними елементами. Об'ємні елементи утворюються шляхом заданого користувачем переміщення в просторі плоскої фігури («ескізу»). Ескіз зображається на площині стандартними засобами креслярсько-графічного редактора КОМПАС-ГРАФІК. У нього можна перенести зображення з раніше підготовленого графічного

документа. Це дозволяє при створенні тривимірної моделі спиратися на існуючу креслярсько-конструкторську документацію.

Система дозволяє оперувати:

- Елементами обертання;
- Елементами видавлювання;
- Кінематичними елементами;
- Елементами по перетинах.

Додаткові операції спрощують завдання параметрів поширених конструктивних елементів - фасок, заокруглень, круглих отворів, ливарних ухилів, ребер жорсткості. На будь-якому етапі роботи можна сформувати тонкостінну оболонку, а також видалити частину тіла по межі, що представляє собою площину або криволінійну поверхню.

У КОМПАС-3D доступні різноманітні способи копіювання елементів: копіювання по сітці, по колу, уздовж кривої, дзеркальне копіювання, а також створення «дзеркальних» деталей.

Крім твердотільних об'єктів, в КОМПАС-3D можуть бути побудовані просторові криві:

- Циліндричні спіралі;
- Конічні спіралі;
- Ламані по точках і координатами (у тому числі із завданням радіусів заокруглень в кутах);
- Сплайни по точкам і координатам.

Ці об'єкти можуть використовуватися, наприклад, в якості направляючих при моделюванні пружин, різьблень і подібних об'єктів.

Якщо існуючих в моделі ортогональних площин, граней і ребер недостатньо для виконання побудов, користувач може створювати допоміжні площини, осі і просторові криві, задаючи їх положення різними способами. Застосування допоміжних конструктивних елементів значно розширює можливості

побудови моделі. Модель складання в КОМПАС-3D складається з окремих компонентів - деталей і підборок (які, в свою чергу, також можуть складатися з деталей і підборок). Проектування збірки ведеться «зверху вниз» - кожна нова деталь моделюється на основі вже наявних деталей (обстановки) з використанням параметричних взаємозв'язків.

Деталі й підборки можуть створюватися безпосередньо в збірці або вставлятися в неї з існуючого файлу. Крім розроблених користувачем (унікальних) моделей, компонентами збірки можуть бути стандартні вироби (кріплення, опори валів і т.д.), бібліотека яких входить в комплект поставки системи. Взаємне положення компонентів збірки задається шляхом зазначення сполучень між ними. В системі доступні різноманітні типи сполучень: збіг, паралельність або перпендикулярність граней і ребер, розташування об'єктів на відстані або під кутом один до одного, концентричність, торкання. Для створення копій компонентів використовуються ті ж операції, що і для копіювання форматворчих елементів деталі - копіювання по сітці, по колу, уздовж кривої, дзеркальне копіювання. Крім того, можливе створення масиву копій за зразком; в цьому випадку параметри нового масиву збігаються з параметрами існуючого.

Можливе виконання різних операцій з компонентами збірки: об'єднання двох деталей, віднімання однієї деталі з іншої (у деталі утворюється порожнина, відповідна формі іншої деталі, при цьому можливе завдання коефіцієнта масштабування віднімається деталі). Деталь також можна розділити на дві частини (площиною або поверхнею). Крім команд, що безпосередньо відносяться до побудови тривимірної моделі, в розпорядженні користувача є численні сервісні можливості. Їх використання дозволяє керувати відображенням моделі, виробляти різноманітні вимірювання, розрахунок масо-центрувальних характеристик (об'єму, маси, координат центру

ваги, осьових і відцентрових моментів інерції). Збірка може відображатися в «розібраному» вигляді (це може знадобитися, наприклад, при створенні зображення для каталогу). Напрямок та величина зсуву при рознесенні задаються користувачем.

У звичайному кресленні системи КОМПАС можуть бути автоматично створені асоціативні зображення тривимірної моделі (деталі або збірки):

- Стандартний вигляд;
- Проекційний вигляд;
- Вид по стрілці;
- Розріз / перетин (простий, ступінчастий, ламаний);
- Місцевий вид;
- Виносний елемент.

Стандартні та проекційні види автоматично будуються в проекційній зв'язку (користувач може зруйнувати цей зв'язок в будь-який момент роботи з документом). Всі зазначені зображення пов'язані з моделлю: зміни в моделі призводять до зміни зображення в асоціативному вигляді.

Є можливість синхронізувати дані в основному написі креслення (позначення, найменування, масу) з даними з файлу моделі. За розробленої моделі збірки можна автоматично отримати її специфікацію. Отримана специфікація має асоціативний зв'язок як з складальною моделлю, так і зі складальним кресленням (зокрема, із тривимірної моделі в специфікацію передаються позначення, найменування і кількість компонентів).

Вбудований в систему креслярсько-графічний редактор КОМПАС-ГРАФІК забезпечує ефективну автоматизацію проектно-конструкторських робіт в різних галузях діяльності. У машинобудуванні, архітектурі, будівництві, складанні планів і схем - скрізь, де необхідно розробляти і випускати графічні і текстові документи. Графічний редактор дозволяє розробляти і випускати різні документи - ескізи, креслення, схеми, плакати і

т.д. КОМПАС-ГРАФІК дозволяє працювати з усіма типами графічних примітивів, необхідних для виконання будь-якого побудови. До них відносяться точки, прямі, відрізки, окружності, еліпси, дуги кіл та еліпсів, багатокутники, ламані лінії, криві NURBS (у тому числі криві Безьє). Різноманітні способи і режими побудови примітивів (наприклад, команди створення фасок, заокруглень, еквідістанту, побудови відрізків і кіл, дотичних до об'єктів і т.п.) позбавляють користувача від необхідності робити складні допоміжні побудови. Для прискорення побудов можна використовувати локальні системи координат, різномасштабних сітку і механізм глобальних і локальних об'єктних прив'язок.

У графічний документ може бути вставлено растрове зображення формату BMP, PCX, PCX, JPEG, TIFF і т.д. Однією з найсильніших сторін КОМПАС-ГРАФІК традиційно є повна підтримка ЕСКД. Підтримуються стандартні (відповідні ЕСКД) і призначені для користувача стилі ліній і штрихувань. Реалізовано всі типи лінійних, кутових, радіальних і діаметральні розмірів (включаючи похилі розміри, розміри висоти і розміри дуги). Автоматично виконуються простановка допусків і підбір якості по заданих граничних відхиленнях. Серед об'єктів оформлення - всі типи шорсткостей, ліній-виносков, позначення баз, допусків форми і розташування поверхонь, лінії розрізу / перерізу, стрілки напрямку погляду, штрихування, тексти, таблиці.

Реалістичний режим заповнення граф основного напису і тексту технічних вимог полегшує оформлення документа. У комплект поставки КОМПАС-ГРАФІК входить бібліотека стандартних основних написів графічних документів; можливе створення користувацьких основних написів. КОМПАС-ГРАФІК забезпечує користувача всіма інструментами, необхідними для редагування креслення. Можна використовувати операції зсуву, копіювання, повороту,

масштабування, симетричного відображення, деформації, видалення, вирівнювання. Підтримується перенесення і копіювання об'єктів через буфер обміну, перетягування мишею характерних точок об'єктів.

Можливе створення макроелементів та іменованих груп об'єктів. При формуванні та зміні креслення можна використовувати посилання на пов'язані з ним зовнішні зображення, які можуть зберігатися як в окремих файлах, так і в спеціальних бібліотеках. Система містить набір сервісних команд для виміру довжин, відстаней і кутів, обчислення масо-центрувальних характеристик плоских фігур, тіл видавлювання і обертання.

У системі можуть створюватися параметричні зображення, в яких існують взаємозв'язки між об'єктами. Прикладами взаємозв'язків можуть служити паралельність, торкання об'єктів, збіг їх характерних точок, рівність довжин відрізків і т.д. Взаємозв'язки формуються як при введенні об'єктів (автоматично), так і шляхом виклику спеціальних команд. Можливо завдання аналітичних залежностей (рівнянь і нерівностей) між змінними і між параметрами об'єктів. Текстовий редактор системи дозволяє випускати різні текстові документи - розрахунково-пояснювальні записки, технічні умови, інструкції і т. д.

При роботі з текстовим документом доступні всі основні можливості, які є де-факто стандартом для сучасних текстових редакторів: робота з растровими і векторними шрифтами Windows, вибір параметрів шрифту (розмір, нахил, накреслення, колір і т.д.), вибір параметрів абзацу (відступи, міжрядковий інтервал, вирівнювання і т.д.), введення спеціальних знаків і символів, надрядкових і підрядкових символів, індексів, дробів, вставка малюнків (графічних файлів КОМПАС), автоматична нумерація списків (у тому числі з різними рівнями вкладеності) і сторінок, пошук і заміна тексту, формування таблиць.

Функції текстового редактора доступні не тільки при створенні окремих текстових документів, але і при введенні будь-якого тексту в графічному документі (наприклад, при створенні технічних вимог, таблиць, технологічних позначень). Модуль проектування специфікацій системи дозволяє випускати різноманітні специфікації, відомості та інші табличні документи. При заповненні документа на екрані користувач бачить стандартну таблицю специфікації і може вводити дані безпосередньо в її графи. Специфікація також може бути асоціативно пов'язана зі складальним кресленням і тривимірною моделлю збірки.

Можлива автоматична передача даних з креслення або моделі в специфікацію або із специфікації в підключені до неї документи. Зі специфікації в креслення передаються номери позицій компонентів збірки (стандартних виробів, деталей і т.д.). З складального креслення в специфікацію передаються номери зон, в яких розташоване зображення відповідних компонентів збірки. З моделей деталей і складальних одиниць в специфікацію передаються найменування, позначення, маса та інші дані. Якщо в складальне креслення вставлені зображення стандартних елементів з машинобудівної бібліотеки системи, то інформація про них передається в специфікацію.

Рядки специфікації можуть бути пов'язані з графічними об'єктами в складальному кресленні і компонентами тривимірної моделі збірки. При наявності таких зв'язків у специфікації можна включити режим, в якому система виділяє в кресленні або моделі об'єкти, що відносяться до виділеної рядку специфікації. Специфікацію можна налаштувати таким чином, щоб при видаленні її рядки відбувалося і автоматичне видалення відповідних об'єктів із складального креслення або моделі збірки. Комбінуючи різні настройки специфікації, можна створювати відомості специфікацій, відомості документів

документів, відомості покупних виробів, таблиці з'єднань та інші документи.

2.2. Інструменти середовища КОМПАС-Графік

Система КОМПАС-3D дозволяє працювати з трьома типами документів: тривимірними моделями (деталь, зборка), графічними документами (креслення, фрагмент) і текстовими документами (специфікація, текстовий документ). Тип документа, створюваного в системі КОМПАС-3D, залежить від роду інформації, що зберігається в цьому документі. Кожному типу документа відповідає розширення імені файлу і власна піктограма.

Деталь - модель виробу, що виготовляється з однорідного матеріалу, без застосування складальних операцій. На рис. 2.1 представлено головне вікно системи в режимі створення деталі.

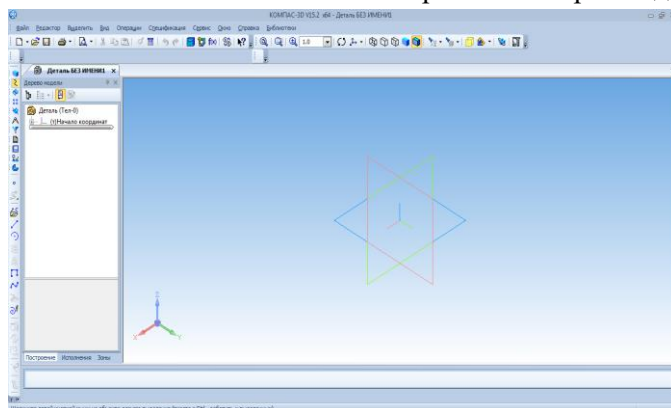


Рис. 2.1.

Збірка - модель виробу, що складається з декількох деталей із заданим взаємним становищем. До складу збірки можуть також входити інші збірки (підзбірки) і стандартні вироби.

Основний тип графічного документа в КОМПАС-3D - креслення (див. рис. 2.2).

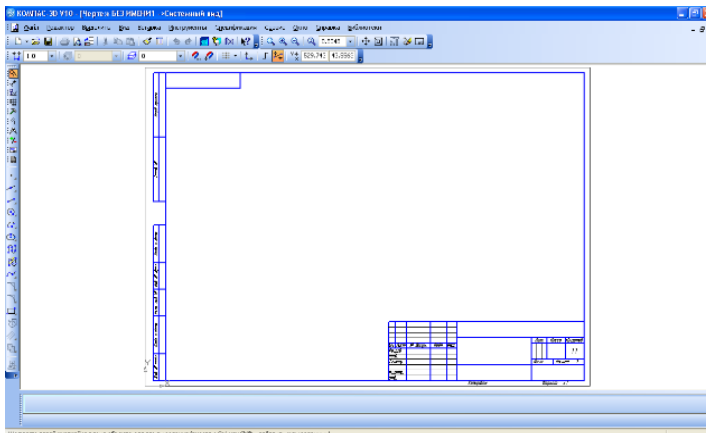


Рис. 2.2.

Креслення містить графічне зображення виробу, основний напис, рамку, іноді - додаткові елементи оформлення (знак незазначеної шорсткості, технічні вимоги і т.д.). Креслення КОМПАС-3D може містити один або кілька аркушів. Для кожного аркуша можна задати формат, кратність, орієнтацію та ін властивості. У файлі креслення КОМПАС-3D можуть міститися не тільки креслення (в розумінні ЕСКД), а й схеми, плакати та інші графічні документи.

Допоміжний тип графічного документа в КОМПАС-3D - фрагмент. Фрагмент відрізняється від креслення відсутністю рамки, основного напису та інших об'єктів оформлення конструкторського документа. Він використовується для зберігання зображень, які не потрібно оформляти як окремий аркуш (ескізи промальовування, розробки і т.д.). Крім того, у фрагментах також зберігаються створені типові рішення для подальшого використання в інших документах.

Специфікація - документ, що містить інформацію про склад зборки, представлена у вигляді таблиці. Специфікація оформляється рамкою і основним написом (див. рис. 2.3). Вона часто буває багатосторінковою.

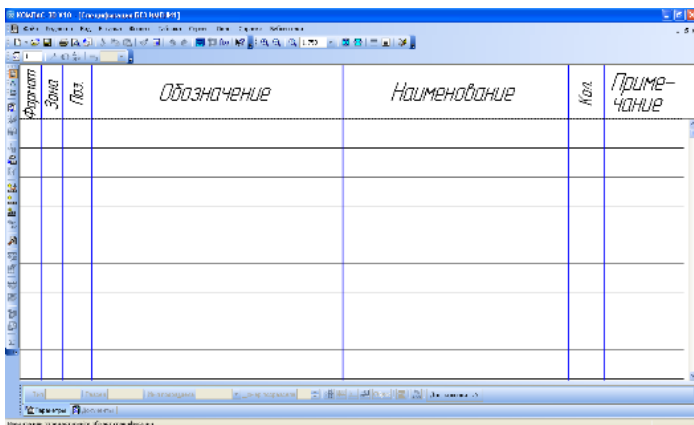


Рис. 2.3.

Документ, що містить переважно текстову інформацію, - текстовий документ (див. рис. 2.4). Текстовий документ оформляється рамкою і основним написом. Він часто буває багатосторінковим. У текстовому документі можуть бути створені пояснювальні записки, сповіщення, технічні умови тощо.

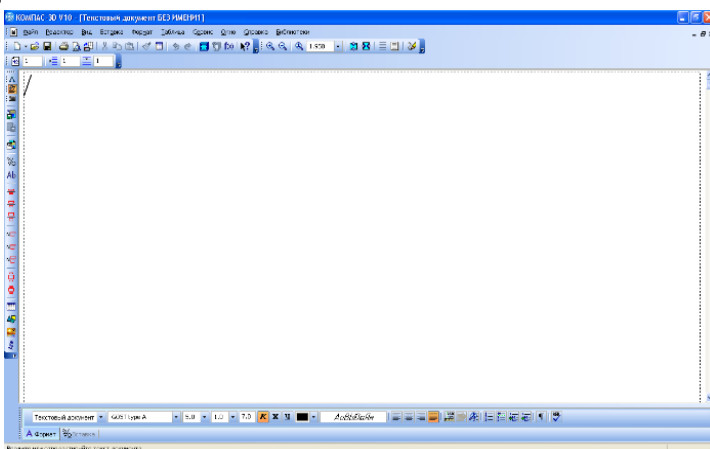


Рис. 2.4.

У КОМПАС-3D використовується стандартна метрична система заходів. За умовчанням встановлена одиниця виміру

довжини - міліметр. При роботі в графічних документах можна вибрати іншу одиницю виміру - сантиметр, дециметр або метр. У вибраних одиницях будуть задаватися і відображатися параметри об'єктів (наприклад, довжина або радіус), значення розмірів, координати курсору тощо. Щоб задати одиниці вимірювання довжини в поточному графічному документі, необхідно викликати команду Сервіс - Параметри ... - Поточний документ-Одиниці виміру. Щоб задати одиниці вимірювання довжини в нових графічних документах, необхідно викликати команду Сервіс - Параметри ... - Нові документи - Графічний документ - Одиниці виміру.

У КОМПАС-3D користувач завжди оперує реальними розмірами об'єктів (у масштабі 1:1), а розміщення зображення на кресленні потрібного формату виконується шляхом вибору відповідного масштабу вигляду. При розрахунку масо-інерційних характеристик можна управляти представленням результатів, призначаючи потрібні одиниці вимірювань (кілограми або грами - для маси; міліметри, сантиметри, дециметри або метри - для довжини).

Як одиниці вимірювання кутів можуть використовуватися:

- Градуси (XX, XXXo);
- Градуси, хвилини, секунди (XXoXX'XX, XXX");
- Радіани (XX, XXX рад).

Щоб вибрати одиниці вимірювання кутів, потрібно викликати команду Сервіс - Параметри ... - Система - Загальні - Представлення чисел. У групі Одиниці виміру кутів вікна, що з'явилося активізувати потрібну опцію.

Вибрані одиниці використовуються для відображення та введення значень кутів у полях Панелі властивостей під час створення і редагування об'єктів. При встановке кутових розмірів в графічних документах кути вимірюються - залежно від встановленої точності - в градусах, в градусах і хвилинах або в градусах, хвилинах і секундах.

При роботі в КОМПАС-3D використовуються стандартні праві декартові системи координат. У кожній тривимірній моделі існує система координат і обумовлені нею координатні площини (див. рис. 2.5). Система координат показується на екрані у вигляді трьох ортогональних відрізків. Площини показуються на екрані умовно - у вигляді прямокутників, що лежать в цих площинах.

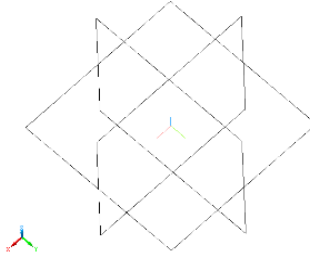


Рис. 2.5.

У кожному графічному документі також існує система координат. Вона лежить у площині, паралельній екрану, і відображається у вигляді двох ортогональних стрілок. Початок абсолютної системи координат креслення завжди знаходиться в лівій нижній точці його габаритної рамки. При роботі в графічному документі користувач може створювати додаткові (локальні) системи координат. Абсолютну систему координат і координатні площини неможливо видалити з документа.

Привязки

В процесі роботи над документами (звичайно графічними) часто виникає необхідність точно встановити курсор в різні характерні точки елементів, іншими словами, виконати прив'язку до точок або примітивів (див. рис. 2.6).

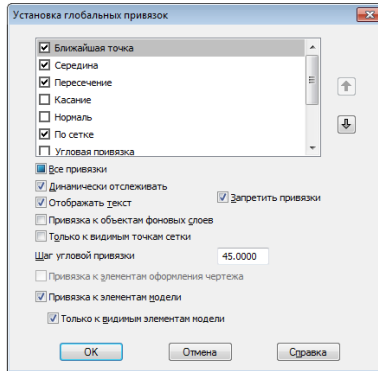


Рис. 2.6

КОМПАС-3D надає найрізноманітніші можливості прив'язок до характерних точок (перетин, граничні точки, центр і т.д.) і об'єктів (по нормалі, по напрямках осей координат). Всі варіанти прив'язок об'єднані в меню, яке можна викликати при створенні, редагуванні або виділенні графічних об'єктів натисненням правої кнопки миші (тобто за допомогою контекстного меню) (див. рис. 2.7). Прив'язку можна також виконувати за допомогою клавіатури.

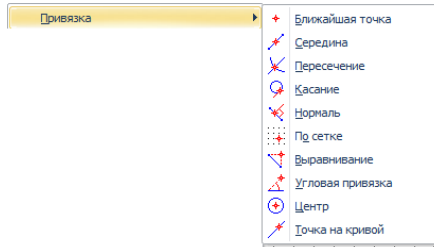


Рис. 2.7

Залежно від вибраного варіанту прив'язки змінюється зовнішній вигляд курсора. Форма і розмір курсора можуть бути налаштовані користувачем у відповідному діалозі.

Ви можете встановити різні комбінації прив'язок, що діють за умовчанням (глобальні прив'язки) в діалозі налаштування глобальних прив'язок.

Це меню виводиться на екран при натисненні правої кнопки миші під час виконання різних команд створення і редагування графічних об'єктів. Локальна прив'язка — одноразова. Список можливих прив'язок:

Для прив'язки встановіть курсор так, щоб характерна точка об'єкту, яку потрібно захопити, знаходилася усередині пастки курсора. Після цього зафіксуйте курсор натисненням лівої кнопки миші або клавіші <Enter>. Розмір пастки курсора можна змінити в діалозі настроювання курсора.

Команда **Ближайшая точка**. Дозволяє виконати прив'язку до найближчої характерної точки об'єкту (наприклад, до початкової точки відрізка, центру або квадранта кола), до кутових точок таблиці основного напису або до точки початку поточної системи координат.

Команда **Середина**. Дозволяє виконати прив'язку до середини об'єкту або до середини сторони внутрішньої рамки листа креслення. Увага: при вказівці на коло відбудеться прив'язка до лівої квадрантної точки.

Команда **Пересечение**. Дозволяє виконати прив'язку до найближчого явного перетину об'єктів (тобто осі не подовжуються).

Команда **Касание**. При виборі даного способу прив'язка виконуватиметься так, щоб створюваний об'єкт (відрізок, дуга і т.п.) торкався вказаного об'єкту в точці, найближчій до поточного положення курсора. Ця прив'язка не може бути першою, наприклад, не можна створити відрізок, який би торкався двох кіл.

Команда **Нормаль**. При виборі даного способу прив'язка виконуватиметься так, щоб створюваний об'єкт (наприклад, відрізок) розташовувався перпендикулярно вказаному об'єкту.

Команда **По сетке**. Дозволяє виконати прив'язку до найближчої точки допоміжної сітки. При цьому зображення

самої сітки на екрані може бути вимкнене. Заздалегідь необхідно вказати крок сітки.

Команда **Выравнивание**. При виборі даного способу прив'язки виконуватиметься вирівнювання точки об'єкту, що вводиться, за іншими характерними точками, а також по останній зафіксованій точці. Останньою зафіксованою точкою вважається не тільки точка, вказана при виконанні якої-небудь команди, але і точка, в яку курсор був встановлений за допомогою клавіатурної прив'язки.

Наприклад, ви намалювали відрізок. Останньою зафіксованою точкою є його кінцева точка. Якщо тепер за допомогою комбінації клавіш <Shift>+<5> прив'язатися до середини цього відрізка, то середина стане останньою зафіксованою точкою, і при переміщенні курсора фантомні лінії вирівнювання проходять через середину відрізка. Вирівнювання виконується без урахування кута нахилу локальної системи координат. Колір відображення фантомних ліній вирівнювання відповідає кольору, встановленому для збільшеного курсора.

Команда **Угловая привязка**. При виборі даного способу прив'язки курсор переміщатиметься щодо останньої зафіксованої точки під кутами, кратними вказаному при настройці прив'язок значенню. Наприклад, при настройці прив'язок значення кроку кутової прив'язки встановлене рівним 15° . Тоді в результаті дії кутової прив'язки курсор переміщатиметься упродовж прямих, що проходять через останню зафіксовану точку, під кутами 15° , 30° , 45° , 60° , 90° , 105° і т.д. Відлік кутів ведеться в поточній системі координат. За умовчанням крок кутової прив'язки рівний 45° .

Команда **Центр**. Дозволяє виконати прив'язку до центральної точки кола, дуги або еліпса.

Команда **Точка на кривой**. Дозволяє виконати прив'язку до найближчої точки вказаної кривої.

Стиль. Різновиди стилів і їх зберігання

Стиль - це набір властивостей об'єкту, що впливають на його відображення. Наприклад, стиль точки включає зовнішній вигляд символу, яким малюється точка, а також колір. У КОМПАС-3D передбачено призначення стилів для трьох груп креслярських об'єктів:

- ліній (кривих)
- штрихувань
- точок

Крім того, можна використовувати текстові стилі при введенні окремих написів на кресленнях і при створенні текстово-графічних документів. У складі КОМПАС-3D поставляються готові системні стилі точок, ліній і штрихувань. Вони зберігаються безпосередньо в коді програми. Стилi, якi створюються користувачем в процесі роботи, можуть зберігатися в різних місцях. Якщо стиль створювався в документі, то він буде збережений безпосередньо у файлі цього документа. Крім того, стилі можна створити і зберегти в бібліотеці стилів. Надалі при роботі з документом можна підключити цю бібліотеку і вибрати з неї потрібний стиль. Використання бібліотек стилів забезпечує велику гнучкість в роботі з документами. Проте слід пам'ятати, що якщо ви використовуєте в кресленні стилі ліній або штрихувань із зовнішніх бібліотек, то для коректного відображення цього креслення на другім комп'ютері потрібно буде скопіювати туди і ці бібліотеки. Файли бібліотек стилів ліній мають розширення *lcs*, стилів штрихувань - *lhs*, стилів текстів - *lts*.

Стиль лінії

Стилi ліній (відрiзків, дуг, кiл, сплайнiв i т. д.) можуть бути системними, тобто доступними в будь-якому документі, або призначеними для користувача, створеними користувачем в якому-небудь конкретному документі. До системних відносяться наступні стилі лінії:

Назва стилю лінії в системі Компас	Назва типу ліній згідно ГОСТ 2.303-68
Основная	сплошная толстая основная
Тонкая	сплошная тонкая
Осевая	штрихпунктирная тонкая
Штриховая	штриховая тонкая
Утолщенная	произвольной толщины, разомкнутая
пунктир 2	штрихпунктирная с двумя точками тонкая
Осевая	основная штрихпунктирная утолщенная
штриховая основная	штриховая утолщенная
Вспомогательная	сплошная тонкая*
для линии обрыва	—

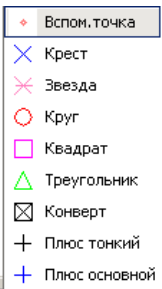
Увага! Стиль ліній Вспомогательная застосовується для показу на зображенні тимчасових кривих, які не виводяться на папір, і можуть бути всі видалено з креслення однією командою.

Лінія, що має стиль Для линии обрыва — не еквівалент суцільної хвилястої лінії. Даний стиль застосовується для показу кривих (сплайнів, дуг і ін.), які визначаються як межі області для заповнення при штрихуванні вказівкою точки усередині області. Діалог вибору стилю лінії дозволяє вибрати стиль для показу об'єкта.

Системные В памяти Из библиотек	При перемиканні між закладками відображається список системних (завжди доступних в будь-якому документі) стилів штрихування або список стилів штрихування, що зберігаються безпосередньо усередині документа (або набору, якщо він підключений), або список
--	---

	стилів, узятих в документ або набір із зовнішніх бібліотек. Стилї в списках можуть бути відсортовані по іменах або по номерах. Щоб змінити сортування, клацніть мишею по заголовку потрібного стовпця. У заголовку стовпця, по якому сортуються стилї, відображається трикутник. Його положення показує напрям сортування - за збільшенням або по зменшенню.
Набор ...	Для підключення створеного раніше набору стилів натисніть кнопку.
Бібліотеку ...	Для підключення зовнішньої бібліотеки стилів
Документ	Щоб проглянути список стилів, вже використаних в активному документі
Новый ...	Щоб перейти до діалогу створення нового стилю лінії
Выбрать	Після вибору потрібного стилю натисніть цю кнопку

Для зручності пошуку і вибору зовнішній вигляд стилю відображається в спеціальному вікні перегляду. Для зміни параметрів вже існуючих стилів ліній використовуйте команду *Сервис \ Стили линий...*



Вибір стилю точки

Системою передбачені наступні стилї точок: допоміжна точка, хрест, зірка, круг, квадрат, трикутник, конверт, плюс тонкий, плюс основний. За умовчанням створюються точки із стилем *Вспомогательная*. Для зміни поточного стилю показу точок скористайтеся списком *Стиль* на Панелі властивостей. *Порада.*

Вибираючи стиль точки, пам'ятайте, що допоміжні точки можна

видалити однією командою, навіть не виділяючи їх. Якщо точки, що вводяться вами, служать не для допоміжних побудов і не повинні видалятися разом з допоміжними елементами, використовуйте будь-який стиль точки, окрім Вспомогательная. Після того, як викликана команда створення креслярського об'єкту (наприклад, команда створення відрізка), на Панелі властивостей з'являється поле із списком *Стиль*.

За умовчанням новому об'єкту призначається поточний стиль, який був встановлений при виконанні попередніх команд. Зовнішній вигляд цього стилю показаний у відповідному полі. Якщо потрібно змінити стиль створюваного об'єкту, розкрийте список *Стиль* і виберіть потрібний варіант. При виборі варіанту Другий стиль на екрані з'явиться діалог, в якому ви можете вибрати додаткові стилі із списку системних, або із зовнішньої бібліотеки, або із сформованого користувачем набору.

В процесі введення об'єкту ви можете неодноразово змінювати його стиль, використовуючи поле управління стилем. Команди креслення геометричних примітивів розташовані в меню *Инструменты*, а також на компактній панелі у вигляді кнопок команд (див. рис. 2.8).

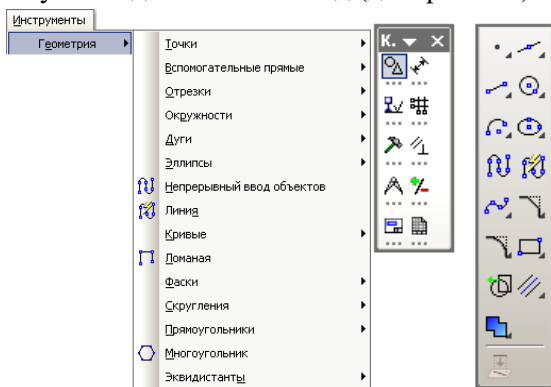


Рис. 2.8

ВАЖЛИВЕ ЗАУВАЖЕННЯ: після обрання необхідної команди побудови геометричних примітивів, розмірів, редагування тощо, стає активною Панель свойств (за умовчанням розташована в нижній частині вікна програми) (див. рис. 2.9).

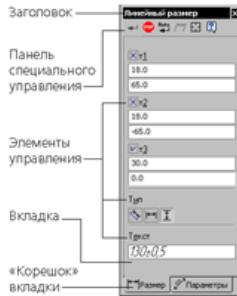


Рис. 2.9

Панель свойств (українською — панель властивостей) змінює свій вміст в залежності від активної команди і потребує обов'язкового заповнення — вона призначена для управління процесом виконання команди. До складу панелі властивостей входять:

- Заголовок панелі властивостей — містить назву активної команди і кнопку Закрити.
- Панель спеціального управління — розташовані кнопки, за допомогою яких виконуються спеціальні дії, такі як введення об'єкту, переривання поточної команди, включення автоматичного створення об'єкту і т.д. Набір кнопок залежить від виконуваної команди.
- Елементи управління командою — поля, перемикачі, списки й ін.
- Вкладки — на вкладках панелі властивостей розташовані елементи управління процесом виконання команди. Кількість вкладок залежить від конкретної команди. Для активізації потрібної вкладки клацніть мишею на її "корінці" в нижній частині панелі.

- Область вибору вкладки — призначена для активізації потрібної вкладки панелі властивостей. Ця область містить "корінці" вкладок і кнопки прокрутки "корінців".

Наприклад: параметрами відрізка прямої лінії є: координати його початкової і кінцевої точок, довжина, кут нахилу до горизонталі і стиль лінії, а параметрами точки на кресленні є координати по осях X і Y .

Параметри об'єктів відображаються і можуть бути змінені у відповідних полях введення. Поряд з полем знаходиться перемикач стану поля. Будь-яке поле обов'язково має ім'я. Поля, які мають загальне ім'я і перемикач стану, називаються спорідненими. Наприклад, поля введення координат X і Y є спорідненими, а поля Длина та Угпл не є спорідненими.

