

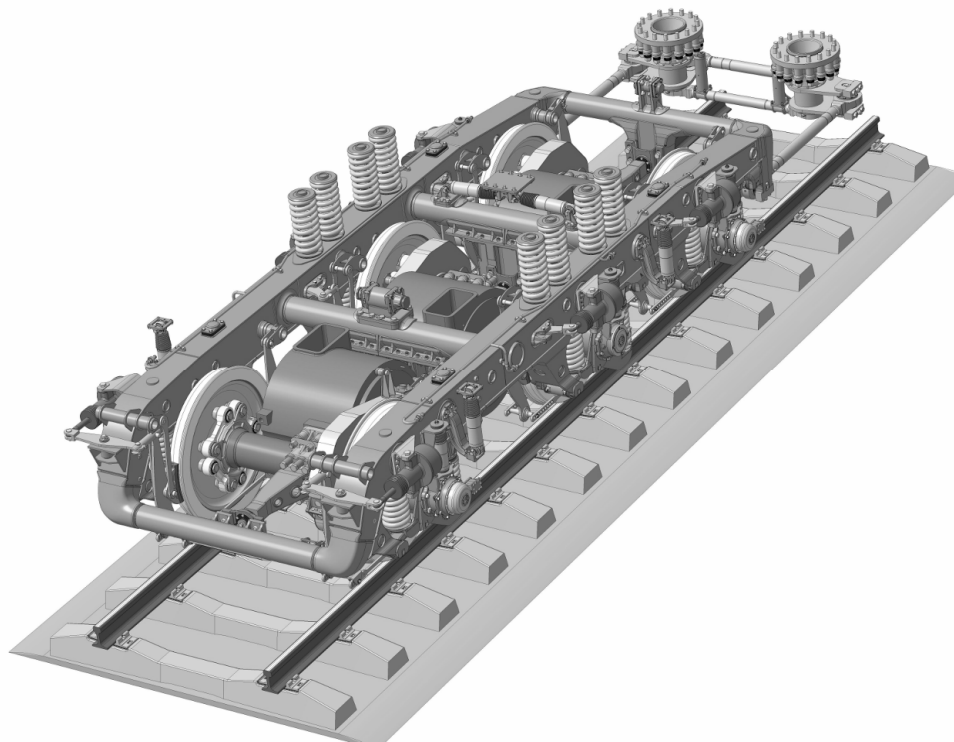
О.Ф. БАБІЧЕВА,
С.М. ЄСАУЛОВ

КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ

Навчальний посібник

з дисципліни

«АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ»



ХАРКІВ – ХНАМГ – 2009

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

О.Ф. БАБІЧЕВА,
С.М. ЄСАУЛОВ

КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

з дисципліни

«АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ»

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів*

ХАРКІВ – ХНАМГ – 2009

УДК 004.896

ББК 32.965.3

Б12

*Гриф надано Міністерством
освіти і науки України
(протокол від 29 липня 2009 р.
№1/11-6239)*

Автори: О.Ф. Бабічева, С.М. Єсаулов

Рецензенти: **О.М. Ларін** д.т.н., проф., завідувач кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки Університету цивільного захисту України;

М.А. Подригало д.т.н., проф., завідувач кафедри технології машинобудування і ремонту машин Харківського національного автомобільно-дорожнього університету;

М.О. Подустов д.т.н., проф., зам.завідувача кафедри автоматизації хіміко-технологічних систем і екологічного моніторингу Харківського національного політехнічного університету «ХПІ»

Редактор: М.З. Аляб'єв

Бабічева О.Ф., Єсаулов С.М. Комп'ютерне проектування електромеханічних пристроїв: Навчальний посібник з дисципліни «Автоматизоване проектування електромеханічних систем» (для студентів 5 – 6 курсів спец. 7.092203, 8.092203 - «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод») – Харків: ХНАМГ, 2009. - 281 с.

У навчальному посібнику розглядається застосування систем автоматизованого проектування для електромеханічних систем. Докладно представлено теоретичні основи й структуру САПР. Розглянуто способи переходу від комп'ютерної моделі до реального технологічного об'єкта. Приділено увагу основним прийомам роботи в системі комп'ютерного проектування КОМПАС і її взаємодії з іншими додатковими програмними продуктами. Наведено авторську програму SinSys, як додатковий графічний редактор, а також програмний помічник при виконанні типових розрахунків і експериментів з електронними моделями компонентів, вузлів і механізмів реальних технологічних рішень.

Призначений для студентів електромеханічних спеціальностей вищих навчальних закладів та спеціалістів, які займаються проектуванням електромеханічного та іншого обладнання.

Табл. – 22, іл. – 238, бібліогр. – 16 найменувань.

ISBN 966-695-053-7

© О.Ф. Бабічева, С.М. Єсаулов
ХНАМГ, 2009

УМОВНІ СКОРОЧЕННЯ

- CAD - Computer Aided Design - комп'ютерна підтримка конструювання;
CAE - Computer Aided Engineering - комп'ютерна підтримка інженерного аналізу;
CAM - Computer Aided Manufacturing - комп'ютерна підтримка виготовлення;
CALS - Computer Aided Logistic Systems - автоматизовані логістичні системи;
CAPP - Computer Automated Process Planing - етап технологічної підготовки виробництва;
PDM - Product Data Management - системи керування проектними даними;
АБД – автоматизований банк даних;
АС - автоматизована система;
АСК – автоматизована система керування;
АСКП - автоматизована система керування підприємством;
АСНД - автоматизована система наукових досліджень;
АСТПВ - автоматизована система технологічної підготовки виробництва;
АРМ - автоматизовані робочі місця;
БД – база даних;
БЖ – блок живлення;
БнД – банк даних;
ГВС – гнучка виробнича система;
Г АВ – гнучке автоматизоване виробництво;
ДСК – дійсна система координат;
ДЖ – джерело живлення;
ЄІП – єдиний інформаційний простор;
ЕОМ – електронна обчислювальна машина;
ЕТПВ – етап технологічної підготовки виробництва;
ІЗ – інформаційне забезпечення;
ІЛТ – інформаційно-логічна таблиця;
ІПС – інформаційно-пошукова система;
ІТ – імпульсний трансформатор;
КП – керуюча програма;
КСАП – комплексна система автоматизованого проектування;
ЛЗ – лінгвістичне забезпечення;
ЛК – ліва кнопка миші;
ЛСК – локальна система координат;
МЗ – математичне забезпечення;
МКЕ – метод кінцевих елементів;
МтЗ – методичне забезпечення;
ОЗ – організаційне забезпечення;
ОК – обчислювальний комплекс;

ОС – операційна система;
ПЗ – програмне забезпечення;
ПК – персональний комп'ютер;
ПЛК – програмовані логічні контролери;
ПМК – програмно-методичний комплекс;
ПР – програмований робот;
ПТК – програмно-технічний комплекс;
ПП – пакети програм;
ППП – пакети прикладних програм;
ПрК – права кнопка миші;
ПТК – програмно-технічний комплекс;
СА – система автоматизації;
САПР – система автоматизованого проектування;
СКБД - система керування базами даних;
ТЗ – технічні засоби або технічне забезпечення;
ТО – технологічний об'єкт;
ТПВ - технологічна підготовка виробництва;
ТП – технологічний процес;
УГП – умовні графічні позначення;
ЦБК – центральні обчислювальні комплекси;
ЧПК – чисельно-програмне керування.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	Стор. 10
Частина I. СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ І ЇХ СТРУКТУРА.....	12
1. ВСТУП ДО АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ.....	13
1.1. Поняття автоматизованого проектування.....	13
1.2. Структура САПР.....	13
1.3. Різновиди САПР.....	15
2. ТЕХНОЛОГІЇ І ЗАСОБИ ПРОЕКТУВАННЯ.....	17
2.1. Вимоги до систем автоматизованого проектування.....	17
2.2. Призначення CAD/CAE/CAM систем.....	17
2.3. Рівні CAD/CAE/CAM систем.....	18
2.4. Модульність CAD/CAE/CAM систем.....	20
2.5. Функції, характеристики і приклади CAE/CAD/CAM – систем.....	21
2.6. Програмні мови.....	22
2.7. Поняття про CALS-технологію.....	23
2.8. Комплексні автоматизовані системи.....	24
3. МЕТА І ПРИНЦИПИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ. СТРУКТУРА ПРОЦЕСУ ПРОЕКТУВАННЯ	26
3.1. Складові підсистеми і технічні засоби САПР.....	26
3.2. Цілісність і комунікативність САПР.....	27
3.3. Основні принципи автоматизованого проектування.....	28
4. КЛАСИФІКАЦІЯ САПР.....	29
5. ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ САПР.....	31
6. СКЛАД І СТРУКТУРА САПР.....	34
7. ВИДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ САПР.....	40
7.1. Математичне забезпечення САПР.....	41
7.2. Програмне забезпечення САПР.....	43
7.3. Інформаційне забезпечення САПР.....	47
7.4. Технічне забезпечення САПР.....	54
7.5. Лінгвістичне забезпечення САПР.....	55
7.6. Методичне забезпечення САПР.....	57
7.7. Організаційне забезпечення САПР.....	58
8. ПОСЛІДОВНІСТЬ ПІДГОТОВКИ ЗАВДАНЬ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ НА ЕОМ.....	59
8.1. САПР технологічної підготовки виробництва.....	63
9. ВЗАЄМОДІЯ САПР З ІНШИМИ АВТОМАТИЗОВАНИМИ СИСТЕМАМИ.....	66
Частина II. ПРОЕКТУВАННЯ В СИСТЕМІ КОМПАС.....	71
10. КОМПАС – ШВИДКИЙ СТАРТ.....	72
10.1 Запуск системи КОМПАС.....	72
10.2 Відкриття нового документа.....	72

	Стор.
10.3. Налаштування робочих параметрів креслення.....	74
10.4. Збереження документа.....	77
11. ЕКРАН СИСТЕМИ КОМПАС ТА ЙОГО ОСНОВНІ ПАНЕЛІ І МЕНЮ.....	78
11.1. Стандартна панель екрану.....	79
11.2. Панель «ВИД».....	79
11.3. Панель «ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ».....	80
11.4. Компактна панель інструментів.....	81
11.4.1. Інструментальна панель «ГЕОМЕТРИЯ».....	82
11.4.2. Інструментальна панель «РАЗМЕРЫ».....	83
11.4.3. Інструментальна панель «ОБОЗНАЧЕНИЯ».....	84
11.4.4. Інструментальна панель «РЕДАКТИРОВАНИЕ».....	85
11.4.5. Інструментальна панель «ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ».....	86
11.4.6. Інструментальна панель «ВЫДЕЛЕНИЕ».....	87
11.4.7. Інструментальна панель «ИЗМЕРЕНИЯ 2D».....	89
11.5. Панель властивостей.....	90
12. ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ У СИСТЕМІ КОМПАС.....	91
12.1. Одиниці виміру.....	91
12.2. Способи введення параметрів об'єктів.....	91
12.3. Основні типи документів у системі КОМПАС.....	92
12.4. Способи створення об'єктів.....	92
12.5. Єдина система конструкторської документації.....	92
12.6. Порядок розробки креслень деталей.....	95
13. ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ В СИСТЕМІ КОМПАС.....	97
13.1. Засоби забезпечення точності побудови об'єктів.....	97
13.1.1. Дискретне переміщення курсору.....	97
13.1.2. Зміна форми курсору.....	98
13.1.3. Встановлення курсору на початок координат.....	98
13.1.4. Характерні точки об'єктів.....	98
13.1.5. Координатна сітка. Прив'язки.....	99
13.2. Види і шари креслення.....	104
13.2.1. Локальна система координат.....	104
13.2.2. Створення видів креслення.....	104
13.2.3. Стан видів.....	106
13.2.4. Шари креслення.....	108
13.2.5. Дерево побудови.....	110
13.3. Виміри на кресленні й розрахунок МЦХ.....	111
13.3.1. Розрахунок МЦХ плоских фігур.....	111
14. ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕННЯ. ВИВЕДЕННЯ У ДРУК ДОКУМЕНТА.....	113
14.1. Зміна структури документа креслення.....	113
14.2. Налаштування параметрів креслення.....	114

	Стор.
14.3. Введення знака невказаної шорсткості.....	114
14.4. Введення технічних вимог креслення.....	116
14.5. Заповнення основного надпису.....	119
14.6. Створення таблиць.....	122
14.6.1. Заходи корегування таблиць.....	124
14.6.2. Збереження таблиці.....	128
14.7. Створення текстового документа та введення тексту в готовий документ креслення.....	128
14.7.1. Введення текстових надписів.....	128
14.7.2. Редагування положення і тексту надпису.....	133
14.7.3. Особливості роботи у текстовому редакторі.....	134
14.8. Друк креслення.....	135
15. СТВОРЕННЯ СПЕЦИФІКАЦІЇ ЗБІРНОГО КРЕСЛЕННЯ.....	145
15.1. Режим створення специфікацій.....	145
15.2. Рядок меню в режимі створення специфікації.....	146
15.3. Панель «Вид» в режимі створення специфікації.....	148
15.4. Панель «Текущее состояние» в режимі створення специфікації.....	148
15.5. Компактна панель інструментів в режимі створення специфікації.....	149
15.5.1. Компактна панель з відкритою панеллю «Форматирование».....	149
15.5.2. Компактна панель з відкритою панеллю «Вставка в текст».....	150
15.6. Панель властивостей в режимі створення специфікації.....	150
15.7. Створення розділу специфікації у файлі збірного креслення.....	151
15.8. Редагування текстової частини.....	153
15.9. Налаштування специфікації.....	154
16. БІБЛІОТЕКИ СИСТЕМИ. ПІДКЛЮЧЕННЯ БІБЛІОТЕК.....	157
16.1. Бібліотека як додаток системи КОМПАС-3D V8.....	157
16.2. Діалогове вікно Менеджер бібліотек.....	157
16.3. Підключення бібліотек.....	161
16.4. Режими роботи бібліотеки.....	163
16.5. Робота з бібліотекою «Материал».....	164
16.6. Панелі інструментів «Конструкторской библиотеки».....	167
16.6.1. Панель інструментів «Профили».....	167
16.6.2. Панель інструментів «Конструктивные элементы».....	167
16.6.3. Панель інструментів «Крепёжные изделия».....	167
16.7. Бібліотека КОМПАС-SPRING.....	168
17. 3D МОДЕЛЮВАННЯ У КОМПАСІ.....	172
17.1. Створення файлу моделі.....	172
17.2. Особливості інтерфейсу.....	173

	Стор.
17.2.1. Керуючі елементи і команди.....	173
17.2.2. Компактна панель інструментів.....	175
17.3. Керування зображенням.....	186
17.3.1. Поворот моделі.....	186
17.3.2. Вибір об'єктів у вікні моделі.....	187
17.3.3. Орієнтація моделі.....	189
17.4. Діалог настройки параметрів керування зображенням.....	191
17.5. Відображення моделі.....	194
17.6. Фільтри об'єктів.....	199
17.6.1. Вибір прихованих, співпадаючих або близько розташованих об'єктів.....	200
17.6.2. Установка фільтрів виводу.....	201
17.7. Вибір об'єктів у дереві побудови.....	201
17.7.1. Вибір об'єктів.....	201
17.8. Настройка кольору фону екрану для моделей.....	202
17.9. Настройка кольору виділених об'єктів.....	204
17.10. Керування видимістю об'єктів.....	205
17.11. Керування відображенням елементів.....	206
17.12. Діалог настройки кольору моделі.....	208
18. ОСНОВНІ ПРИЙОМИ МОДЕЛЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ.....	211
18.1. Вимоги до ескізів.....	211
18.1.1. Вимоги до елемента витискування.....	211
18.1.2. Вимоги до елемента обертання.....	211
18.1.3. Вимоги до кінематичного елемента.....	212
18.2. Загальні властивості формоутворюючих елементів.....	213
18.2.1. Створення основи деталі.....	214
18.2.2. Виконання формоутворюючих операцій.....	215
18.2.3. Виконання формоутворюючих операцій.....	217
18.2.4. Команда «Деталь-заготовка».....	220
18.2.5. Робота з іншими командами формоутворюючих елементів.....	220
19. ПРОЕКТУВАННЯ ТРИВИМІРНИХ МОДЕЛЕЙ В СИСТЕМІ КОМПАС.....	224
19.1. Режим створення збірки 3D.....	224
19.2. Компактна панель в режимі «Сборка».....	225
19.3. Особливості створення моделі збірки.....	227
19.3.1. Контроль зіткнень.....	228
19.3.2. Редагування збірки.....	229
19.3.3. Перевірка перетинів компонентів.....	231
19.4. Приклад проектування моделі способом «знизу - вгору».....	233
19.5. Рознесення компонентів збірки.....	239

Частина III. ЗАСТОСУВАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ПРОГРАМ ПРИ	
ПРОЕКТУВАННІ. ПРОГРАМА SinSys.....	241
20. ПРОГРАМНІ ПРОДУКТИ ДЛЯ ТРИВИМІРНОГО	
ПРОЕКТУВАННЯ І КОНСТРУЮВАННЯ В КОМПАС-3D.....	242
20.1. Програмні продукти для конструкторської підготовки	
виробництва в машинобудуванні й металообробці.....	242
20.1.1. Інтегрована система моделювання тіл обертання	
КОМПАС-Shaft 3D.....	242
20.1.2. Бібліотека анімації.....	243
20.1.3. Бібліотека фотореалістики.....	243
20.1.4. Проектування електрообладнання.....	245
20.1.5. Спільна робота КОМПАС-3D з іншими	
системами.....	250
20.2. Програмні продукти для технологічної підготовки	
виробництва в машинобудуванні й металообробці.....	250
21. ПРОГРАМА SinSys.....	255
21.1 Особливості спеціальних програмних продуктів.....	255
21.2 Застосування програми SinSys.....	257
21.3 Підготовка фрагментів ілюстрацій для технічної	
документації.....	267
21.4 Економічний аналіз проекту.....	272
21.5 Інші завдання при підготовці комп'ютерних проектів.....	274
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	276

ВСТУП

Широке впровадження комп'ютеризації в умовах науково-технічного прогресу забезпечує зростання продуктивності праці в суспільному виробництві. Разом з тим коли продуктивність праці у сфері виробництва з початку століття виросла в сотні разів, то в області проектування ця величина тільки наближається до двократного збільшення. Тривале проектування нерідко є причиною затримки впровадження досягнень науки і техніки в промисловості, що не відповідає потребам розвитку економіки. Такий стан справ пов'язаний і з модернізацією діючого устаткування на об'єктах різного призначення.

Комунальні підприємства, що входять у сферу обслуговування населення, до яких відносяться всі об'єкти міського транспорту, в даний час мають морально застаріле електромеханічне устаткування. Це устаткування безперервно експлуатується, обслуговується і ремонтується згідно з встановленими термінами. Оскільки надання послуг населенню не може бути перерване, оновлення або заміна діючого устаткування на транспортних підприємствах завжди пов'язані з необхідністю одночасного вирішення комплексу технологічних, технічних і соціальних питань. Очевидно, що в числі цих завдань першорядне місце займає проектування, яке повинне здійснюватися не тільки в строго встановлені терміни, але й враховувати можливість використання технологічного устаткування, або його компонентів при реалізації проектів для модернізації.

Для розробки проектів удосконалення технологічних об'єктів транспорту в даний час застосовують системи автоматизованого проектування (САПР), які реалізуються за допомогою персональних комп'ютерів (ПК) і спеціального програмного забезпечення. Одним з важливих досягнень САПР слід вважати акумуляцію величезного досвіду проектування технічних засобів різного призначення, накопиченого кваліфікованими інженерами-конструкторами, який реалізований у програмному продукті.

Автоматизоване проектування дозволяє значно скоротити суб'єктивізм при ухваленні рішень, підвищити точність розрахунків, вибрати якнайкращі варіанти для реалізації на основі строгого математичного аналізу всіх або більшості варіантів проекту з оцінкою технічних, технологічних і економічних характеристик виробництва і експлуатації проектного об'єкта.

САПР сприяє скороченню термінів проектування і передачі конструкторській документації у виробництво, в якій в повному об'ємі використовуються не тільки уніфіковані вироби й стандартні компоненти, але й всі застарілі елементи діючих пристроїв, властивості яких не погіршали за час їх експлуатації.

У даному навчальному посібнику разом з освоєнням системи для автоматизованого проектування на основі програмного продукту САПР КОМПАС розглянуто практичні приклади, з вирішенням яких стикаються

інженери-електромеханіки на об'єктах транспорту, оснащених нестандартним устаткуванням. До таких завдань належать: проектування пристроїв для обробки різних деталей механічного устаткування при їх ремонті, великого асортименту електротехнічного устаткування, засобів автоматизації технологічних об'єктів і установок, пристроїв діагностування компонентів електромеханічного устаткування до і після їх ремонту, ексклюзивних локальних водоочисних установок безперервної дії, вживаних при щоденному обслуговуванні транспорту в мийно-прибиральних корпусах, різноманітного обладнання, що підвищує рівень охорони праці персоналу депо та ін. Багато цих проектів повинні відображати оригінальний технічний дизайн розробок, враховувати ергономічні вимоги й обов'язково забезпечувати безпеку праці обслуговуючого персоналу.