Зовнішній вигляд перемикача показує стан поля, який може приймати три значення:

- фіксоване (знак хрестик);
- очікування введення (знак галочка);
- доступне для введення параметрів.

Деякі параметри об'єктів можуть бути задані як введенням значень в поля на Панелі властивостей, так і за допомогою миші у вікні документа (вказівкою положення характерних точок). Панель властивостей може знаходитися в "плаваючому" або "прикріпленому" стані. Щоб "прикріпити" Панель, "перетягніть" її за заголовок до потрібної межі вікна. Щоб повернути Панель в "плаваючий" стан, виконайте зворотну дію - "перетягнете" її у напрямі центру вікна. Для прикріплення Панелі властивостей до потрібної межі вікна можна скористатися командами Розміщення - Вгорі, Внизу, Зліва, Справа контекстного меню Панелі.

Пункт **Геометрия** містить наступні команди:

Точки — цей пункт дозволяє креслити такі типи примітивів (див. рис. 2.10):

Точка — будує довільно розташовану точку. Для побудови треба задати координати точки;

Точки по кривій — будує декількох точок, рівномірно розташованих на вже накреслених примітивах. На панелі властивостей в полі *Количество участков* введіть кількість ділянок, клацніть мишею по кривій для простановки точок. Для замкненого примітива додатково треба вказати напрям розташування точок;

Точки перетинів двох кривих — будує точки в місцях перетинів кривих. Клацніть мишею по кривій для пошуку перетинів. Потім послідовно клацайте по пересічних з нею кривим. Після клацання мишею по кожній подальшій кривій автоматично створюються точки в місцях її перетину з першою кривою;

Всі точки перетинів кривої — будує точки в місцях всіх перетинів вказаної кривої з іншими кривими;

Точка на заданій відстані — будує точки на кривій, що знаходяться на заданій відстані від вказаної точки. На панелі властивостей задайте кількість точок, які потрібно створити. Для замкненого примітива додатково треба вказати напрям розташування точок.

ПРИМІТКА: Зазвичай точки використовуються як допоміжні елементи.

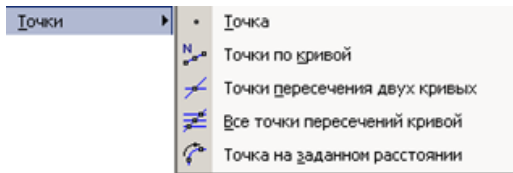


Рис. 2.10

Допоміжні прямі — використовуються за прямим призначенням і, як правило, потім видаляються (див. рис. 2.11).

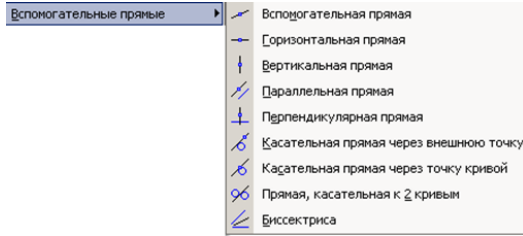


Рис. 2.11

Меню містить наступні пункти:

Допоміжна пряма — створюємо довільно розташовану безкінечну пряму. Вказують місцеположення першої, а потім другі точки, через які повинна проходити пряма. Кут нахилу прямої буде визначений автоматично;

Горизонтальна пряма — створюємо горизонтальну безкінечну пряму. Вказують місцеположення однієї точки, через яку повинна пройти пряма;

Вертикальна пряма — створюємо вертикальну пряму;

Паралельна пряма — будуємо пряму, паралельну вибраному прямолінійному (базовому) об'єкту. На панелі властивостей задайте відстань від базового об'єкту до паралельної прямої. За умовчанням система пропонує фантоми двох прямих, розташованих на заданій відстані по обидві сторони від базового об'єкту. Можна зафіксувати одну з них або обидві, клацаючи мишею на потрібному фантомі, або натискаючи кнопку Створити об'єкт на *Панелі спеціального управління*;

Перпендикулярна пряма будує пряму, перпендикулярну вибраному (базовому) об'єкту;

Дотична пряма через зовнішню точку — будує пряму, дотичну до іншого об'єкту, яка проходить через довільну точку, що не належить цьому об'єкту;

Дотична пряма через точку кривої — будує пряму, дотичну до іншого об'єкту і яка проходить через вказану точку

на цьому об'єкті. Доступні два способи побудови дотичної до об'єкту: завдання точки дотику, завдання кута нахилу дотичної;

Пряма, дотична до двох кривих — будує пряму, дотичну до двох криволінійних об'єктів;

Бісектриса — утворить бісектрису кута, утвореного двома вказаними прямолінійними об'єктами.

Пункт **Відрізки** містить наступні команди (див. рис. 2.12):

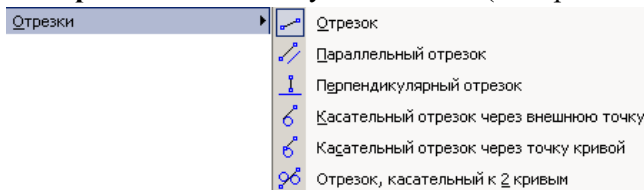


Рис. 2.12

Відрізок — будує довільно розташований однойменний примітив. Доступно два основні способи побудови довільного відрізка: завдання початкової і кінцевої точок відрізка або завдання початкової точки, довжини і кута нахилу відрізка;

Паралельний відрізок — будує один або декілька відрізків, паралельних іншим прямолінійним об'єктам. Алгоритм створення: 1) позначити об'єкт, паралельно якому повинен пройти відрізок; 2) задайте початкову точку відрізка курсором або на панелі властивостей (відстань від базового об'єкту до паралельного відрізка буде визначена автоматично); 3) Задайте довжину на панелі властивостей або кінцеву точку відрізка;

Перпендикулярний відрізок — будує один або декілька відрізків, перпендикулярних іншим об'єктам;

Дотичний відрізок через зовнішню точку — створить відрізок, дотичний до іншого криволінійного об'єкту. Спочатку обирається базовий об'єкт, потім в місцеположення початкової точки відрізка. За умовчанням кінцевою точкою відрізка є точка дотику.

Якщо необхідно, Ви можете змінити довжину відрізка, ввівши потрібне значення у відповідне поле панелі властивостей. На екрані з'являться фантоми всіх варіантів відрізків. Виберіть потрібний фантом мишею або за допомогою кнопок *До наступного об'єкту* [>>] і *До попереднього об'єкту* [<<] на панелі спеціального управління. Потім зафіксуйте вибраний фантом, клацнувши по ньому мишею або натиснувши кнопку *Створити об'єкт* на *Панелі спеціального управління*;

Дотичний відрізок через точку кривої створить один або декількох відрізків, що дотичні до інших (базових) об'єктів і проходять через вказані точки цих об'єктів. Доступні два способи побудови дотичних відрізків: завдання точки дотику, завдання кута нахилу дотичної.

Відрізок, дотичний до двох кривих. Клацніть спочатку на першій, а потім на другій кривий, дотично до яких повинен пройти відрізок. За умовчанням система пропонує побудову відрізків з кінцями в точках торкання. При необхідності Ви можете ввести потрібне значення довжини відрізка у відповідне поле на Панелі властивостей. На екрані будуть показані фантоми всіх варіантів відрізків, дотичних до вказаних кривих. Виберіть потрібний фантом мишею або за допомогою кнопок на панелі спеціального управління.

Кола можна створити наступними способами (див. рис. 2.13):

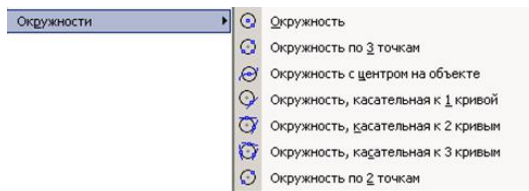


Рис. 2.13

Коло — будує довільне коло. Вкажіть центр кола, а потім вкажіть точку, що належить колу або уведіть значення радіусу;

Коло за 3 точками — будує коло, що проходить через три задані точки. Координати центру кола і радіус будуть визначені автоматично;

Коло з центром на об'єкті — будує коло з центром на вказаній кривій. Вкажіть об'єкт, на якому повинен лежати центр кола, потім задайте точку, що визначить радіусі. На екрані з'являться фантоми всіх варіантів кіл заданого радіусу з центром на вибраній кривій. Виберіть потрібний фантом мишею або за допомогою кнопок на панелі спеціального управління. Потім зафіксуйте вибране коло, клацнувши по ньому мишею;

Коло, дотичне до 1 кривої — будує коло, дотичне до заданої кривої. Доступно два основні способи побудови кола, дотичного до заданої кривої: завдання двох крапок, що належать колу, завдання точки центру кола. Алгоритм створення подібний попередньому;

Коло, дотичне до 2 кривих — будує коло, дотичне до двох вказаних кривих. Доступно два способи побудови кола, дотичного до двох кривим: завдання точки на колі або завдання радіусу кола;

Коло, дотичне до 3 кривих — будує коло, дотичне до трьох вказаних кривих. Вкажіть перший, другий і третій об'єкти, дотично до яких повинно пройти коло. Якщо серед вказаних об'єктів є еліпс або сплайн, буде потрібно також вказівка місцеположення кола;

Коло за 2 точками — будує коло, що проходить через задані точки, з діаметром рівним відстані між заданими точками.

Дуги — цей примітив ще називають кругова дуга, оскільки буде побудована дуга, яка є частиною кола. Меню й відповідна панель містять наступні пункти (див. рис. 2.14):

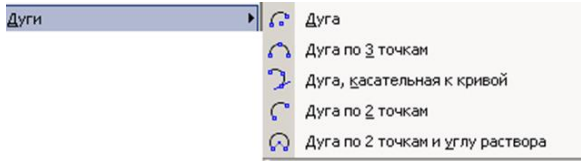


Рис. 2.14

Дуга — будує довільну дугу, для чого вкажіть центральну, а потім початкову і кінцеву точки дуги (на панелі властивостей це Угп1 та Угп2). Також можна вказати радіус. За умовчанням дуга створюється проти ходу годинникової стрілки, але напрям можна змінити;

Дуга за 3 точками — будує дугу за вказаними точками, напрям визначає порядок вказівки точок;

Дуга, дотична до кривої — будує дугу, дотичну до заданого об'єкту. Вкажіть курсором об'єкт, якого повинна торкатися дуга, потім оберіть початкову й кінцеву точки. Координати центру дуги і її радіус будуть розраховані автоматично. Початкова точка дуги - точка дотику;

Дуга за 2 точкам будує дугу з вказаними кінцевими точками. Введіть значення в поле Радіус на панелі властивостей;

Дуга за 2 точками і куту розхилу — будує одну або декілька дуг, що починаються і закінчуються у вказаних точках і мають заданий кут розхилу.

Еліпси, як правило використовують для створення ізометрії. Цей пункт містить такі підпункти (див. рис. 2.15):

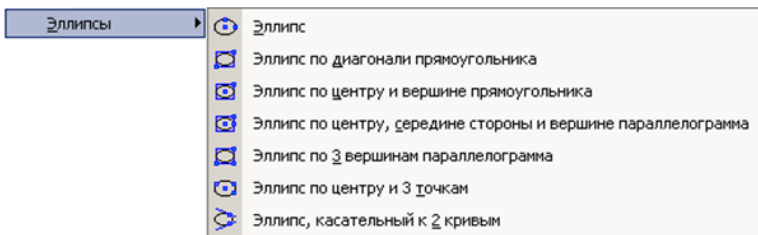


Рис. 2.15

Еліпс — будує довільний еліпс за вказаними центральною точкою еліпса й кінцевими точками першої та другії півосі;

Еліпс по діагоналі прямокутника — будує еліпс, вписаний в прямокутник із заданою діагоналлю. Введіть у відповідне поле панелі властивостей величину кута нахилу першої півосі еліпса до осі абсцис, потім вкажіть початкову і кінцеву точки діагоналі прямокутника, описаного навколо створюваного еліпса;

Еліпс по центру і вершині прямокутника — будує еліпс, вписаний в прямокутник із заданим центром і вершиною;

Еліпс по центру, середині сторони і вершині паралелограма будує еліпс, вписаний в паралелограм із заданим центром, серединою сторони і вершиною;

Еліпс по 3 вершинам паралелограма будує еліпс, вписаний в паралелограм з трьома заданими вершинами;

Еліпс по центру і 3 точкам будує еліпс із заданим центром, що проходить через три вказані точки;

Еліпс, дотичний до 2 кривих — будує еліпс, дотичний до двох заданих об'єктів. Вкажіть точки, в яких створюваний еліпс повинен торкатися першого і другпго об'єктів. Додатково задайте точку, через яку повинен проходити створюваний еліпс.

Безперервне введення об'єктів будує послідовність відрізків, дуг і сплайнів (кривих Без'є) (див. рис. 2.16). При введенні кінцева точка створеного об'єкту автоматично стає початковою точкою наступного об'єкту. Використовувати цю команду зручно, наприклад, при побудові контура деталі, що складається з об'єктів різного типу. Після виклику команди на панелі властивостей відображається група Тип, що містить перемикачі, які дозволяють вказати, яким саме геометричним примітивом повинен бути поточний (створюваний) сегмент. За умовчанням при першому зверненні до команди поточний тип об'єкту – *Отрезок*. У будь-який момент можна змінити

поточний тип об'єкту або спосіб його побудови. Для цього активізуйте потрібний перемикач в групі *Тип*.

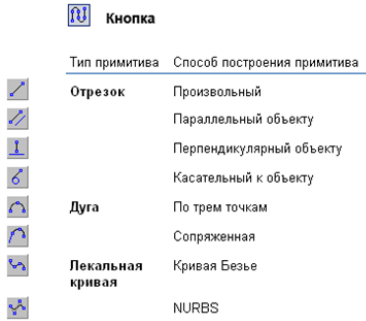


Рис. 2.16

Криві можна створити за допомогою таких команд (див. рис. 2.17):

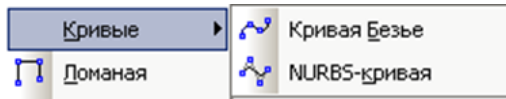


Рис. 2.17

Крива Без'є — це окремий випадок NURBS-кривої, в деяких командах зустрічається поняття „сплайн”. Послідовно вкажіть точки, через які повинна пройти крива Без'є. На панелі властивостей є 2 перемикачі — розімкнена або замкнена крива;

NURBS-крива будує Non-Uniform Rational B-Spline, тобто нерегулярний раціональний B-сплайн). Послідовно вкажіть опорні точки створюваної NURBS-кривої. У полях панелі властивостей можна задати характеристики кривої - вагу кожної характерної точки і порядок кривої. Вага точки — коефіцієнт, що визначає вплив опорної точки кривої NURBS на конфігурацію цієї кривої. Геометричний сенс такий: чим більша вага точки, тим ближче до неї розташована крива, тобто точки з великою вагою " притягують " NURBS сильніше, ніж точки з маленькою вагою. Додатково група перемикачів Режим дозволяє вказати, потрібно замикає криву чи ні.

Команда **Ламана** буде ламану лінію, що складається з відрізків прямих (ймовірно розробники логічно вважають, що пряма — це так звана вироджена крива). Послідовно вкажіть вершини створюваної ламаної.

Фаски можна створити за допомогою таких команд (див. рис. 2.18):

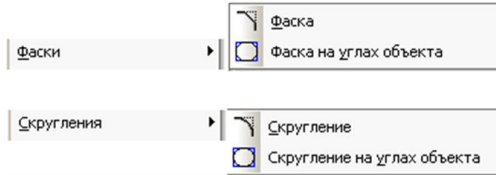


Рис. 2.18

Фаска буде відрізок, що сполучає дві пересічні криві. На панелі властивостей оберіть тип завдання параметрів фаски — за двома довжинами або за довжиною й кутом, потім введіть параметри та вкажіть перший і другий об'єкти, між якими потрібно побудувати фаску;

Фаска на рогах об'єкту — буде фаски на рогах (вершинах) об'єктів наступних типів: контур, ламана або багатокутник. Можна створити фаску для одного рога, або для всіх зразу.

Скруглення подібне до фаски, але призначене для створення круглих дуг між обраними об'єктами.

Містить такі пункти:

Скруглення — буде дугу між двома пересічними об'єктами. Необхідно задати радіус скруглення і вказати два об'єкти;

Скруглення на рогах (вершинах) об'єкту буде скруглення дугами кола на рогах об'єктів наступних типів: контур, ламана або багатокутник.

Прямокутники (многокутники) можна створити за допомогою таких команд (див. рис. 2.19):

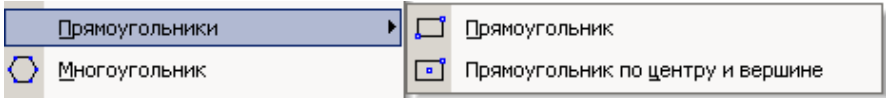


Рис. 2.19

Команда **Прямокутник** будує довільний прямокутник. Існують два способи побудови прямокутника: завдання протилежних вершин прямокутника або завдання вершини, висоти і ширини прямокутника. Побудований прямокутник - це єдиний об'єкт, а не набір окремих відрізків. Він виділятиметься, редагуватиметься і видалятиметься цілком;

Прямокутник по центру і вершині — вкажіть центр прямокутника, потім задайте одну з вершин прямокутника. Довжина і ширина прямокутника будуть визначені автоматично.

Многокутник — будує правильний багатокутник. На панелі властивостей в полі *Количество* вершин введіть або виберіть із списку число вершин багатокутника (від 3 до 48). За допомогою перемикача вкажіть спосіб побудови: *По описанной окружности* або *По вписанной окружности*. Вкажіть точку центру базового кола, потім вкажіть точку розташування однієї з вершин (при побудові по описаному колу) або середини однієї із сторін (при побудові по вписаному колу) створюваного багатокутника.

Еквідистанти — це об'єкти, подібні оригіналам, але створені на деякій відстані від них (див. рис. 2.20):



Рис. 2.20

Еквідистанта кривої будує еквідистанту якого-небудь геометричного об'єкту. Бажано спочатку задати на панелі властивостей параметри нового об'єкту: радіус (тобто відстань від базового примітива); спосіб обходу кутів (вершин) —

округленням або зрізом; тип побудови — зліва, справа, з обох сторін; спосіб показу вироджених ділянок — видаляти або не чіпати. Вкажіть курсором базовий об'єкт, на екрані з'явиться фантом еквідистанти. Якщо необхідно, змініть параметри, зафіксуйте фантом, клацнувши по ньому мишею;

Еквідистанта за стрілкою — будує подібність контура, утвореного обходом по стрілці. Вкажіть точку поблизу геометричного об'єкту, з якого потрібно почати обхід контура. На екрані з'явиться фантом еквідистанти вибраної ділянки, а також стрілка, що вказує пропонований системою напрям подальшого руху. Для вказівки потрібного напрямку клацніть мишею на відповідному об'єкті.

Команда **Зібрати контур** дозволяє сформувати контур, послідовно обходячи пересічні між собою геометричні об'єкти (див. рис. 2.21). Вкажіть точку поблизу геометричного об'єкту, з якого потрібно почати обхід контура. На екрані з'явиться фантом першої ділянки (співпадаючий з базовим об'єктом), а також стрілка, що вказує пропонований системою напрям подальшого руху. Для вказівки потрібного напрямку клацніть мишею на відповідному об'єкті, або скористайтеся комбінаціями клавіш:

<Пробіл> та <Shift>+<Пробіл> — Перебір можливих напрямів обходу від поточного вузла;

<Enter> — Підтвердження вибору напрямку руху подальшого обходу;

<Shift>+<Enter> — на один крок назад.

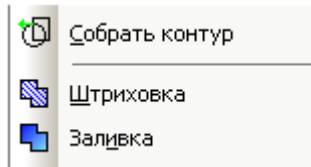



Рис. 2.21

2.3. Базові прийоми роботи в середовищі КОМПАС

Штрихування

В системі КОМПАС-ГРАФІК не має сенсу будувати окремо кожну штрихову лінію. Більш того, такий спосіб штрихування є абсолютно невірним. В системі існує спеціальний інструмент Штрихування на Панелі інструментів з вкладки Геометричні побудови.

Команда **Штрихування**  дозволяє заштрихувати одну чи декілька областей в поточному виді креслення чи фрагменту. Команда потребує введення точки для автоматичного визначення меж області штрихування. Точка має лежати всередині цієї області. Після вказування меж області штрихування система виконує її попередню побудову. До фіксації штрихування можна змінити його параметри. Параметрами штрихування можна змінювати в Рядку параметрів (див. рис. 2.22):

- крок штрихування (має список стандартних значень);
- кут нахилу ліній штрихування (має список стандартних значень);
- базова точка;
- поточний стиль (має бібліотеку стилів).

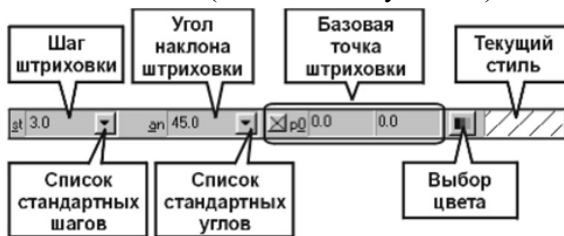


Рис. 2.22. Параметри штрихування

Після виклику команди Штрихування система створює Палень спеціального управління цієї команди (див. рис. 2.23). Використовуючи цю панель можна штрихувати у різний спосіб.

Для того щоб вказати в якості меж штрихування існуючі геометричні об'єкти треба викликати правою кнопкою мишу динамічнеконтекстне меню, за допомогою якого можна набрати межі штрихування з об'єктів зображення.

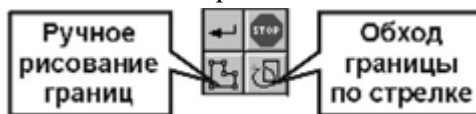


Рис. 2.23

Зафіксувати штрихову потрібно командою Створити об'єкт на Панелі спеціального управління команди. При цьому важливо знати, що всі області, заштриховані в одному сеансі вибору областей штрихування, є одним геометричним об'єктом. Відредагувати чи видалити штрихування в них можна лише одночасно. Тому рекомендується накладати фришування в кожній області окремо.

Якщо після вказування точки в області штрихування система автоматично не генерує область або генерує її невірно - це значить що при побудові геометрії креслення допущені помилки, найчастіше це наявність розривів в контурах деталі, невірно зроблені прив'язки об'єктів або взагалі не зроблено прив'язок. В таких випадках треба відредагувати геометрію креслення, а потім накласти штрихування заново.

В системі КОМПАС-ГРАФІК всі лінії мають одну важливу властивість: є чи не є ця лінія межею області штрихування. Так, наприклад, лінія стилю Основна завжди є межею такої області, а лінія стилю Тонка ні. В таких випадках виникає протиріччя при побудові місцевих розрізів. Так за нормами технічного креслення лінія межі місцевого розрізу має бути тонкою. Для вирішення цього протиріччя в КОМПАС-ГРАФІК додано спеціальний тип лінії – лінії обриву. Її зовнішній вигляд відповідає тонкій, але вона є межею області креслення. Для введення ліній місцевих розрізів в КОМПАС-ГРАФІК присутній спеціальний інструмент – Введення кривої Без'є, який працює

аналогічно до безперервного введення відрізків, проте вводить не ламану а плавну криву. Побудована область штрихування з точки зору системи є окремим цілісним об'єктом.

Встановлення розмірів і технологічних позначень

КОМПАС-ГРАФІК підтримує всі типи розмірів що передбачені ЄСКД, а саме: лінійні, кутові, діаметральні і радіальні. Кнопки виклику інструментів для встановлення відповідних розмірів розміщені на Панелі інструментів на вкладці Розміри і технологічні позначення (див. рис. 2.24).



Рис. 2.24. Панель розширених команд введення лінійних розмірів

КОМПАС-ГРАФІК дозволяє суттєво скоротити час на постановку розмірів за рахунок автоматичного вимірювання їх значень.

Проте для цього необхідно точно виконувати геометричні побудови, тобто точно і акуратно вводити координати точок, кіл, дуг, відрізків, тощо з використанням механізмів прив'язок.

Якщо при встановленні розмірів його значення не відповідає очікуваному, необхідно в першу чергу перевірити наявність помилок в геометричних побудовах. До цих же наслідків призводить невірний вибір характерних точок самих розмірів. В таких випадках неврно проставлений розмір слід видалити і поставити заново.

Система КОМПАС-ГРАФІК автоматично вписує в запис розміру значення якості і граничних відхилень. Якщо ця інформація на кресленні не потрібна то її можна вимкнути

наступним чином: *Настроювання - Настроювання системи - Графічний редактор - Параметри нових розмірів* (рос. *Настройка – Настройка системы – Графический редактор – Параметры новых размеров*). В правій частині діалогового вікна зняти прапорці *Квалітет* і *Відхилення* в групі *Вписувати в напис*.

Лінійні розміри.

На панелях розширених команд розміщено різні додаткові варіанти встановлення розмірів. Наприклад для лінійних розмірів це:

- лінійних розмір з розривом;
- лінійні розміри з загальною базою;
- ланцюговий лінійний розмір;
- лінійний розмір з загальною виносною лінією;
- розмір висоти.

Звичайно, при простановці розмірів характерні точки самих розмірів співпадають з вже існуючими характерними точками вже існуючих в документі геометричних об'єктів. Таким чином при постановці розмірів рекомендується використовувати глобальні прив'язки.

При простановці лінійних розмірів система самостійно генерує розмірний напис за встановленими параметрами. Проте можна керувати змістом розмірного напису або повністю ввести його самостійно. Для редагування розмірного напису треба викликати спеціальне вікно діалогу. Для цього слід натиснути мишею на поле *Розмірний напис* в рядку параметрів до фіксування розміру (див. рис. 2.25). Це ж саме можна зробити викликавши пункт *Текст напису* з динамічного контекстного меню, що викликається натисканням правої кнопки мишу на кресленні.

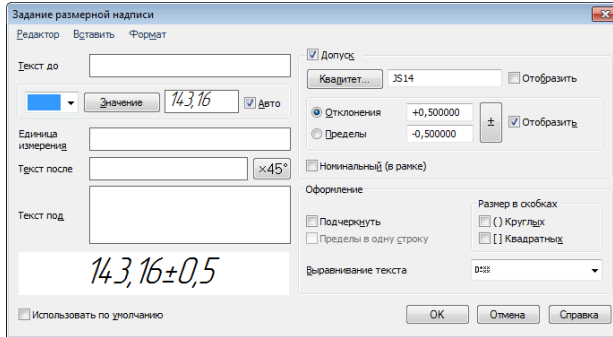


Рис. 2.25. Встановлення розмірного напису

При постановці лінійних розмірів на Панелі спеціального керування команди знаходиться кнопка Параметри (див. рис. 2.26).

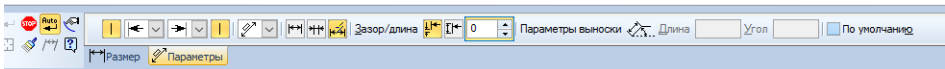


Рис. 2.26. Параметры линейного размера

З її допомогою можна виконати індивідуальне налаштування кожного проставленого розміру, а саме відмінити встановлення виносних ліній, змінити стрілки на розмірній лінії, задати розміщення розмірної лінії на полиці і таке інше.

Кутові розміри.

Команди побудови куткових розмірів дозволяють побудувати один чи декілька таких розмірів. В КОМПАС-ГРАФІК підтримуються всі передбачені ЄСКД типи куткових розмірів: *простий*, *розмір з загальною базою*, *ланцюговий*, *розмір з загальною розмірною лінією*, *розмір з розривом*. Автоматично система виконує побудову простого куткового розміру. Інші варіанти встановлення куткових розмірів знаходяться на панелі розширених команд (див. рис. 2.27).

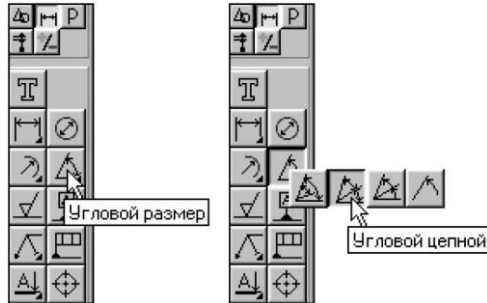


Рис. 2.27. Встановлення кутових розмірів

Порядок введення кутових розмірів, використання параметрів і керування розмірним написом єдиний для всіх типів і практично не відрізняється від лінійних розмірів.

Звичайно, для побудови кутового розміру необхідно послідовно вказати два відрізки, між якими слід поставити розмір, а потім вказати положення розмірної лінії та напису. Якщо не вказано інше, система виконує встановлення кутових розмірів для гострих кутів, утворених відрізками. Для встановлення розміру тупого кута треба вказати відповідні параметри на Панелі спеціального керування (див. рис. 2.28).



Рис. 2.28. Рядок параметрів для кутових розмірів

Діаметральні розміри.

Аналогічно працює і команда встановлення діаметральних розмірів. Для її виклику треба натиснути кнопку Діаметральний розмір на інструментальній панелі (див. рис. 2.29). Далі потрібно вказати курсором коло чи дугу і зафіксувати положення розмірного напису. Для виклику діалогу, в якому

можна змінити оформлення діаметрального розміру треба натиснути кнопку Параметри розміру на панелі спеціального керування. Таким чином можна змінити тип стрілки, вказати напис, зробити напис на виносній полиці, тощо. Для викликання діалогу введення і редагування розмірного напису слід натиснути лівою кнопкою на полі Розмірний напис в рядку параметрів об'єкту до того як зафіксувати розмір. Додаткова кнопка Тип розмірної лінії керує способом побудови розмірної лінії: повна лінія чи лінія з розривом.



Рис. 2.29. Діаметральні розміри
Радіальні розміри.

Встановлення радіальних розмірів проводиться за допомогою інструменту Радіальний розмір. Для встановлення розміру треба вказати базове коло чи дугу і положення розмірного напису. Настроювання параметрів радіальних розмірів виконується за допомогою засобів панелі спеціального управління аналогічно настроюванню розмірів інших типів. Додаткова кнопка Розмірна лінія від центру керує способом зображення радіального розміру: від центру кола або ні.

Окрім розмірів система КОМПАС-ГРАФІК дозволяє проставляти на кресленні технологічні позначення, а саме встановлення допусків форми і відхилень поверхонь, позначення баз, ліній виноска та ін.

Симетрія.

В машинобудівному кресленні достатньо часто деталь, або окремі її елементи мають симетричні ділянки відносно вертикальної, горизонтальної або інакше розмішеної осі

симетрії. В подібних випадках доцільно спочатку точно накреслити один елемент, а симетричний йому побудувати за допомогою команди *Симетрія*. Цю команду можна з успіхом використовувати навіть у випадках, коли вісь симетрії на кресленні в явному вигляді відсутня – її можна просто побудувати за допомогою допоміжних побудов.

Команда *Симетрія* знаходиться на Панелі інструментів на вкладці Редагування. Ця команда дозволяє відобразити попередньо виділений об'єкт активного документа відносно довільної осі симетрії. Команда на буде активною, якщо на кресленні не виділено жодного об'єкту. Рядок параметрів симетрії об'єктів показано на рис. 2.30.



Рис. 2.30. Симетрія об'єктів

Як вже було сказано, можна використовувати явну і неявну вісь симетрії. Для того, щоб використати в якості вісі симетрії вже накреслений відрізок чи пряму його слід позначити. Для цього натисніть кнопку *Вибір об'єкту* на панелі спеціального керування команди, а потім вкажіть курсором на потрібний елемент. Якщо вісь симетрії на зображенні відсутня, то її параметри можна задати явно – у відповідних полях рядку параметрів ввести координати точок і кут її нахилу. Після виконання операції можна задати видалення чи збереження початково виділених об'єктів. Для цього використовують кнопку *Вихідні об'єкти* в рядку параметрів об'єкту (див. рис. 2.30).

Найкраще команду *Симетрія* застосовувати для побудови креслень тіл обертання, наприклад валів. В такому випадку

зображують одну частину валу, а другу одержують з використанням команди *Симетрія*.

Використання команди симетрія потребує творчого відношення зі сторони розробника. Навіть в повністю симетричних конструкціях присутні елементи, які краще накреслити повністю, наприклад не варто креслити замість кола дугу, а потім одержувати коло з використанням симетрії.

Деформація об'єктів.

Команда *Деформація зсувом* у вкладці *Редагування Панелі інструментів* є одним з самих потужних інструментів редагування креслень в КОМПАС-ГРАФІК (див. рис. 2.31). Вона дозволяє легко змінювати геометрію деталей для усунення можливих помилок, або опрацювати декілька варіантів з метою пошуку оптимального. Ця команда є незамінною при проектуванні деталей за зразком. В такому випадку можна взяти креслення раніше розробленої деталі, що має схожу геометрію, нехай навіть інших розмірів і за допомогою команди редагування змінити її і зберегти під іншим ім'ям. Особливість даної команди полягає в тому, що вона **не потребує попереднього виділення** об'єкту, що підлягає деформації. Після активації команди треба вказати точки габаритного прямокутника. Який має охопити область, що підлягає зсуву. Для повторного виділення об'єктів для зсуву можна скористатися кнопкою *Виділити новою рамкою* на панелі спеціального керування команди (див. рис. 2.31). Для відміни деформації помилково обраного об'єкту передбачено кнопку *Виключити/Додати об'єкт* там же на панелі спеціального управління.