При використанні САПР КОМПАС можливе застосування бібліотеки додаткових програмних продуктів, що дозволяють виконувати рутинні розрахунки великої кількості номіналів, особливо однотипних елементів в електротехнічних пристроях, для скорочення терміну вибору їх з номенклатури компонентів, що серійно випускаються промисловістю.

У САПР конструктору надається можливість визначити допустимий знос компонентів устаткування при експлуатації. У прикладах розглядаються величини, контроль яких побічно може служити параметром для діагностування, наприклад, деталей навіть при щоденному огляді механічного устаткування транспорту.

Пропонований авторський оригінальний навчальний продукт SinSys (синтез систем автоматики) демонструє можливості сучасних Windows-додатків для виконання рутинних розрахунків автоматизації отриманих даних проведення економічного аналізу конструкторського рішення на основі дослідження патентного пошуку аналогічних технічних розробок та ін.

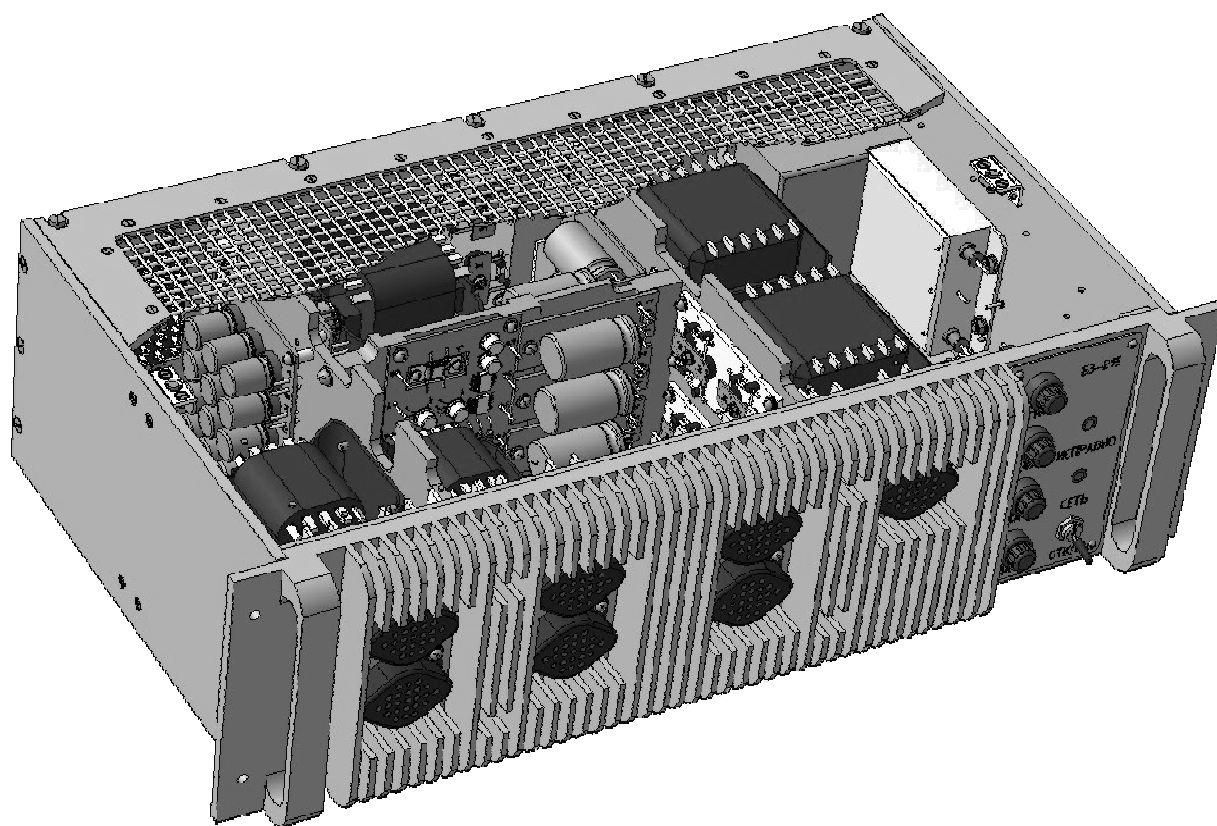
Освоєння САПР і використання цих можливостей, орієнтованих на певний клас завдань які будуються за модульним принципом з універсальними інформаційними зв'язками між ними, а вирішення задач виконується у строго певному класі устаткування з єдиними інформаційним масивом і банками даних.

Освоєння САПР охоплює питання технічної естетики і дизайну з метою прищепити у проектувальників естетичне відчуття розглядати проєктовані пристрої як вироби, якими приємно і зручно буде користуватися і при експлуатації, і під час ремонту.

Немає сумніву, що сучасні методи проектування автоматизованих технологічних об'єктів (ТО) за допомогою програмних засобів постійно удосконалюватимуться, а їх освоєння сприятиме формуванню фахівців, підготовка яких суттєво відрізняється від покоління інженерів, знання яких отримувалися без сучасних персональних комп'ютерів.

ЧАСТИНА І

СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ І ЇХ СТРУКТУРА



1. ВСТУП ДО АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Поняття автоматизованого проектування

Під *автоматизацією проектування* розуміється такий спосіб виконання процесу розробки проекту, коли проектні процедури й операції здійснюються розробником виробу при тісній взаємодії з ПК.

Система автоматизованого проектування (САПР) - це система, що включає користувача (інженера, конструктора, технолога) і комплекс засобів автоматизації проектування, який утворюють технічне (ПК), програмне, математичне, інформаційне, лінгвістичне, методичне, організаційне забезпечення.

Розрізняють автоматизоване й автоматичне проектування. **Автоматизованим** називають проектування, при якому всі перетворення описів об'єкта і алгоритму його функціонування, а також представлення описів на різних мовах здійснюються взаємодією людини і ПК. **Автоматичним** є проектування, при якому всі перетворення описів об'єкта і алгоритму його функціонування, а також представлення опису на різних мовах здійснюються без участі людини [1].

Розвиток САПР ґрунтується на сучасній науково-технічній базі. До неї входять засоби обчислювальної техніки – мікро-ЕОМ і міні-ЕОМ, персональні комп'ютери, обчислювальні системи, розподільні обчислювальні мережі, нові методи подання і обробки інформації, побудовані на принципах штучного інтелекту, а також нові чисельні методи вирішення складних технічних завдань і оптимізації.

Сучасний ринок САПР пропонує широкий спектр програмних продуктів для вирішення великого кола завдань за допомогою ПК, всі ці продукти можна класифікувати за рівнями [1].

1.2. Структура САПР

САПР складається з підсистем (рис. 1.1). Розрізняють підсистеми проектуючі й обслуговуючі.

Проектуючі підсистеми безпосередньо виконують проектні процедури. Прикладами проектуючих підсистем можуть служити підсистеми геометричного тривимірного моделювання механічних об'єктів, виготовлення конструкторської документації, аналізу схемотехніки, трасування з'єднань у друкарських платах.

Обслуговуючі підсистеми забезпечують функціонування проектуючих підсистем, їх сукупність часто називають системним середовищем (або оболонкою) САПР. Типовими обслуговуючими підсистемами є *підсистеми керування проектними даними (PDM - Product Data Management)*, *керування процесом проектування (DESPM - Design Process Management)*, призначеного для користувача інтерфейсу, для зв'язку розробників з ЕОМ, CASE (*Computer*

Aided Software Engineering), для розробки й супроводу програмного забезпечення САПР, навчальні підсистеми для освоєння користувачами технологій, реалізованих в САПР [2].

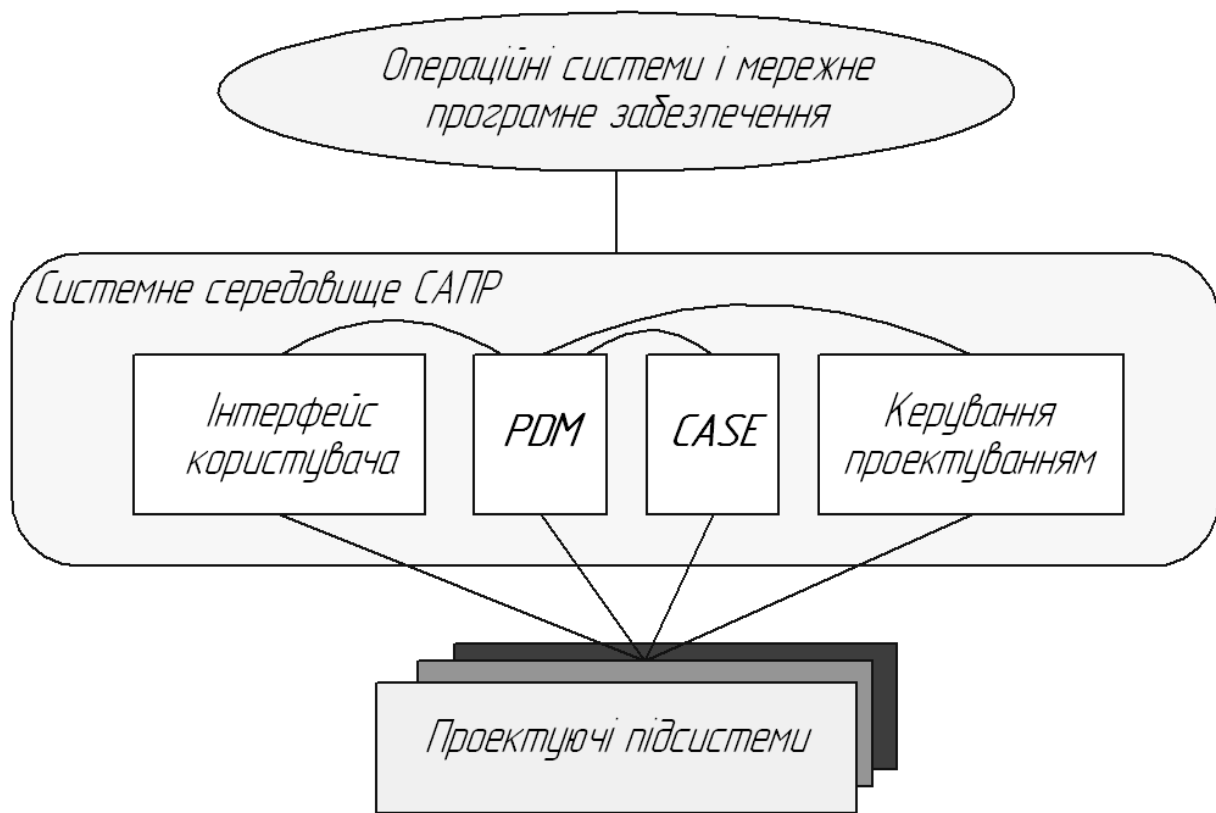


Рис. 1.1 - Структура програмного забезпечення САПР

САПР складається із семи взаємозв'язаних засобів забезпечення:

- *технічне (ТЗ)* - включає різні апаратні засоби (ЕОМ, периферійні пристрої, мережне комутаційне устаткування, лінії зв'язку, вимірювальні засоби);

- *математичне (МЗ)* - об'єднує математичні методи, моделі й алгоритми для виконання проектування;

- *програмне (ПЗ)* - представлене комп'ютерними програмами САПР;

- *інформаційне (ІЗ)* - складається з *баз даних (БД)*, систем керування базами даних (СКБД), а також інших даних, використовуваних при проектуванні; відзначимо, що вся сукупність використовуваних при проектуванні даних називається інформаційним фондом САПР, а БД разом з СКБД має назву *банку даних (БНД)*;

- *лінгвістичне (ЛЗ)* - виражається мовами спілкування між проектувальниками і ЕОМ, мовами програмування і мовами обміну даними між технічними засобами САПР;

- *методичне (МтЗ)* - включає різні методики проектування, іноді до МтЗ відносять також математичне забезпечення;

- *організаційне (ОЗ)* - представлене штатними розкладами, посадовими інструкціями та іншими документами, що регламентують роботу проектного підприємства.

Нижче детальніше розглядаються види забезпечення САПР та їх взаємозв'язок.

1.3. Різновиди САПР

Найбільш представницькими й широко використовуваними є наступні групи САПР [2]:

1. САПР для застосування в галузях загального машинобудування. Їх ще називають машинобудівними САПР або *MCAD (Mechanical CAD)* системами.

2. САПР для радіоелектроніки. Їх назви - *ECAD (Electronic CAD)* або *EDA (Electronic Design Automation)* системи.

3. САПР в області архітектури і будівництва.

Крім того, відоме велике число більш спеціалізованих САПР, які виділяються у вказаних групах, або представляють самостійну гілку в класифікації. Прикладами таких систем є САПР великих інтегральних схем (*BIC*); САПР літальних апаратів, САПР електричних машин і т.п.

За цільовим призначенням розрізняють САПР або підсистеми САПР, що забезпечують різні аспекти проектування. Так, у складі *MCAD* є *CAE/CAD/CAM* системи:

1) *САПР функціонального проектування*, інакше САПР-Ф або *CAE (Computer Aided Engineering)* системи.

2) *конструкторські САПР загального машинобудування* - САПР-К, часто звані просто *CAD* - системами;

3) *технологічні САПР загального машинобудування* - САПР-Т, інакше звані *автоматизованими системами технологічної підготовки виробництва (АСТПВ)* або системами *CAM (Computer Aided Manufacturing)*.

За масштабами розрізняють окремі програмно-методичні комплекси (ПМК) САПР, наприклад, комплекс аналізу міцності механічних виробів відповідно до методу кінцевих елементів (МКЕ) або комплекс аналізу електронних схем, системи ПМК; системи з унікальною архітектурою не тільки програмного (software), але і технічного (hardware) забезпечення.

За характером базової підсистеми розрізняють такі різновиди САПР:

1. *САПР на базі підсистеми машинної графіки і геометричного моделювання*. Ці САПР орієнтовані на додатки, де основною процедурою проектування є конструювання та визначення просторових форм і взаємного розташування об'єктів. Тому до цієї групи систем відносяться більшість графічних ядер САПР в області машинобудування.

У даний час з'явилися уніфіковані графічні ядра, вживані більш ніж в одній САПР, це ядра *Parasolid* фірми *EDS I'mgraphics* і *ACIS* фірми *Intergraph*.

2. *САПР на базі СКБД*. Вони орієнтовані на додатки, в яких при порівняно нескладних математичних розрахунках переробляється великий обсяг даних. Такі САПР переважно зустрічаються, наприклад, при проектуванні бізнес-планів, але мають місце також при проектуванні об'єктів, подібних до щитів керування в системах автоматики.

3. *САПР на базі конкретного прикладного пакету.* Фактично це автономно використовувані програмно-методичні комплекси, наприклад, імітаційного моделювання виробничих процесів, розрахунку міцності за методом кінцевих елементів, синтезу й аналізу систем автоматичного керування і т.д. Часто такі САПР відносяться до систем САЕ. Прикладами можуть служити програми логічного проектування на базі мови VHDL, математичні пакети типу MATHCAD.

4. *Комплексні (інтегровані) САПР,* що складаються із сукупності підсистем попередніх видів САПР. Характерними прикладами комплексних САПР є САЕ/CAD/CAM-системи в машинобудуванні або САПР ВІС. Так, САПР ВІС включає СКБД і підсистеми проектування компонентів, принципів, логічних і функціональних схем, топології кристалів, тестів для перевірки придатності виробів. Для керування такими складними системами застосовують спеціалізовані системні середовища.

? КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Наведіть визначення поняття автоматизованого проектування.
2. Чим відрізняється автоматичне проектування від автоматизованого?
3. Що таке САПР?
4. Назвіть структуру САПР.
5. Які різновиди САПР Ви знаєте?

2. ТЕХНОЛОГІЇ І ЗАСОБИ ПРОЕКТУВАННЯ

2.1. Вимоги до систем автоматизованого проектування

1. Вдосконалення методів проектування, зокрема, використання методів багатоваріантного проектування і оптимізації для пошуку ефективних варіантів і ухвалення рішень.
2. Підвищення частки творчої праці інженера-проектувальника.
3. Підвищення якості проектної документації.
4. Вдосконалення керування процесом розробки проектів.
5. Часткова заміна натурних експериментів і макетування моделюванням на ЕОМ.
6. Зменшення обсягу випробувань і доведення дослідних зразків у результаті підвищення рівня достовірності проектних рішень і, отже, зниження тимчасових витрат.

У даний час ситуація в області САПР технічних систем склалася таким чином, що утворився очевидний розрив між *спеціалізованим інформаційним і програмним забезпеченням*, що реалізовує проектний розрахунок виробів на різних етапах проектування (спеціалізовані САПР), і інструментальними засобами проектування на ЕОМ. Якщо в першому випадку вітчизняна наука має незаперечні пріоритети як в області математичного моделювання технічних систем, побудови інформаційного і програмного забезпечення, так і в області розробки процедур ухвалення рішень, то в області побудови просторових геометричних моделей деталей і вузлів є суттєве відставання від зарубіжних розробок.

Інструментальні засоби - це CAD/CAE/CAM системи, які останнім часом в двигунобудуванні набули великого поширення.

2.2. Призначення CAD/CAE/CAM систем

CAD/CAE/CAM системи призначені для комплексної автоматизації проектування, конструювання і виготовлення продукції машинобудування. У них фактично об'єднані три системи різного призначення, розроблені на єдиній базі, аббревіатури, які розшифровуються таким чином:

CAD - Computer Aided Design - комп'ютерна підтримка конструювання;

CAE - Computer Aided Engineering - комп'ютерна підтримка інженерного аналізу;

CAM - Computer Aided Manufacturing - комп'ютерна підтримка виготовлення;

PDM - Product Data Management - системи керування проектними даними.

Розподіл CAD/CAE/CAM систем за етапами технологічної підготовки виробництва (ТПВ):

- *Етап конструювання (CAD, CAE)* - припускає об'ємне і плоске геометричне моделювання, інженерний аналіз на розрахункових моделях високого рівня, оцінку проектних рішень, отримання креслень.
- *Етап технологічної підготовки виробництва (ETPB)* - на Заході називають *CAPP (Computer Automated Process Planing)* - припускає розробку технологічних процесів, технологічного оснащення, керуючих програм (КП), для устаткування з чисельно-програмним керуванням (ЧПК). Сюди входить завдання САПР ТП - розробка технологічної документації (маршрутної, операційної), що доводиться до робочих місць і регламентує процес виготовлення деталі.
- *Конкретний опис обробки на устаткуванні з ЧПК у вигляді керуючих програм* вводиться в систему автоматизованого керування виробничим устаткуванням, яку на Заході називають *CAM*.

CAE системи

Системи, використовувані для аналізу й оцінки функціональних властивостей проєктованих двигунів, їх систем, вузлів і деталей, охоплюють широке коло завдань моделювання пружно-напруженого, деформованого, теплового стану, коливань конструкції, стаціонарного і нестаціонарного газодинамічного і теплового моделювання з урахуванням в'язкості, турбулентних явищ, прикордонного шару і т.п. Найбільш поширені CAE - системи, що використовують вирішення систем диференціальних рівнянь в приватних похідних методом кінцевих елементів (МКЕ). Вони діляться на універсальні системи аналізу з використанням МКЕ і спеціалізовані. В авіадвигунобудуванні найбільш відомі такі універсальні системи, як Nastran, Ansys, вітчизняні ІСПА, КОСМОС та інші, що дозволяють виконувати різні види аналізу на розподіленому рівні. Спеціалізовані системи МКЕ орієнтовані на конкретні види аналізу. Прикладами таких систем можуть служити пакети Flotran, Fluid, призначені для моделювання гідрогазодинамічних процесів, OPTRIS - для моделювання деформацій та ін.

PDM системи

Використовують на всіх етапах проєктування, дозволяючи здійснювати режим колективного проєктування, автоматизуючи функції керування, пов'язані з цим режимом: призначення і забезпечення класу відповідальності, прав доступу, ведення бази даних проєкту і т.д.

2.3. Рівні CAD/CAE/CAM систем

Залежно від функціональних можливостей, набору модулів і структурної організації CAD/CAE/CAM системи можна умовно розділити на три групи: легкі, середні й важкі системи (рис.2.1).

Легкі системи. Це перший в історичному розвитку, клас систем. До цієї категорії можна віднести такі системи, як CAD-KEY, Personal Designer, ADEM, T-Flex. Вони, як правило, використовуються на персональних

комп'ютерах окремими користувачами. Такі системи призначені в основному для якісного виконання креслень. Вони можуть також використовуватися для двовимірного (2D) моделювання і нескладних тривимірних побудов.