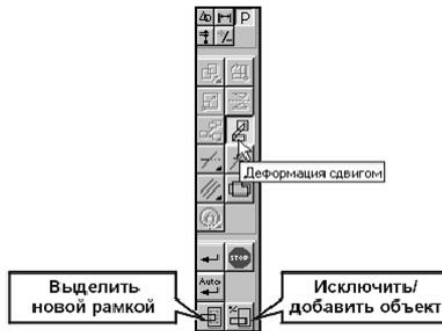


Рис. 2.31. Деформація зсувом

Для вказування величини деформації треба ввести відповідні значення в поля Зсув по осі X і Зсув по осі Y в рядку параметрів (див. рис. 2.32). Після чого система виконає перебудову виділених геометричних об'єктів. Зупинити команду можна кнопкою <Esc> на клавіатурі або кнопкою Перервати команду на Панелі спеціального керування.



Рис. 2.32. Рядок параметрів для деформації зсувом

Принцип роботи деформації дуже простий. Всі об'єкти що **повністю** потрапили всередину рамки вибору змінюють **своє положення** у відповідності до заданих параметрів зсуву. Всі об'єкти що потрапили всередину рамки вибору **частково** змінюють лише **положення тих характерних точок**, що знаходяться всередині рамки. Об'єкти що в рамку вибору не потрапили, не приймають участь у деформації.

Якщо на креслення вже накладено розміри, то ці розміри також будуть піддані деформації і, відповідно, буде змінено значення розмірних написів. Для цього треба включити характерні точки розмірних ліній всередину рамки вибору.

У випадках, коли точну величину зсуву вказати складно можна скористатися зсувом з вказуванням базових точок. Для цього треба:

- на будь-якому об'єкті, що потрапив у рамку вибору, вказати базову точку. Краще щоб це була одна з його характерних точок;

- зафіксувати нове положення базової точки. Це можна зробити, наприклад, шляхом переміщення курсору з заданим кроком, виконавши прив'язку точки або просто вказавши її координати в рядку параметрів в полях (див. рис. 2.32).

Якщо положення базових точок відсутнє в явному виді, то його можна вказати шляхом виконання допоміжних побудов. Після фіксації нового положення базової точки буде виконано перебудову виділених геометричних об'єктів.

Зрізання кривих.

При редагуванні часто буває необхідно видалити не всю криву, а лише певну її частину. КОМПАС-ГРАФІК дозволяє легко видаляти будь-яку частину геометричних об'єктів зрізуючи їх. Основними способами зрізування є *Зрізання за точками перетину* і *Зрізання за двома точками* (див. рис. 2.33).

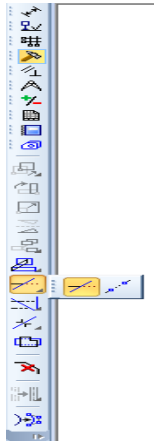


Рис. 2.33. Зрізати криву двома точками

Інструмент зрізання кривих знаходиться на *Інструментальній панелі* на вкладці *Редагування*.

Для того щоб зрізати частину кривої за точками перетину необхідно:

- активувати інструмент *Зрізати криву*;
- у відповідь на запит системи *Вкажіть ділянку кривої для зрізання* натиснути мишею на ту частину кривої, яку планується зрізати.

В результаті буде зрізана частина кривої до найближчих точок перетину з іншими лініями. Перервати роботу команди можна кнопкою <Esc> на клавіатурі або кнопкою *Перервати команду* на *Панелі спеціального керування*.

Для того щоб зрізати частину кривої за двома вказаними точками необхідно:

- активувати інструмент *Зрізати криву за двома точками* на *Панелі додаткових команд* інструменту зрізання кривих;

- у відповідь на запит системи *Вкажіть криву для операції* натиснути мишею в будь-якій частині кривої, над якою проводиться операція зрізування;

- у відповідь на запит системи *Вкажіть початкову точку ділянки і Вкажіть кінцеву точку ділянки* послідовно вказати на кривій мишею дві точки, що є точками зрізання. Після вказування другії точки частина кривої зникне.

У випадках коли криві, що зрізуються, є замкненими, система сама не може визначити яку з частин зрізати. В такому випадку треба вказати третю точку в середині області що підлягає зрізуванню.

2.4. Система моделювання тривимірних об'єктів КОМПАС-3D

У всіх сучасних системах тривимірного моделювання побудова твердотільної моделі виконується за загальним

принципом, який полягає в послідовному виконанні булевих операцій об'єднання, віднімання і перетину над об'ємними елементами (призмами, циліндрами, пірамідами, конусами, сферами і т.д.). Багато разів виконуючи ці прості операції над різними об'ємними елементами можна побудувати найскладнішу модель.

Для створення об'ємних елементів використовується переміщення плоских фігур в просторі. В процесі переміщення ці фігури обмежують частину простору, яка і визначає форму елемента. Наприклад: Переміщення прямокутника в напрямі, перпендикулярному його площині, приведе до формування призми, яку можна розглядати як прямокутну пластину певної товщини. В результаті повороту ламаної лінії на 360° навколо осі, лежачої в площині ламаної, буде сформований об'ємний елемент. Цей елемент буде валом, що складається з циліндричних і конічних ділянок. Якщо коло перемістити уздовж кривої, напрямної, то буде одержаний об'ємний елемент, що є круглим стрижнем певного діаметру і форми.

Ескізи.

Плоска фігура, в результаті переміщення якої утворюється об'ємне тіло, називається ескізом, а саме переміщення - операцією. Ескіз може розташовуватися в одній із стандартних площин проєкцій, на плоскій грані існуючого тіла або на допоміжній площині, положення якої визначене користувачем. Ескізи зображаються засобами модуля плоского креслення і складаються з окремих графічних примітивів: відрізків, дуг, кіл, ламаних ліній і т.д. При цьому доступні всі команди побудови і редагування зображення. У ескіз можна скопіювати зображення із створеного раніше креслення або фрагмента. Це дозволяє при створенні тривимірної моделі використовувати існуючі плоскі креслення.

Створення нового ескіза. Перед створенням ескіза виберіть в *Дереві побудови* деталі площину, на якій він буде

розташований. Для цього клацніть мишею на її назві. Піктограма площини в *Дереві побудови* буде виділена зеленим кольором, а у вікні деталі підсвічуватиметься умовне позначення площини (квадрат з характерними точками).

Зауваження. Вибір площини для побудови ескіза основи не впливає на подальший порядок побудови моделі і її властивості. Проте від нього залежить розташування деталі при виборі стандартної орієнтації. Наприклад, якщо ескіз-перетин елементу витискування побудований в площині XY, то проекція елементу на виді спереду співпадатиме з формою ескіза. Ескіз зручно будувати, коли його площина співпадає з площиною екрану (якщо площина ескіза перпендикулярна площині екрану, побудова абсолютно неможлива). Щоб розмістити виділену площину паралельно площині екрану, виберіть команди *Нормально* к з меню кнопки *Орієнтація* на панелі Поточний стан. Щоб створити ескіз у виділеній площині, викличте з контекстного меню команду *Ескіз* або натисніть кнопку *Ескіз* на Панелі поточного стану. Кнопка *Ескіз* залишиться натиснутою. Це свідчить про те, що система знаходиться в режимі редагування ескіза. При цьому зміниться набір кнопок *Компактної панелі* і склад *Головного меню*. За умовчанням в новому ескізі включений параметричний режим.

Для створення об'ємного елементу підходить не будь-яке зображення в ескізі, воно повинне підкорятися деяким правилам:

- Контури в ескізі не перетинаються і не мають спільних точок.

- Контур в ескізі зображається стилем лінії "*Основная*". Допоміжні об'єкти, що не входять в контур потрібно зображати іншими стилями ліній (наприклад — потовщена); такі об'єкти не враховуватимуться при виконанні операцій.

- Ескіз може містити декілька прошарків. При виконанні операції враховуються об'єкти у всіх прошарках, окрім погашених.

При побудові ескіза під контуром розуміється будь-який лінійний графічний об'єкт або сукупність послідовно сполучених лінійних об'єктів (відрізків, дуг, ламаних, сплайнів і т.д.). Існують додаткові (локальні) вимоги, що пред'являються до ескізів, призначених для виконання конкретних операцій (витискування, обертання і ін.). Контур в ескізі завжди відображається стилем лінії *Основная*. КОМПАС-3D підтримує всі стилі ліній, передбачені стандартом: основні, тонкі, осьові, потовщені і т.д. При створенні ескізів можна використовувати будь-який з цих стилів, але при формуванні об'ємного елементу система враховуватиме тільки ті об'єкти, які накреслені стилем лінії *Основная*. Об'єкти, накреслені іншими стилями будуть проігноровані. Відрізнити основні лінії від всіх інших дуже просто — вони мають синій колір. За умовчанням всі геометричні об'єкти створюються саме з цим стилем. Коли створення ескіза закінчене, необхідно перейти в режим тривимірних побудов.

Попередження про помилки: Якщо проведено невірну побудову ескіза або редагування моделі, яке робить неможливим існування яких-небудь її об'єктів, КОМПАС-3D видає відповідне діагностичне повідомлення. У ньому вказана конкретна причина конфлікту або втрати зв'язку між компонентами моделі (наприклад, "*Самопересечение контура*", "*Пустой эскиз*", "*Операция потеряла опорный объект*" і т.п.). При цьому модель не перебудовується, а залишається в тому стані, в якому була перед викликом команди редагування. Поряд з піктограмами елементів, існування яких стало неможливим, з'являється знак, оклику. Щоб дізнатися, в чому полягає помилка, виділіть в Дереве построения відмічений знаком оклику, об'єкт і викличте з контекстного меню команду

„*Что неверно?*”. На екрані з'явиться діалог, в якому перераховані помилки, що виникли при моделюванні цього об'єкту. Помилки відображаються в діалозі у вигляді структурованого списку. Опис кожної помилки знаходиться на рівні, наступному за назвою помилкового об'єкту.

Операції

КОМПАС-3D має в своєму розпорядженні різноманітні засоби для побудови об'ємних елементів. Проте деякі типи операцій є базовими. До цих основних операцій можна віднести наступні:

- **операція витискування** — витискування ескіза в напрямі, перпендикулярному площині ескіза;

- **операція обертання** — обертання ескіза навколо осі, що лежить в площині ескіза:

- **кінематична операція** — переміщення ескіза вздовж напрямної;

- **операція по перетинах** — побудова об'ємного елементу по декількох ескізах, які розглядається як перетин елементу в декількох площинах.

Операція може мати додаткові можливості (опції), які дозволяють змінювати або уточнювати правила побудови об'ємного елементу. Наприклад, якщо в операції витискування прямокутника додатково задати величину і напрям ухилу, то замість призми буде побудована усічена піраміда. При виборі операції потрібно в першу чергу визначити, чи буде створений елемент відніматися з тіла, що є на даний момент, або додаватися до нього. Прикладами віднімання об'єму з деталі можуть бути різні отвори, проточки, канавки, пази, а прикладами додавання об'єму - бобишки, виступи, ребра.

Основні терміни тривимірної моделі

Об'ємні елементи, з яких складається тривимірна модель, утворюють в ній грані, ребра і вершини. Коротка характеристика цих елементів:

Грань	Гладка (необов'язково плоска) частина поверхні деталі. Гладка поверхня деталі може складатися з декількох граней
Ребро	Пряма або крива, що розділяє дві суміжні грані
Вершина	Точка на кінці ребра.
Тіло деталі	Замкнута і безперервна область простору, обмежена гранями деталі. Вважається, що ця область заповнена однорідним матеріалом, з якого виготовлена деталь

Такі елементи, як фаски або округлення не потребують створення ескізів. Крім того, в моделі можуть бути присутніми додаткові елементи: символ початку координат, площини і осі.

Основа моделі

Побудова деталі починається із створення основи – першого формоутворювального елемента. Основа є у будь-якої деталі і вона завжди одна. Основу можна використовувати як будь-який з чотирьох основних типів формоутворювальних елементів: елемент витискування, елемент обертання, кінематичний елемент і елемент по ґретаинах.

При створенні моделі завжди встає питання про те, який з її елементів використовувати як основу. Для цього бажано хоч би приблизно уявляти конструкцію майбутньої деталі. Найчастіше основою слід використовувати той елемент деталі, до якого зручніше додавати всі інші елементи. Часто такий підхід повністю або частково повторює технологічний процес виготовлення деталі. Як основу можна розглядати елемент деталі, щодо якого задані розташування, розміри або форма більшості інших елементів. В деяких випадках як основу слід розглядати найбільш складний елемент деталі, який можна побудувати однією командою або до якого згодом потрібно додати мінімальну кількість інших елементів. Площини

проекцій і початок координат Подивіться на вміст вікна Дерева побудови. Відразу після створення нової моделі в ньому присутні лише найменування деталі за умовчанням «Деталь», три стандартні площини проекцій і символ початку координат.

Зображення символу почала системи координат з'являється посередині вікна деталі. Ви можете побачити зображення проекційних площин безпосередньо у вікні деталі.

Площини показуються на екрані умовно — у вигляді прямокутників. Таке відображення зручно для розуміння розташування площини в просторі (див. рис. 2.34).

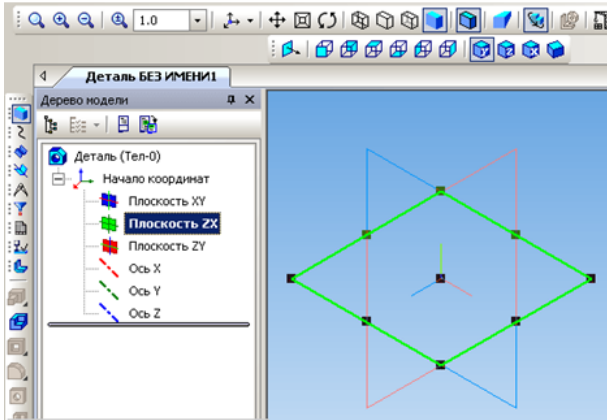


Рис. 2.34.

Іноді для зручності побудови потрібно змінити розміри або розташування прямокутника, який символізує ту або іншу площину. Для цього можна перетягувати мишею вузлики управління (характерні точки) прямокутника, які стають видно, коли площина виділена. Центральний вузлик визначає положення прямокутника, а всі інші - його ширину або висоту. Зауваження. Всі площини у вікні моделі нескінченні. Відповідні їм прямокутники відображаються виключно для довідкових цілей. Тому при створенні ескізів можна креслити як всередині, так і поза прямокутниками площин. Для відміни виділення

площини виконаєте клацання мишею в будь-якій порожній області вікна моделі.

Приклади помилок при створенні контура: - самоперетин контура — є виступаючі ділянки; - перетини двох контурів — слід повністю або частково видалити один з контурів. Окремий випадок перетину двох контурів — контури мають загальну точку; - одна лінія накреслена поверх іншої. Такі помилки дуже важко виявити, оскільки на практиці лінії мають однакову товщину (можна вирізувати контур в буфер обміну і натиснути кнопку *Обновить изображение*, після цього зайвий відрізок стає видно і його можна видалити, а контур з буфера обміну вставити назад в ескіз); - найбільш поширена помилка пов'язана з ненавмисним створенням незамкнутих контурів. Такий ескіз задовольняє всім вимогам, але система при витискуванні сформує не суцільне тіло, а тонкостінний елемент. У такому разі потрібно повернутися в режим редагування ескіза і сумістити відрізки.

Налаштування параметрів деталі.

Будь-яка деталь в КОМПАС-3D володіє набором певних параметрів, які можуть бути змінені користувачем. Клацніть правою клавішею миші на елементі Деталь у верхній частині Дерева побудови і виконаєте з контекстного меню команду *Свойства детали*. На екрані з'явиться однойменна панель (див. рис. 2.35).

У текстові поля *Обозначение* і *Наименование* вводять позначення деталі, і її найменування. У полі *Цвет* можна (використовуючи палітру стандартних кольорів) задати колір, а елементами управління в групі *Оптические свойства* вказати, які оптичні властивості поверхні повинні мати всі грані деталі — блиск, дзеркальність, дифузію і т.д. У вікні попереднього перегляду у верхній частині вікна відображається сфера з вказаними в діалозі властивостями, це дозволяє візуально оцінювати внесені зміни.

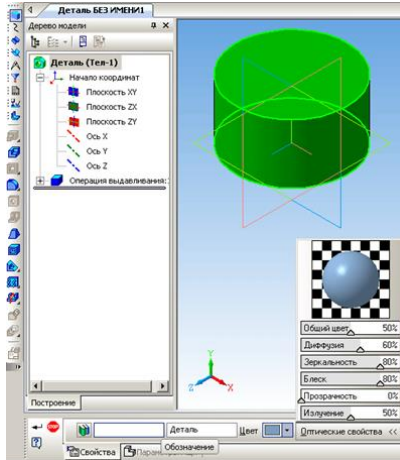


Рис. 2.35.

Побудова деталі передбачає як створення, так і редагування моделі. Кнопки згруповані по типах дій, які вони спричиняють (наприклад, група кнопок для створення масивів елементів або група кнопок для вирізування з деталі формоутворювальних елементів різного типу).

Команда **Операция выдавливания**. Дозволяє створити основу деталі, яка є тілом видавлювання. Тіло видавлювання утворюється шляхом переміщення ескіза в напрямі, перпендикулярному його площині. Команда доступна, якщо виділений один ескіз (див. рис. 2.36).

Вимоги до ескіза елемента видавлювання:

- У ескізі може бути один або декілька контурів.
- Якщо контур один, то він може бути розімкненим або замкнутим.
- Якщо контурів декілька, всі вони повинні бути замкнуті.
- Якщо контурів декілька, один з них повинен бути зовнішнім, а інші – вкладеними в нього.
- Допускається один рівень вкладеності контурів.

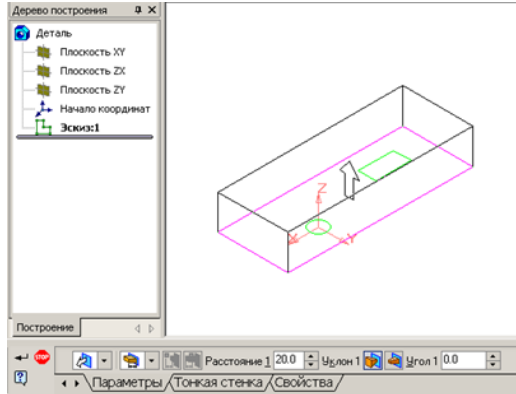


Рис. 2.36.

За допомогою списку *Направление* вкладки *Параметри* задається напрям, в якому потрібно видавлювати ескіз. Виберіть спосіб визначення глибини видавлювання із списку *Способ*. *Глубина выдавливания* Значення, введена в поле *Расстояние*, сприймається системою по-різному залежно від обраного способу визначення глибини видавлювання.

- Якщо був вибраний варіант *На расстояние*, введіть в це поле глибину видавлювання.

- Якщо був вибраний варіант *До вершины*, введіть в це поле відстань між вказаною вершиною і "торцем" елементу. Якщо потрібно видавити об'єкт точно до вершини, введіть нульову відстань.

- Якщо відстань до вершини не нульова, її може бути відкладено як у напрямі видавлювання (в цьому випадку елемент буде видавлений "за" вершину на вказану відстань), так і проти напрямку видавлювання (в цьому випадку елемент не досягне вершини на вказану відстань).

Результат виконання команди видавлювання наведено на рис. 2.37.

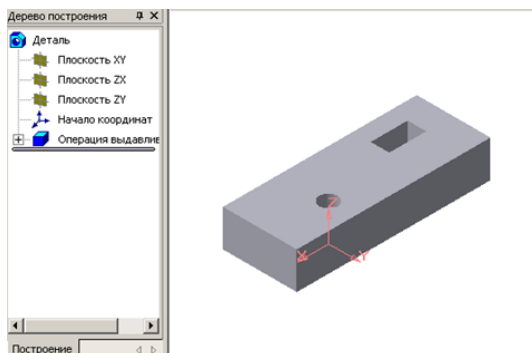


Рис. 2.37

Введіть величину, що характеризує глибину видавлювання, в полі *Расстояние* на вкладці Параметри. Щоб нахилити бічні грані елементу видавлювання, виберіть напрям ухилу за допомогою перемикача *Уклон* і введіть значення кута. Якщо було вибрано видавлювання в двох напрямках, то спосіб визначення глибини видавлювання і числові параметри (відстань видавлювання, кут і напрям ухилу) потрібно задати двічі — для прямого і зворотного напрямку. Якщо був вибраний варіант *Средняя плоскость*, то параметри задаються один раз. При цьому можливо видавлювання тільки на відстань, яка сприймається як загальна глибина видавлювання (тобто в кожену сторону відкладається половина). Параметри ухилу вважаються однаковими в обох напрямках.

Створення тонкостінних елементів.

Управління побудовою тонкостінних елементів всіх типів (видавлювання, обертання, по перетинах і кінематичного) проводиться на вкладці *Тонкая стенка* Панелі властивостей.

Вкажіть спосіб завдання товщини стінки за допомогою списку *Тип построения тонкой стенки* (див. рис. 2.38). Вибір варіанту *Нет* означає відмову від створення тонкої стінки.

Якщо поверхня тіла була вибрана як середня площина стінки, то введене значення товщини вважається загальним (у кожному напрямі відкладається його половина).

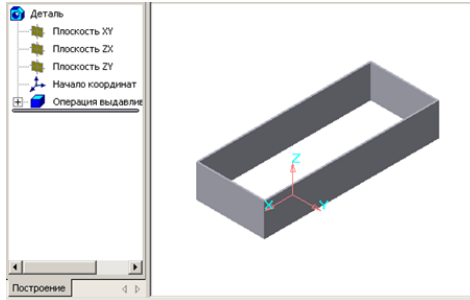


Рис. 2.38

Команда **Операция вращения**. Дозволяє створити основу деталі, що є тілом обертання.

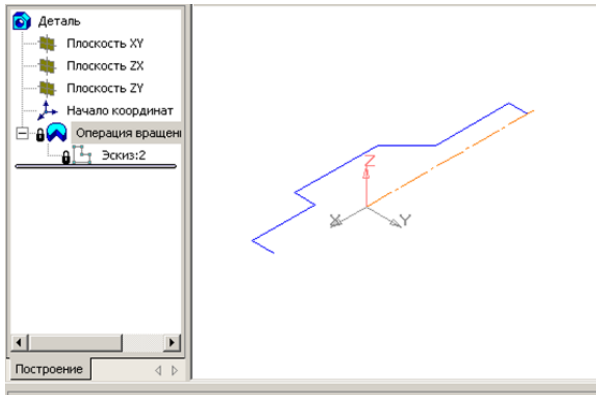


Рис. 2.39

Команда доступна, якщо виділений один ескіз. Вимоги до ескіза елемента обертання (див. рис. 2.39):

- Вісь обертання повинна бути зображена в ескізі відрізком із стилем лінії "Осьова".

- Вісь обертання повинна бути одна.

- У ескізі може бути один або декілька контурів.

- Якщо контур один, то він може бути розімкненим або замкнутим.

- Якщо контурів декілька, всі вони повинні бути замкнуті.

- Якщо контурів декілька, один з них повинен бути зовнішнім, а інші – вкладеними в нього.

- Допускається один рівень вкладеності контурів.

Параметри дозволяє вибрати спосіб побудови тіла, якщо контур, що обертається, не замкнутий. Вкажіть напрям обертання контура, вибравши потрібний рядок в списку Направление. Задайте кут, на який проводитиметься обертання. Для обертання в двох напрямках кут потрібно ввести двічі - для прямого і зворотного напрямку. Результат виконання **Операция вращения** представлений на рис. 2.40.

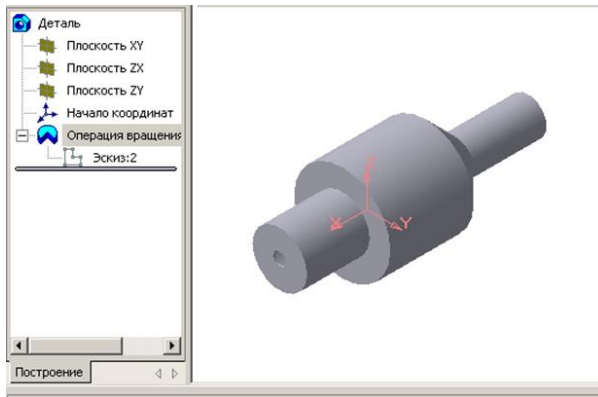


Рис. 2.40.

Команда **Кинематическая операция**. Дозволяє створити основу деталі, що представляє результат переміщення ескіза-перетину уздовж вибраної траєкторії.

Вимоги до ескізів кінематичного елемента. При виконанні кінематичної операції або побудові кінематичної поверхні використовуються як мінімум два ескізи; у одному з них зображено перетин кінематичного елемента (кінематичної поверхні), в інших - траєкторія руху перетину (див. рис. 2.41).

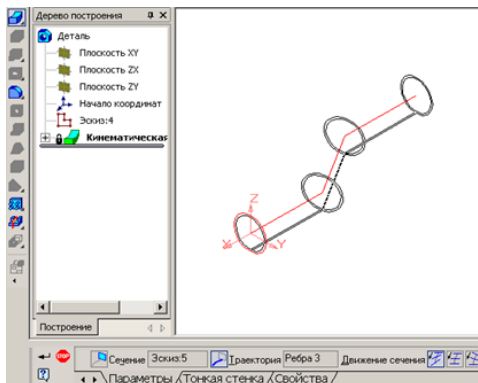


Рис. 2.41.

Ескіз-перетин: - У ескізі-перетині може бути тільки один контур.

Ескіз-траекторія: 1. Якщо траекторія складається з одного ескіза, повинні виконуватися наступні умови.

- У ескізі-траекторії може бути тільки один контур.

- Контур може бути розімкненим або замкнутим.

- Якщо контур розімкнений, його початок повинен лежати в площині ескіза-перетину.

- Якщо контур замкнутий, він повинен перетинати площину ескіза-перетину.

2. Якщо траекторія складається з декількох ескізів, повинні виконуватися наступні умови.

- У кожному ескізі-траекторії може бути тільки один контур.

- Контур повинен бути розімкненим.

- Контури в ескізах повинні з'єднуватися один з одним послідовно (початкова точка одного співпадає з кінцевою точкою іншого).

- Якщо ескізи утворюють замкнуту траекторію, то вона повинна перетинати площину ескіза-перетину.

- Якщо ескізи утворюють незамкнуту траекторію, то її початок повинен лежати в площині ескіза-перетину.

Вкажіть об'єкти для виконання операції. Група перемикачів Рух перетину дозволяє вибрати тип переміщення перетину уздовж траєкторії.

Результат виконання команди **Кинематическая операция** представлений на рис. 2.42.

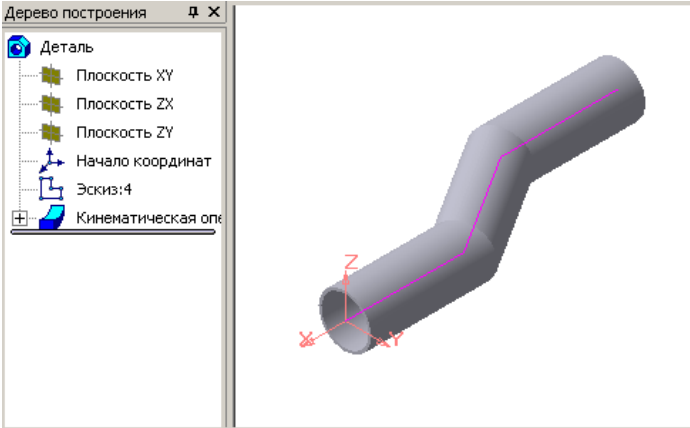


Рис. 2.42

Команда **Операция по сечениям**. Дозволяє створити підставу деталі, вказавши декілька його перетинів, зображених в різних ескізах. Якщо необхідно, можна вказати напрямну побудови елементу по перетинах. Команда доступна, якщо в деталі існує хоч би два ескізи (див. рис. 2.43).

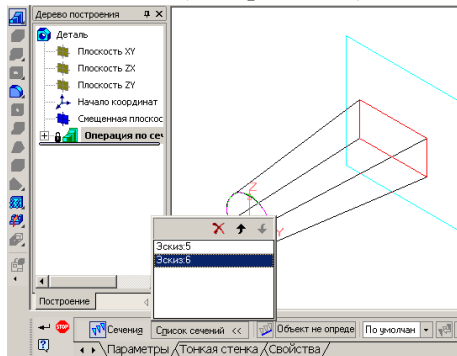


Рис. 2.43.

Вкажіть об'єкти для виконання операції. Списки Начальное сечение і Конечное сечение служать для управління способом побудови тіла біля граничних перетинів. Група перемикачів Траектория дозволяє вибрати спосіб визначення порядку з'єднання перетинів. За допомогою групи перемикачів Режим можна вказати, чи потрібна побудова замкнутого тіла по перетинах. Побудова тонкостінного тіла по перетинах можливо, тільки якщо всі ескізи-перетини містять контури. Використовувати ескізи, що містять точки не можна.

Якщо топологія (зовнішній вид) перетинів сильно розрізняється (наприклад, в одному з них - трикутник, а в другому - п'ятикутник), результат побудови може не відповідати очікуваному, наприклад, може відбутися "скручування" елемента, поява додаткових ребер і ін. Для виправлення цієї помилки відредагуйте перетини таким чином: - у всіх перетинах повинна опинитися однакова кількість сегментів (геометричних примітивів) й дорівнювати максимальній кількості; - точки розбиття повинні лежати на передбачуваних ребрах елемента по перетинах.

Результат виконання команди **Операція по сеченим** предтавленний на рис. 2.44.

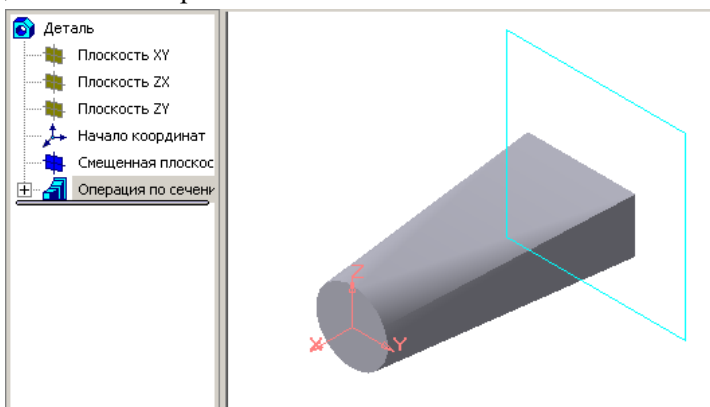


Рис. 2.44

Команда **Зеркальный массив**. Дозволяє одержати копію вибраних елементів, симетричну їм щодо вказаної площини або плоскої грані. Виберіть об'єкти і вкажіть площину симетрії в Дереві побудови або у вікні деталі. Якщо був вказаний приклеєний елемент, масив також приклеюється до деталі, якщо вирізаний елемент — масив вирізується.

Команда **Зеркально отразить все**. Дозволяє додати до деталі її дзеркальну копію, тобто одержати деталь, що володіє площиною симетрії. Вкажіть у вікні деталі плоску грань, яка повинна стати площиною симетрії при копіюванні деталі. Ви можете указувати тільки грань, площина якої не перетинає деталь. Дзеркальна копія приклеюється до початкової деталі, утворюючи деталь, що має площину симетрії.

Команда **Вычесть компоненты**. Ця команда дозволяє утворити в редагованій деталі порожнину, що має форму іншої деталі. Команда доступна в режимі редагування деталі в контексті зборки. **Зауваження**. У операції віднімання можуть брати участь тільки деталі, відняти з деталі підзборку неможливо. Якщо необхідно, щоб розміри створюваної порожнини відрізнялися від розмірів деталі, що віднімається, задайте в полі Масштаб коефіцієнт масштабування у відсотках.

Команда **Объединить компоненты**. Дозволяє створити нову деталь, що є об'єднанням двох або більш деталей, що входять в зборку.

Контрольні питання та завдання до розділу 2

1. Які основні елементи інтерфейсу графічного редактора КОМПАС-ГРАФІК?
2. Для чого використовують “прив’язки”?
3. Як виконати простановку значень шорсткості на конкретній поверхні?
4. Які “прив’язки” дозволяє виконати система? Їх пріоритетність?
5. Створити нове креслення Чертеж. Виконати компоновку креслення у відповідності з початковими даними (Таблиця 1).

Таблиця 1 – Вихідні дані до завдання

№	Деталь	№	Деталь
1		2	
3		4	

6. Побудува три основних вигляди деталі за заданою її аксонометричною проекцією і нанести розміри. Вихідні дані до завдання наведені у таблиці 2.