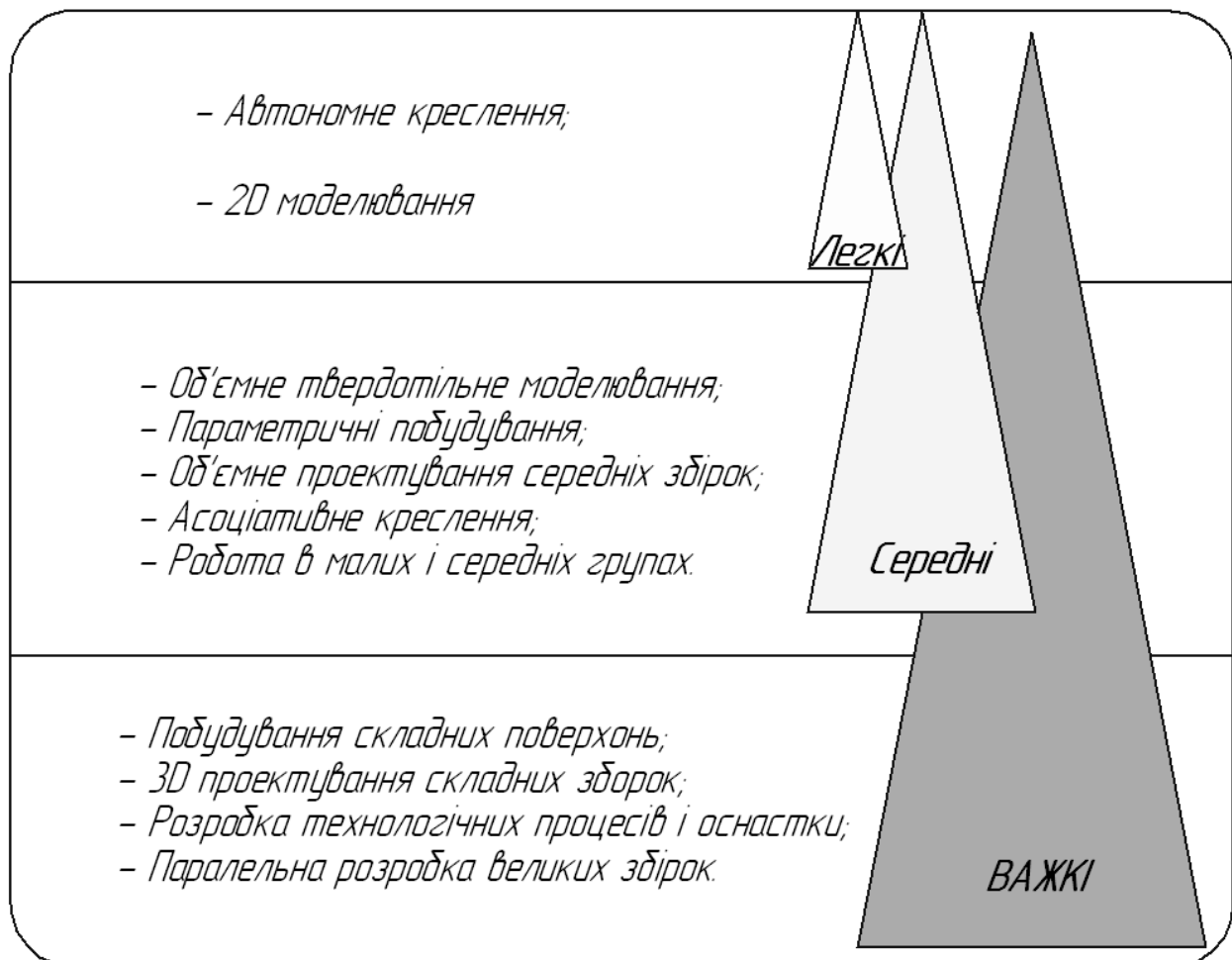


Рис.2.1 – Класи CAD/CAE/CAM систем і обсяги виконуваних функцій

Ці системи досягли останнім часом високого рівня досконалості. Вони прості у використанні, містять безліч бібліотек стандартних елементів, підтримують різні стандарти оформлення графічної документації.

Системи середнього класу. Це клас, що порівняно недавно з'явився, щодо недорогих тривимірних систем CAD. До нього відносяться системи AMD, Solid Edge, Solid Works, AUTOCAD, КОМПАС і т.д. Їх поява пов'язана із збільшенням потужності персональних комп'ютерів і розвитком операційної системи. З їх допомогою можна вирішувати до 80% типових машинобудівних завдань, не залучаючи великі й дорогі CAD/CAM системи важкого класу.

Більшість систем середнього класу ґрунтуються на тривимірному твердотільному моделюванні. Вони дозволяють проектувати більшість деталей загального машинобудування, збірні одиниці середнього рівня складності, виконувати спільну роботу групам конструкторів. У цих системах можливо проводити аналіз перерізів і зазорів у складках.

Системи важкого класу. Такі системи надають повний набір інтегрованих засобів проектування, виробництва, аналізу виробів. У цю категорію систем входять ANSYS, EDS/Unigraphics, Inventor, NASTRAN, ALIAS, ADAMS, I-DEAS, CATIA, Pro/ENGINEER, CADD5, EUCLID, Cimatron. Вони використовують потужні апаратні засоби, як правило, робочі станції з операційною системою UNIX.

Системи важкого класу дозволяють вирішувати широкий спектр конструкторсько-технологічних завдань. Окрім функцій, доступних системам середнього класу, важким CAD/CAM системи доступно:

- проектування деталей найскладнішого типу, що містять дуже складні поверхні;
- виконання побудови поверхонь за результатами обміру реальної деталі, виконання згладжування поверхонь і складних з'єднань;
- проектування масивних зборок, що вимагають ретельного компонування і що містять елементи інфраструктури (кабельні джгути, трубопроводи);
- робота зі складними збірками в режимі варіантного аналізу для швидкого перегляду й оцінки якості компонування виробу.

2.4. Модульність CAD/CAE/CAM систем

Для сучасних систем CAD/CAM характерний модульний принцип побудови. Нижче перерахований склад базових модулів для CAD, CAM і PDM систем [2].

Модулі CAD систем:

- створення об'ємної моделі деталі і вузлів із статичним аналізом складності виробів;
- проектування поверхонь будь-якої складності;
- параметризація розмірів деталей;
- оформлення збірних і моделювальних креслень за об'ємними моделями відповідно до стандартів;
- фотореалістичне відображення виробу з урахуванням текстури матеріалу, кольору й шорсткості поверхні;
- виведення зображення на плотер;
- імпорт-експорт моделі між різними CAD через інтерфейси.

Модулі CAM систем:

- проектування технологічних процесів виготовлення продукції і оснащення;
- динамічний контроль процесу збирання;
- вибір параметрів холодного штампування (імітується весь процес штампування, зокрема «накладення» штампувальних пристроїв на поверхню деталі);
- створення і настройка програм для верстатів з ЧПК (моделюється кінематика верстата, його робоча зона, стійка керування, заготовка, її кріплення і інструмент; на екрані детально відображується процес обробки);

- оптимізація параметрів процесів литва деталей з пластмас;
- модулі програмування для верстатів з ЧПК;
- створення, редагування і моделювання програм вимірювання і контролю відповідності деталі її об'ємної моделі за допомогою координатно-вимірювальної машини.

Модулі PDM систем:

- керування загальною для розробників базою даних;
- інформаційно-пошукова система документування;
- автоматизований розподіл завдань між розробниками;
- завдання статусу кожного розробника;
- визначення структури інформаційних потоків;
- визначення комплексу документації;
- контроль змін;
- контроль виконання мережного план-графіка проекту;
- контроль повноти різномірної інформації про виріб:
 - геометричні дані (модель з розмірами і допусками);
 - креслення;
 - характеристики матеріалів;
 - специфікації;
 - результати міцнісних розрахунків;
 - технологічні процеси виготовлення;
 - програми для верстатів з ЧПК;
 - вартість компонентів;
 - фотореалістичні зображення та ін.;
- автоматизоване створення звітів про проекти за цими даними;
- архівація.

Рівні архівації моделі виробу.

Електронна модель виробу, що складається з перерахованих даних, проходить у процесі створення три рівні архівації:

- 1) архів розробника;
- 2) архів групи розробників;
- 3) загальний архів готових проектів.

Переміщення інформації на вищий рівень відбувається в результаті «електронного підпису» особи, яка ухвалює рішення.

2.5. Функції, характеристики і приклади CAE/CAD/CAM – систем

Функції CAD-систем в машинобудуванні підрозділяють на функції *двовимірного* (2D) і *тривимірного* (3D) проектування. До функцій 2D відносяться креслення, оформлення конструкторської документації, до функцій 3D - отримання тривимірних моделей, метричні розрахунки, реалістична візуалізація, взаємне перетворення 2D і 3D моделей [2].

Основні функції CAM-систем: розробка технологічних процесів, синтез керуючих програм, для технологічного устаткування з числовим програмним керуванням (ЧПК), моделювання процесів обробки, зокрема побудова

траєкторій відносного руху інструменту і заготовки в процесі обробки, генерація процесорів посту для конкретних типів устаткування з ЧПК (NC - Numerical Control), розрахунок норм часу обробки.

Функції САЕ-систем досить різноманітні, оскільки пов'язані з проектними процедурами аналізу, моделювання, оптимізації проектних рішень. До складу машинобудівних САЕ - систем перш за все включають програми для наступних процедур:

- моделювання полів фізичних величин, зокрема аналіз міцності, який найчастіше виконується відповідно до МКЕ;
- розрахунок станів і перехідних процесів на макрорівні;
- імітаційне моделювання складних виробничих систем на основі моделей масового обслуговування і мереж.

Приклади систем моделювання полів фізичних величин відповідно до МКЕ: Nastran, Ansys, Cosmos, Nisa, Moldflow. *Приклади систем моделювання динамічних процесів на макрорівні:* Adams і Dyna - в механічних системах, Spice - в електронних схемах, ПА9 - для багатоаспектного моделювання, тобто для моделювання систем, принципи дії яких засновані на взаємовпливі фізичних процесів різної природи.

Для зручності адаптації САПР до потреб конкретних використань, для її розвитку доцільно мати у складі САПР інструментальні засоби адаптації і розвитку. Ці засоби представлені тією або іншою CASE-технологією, включаючи мови розширення. У деяких САПР застосовують оригінальні інструментальні середовища.

Прикладами можуть служити об'єктно-орієнтоване інтерактивне середовище CAS CADE в системі EUCLID, яка містить бібліотеку компонентів, в САПР T-Kieх CAD 3/J передбачена розробка доповнень в середовищах Visual O+- і Visual Basic

Важливе значення для забезпечення відкритості САПР, її інтегрованості з іншими автоматизованими системами (АС) мають інтерфейси, що представляються реалізованими в системі форматами міжпрограмних обмінів. Очевидно, що в першу чергу необхідно забезпечити зв'язки між САЕ, CAD і САМ-підсистемами.

2.6. Програмні мови

Мови - формати міжпрограмних обмінів - використовуються IGES, DXF. Express (стандарт ISO 10303-11, входить у сукупність стандартів STEP), SAT (формат ядра ACIS) та ін.

Найбільш перспективними вважаються діалекти мови Express, що пояснюється загальним характером стандартів STEP, їх спрямованістю на різне застосування, а також на використання в сучасних розподілених проектних і виробничих системах. Дійсно, такі формати, як IGES або DXF описують тільки геометрію об'єктів, тоді як в обмінах між різними САПР і їх підсистемами фігурують дані про різні властивості й атрибути виробів [3].

Мова Express використовується в багатьох системах інтерфейсу між CAD/CAM-системами. Зокрема, в систему CAD+ STEP включено середовище SDAI (Standard Data Access Interface), в якому можливе подання даних про об'єкти з різних систем CAD і додатків (але описаних за правилами мови Express). CAD++ STEP забезпечує доступ до баз даних більшості відомих САПР з представленням даних у вигляді STEP-файлів. Інтерфейс програміста дозволяє відкривати й закривати файли проектів у базах даних, проводити читання і запис. Як об'єкти можуть використовуватися крапки, криві, поверхні, текст, приклади проектних рішень, розміри, зв'язки, типові зображення, комплекси даних і т.п.

2.7. Поняття про CALS-технологію

CALS-технологія - це технологія комплексної комп'ютеризації сфер промислового виробництва, мета якої - уніфікація і стандартизація специфікацій промислової продукції на всіх етапах її життєвого циклу. Основні специфікації представлені проектною, технологічною, виробничою, маркетинговою, експлуатаційною документацією. У CALS-системах передбачено зберігання, обробка і передача інформації в комп'ютерних середовищах, оперативний доступ до даних в потрібний час і в потрібному місці. Відповідні системи автоматизації назвали ***автоматизованими логістичними системами або CALS (Computer Aided Logistic Systems)***. Оскільки під логістикою звичайно розуміють дисципліну, присвячену питанням постачання і керування запасами, а функції CALS набагато ширше і пов'язані з усіма етапами життєвого циклу промислових виробів, застосовують і більш розповсюджену розшифровку аббревіатури *CALS - Continuous Acquisition and LifeCycle Support*.

Застосування CALS дозволяє суттєво скоротити обсяг проектних робіт, оскільки описи багатьох складових частин устаткування, машин і систем, що проектувалися раніше, зберігаються в базах даних мережних серверів, доступних будь-якому користувачеві технології CALS. Суттєво полегшується вирішення проблем ремонтоздатності, інтеграції продукції різного роду системи і середовища, адаптації до змінних умов експлуатації, спеціалізації проектних організацій і т.п.

Розвиток CALS-технології повинен привести до появи так званих віртуальних виробництв, при яких процес створення специфікацій з інформацією для програмно-керованого технологічного устаткування, достатній для виготовлення виробу, може бути розподілений в часі й просторі між багатьма організаційно автономними проектними студіями. Серед безперечних досягнень CALS-технології слід назвати легкість розповсюдження передових проектних рішень, можливість багатократного відтворення частин проекту в нових розробках та ін.

Побудова відкритих розподілених автоматизованих систем для проектування і керування у промисловості складає основу сучасної CALS-технології. Головна проблема їх побудови - забезпечення одноманітного

опису і інтерпретації даних, незалежно від місця і часу їх отримання в загальній системі, що має масштаби аж до глобальних. Структура проектної, технологічної і експлуатаційної документації, мови її подання повинні бути стандартизованими. Тоді стає реальною успішна робота над загальним проектом різних колективів, розділених в часі й просторі і використовуючих різні CAE/CAD/CAM-системи. Одна і та ж конструкторська документація може бути використана багато разів у різних проектах, а одна і та ж технологічна документація адаптована до різних виробничих умов, що дозволяє суттєво скоротити й здешевіти загальний цикл проектування і виробництва. Крім того, спрощується експлуатація систем.

Отже, інформаційна інтеграція є невід'ємною властивістю CALS-систем. Тому в основу CALS-технології покладено ряд стандартів, що забезпечують таку інтеграцію.

Важливі проблеми, що вимагають вирішення при створенні комплексних САПР, - керування складністю проектів і інтеграція програмного забезпечення (ПЗ). Ці проблеми включають питання декомпозиції проектів, розпаралелювання проектних робіт, цілісності даних, міжпрограмних інтерфейсів та ін.

2.8. Комплексні автоматизовані системи

Відомо, що часткова автоматизація часто не дає очікуваного підвищення ефективності функціонування підприємств. Тому переважним є впровадження інтегрованих САПР, що автоматизують всі основні етапи проектування виробів. Подальше підвищення ефективності виробництва і конкурентоспроможності продукції можливе за рахунок інтеграції систем проектування, керування і документообігу. Така інтеграція лежить в основі створення *комплексних систем автоматизації*, в яких крім функцій САПР реалізуються засоби для автоматизації функцій керування проектуванням, документообігу, планування виробництва, обліку і т.п.

В основу CALS-технології покладено ряд стандартів і перш за все це стандарти STEP, а також Parts Library, Mandate, SGML (Standard Generalized Markup Language), EDIFACT (Electronic Data Interchange For Administration. Commerce, Transport) та ін. Стандарт SGML встановлює способи уніфікованого оформлення документів певного призначення - звітів, каталогів, бюлетенів і т.п., а стандарт EDIFACT - способи обміну подібними документами.

Одна з найбільш відомих реалізацій CALS-технології розроблена фірмою Computervision. Це технологія названа *EPD (Electronic Product Definition)* і орієнтована на підтримку процесів проектування і експлуатації виробів машинобудування.

У CALS-системах на всіх етапах життєвого циклу виробів використовується документація, отримана на етапі проектування. Тому природно, що склади підсистем в CALS і комплексних САПР значною мірою співпадають.

Технологію EPD реалізують:

- CAD - система автоматизованого проектування;
- CA.V1 - автоматизована система технологічної підготовки виробництва (АСТПВ);
- CAE - система моделювання і розрахунків;
- CAPE (Concurrent Art-to-Product Enironoment) - система підтримки паралельного проектування (concurrent engineering);
- PDM - система керування проектними даними, що є спеціалізованою СКБД (DBMS - Data Base Management System);
- 3D Viewer - система тривимірної візуалізації;
- 3 ADD - система документування;
- CASE - система розробки і супроводу програмного забезпечення;
- методики обстеження і аналізу функціонування підприємств.

Основу EPD складають системи CAD і PDM, що використовуються CADD5 і Optegra відповідно. Значною мірою специфіку EPD визначає система Optegra. У ній відображається ієрархічна структура виробів, що включає всі складальні вузли і деталі. В Optegra можна отримати інформацію про атрибути будь-якого елементу структури, а також відповіді на типових для баз даних питаннях типу «Вкажіть деталі з матеріалу або в яких блоках використовуються деталі заготівника» і т.п.

? КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Що таке CAD/CAE/CAM системи? Як вони розшифровуються?
2. Дайте характеристику рівням CAD/CAE/CAM систем.
3. Дайте визначення поняттю CALS-технології.

3. МЕТА І ПРИНЦИПИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ. СТРУКТУРА ПРОЦЕСУ ПРОЕКТУВАННЯ

3.1. Складові підсистеми і технічні засоби САПР

В організаційно-технічному відношенні безліч створюваних САПР розрізняються між собою архітектурою-набором складових підсистем (рис.3.1) і технічними засобами, що забезпечують автоматизацію процесу проектування (рис.3.2).

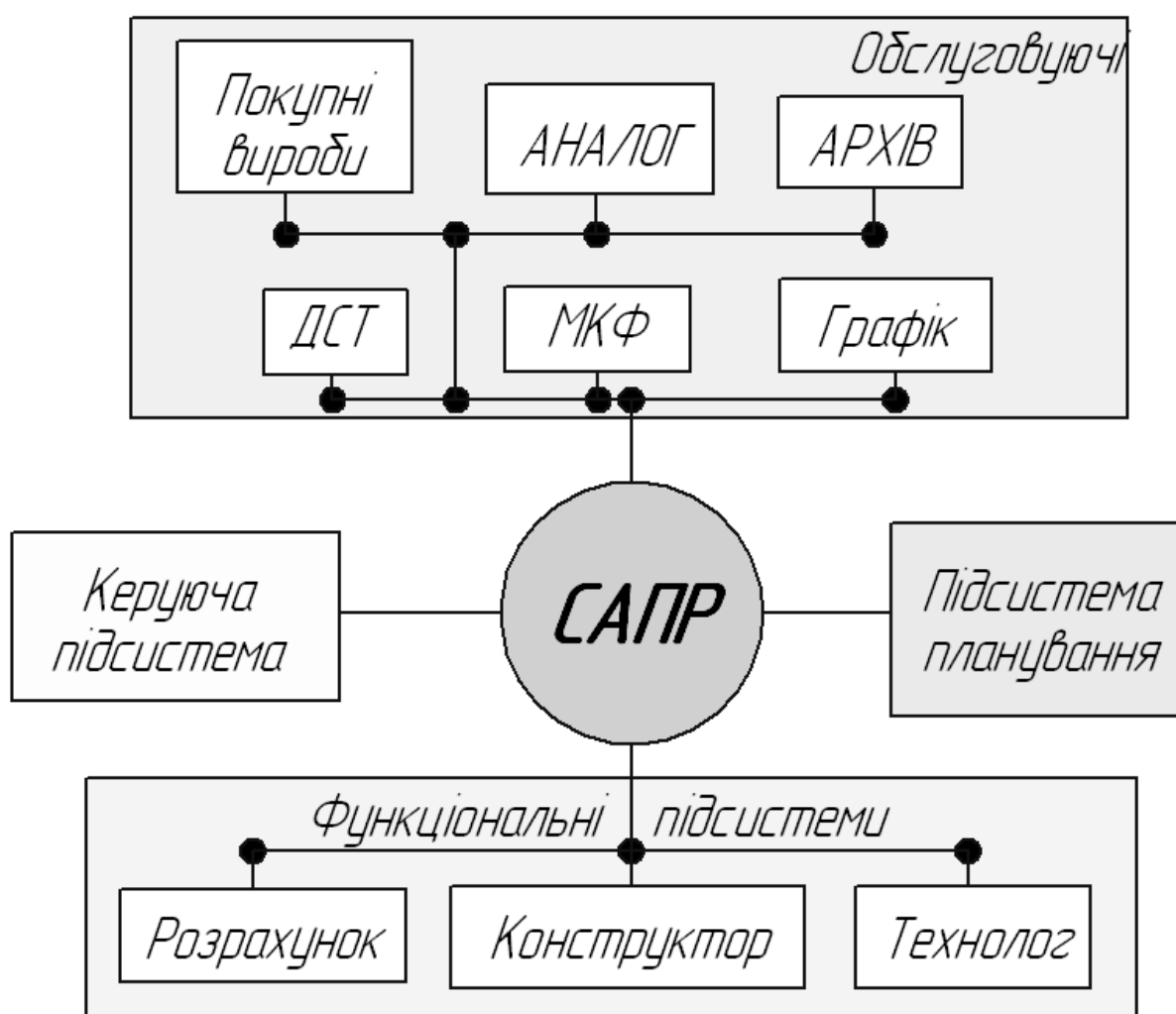


Рис.3.1 - Складові підсистеми САПР

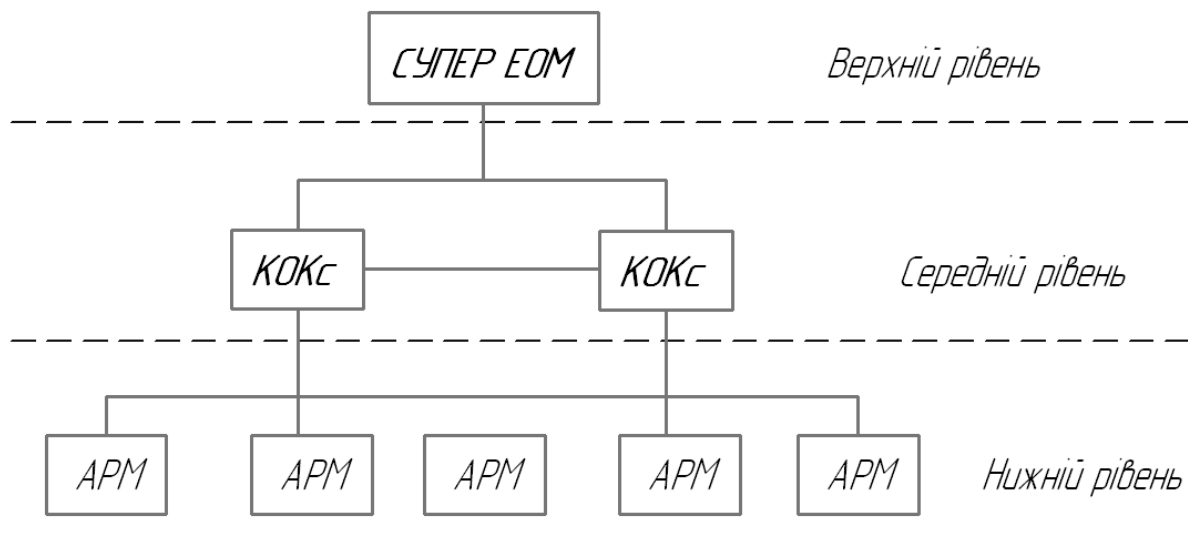


Рис. 3.2 - Ієрархічна структура технічного забезпечення САПР: *верхній рівень* - ЕОМ великої потужності; *середній рівень* - керуючі обчислювальні комплекси (КОКС); *нижній рівень* - автоматизовані робочі місця (АРМ) на базі персональних комп'ютерів

3.2. Цілісність і комунікативність САПР

САПР характеризується більш-менш розвиненим інтерфейсом «користувач-ЕОМ». При цьому, як правило, ЕОМ виступає в ролі підказчика, автомата, що виконує з великою швидкістю задану послідовність операцій, ухвалення остаточного рішення залишається за людиною. САПР властиві дві ознаки: цілісність і комунікативність [3].

Цілісність САПР визначається інформаційним забезпеченням (рис.3.3). *Інформаційне забезпечення* - це розподілена система локальних баз даних, що здійснює інформаційну підтримку процесу проектування кожного об'єкта (деталі, вузла, збірки), починаючи з вибору технічного рішення і закінчуючи документуванням (оформлення робочих креслень, записки пояснення, керуючих перфострічок для верстатів з ЧПК).

У сенсі комунікативності САПР розглядають як складовий елемент в інтегрованій системі: АСКП - АСНД - САПР – АСТПВ,

де: АСКП - автоматизована система керування підприємством;

АСНД - автоматизована система наукових досліджень;

АСТПВ - автоматизована система технологічної підготовки виробництва.



Рис.3.3 – Розподільна система локальних баз даних

3.3. Основні принципи автоматизованого проектування

Будь-який з елементів САПР (див. рис. 3.1) є, у свою чергу, складною самостійною підсистемою.

Існують наступні *принципи автоматизованого проектування*:

- проектування «від загального до часткового»;
- максимальне використання готових проектних рішень;
- розумна доцільність використання ЕОМ для автоматизації окремих операцій;
- поступове пропорційне нарощування числа автоматизованих процедур, об'єктів інформаційних баз і потужності обчислювальних засобів;
- максимальна автоматизація трудомістких нетворчих операцій.

? КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Назвіть структуру технологічного забезпечення САПР.
2. З чого складається розподільна система локальної бази даних?
3. Які існують принципи автоматизованого проектування?

4. КЛАСИФІКАЦІЯ САПР

САПР характеризують наступні ознаки: тип, різновид, складність об'єкта проектування; рівень, комплексність автоматизації проектування; характер, число проектних документів; число рівнів у структурі технічного забезпечення САПР. Три перші ознаки відображають особливості об'єктів проектування, наступні чотири - можливості систем, восьма ознака - особливості технічної бази САПР. Для отримання навіть загального уявлення про конкретну САПР вона повинна бути оцінена за всіма перерахованими ознаками. Розглянемо їх докладніше [3].

Тип об'єкта проектування. ДСТ передбачає поділ САПР на дев'ять груп: 1) САПР виробів машинобудування; 2) САПР виробів приладобудування; 3) САПР технологічних процесів у машино- і приладобудуванні; 4) САПР об'єктів будівництва; 5) САПР технологічних процесів у будівництві; 6) САПР програмних виробів; 7) САПР організаційних систем. Решта груп (8 і 9) є резервними і призначені для виділення і кодування САПР, що не відносяться до перерахованих угруповань.

Різновид об'єктів проектування. ДСТ не встановлює спеціальних позначень на об'єкти проектування, а вимагає їх вказівки і кодування відповідно до систем позначення документації, що діють у кожній галузі промисловості, на об'єкти, що проектуються системою.

Складність об'єкта проектування. Можна виділити САПР: 1) простих об'єктів з числом складових частин до 10^2 ; 2) об'єктів середньої складності ($10^2 \dots 10^3$); 3) складних об'єктів ($10^3 \dots 10^4$); 4) дуже складних об'єктів ($10^4 \dots 10^6$); 5) об'єктів дуже високої складності (число складових частин понад 10^6).

Складовою частиною об'єкта проектування, що є технічним комплексом, спорудою або виробом, є деталь. Якщо об'єктом проектування буде технологічний процес, то виділити його складові частини складніше. Тут два підходи, один з яких заснований на розділенні технологічного процесу на елементарні технологічні операції, інший - на розділенні об'єкта на частини умовно відповідно до номенклатури технологічної документації, яка випускається.

Рівень автоматизації проектування. Виділяють системи проектування: низькоавтоматизованого (до 25% проектних процедур); середньоавтоматизованого (25...50%); високоавтоматизованого (понад 50%). Щоб віднести САПР до третьої групи, в ній повинні бути використані методи багатоваріантного оптимального проектування.

Комплексність автоматизації проектування. Комплексність автоматизації проектування обумовлює такі модифікації САПР: одноетапна САПР; багатоетапна САПР; комплексна САПР (виконує всі етапи проектування, встановлені для об'єкта, що проектується системою).

У наведеній вище класифікації під *етапом проектування* розуміється умовно виділена частина проектування, в результаті якої знаходять проектне

рішення (сукупність проектних рішень), необхідне й достатнє для розгляду і ухвалення рішення про продовження проектування.

Кількість рівнів у структурі технічного забезпечення визначає наступні види САПР: однорівнева САПР - система, побудована на основі ЕОМ середнього або високого класу з штатним набором периферійних пристроїв, який в необхідних випадках може бути доповнений засобами обробки графічної інформації; дворівнева САПР - система, побудована на основі ЕОМ середнього і високого класу і одного або декількох автоматизованих робочих місць (АРМ), що включають міні-ЕОМ; трирівнева САПР - система, побудована на основі ЕОМ високого класу, одного або декількох АРМ і периферійного програмно-керуючого устаткування (верстати з ЧПК, промислові роботи та ін.).

Характер проектних документів. Встановлено п'ять класифікаційних груп САПР, що випускають документи: на паперовій стрічці і (або) аркуші; на машинних носіях; на фотоносіях (у вигляді мікрофільмів, мікрофіш, фотошаблонів та ін.); комбіновані (виконують документи на двох носіях даних або більше). П'ята група є резервною.

Число проектних документів, що випускаються. Розрізняють САПР малої, середньої і високої продуктивності. При цьому число проектних документів за рік в перерахунку на формат А4 коливається від 10^3 до 10^6 .

? КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. За якими ознаками класифікують САПР?
2. Наведіть класифікацію САПР за типом об'єкта проектування.
3. Наведіть класифікацію САПР за складністю об'єкта проектування.
4. Наведіть класифікацію САПР за рівнем автоматизації проектування.
5. Наведіть класифікацію САПР за комплексністю автоматизованого проектування.
6. Наведіть класифікацію САПР за характером проектних документів.

5. ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ САПР

Проектування - процес складання опису, необхідного для створення у заданих умовах ще не існуючого об'єкта, на основі первинного опису цього об'єкта і (або) алгоритму його функціонування. Проектування включає комплекс робіт з вишукування, дослідження, розрахунків і конструювання, що мають на меті отримання опису предмета проектування, необхідного і достатнього для створення нового виробу або реалізації нового процесу, що задовольняє заданим вимогам. Проектування - це складний специфічний вигляд творчої діяльності людини, заснований на глибоких наукових знаннях і творчому пошуку, використанні накопиченого досвіду і навиків у певній сфері, не позбавлений, проте, необхідності виконання трудомістких рутинних робіт.

Суттєва перевага машинних методів проектування полягає в можливості проводити на ЕОМ експерименти на математичних моделях об'єктів проектування, відмовившись або значно скоротивши дороге фізичне моделювання. Математичні моделі при цьому повинні задовольняти вимогам універсальності, адекватності, точності й економічності [3].

Для створення САПР необхідно:

- вдосконалення проектування на основі застосування математичних методів і засобів обчислювальної техніки;
- автоматизація процесу пошуку, обробки й видачі інформації;
- використання методів оптимізації і багатоваріантного проектування;
- застосування ефективних математичних моделей проектованих об'єктів, комплектуючих виробів і матеріалів;
- створення банків даних, що містять систематизовані відомості довідкового характеру, необхідні для автоматизованого проектування об'єктів;
- підвищення якості оформлення проектної документації;
- збільшення творчої частки праці проектувальників за рахунок автоматизації нетворчих робіт;
- уніфікація і стандартизація методів проектування;
- підготовка і перепідготовка фахівців в області САПР;
- взаємодія проектних підрозділів з автоматизованими системами різного рівня і призначення.

САПР об'єднує технічні засоби, математичне і програмне забезпечення, параметри і характеристики яких вибирають з максимальним урахуванням особливостей завдань інженерного проектування і конструювання. У САПР забезпечується зручність використання програм за рахунок застосування засобів оперативного зв'язку інженера з ЕОМ, спеціальних проблемно-орієнтованих мов і інформаційно-довідкової бази.

Основна функція САПР - виконання автоматизованого проектування на всіх або окремих стадіях проектування об'єктів і їх складових частин.

При створенні САПР на різних стадіях, а також її підсистем і компонентів необхідно враховувати наступні **положення і принципи**:

Принцип системної єдності САПР полягає в тому, що при розробці, функціонуванні й розвитку САПР зв'язку між підсистемами повинні забезпечувати цілісність всієї системи. Найбільший ефект від САПР досягається при комплексній автоматизації проектування на всіх рівнях. Останнє дозволяє виключити багатократний опис інформації про об'єкти проектування, забезпечивши її спадкоємність для різних підсистем.

Принцип сумісності компонентів САПР полягає в тому, що мови, символи, коди, інформаційні й технічні характеристики структурних зв'язків між підсистемами, засобами забезпечення САПР повинні забезпечувати сумісне функціонування підсистем. Особливо важливою є інформаційна і програмна узгодженість окремих підсистем. Так, інформаційна сумісність забезпечує роботу різних підсистем з однією і тією ж базою даних і єдиною вхідною мовою.

Принцип стандартизації САПР полягає у проведенні уніфікації, типізації і стандартизації підсистем і компонентів, інваріантних до проєктованих об'єктів, а також у встановленні правил з метою впорядкування діяльності в області створення і розвитку САПР. Уніфікація програмного, лінгвістичного, технічного та інших видів забезпечення відкриває широку можливість впровадження САПР і її адаптації на різних підприємствах.

Принцип незалежності окремих підсистем (програм) САПР визначає можливість для підсистем (програм) введення в дію і функціонування їх незалежно від інших підсистем. Цей принцип називається також модульним принципом побудови САПР.

Принцип відвертості САПР визначає можливість внесення змін в систему під час її розробки і експлуатації. Розробка такого складного об'єкта, як САПР, займає тривалий час, тому економічно вигідно вводити в експлуатацію частини системи за станом їх готовності. Введений в експлуатацію базовий варіант системи надалі розширюється. Крім того, постійний прогрес обчислювальної техніки і обчислювальної математики приводить до появи нових, досконаліших математичних моделей і програм, які повинні замінювати старі, менш вдалі аналоги. Тому САПР повинна бути відкритою системою, тобто володіти властивістю зручності включення нових методів і засобів.

Принцип узгодженості автоматизованого (традиційного) проектування і САПР повинен враховуватися при впровадженні САПР на підприємстві, що вже діє, зі складеною структурою, взаємовідносинами, формами й способами використання проектної документації. При цьому

впровадження САПР не повинне порушувати на тривалий час нормального функціонування підприємства.

Принцип ієрархічності реалізує комплексний підхід до автоматизації всіх рівнів проектування. Слід особливо підкреслити доцільність забезпечення комплексного характеру САПР, оскільки автоматизація проектування на одному з рівнів при збереженні старих форм проектування на сусідніх рівнях виявляється значно менш ефективною, ніж повна автоматизація всіх рівнів. Ієрархічна побудова відноситься не тільки до спеціального програмного забезпечення, але і до технічних засобів САПР, що розділяються на центральний обчислювальний комплекс і автоматизовані робочі місця проектувальників.

Принцип розвитку забезпечує поповнення, вдосконалення і оновлення складових частин САПР, а також взаємодію і розширення взаємозв'язку з автоматизованими системами різного рівня і функціонального призначення.

? КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Які умови необхідно виконати для створення САПР?
2. Визначіть основну функцію САПР.
3. Перелічіть і дайте характеристику принципам побудови САПР.

6. СКЛАД І СТРУКТУРА САПР

Складовими структурними частинами САПР, жорстко пов'язаними з організаційною структурою проектної організації, є підсистеми, в яких за допомогою спеціалізованих комплексів засобів вирішується функціонально закінчена послідовність завдань САПР [3].

За призначенням підсистеми розділяють на два види: *проектуючі* і *обслуговуючі*.

До проектуючих відносяться підсистеми, що виконують проектні процедури і операції, наприклад підсистема оптимізації характеристик виробу; підсистема проектування вузлів деталей і складальних одиниць; підсистема технологічного проектування; підсистема проектування пристроїв. Приклади проектуючих підсистем: ескізне проектування виробів, проектування корпусних деталей, проектування технологічних процесів механічної обробки.

Обслуговуючими називають підсистеми, що мають загальносистемне застосування і функціонування проектуючих підсистем, що забезпечують підтримку, а також оформлення, передачу і виведення отриманих в них результатів, наприклад підсистема графічного відображення об'єктів проектування; підсистема документування; підсистема обслуговування бази даних.

По відношенню до об'єкта проектування розрізняють два види проектуючих підсистем: об'єктно-орієнтовані (об'єктні); незалежні (інваріантні).

До об'єктних відносять підсистеми, що виконують одну або декілька проектних процедур або операцій, безпосередньо залежних від конкретного об'єкта проектування. *Інваріантними* називають підсистеми, що виконують уніфіковані проектні процедури і операції.

У вищенаведених визначеннях використані поняття «проектна процедура» і «операція», з яких формуються різні підсистеми і САПР в цілому.

Проектна процедура - це формалізована сукупність дій, виконання яких закінчується проектним рішенням.

Проектною операцією називають дію або формалізовану сукупність дій, складових частин проектної процедури, алгоритм яких залишається незмінним для ряду проектних процедур.

Уніфікована проектна процедура - процедура, алгоритм якої залишається незмінним для різних об'єктів проектування або різних стадій проектування одного і того ж об'єкта.

Системна єдність САПР забезпечується наявністю комплексу взаємозв'язаних моделей, що визначають об'єкт проектування в цілому, а також комплексом системних інтерфейсів, що здійснюють вказаний взаємозв'язок. Системна єдність усередині проектуючих підсистем забезпечується наявністю єдиної інформаційної моделі тієї частини об'єкта, проектне рішення за якою повинне бути отримане в даній підсистемі.

Формування і використання моделей об'єкта проектування у прикладних завданнях здійснюється комплексами (КСАП) системи (або підсистеми) (рис. 6.1).

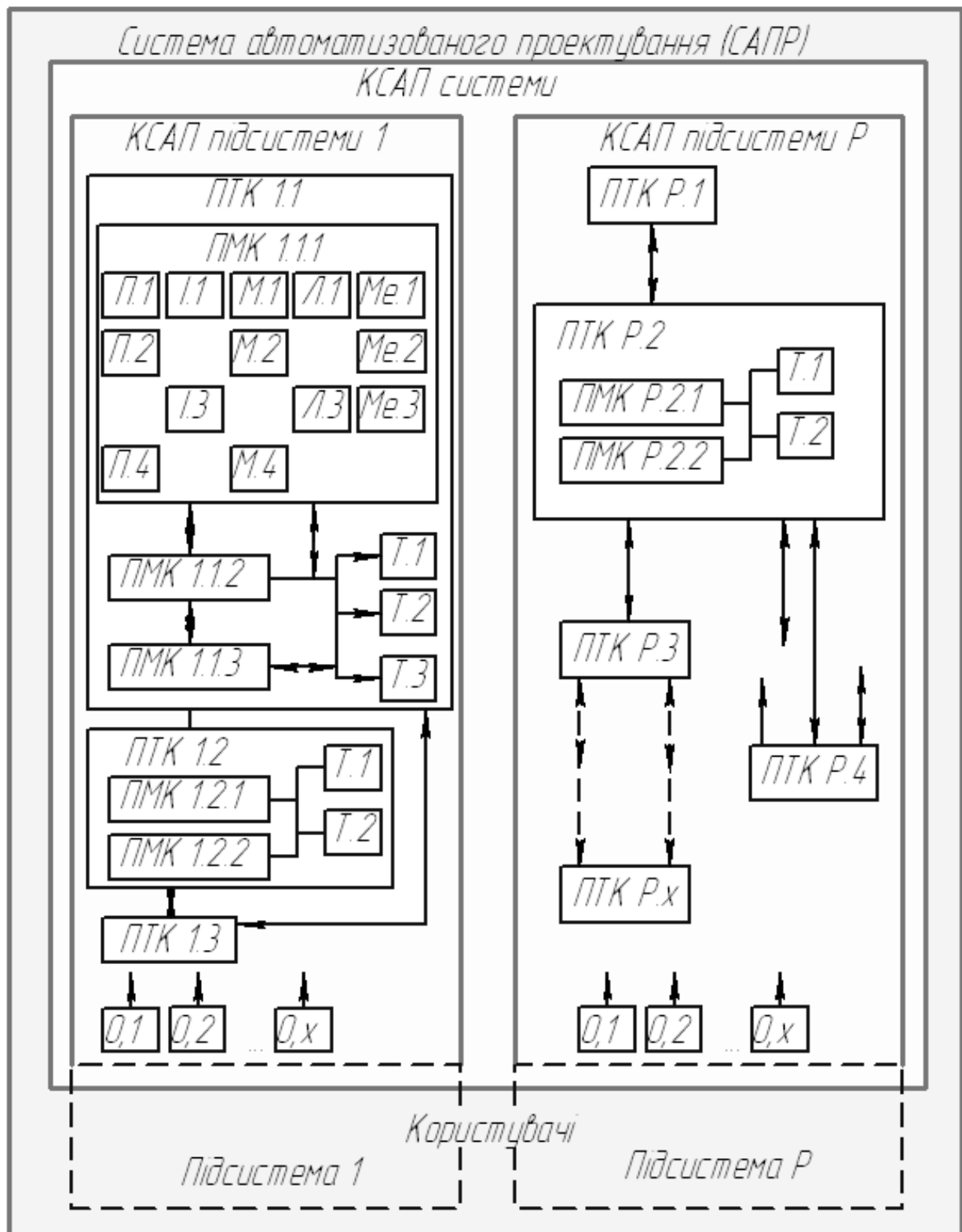


Рис. 6.1 - Структурна схема САПР

Структурними частинами КСАП системи є різні комплекси засобів, а також компоненти організаційного забезпечення. *Комплекс засобів* - це

сукупність компонентів і/або комплексів засобів, призначених для тиражування і орієнтованих на проектування об'єктів певного класу (вигляду, типу) і/або виконання уніфікованих процедур, використовуваних у відповідних проектуючих і/або обслуговуючих підсистемах САПР.

Види комплексів засобів і компонентів САПР (рис. 6.2). Комплекси засобів підрозділяють на комплекси засобів одного виду забезпечення (технічного, програмного, інформаційного та ін.) і комбіновані.