Таблиця 2 – Вихідні дані до завдання

№	Деталь	№	Деталь
1		2	

№	Деталь	№	Деталь
3		4	
5		6	
7		8	

7. Завдання полягає у побудові аксонометричної проєкції деталі з вирізом за допомогою створеної тривимірної моделі. Вихідні дані до завдання наведені в таблиці 3.

Таблиця 3 – Вихідні дані до завдання

№	Деталь	№	Деталь
17		6	
19		8	
21		10	

3. РОЗРОБКА КОНСТРУКТОРСЬКИХ ДОКУМЕНТІВ У КОМПАС

3.1. Побудова робочих креслень засобами інструментарію КОМПАС

Для того, щоб креслярське зображення стало технічним кресленням його треба належним чином оформити. Проте для початку давайте розглянемо деякі налаштування графічного редактора, тобто настроювання основних сервісних функцій системи. Всі ці настроювання проводяться в меню *Настройка – Настройка системы – Графический редактор*.

Спрощена прорисовка. У випадках, коли масштаб системи стає дуже дрібний, система починає замінювати всі текстові блоки на екранному кресленні їх габаритними прямокутниками, всі лінії позначати як суцільні, а в елементах оформлення не позначаються стрілки. В цьому вікні можна вказати порогові значення масштабів, при яких починається спрощений режим зображення (див. рис. 3.1).

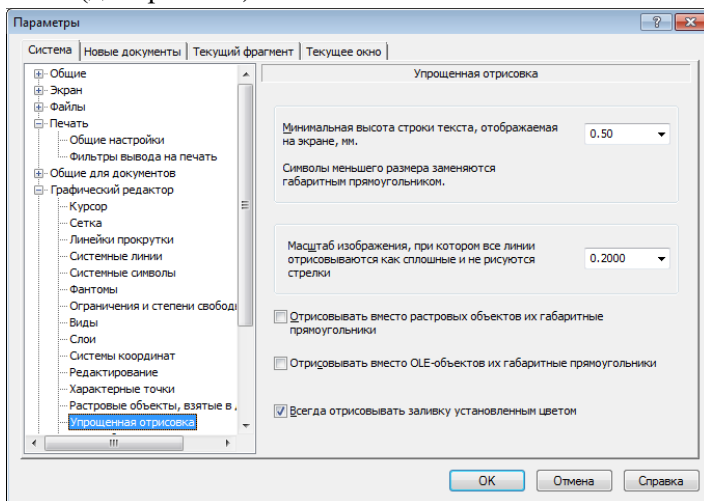


Рис. 3.1. Спрощена прорисовка

Прив'язки (див. рис. 3.2). Тут можна обрати той набір глобальних, тобто постійно діючих прив'язок, з якими система

буде працювати найчастіше. Ще раз нагадаємо, що використання прив'язок в комп'ютерному кресленні є абсолютно необхідним. З іншого боку, до підбору кількості постійно діючих прив'язок треба підходити обережно. Так як чим більше обрано прив'язок, особливо на складних кресленнях, тим повільніше працює система. Крім того, коли діє одразу декілька прив'язок, важче визначити яка ж саме точка потрібна в даний момент, особливо якщо точки прив'язок знаходяться поруч.

Таким чином, краще обрати одну-дві точки для яких увімкнути динамічне відстеження, а інші задіяти за необхідності.

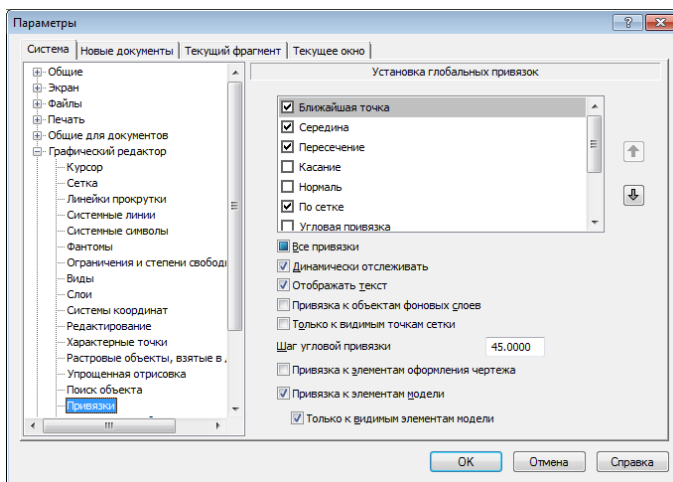


Рис. 3.2. Встановлення глобальних прив'язок

Створення креслярського аркушу

Встановивши необхідні параметри системи перейдемо до налаштування нових документів. При створенні нового креслярського аркуша система автоматично створює аркуш формату А4 вертикальної орієнтації і стилем основного напису Чертеж конструкторский, первый лист (по ГОСТ 2.104-68).

Параметри створеного документу можна змінити за допомогою команди *Настройка – Параметры текущего листа*.

Якщо основна частина ваших креслень буде мати інший формат чи орієнтацію, можна змінити параметри креслення (див. рис. 3.3).

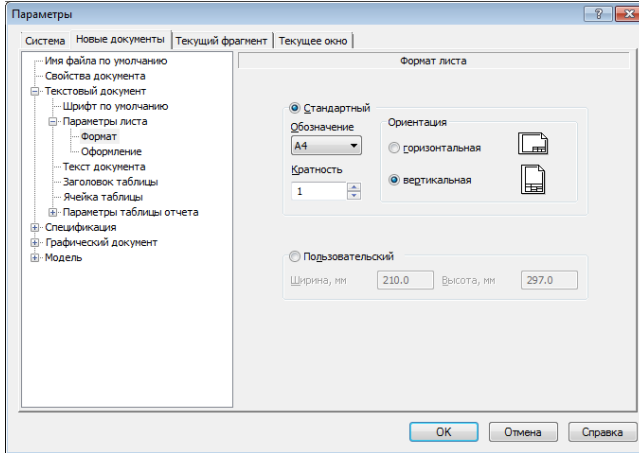


Рис. 3.3. Настроювання формату аркуша

Таким чином, система в цілому буде готова до виконання креслень. Тепер перейдемо до першого етапу креслення – створення креслярського аркуша. Для створення креслярського аркуша потрібно:

- створити новий документ типу *Аркуш креслярський (рос. Лист чертежа)*. Для цього можна скористатися командою меню *Файл – Создать – Лист*, або кнопкою *Новый лист* на панелі управління.

- за допомогою команди *Настройка – Параметры текущего листа – Параметры листа* змінити параметри нового аркуша вказавши потрібний формат і орієнтацію (рис. 3.4). Відзначимо, що на відміну від традиційного креслення обраний формат аркуша не є остаточним. На даному етапі визначити формат аркуша можна приблизно, виходячи з габаритних розмірів деталі, запланованих масштабу, кількості видів,

виносних елементів, тощо. Помилка в виборі формату не є критичною, тому що формат аркуша можна змінити в будь-який час.

- присвоїти новому аркушу ім'я. Для цього треба зберегти його на диску, використовуючи команду *Сохранить как* з меню *Файл*. Після цього ім'я і розміщення креслення буде відображено в рядку заголовку програми.

Створення видів

Наступним етапом в створенні нового креслення буде створення видів. Кожне креслення буде мати принаймні один, а частіше більше одного виду.

Тут слід відзначити важливий момент. З точки зору системи комп'ютерної інженерної графіки поняття **вид** і **проекція** НЕ тотожні. Зображення деталі під одним кутом зору це проекція. Видом в системі КОМПАС-ГРАФІК називається зображення, що побудоване в одній системі координат з одним масштабом.

При створенні документу в КОМПАС-ГРАФІК на ньому автоматично створюється системний початковий вид з масштабом 1:1 і початком координат у лівому нижньому куті рамки. Цей вид має номер 0. Він є основним і його параметри не можуть бути змінені користувачем. Для того щоб розпочати креслення можна створювати власні види. Для цього використовується команда *Создать вид* з меню *Компоновка*. В діалоговому вікні *Параметры нового вида* (див. рис. 3.4) в полі *Масштаб* треба ввести масштаб виду, або обрати його зі списку стандартних масштабів. Нагадаю що масштаби більші за 1 є масштабами збільшення, а менші за 1 – масштабами зменшення. Вказаний масштаб, також на відміну від традиційного креслення не є остаточним і за необхідності може бути змінений.

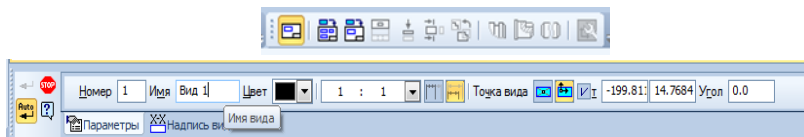


Рис. 3.4. Параметры нового вида

В полі **Имя** доцільно ввести ім'я нового виду, наприклад Головний вид або Виноска А. Це не є обов'язковим, проте краще при створенні креслень взяти за правило присвоювання видам імені. Це суттєво полегшить роботу з кресленнями, що мають більше двох видів.

І останнє що треба врахувати при створенні виду – це положення його початку координат, або встановлення точки прив'язки виду. Доцільно розмістити початок координат в центрі головної проекції майбутньої деталі, проте це не є обов'язковим і розміщення початку координат повністю залежить від особи, що створює креслення. Не потрібно точно вивіряти положення цієї точки. Можна просто розмістити її приблизно.

Після фіксації точки прив'язки виду система автоматично створить в цій точці новий початок координат. В рядку поточного стану в полі **Вид** з'явиться значення 1. З цього моменту абсолютні координати всіх точок будуть відраховуватись від нового початку координат, а всі створені геометричні об'єкти будуть належати цьому виду.

Загальні рекомендації по введенню геометрії креслення

- В залежності від ситуації, створення зображення можна починати з будь-якого елемента деталі і в будь-якому місці креслення. Можна тимчасово перейти від однієї проекції до іншої для одержання потрібних елементів, а потім повернутися.

- При з'єднанні будь-яких окремих геометричних елементів, а також для визначення місць їх положення обов'язково слід використовувати глобальні, локальні або клавіатурні прив'язки.

- При фіксації точок з використанням глобальних прив'язок важливо розуміти яка саме з активних глобальних прив'язок спрацьовує для введення конкретної точки. Не слід забувати, що прив'язка Ближайшая точка має найбільший пріоритет і в першу чергу спрацьовує саме вона.

- За необхідності можна накреслити елемент деталі в будь-якому довільному місці креслення, а потім перемістити його в нове положення.

- Якщо складний елемент деталі має бути накреслено під кутом, значно простіше накреслити його у вільному місці креслення вертикально чи горизонтально, а потім повернути відносно характерної точки на заданий кут і перенести в потрібне місце.

- Фаски і скруглення краще оформлювати після завершення вводу основної геометрії креслення, тому що при їх виконанні втрачаються деякі характерні точки, які можуть знадобитися при виконанні прив'язок.

- Основну частину розмірів і елементів оформлення краще наносити на завершальній стадії виконання креслення, після завершення всіх геометричних побудов, тому що може виникнути необхідність зміни масштабу виду. Проте найбільш принципові розміри, що визначають геометрію деталі, слід наносити одразу. Вони будуть слугувати гарним засобом контролю правильності виконуваних побудов і допоможуть вчасно простежити помилки, що допущені при введенні параметрів об'єктів.

- У випадку виявлення помилок не слід поспішати одразу видаляти елементи і будувати їх заново. У більшості випадків засоби системи дозволяють легко відредагувати місце помилки, за декілька кроків провести на кресленні достатньо серйозні зміни геометрії, уникнувши повторного креслення.

- З іншого боку в деяких ситуаціях значно простіше видалити помилково побудовані елементи і ввести їх заново. В

будь-якому випадку внесення змін в креслярський документ – це творчий процес, і в залежності від конкретної ситуації і досвіду розробник кожен раз вирішує цю проблему по-різному.

- Не варто забувати про те, що при наявності в деталі декількох однакових елементів, треба точно побудувати один з них, а інші отримати за допомогою команди Копія.

Для забезпечення точності копіювання слід

обов'язково відслідковувати моменти спрацювання глобальних прив'язок.

- Якщо деталь чи окремі її елементи мають симетричні ділянки відносно вертикальної, горизонтальної чи нахиленої осі симетрії то треба точно накреслити один елемент, а симетричні ділянки побудувати з використанням команди Симетрія. Причому цю команду можна успішно застосовувати і у випадках відсутності на деталі осі симетрії в явному вигляді. Її можна легко побудувати з використанням допоміжних побудов.

- Багато машинобудівних креслень містять стандартні елементи: проточки, шпонки і шпоночні пази, отвори, болти, гвинти, гайки. Деякі з цих елементів є достатньо складними для зображення. Велика кількість таких елементів міститься в прикладних бібліотеках КОМПАС-ГРАФІК і можна завантажити такий елемент з бібліотеки в потрібну точку креслення.

- Якщо креслення мають однакові чи схожі елементи, треба, накресливши їх один раз, оформити їх як фрагменти і зберігати в спеціально для цього створених папках. За необхідності їх можна вставити в нові креслення. Поступово накопичуючи такі типові фрагменти ви будете формувати власні бібліотеки. Починаючи з версії 5.4 системи КОМПАС-ГРАФІК ці елементи можуть бути параметричними, що дозволить корегувати їх розміри залежно від ситуації.

- Не слід забувати про апарат допоміжних побудов. Допоміжні прямі і точки мають бути постійним інструментом

при виконанні вами креслень. Використовуючи допоміжні побудови можна легко визначити положення будь-якої необхідної точки з подальшим її використанням в якості об'єкту прив'язки.

- Слідкуйте за тим, як змінюється колір об'єкту при наведенні на нього мишею. Таким чином система повідомляє над яким саме об'єктом ви будете виконувати подальші операції. Мішень слід розміщувати таким чином, щоб вона захоплювала потрібний об'єкт і при цьому цей об'єкт був єдиним всередині мішені. Старайтеся обирати об'єкт мішенню курсору в такому місці, де не будуть заважати інші об'єкти, які можуть випадково потрапити всередину рамок виділення, тощо.

3.2 Робота з бібліотеками в середовищі КОМПАС

В практиці проектування та конструювання виробів, механізмів, різноманітних схем часто використовуються стандартні вироби (кріпильні, підшипники і т.д.), стандартизовані графічні позначення елементів на схемах (елементів електричних, гідравлічних, кінематичних і т.п. схем). При підготовці конструкторської документації доводиться проектувати типові деталі, що мають однакову геометричну форму і відрізняються тільки значеннями параметрів, які визначають цю геометрію, наприклад, деталі типу “*втулка*”, “*вісь*”, “*валик*”, деталі трубопровідної арматури і т.п. та стандартизовані конструктивні елементи деталей, такі як проточки, канавки, отвори. Для спрощення та прискорення розробки креслень, які містять стандартні та типові деталі, в системі КОМПАС створені окремі модулі, що дозволяють динамічно формувати зображення таких деталей після введення значень основних параметрів, які визначають їх геометричну форму. Ці модулі називаються бібліотеками.

Бібліотека – це додаток, який створений для розширення можливостей системи, що працює в її середовищі та є складовою підсистемою автоматизованого проектування, яка,

після введення значень основних параметрів стандартних чи типових деталей, формує креслення цих деталей чи повністю завершені конструкторські документи на них.

Типи бібліотек системи

У графічній системі КОМПАС можлива робота з бібліотеками трьох типів:

- прикладними бібліотеками;
- бібліотеками фрагментів;
- бібліотеками моделей.

Прикладні бібліотеки зорієнтовані на виконання креслень певного типу – машинобудівних, будівельних, креслень електронних і електричних та інших схем. В прикладних бібліотеках, в параметричному вигляді, зберігаються зображення стандартних деталей та типових елементів. Прикладні бібліотеки графічної системи КОМПАС створюються програмістами за допомогою спеціальних мов програмування і мають зручний інтерфейс, гнучкі можливості настройки параметрів та можуть містити різноманітні розрахункові модулі. Користувач немає можливості змінити вміст цих бібліотек або порядок їх роботи.

Для автоматизації відмальовування типових елементів креслення, що відсутні в прикладних бібліотеках, в системі КОМПАС-ГРАФІК використовуються фрагменти користувача. Фрагмент є одним з типів документів, який позбавлений елементів оформлення (рамки, основного напису, знака незазначеної шорсткості і технічних вимог) і представляє собою порожній електронний лист необмеженого розміру. За рахунок своїх властивостей фрагмент ідеально підходить для збереження раніше створених зображень типових рішень конструкцій для наступного їх використання в інших документах. Фрагменти можна зберігати в стандартних папках Windows і використовувати їх в нових кресленнях. Але

керувати ними за допомогою засобів операційної системи складно. Для вирішення цієї проблеми в складі КОМПАС-ГРАФІК є спеціальна утиліта, що називається *бібліотекарем фрагментів*, яка дозволяє створити *бібліотеки фрагментів* користувача, що є дуже зручним засобом зберігання типових рішень. Створення та супровід бібліотек виконується самим користувачем засобами бібліотекаря фрагментів і не вимагає спеціальних знань з програмування. Стандартний комплект поставки КОМПАС-ГРАФІК містить деякі бібліотеки фрагментів, наприклад, бібліотеку технологічних позначень.

Бібліотеки моделей, як і прикладні, зорієнтовані на створення тримірних моделей певного типу (зазвичай це нескладні деталі типу “*втулка*”, “*вісь*” і т.п.). В бібліотеках моделей в параметричному вигляді зберігаються зображення моделей стандартних та типових для машинобудування деталей.

Робота з бібліотеками системи

Для підключення, запуску бібліотек в роботу, вибору режиму їх роботи, а також створення бібліотеки фрагментів і бібліотек моделей використовується спеціальний модуль – ***Менеджер бібліотек***.

Бібліотеки системи згруповані в десять розділів ***Менеджера бібліотек***: *Машинобудування; Інші, Металоконструкції; Оснастка, інструмент; Приклади бібліотек; Розрахунки та побудови; Зварка, Будівництво, інженерні мережі та комунікації; Трубопроводи, резервуари та апарати; Електроніка та електротехніка*. Назви розділів, їх кількість та склад можуть змінюватись користувачем.

Діалогове вікно ***Менеджера бібліотек*** представлено на рисунку 3.5. В лівій частині вікна відображається структура (список розділів) Менеджера бібліотек. У правій – список бібліотек, що відповідає виділеному розділу.

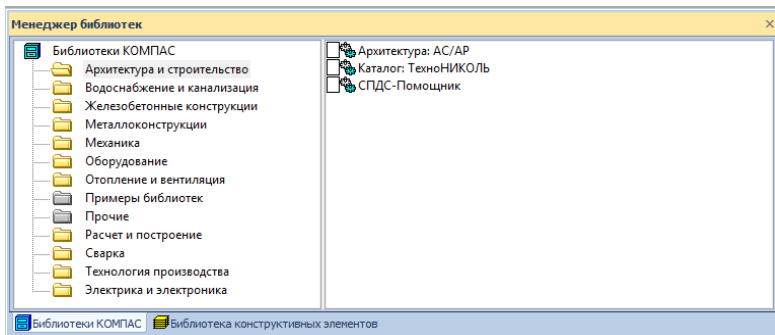


Рис. 3.5.

Для підключення бібліотеки до системи КОМПАС-ГРАФІК виконують наступні дії:

1. Вибрати у меню Сервіс команду Менеджер бібліотек. На екрані з'явиться вікно Менеджера бібліотек (див. рис. 3.5).

2. У списку розділів (зліва) вибираємо потрібний. Одночасно справа відобразиться список бібліотек, що відповідає виділеному розділу. Залишається виділити ім'я потрібної бібліотеки і викликати команду Підключити з меню Менеджера Бібліотек.

Для швидкого підключення обраної бібліотеки клацають мишею в поле поруч з її назвою в списку або натискають кнопку Підключити на Панелі керування Менеджера.

Обрана бібліотека підключається у встановленому для неї режимі: меню, вікно, чи діалог панель. У полі, поруч з назвою бібліотеки, з'являється червона "галочка" – ознака того, що бібліотека підключена. Так само "галочкою" позначається назва команди Підключити в меню, а кнопка на Панелі керування Менеджера відображається натиснутою.

Після підключення бібліотеки активним, як і раніше, залишається вікно Менеджера, тому для роботи з бібліотекою її варто мінімізувати. Назви всіх підключених до системи прикладних бібліотек відображаються, як команди, в нижній частині меню Сервіс. Прикладні бібліотеки підключені до

системи в попередньому сеансі роботи з графічним редактором, залишаються підключеними на протязі всього сеансу роботи до їх відключення. Однак, вікно прикладної бібліотеки, яка була підключена в попередніх сеансах роботи з Менеджером, не відображається на екрані під час наступних сеансів роботи. Для забезпечення роботи з такою бібліотекою її треба запустити у вікні Менеджера або викликати з меню Сервіс команду, що відповідає потрібній бібліотеці.

Режими роботи з бібліотекою

КОМПАС-ГРАФІК забезпечує чотири різних режими роботи з підключеною бібліотекою – меню, діалог, вікно і панель (див. рис. 3.6.). У кожному конкретному випадку режим роботи вибирається користувачем виходячи зі зручності роботи в даній ситуації. За замовчуванням, переважно, пропонується режим панель.

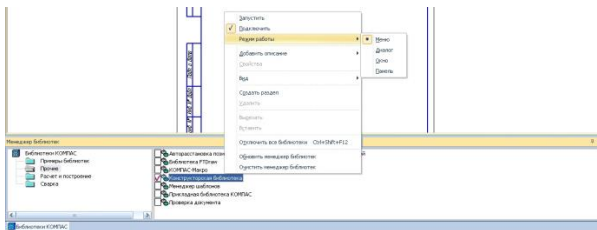


Рисунок 3.6

Пояснення про роботу з прикладними бібліотеками в різних режимах подане на прикладі роботи користувача з **Конструкторською бібліотекою** при виконанні креслення стандартного виробу – болта.

Робота з прикладною бібліотекою в режимі меню

У режимі меню структура бібліотеки відображається у вигляді стандартного ієрархічного меню. Назва бібліотеки представлена у вигляді команди в нижній частині меню **Сервіс**. Після виклику цієї команди розкривається вкладене меню, що містить функції бібліотеки у вигляді команд, які можуть бути згруповані по розділах (див. рис.3.7).

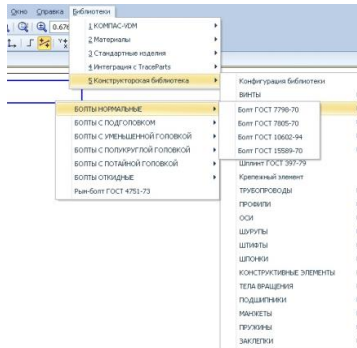


Рис. 3.7

Для запуска функции на выполнение выбирают из меню команду с именем потребности. Открытое диалоговое окно позволяет: указать конкретные значения параметров выбранного для вычерчивания параметризованного объекта библиотеки; выбрать необходимый вид изображения; вариант вычерчивания изображения (упрощено или с промальовыванием всех конструктивных элементов); выбрать материал. Значения опций, которые содержит окно, зависят от типа конкретного объекта. Как пример, на рисунке 3.8 показано одно из окон конструкторской библиотеки, которое позволяет выполнить изображение необходимого болта нормального за ГОСТом 7798-70.

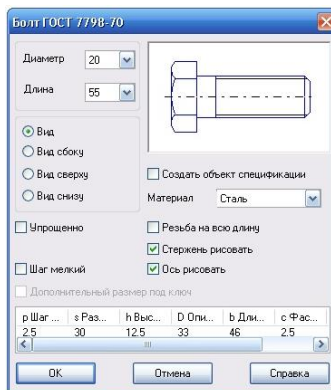


Рисунок 3.8

Користувачу залишається вказати основні параметри (діаметр різьби та довжину робочої частини болта), потрібний вигляд відображення, варіант викреслювання та матеріал. Крім того, вікно містить ряд додаткових опцій, що дозволяють уточнити варіант відображення та створити об'єкт специфікації. Вибір опції *Створити об'єкт специфікації*, дозволяє основні дані про об'єкт автоматично передавати в модуль проектування специфікації.

Робота з прикладною бібліотекою в режимі діалогу

Структура бібліотеки у режимі діалогу відображається у вигляді типового діалогового вікна. У лівій частині діалогового вікна відображається список команд поточної бібліотеки, що можуть бути згруповані по розділах. У правій частині діалогу відображаються слайди, що полегшують пошук потрібної команди (див. рис. 3.9).

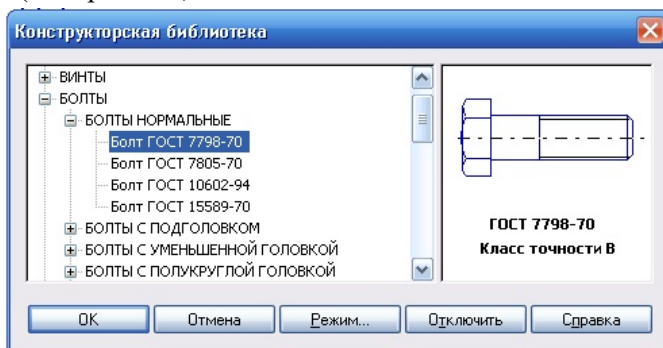


Рис. 3.9

Для запуску бібліотечної команди на виконання вибирають її назву в списку. Змінити режим роботи користувача з бібліотекою можна активізацією кнопки *Режим*. Відкрите додаткове вікно пропонує вказати новий режим роботи бібліотеки (див. рис. 3.10). Для відключення поточної бібліотеки від системи натискають кнопку *Відключити*. Для завершення діалогу призначена команда *Скасувати*.

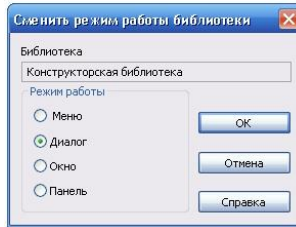


Рис. 3.10

Робота з прикладною бібліотекою в режимі вікна

Робота з бібліотекою в режимі вікна ведеться по аналогії зі стандартним вікном Windows. При цьому, можна змінювати розмір вікна бібліотеки, а також звертати (мінімізувати) його, залишаючи на екрані тільки піктограму (див. рис. 3.11).

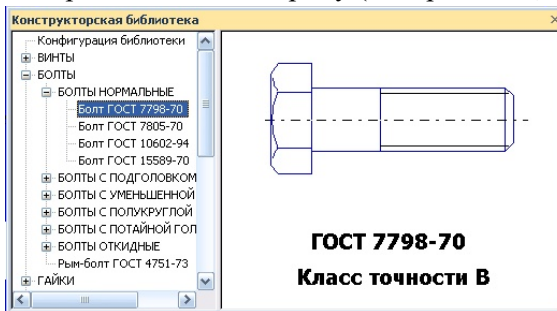


Рис. 3.11

У лівій частині вікна відображається список команд поточної бібліотеки, що можуть бути згруповані по розділах. У правій частині вікна відображаються слайди, що полегшують пошук потрібної команди. Для запуску бібліотечної команди вибирають її назву в списку. Цей режим дозволяє автоматично згорнути вікно бібліотеки на час вставки елемента з неї. Після виходу з режиму вставки вікно бібліотеки автоматично розгортається. Для включення чи вимикання автоматичної мінімізації вікна бібліотеки потрібно вибрати команду Мінімізувати при виконанні із системного меню вікна. Якщо

поруч з цією командою в меню стоїть "галочка", автоматична мінімізація вікна включена.

Робота з прикладною бібліотекою в режимі панелі

Структура бібліотеки у режимі панелі відображається у вигляді стандартної панелі. У верхній частині панелі бібліотеки під рядком заголовка розташований рядок меню. У ній відображаються назви сторінок меню команд (рис. 3.12).

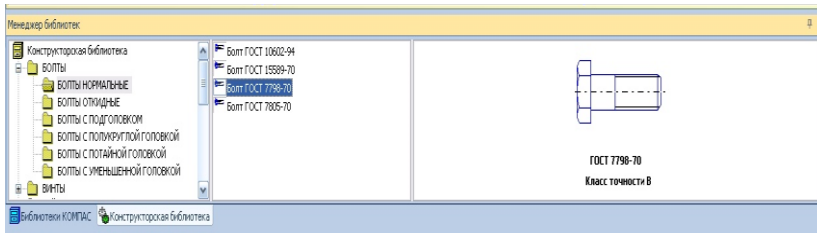


Рис. 3.12

На панелі бібліотеки може розташовуватися кілька вікон. В одному з них показана структура (список розділів) бібліотеки. В іншому – список назв команд і набір слайдів(значків), що відповідають пунктам виділеного в списку розділу бібліотеки. Третє вікно служить для перегляду слайда, виділеного в списку команд. Цей режим дозволяє змінювати розмір панелі чи будь-якого вікна на ній, а також звертати (мінімізувати) панель, залишаючи на екрані тільки піктограму.

Одночасна робота з декількома бібліотеками

КОМПАС-ГРАФІК дозволяє підключити і використовувати при роботі з документами до дев'яти прикладних бібліотек одночасно. Однак, варто пам'ятати, що кожне підключення бібліотеки приводить до зменшення вільних системних ресурсів.

Список усіх підключених бібліотек відображається у вигляді команд у нижній частині меню *Сервіс*. Щоб перейти до роботи з якою-небудь бібліотекою, досить вибрати команду з її назвою з цього меню.

Найбільше зручно при роботі з декількома бібліотеками встановити для кожної з них режим вікна чи панелі. Тоді є можливість бачити вікна бібліотек одночасно з вікном документа і швидко переключатися між ними. Якщо деякі бібліотеки не потрібні в даний момент, то існує можливість мінімізації вікна.

Прикладні бібліотеки графічної системи.

Роботу з прикладними бібліотеками системи розглянемо на прикладі використання *Конструкторської бібліотеки* та бібліотеки призначеної для проектування електричних схем – *Бібліотеки електрика-конструктора*.

Конструкторська бібліотека містить параметричні зображення стандартних та типових машинобудівних елементів – болтів, гвинтів, гайок та інших кріпильних виробів, а також різноманітних типових деталей, які найчастіше зустрічаються в практиці роботи інженера-конструктора.

Детальніше проаналізуємо роботу з даною бібліотекою на прикладі виконання креслення однієї з типових для машинобудування деталей (гайки накидної за ГОСТ 13957- 74, що знаходиться в розділі Трубопроводи) та креслення декількох кріпильних виробів, які використовуються в з'єднаннях (фрагменти болтового, гвинтового і т.п. з'єднань).

Після запуску бібліотеки з'являється діалогове вікно, яке дозволяє вибрати потрібний кріпильний чи типовий для машинобудування виріб, його тип і варіант виконання (рис. 3.13). Активізувавши відповідний рядок, отримаємо нове діалогове вікно, що дозволяє ввести значення параметрів виробу та вказати варіант зображення (головний вигляд, вигляд зверху чи збоку).

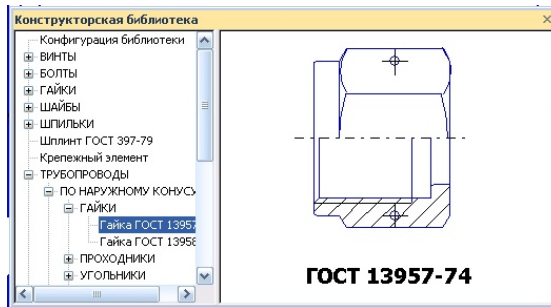


Рис. 3.13

Для деталей з отворами існують додаткові опції, що дозволяють користувачу вибрати потрібний варіант відображення деталі: виконати зображення деталі в розрізі, поєднати вигляд з розрізом чи виконати місцевий розріз (див. рис. 3.14). Значення параметрів можна вводити вручну з клавіатури або вибрати зі стандартного ряду. Вибір параметрів зі стандартного ряду значно спрощує роботу користувача з бібліотекою і практично виключає помилки. Вводимо потрібні параметри і підтверджуємо вибір.

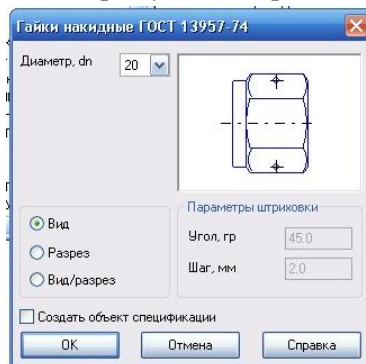


Рис. 3.14

В активному вікні графічного документа системи з'являється фантомне зображення вибраного об'єкта та одночасно нове вікно, що містить команди управління зображенням та залишає можливість повернення до

попереднього вікна (див. рис. 3.15). Ці команди дозволяють оперативно змінювати параметри об'єкта, тип відображення, параметри штриховки (у випадку зображення з розрізом) та кут нахилу об'єкта відносно горизонту. Перемістивши фантомне зображення об'єкта мишкою на потрібне місце, фіксуємо його кнопкою мишки або задаємо положення координатами його точки прив'язки в Рядку параметрів об'єкта.