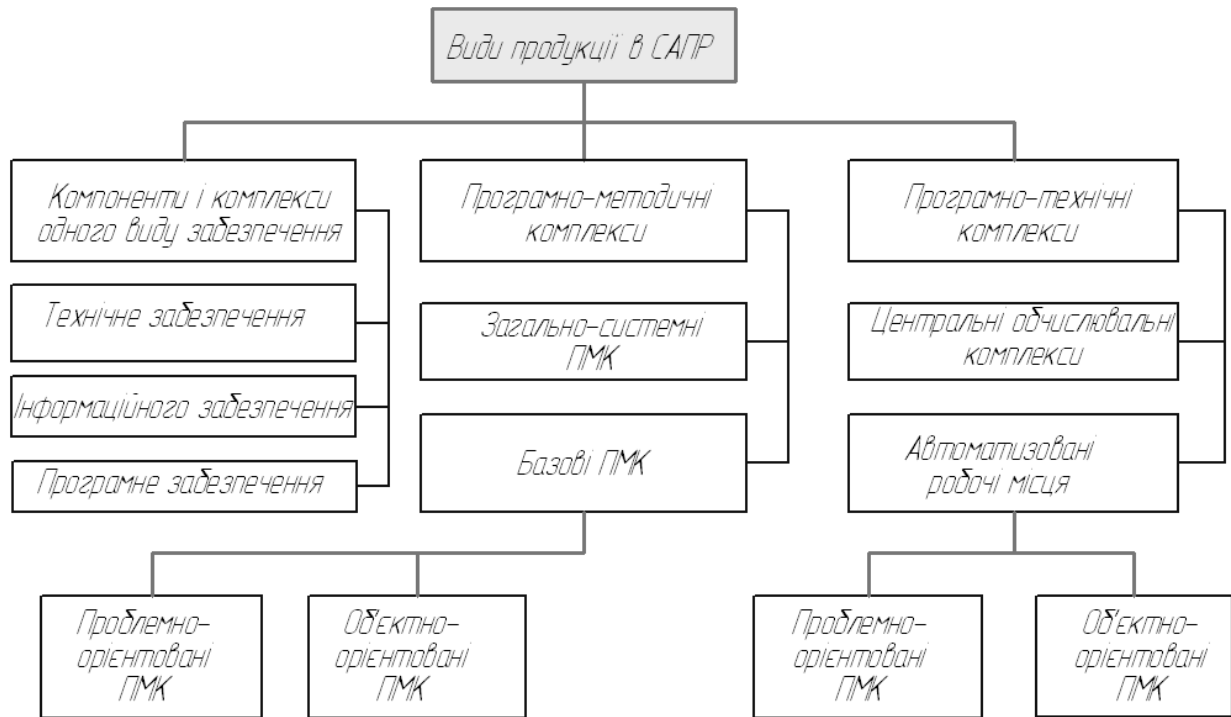


Рис. 6.2 - Види комплексів і компонентів САПР

Комплекси засобів одного виду забезпечення містять комплекси і/або компоненти одного виду забезпечення; комплекси засобів комбіновані - сукупність комплексів і компонентів різних видів забезпечення. Комбіновані КСАП, що відносяться до продукції виробничо-технічного призначення, підрозділяються на програмно-методичні (ПМК) й програмно-технічні (ПТК).

Програмно-методичний комплекс є взаємозв'язаною сукупністю компонентів програмного, інформаційного і методичного забезпечення (включаючи компоненти математичного і лінгвістичного забезпечення), необхідною для отримання закінченого проектного рішення по об'єкту проектування (одній або декільком його частинам або об'єкту в цілому) або виконання уніфікованих процедур.

Залежно від призначення ПМК підрозділяють на загальносистемні, базові, зокрема проблемно-орієнтовані й об'єктно-орієнтовані.

Програмно-технічний комплекс є взаємозв'язаною сукупністю ПМК з комплексами і (або) компонентами технічного забезпечення.

Залежно від призначення ПТК розрізняють автоматизовані робочі місця (АРМ); центральні обчислювальні комплекси (ЦБК).

Комплекси засобів можуть об'єднувати свої обчислювальні й інформаційні ресурси, утворюючи локальні обчислювальні мережі підсистем або систем в цілому.

Структурними частинами комплексів засобів є компоненти наступних видів забезпечення: програмного, інформаційного, методичного, математичного, лінгвістичного і технічного.

Компоненти видів забезпечення виконують задану функцію і представляють найменший (неподільний) самостійно розроблюваний елемент САПР (наприклад, програма, інструкція, дисплей і т.п.). Ефективне функціонування КСАП і взаємодія структурних частин САПР всіх рівнів повинні досягатися за рахунок орієнтації на стандартні інтерфейси і протоколи зв'язків, що забезпечують взаємодію комплексів засобів.

Ефективне функціонування КСАП повинне досягатися за рахунок взаємоузгодженої розробки компонентів, які входять до складу комплексів засобів.

КСАП обслуговуючих підсистем, а також окремі ПТК цих підсистем можуть використовуватися при функціонуванні всіх підсистем.

Загальносистемні ПМК включають програмне, інформаційне, методичне та інші види забезпечення. Вони призначені для виконання уніфікованих процедур з керування, контролю, планування обчислювального процесу, розподілу ресурсів САПР і реалізації інших функцій, що є загальними для підсистем або САПР в цілому.

Приклади загальносистемних ПМК: моніторні системи, системи керування БД, інформаційно-пошукові системи засобів машинної графіки, підсистема забезпечення діалогового режиму та ін.

Моніторні системи керування функціонуванням технічних засобів у САПР. Основними функціями моніторних систем є: формування завдань з контролем пакету завдань, необхідних і наявних ресурсів, права доступу до бази даних зі встановленням пріоритету і номера черги; обробка директив мов керування завданнями, а також реакція на переривання з перехопленням управління, аналізом причин і їх інтерпретацією в термінах, зрозумілих проектувальнику; обслуговування потоків завдань з організацією діалогового і інтерактивно-графічного супроводу в умовах паралельної роботи підсистем; керування проектуванням в автоматичних режимах з аналізом якості виконання проектних операцій, перевіркою критеріїв повторення етапу або продовження маршруту, вибором альтернативних варіантів маршруту; ведення і оптимізація статистики експлуатації системи; розподіл ресурсів САПР з урахуванням пріоритетів завдань, завдань і підсистем, планових завдань і поточних вказівок і запитів; захист ресурсів і даних від несанкціонованого доступу і непередбачених дій.

Інформаційно-пошукові системи (ІПС) в САПР виконують функції: заповнення інформаційного фонду (інфотеки) відомостями; арифметичну обробку цифрових даних і лексичну обробку текстів; обробку інформаційних запитів з метою пошуку необхідних відомостей; обробку вихідних даних і формування вихідних документів. Особливості ІПС полягають в тому, що

запити до них формуються не програмним шляхом, а безпосередньо користувачами, і не на формальній мові, зрозумілій монітору, а на природній мові у вигляді послідовності ключових слів - дескрипторів. Перелік дескрипторів, що містяться у всіх прийнятих на зберігання описах, складає словник дескрипторів, або тезаурус, призначений для формування пошукових розпоряджень.

Існують ще складніші ІПС в порівнянні з дескрипторними. Важливу роль в них грає інформаційно-пошукова мова, в якій враховуються семантичні взаємини між інформаційними об'єктами. Це дозволяє зменшити число неправильно розпізнаваних мовних конструкцій, а обробку запитів проводити на основі різних критеріїв смислової відповідності.

Банки даних (БНД) є найбільш високою формою організації інформації у великих САПР. Вони є проблемно-орієнтованими інформаційно-довідковими системами, що забезпечують введення необхідної інформації, незалежні від конкретних завдань ведення і збереження інформаційних масивів і видачі необхідної інформації за запитом користувачів або програм. У банках даних використовується інформація фактографічного вигляду.

Система керування базами даних (СКБД) - програмно-методичний комплекс для забезпечення роботи з інформаційною базою, організованою у вигляді структури даних.

СКБД виконує наступні основні функції: визначення баз даних, тобто опис концептуального, зовнішнього і внутрішнього рівнів схем; запис даних в базу; організація зберігання, із зміною, доповненням, реорганізацією даних; надання доступу до даних (пошук і їх видача).

Для визначення даних і доступу до них в СКБД є мовні засоби. Так, визначення даних, що полягає в описі їх структур, забезпечується за допомогою мови визначення даних. Функції доступу до даних реалізуються за допомогою мови маніпулювання даними і мови запитів. За типом підтримуваних структур розрізняють такі види СКБД: ієрархічні, мережні, реляційні.

Програмно-методичні комплекси машинної графіки забезпечують взаємодію користувача з ЕОМ при обміні графічною інформацією, вирішення геометричних завдань, формування зображень і автоматичне виготовлення графічної інформації. Графічна взаємодія користувача з ЕОМ (так званий графічний метод доступу) базується на підпрограмах введення-виводу, які забезпечують прийом і обробку команд від пристрою введення-виводу і видачу керуючих дій на ці пристрої. Вирішення геометричних завдань (геометричне моделювання) зводиться до перетворення графічної інформації, яке є виконанням в тій або іншій послідовності елементарних графічних операцій типу зрушення, поворот, масштабування і т.п. Для геометричного моделювання використовується ПМК, в якому окрім окремих елементарних графічних операцій можуть бути реалізовані графічні перетворення тривимірних зображень, процедури побудови проєкцій, перетинів і т.п. У ПМК графічних перетворень звичайно передбачаються

засоби для формування деяких часто використовуваних зображень, керування графічною базою даних, відладки графічних підпрограм.

Діалоговий режим забезпечується програмно-методичними комплексами, які здійснюють введення, контроль, редагування, перетворення і виведення графічної і/або символічної інформації. Діалогове віддалене введення завдань забезпечує введення і редагування завдань через канали зв'язку, виконання завдань в пакетному режимі і виведення результатів через лінії зв'язку на віддалені термінали. У САПР можуть використовуватися як діалогові ПМК загального призначення, так і спеціалізовані. ПМК загального призначення доцільно застосовувати на початкових стадіях створення і експлуатації САПР для відробітку і перевірки методології проектування, технології обробки даних і прикладних програм. Надалі можлива модифікація ПМК з урахуванням специфічних вимог по організації діалогу в САПР. При цьому необхідно враховувати наявність діалогового або пакетного режиму обробки запитів; орієнтацію системи на користувача - непрограміста; можливість розширення системи шляхом включення діалогових прикладних програм на мовах високого рівня; можливість керування діалогом за допомогою «меню» і директив, бажаність спілкування на рідній мові і т.п.

Базові ПМК підрозділяють на проблемно-орієнтовані ПМК й об'єктно-орієнтовані ПМК.

Проблемно-орієнтовані ПМК можуть включати: програмні засоби, призначені для автоматизованого впорядкування початкових даних, вимог і обмежень до об'єкта проектування в цілому або до складальних одиниць; вибір фізичного принципу дії об'єкта проектування; вибір технічних рішень і структури об'єкта проектування; оцінку показників якості (технологічності) конструкцій, проектування маршруту обробки деталей.

Об'єктно-орієнтовані ПМК відображують особливості об'єктів проектування як сукупність наочної області. До таких ПМК, наприклад, відносять ПМК, що підтримують автоматизоване проектування складальних одиниць; проектування деталей на основі стандартних або запозичених рішень; деталей на основі синтезу їх з елементів форми; технологічних процесів за видами обробки деталей і т.п.

? КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Назвіть структурну схему САПР.
2. Які види комплексів і компонентів Ви знаєте?
3. Дайте характеристику структурним частинам комплексів САПР.

7. ВИДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ САПР

Комплекс засобів автоматизації проектування сучасних САПР включає сім видів забезпечення [2, 3]: технічне, математичне, програмне, інформаційне, лінгвістичне, методичне, організаційне (рис. 7.1).

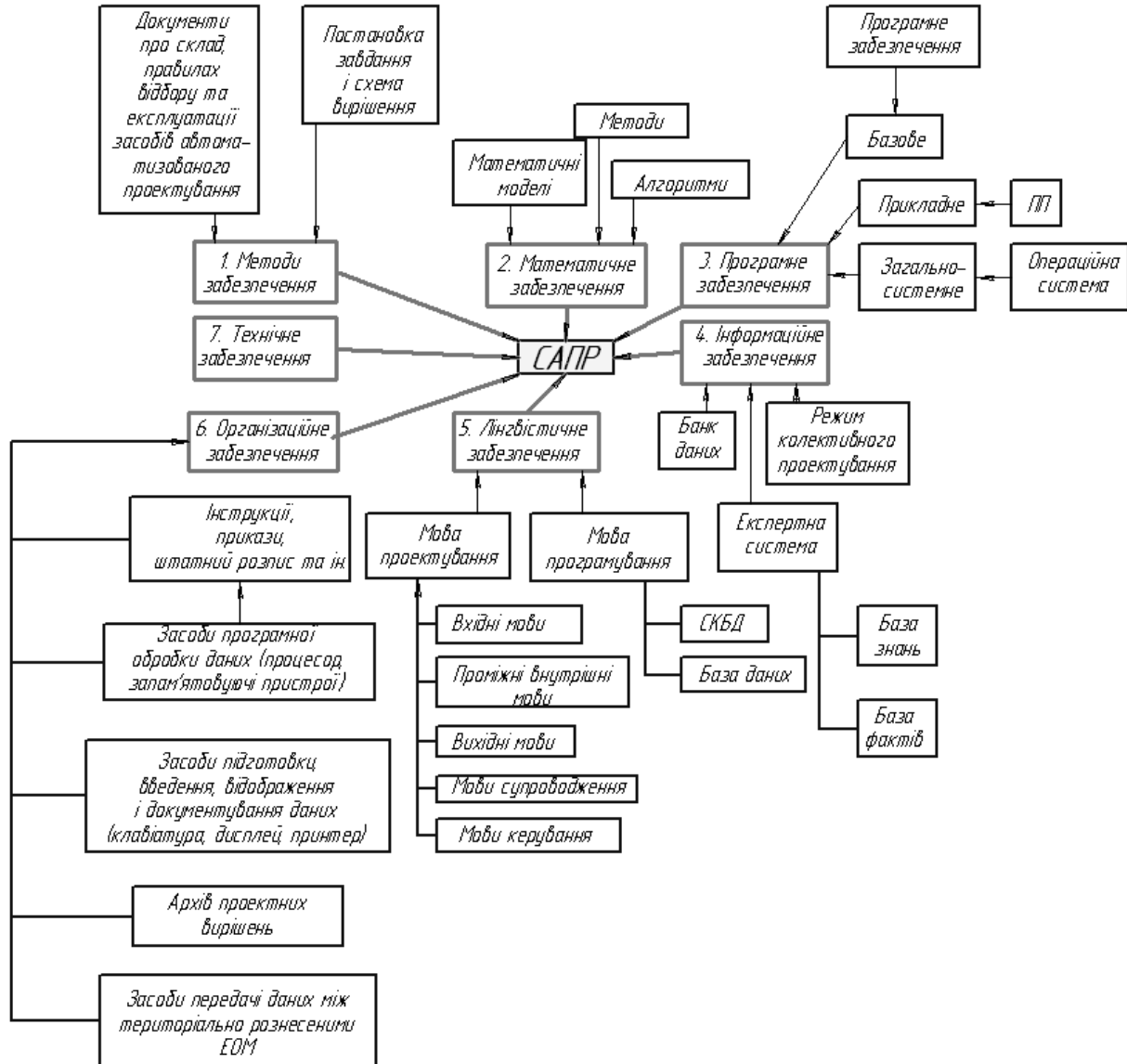


Рис.7.1 – Структура взаємозв'язку засобів забезпечення САПР

Технічне забезпечення - сукупність взаємозв'язаних і взаємодіючих технічних засобів, призначених для виконання автоматизованого проектування. До цього вигляду забезпечення відносяться різні технічні засоби: ЕОМ, периферійне устаткування і пристрої їх зв'язку.

Математичне забезпечення - сукупність математичних методів, математичних моделей і алгоритмів проектування, необхідних для виконання автоматизованого проектування. Сюди входять математичні моделі конкретних об'єктів (технологічних процесів, інструментів, пристроїв та ін.), методи їх проектування, а також методи й алгоритми виконання різних

інваріантних проектних операцій і процедур, пов'язаних з оптимізацією, пошуком інформації, автоматизованою графікою та ін.

Програмне забезпечення - сукупність машинних програм, необхідних для виконання автоматизованого проектування і поданих в заданій формі. Це забезпечення включає комплекси програм спеціального і загального призначення.

Спеціальне програмне забезпечення подається у вигляді текстів прикладних програм, орієнтованих на рішення спеціальних завдань (рішення завдань динаміки, міцності; проектування маршрутних і операційних технологічних процесів, технічне нормування; проектування стандартних деталей і оснащення і т. п.).

Загальне програмне забезпечення призначене для керування обчислювальним процесом в САПР і підготовки програм з ПП до виконання на ЕОМ. Ці функції звичайно виконують програми, що входять до складу операційних систем ЕОМ.

Інформаційне забезпечення - сукупність відомостей, необхідних для виконання автоматизованого проектування і поданих в заданій формі. Основну частину інформаційного забезпечення складає база даних - інформаційні масиви, використовувані більш ніж в одній програмі проектування. У процесі функціонування САПР база даних поповнюється, коректується і, крім того, проводиться її захист від неправильних змін. Всі ці функції виконує система керування базою даних (СКБД). База даних спільно з СКБД утворює банк даних.

Лінгвістичне забезпечення - сукупність мов проектування, яка включає крім того, терміни і визначення, правила формалізації природної мови, методи стиснення і розгортання текстів, необхідних для автоматизованого проектування і представлених у заданій формі. У цей вигляд забезпечення входять загальновідомі алгоритмічні мови (ПАСКАЛЬ, БЕЙСІК, СІ, С++ та ін.), використовувані для запису програм при створенні САПР, і вхідні мови, які служать для опису об'єктів проектування і завдань на виконання проектних процедур.

Методичне забезпечення - сукупність документів, що встановлюють склад, правила відбору і експлуатації засобів забезпечення автоматизованого проектування, необхідних для вирішення проектних завдань.

Організаційне забезпечення - сукупність документів, що встановлює склад проектної організації і її підрозділів, зв'язки між ними, їх функції, а також форму представлення результату проектування і порядок розгляду проектних документів.

7.1. Математичне забезпечення САПР

Математичне забезпечення (МЗ) САПР складається із сукупності математичних моделей об'єктів проектування, методів і алгоритмів виконання проектних операцій і процедур. Основу математичного забезпечення САПР складає математичний апарат для моделювання, синтезу

структури, одноваріантного і багатоваріантного аналізу, структурної і параметричної оптимізації. Елементи математичного забезпечення в САПР дуже різноманітні. Розробка математичного забезпечення є найскладнішим етапом створення САПР, від якого найбільшою мірою залежать продуктивність і ефективність функціонування САПР в цілому. Математичне забезпечення складається з двох частин: спеціальне МЗ і інваріантне МЗ.

Спеціальне МЗ відображає специфіку об'єкта проектування, фізичні і інформаційні особливості його функціонування і тісно прив'язано до конкретних завдань проектування. Ця частина математичного забезпечення охоплює математичні моделі, методи й алгоритми їх отримання, алгоритми одноваріантного аналізу, а також велику частину використовуваних алгоритмів синтезу.

Інваріантне МЗ включає методи й алгоритми, що формують всю логіку технології проектування, зокрема логіку взаємодії проектувальників один з одним на основі використання засобів автоматизації. Це - методи й алгоритми багатоваріантного аналізу і параметричної оптимізації.

Математичне забезпечення САПР повинне описувати у взаємозв'язку об'єкт, процес і засоби автоматизації проектування.

При створенні математичного забезпечення САПР повинні враховуватися такі показники: універсальність, алгоритмічна надійність, точність, витрати машинного часу, об'єм використовуваної пам'яті.

Універсальність МЗ визначає його застосовність до широкого класу проектованих об'єктів. Особливо це важливо при створенні комплексних САПР, що включають різні види завдань: від конструювання виробу і проектування технологічних процесів до вибору ріжучого інструменту і проектування конструкцій спеціального оснащення на основі аналізу типових технологічних рішень. При цьому може використовуватися єдина група стандартних програм.

Універсальність МЗ спрощує методику автоматизованого проектування. У той же час слід зазначити, що універсальність не має кількісної оцінки. Реалізуючи ту або іншу модель і метод, розробник МЗ повинен вказати чіткі межі їх застосовності.

Алгоритмічна надійність - властивість компоненту МЗ давати при його застосуванні і заздалегідь певних обмеженнях правильні результати. Кількісною оцінкою алгоритмічної надійності служить вірогідність отримання правильних результатів при дотриманні обумовлених обмежень на застосування методу. Якщо ця вірогідність дорівнює одиниці або близька до неї, то говорять, що метод алгоритмічно надійний.

З алгоритмічною надійністю тісно пов'язана проблема обумовленості математичних моделей і завдань. Про погану обумовленість говорять у випадках, коли малі похибки початкових даних приводять до великих похибок результатів. Внаслідок цього не тільки знижується точність результатів проектування, але і ростуть витрати машинного часу. Для аналізу й оптимізації об'єктів з погано обумовленими моделями треба застосовувати спеціальні методи з підвищеною алгоритмічною надійністю.

Точність є найбільш важливою властивістю всіх компонентів МЗ, визначає ступінь збігу розрахункових і дійсних результатів. Алгоритмічно надійні методи можуть давати різну точність. І тільки у випадках, коли точність виявляється гіршою гранично допустимих значень або рішення взагалі неможливо отримати, говорять не про точність, а про алгоритмічну надійність.

У більшості випадків вирішення проектних завдань характеризується сумісним використанням багатьох компонентів МЗ, що утрудняє оцінку впливу похибки окремих компонентів. При необхідності оцінки їх точності проводять обчислювальні експерименти з використанням тестових завдань.

Витрати машинного часу багато в чому визначаються складністю проєктованих об'єктів і розмірністю вирішуваних завдань. Машинний час обчислювального процесу є головним обмежуючим чинником при спробах підвищити складність проєктованих на ЕОМ об'єктів.

Одним з шляхів скорочення термінів проєктування є застосування в САПР багатопроцесорних обчислювальних систем, що забезпечують розпаралелювання процесу обчислення. У зв'язку з цим найважливішим показником економічності МЗ є його пристосованість до розпаралелювання процесу проєктування.

Використовувана *пам'ять* є другим після витрат машинного часу показником економічності МЗ. Витрати пам'яті визначаються довжиною програми і обсягом використовуваних масивів даних. Не зважаючи на значне збільшення ємкості оперативної пам'яті в сучасних ЕОМ, вимоги до зниження витрат пам'яті залишаються актуальними. Це пов'язано з тим, що в мультипрогравному режимі функціонування ЕОМ завдання із запитом більшого обсягу пам'яті отримує нижчий пріоритет, в результаті час її перебування в системі збільшується і продуктивність процесу проєктування знижується.

Для економії витрат оперативної пам'яті використовують зовнішню пам'ять (накопичувачі на магнітних дисках, стрічках, дискетах). Проте часті звернення до зовнішньої пам'яті приводять до збільшення витрат машинного часу, тому при розробці методів проєктування, алгоритмів і програм доведеться вирішувати питання раціонального використання двох видів пам'яті ЕОМ - внутрішньої (оперативної) і зовнішньої.

7.2. Програмне забезпечення САПР

Програмою називають закінчену сукупність команд, необхідних для виконання певного завдання. *Програмування* - це процес складання такої програми.

Програмне забезпечення (ПЗ) - сукупність машинних програм і супутніх документів, необхідних для виконання автоматизованого проєктування, тобто ПЗ складається з документів з текстами програм, програм на всіх видах машинних носіїв, а також з експлуатаційних документів (інструкцій із

застосування і т. д.). Програмне забезпечення - це основний і за значущістю, і за трудомісткістю об'єкт розробки при створенні САПР.

Програмне забезпечення САПР підрозділяють на загальносистемне й спеціалізоване (прикладне). На відміну від технічних засобів, які є універсальним інструментом, програмне забезпечення і перш за все його спеціалізована частина відображають специфіку різних САПР.

Загальносистемне ПЗ призначене для планування і організації процесу обробки інформації, введення-виводу, керування даними, розподілу ресурсів, підготовки й відладки і представлено операційними системами ЕОМ та обчислювальних комплексів (ОК). Загальносистемне ПЗ звичайно створюється для широкого застосування і специфіку САПР не відображає.

Структурна схема операційної системи (ОС) включає два компоненти: програми, що керують; оброблювальні програми (рис. 7.2).

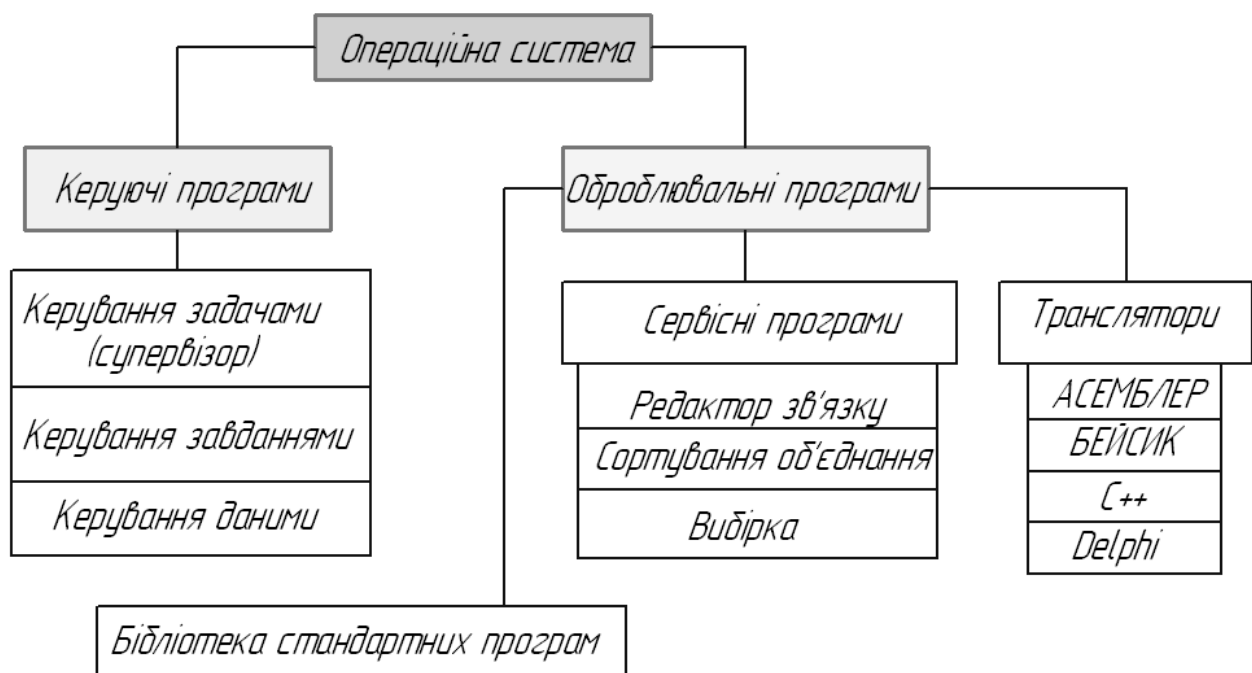


Рис.7.2 - Загальна структура ОС

Керуюча програма, призначена для керування оброблювальними програмами. Функції керування розділяють на три групи: керування даними, керування задачами, керування завданнями.

До функцій керування даними входять ефективне планування і керування обміном даними між основною (оперативною) пам'яттю і зовнішніми пристроями; представлення користувачеві гнучких способів організації і доступу до даних.

До функцій керування задачами входять обробка безперервного потоку завдань майже без втручання оператора; прочитування завдання з потоку, організація черги завдань, розподіл пристроїв введення-виводу, передача керування супервізору і т.д.

Керування завданнями здійснюється основною керуючою програмою - супервізором, її називають також монітором, диспетчером або резидентною програмою. Супервізор при виконанні програм користувача знаходиться в оперативній пам'яті і виконує такі функції: обробку переривань, задоволення запитів до основної пам'яті, передачу керування модулями завдання, завершення завдання і т.д. Супервізор реалізує в ЕОМ мультипрограмний режим розділення часу.

До *оброблювальних програм* відносяться сервісні програми, транслятори з основних мов програмування і бібліотека стандартних програм для вирішення типових завдань.

Сервісні програми призначені виконувати функції, що часто зустрічаються при обробці даних, наприклад редагування, зв'язування та інші маніпуляції з програмами і даними. До сервісних програм входять редактор зв'язку, програми сортування-об'єднання і набір допоміжних програм з відладки і перезапису.

Транслятори з мов програмування, що входять до складу ОС, використовують для трансляції прикладної програми користувача, званої початковим модулем, в програму на машинній мові, названу об'єктним модулем.

Об'єктні модулі проходять ще один етап - етап редагування, на якому вони обробляються програмою - редактор зв'язку. Користувач на цьому етапі може збирати свою програму з окремих частин (модулів), написаних в різний час і, можливо, на різних алгоритмічних мовах. Після редагування виходить завантажувальний модуль, в якому використовують відносні адреси. Для того, щоб програма могла бути безпосередньо виконана на ЕОМ, потрібно відносні адреси замінити на абсолютні. Така заміна адрес і подальше завантаження в певне місце оперативної пам'яті здійснюється програмою вибірки. Після цієї процедури побудований модуль називається *абсолютним*.

Таким чином, програма користувача перед виконанням проходить шлях від початкового модуля до абсолютного (рис. 7.3).

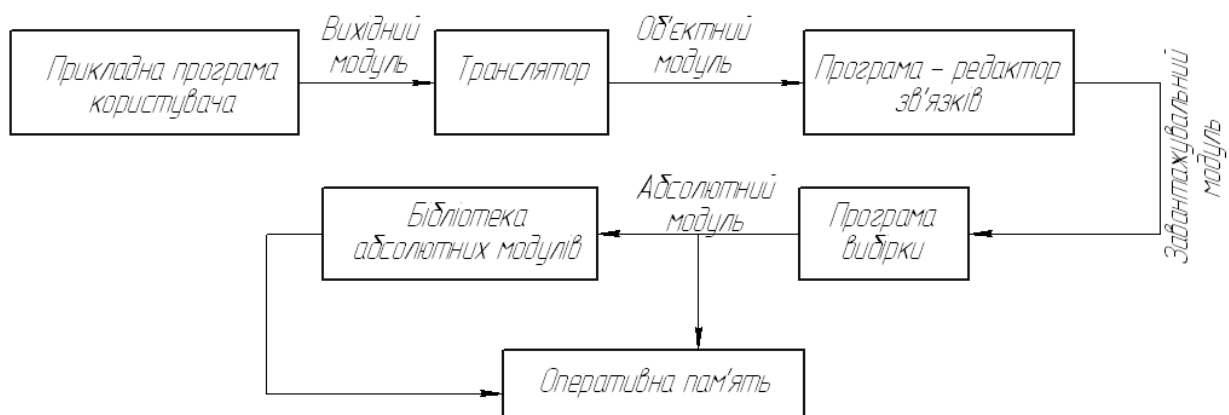


Рис. 7.3 - Система перетворення прикладних програм в абсолютні модулі в ОС

З розвитком ЕОМ зростає значущість найважливішого компоненту загальносистемного програмного забезпечення - операційних систем ЕОМ. Можливості, що надаються користувачам сучасними технічними засобами САПР, все більшою мірою визначаються їх операційними системами, ніж апаратними пристроями.

Операційні системи керують ходом виконання робочих програм і використанням усіх ресурсів технічних засобів. Їх найважливіші функції в САПР пов'язані з організацією роботи користувачів у різних режимах, одночасного вирішення різних завдань, динамічного розподілу каналів передачі даних і зовнішніх терміналів між завданнями, динамічного розподілу пам'яті, планування послідовності вирішення завдань з урахуванням встановлених пріоритетів, контролю і діагностики роботи технічних засобів.

Операційні системи безперервно удосконалюють. Для нових поколінь ЕОМ створюють нові операційні системи все з ширшими функціональними можливостями і з природнішим діалогом користувачів і ЕОМ. Причому операційні системи, як правило, призначені для сімейства однотипних ЕОМ, їх можна генерувати (підбирати склад і структуру програм) стосовно певної архітектури технічних засобів САПР і кола вирішуваних завдань.

Іншим важливим компонентом загальносистемного програмного забезпечення САПР є *базове програмне забезпечення*. До його складу входять: базове програмне забезпечення обробки геометричної і графічної інформації; базове програмне забезпечення для формування і використання баз даних.

У спеціальному (прикладному) ПЗ реалізується математичне забезпечення для безпосереднього виконання проектних операцій і процедур. Прикладне ПЗ звичайно має форму пакетів прикладних програм (ППП), кожна з яких обслуговує певний етап процесу проектування або групу однотипних завдань усередині різних етапів.

Тому функції ППП конкретної підсистеми тісно пов'язані з переліком завдань, що реалізуються на відповідному рівні проектування.

Звичайно ППП складається з окремих непересічних підпрограм - модулів, кожен з яких здатний виконати одну з робочих (проектних) або обслуговуючих (допоміжних) функцій. Модулі можуть з'єднуватися один з одним за завданням користувача, утворюючи необхідні програми. Процедuru складання прикладної програми з наявних в модулів ППП проводить спеціальна керуюча програма - монітор.

У спеціальне ПЗ разом з ППП, що розробляється людиною, при створенні САПР входять і робочі програми, які складаються автоматично в ЕОМ для кожного нового об'єкта і маршруту його проектування. Робочі програми складаються з бібліотечних модулів, що генеруються. Бібліотечні модулі реалізують математичні моделі елементів, типові методи і алгоритми, вживані при вирішенні завдань проектування багатьох об'єктів. Модулі, що генеруються, реалізують математичну модель системи і є результатом трансляції з вхідної мови.

Отримання робочих програм можливе методом компіляції або методом інтерпретації.

Методом компіляції кожна арифметична операція обчислювального процесу в робочій програмі перетворюється в ряд окремих команд. При компіляції етапи трансляції і рахунку чітко розділені і отримана робоча програма лінійна, тобто складається з команд, що переробляють інформацію без будь-яких службових команд типу передач керування, організації циклів і т.д. Скомпільовані програми економічні за витратами машинного часу (не мають ніяких додаткових службових команд), але вимагають значних витрат машинної пам'яті (кожній операції відповідає ряд команд, що займають декілька елементів пам'яті).

Метод інтерпретації має на увазі, що робоча програма не створюється в остаточному вигляді до початку етапу рахунку: вона генерується по частинах при переході від виконання попередньої директиви вхідної мови до подальшої. При цьому витрати машинного часу зростають (у ітераційному обчислювальному процесі доводиться багато разів повторювати виконання одних і тих же допоміжних команд, що генерують частини робочої програми), але скорочуються витрати машинної пам'яті (не потрібно зберігати всю скомпільовану робочу програму).

На практиці найчастіше використовують елементи обох методів генерації робочих програм. Чим вище частота використання програм (це характерно для програм найнижчих рівнів), тим більш обґрунтованим буде застосування методу компіляції. Метод інтерпретації переважає при генеруванні програм вищих рівнів, він є основним при реалізації діалогового режиму САПР.

7.3 Інформаційне забезпечення САПР

Під поняттям *інформації* мають на увазі деякі відомості або сукупність будь-яких даних, які є об'єктом зберігання, передачі й перетворення. Стосовно САПР під *даними* розуміють інформацію, представлену у формалізованому вигляді, тобто у вигляді послідовності символів, букв, цифр, графіків, таблиць, креслень, текстів і т.п.

Із загального бюджету часу, що витрачається сучасною ЕОМ при вирішенні різних проектних завдань, 10% складають обчислення, а решта 90% відводяться на переробку інформації. До переробки інформації відносяться: запам'ятовування, пошук необхідної інформації в інформаційних масивах, передача інформації від одного масиву до іншого, моделювання процесів та ін. Слід зазначити, що процес обчислення може також розглядатися як окремий випадок переробки інформації.

Інформаційне забезпечення (ІЗ) САПР - це сукупність відомостей (даних), представлених в певному вигляді і використовуваних при виконанні автоматизованого проектування. Проектування реалізується комплексом завдань, пов'язаних з переробкою численних масивів інформації різного вигляду. Тому інформаційне забезпечення є однією з найважливіших

складових частин САПР, а витрати на його розробку складають більше половини вартості системи в цілому.

Інформацію, використовувану в САПР, умовно можна розділити на результатну й похідну. *Результатною* називається інформація, яка існує до початку машинного проектування. Вона підрозділяється на змінну і умовно-постійну.

До *змінної* відноситься наступна інформація: при проектуванні деталі - навантаження на неї і зовнішні обмеження; у САПР ТП - геометрична і технологічна інформація про конкретну деталь.

Кодована інформація про деталь в САПР ТП складається з чотирьох частин: інформація технологічного, конструктивного і економічного характеру, що відноситься до всієї деталі в цілому (відомості про спосіб виготовлення деталі, умови виробництва, устаткування, термічну обробку і т. д.); інформація технологічного і конструктивного характеру, що відноситься до окремих поверхонь або частин деталі (спосіб виготовлення, вигляд термообробки, вигляд покриття і т. д.); геометрична інформація, що відноситься до всієї деталі в цілому (габаритні розміри, точність виготовлення, шорсткість поверхні і т. д.); геометрична інформація, що визначає форму, розміри, точні і якісні характеристики окремих поверхонь деталі і їх взаємне розташування.

Ця інформація вводиться в оперативний запам'ятовуючий пристрій, що, кожного разу при проектуванні нового технологічного процесу на конкретну деталь.

Умовно-постійна інформація, що складається з довідкової і методичної інформації, включає відомості про нормалізовані вузли, що є на підприємстві, і деталі, устаткування, оснащення, нормалізований ріжучий і вимірювальний інструмент, методи отримання заготовок і їх обробки та ін. Ця інформація є досить стабільною і постійно зберігається в зовнішній пам'яті ЕОМ.

Похідна інформація формується на різних етапах процесу проектування і стосовно САПР ТП містить відомості про маршрут обробки заготовки, технологічні операції і переходи, режими різання, графічні зображення операційних ескізів і інструментальних наладок та ін.

База даних. Вся умовно-постійна інформація, необхідна для функціонування САПР, представляється у вигляді бази даних (БД). *База даних* - це сукупність даних, що обробляються в більш ніж одній програмі (модулі). База даних для САПР ТП включає масиви інформації про устаткування, інструменти, пристрої, норми часу, формулювання операцій і переходів, технологічні й організаційні умови обробки виробів, процедури ухвалення вирішень, збору і організації даних, а також перелік статистичних методів і моделей в межах проблематики системи та ін. У БД можна виділити частини, що відіграють різну роль у процесі проектування (рис. 7.4).

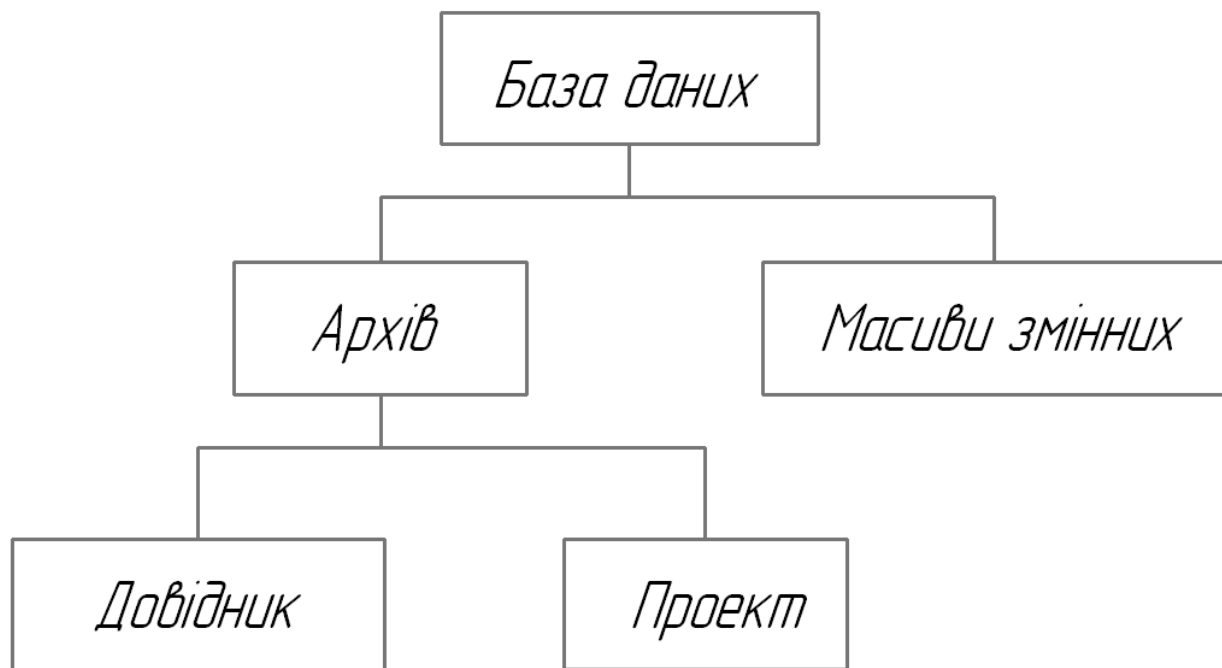


Рис. 7.4 - Структура бази даних

Довідник містить довідкові дані про ДСТ, нормалі, уніфіковані елементи, раніше виконані типові проекти і т.п. Ця частина піддається зміні порівняно рідко, характеризується одноразовим записом даних і багаторазовим їх прочитуванням. Вона включає умовно-постійну інформацію і називається постійною.

Проект містить відомості про рішення, що отримуються у процесі проектування. Це - результати вирішення проектних завдань, отримані до теперішнього моменту (різного типу схеми, специфікації, таблиці, тексти та ін.). Проект поповнюється або змінюється в міру завершення чергових ітерацій на етапах проектування. Ця частина називається *напівзмінною*.

Масиви даних, що входять в довідник і проект, об'єднують під загальною назвою *архів*.