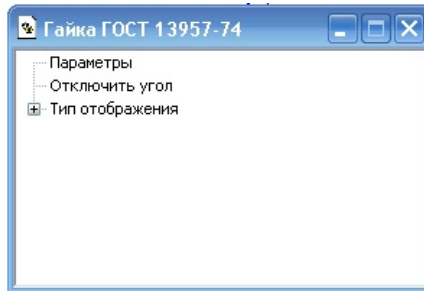


Рис. 3.15

Надалі, вставлений у креслення стандартний чи типовий елемент, зберігається як єдинеціле (макроелемент), і користувач може легко відредагувати його, активізувавши мишкою його зображення.

Коли стандартний елемент вставляється в “електронне” креслення, то система має можливість внести додаткову інформацію про нього у файл креслення, яка потім може бути використана при створенні специфікації в напівавтоматичному режимі.

Бібліотека істотно скорочує витрати часу конструктора при розробці складальних машинобудівних креслень і забезпечує високу якість документації, що випускається. За допомогою конструкторської бібліотеки можна вставляти в креслення не тільки зображення окремих елементів, але і набір з декількох кріпильних виробів, наприклад болтове з'єднання. Для цього в конструкторській бібліотеці є команда Кріпильний елемент (див. рис. 3.16).

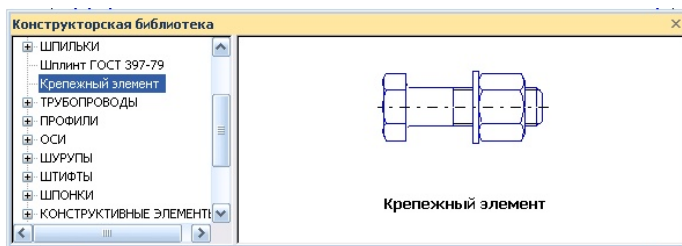


Рис. 3.16

Якщо її активізувати, то з'являється діалогове вікно, яке дозволяє вибрати потрібні для з'єднання кріпильні вироби та їх параметри (див. рис. 3.17). Спочатку задаємо номінальний діаметр елементів набору та товщину пакету. Потім у вікні вкладки Всі елементи, в якому відображений список кріпильних виробів, що може входити в набір, вибрати потрібні. Користуючись кнопками Додати та Видалити можна сформувати верхній та нижній список елементів, які відображаються у вкладці справа.

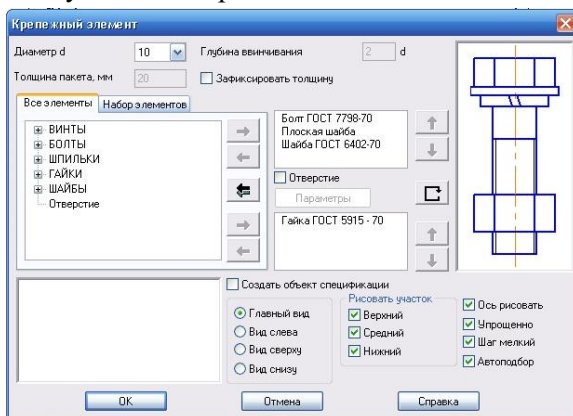


Рис. 3.17

У вікні вкладки Набор элементов відображений список сформованих фрагментів певного набору кріпильних виробів (болтове, шпилькове та гвинтове з'єднання). Вигляд діалогового вікна такого режиму показаний на рисунку 3.18

Бібліотека також дозволяє формувати креслення багатьох поширених типових деталей, що використовуються в практиці проектних розробок в машинобудуванні. В кожному конкретному випадку система пропонує діалогові вікна.

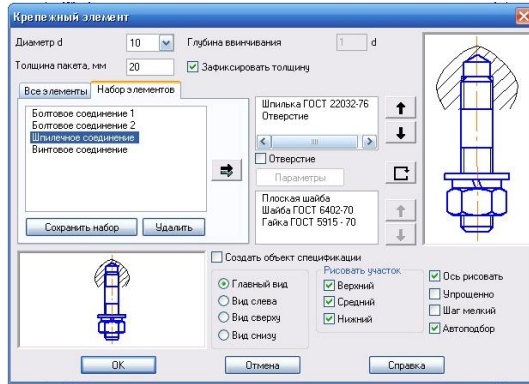


Рис. 3.18

3.3. Побудова складальних креслень в КОМПАС

Як відомо, при розробці машинобудівних креслень використовуються два методи проектування, які можна умовно назвати «знизу вгору» і «згори вниз».

Метод «згори вниз» передбачає, що спочатку конструктор створює збірне креслення, на якому зображуються всі деталі, що входять до збірної одиниці, показує їх розміщення і взаємозв'язки основних частин. Далі на основі збірного креслення створюються робочі креслення окремих деталей. Такий метод використовується частіше, особливо у випадках розробки принципово нових вузлів і конструкцій.

При використанні методу «знизу вгору» навпаки, спочатку розробляють робочі креслення деталей, що входять до збірного креслення, а на їх основі будується збірне креслення. Такий метод більш зручний при розробці типових вузлів і конструкцій, а також у випадках, коли над проектом працює група конструкторів.

На практиці частіше використовують паралельно обидва методи. Проте при традиційному кресленні конструктор по суті виконує подвійну роботу. Наприклад, спочатку на збірному кресленні викреслюється одна чи декілька проєкцій окремої деталі, а потім повторює переважно ті самі геометричні побудови при створенні робочого креслення цієї деталі, доповнюючи її додатковими проєкціями і параметрами оформлення.

Комп'ютерне креслення дозволяє значно скоротити час на виконання таких проектно-конструкторських робіт за рахунок вільного переміщення геометричних і інших об'єктів між документами. Відповідними стандартами ЄСКД на збірних кресленнях припускаються, як правило, різноманітні спрощення. Так наприклад, можна не вказувати фаски, закруглення, проточки та інші дрібні елементи, допускається деяке спрощення зображення основних частин. Однак при комп'ютерному кресленні такі спрощення втрачають сенс. Слід підкреслити, що мова не йде про свідоме відкидання вимог стандартів, тому що в даному разі йдеться саме про спрощення, що носять характер рекомендацій.

В КГ створення робочих креслень на основі збірної одиниці і навпаки створення збірних креслень на основі робочих креслень окремих деталей, що до неї входять, засноване на використанні буферу обміну.

Відзначимо, що система КГ має власний буфер обміну, відмінний від буферу обміну операційної системи Windows. Буфер обміну системи КГ являє собою системний файл, в який можна тимчасово помістити, шляхом копіювання чи вирізання, геометричні чи інші елементи креслення, наприклад розміри, тексти, таблиці, тощо, з одного документу, а потім вставити в потрібну точку іншого документу. Слід пам'ятати про те, що файл буферу обміну є тимчасовим і зберігається тільки

протягом поточного сеансу роботи. При будь-якому завершенні роботи програми, як плановому так і аварійному, його вміст зникає.

В кожен момент часу буфер обміну містить тільки одну групу об'єктів. Будь-яка спроба помістити в буфер обміну новий об'єкт призводить до автоматичного оновлення його вмісту, тобто видаленню об'єктів що зберігалися в буфері обміну попередньо і заміни їх на нові. Спеціальні засоби перегляду вмісту буферу обміну в КГ відсутні. Єдиним способом, що дозволяє переглянути вміст буферу обміну – вставка його вмісту в документ.

Система КГ не накладає будь-яких обмежень на складність об'єктів що копіюються чи переміщуються через буфер обміну. Це може бути як окремих графічний примітив, так і креслення цілком.

За посередництва буферу обміну можна проводити обмін інформацією між всіма типами документів КГ: кресленнями і фрагментами. Причому будь-який документ може бути як джерелом так і приймачем інформації, тобто обмін графічними об'єктами може відбуватися між будь-якими документами в обох напрямках.

Переміщення об'єктів між документами через буфер обміну відбувається в декілька стандартних кроків (див. рис. 3.19):

1. Відкривається перший документ – документ-джерело, з якого потрібно перенести, тобто скопіювати чи вирізати об'єкти.
2. В документі-джерелі виділяються об'єкти, що підлягають перенесенню.
3. Виділені об'єкти копіюються в буфер обміну відносно якоїсь базової точки.
4. Відкривається документ-приймач, в який потрібно вставити об'єкти.
5. Об'єкти, що зберігаються в буфері обміну вставляються в документ-приймач.

6. Вставлені з буферу обміну об'єкти фіксуються в потрібній точці документу- приймача шляхом вказування нового положення базової точки.

В групі виділених об'єктів в якості базової точки слід вказувати таку точку, положення якої буде легко знайти в документі-приймачі.

Варто нагадати, що КГ це векторна система і вона оперує саме геометричними об'єктами, і не керує пустими областями в проміжках між лініями, що обмежують ці об'єкти. Тобто механізм аплікації не підтримується. Це проявляється в тому, що будь- які деталі, складені з геометричних примітивів є, якщо так можна сказати, прозорими і не закривають одна одну. У випадку, коли поява таких елементів є небажаною їх треба видалити вручну використовуючи операції відтинання кривих.

Виконання зображень окремих деталей у різних масштабах не є перепорою для їх копіювання на збірне креслення. КГ автоматично масштабує зображення у відповідності до масштабу самого збірного креслення.

Після копіювання всіх необхідних об'єктів необхідно проставити їх нумерацію на кресленні. Для цього використовується інструмент **Позначення позицій** на панелі розширених команд **Лінія виноски** в закладці **Розміри і технологічні позначення**. Відповідно до стандарту, всі лінії виносок мають закінчуватись на одній прямій. Тому при постановці позицій доцільно скористатися побудовою допоміжної вертикальної чи горизонтальної прямої.

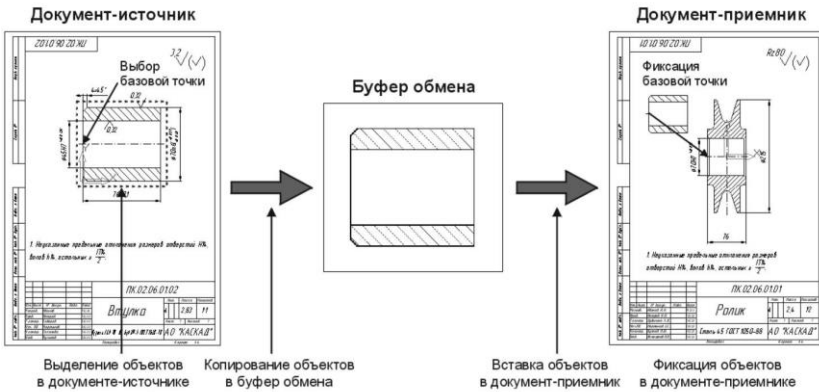


Рис. 3.19. Створення збірного креслення

Таким чином, основні витрати часу при створенні робочого кресленні пов'язані з відкриттям і закриттям документів. Саме збірне креслення потребує мінімум операцій редагування. Такий підхід широко застосовується в комп'ютерній інженерній графіці при створенні збірних креслень на базі креслень окремих деталей.

Створення специфікації.

Як відомо, кожне збірне креслення повинно мати специфікацію. Відповідно до ЄСКД саме специфікація є основним конструкторським документом для збірних одиниць. Вона визначає склад збірної одиниці і необхідна для її виготовлення. КГ передбачає два режими створення специфікацій: ручний та напівавтоматичний.

Для створення специфікації необхідно підключити до складального креслення специфікацію в підлеглому режимі (вона не створюється відразу як окремий документ, але завдяки цьому у файлі графічного документа зберігаються дані для специфікації): **Сервис – Объекты спецификации – Управление описаниями** - у діалоговому вікні **Управление описаниями** кнопка **Добавить описание** - у діалоговому вікні **Описание текущей спецификации** вибрати стиль **Простая**

специфікація ГОСТ 2.106–96 - кнопка **OK** - у діалоговому вікні **Управление описаниями** кнопка **Вихід** (див. рис. 3.20).

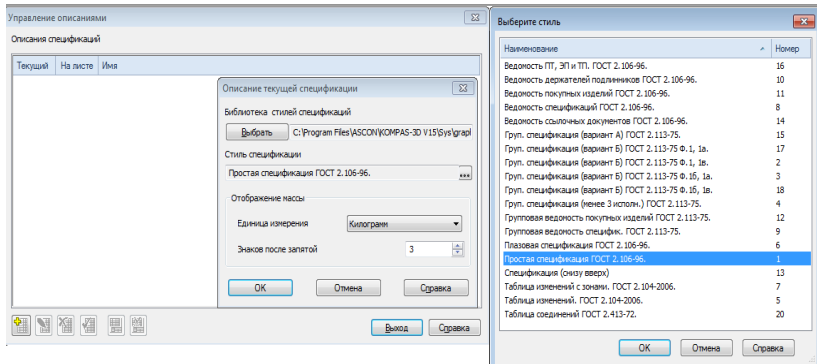


Рис. 3.20. Створення специфікації

Бланк специфікації в КГ являє собою таблицю для введення даних про склад виробу і основний напис, подібний до робочого креслення. Активізувати таблицю можна подвійним натисканням миші. Ознакою активності таблиці і її готовності до прийому даних є поява меж комірок таблиці, що позначаються пунктиром, текстового курсору в першій комірці таблиці і елементів інтерфейсу, призначених для редагування тексту. Ці елементи інтерфейсу ми розглядали коли вивчали питання про заповнення штампу робочого креслення.

Введення тексту в комірки проводиться способами, подібними до MS Excel. Перед тим, як ввести текст, комірку треба активувати. Для цього достатньо натиснути по ній мишею. Переходити між комірками можна і за допомогою клавіатури. Клавіша <Tab> переходить по комірках зліва направо, а комбінація <Shift> + <Tab> в зворотному напрямку (див. рис. 3.21).

Формат	Этап	№02	Обозначение	Наименование	Код	Примечание
				Документация		
			ПК 02.06.00.01СБ	Сборочный чертеж		

Annotations in the diagram:

- Первый щелчок (First click) - points to the 'Наименование' header.
- Второй щелчок (Second click) - points to the 'Документация' cell.
- Перемещение клавишей <ТАВ> (Move with <TAB> key) - shows an arrow moving from the 'Документация' cell to the 'Сборочный чертеж' cell.
- Перемещение комбинацией <SHIFT>+ <ТАВ> (Move with <SHIFT>+ <TAB> combination) - shows an arrow moving from the 'Сборочный чертеж' cell back to the 'Документация' cell.
- Двойной щелчок в таблице (Double-click in the table) - points to a double-click icon in the 'Сборочный чертеж' cell.

Рис. 3.23. Редагування специфікації

Варто нагадати, що відповідно до вимог стандарту перший рядок специфікації залишається порожнім, а введення даних починається з другого рядка. Назви розділів, прийнятих при побудові специфікації, таких як *Документація*, *Збірні одиниці*, *Деталі* і *Стандартні вироби* записуються в колонку *Найменування* підкресленим шрифтом по центру комірки. Для виконання різних начертань шрифтів існують спеціальні кнопки в *Рядку параметрів*. Крім того на виконання вимог стандартів залишають порожнім один рядок до і після назви розділу.

Завершують ручне створення специфікацій командою *Створити об'єкт* на *Панелі спеціального управління*.

При створенні специфікації в ручному режимі КГ не підтримує документів, що займають більше ніж одну сторінку. Якщо специфікація не поміщається на одну сторінку то треба створювати новий документ і зберігати його окремо. При цьому у вікні параметрів доступних стилів листів треба обрати ***Спецификация. Последующие листы. ГОСТ 2.108-68 (Ф1а)***.

Таким чином, ручне створення специфікацій є простим, але трудомістким підходом. В ручному режимі створюють

специфікації лише для нескладних збірних одиниць, що містять невелику кількість окремих деталей.

Створення специфікацій в напівавтоматичному режимі підтримується тільки в професійній версії КГ. Цей спосіб максимально використовує сервісні можливості системи. В напівавтоматичному режимі система побудови специфікацій враховує зв'язки між специфікацією, листом збірного креслення і робочими кресленнями деталей, що входять у збірну одиницю. При формуванні специфікації в такому режимі вона зазвичай не створюється одразу як окремий документ. Необхідні для створення специфікації дані формуються в кресленнях збірної одиниці безпосередньо під час роботи над цими деталями.

Таким чином, при роботі над кресленням, конструктор поступово вводить в нього дані про збірні одиниці, деталі, стандартні вироби та інші об'єкти, що мають відношення до даного аркуша креслення. Всі введені відомості зберігаються в файлі креслення разом з геометричними об'єктами, елементами оформлення, тощо.

Порядок введення даних тут довільний. Тобто можна в довільному порядку вводити дані про деталі, збірні одиниці, тощо. Такий підхід дозволяє вирішити проблеми, що виникають у випадках коли збірна креслення складається з декількох аркушів або коли креслення виконуються групою розробників.

При створенні специфікацій в напівавтоматичному режимі не має значення ступінь готовності усіх аркушів креслень і повнота введення даних. Почати оформлення специфікації можна в будь-який момент підготовки проекту.

Для того, щоб використати напівавтоматичний режим створення специфікацій потрібно створити нову специфікацію і встановити зв'язки між усіма аркушами креслень, що відносяться до збірної одиниці. Інформація про об'єкти специфікації з підключених аркушів буде передана до

специфікації, рознесена за розділами і відсортована автоматично.

При напівавтоматичному створенні специфікацій необхідно пройти такі етапи:

1. Підключити до збірного креслення описання специфікації. Це можна зробити шляхом вибору команди **Добавить описание** з діалогу **Управление описаниями**.

2. Створити об'єкт специфікації для кожної з деталей, що входять у збірне креслення. Для цього для кожної з деталей, що будуть входити в збірне креслення треба викликати діалог **Выберите раздел и тип объекта** і вказати **Деталь**.

При цьому на екрані з'явиться діалог **Объект спецификации** який містить рядок специфікації з заголовками колонок. Номер позиції буде проставлено автоматично і в загальному випадку цей номер може не збігатися з номером на збірному кресленні.

Зв'язування об'єктів на кресленні з об'єктами на специфікації. Для того, щоб впорядкувати нумерацію об'єктів в специфікації необхідно:

3. Виділити на головному виді збірного креслення зображення деталі разом з виноскою з номером її позиції;

4. Вибрати команду **Редактировать состав объекта** на панелі **Спецификация**.

5. У вікні, що з'явиться вибрати команду **Добавить**.

При зв'язуванні геометричних об'єктів на кресленні з об'єктами специфікації необхідне виконання умови: в групу вибору обов'язково має входити позначення позиції об'єкту. Рекомендується виділяти декілька проєкцій деталі.

Редагування специфікації.

За допомогою команди **Спецификация — Редактировать объекты** можна відредагувати зміст специфікації. Проте це вікно не є вікном специфікації. Режим перегляду і редагування об'єктів безпосередньо в графічному документі називається підпорядкованим режимом. При цьому робочим документом

залишається збірне креслення.

Після завершення внесення об'єктів потрібно перевірити правильність створення об'єктів специфікації. Для цього необхідно використати ту ж саму команду ***Спецификация*** — ***Редактировать объекты***. При цьому відкриється вікно підпорядкованого режиму. В ньому буде показано специфікацію в традиційному вигляді, передбаченому ЄСКД. В неї буде внесені всі об'єкти, для яких створено відповідний об'єкт специфікації. За цим документом можна перевірити відповідність специфікації та позначенням на збірному кресленні.

Система проектування специфікації дозволяє пов'язувати об'єкти специфікацій не лише з позиційними лініями виноски і геометричними об'єктами на аркушах креслень, а і з робочими кресленнями деталей і специфікаціями збірних одиниць. За рахунок цих зв'язків можливе напівавтоматичне заповнення колонок *Формат*, *Обозначение*, *Наименование* в специфікації даними з основного напису згадуваних документів. Після встановлення зв'язків система підтримує двосторонній режим синхронізації цих значень. Наприклад, якщо змінити назву об'єкті в основному написі креслення деталі, то буде змінено його назву в графі *Наименование* специфікації. Аналогічно, якщо змінити назву об'єкта в специфікації, то такі саме зміни будуть зроблені в основному написі.

В навчальній версії програми КГ напівавтоматичне створення специфікацій недоступне.

3.4. Побудова параметричних креслень і схем засобами КОМПАС

На сьогоднішній, останній в теоретичній частині курсу, лекції ми ознайомимось з одним досить важливим підходом в комп'ютерному кресленні, пов'язаним зі створенням параметричних зображень. Система КГ дозволяє окрім

традиційних, створювати також параметричні креслення і фрагменти. Основна відмінність параметричного зображення від традиційного полягає в наступному.

Традиційне комп'ютерне креслення містить лише інформацію про об'єкти що в нього входять. Наприклад для кожного відрізка в файлі традиційного креслення міститься інформація про його параметри: координати початкової і кінцевої точки. Навіть якщо два відрізки мають спільну точку, що введена з використанням прив'язки, інформація про кожен з таких відрізків зберігається повністю незалежно. В файлі просто повторно зберігаються два значення – координати точки початку одного і кінця другого відрізка. Будь-яка інформація про їх зв'язок відсутня. В результаті переміщення на зображенні одного відрізка, їх спільна точка буде втрачена.

Параметричне комп'ютерне креслення, окрім даних про об'єкти, містить в собі інформацію про зв'язки між об'єктами і накладені на ці об'єкти обмеження.

Під *зв'язками* розуміють залежності між параметрами об'єктів. Наприклад, одним з найбільш розповсюджених видів зв'язків є *співпадіння точок*. В цьому випадку якщо згадувані два відрізки мають спільну точку, то система буде автоматично підтримувати неперервну рівність координат цієї точки для обох відрізків. Таким чином, при будь-якому переміщенні одного з відрізків, зв'язок між ними не буде розірвано.

Під *обмеженнями* розуміють залежність між параметрами окремого об'єкту або рівність параметра константі. Наприклад, якщо для відрізка накладене обмеження *вертикаль*, то система буде автоматично забезпечувати неперервну рівність координат його кінцевих точок по осі X. Такий відрізок можна переміщувати, подовжувати або скорочувати, але нахилити його не вдасться.

Типи зв'язків і обмежень в параметричному кресленні ми розглянемо згодом. При накладанні на об'єкти креслення зв'язків і обмежень формується параметрична модель креслення.

Параметричною моделлю називається стійкий комплекс об'єктів, елементи якого неперервно виконують задані параметричні залежності. Така модель може динамічно змінювати свою форму без порушення зв'язків між об'єктами.

Система КГ автоматично настроюється на виконання традиційних зображень. Для виконання параметричного зображення необхідно увімкнути і настроїти параметризацію. При виконанні параметричних зображень слід враховувати наступне:

➤ Параметричний режим доцільно використовувати для створення зображень, деталей середньої складності і простих збірних одиниць. Від створення параметричних зображень складних деталей краще утриматись. Це пов'язано з тим, що зі зростанням складності деталі різко збільшується складність формування повністю визначеного закону зміни параметричних моделей;

➤ Починати створення параметричних зображень варто з простих типових деталей, які з деякими незначними змінами використовуються в різних кресленнях;

➤ При створенні параметричного креслення не слід повністю відтворювати фаски, скруглення та інші дрібні елементи. Значно важливіше одержати адекватну параметричну модель в загальному вигляді. Уточнити геометрію можна пізніше при створенні на її основі конкретного креслення;

➤ В складних деталях варто виділити основні типові елементи і використати часткову параметризацію зображення. Сама деталь буде накреслена в традиційному режимі, а типові елементи оформлюються як параметричні моделі;

➤ Не варто створювати параметричну модель деталі, яка має невелику кількість варіацій. В таких випадках доцільно

створити декілька фрагментів, обійшовшись традиційними засобами редагування зображень;

➤ Час на побудови параметричної моделі буде значно перевищувати час на побудову зображення в традиційному режимі. Проте ці витрати часу будуть компенсовані пізніше при використанні моделі.

Як ми вже казали, параметризація зображень передбачає наявність зв'язків та обмежень. Розглянемо детальніше, які саме типи зв'язків і обмежень можуть бути параметричними в системі КГ. Перш за все розглянемо обмеження, що можуть автоматично накладатися на все зображення.

Автоматичне накладання зв'язків та обмежень.

Параметризація прив'язок. Цей тип обмежень передбачає, що при будь-якій зміні параметричного зображення всі прив'язки між його елементами будуть збережені. Тобто будуть збережені точки, в яких встановлені зв'язки між частинами геометричної побудови. Слід зауважити, що збереження точок не означає збереження координат цих точок. Тобто у прикладі про сполучені відрізки, який ми наводили раніше, залишиться сам факт того, що два відрізки будуть мати спільну кінцеву точку, але положення цієї точки буде залежати від положення відрізків. Про різні типи прив'язок ми детально говорили на попередніх лекціях.

Параметризація горизонтальності і вертикальності. Цей тип обмежень передбачає, що всі елементи побудови, що початково побудовані паралельно осям координат при будь-якій зміні параметричного зображення не міняють своїх кутів нахилу. Наприклад, якщо побудувати параметричне зображення прямокутника, то його сторони при будь-якій зміні будуть залишатися паралельними осям координат.

Параметризація паралельності. Цей тип обмежень передбачає, що всі елементи побудовані як паралельні в початковому зображенні, залишаться паралельними одне

одному і при будь-яких змінах зображення. Тобто, будь-яка зміна кута нахилу одного елемента, автоматично призведе до нахилу на той самий кут і іншого елемента.

Аналогічною до параметризації паралельності існує параметризація перпендикулярності.

Параметризація дотиків. Цей тип обмежень передбачає, що всі точки дотику, що існують між елементами в початковому зображенні, будуть залишатися при будь-якій зміні зображення. Тут слід звернути увагу на те, що положення точок дотику можуть змінюватись, а зберігатися буде сам факт наявності точки дотику між елементами.

Параметризація симетрії. Такий тип обмежень накладається лише на симетричні об'єкти. Він передбачає, що при будь-яких змінах об'єкт залишиться симетричним.

Перераховані обмеження можуть накладатися окремо або в будь-якій комбінації між собою. В разі накладення будь-якого з вказаних типів обмежень, стає неможливою зміна параметризованого зображення так, щоб ці обмеження були порушені. В крайньому випадку, якщо накладених обмежень занадто багато, об'єкт взагалі не буде змінено, але зафіксовані зв'язки порушені не будуть.

Автоматичне накладання асоціацій.

В параметричному кресленні присутні також окремі випадки зв'язків, що мають назву *асоціації*. Асоціаціями називають зв'язки, що накладені на об'єкти оформлення, а саме розміри, штрихування, позначення центрів, позначення шорсткості і баз.

Асоціативність штрихування передбачає, що штрихування буде прив'язане до певної області креслення і при зміні цієї області будуть змінюватись відповідно і межі штрихування.

Асоціативність розмірів передбачає, що буде збережено постійний зв'язок точок прив'язки розмірів з характерними точками геометричних об'єктів.

Асоціативність позначень центрів передбачає, що при зміні параметричних об'єктів буде забезпечене збігання центрів його окремих геометричних елементів.

Параметричні розміри.

Окремим випадком асоціації є так звані параметричні розміри. При параметричному кресленні розміри використовуються не лише для оформлення креслення, а і для керування параметричною моделлю. Тобто, змінюючи значення розмірів можна змінювати і геометрію моделі. Параметричні розміри можуть бути *вільними* і *фіксованими*.

Вільні параметричні розміри це такі розміри, що мають лише прив'язки до геометричних об'єктів і не впливають на його поведінку. При постановці вільних розмірів можна переміщувати характерні точки об'єктів. При цьому вільний розмір буде слідувати за базовим об'єктом і за необхідності змінювати своє значення.

При постановці *фіксованих розмірів* зменшується кількість ступенів вільності параметричного об'єкта. При редагуванні параметричної моделі, переміщення об'єктів відбувається таким чином, що фіксовані розміри мають сталі значення. Редагування параметричної моделі, що призводить до зміни значення фіксованого розміру, неможливе.

Для встановлення фіксованих і вільних розмірів в діалозі настроювання параметричного режиму існує опція ***Фіксувати розміри***. Якщо вона увімкнена то всі розміри на параметричному кресленні при введенні одразу фіксуються. Якщо не увімкнена то всі розміри проставляються як вільні.

Система КГ має спеціальні команди для керування параметричними розмірами.

До них відносяться:

• **Зафіксувати розмір.** Ця команда дозволяє зафіксувати значення вільного параметричного розміру. Тобто перевести розмір з вільного в фіксований.

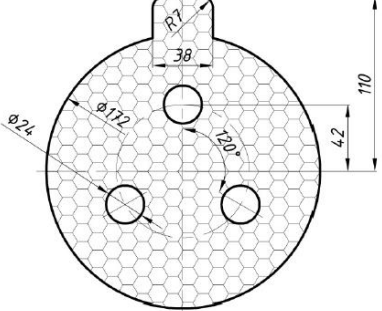
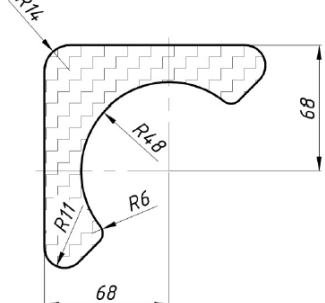
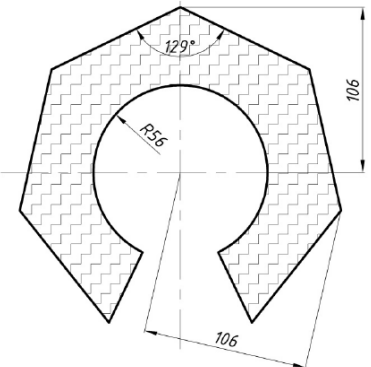
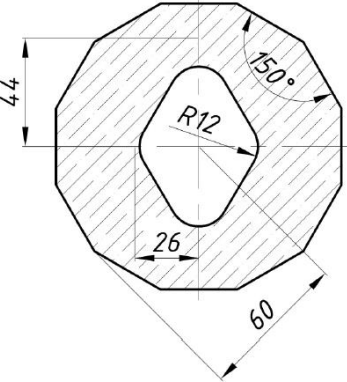
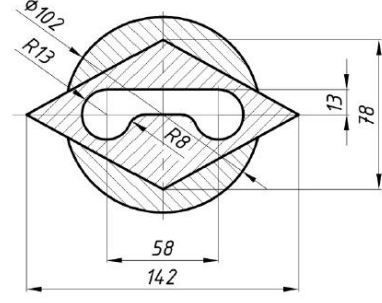
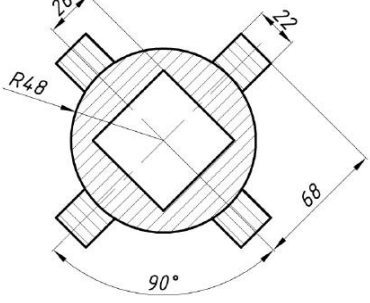
● **Встановити розмір.** Ця команда дозволяє змінити значення параметричного розміру. За її допомогою можна встановити значення як вільного так і фіксованого розміру. Після використання цієї команди вільний розмір перетворюється на фіксований.

При постановці параметричних розмірів слід також звертати увагу не лише на їх значення і фіксацію, але і на просторову орієнтацію. Так, якщо планується повертати параметричну модель або нахилити її відносно певної точки то не можна проставляти горизонтально чи вертикально орієнтовані розміри, інакше процедура нахили чи повороту на вдасться.