Третя частина БД містить масиви змінних, значення яких важливі тільки в процесі вирішення одного конкретного завдання проектування і відносяться до виду раніше визначеної змінної інформації. Ця частина БД називається *змінною*.

У загальному вигляді база даних є сукупністю інформаційних масивів. При цьому кожен масив містить інформацію по одному класу об'єктів.

Відомості по опису об'єкта, що підлягають включенню в БД, називають інформаційним змістом. Сукупність даних інформаційного змісту об'єкта (або декількох об'єктів), представлених певним чином, називають *підмасивом*. Сукупність підмасивів для всієї групи об'єктів складає інформаційний масив. Підмасив може включати як числову, так і текстову інформацію.

За характером подання даних, а отже і організації пошуку розрізняють підмасиви списочної і табличної структури. Прикладом списочної структури

служать паспортні дані устаткування, а табличною - таблиці залежності подач верстата від необхідної шорсткості оброблюваної поверхні або залежності величини кута при вершині свердла від вигляду оброблюваного матеріалу та ін.

Бази даних сучасних САПР повинні забезпечувати:

1) економне використання пам'яті. При формуванні БД необхідно забезпечувати щільне розміщення даних на носіях, мінімізувати надмірність за рахунок усунення багатократного дублювання в різних масивах, розміщувати рідко використовувані дані, дешевші носії (з меншою швидкістю пошуку інформації);

2) узгодження часу вибірки даних прикладними програмами з частотами використання останніх. Для програм низьких ієрархічних рівнів цей час повинен бути мінімальним. Ці програми переважно орієнтовані на змінну частину БД, яка перед виконанням робочої програми розміщується в оперативній пам'яті. Напівзмінна постійна частини БД (архів) звичайно використовуються програмами високих рівнів, в яких пошук даних перестає бути визначальним чинником, тому архів розміщується на зовнішніх носіях (магнітних дисках і стрічках);

3) універсальність, тобто наявність всіх необхідних даних і забезпечення доступу до них у процесі виконання проектних операцій і процедур прикладними програмами;

4) достовірність і несуперечність даних;

5) відкритість для внесення нових відомостей.

Автоматизований банк даних. Для використання БД необхідно спеціальне програмне забезпечення, яке проводить вибірку даних прикладними програмами, запис нових даних, видалення старих непотрібних записів, перезапис файлів з одних машинних носіїв на інші.

Сукупність програм, що обслуговують БД, називається *системою керування базою даних* (СКБД). До основних функцій СКБД відносять наступні: визначення і ініціалізація БД; організація зберігання даних; надання користувачам доступу до БД; захист цілісності БД; керування доступом до БД; підтримка функцій системного персоналу; підтримка технологічного процесу функціонування системи БД - СКБД.

БД і СКБД разом утворюють банк даних, який частіше називають *автоматизованим банком даних* (АБД). АБД створюють як обслуговуючу підсистему і використовують для автоматизованого забезпечення необхідними даними підсистем САПР.

Керування АБД здійснюється фахівцем або групою фахівців, які забезпечують цілісність, правильність даних, ефективність використання і функціональні можливості СКБД САПР. Фахівці виконують такі функції:

- організацію і формування баз даних - з'ясування вимог проектувальників, розробку схем (визначення структури даних, привласнення даним імен, забезпечення захисту даних), завантаження, регулювання можливості доступу проектувальників і вибір способу фізичної організації баз даних;

- організацію використання баз даних - розподіл запитів у часі, протоколювання робіт з базою даних, організацію регламентних робіт з підтримки АБД в робочому стані, відновлення баз даних при порушеннях цілісності даних і захист від несанкціонованого доступу до баз даних;
- реорганізацію баз даних - визначення необхідності й виконання реорганізації баз даних на основі нових вимог розвитку і удосконалення або на основі дослідження розробок і аналізу роботи АБД.

Основними характеристиками АБД є гнучкість, надійність, наочність і економічність.

Гнучкість АБД виражається в можливості нарощування і адаптації засобів СКБД і зміні організації і структури баз даних без великих вартісно-тимчасових витрат. СКБД повинна генеруватися під можливі в експлуатації конфігурації технічного забезпечення і обстановку функціонування. В процесі проектування повинен бути забезпечений доступ до інформації АБД користувачів різних рівнів.

Надійність АБД забезпечується можливістю відновлення інформації і програмних засобів АБД у разі їх руйнування; виконанням стандартних або описаних користувачем акцій на несанкціонований доступ або помилковий запит.

Наочність АБД реалізується поданням користувачеві АБД даних в звичній і зручній для сприйняття формі, наявністю засобів, що забезпечують облік і протоколювання його функціонування.

Економічність АБД пов'язана із задоволенням наступних умов: дублювання даних виключається, крім випадків, коли воно виправдане технічними й економічними міркуваннями; автоматизація збору статистичних даних про вміст і використання інформації банку з метою організації ефективнішого розподілу пам'яті; наявність засобів тиражування баз даних.

Приклад організації масивів БД. Розглянемо особливості організації масивів БД на прикладі організації масиву металоріжучого устаткування. Цей масив інформації використовується при вирішенні ряду технологічних завдань, зокрема, при проектуванні маршрутних технологічних процесів і технічному нормуванні верстатних робіт. У разі нормування масив «Устаткування» використовується для вирішення підзавдань:

- вибір найближчого числа з ряду паспортних даних, найбільш близьких до розрахункових значень, наприклад, частоти обертання і подачі;
- перевірка розрахункових режимів за потужністю, міцністю слабкої ланки;
- визначення номера цеху, ділянки, стану устаткування, паспортних даних цієї моделі за заданим інвентарним номером устаткування.

Укрупнений склад інформаційного масиву металоріжучого устаткування показаний на рис. 7.5. Список всіх реквізитів масиву розбитий

на дві групи: елементи 1-ї групи характеризують конкретну фізичну одиницю устаткування; 2-ї - дані, що описують модель устаткування взагалі.

Відомості про техніко-організаційні дані оформляють у вигляді так званої *інформаційно-логічної таблиці (ІЛТ)*, в якій як аргумент виступає інвентарний номер устаткування.

Для програмної реалізації функціонування інформаційного масиву «Устаткування» необхідно сформувати каталог імен і адрес. Техніко-організаційні дані оформляють у вигляді підмасиву, ім'я якого записують в каталог імен КТ, а відносну адресу розташування в числовому масиві - в каталог адрес №1. Зв'язок техніко-організаційних даних з числовими характеристиками паспортних даних верстатів здійснюється через відносну адресу розташування підмасивів.

Пошук інформації при технічному нормуванні може вестися у двох напрямках, характерних для двох завдань: визначення чисельних величин паспортних даних за заданою моделлю верстата; визначення техніко-організаційних даних за заданим інвентарним номером верстата.

Алгоритм пошуку для цих завдань показаний на рис. 7.6. Одним з найбільш відповідальних етапів розробки масивів БД, і в окремому випадку масиву «Обладнання» є збір і систематизація даних. Так, для реквізиту «Модель верстата» записують умовне позначення типу і моделі, привласнене конкретному верстату: наприклад, 1К62, 6Р13, 2А135РФ2. Кількість знаків у позначенні не повинна перевищувати певного числа, наприклад 24.

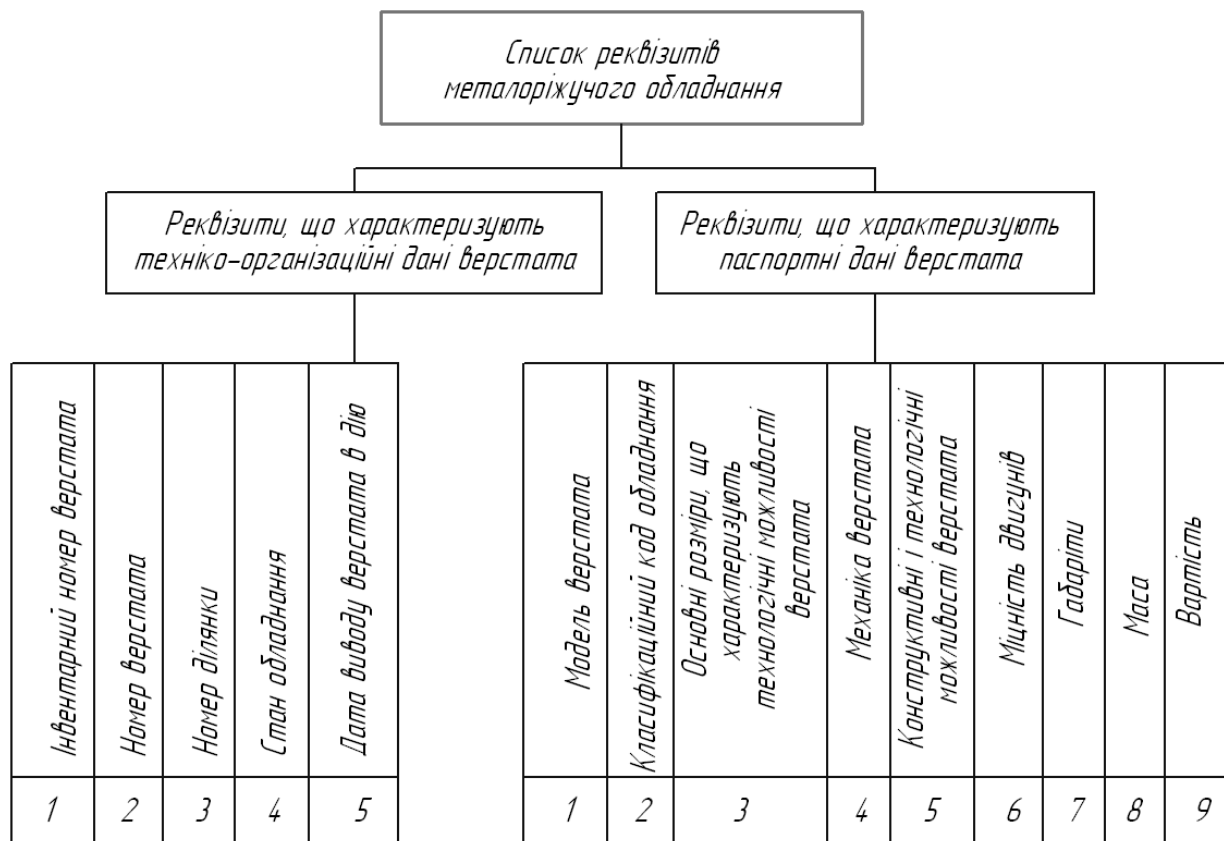


Рис. 7.5 - Укрупнений склад реквізитів інформаційного масиву металоріжучого обладнання

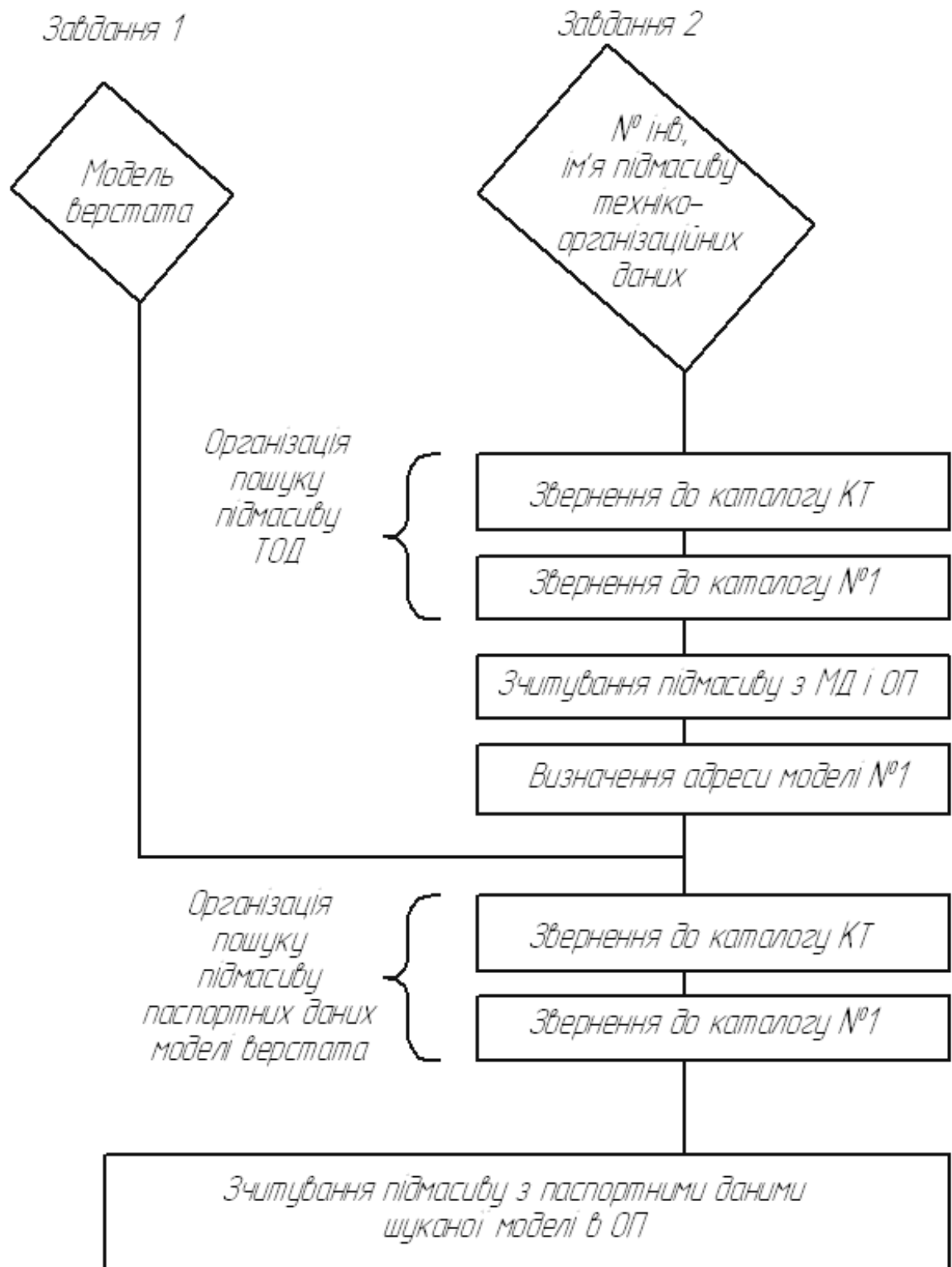


Рис. 7.6 - Схема організації пошуку масиву паспортних даних верстата

Вся зібрана для масиву «Обладнання» інформація зводиться за певними правилами в таблиці (формуляри), з яких вона наноситься на машинні носії і вводить в ЕОМ.

При формуванні підмасиву виділяють просту змінну і керуючу інформацію. До *простих змінних* відносяться код устаткування; основні розміри і параметри, що характеризують можливості верстата; відомості про

потужність, габарит, масу і вартість устаткування. *Керуюча інформація* - це відомості про ідентифікацію і розміщення числових рядів (подач, оборотів і т. д.), які не заносяться у формуляри і мають спеціальну структуру запису.

7.4 Технічне забезпечення САПР

Технічне забезпечення САПР включає сукупність технічних засобів (ТЗ), що взаємодіють між собою і виконують автоматизоване проектування. Автоматизація проектування вимагає випуску спеціалізованих засобів САПР. Технічне забезпечення САПР є сукупністю взаємозв'язаних і взаємодіючих технічних засобів, призначених для виконання автоматизованого проектування.

До технічних засобів відносяться пристрої обчислювальної і організаційної техніки; засоби передачі даних, вимірники та інші пристрої і їх поєднання, що забезпечують певну технічну функцію відповідних підсистем САПР.

Реалізацію однорідних функцій різних підсистем САПР виконують наступні групи ТЗ: підготовка і введення даних, передача даних, програмна обробка даних, відображення і документування даних, архів проектних рішень.

Група ТЗ підготовки і введення даних призначена для автоматизації підготовки, введення, первинної обробки і редагування початкових і нормативно-довідкових даних для автоматизованого проектування. ТЗ підготовки і введення даних повинні забезпечувати кодування інформації, нанесення даних на машинні носії, введення даних в ЕОМ, візуальний контроль і редагування даних при введенні й підготовці алфавітно-цифрової і графічної інформації. Для виконання вказаних функцій застосовують пристрої підготовки даних на машинних носіях (перфоносіях, магнітних носіях, мікрофішах); пристрої введення даних з машинних носіїв (з перфоносіїв, з мікрофішей, що запам'ятовують пристрої на магнітних стрічках і дисках); пристрої введення графічної інформації (графоповторювачі або дід-жітайзери); клавіатури алфавітно-цифрові, функціональні, спеціальні, а також світлові, що реалізуються на екрані дисплея, і, фотоселекторні засоби.

Група ТЗ передачі даних служить для забезпечення дистанційного зв'язку засобів САПР по різних каналах зв'язку. Пристрої цієї групи повинні забезпечувати передачу даних між видаленими компонентами САПР по телефонних, телеграфних і спеціальних каналах зв'язку. До пристроїв даної групи відносять апаратуру передачі даних (модеми, пристрої перетворення сигналів, пристрої захисту від помилок) і апаратуру сполучення і концентрації (пристрої сполучення, адаптери дистанційного зв'язку, мультиплексори передачі даних, процесори телеобробки даних).

Група ТЗ програмної обробки даних призначена для прийому цифрових даних, їх програмної обробки, накопичення і виводу на машинні носії, пристрої відображення і в канали зв'язку. До пристроїв цієї групи відносять:

ЕОМ загального призначення (мікро-ЕОМ, персональні, малі, середні, великі й надвеликі ЕОМ); спеціалізовані ЕОМ і мікропроцесори. ТЗ програмної обробки повинні забезпечувати розробку і експлуатацію програмного забезпечення САПР, зміну продуктивності шляхом заміни або нарощування ЕОМ, використання програмно-апаратних засобів обліку, зберігання і видачі поточного часу, мультипрограмний режим роботи.

Група ТЗ відображення і документування даних призначена для оперативного представлення проектних рішень і запрошуваних даних, а також для виведення проектної документації і проміжних носіїв. До ТЗ цієї групи відносяться пристрої візуального відображення інформації (алфавітно-цифрові і графічні дисплеї, панелі й табло відображення інформації, мнімосхеми); пристрої виведення інформації на папір (пристрої друку, графічні пристрої, реєструючі пристрої); пристрої виведення інформації на мікрофільми і мікрофіші; пристрої виводу на машинні носії запису (перфоносії, магнітні носії); пристрої виведення спеціального призначення (координатографи, фотонабірні пристрої і т. д.).

Група ТЗ архіву проектних рішень забезпечує зберігання, контроль, відновлення і розмноження даних про проектні рішення САПР, а також довідкові дані (зокрема нормативно-технічній документації). До ТЗ цієї групи відносять пристрої тиражування мікрофільмованих документів.

Контроль, відновлення і розмноження даних архіву проектних рішень, що зберігаються на магнітних носіях, виконуються групами ТЗ підготовки і введення, а також програмної обробки даних.

Сучасні технічні засоби САПР повинні відповідати наступним вимогам: забезпечувати можливість оперативної взаємодії інженерів з ЕОМ; мати достатню продуктивність і обсяг оперативної пам'яті ЕОМ для вирішення завдань всіх етапів проектування; володіти можливістю одночасної роботи з технічними засобами необхідного числа користувачів для ефективної діяльності всього колективу розробників; мати комплекс технічних засобів для розширення і модернізації системи; володіти високою надійністю; мати прийнятну вартість та ін.

Вищеперелічені вимоги найповніше можуть бути реалізовані при організації комплексів технічних засобів.

7.5 Лінгвістичне забезпечення САПР

Лінгвістичне забезпечення САПР включає різні мовні засоби, які діляться на дві групи: мови програмування; мови проектування.

Під терміном «мова» в даному випадку розуміється будь-який засіб спілкування, будь-яка система символів або знаків, використовуваних для обміну інформацією.

Мови програмування служать для запису програм. Ними користуються головним чином при підготовці програм, а не при експлуатації САПР.

Мови проектування призначені для уявлення і перетворення початкової інформації при виконанні проектних процедур за допомогою програмного

забезпечення. Ці мови застосовуються користувачами САПР у процесі їх інженерної діяльності.

Алгоритмічні мови. З моменту використання ЕОМ для розрахунків і проектування виникла проблема спілкування людини з машиною. Спочатку програму для ЕОМ готували в машинних кодах. Такі машинні програми могли розроблятися тільки вузькими фахівцями-програмістами, які знають пристрій і особливості конкретної ЕОМ. Інженер-користувач для виконання розрахунків на ЕОМ у своїй проблемній області повинен був звертатися до програміста. У цьому випадку мав місце ланцюжок: користувач - програміст - машинна програма - ЕОМ. Такий ланцюжок приводив до великих витрат трудових ресурсів і часу. Програмування завдань на машинній мові обмежувало використання ЕОМ. Ця проблема була вирішена після створення алгоритмічних мов високого рівня, що відрізняються універсальністю. Для того, щоб машина розуміла мови високого рівня, необхідний перекладач з цих мов на машинний. Таким перекладачем є транслятор, тобто програма, яка перетворює програму, написану на мові високого рівня, в машинну. В результаті виникає наступний ланцюжок: користувач - програма на мові високого рівня - транслятор - машинна програма - ЕОМ.