Контрольні питання та завдання до розділу 3

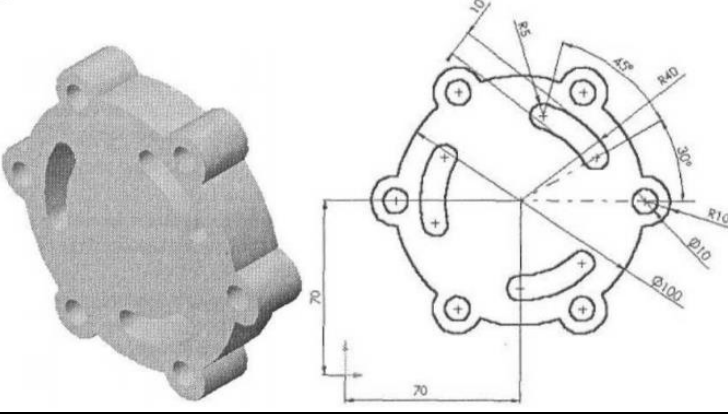
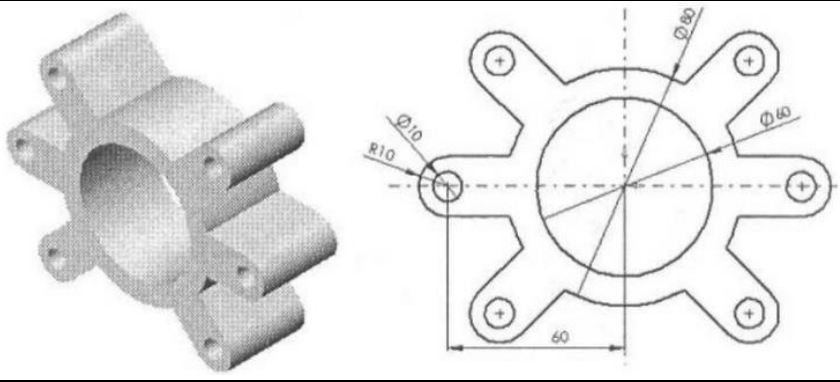
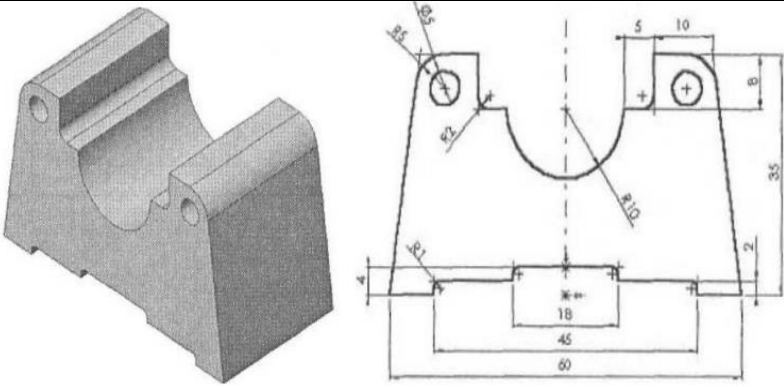
1. Що таке бібліотека КОМПАС-ГРАФІК?
2. З якими бібліотеками може працювати графічний редактор?
3. У чому призначення прикладних бібліотек графічного редактора КОМПАС- ГРАФІК?
4. У чому відмінності бібліотек фрагментів у порівнянні з прикладними?
5. Як підключити та запустити бібліотеку в роботу?
6. Скільки режимів роботи з бібліотекою передбачає система? Які саме?
7. Які особливості дій користувача при роботі з бібліотекою в різних режимах?
8. Які загальні прийоми роботи з прикладними бібліотеками графічної системи КОМПАС-ГРАФІК?
9. Для чого призначена Конструкторська бібліотека системи?
10. Які особливості роботи користувача при використанні Конструкторської бібліотеки?
11. Побудува деталь за наданими вихідними даними (Таблиця 4).

Таблиця 4 – Вихідні дані до завдання

№	Деталь	№	Деталь
1		2	
3		4	
5		6	

12. Побудува ескіз та 3D проєкцію за наданими вихідними даними (Таблиця 5).

Таблиця 4 – Вихідні дані до завдання

№	Деталь
1	 <p>Technical drawing of a circular flange. The drawing shows a 3D perspective view on the left and a 2D top view on the right. The top view features a central hole with diameter $\varnothing 10$ and six surrounding holes with diameter $\varnothing 10$. The outer diameter is $\varnothing 100$. The thickness of the flange is 10. The distance from the center to the center of a hole is 35. The distance between adjacent holes is 30. The outer edge has a radius $R10$. The drawing also shows a radius R and a dimension of 70 from the center to the outer edge.</p>
2	 <p>Technical drawing of a circular flange. The drawing shows a 3D perspective view on the left and a 2D top view on the right. The top view features a central hole with diameter $\varnothing 90$ and six surrounding holes with diameter $\varnothing 10$. The distance from the center to the center of a hole is 60. The drawing also shows a radius $R10$ and a dimension of 60 from the center to the outer edge.</p>
3	 <p>Technical drawing of a U-shaped bracket. The drawing shows a 3D perspective view on the left and a 2D top view on the right. The top view features a central U-shaped cutout with a radius $R10$. The total width is 60 and the total height is 35. The distance from the center to the center of a hole is 35. The distance between the holes is 18. The distance from the center to the outer edge is 45. The drawing also shows a radius $R1$ and a dimension of 4 from the center to the outer edge.</p>

4. ГРАФІЧНИЙ РЕДАКТОР SPLAN

4.1 Принципи побудови схем у графічному редакторі sPlan

Графічний редактор sPlan розроблено німецькою компанією AVACOM спеціально для створення графічних зображень схем. Програма працює з векторною графікою власного формату, має практично всі функції, які необхідні інженеру і простому користувачу для створення якісного креслення електронної схеми. Є можливість роботи с декількома сторінками (за аналогією з MS Excel). На рисунку 4.1 показано головне вікно графічного редактора sPlan, а знизу вікна “1: Новый лист”.

Крім того, є можливість експорту векторної графіки в растрову (див. рис. 4.2) і її друкування в будь-якому масштабі. Програма має можливість створення із примітивів (точки, прямої, відрізка, кола, ламаної, еліпса і т.д.) більш складних елементів з метою подальшого використання їх як шаблонів.

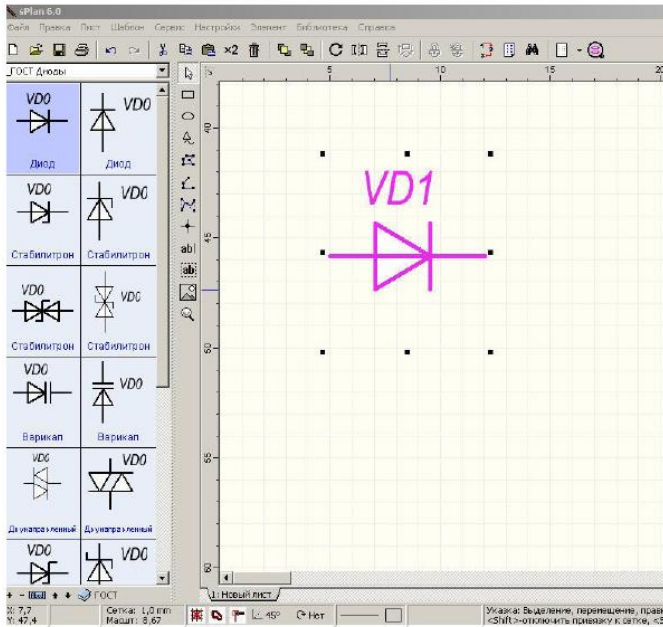


Рис. 4.1 – Головне вікно програми

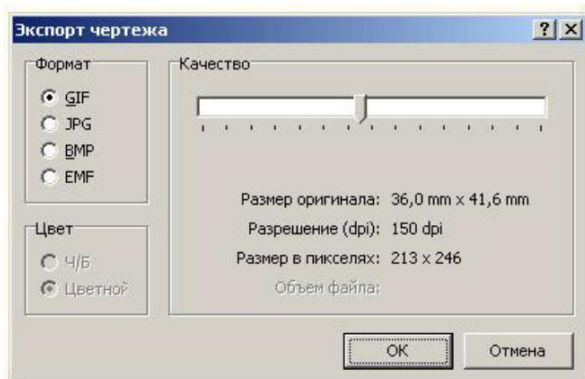


Рисунок 4.2 – Вікно експорту креслення

4.2 Функції редактора sPlan

Основною функцією редактора sPlan є проектування електронних схем. Спеціально для цієї мети створена велика база геометричних шаблонів – графічних позначень електронних компонентів. Практично в ній є всі компоненти, які необхідні для розробки схеми. Якщо якогось компонента немає в базі, то такий компонент можна створити із примітивів, зберегти в бібліотеці і в подальшому використовувати.

sPlan містить в собі такі групи електронних компонентів: акустика, сигналізатори, антени, елементи живлення, конденсатори, рознімачі, реле, цифрові елементи, діоди, двигуни та звичайні транзистори, запобіжники, генератори, електрогідравлічні елементи, індуктивності, знаки умовних позначень, вимірювальні прилади, операційні підсилювачі, резистори, вимикачі та перемикачі, тиристори, трансформатори та інші елементи в категорії “Різне”.

Бібліотека містить sPlan близько 500 готових умовно-графічних зображень радіоелементів і символів, а також набір рамок і штампів креслярських форматів A4, A3, A2, A1 і бланки переліків елементів, що відповідають держстандартам.

Крім набору готових елементів, sPlan має такі можливості побудови креслень: прямокутник, еліпс, довільна форма, замкнена та незамкнена ламана, крива Без'є, перетин прямих зі з'єднанням (точка), однорядковий текст, багаторядковий текст, довільне растрове зображення.

Лупа служить для встановлення необхідного масштабу, як елемент редагування для видалення, переміщення та вилучення об'єктів, для повороту об'єкта на вибраний кут, створення клону виділених об'єктів, їх дзеркального відображення по вертикалі та горизонталі, пропорційної зміни розміру, пошуку за іменем та багато іншого.

Вся графіка в sPlan прив'язана до сітки, яка, в свою чергу, зв'язана з горизонтальною та вертикальною лінійками. Це означає, що переміщувати об'єкти можна тільки на визначені відстані (за замовчуванням це 1 мм).

Якщо необхідно перемістити об'єкт на довільну відстань, необхідно робити це, попередньо натиснувши клавішу Shift.

Як і всі сучасні редактори (не тільки графічні), sPlan має можливість відміни будь-яких дій (Ctrl+Z), та, при необхідності, їх повторення (Ctrl+Y). Кожному елементу креслення можна присвоїти ім'я, номінал та опис. Особливістю редактора є багатосторінковість, тобто один проект може містити декілька незалежних листів, які можна зберігати в один файл (як окремо, так і разом). Крім того, sPlan має декілька простих, але корисних налаштувань та довідку за своїми основними можливостями.

В графічному редакторі можна виконувати схеми структурні, функціональні, електричні принципи та інші. На рис. 4.3 показано приклад побудови схеми електричної принципової в графічному редакторі sPlan.

Програма sPlan може експортувати схеми в .bmp, .gif, .jpg, формати, автоматично проставляти нумерацію і номінали (марку) елементів (радіодеталей), відповідно до цих даних

формувані специфікацію (список елементів) і перетворювати її в формат редактора Word (*. Rtf) .

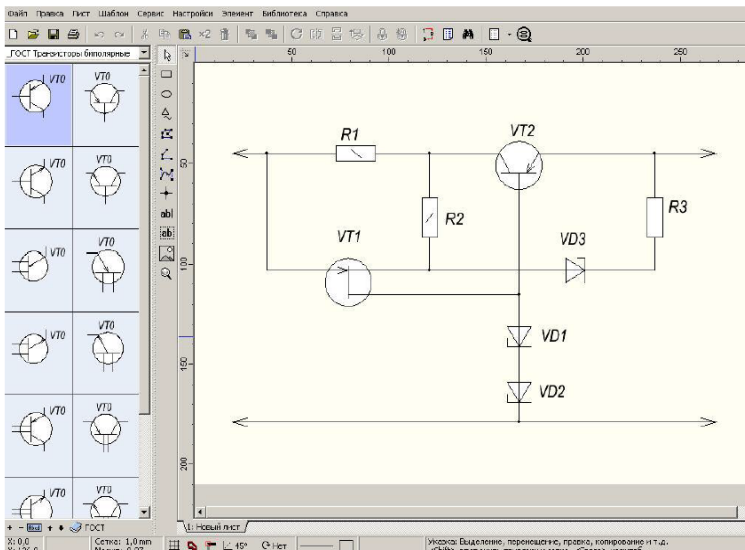


Рис. 4.3 – Побудова схеми електричної принципової

4.3 Порядок створення схем у графічному редакторі sPlan

Для початку роботи нам потрібно запуснути саму програму sPlan, після чого створити новий документ, клацнувши у меню програми на кнопку «создать» або скориставшись гарячими клавішами Ctrl-N (див. рис. 4.4).

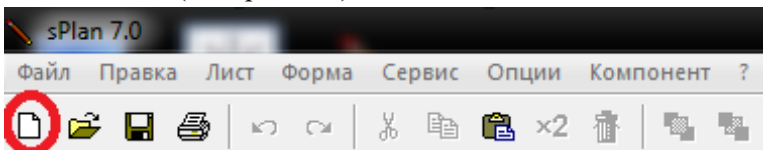


Рис. 4.4 – Створення нового документа

Після створення нового документа потрібно його зберегти: У головному меню тиснемо на кнопку «ФАЙЛ» – «ЗБЕРЕГТИ ЯК» відповідно у відкритому перед нами вікні вибираємо папку

для збереження, назву документу та тиснемо на кнопку «ЗБЕРЕГТИ».

Після збереження документу потрібно вибрати сітку робочої області (листа). Для цього в меню програми клацаємо на трикутничок біля кнопки сітки та вибираємо розмір сітки (для зручності – найменший) (див. рис. 4.5).

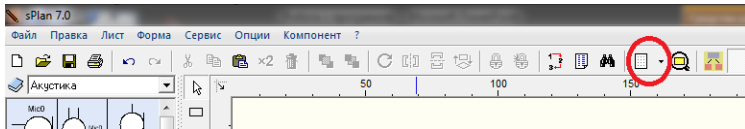


Рис. 4.5 – Розмір сітки

Зліва у вікні програми розташована бібліотека елементів, розподілена на 41 групу, відповідно за призначенням, з яких слід вибирати всі потрібні компоненти (див. рис. 4.6). Щоб вибрати елемент певної групи натискаємо на трикутничок бібліотеки, вибираємо потрібну групу одинарним клацанням лівою кнопкою миші, вибираємо потрібний елемент, натискаємо лівою кнопкою і, не відпускаючи її, перетягуємо елемент на робочу область.

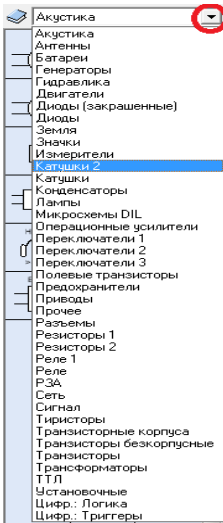


Рис. 4.6

Біполярний транзистор $n-p-n$ типу, польовий $n-p$ типу, польовий $p-n$ типу, біполярний $p-n-p$ типу, потім конденсатори 1 і 2, потім стабілітрон (група діодів) та резистор (див. рис. 4.7).

Крок 2. Дані елементи не мають належного вигляду та не відповідають нумерації. Кожен елемент ми повинні привести в належний вид та відповідно нумерації. Для цього подвійним клацанням на елементі відкриваємо вікно редагування:

прибираємо галочки «автонумерація» та «номинал». В стрічці «обозначение» дописуємо номер елемента (див. рис. 4.8).

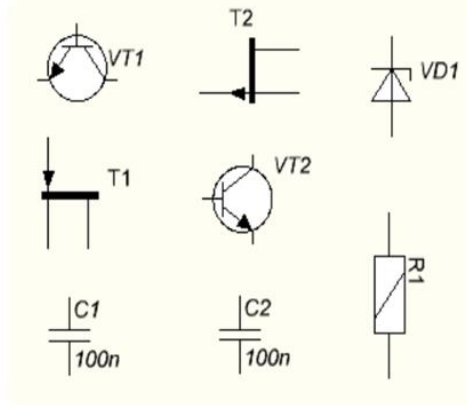


Рис. 4.7

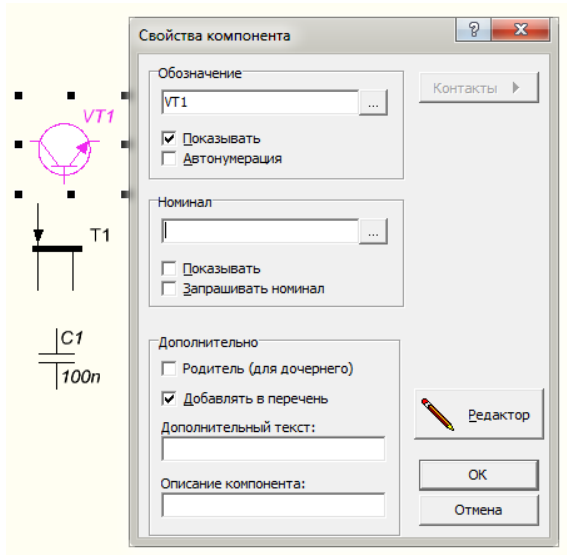


Рис. 4.8

В пункті «Редактор» «обозначение» зміщуємо трішки в потрібну сторону, виділяємо елемент та відображаємо його дзеркально по горизонталі або по вертикалі (права кнопка миші – отобразить по горизонталі или по вертикали), якщо це

потрібно та натискаємо на зелену галочку в меню редактора (див. рис. 4.9).



Рис. 4.9

Крок 3. Польові транзистори ми повинні трішки домалювати, тобто додати контур. Для цього відкриваємо вікно редагування, відкриваємо редактор, зліва в меню інструментів вибираємо коло, затискаємо Ctrl, клацаємо початок кола та протягуємо мишею, не відпускаючи лівої кнопки, потрібний радіус по клітинках або дивимося в інформаційній стрічці знизу (для переривання команди клацаємо правою кнопкою або кнопку Esc), потім коло розташовуємо по центру транзистора (див. рис. 4.10). та проробляємо крок 2

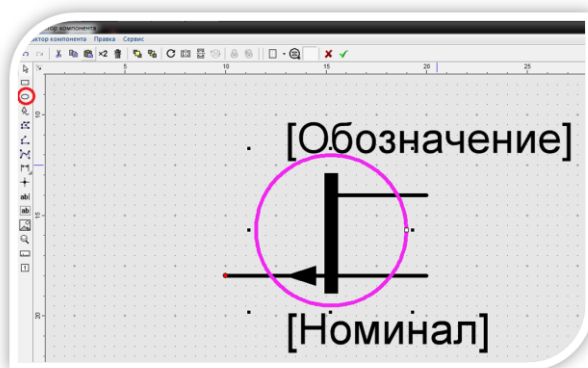


Рис. 4.10

Крок 4. Вище вказані дії повторити з усіма елементами, де це потрібно, в кінцевому результаті ми повинні отримати рис. 4.11.

Крок 5. Переміщаємо транзистор VT1 на вільну частину листа (затиснувши на ньому ліву кнопку миші та перетягуючи його в потрібне місце) (див. рис. 4.12), приєднуємо до нього VT2 (див. рис. 4.13), проводимо відрізок (на панелі інструментів вибираємо лінію) горизонтально від емітера VT1, під ним

розташовуємо VT3, потім на панелі інструментів вибираємо лінію та з'єднуємо витік і затвор VT3 з відрізком, стік VT2 з колектором VT1, затвор VT2 зі стоком VT3 (див. рис. 4.14). (для переривання команди клацаємо правою кнопкою або кнопку Esc).

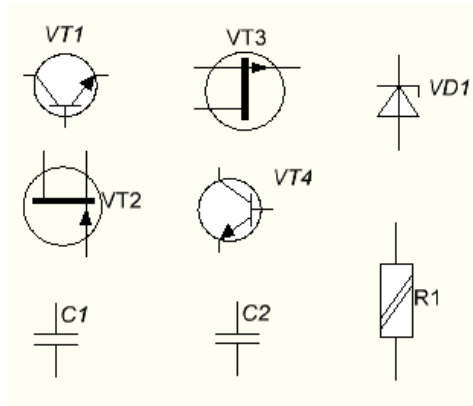


Рис. 4.11

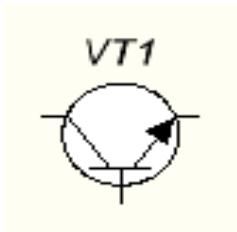


Рис. 4.12

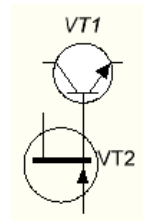


Рис. 4.13

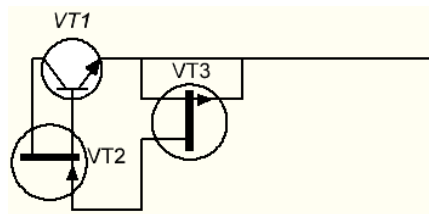


Рис. 4.14

До стоку VT3 приєднуємо колектор VT4. До затвору VT2 приєднуємо C1. Перпендикулярно до емітера VT4 проводимо пряму і приєднуємо до неї C1 (див. рис. 4.15). До прямої приєднуємо R1 та з'єднуємо його другий кінець з базою VT4 (див. рис. 4.16).

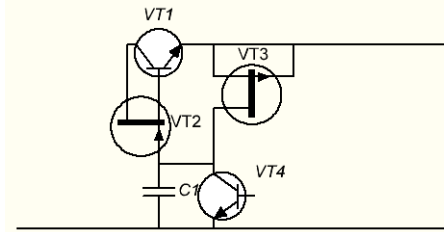


Рис. 4.15

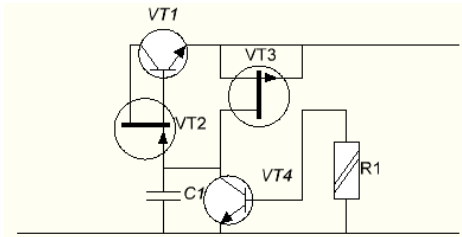


Рис. 4.16

До R1 приєднуємо VD1 другим кінцем до першого відрізка, між двома відрізками розташовуємо конденсатор (див. рис. 4.17). До колектора VT1 приєднуємо ще один відрізок і на кінцях всіх відрізків розміщуємо роз'єми, які знаходяться в бібліотеці в групі «значки», на всій схемі, де є більше двох з'єднань встановлюємо вузли (панель інструментів – вузол) (див. рис. 4.18).

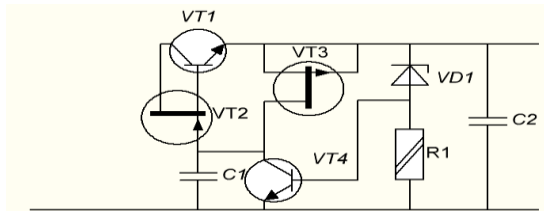


Рис. 4.17

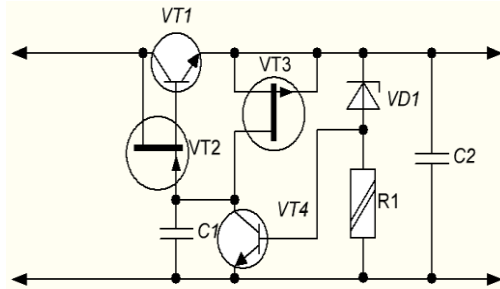


Рис. 4.18

Крок 6. На панелі інструментів вибираємо текст, лівою кнопкою вказуємо місце розташування тексту та вводим текст з відповідними параметрами (див. рис. 4.19).

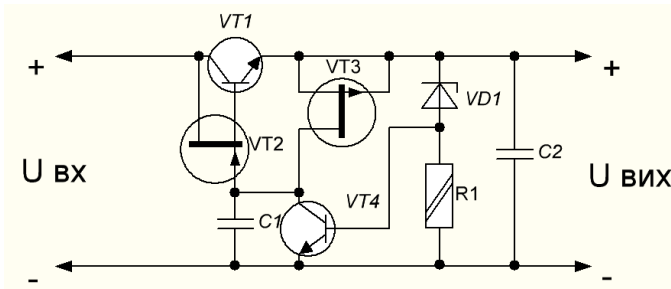


Рис. 4.19

У програмі World, Excel чи Компас викреслюємо перелік елементів згідно ГОСТ 2.701-2008 і заповнюємо його в алфавітному порядку (див. рис. 4.20).

Поз. позн.	Найменування	Кіл.	Примітка
C1	Конденсатор К73-17 100пФ	1	
C2	Конденсатор К50-35 4,7мкф*25В	1	
R1	Резистор С2-23 0,25 100 Ом	1	
VD1	Стабілітрон КС 147А	1	
VT1	Транзистор NPN КТ815А	1	
VT2	Транзистор PN КП315Ж	1	
VT3	Транзистор PN КП303В	1	
VT4	Транзистор NPN КТ315Б	1	

Рис. 4.20

Формування списку компонентів

Перелік елементів - позначення і величина компонентів формується автоматично, тоді як схема з'єднань редагується.

Структурний компонентний список може бути згенерований з компонентних даних кожного разу, коли потрібно.

Перелік елементів - позначення і величина компонентів формується автоматично, тоді як схема з'єднань редагується.

Структурний компонентний список може бути згенерований з компонентних даних кожного разу, коли потрібно.

Компонентний список формується так, що ви можете додати будь-яку інформацію до нього (див. рис. 4.21).

В програмі є кілька опцій сортування, щоб створювати компонентний список та групувати за ідентичним величинам.

Список компонентів може містити вибрані або всі сторінки проекту.

Ви можете скопіювати компонентний список в буфер або експортувати його в інші програми, такі як Word або Excel.

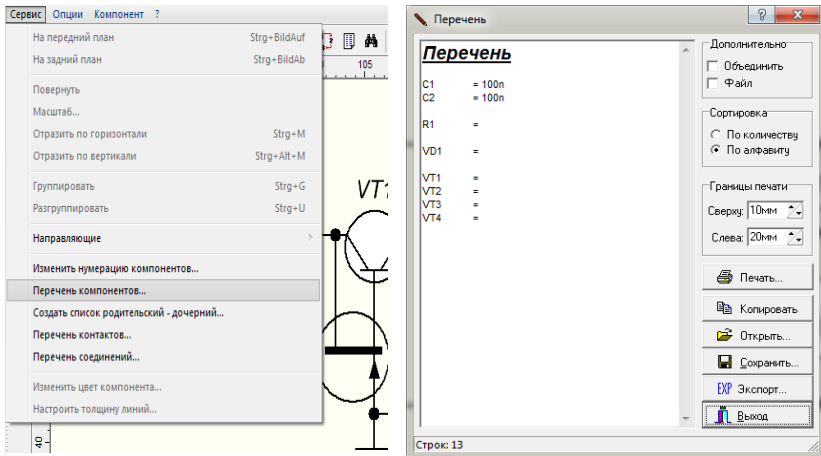


Рис. 4.21

Тиснемо «зберегти», потім «копіювати» і вставляємо в схему (див. рис. 4.22).

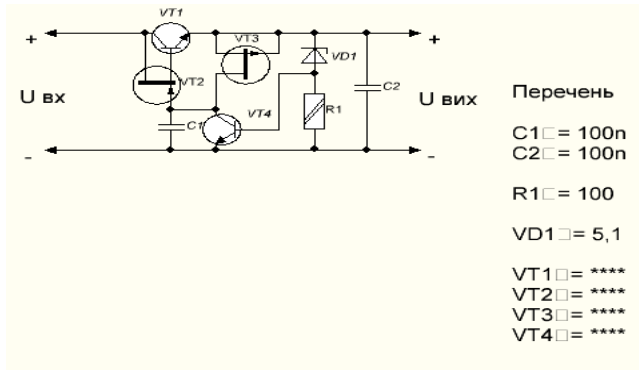
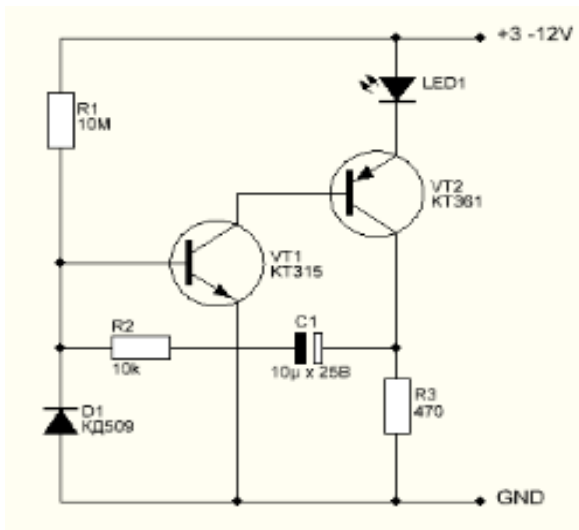


Рис. 4.22

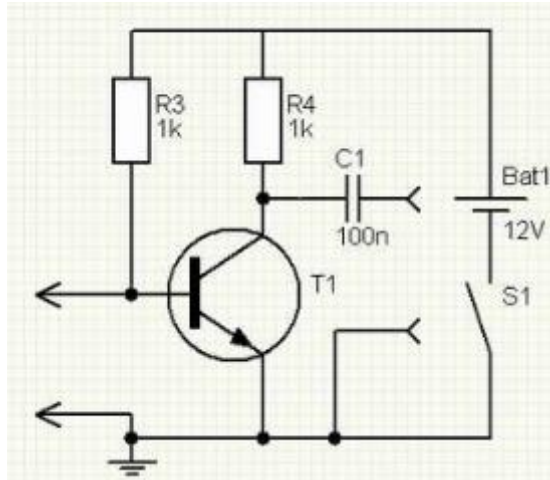
Контрольні питання та завдання до розділу 4

1. Які види схем можна креслити в графічному редакторі sPlan?
2. Використовуючи графічний редактор sPlan створити наступні схеми:

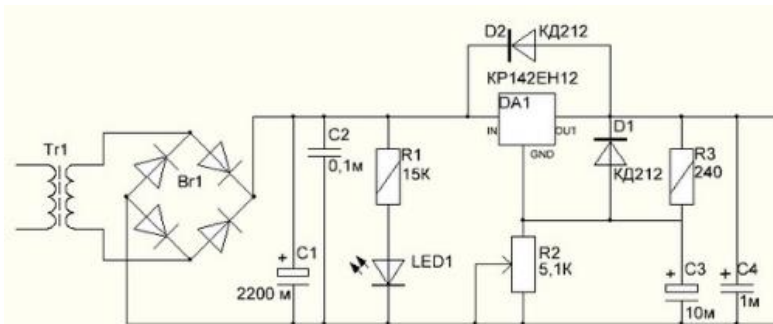
Завдання №1



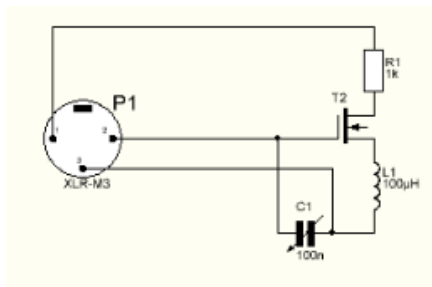
Завдання №2



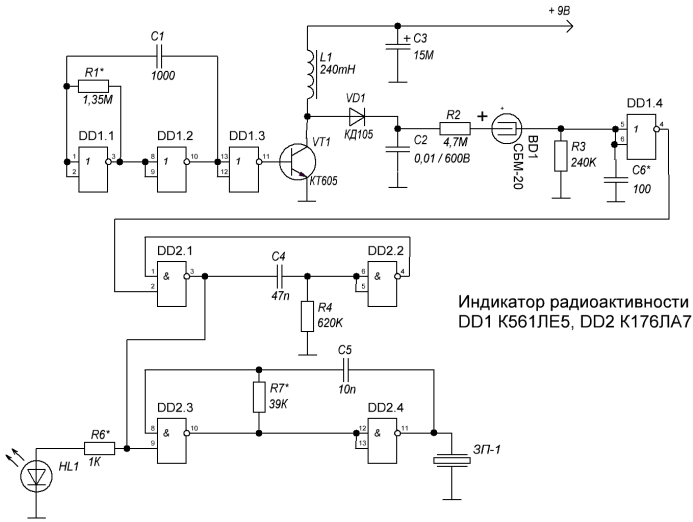
Завдання №3



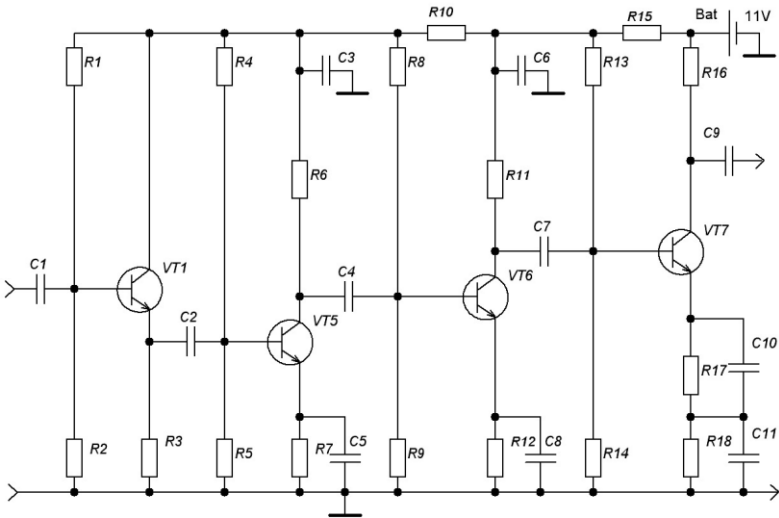
Завдання №4



Завдання №5



Завдання №6



5. СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ КОМПАС-ЕЛЕКТРИК

5.1 технологія виконання креслеників в Компас-Електрик

Основне завдання , яке вирішується системою КОМПАС - Електрик - автоматизація конструкторських робіт , пов'язаних з випуском документації на електрообладнання об'єктів виробництва.

Система КОМПАС -Електрик випущена в трьох варіантах.

> КОМПАС -Електрик Express. Орієнтований на випуск схем електричних принципів та переліків елементів до них.

> КОМПАС -Електрик Std . Орієнтований на випуск повного комплекту документів на електрообладнання .

> КОМПАС -Електрик Pro. Орієнтований на випуск повного комплекту документів на електрообладнання і комплекту експлуатаційної документації на програмовані логічні контролери .

Система може застосовуватися в проектно-конструкторських організаціях , підрозділах і групах, які займаються проектуванням різних видів електрообладнання , такого як:

- > Низьковольтні комплектні пристрої ,
- > Системи управління , захисту та автоматики ,
- > Електричні підстанції ,
- > Інші об'єкти виробництва , в яких для виконання електричних зв'язків використовується провідний монтаж .

КОМПАС-Електрик призначений:

для автоматизації проектування і випуску комплекту документів (схем і звітів до них) на електрообладнання об'єктів виробництва, в яких для виконання електричних зв'язків використовується провідний монтаж (низьковольтні комплектні пристрої (НКПР), системи релейного захисту та автоматики (РЗА), АСУ технологічних процесів тощо) (див. рис. 5.1);

для автоматизації проектування комплекту документів на електрообладнання об'єктів виробництва із застосуванням програмованих логічних контролерів (ПЛК).

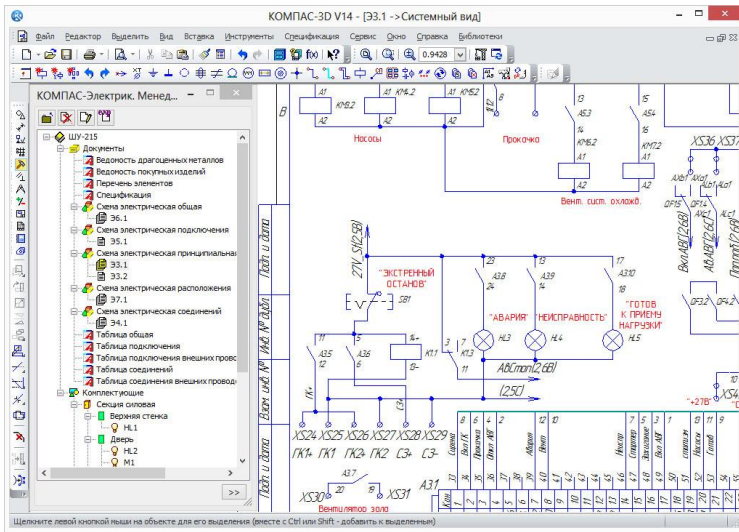


Рис. 5.1

При використанні КОМПАС-Електрик досягаються наступні позитивні ефекти:

підвищується швидкість створення та оформлення документів проекту: система володіє функціями автоматичного формування більшої частини документів;

підвищується якість оформлення документів: всі графічні позначення електроапаратів у всіх документах проекту приведені до єдиної поданням, елементи оформлення креслень повністю відповідають вимогам ЕСКД.

КОМПАС -Електрик істотно відрізняється від подібних систем автоматизованого проектування. Основні переваги системи наведено в табл. 5.1.

Табл. 5.1. Переваги системи КОМПАС-Електрик

відмінність	Коментар
Відкритість баз даних і бібліотек	Об'єкти бази даних системи завжди доступні користувачеві для редагування і поповнення новими об'єктами.
відсутність жорстких технологічних послідовностей проектування	Робота над проектом електроустановки може починатися зі створення будь-якого документа.
двосторонній обмін даними між більшістю документів проекту	Дані, введені при створенні одного документа, автоматично передаються в інші документи проекту.
простота адаптації системи до вимог оформлення документів проекту на підприємстві	Наявність великої кількості налаштувань, як в КОМПАС-Електрик, так і в КОМПАС-Графік.
Простота в освоєнні користувачем	Наявність різних Майстрів для виконання складних операцій при проектуванні. Зручний користувацький інтерфейс системи..

Система складається з двох основних модулів: *Бази даних та Редактора схем і звітів*.

База даних системи містить комплектуючі вироби, що застосовуються в проектах, а також умовні графічні позначення (УГП), що використовуються при створенні схем електричного виду. База даних вже має первинне наповнення - близько 6000 типових виробів і близько 600 графічних позначень. У будь-який момент часу в неї можна додавати нові комплектуючі

вироби та УГП. База може працювати на платформі СУБД Microsoft SQL Server, Microsoft Access, Borland InterBase, Oracle. Також до складу системи входить база даних продукції фірми Schneider Electric, яка містить понад 1800 комплектуючих виробів і їх описів.

У Редакторі схем і звітів створюються, редагуються, оформляються і виводяться на друк документи проекту. Серед них - Схема електрична принципова (Е3), Схема з'єднань (Е4), Схема розташування (Е7), Переліки елементів, Специфікації, Таблиці з'єднань і підключень і багато іншого. Для управління проектами та їх документами в редакторі передбачений Менеджер проектів. Редактор схем і звітів функціонує в середовищі системи КОМПАС-Графік.

Основні функції КОМПАС-Електрик:

- вставка УГП з бібліотеки в схему, його обробка і виконання контрольних операцій;
- побудова та редагування ліній електричного зв'язку, електричних шин, групових ліній зв'язку;
- ручна і автоматична розстановка маркування проводів;
- автоматична розстановка УГП на схемі електричної з'єднань, схемою підключень і схемою загальної;
- напівавтоматичне формування технологічної карти розкладки проводів;
- експорт документів проекту в КОМПАС-Графік;
- додавання в проект 3D-моделей і текстових документів системи КОМПАС;
- вставка спецсимволів ліній зв'язку (екран, кабель, коаксіальний провідник, скручування і т. п.);
- оптимізація трас прокладання проводів;
- функція централізованої коригування електричних зв'язків у виробі;

- автоматичне формування клемників по ходу роботи над проектом.

Для проектування експлуатаційної документації на ПЛК використовуються Редактор моделей і Редактор документації ПЛК (див. рис. 5.2). З їх допомогою здійснюється додавання або редагування моделей ПЛК, а також проектування і розрахунок даних для експлуатаційної документації на ПЛК.

КОМПАС-Електрик дозволяє створювати специфічні види документів для опису роботи ПЛК:

- програма роботи ПЛК;
- схема підключення модулів ПЛК (входів / виходів);
- тактова циклограма;
- відомість комплектуючих ПЛК;
- таблиця розподілу пам'яті ПЛК;
- список помилок у програмі;
- таблиця розподілу пам'яті ПЛК;
- журнал обліку змін.

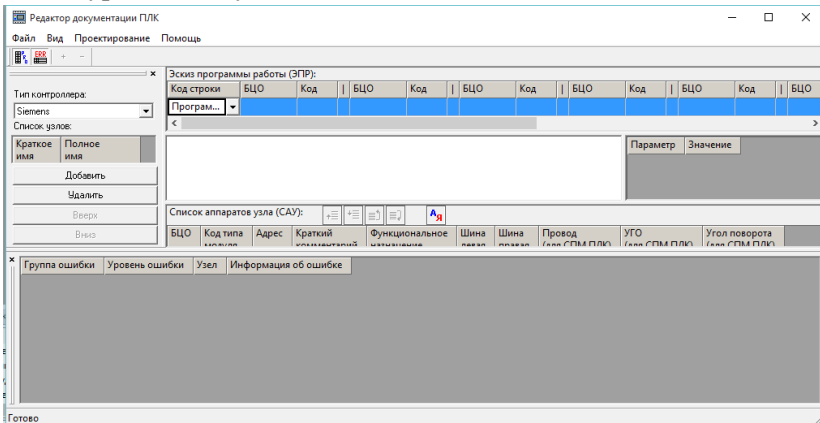


Рис. 5.2

Менеджер проектів

Робота в середовищі КОМПАС -Електрик Express ведеться за допомогою спеціально розробленої оболонки, яка називається Менеджер проектів (див. рис. 5.3).

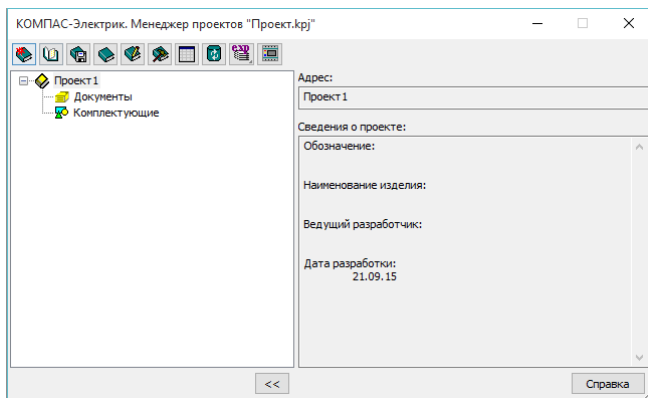


Рис. 5.3

Набір команд Менеджера проектів дозволяє створювати, редагувати і видаляти проекти, створювати документи всередині проекту, додавати окремі аркуші креслень або схем, що входять до складу багатолістових документа. Також за допомогою Менеджера проводиться налаштування параметрів системи в цілому, нових і поточних (тобто відкритих в даний момент) проектів і документів. Заповнення основних написів креслень і схем можна виробити безпосередньо з Менеджера проектів, а можна, навпаки, прочитати з креслення відомості з основного напису і поставити їх у відповідність документу.

Схема електрична принципова

Електрична принципова схема (ГОСТ 2.702-75) є видом електричної схеми виробу, що дає найповніше уявлення про склад і принцип його роботи. При виконанні схем цифрової обчислювальної техніки керуються ГОСТ 2.708-81. Цей вид кресленика не враховує габаритних розмірів і реального розташування деталей об'єкта. За рівнем абстракції принципові електричні схеми займають середню позицію між функціональними і монтажними схемами і позначаються у шифрі основного напису символами ЭЗ (див. рис 5.5).

На принциповій електричній схемі (ГОСТ 2.709-89) зображуються всі складові частини виробу і зв'язки між ними, та елементи, якими закінчуються вхідні та вихідні ланки електричних кіл (роз'єми, затискачі тощо).

Принципові електричні схеми призначенні для повного відображення взаємозв'язків пристроїв з урахуванням принципів їх дії і послідовності роботи. На принципових електричних схемах електричні елементи зображують за допомогою умовних позначень, а також вказують лінії зв'язків між ними, блоками та модулями. На схемі, також, розміщується наступна інформація: умовне зображення принципу роботи функціональних вузлів, пояснювальні написи, частини окремих елементів, діаграми переключення контактів, а також перелік використовуваних в даній схемі пристроїв.

Створення і наповнення схеми у КОМПАС-Електрик виконуйте в наступному порядку.

1. У Менеджері проєктів створіть документ Схема електрична принципова (див. рис. 5.4). Автоматично буде створено перший лист схеми. Зробіть його поточним (див. рис 5.5).

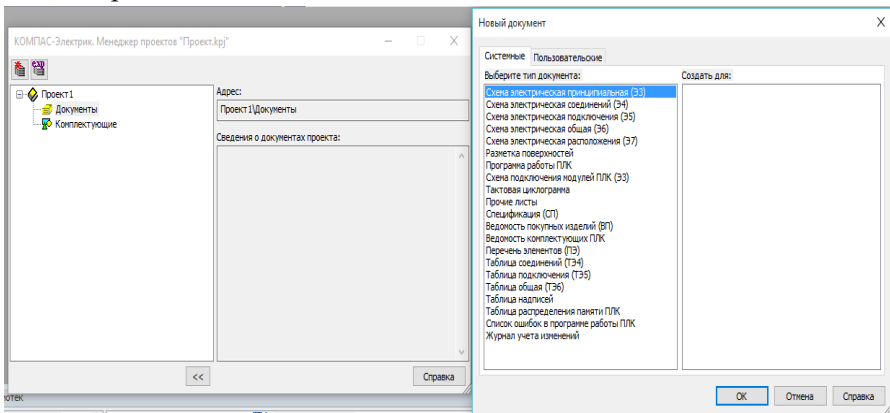


Рис. 5.4

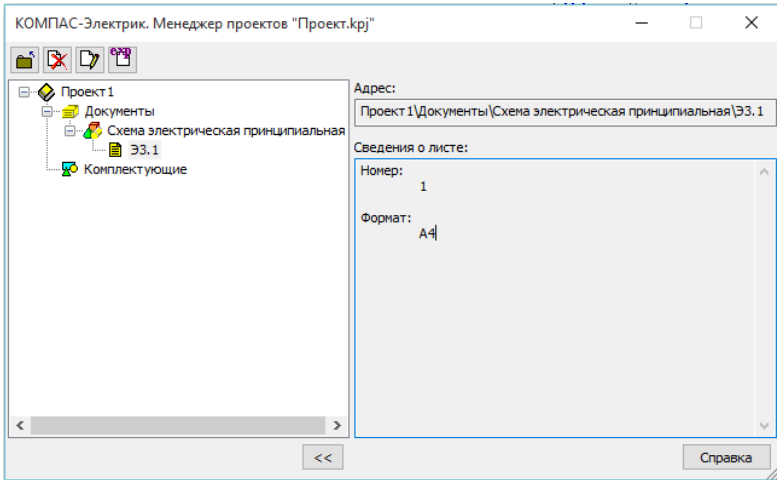


Рис. 5.5

2. Виберіть з Бібліотеки УГО (див. рис. 5.6) потрібні елементи і розмістіть їх на аркуші (аркушах) кресленні схеми.

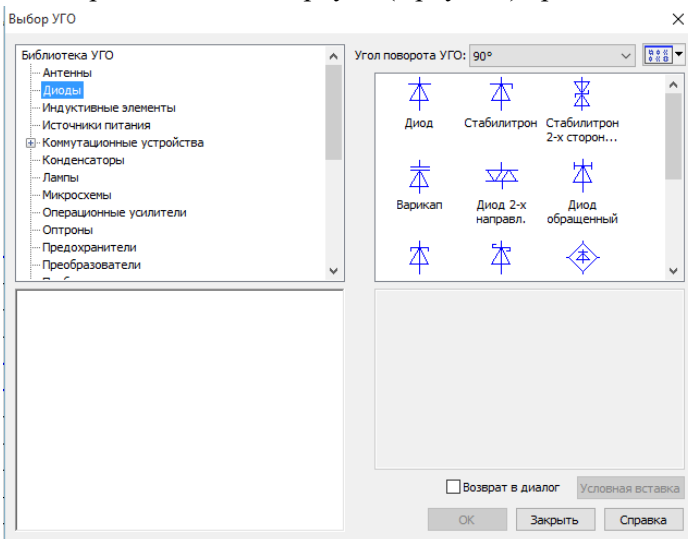


Рис 5.6

3. З'єднайте УГО на схемі лініями зв'язків .

4. Розмістіть на кресленні схеми потрібні спецсимволи .

5. Оформіть креслення засобами КОМПАС-Графік .

Створення текстових полів УГП

БЦП (буквенно-цифрове позначення або позиційне позначення) - умовне ім'я апарату в проєкті, воно унікальне в межах проєкту (див. рис. 5.7).

БЦП призначається кожному апарату при додаванні його на поверхню (або при вставці УГП апарату в схему). Якщо апарат представляється на схемі декількома УГП, їм потрібно присвоювати однакові БЦП. У цьому випадку після вибору типу апарату з бази ці УГП автоматично включаються до складу апарату.

БЦП можна змінити як у всього апарату, так і в окремій УГП. У першому випадку все УГП, які входять до складу апарату, автоматично отримують нове БЦП. У другому випадку БЦП змінюється тільки у одного УГП, тобто це УГП автоматично переходить до складу іншого апарату.

БЦП апарату можна змінити після того, як з бази даних комплектуючих обраний тип апарату.

БЦП може складатися з основної та додаткової частин.

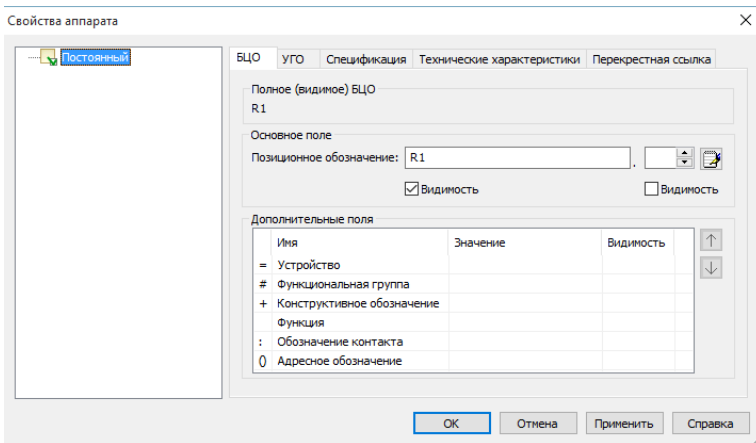


Рис 5.7

Елементи управління області Основне поле

Позиційне позначення. Поле для введення позиційного позначення. Розділене на дві частини: поле введення позиційного позначення апарату і поле введення порядкового номера, який додається до позиційного позначенню апарату, який представлений на схемі декількома УГП.

Видимість. Опція, яка управляє відображенням позиційного поля на кресленні схеми.

Видимість. Опція, яка управляє відображенням порядкового номера, який додається до позиційного позначенню апарату.

Вибір БЦП. Кнопка доступна, якщо раніше вироблялося наповнення проекту комплектуючими виробами (див. рис. 5.8). Після натискання кнопки на екрані відкривається діалог, в якому міститься перелік апаратів проекту.

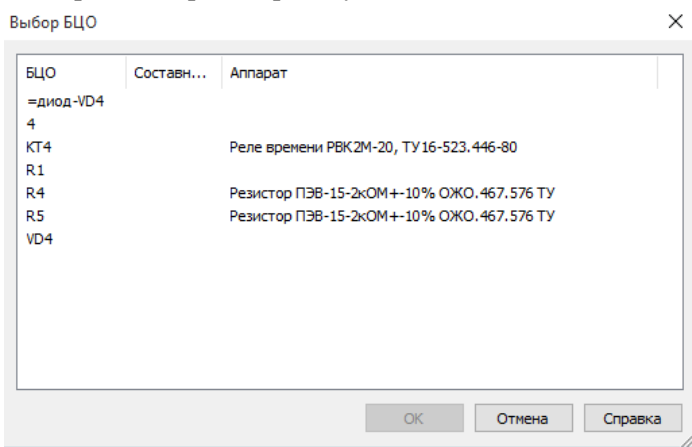


Рис 5.8

Розстановка на схемі з'єднань або схемі підключення

Звертаємо вашу увагу на те, що автоматичну розстановку УГП МКС можна виконувати тільки в монтажно-комутаційних схемах (Е4, Е5, Е6), лише якщо сформована схема розташування.

Для того ж щоб розставити УГП МКС на кресленні схеми з'єднань (Е4) або схеми підключення (Е5), виконайте такі дії.

Відкрити лист схеми з'єднань (підключення).

1. Розставити УГП МКС. Викликти команду КОМПАС-Електрик - Операції - Розставити УГП МКС

2. На екрані відкриється діалог, що містить перелік всіх поверхонь, для яких були створені схеми розташування. Виберіть ім'я поверхні.

3. Виберіть зі списку кут повороту поверхні на кресленні.

Розстановка на схемі загальних з'єднань

Щоб розставити УГП МКС на кресленні схеми електричної загальних з'єднань (Е6), необхідно виконати такі дії:

1. Відкрийте лист схеми загальних з'єднань. Розставити УГП МКС.

2. Викличте команду КОМПАС-Електрик - Операції - Розставити УГП МКС ...

3. На екрані відкриється діалог, що містить перелік усіх схем розташування. Виберіть з переліку схему.

4. Виберіть зі списку кут повороту УГП на кресленні схеми загальних з'єднань.

З'єднувачі

З'єднувачі можна будувати в принципових і монтажно-комутаційних схемах (див. рис. 5.9). Як з'єднувачів в системі КОМПАС - Електрик використовуються:

лінія електричного зв'язку,

групова лінія зв'язку,

електрична шина.

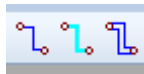


Рис. 5.9

Лінія електричного зв'язку

Лінія електричного зв'язку показує в схемах наявність електричного зв'язку між зажимами апаратів. Можливі наступні варіанти побудови ліній електричних зв'язків по відношенню до УГП:

1. З прив'язкою до точок підключення на УГП.
2. З розривом лінії в точках підключення при наскрізному побудові лінії поверх УГП.
3. З розривом лінії в точках підключення при установці на неї УГП.
4. З об'єднанням ліній, підключених до протилежних висновків УГП, при видаленні цього УГП з схеми.
5. Фіксація ліній в точках підключення до УГП.

Алгоритм побудови лінії електричного зв'язку

На схемі послідовно вкажіть курсором точки проходження лінії електричного зв'язку.

При знаходженні курсору в безпосередній близькості від умовного графічного позначення на ньому підсвічуються точки підключення. У принциповій схемі ці точки підсвічуються червоним кольором, а в МКС колір залежить від ситуації.

Якщо викликана команда і курсор знаходиться в безпосередній близькості від УГП, то:

- Оранжевим кольором позначені виводи, що не мають підключення в принциповій схемі;
- Зеленим кольором позначені виводи, що мають підключення в принциповій схемі.

Якщо лінія зв'язку зафіксована в точці підключення до УГП, то:

- Червоним кольором позначені виводи іншого потенційного вузла (підключати до цих затискачів лінію зв'язку не можна);
- Оранжевим кольором позначені виводи, що не мають підключення в принциповій схемі (після підключення до таких затискачів лінії зв'язку необхідно надалі доопрацювати схему принципову);
- Зеленим кольором позначені виводи, які з'єднані між собою в принциповій схемі даними потенційним вузлом.

Після вказівки кінцевої точки натисніть клавішу <Esc> або кнопку Перервати команду на Панелі спеціального управління системи КОМПАС-Графік. Потім можна вказати початкову точку іншої лінії зв'язку. Повторне натискання клавіші <Esc> або кнопки Перервати команду перериває команду побудови лінії зв'язку.

Після побудови лінії зв'язку в діалозі властивостей можна переглянути і при необхідності відредагувати її властивості. Щоб відкрити діалог, двічі клацніть мишею по будь-якій ділянці лінії зв'язку.

Групова лінія зв'язку

У принципових електричних схемах всіх лініях електричного зв'язку потрібно присвоїти порядковий номер у групі. Для кожної лінії зв'язку одного потенціального вузла порядковий номер на вході в групу і на виході повинен бути однаковим.

У МКС групова лінія зв'язку відображає трасу прокладки джгутів. І для ліній електричного зв'язку в групі вказується не номер лінії, а маркування дроту.

Групову лінію зв'язку в МКС можна побудувати до точки підключення УГП апарату. У цьому випадку в точці підключення УГП автоматично вставляється таблиця. У ній відображаються номери підключених затискачів апарату та маркування проводів, до яких підключені затиски.

Алгоритм побудови групово лінії зв'язку

Викличте команду КОМПАС-Електрик - Лінії зв'язків - Групова лінія зв'язку. На схемі послідовно вкажіть курсором точки проходження лінії зв'язку (тобто побудуйте трасу проходження лінії).

Після вказівки кінцевої точки натисніть клавішу <Esc> або кнопку Перервати команду на Панелі спеціального управління системи КОМПАС-Графік. Потім можна вказати початкову точку іншої лінії зв'язку.

Повторне натискання клавіші <Esc> або кнопки Перервати команду перериває команду побудови шини.

Після побудови групової лінії зв'язку проведіть до неї лінії електричного зв'язку.

Рекомендується для кожної лінії електричного зв'язку відразу побудувати повну трасу її проходження, а потім присвоїти їй порядковий номер у групі для відображення до і після підключення до групи. Присвоєння номера виконується в діалозі властивостей (див. рис. 5.10).

Упорядочить позиционные обозначения

Диапазон значений

Позиционное обозначение: с по

Например, с SF1 по SF7.
Если поля не заполнены, будут упорядочены все позиционные обозначения.

Дополнительные поля

	Имя	Значение
=	Устройство	
#	Функциональная группа	

В пределах текущего документа
 В пределах всего проекта, на всех схемах электрических принципиальных

Резервирование значений

Резервные номера (1, 3,6-8)

Резервируемые номера заканчиваются на цифру: 1 2 3 4 5
 6 7 8 9 0

Направление маркирования

Сначала: Затем:

Рис. 5.10

Електрична шина

Електрична шина - це конструкція з'єднувача, виконана у вигляді пластини струмопровідного металу. На схемі вона відображається у вигляді прямокутника шириною 3 мм. Ширину шини можна визначити в установках проекту.

Алгоритм побудови електричної шини

Викличте команду КОМПАС-Електрик - Лінії зв'язків - Електрична шина. На схемі послідовно вкажіть курсором точки

для побудови шини. Після вказівки кінцевої точки натисніть клавішу <Esc> або кнопку Перервати команду на Панелі спеціального управління системи КОМПАС-Графік. Потім можна вказати початкову точку другий електричної шини. Повторне натискання клавіші <Esc> або кнопки Перервати команду перериває команду побудови шини.

Після побудови електричної шини проведіть до неї лінії електричного зв'язку.

До шини можна підключати тільки прості лінії електричного зв'язку. При такому підключенні в принципових схемах вставляється точка зв'язку, а в МКС - символ розбірного з'єднання.

Властивості шини можна переглянути і відредагувати в діалозі властивостей, який відкривається подвійним клацанням миші по шині.

Стандартні символи КОМПАС-Електрик

Клема. Символ клеми можна вставити на будь-який потенціальний вузол (див. рис. 5.11). При вставці клема не розриває потенційний вузол, тобто до і після символу клеми потенційний вузол має однакове маркування дроти. Символ клеми можна розміщувати на лінії електричного зв'язку або в її кінцевій точці.

Щоб вставити символ клеми, виконаєте наступні дії:

1. Викличте команду КОМПАС-ЕЛЕКТРИК Express - Символи - Клема.
2. Вкажіть курсором точку вставки символу на схемі.
3. Для переривання команди натисніть клавішу <Esc>.

Вид клеми можна змінити. Можна встановити видимість текстових полів клеми. Для цього двічі клацніть мишею на символі клеми. На екрані відкриється діалогове вікно Параметри клеми. У ньому відображається таблиця, яка містить список БЦП клем і номера затискачів для кожної клеми. Крім того, в цьому діалозі можна змінити вид клем на схемі.

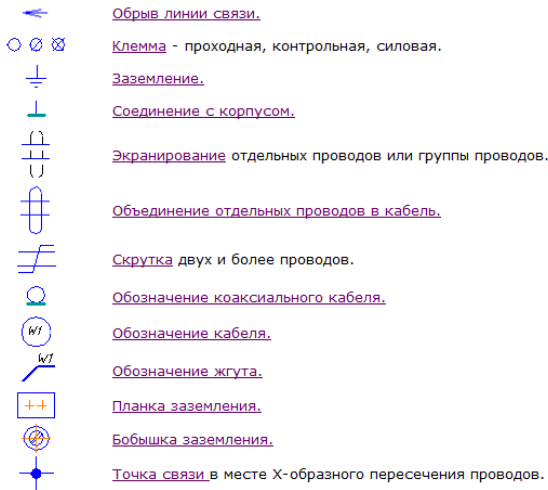


Рис 5.11

Заземлення. Символ заземлення, вставлений на різні графічно незв'язані лінії електронного зв'язку, об'єднує їх в один потенційний вузол (див. рис. 5.11). Його можна вставляти в кінцевій точці лінії зв'язку.

Щоб вставити символ заземлення, виконайте такі дії:

1. Викличте команду КОМПАС-ЕЛЕКТРИК - Символи - Заземлення.
2. Вкажіть курсором точку вставки символу на схемі.
3. Для переривання команди натисніть клавішу <Esc>.

З'єднання з корпусом. Символ з'єднання з корпусом, вставлений на різні графічно незв'язані лінії електричного зв'язку, об'єднує їх в один потенційний вузол (див. рис. 5.11).

Щоб вставити символ з'єднання з корпусом, виконайте такі дії:

1. Викличте команду КОМПАС-ЕЛЕКТРИК - Символи - З'єднання з корпусом.
2. Вкажіть курсором точку вставки символу.
3. Для переривання команди натисніть клавішу <Esc>.

Точка зв'язку (див. рис. 5.11). Цей символ можна вставляти тільки в місце Х-подібного перетину проводів.

Щоб вставити символ, виконайте такі дії:

1. Викличте команду КОМПАС-ЕЛЕКТРИК - Символи - Точка зв'язку.
2. Вкажіть курсором точку вставки символу.
3. Для переривання команди натисніть клавішу <Esc>.

Обрив лінії зв'язку. Символ обриву лінії зв'язку використовується, щоб об'єднати графічно незв'язані лінії електричного зв'язку, електричні шини, групові лінії зв'язку (див. рис. 5.11).

Щоб вставити символ обриву, виконайте такі дії:

1. Викличте команду КОМПАС-ЕЛЕКТРИК - Символи - Обрив лінії зв'язку.
2. Вкажіть курсором точку вставки символу на схемі.
3. Вкажіть курсором точку з'єднувача після розриву (кінцеву точку).
4. При необхідності повторіть дії 2, 3 для наступної пари з'єднувачів.
5. Після закінчення вставки натисніть клавішу <Esc>.

Біля символу обриву відображається перехресне посилання на обрив і продовження потенціального вузла. Перехресне посилання складається з номера листа і позначення зони.

Якщо змінений крок розбиття зон робочої області листа, потрібно оновити перехресні посилання.

Щоб оновити перехресні посилання, викличте команду КОМПАС-ЕЛЕКТРИК - операції - Оновити перехресні посилання.

5.2 Розробка конструкторської документації в Компас-Електрик

Схема електрична розташування

Схеми розташування створюються для однієї або декількох поверхонь. На схемі розставляються зображення апаратів. Для

створеного листа схеми розташування, так само як і для будь-якої схеми проекту, можна визначити масштаб.

У **Менеджері проектів** створіть документ **Схема електрична розташування** (див. рис. 5.4). Після чого буде автоматично створений перший аркуш схеми. Зробіть його поточним.

Засобами КОМПАС-Графік накресліть загальний вигляд поверхні. При цьому обмежень на геометрію і конструкцію поверхні не існує. Якщо потрібно, можна створити відразу кілька проєкційних видів поверхні.

Для кожного проєкційного виду обов'язково побудуйте допустимі зони установки апаратів на поверхні. Кількість таких зон на одній поверхні не обмежена.

Звертаємо вашу увагу на те, що для побудови допустимої зони установки вслід використовувати тільки команду КОМПАС-Графік Інструменти - Геометрія - Ламана.

Після того, як побудовані всі проєкційні види, відкрийте **Менеджер проектів**.

Потім викличте діалог властивостей тієї поверхні, для якої побудовані проєкційні види. (Для цього в дереві проекту двічі клацніть мишею по імені потрібної поверхні.)

У вкладці **Проекційні види** і зони послідовно вибирайте ім'я кожного проєкційного виду і потім на кресленні вказуйте геометрію допустимої зони установки, що відноситься до цього виду.

Розстановка апаратів на поверхні

Спосіб 1.

Викличте команду КОМПАС-Електрик - Операції - Вставити серію УГП На екрані з'явиться діалог Вставка серії УГП.

У переліку апаратів поверхні послідовно вибирайте апарати і розміщуйте їх на кресленні.

При наведенні зображення апарату на допустиму зону установки підсвічується контур зони, а на зображенні апарату підсвічується контур зони установки апарату. При переміщенні курсора на інший проєкційний вид зображення апарата автоматично змінюється відповідно до проєкційним видом поверхні. Якщо в базі даних немає проєкційного вигляду, відповідного проєкційному виду поверхні, то за замовчуванням буде висвітлюватися зображення головного виду апарату.

Спосіб 2.

У дереві проєкту встановіть курсор на ім'я апарату.

Відкрийте діалог властивостей апарату подвійним клацанням миші по імені апарату або за допомогою команди Властивості контекстного меню.

У дереві складу апарату вкажіть проєкційний вигляд.

У вкладці Параметри вставки натисніть кнопку Вставити, потім розмістіть проєкційний вигляд апарата на кресленні. Якщо в базі даних відсутнє зображення проєкційного вигляду, то спочатку необхідно ввести габаритні розміри контуру вигляду апарату.

Спосіб 3.

У дереві проєкту встановіть курсор на ім'я апарату.

З контекстного меню викличте команду Вставити вигляд апарата.

На екрані з'явиться фантом зображення головного виду апарату. При переміщенні курсора в зони проєкційних видів поверхні установки зображення апарата автоматично змінюється відповідно до проєкційним видом поверхні. Якщо в базі даних немає проєкційного вигляду, відповідного проєкційному виду поверхні, то за замовчуванням буде висвітлюватися зображення головного виду апарату.

Зафіксуйте на кресленні положення необхідних проєкційних видів апарату. Натисніть клавішу <Esc> або кнопку

Перервати команду на Панелі спеціального управління системи КОМПАС-Графік, щоб завершити вставку видів апарату.

Для оформлення креслення можна використовувати будь-які команди системи КОМПАС-Графік. Тут же можна сформулювати записи специфікації. Їх потрібно формувати для кожного об'єкта креслення. Для об'єктів креслення, які були створені засобами КОМПАС-Графік, формування записів специфікації виконуйте засобами КОМПАС-Графік.

Зведена таблиця з'єднань

Зведена таблиця з'єднань не є документом проекту. Вона являє собою модель всіх зв'язків між електроапаратами у виробі (див. рис. 5.12).

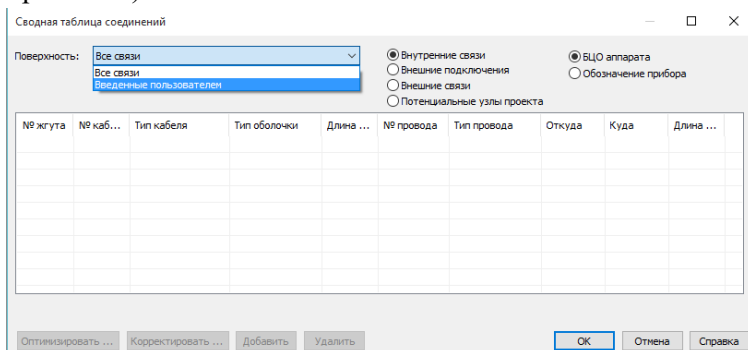


Рис. 5.12

Зведена таблиця з'єднань формується автоматично по мірі наповнення документів проекту. У ній можна переглянути внутрішні зв'язки (зв'язки, що виконуються в межах поверхонь), зовнішні підключення апаратів поверхонь і зовнішні зв'язки між апаратами поверхонь. Всі перераховані зв'язку можна переглянути для окремих поверхонь.

Для всіх зв'язків у зведеній таблиці наводиться маркування проводу, яким виконується з'єднання між двома затискачами апарата або апаратів. Маркування проводу можна змінити. Зміна маркування відображається у всіх створених схемах проекту.

Тут же можна переглянути призначений з'єднанню тип проводу. Він призначається потенційному вузлу автоматично відповідно з налаштуваннями за замовчуванням для функції ланцюга, до якої належить потенційний вузол. Тип проводу для кожного окремого з'єднання можна змінювати.

Інформація зі зведеної таблиці з'єднань використовується при створенні таблиць з'єднань, підключення і загальних з'єднань.

Таблиця з'єднань

У таблиці з'єднань вказується маркування дроту, з якого затискача апарату йде з'єднання і на який затискач надходить, а також тип провідника, яким здійснюється з'єднання.

Перед створенням таблиці з'єднань в налаштуваннях проекту рекомендується уточнити форму заповнення документа.

Алгоритм

У дереві проектів встановіть курсор на розділ **Документи**.

Створити документ з контекстного меню викличте команду **Створити \ Додати**.

У діалозі створення документів вкажіть **Таблиця з'єднань**.

У правій області діалогу відобразиться список об'єктів для створення таблиці з'єднань: весь проект і список поверхонь проекту.

Виберіть **Весь проект**, щоб створити документ для всіх поверхонь проекту або клацанням миші встановіть маркери поряд з назвами тих поверхонь, для яких буде створена таблиця з'єднань. Натисніть кнопку ОК і таблиця з'єднань сформується автоматично.

Сформовану таблицю можна редагувати засобами КОМПАС-Графік.

Якщо в проекті відбудеться зміна з'єднань, то видаліть таблицю з'єднань і створіть її заново.

Таблиця підключення

Таблиця підключення відображає зовнішнє підключення зв'язків до обраної поверхні або до всіх поверхонь, які є в проекті.

У таблиці вказується позиційне позначення апарату, який має зовнішнє підключення. Перераховуються номери затискачів цього апарату, які мають зовнішнє підключення. Вказується маркування дротів, які приходять ззовні і підключаються до конкретного номеру затискача, конкретного апарату.

Алгоритм

У дереві проектів встановіть курсор на розділ **Документи**.

Створити документ З контекстного меню викличте команду **Створити \ Додати**. У діалозі створення документів вкажіть **Таблиця підключення**.

У правій області діалогу відобразиться список об'єктів для створення таблиці з'єднань: весь проект і список поверхонь проекту.

Виберіть **Весь проект**, щоб створити документ для всіх поверхонь проекту або клацанням миші встановіть маркери поряд з назвами тих поверхонь, для яких буде створена таблиця підключення. Натисніть кнопку ОК. Якщо в проекті відбудеться зміна підключення, то видаліть таблицю підключення і створіть її заново.

Таблиця загальних з'єднань

Таблиця загальна відображає зовнішні зв'язки між поверхнями однієї і різних оболонок.

Алгоритм

У дереві проектів встановіть курсор на розділ **Документи**.

Створити документ. З контекстного меню викличте команду **Створити \ Додати**.

У діалозі створення документів вкажіть **Таблиця загальна**.

У правій області діалогу відобразиться список об'єктів для створення таблиці з'єднань: весь проект і список трас з'єднань для всіх поверхонь.

Виберіть Весь проект, щоб створити документ для всього проекту або встановіть маркери поряд з назвами тих трас з'єднань, для яких буде створена таблиця загальна. Натисніть кнопку ОК

В результаті на екрані з'явиться автоматично сформований документ Таблиця загальна. У ньому відображені всі вибрані зв'язку.

Для кожного зв'язку в таблиці вказані:

- номер джгута, кабелю;
- с якої поверхні йде джгут і на яку поверхню надходить;
- маркування лінії зв'язку на схемі;
- довжина траси (вводиться вручну);
- тип кабелю, якщо з'єднання здійснюється кабелем (за умови, що тип кабелю вибраний з БДК);
- перетин і колір жили кабелю або тип проводу, якщо з'єднання здійснюється окремим провідником.

Отриманий документ можна редагувати засобами КОМПАС-Графік. Якщо відбудеться зміна з'єднань у проекті, то сформовану таблицю загальну необхідно видалити і створити заново.

5.3. Проектування електрообладнання

Для автоматизації розробки і випуску конструкторської документації в електротехнічній і електронній промисловості компанія АСКОН пропонує системи автоматизованого проектування КОМПАС-Електрик і конвертери даних з систем ЕСАD в КОМПАС-3D.

Як уже згадувалось раніше система КОМПАС-Електрик представлена трьома варіантами, проте на цей раз давайте більш детально розглянемо кожен з комплектацій окремо.

КОМПАС-Електрик Express

КОМПАС-Електрик Express - САПР електричних принципів схем і переліків елементів до них (див. рис.5.13).

КОМПАС-Електрик Express призначений для користувачів, які займаються розробкою принципів електричних схем і переліків елементів до них. Цей варіант значно спрощений у функціональному відношенні.

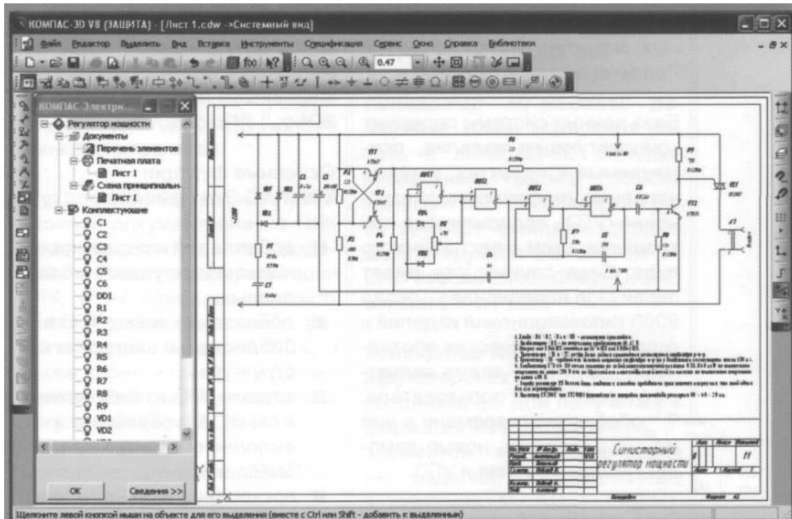


Рис.5.13 – Проектування системи керування за допомогою КОМПАС- Електрик Express

До складу системи КОМПАС-Електрик Express входять:

- Менеджер проектів, за допомогою якого здійснюється навігація між документами проекту.
- Редактор схем і звітів, в якому здійснюються розробка і випуск цих документів.
- База даних комплектуючих виробів і умовних графічних позначень.
- База даних продукції фірми Schneider-Electric, яка містить більше 1800 комплектуючих виробів і їх описів.

Що стосується функцій розробки принципів схем і переліків елементів, то КОМПАС-Електрик Express володіє такими можливостями:

- ✓ вставка умовних графічних позначень (УГП) з Бібліотеки в схему;
- ✓ вставка додаткових символів на лінії зв'язку;
- ✓ можливість розширення номенклатури Бібліотеки користувачем;
- ✓ побудова ліній електричного зв'язку, групової лінії зв'язку, електричної шини;
- ✓ автоматична розстановка маркіровки проводів;
- ✓ автоматичне формування переліку елементів;
- ✓ об'єднання графічно незв'язаних ліній електричного зв'язку в один потенційний вузол (як в межах листа, так і між листами);
- ✓ зображення одного елемента на схемі рознесеним способом (наприклад, змінний резистор з вимикачем);
- ✓ внесення до бази даних елементів безпосередньо при роботі над схемою і їх подальше використання в інших проектах;
- ✓ додавання в проект 3D-моделей і текстових документів;
- ✓ експорт документів в КОМПАС-Графік.

КОМПАС-Електрик Std

КОМПАС-Електрик Std містить необхідний функціонал для випуску повного комплексу документації на проєктоване електроустаткування, в якому електричні з'єднання виконуються проводним монтажем. Розробка документів проєкту здійснюється в редакторі схем і звітів. Як графічна платформа для нього використовується КОМПАС-Графік. Частина документів проєкту формується автоматично, за рахунок наявності в системі бази даних з докладним описом основних властивостей комплектуючих виробів, що застосовуються у проєктованих установках.

САПР КОМПАС-Електрик Std призначена для автоматизації проєктування і випуску комплексу документів

(схем і звітів до них) на електрообладнання об'єктів виробництва (див. рис. 5.14). Як об'єкти виробництва можуть виступати будь-які об'єкти, в яких для виконання електричних зв'язків використовується дротяний монтаж (низьковольтні комплектні пристрої (НКПР), системи релейного захисту і автоматики (РЗА), АСКТП технологічних процесів і т.д.).

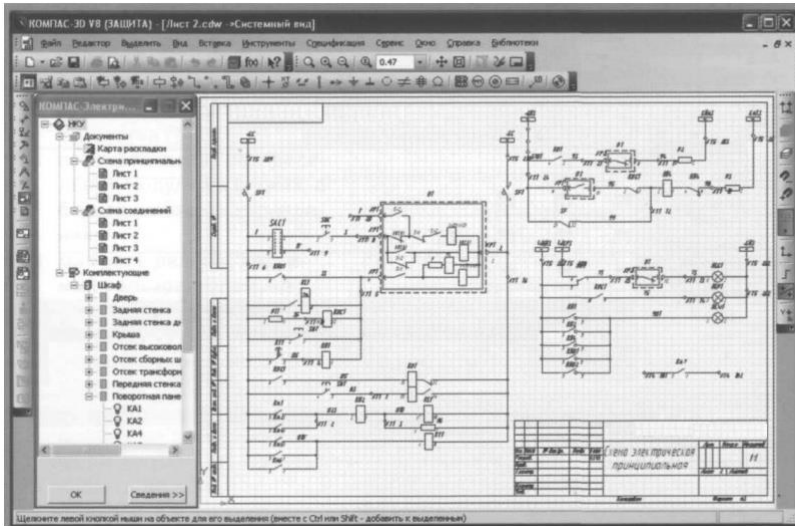


Рис. 5.14 – Електрична принципова схема автоматизації мийно-прибирального корпусу депо

Систему можна застосовувати в інститутах, конструкторських бюро і відділах, які проектують електроприводи, нестандартне устаткування, розробляють проекти електропостачання у промисловому і цивільному будівництві. Система складається з двох модулів: Базис даних і Редактора схем і звітів. База даних системи містить комплектуючі вироби, вживані в проектах, а також УГП, використовувані при створенні схем електричного вигляду. База даних вже має первинне наповнення - близько 6000 типових виконань виробів і близько 300 графічних позначень, але в той же час є відкритою для користувача. У будь-який момент часу в

неї можна додавати нові комплектуючі вироби і УГП. База може працювати на платформі СКБД Microsoft © SQL Server 2000; Microsoft © Access 2002; Borland © InterBase V6; Oracle Corporation © Oracle V9. Також до складу системи входить база даних продукції фірми Schneider-Electric, яка містить більше 1800 комплектуючих виробів і їх описів.

У Редакторові схем і звітів створюються, редагуються, оформляються і виводяться на друк документи проекту. Для керування проектами і їх документами в Редакторі передбачений Менеджер проектів. Редактор схем і звітів функціонує у середовищі системи КОМПАС-Графік. Основні функції КОМПАС-Електрик Std:

- ✓ додавання і редагування комплектуючих в базі даних;
- ✓ додавання нових УГП в бібліотеку і настройка її структури;
- ✓ вставка УГП з бібліотеки в схему, його обробка і виконання контрольних операцій;
- ✓ побудова і редагування ліній електричного зв'язку, електричних шин, групових ліній зв'язку;
- ✓ ручна і автоматична розстановка маркіровки проводів;
- ✓ автоматична розстановка УГП на електричній схемі з'єднань, схемі підключень і схемі загальній;
- ✓ напівавтоматичне формування технологічної карти розкладки проводів;
- ✓ відображення типу проводів на монтажно-комутаційній схемі;
- ✓ експорт документів проекту в КОМПАС-Графік;
- ✓ додавання у проект 3D-моделей і текстових документів системи КОМПАС;
- ✓ вставка спецсимволів ліній зв'язку (екран, кабель, коаксіальний провідник, скручування і т.п.);
- ✓ оптимізація трас прокладки проводів;

- ✓ функція централізованого коректування електричних зв'язків у виробі (Звідна таблиця, Діалог зміни зовнішніх трас);
- ✓ автоматичне формування клемників по ходу роботи над проектом;
- ✓ вставка головного і допоміжних видів клемника на схему розташування;
- ✓ додавання до апарату більш одного одностипного супутнього апарату;
- ✓ створення клеми за наявності шини;
- ✓ створення клеми з перемичкою у разі перевищення кількості підключень на затиски апаратів.

КОМПАС-Електрик Pro

КОМПАС-Електрик Pro є найбільш потужним варіантом системи. У ньому реалізована можливість проектування експлуатаційної документації на програмовані логічні контролери, а також додана функція складання тактових циклограм.

САПР КОМПАС-Електрик Pro призначена для автоматизації проектування комплексу документів на електроустаткування об'єктів виробництва із застосуванням програмованих логічних контролерів (ПЛК). Як об'єкти виробництва можуть виступати будь-які об'єкти, в яких для виконання електричних зв'язків використовується дротяний монтаж (див. рис. 5.15).

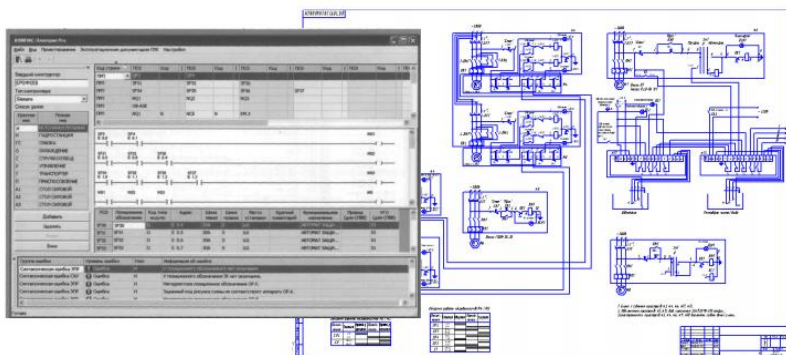


Рис. 5.15 – Інтерфейс програми КОМПАС-Електрик Pro і схема автоматичного керування електрообладнанням мийно-прибирального корпусу депо

Система складається з трьох модулів: Бази даних, Редактора схем і звітів і Модуля ПЛК.

База даних системи може працювати на платформі СКБД Microsoft © SQL Server 2000; Microsoft © Access 2002; Borland © InterBase V6; Oracle Corporation © Oracle V9. У базі даних містяться описи комплектуючих виробів, вживаних у проектах, умовні графічні позначення (УГП), використовувані при створенні схем електричного вигляду і тактових циклограм, дані про моделі ПЛК. База даних відкрита для користувача. У будь-який момент часу в неї можна додавати нові комплектуючі вироби, УГП, нові моделі ПЛК.

Редактор схем і звітів функціонує в середовищі системи КОМПАС-Графік. У ньому створюються, редагуються, оформляються і виводяться на друк документи проекту. Для керування проектами і їх документами в Редакторі передбачений Менеджер проектів.

Для проектування експлуатаційної документації на ПЛК використовуються Редактор моделей і Редактор документації ПЛК. З їх допомогою здійснюється додавання або редагування

моделей ПЛК, а також проектування і розрахунок даних для експлуатаційної документації на ПЛК.

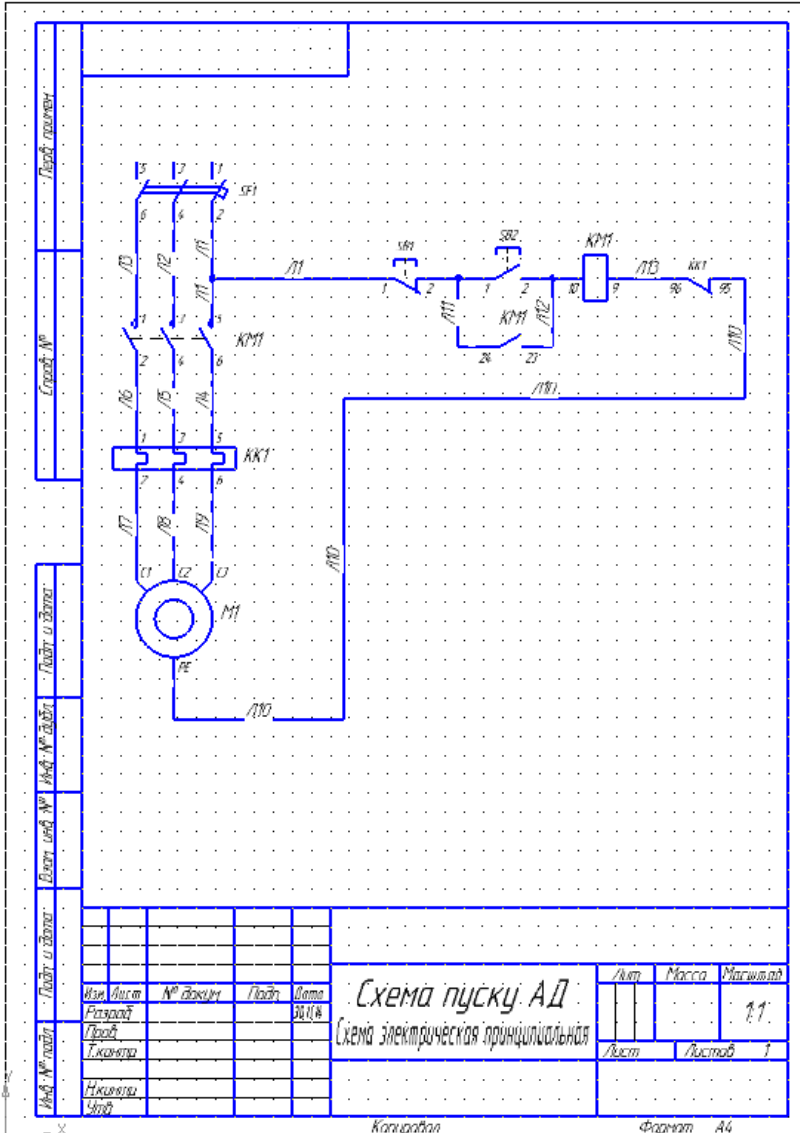
Основні функції КОМПАС-Електрик Pro:

- ✓ розробка електричних схем різного типу;
- ✓ генерація текстових звітів (переліків, відомостей, специфікацій);
- ✓ розробка експлуатаційної документації на ПЛК;
- ✓ проектування тактових циклограм;
- ✓ вибір і вставка в схему УГП апаратів і пристроїв;
- ✓ побудова електричних з'єднувачів (ліній зв'язку і груп, електричних шин);
- ✓ призначення типів виробів апаратам, пристроям і з'єднувачам;
- ✓ автоматичний розрахунок і оптимізація з'єднань між апаратами і пристроями;
- ✓ автоматичний розподіл адресного простору ПЛК;
- ✓ автоматичний розподіл модулів у блоках, а блоків у шафах керування;
- ✓ контроль даних, що вводяться користувачем, на всіх етапах проектування;
- ✓ сервісні функції з ведення проектів електроустаткування;
- ✓ сервісні функції з ведення бази даних системи.

Контрольні питання та завдання до розділу 5

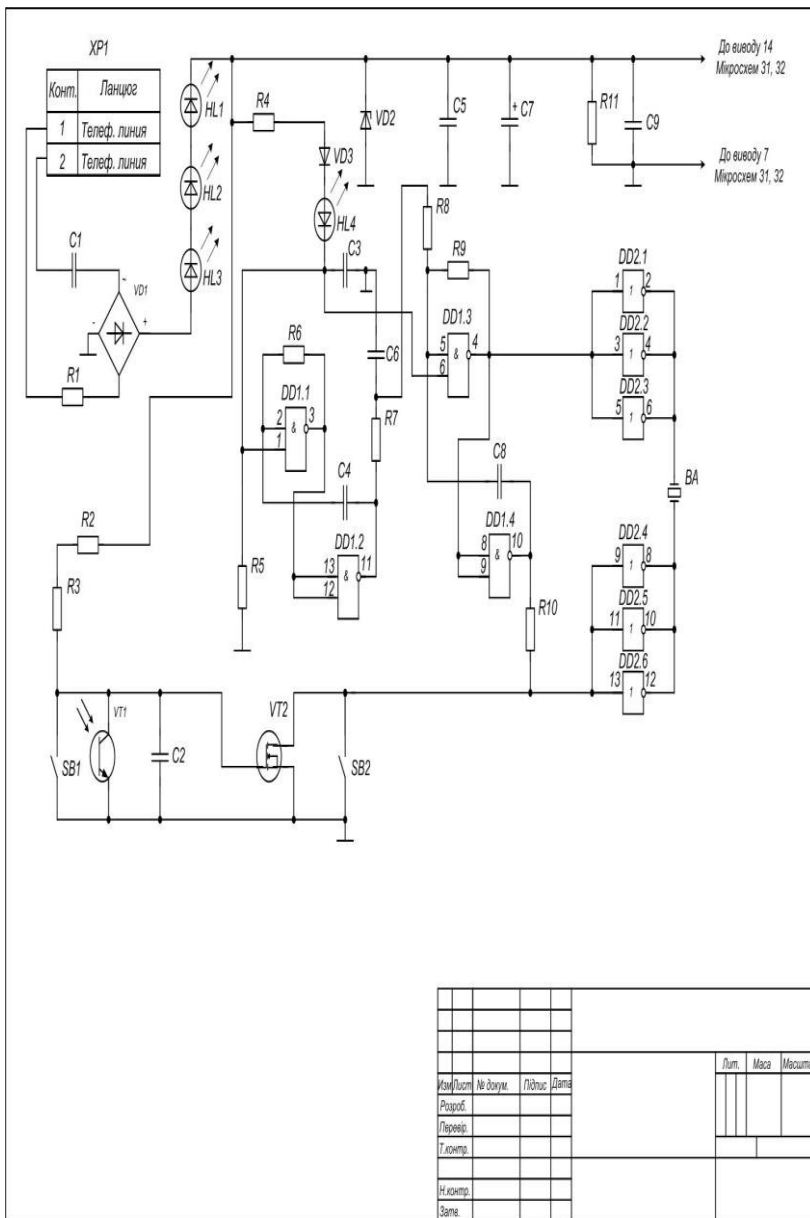
1. Основне призначення системи КОМПАС-Електрик.
2. З яких основних модулів складається система КОМПАС-Електрик?
3. Перерахуйте основні функції системи КОМПАС-Електрик.
4. За допомогою системи КОМПАС-Електрик виконати подані нижче електричні принципові схеми і створить перелік елементів до них.

Завдання 1

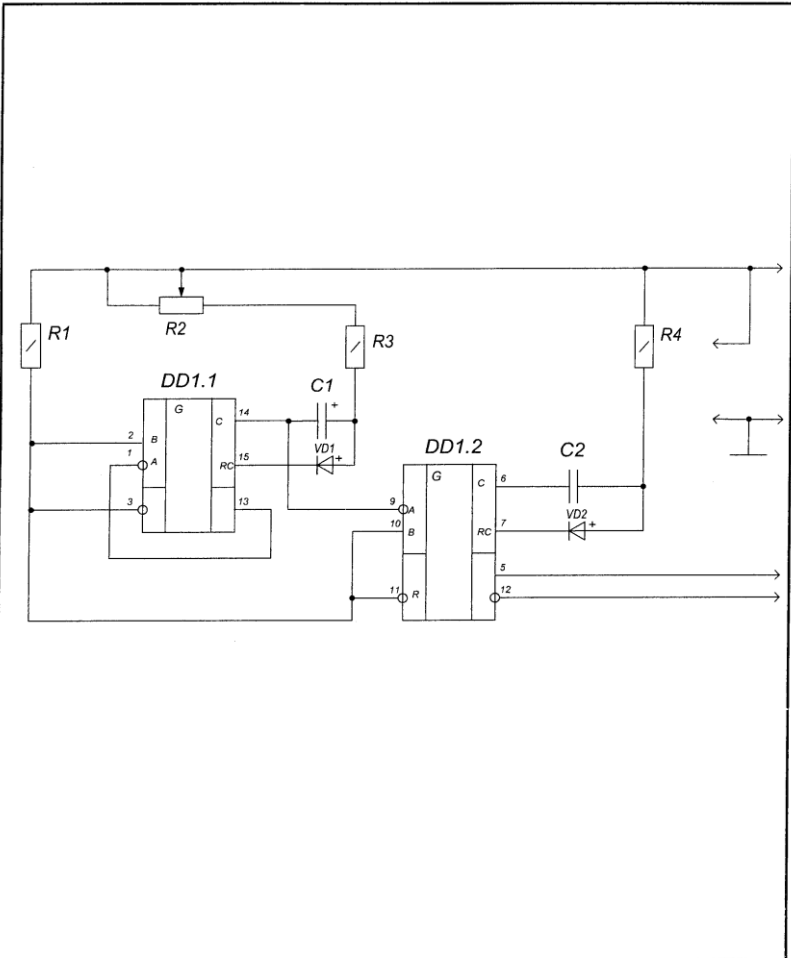


SB	Вимикач МТ-1	1	
	<u>Роз'єми</u>		
XP1	МРН-3Ш	1	
XP2	МРН-5Ш	1	
			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис Дата

Завдання 3



Завдання 4



Взм. Лист	№ док.им.	Подп.	Дата	Схема електрична принципова			Лист	Масштаб
Разраб.								
Проб.				Лист		Листов	1	
Н.контр.								
Утв.								

ІМЕННИЙ ТА ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

А	ескіз	78
Аналіз	9	
Б		
бібліотека	104	
болт	103	
буквиця	12	
В		
векторна графіка	19	
вершина	82	
вид	100	
виріб	29	
відомість комплектуючих	153	
відрізок	57	
візуальний інтерпритатор	8	
віньєтка	13	
вісь обертання	88	
вісь симетрії	73	
Г		
гайка	103	
гвинт	103	
грань	82	
графіка	11	
графічний дизайн	8	
графічний редактор	38	
Д		
деталь	41	
дизайн	9	
ділова графіка	13	
допоміжна пряма	56	
дуга	60	
Е		
екслібрис	12	
електрична шина	162	
еліпс	61	
емблема	12	
З		
заземлення	164	
заставка	12	
збірка	41	
з'єднання з корпусом	164	
зовнішнє підключення	172	
зовнішня бібліотека	50	
І		
інтерфейс	105	
інформація	124	
К		
каркас	20	
картуш	12	
каталог	34	
клема	163	
колір	25	
коло	58	
компонування	8	
комп'ютерна графіка	5	
креслення	42	
Л		
леандр	12	
логотип	11	
М		
макетування	9	
менеджер бібліотек	106	
О		
обрив лінії зв'язку	165	
орнамент	12	
П		
параметрична модель	128	
піксель	18	

плагіни.....	23
проекція.....	100
Р	
растрова графіка.....	18
ребро.....	82
С	
скруглення.....	63
специфікація.....	42
спрощена прорисовка.....	97
стиль.....	49

Т	
тіло деталі.....	82
точка зв'язку.....	165
точка.....	55
транзистор.....	137
Ф	
фаска.....	63
фрагмент.....	42
Ш	
Штрихування.....	66

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Красильникова Г.А. Автоматизация конструкторских работ в среде КОМПАС-3D : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Г.А. Красильникова, В.В. Самсонов. – [2-е изд., стер.]. – М.: Издательский центр "Академия", 2009. – 224 с.
2. Талатай П.Г. Компьютерный курс начертательной геометрии на базе КОМПАС-3D / П.Г. Талатай. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 608 с.
3. Ганин Н.Б. КОМПАС-3D. Самоучитель / Н.Б. Ганин. – М.: ДМК Пресс, 2005. – 384 с.
4. Головкина В.Б. Применение системы трехмерного геометрического моделирования КОМПАС-3D для решения задач начертательной геометрии: Учеб.-метод. пособие / В.Б. Головкина, О.Н. Чиченева, И.В. Дохновская; под ред. Л.О. Мокрецової. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2008. – 91 с.
5. Теверовский Л.В. КОМПАС-3D в электротехнике и электронике / Теверовский Л.В. – М.: ДМК Пресс, 2009. – 168 с.
6. КОМПАС-Электрик. Руководство пользователя. – М.: АСКОН, 2010. – 324 с.
7. Шмиг Р.А. Інженерна компютерна графіка : Навч. пос. / Р.А. Шмиг, В.М. Боярчук, І.М. Добрянський, В.М. Барабаш; За заг. Ред. Р.А. Шмига. – Львів: Априорі, 2004. – 346 с.
8. Норенков И.П. Автоматизированное проектирование. – М., 2000. – 188с.
9. Соловьев В.В. Система автоматизированного проектирования. САПР - вопросы и ответы./ Уч.пособие – М.: Российский университет дружбы народов, 2004. – 24с.
10. Автоматизация производства: Учебник. /В.Н. Брюханов, А.Г.
11. Схиртладзе, В.П. Вороненко; под.ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Высш.шк., 2005. – 367с.
12. Герасимов А.А. Самоучитель Компас – 3D V8. – СПб.: БХВ – Петербург, 2007. – 544с.
13. Герасимов А.А. Самоучитель Компас – 3D V9. Трехмерное проектирование. – СПб.: БХВ – Петербург, 2008. – 400с.
14. Шалумов А.С., Багаев Д.В. Система автоматизированного проектирования КОМПАС- ГРАФИК: Часть 1. Введение в КОМПАС: Уч. пособие. – Ковров: КГТА, 2003. - 42 с.

15. Шалумов А.С., Багаев Д.В., Осипов А.С. Система автоматизированного проектирования КОМПАС – ГРАФИК: Часть 2. Проектирование в КОМПАС: Уч.пособие. – Ковров: КГТА, 2005. – 42с.

16. Конструкторская подготовка производства в машиностроении и металлообработке // Решения АСКОН, 2007. – 44с.

17. Технологическая подготовка производства в машиностроении и металлообработке // Решения АСКОН, 2007. – 32с.

18. Креслення електричних схем та друкованих плат : навчальний посібник / [Вітюк О. П., Колесницький О. К., Кормановський С. І. та ін.] – Вінниця : ВДТУ, 2001. – 108 с.

19. Михайленко В. Є. Інженерна графіка : підручник / Михайленко В. Є., Ванін В. В., Ковальов С. М.; за ред. В. Є. Михайленка. – К. : Каравела, 2008. – 272 с.

20. Ванін В. В. Оформлення конструкторської документації : Навч. посіб. / Ванін В. В., Бліок А. В., Гнітецька Г. О. – [3-є вид.] – К. : Каравела, 2004. – 160 с.

21. Інженерна та комп'ютерна графіка : підручник / [Михайленко В. Є., Найдиш В. М., Підкоритов А.М. та ін]; за ред. В. Є. Михайленка. – [2-ге вид., перероб.] – К. : Вища шк., 2001. – 350 с.

22. Александров К. К. Электротехнические чертежи и схемы / Александров К. К., Кузьмина Е. Г. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.

23. Усатенко С. Т. Графическое изображение электрорadiосхем / Усатенко С. Т., Каченюк Т. К., Терехова М. В. – К. : Техника, 1986. – 120 с.

24. Романычева Э. Т. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА / Романычева Э. Т. и др. – М. : Радио и связь, 1984. – 256 с.

25. Шило В. Л. Популярные цифровые микросхемы : Справочник / Шило В. Л. – М. : Радио и связь, 1982. – 128 с.

26. Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы / Под ред. С. В. Якубовского. – [2-е изд., перераб.] – М. : Радио и связь, 1984. – 432 с.