Символіка і логіка алгоритмічних мов близькі до прийнятих в математиці в російській і англійській мовах. Разом з тим ця символіка і правила запису строго однозначні і можуть автоматично (формалізовано) переводитися в команди машини.

Алгоритмічна мова - це набір символів і система правил освіти і тлумачення конструкцій з цих символів для задання алгоритмів. Алгоритмічну мову для запису програм і даних називають мовою програмування. Як мови програмування в САПР знаходять застосування машинно-орієнтовані мови типу АСЕМБЛЕР і алгоритмічні мови високого рівня.

Алгоритмічні мови високого рівня порівняно з машинно-орієнтованими мовами зручніші для реалізації алгоритмів чисельного аналізу, легше освоюються інженерами, дозволяють підвищити продуктивність праці програмістів при розробці програм і їх адаптації до різних типів ЕОМ. Найбільше застосування знаходять мови БЕЙСІК, ПАСКАЛЬ, Сі, Сі+, Сі+Builder, Delphi та ін.

Мови типу АСЕМБЛЕР відрізняються більшою універсальністю, тобто володіють ширшими можливостями для опису кодів різних форматів, логічних операцій і процедур. При використанні цих мов потрібні менші витрати машинного часу і пам'яті.

Враховуючи достоїнства машинно-орієнтованих і алгоритмічних мов високого рівня, їх можна застосовувати одночасно для вирішення різних завдань при розробці САПР.

Мови проектування. Для забезпечення процесу проектування об'єктів у САПР використовують наступні види мов проектування: вхідна; базова; вихідна.

Вхідна мова призначена для подання завдання на проектування. У цій мові для задання початкової інформації в САПР повинні бути передбачені засоби опису об'єктів проектування у формі, зручній для відображення і введення в ЕОМ. Ці засоби повинні описувати не тільки математичні об'єкти - числа, змінні, масиви, але й різні види графічної інформації - конструкторські креслення, схеми і т.п.

Базова мова служить для представлення додаткових відомостей до первинного опису об'єкта проектування, проектних рішень, описів проектних процедур (зокрема процедур інформаційного обміну) і їх послідовності. Ця мова, що часто називається мовою опису завдань, створюється близькою за можливостями, символікою і граматикою до універсальних алгоритмічних мов. При цьому доцільно не розробляти оригінальну базову мову, а використовувати універсальну алгоритмічну мову, доповнивши її окремими елементами, характерними для розроблюваного процесу проектування.

Вихідну мову застосовують для представлення якого-небудь проектного рішення, включаючи результат проектування, у формі, що задовольняє вимогам його подальшого застосування. До складу цієї мови входять різні засоби опису результатів проектування у вигляді креслень, технічних карт, схем наладок, таблиць, текстової документації, а також засобу подання проміжних результатів проектування, використовуваних в різних підсистемах САПР.

Розроблювані при створенні САПР мови проектування, в першу чергу вхідні мови повинні відповідати наступним вимогам:

- бути універсальними, тобто володіти можливістю опису будь-яких об'єктів проблемної області, на яку орієнтована САПР;
- мати проблемну орієнтацію, тобто забезпечувати користувачеві максимальні зручності для опису і сприйняття використовуваних при проектуванні даних;
- елементи і конструкції мови повинні володіти однозначністю тлумачення;
- мати можливості для розвитку і розширення;
- бути сумісними з іншими вхідними і вихідними мовами.

7.6 Методичне забезпечення САПР

Під *методичним забезпеченням САПР* розуміють вхідні до її складу документи, що регламентують порядок її експлуатації. Причому документи, що відносяться до процесу створення САПР, не входять до складу методичного забезпечення. Оскільки документи методичного забезпечення мають в основному інструктивний характер і їх розробка є творчим процесом, то про спеціальні способи і засоби реалізації даного компоненту САПР мова не ведеться. Останнім часом вдосконалення організації робіт в області автоматизації проектування направлене на централізоване створення типових ПМК з метою широкого тиражування. Такі ПМК повинні включати

разом з програмами для ЕОМ і базами даних комплекти документації. Таким чином, вказана документація стане частиною методичного забезпечення САПР.

7.7. Організаційне забезпечення САПР

Стандарти із САПР вимагають виділення як самостійного компоненту організаційного забезпечення, що включає положення, інструкції, накази, штатні розклади, кваліфікаційні вимоги та інші документи, які регламентують організаційну структуру підрозділів проектної організації і взаємодію підрозділів з комплексом засобів автоматизованого проектування, а також порядок ведення документації.

Функціонування САПР можливо тільки за наявності й взаємодії перерахованих засобів автоматизованого проектування.

? КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Які існують види забезпечення САПР?
2. Наведіть структуру взаємозв'язку засобів забезпечення САПР.
3. Дайте характеристику усім забезпеченням САПР.
4. З чого складається загальна структура оперативної системи?
5. Яка структура інформаційного забезпечення?
6. Що таке база даних, з чого вона складається?

8. ПОСЛІДОВНІСТЬ ПІДГОТОВКИ ЗАВДАНЬ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ НА ЕОМ

Для виконання інженерних розрахункових або проектних завдань на ЕОМ треба провести підготовчу роботу, що включає наступні етапи: математичне формулювання завдання; вибір чисельного методу вирішення задачі; розробка алгоритму; складання програми і її відладка на контрольному прикладі; підготовка і запис початкових даних; вирішення задачі на ЕОМ і аналіз результатів [3].

Трудомісткість процесу розробки програм і ефективність їх використання у процесі експлуатації багато в чому залежать від результатів виконання перших трьох етапів, що відносяться до математичного забезпечення САПР.

Математичне формулювання завдання включає математичний опис її умов і визначення аналітичних виразів і формул, що підлягають вирішенню на ЕОМ. Остаточний вигляд формул і математичних залежностей звичайно називають *математичною моделлю*. Для переходу від словесного опису завдання до математичного формулювання використовують математичні методи.

Чисельні методи дозволяють звести вирішення найрізноманітніших і складних операцій (інтеграція, диференціювання, обчислення логарифмічних і інших функцій) до послідовного виконання чотирьох арифметичних дій.

Для різних математичних завдань, використовуваних в САПР, розроблені чисельні методи їх вирішення. Вибір того чи іншого чисельного методу для вирішення завдання на ЕОМ пов'язаний з вимогами, що став, по-перше, постановкою завдання (необхідна точність, швидкість рішення і витрати на підготовку програми) і, по-друге, самою ЕОМ і програмою з позиції реалізації методу на машині.

За отриманими математичними залежностями записують послідовність виконання математичних операцій у вигляді алгоритму. На етапі вибору чисельного методу вирішення завдання вибирають методи оптимізації виходячи з вигляду цільової функції, кількості й характеру змінних та ін.

Розробка алгоритму передбачає визначення послідовності вирішення задачі на основі раніше виконаного математичного формулювання задачі і вибору чисельного методу її вирішення.

Побудова математичних моделей об'єктів проектування. Процес проектування з використанням САПР у загальному вигляді характеризується деякими загальними підходами до вирішення проектних завдань. Так, при автоматизації конструювання будь-яких об'єктів можна виділити такі рівні: вибір принципу побудови проектного об'єкта; розробка його структурної схеми; визначення характеристик процесів функціонування об'єкта; розробка функціональних блоків; проектування елементів функціональних блоків.

Ці ж рівні характерні і для проектування технологічних процесів. Так, перший і другий рівні можна зіставити з вибором загальної схеми і маршруту обробки, четвертий - з проектуванням технологічної операції і т.д.

Якість проектування об'єкта залежить від ухвалюваних вирішень на всіх рівнях проектування. Проте найбільший вплив роблять перші рівні, особливо вибір принципу побудови проектного об'єкта і розробка його структурної схеми.

Залежно від проектних завдань і вимог, що ставляться до їх вирішення, можливі різні способи моделювання цих завдань. Найбільшого поширення в САПР набули методи математичного моделювання, пов'язані з побудовою математичних (операційних) моделей. У таких моделях разом з безліччю проектних ситуацій і рішень, які можуть бути прийняті в цих ситуаціях, знаходять віддзеркалення вимоги, що ставляться до шуканого рішення, і чинники, які повинні бути враховані при його виборі. Вироблення рекомендацій щодо проектного рішення в ході проектування полягає у відшукуванні рішення з безлічі можливих рішень, які найповніше задовольняють цим вимогам.

Математична модель - це сукупність математичних об'єктів (чисел, змінних, векторів, множин і т. п.) і відносин між ними, яка адекватно відображає деякі властивості проектного технічного об'єкта. У процесі проектування застосовують ті математичні моделі, які відображають суттєві з позицій інженера-проектувальника властивості об'єкта. Головною вимогою до математичних моделей є адекватність відображення в них модельованого об'єкта. Математичні моделі, використовувані при проектуванні різних технічних об'єктів, мають загальну структуру.

Всі змінні в математичних моделях діляться на три групи: керовані, некеровані й похідні.

Під *керованими змінними* розуміють такі, вибір конкретних значень яких визначає вибір того або іншого проектного рішення.

Некеровані змінні характеризують ситуацію, в якій повинне бути ухвалене рішення. Ці змінні описують зовнішні чинники, не залежні від проектних рішень, що оптимізуються, але що впливають на наслідки ухвалення того чи іншого вирішення.

Похідні змінні, залежні від керованих і некерованих змінних, є результатами ухвалення того або іншого проектного рішення. До таких змінних у проектних завданнях відносяться техніко-економічні характеристики проектного об'єкта.

В основу процесу вибору проектних рішень на різних етапах закладають досягнення деяких цілей, які можна підрозділити на якісні й кількісні.

Під *якісними* маються на увазі цілі, яким відповідають лише два результати - мета досягнута або не досягнута. Прикладом якісної мети є прагнення забезпечити отримання тієї або іншої техніко-економічної характеристики проектного об'єкта в заданих межах.

Співвідношення, що описують умову здійснення якісних цілей, звичайно називають обмеженнями моделі (технічними обмеженнями), а вирішення, що задовольняють цим умовам, - допустимими, тому цей тип критеріїв називають іноді критеріями допустимості.

Під *кількісними* мають на увазі такі цілі, які полягають у прагненні збільшити (або зменшити) деякі характеристики (наприклад, техніко-економічні) проєктованого об'єкта, залежні від ухвалюваних вирішень. З погляду кількісної мети, рішення буде тим краще, чим більше (або менше) при цьому значення відповідного критерію. Критерії, які служать для вираження кількісних цілей, називають критеріями ефективності або приватними критеріями ефективності.

Якщо серед варіантів проєктованого об'єкта відшукується не будь-який прийнятний кращий варіант, а якнайкращий в деякому розумінні, то критерій ефективності в цьому разі частіше називають *критерієм оптимальності*.

У реальних проєктних завданнях виникає необхідність при виборі деякого рішення враховувати можливість досягнення декількох кількісних цілей, часом суперечливих. У цих ситуаціях доводиться враховувати декілька приватних критеріїв ефективності. Найбільш простим способом вирішення цієї проблеми є побудова узагальненого критерію, який є в загальному разі певною сукупністю приватних критеріїв. Залежність між узагальненим критерієм, або приватним критерієм ефективності (оптимальності), і підлеглими до оптимізації параметрами називають *цільовою функцією*. Таким чином, якість проєктного рішення буде тим краще (за сукупністю мети), чим більше (або менше) відповідне йому значення цільової функції.

Побудова математичних моделей різних технічних об'єктів є досить складним творчим процесом, що вимагає від розробника знання тієї області, до якої відноситься проєктований об'єкт, методів математичного моделювання і певної винахідливості.

Процес моделювання включає такі етапи: постановка завдання; побудова моделі і її аналіз; розробка методів отримання проєктних рішень на моделі; експериментальна перевірка і коректування моделі і методів.

Якість створюваних математичних моделей багато в чому залежить від правильної постановки завдання. На цьому етапі необхідно визначити техніко-економічні цілі вирішуваного завдання, провести збір і аналіз всієї початкової інформації, визначити технічні обмеження. У процесі побудови моделей слід використовувати методи системного аналізу. Процес моделювання, як правило, має ітераційний характер, що передбачає на кожному подальшому кроці ітерацій уточнення попередніх рішень, прийнятих на попередніх етапах розробки моделей.

Розробка алгоритмів. Під *алгоритмом* розуміють певну, строго визначену послідовність виконання процесу, направленою на отримання бажаної інформації певного вигляду і обсягу. Алгоритм характеризується наступними поняттями: детермінованістю, дискретністю, масовістю і формалізацією.

Детермінованість, або *визначеність* встановлює однозначність результату процесу при заданих початкових даних і показує, що не можуть бути його різні тлумачення. *Дискретність* означає розчленованість алгоритму на окремі елементарні дії. *Масовість* припускає вирішення будь-якої задачі з класів однотипних при різних значеннях початкових даних. Під *формалізацією*, точніше *ступенем формалізації* слід розуміти рівень наближення розробки алгоритму до мови програмування. Можна вважати, що алгоритм достатньо формалізований тоді, коли він може бути запрограмований для ЕОМ з використанням існуючого математичного забезпечення.

Найбільш поширені такі форми подання (описи) алгоритму.

1. *Словесний опис*. Дана форма є загальним описом процедур на природній мові. Ступінь деталізації обчислювального процесу є низьким, формалізація процесу практично відсутня. Позитивним моментом слід вважати ємне і компактне уявлення про хід вирішення задачі. Словесний опис алгоритму використовується звичайно в різного роду реферативних описах вирішуваного завдання, на початковій стадії розробки алгоритму, в технічних описах, статтях і т.п.

2. *Операторний опис*. Полягає в докладному описі процесу, розчленованого на окремі формули або навіть на окремі арифметичні операції із словесною або символічною вказівкою послідовності дій. Таке подання алгоритму супроводжується майже повною формалізацією, у зв'язку з чим програмування його значно спрощується. Операторну формулу опису алгоритму доцільно застосовувати для нескладних за характером і малим за обсягом розрахункових завдань, інакше алгоритм стає важким для сприйняття і складним для реалізації.

3. *Опис у вигляді таблиці ухвалення рішень*. Таблиці ухвалення рішень слід розглядати як спеціальну форму алгоритмів, яка особливо добре підходить для певних технологічних завдань. Принципова побудова таблиць ухвалення рішень (таблиць відповідностей) показана в табл. 8.1.

Таблиця 8.1 - Структура таблиці ухвалення рішень

<i>Можливі рішення</i>	<i>Критерії (ознаки) вибору рішення</i>				
	T_1	T_2	T_3	...	T_n
Y_1	X_{11}	X_{12}	X_{13}	...	X_{1n}
Y_2	X_{21}	X_{22}	X_{23}	...	X_{2n}
...
Y_m	X_{m1}	X_{m2}	X_{m3}	...	X_{mn}

Перевагами застосування таблиць ухвалення рішень є: можливість будь-якого розвитку по рядках і стовпцях; можливість застосування для

представлення типових рішень (маршрутів обробки, верстатів, інструментів і ін.); добре пристосоване до специфічних умов підприємства за допомогою заміни, розвитку або зміни змісту; можливість представлення таблиць ухвалення рішень як підпрограм загальної системи алгоритмів (діаграми послідовності дій).

4. *Опис у вигляді математичних залежностей.* Достатньо коротка і раціональна форма подання алгоритмів - це функціональні залежності, записані у вигляді формул, які забезпечують мінімізацію потреб в об'ємі пам'яті. У багатьох випадках виявляється можливим перетворити табличні форми подання інформації, наприклад довідково-нормативні таблиці у вигляді математичних залежностей. Так, при використанні інтегрально-аналітичного методу визначення припуску замість громіздких нормативних галузевих таблиць операційних припусків можна застосовувати рівняння типу:

$$z_{j \min} = a + bD^m + cL^n, \quad (8.1)$$

де a, b, c - коефіцієнти і показники ступенів m, n , визначені шляхом математичної обробки довідкових таблиць операційних припусків.

5. *Опис у вигляді схем.* Будучи за змістом операторною формою, такий опис суттєво відрізняється від неї за формою уявлення, бо використовує графіку і графічні символи для відображення всього процесу. Кожна операція алгоритмізованого процесу полягає у графічному символі-блоці, що характеризує виконувану операцію. Зв'язок між блоками також указується графічно прямими лініями.

Подання алгоритмів у вигляді схем в даний час найбільш поширене. Часто схеми використовують і при складанні словесного опису алгоритмів, коли словесний опис виконуваних процедур і зв'язку між ними оформлюється графічно.

8.1. САПР технологічної підготовки виробництва

Сучасна САПР при її розвитку повинна включати автоматизоване вирішення всіх завдань, що зустрічаються при технологічному проектуванні. Причому для вирішення кожного завдання передбачається створення окремої підсистеми автоматизованого проектування. Зразковий склад підсистем, відповідний сучасному рівню розвитку технології машинобудування, показаний на рис. 8.1.

Підсистеми автоматизації технологічного проектування передбачають вирішення наступних завдань:

- 1) розробка технології ливарного виробництва: литво в земляні форми, литво під тиском, кокільне литво, відцентрове литво, прецизійне литво;
- 2) розробка технології зварювання і різання металів: дугового електрозварювання, контактного електрозварювання, газового зварювання і

різання, підготовки програм для зварювальних автоматів і для різання металів з чисельно-програмним керуванням (ЧПК);

3) розробка технології ковальсько-штампувального виробництва: вільного кування, штампування на молотах і пресах, кування на горизонтально-кувальних машинах, пресування на гідравлічних пресах, поперечного плющення, підготовки програм для пресів з ЧПК;

4) розробка технології механічної обробки: типових групових і одиничних технологічних процесів, автоматних операцій, технічного нормування, підготовки програм для верстатів з ЧПК;

5) розробка технології складання: операційних технологічних процесів складання, підготовки керуючих програм, для промислових роботів;

6) розробка технології хімічних, термохімічних, хіміко-механічних, електричних, термічних методів обробки, металопокриттів, забарвлення.

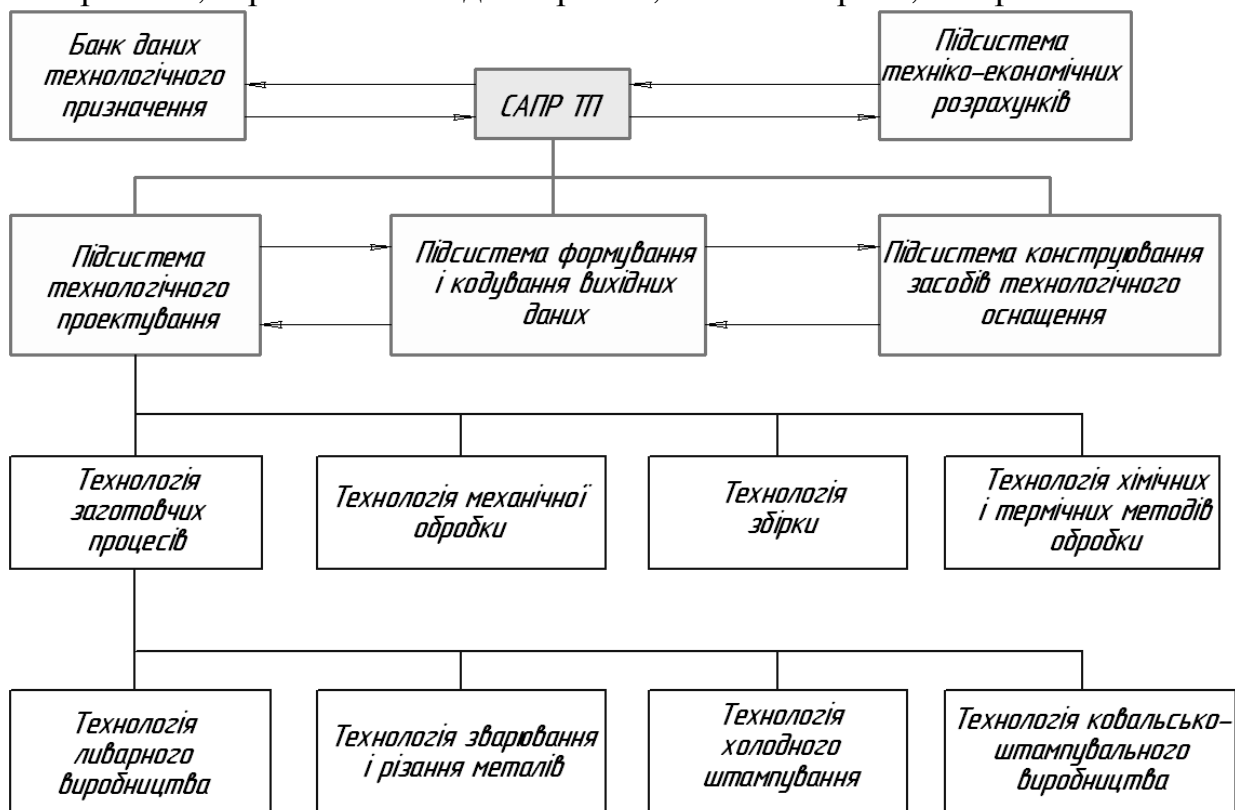


Рис. 8.1 - Функціональний склад комплексної САПР ТП машинобудівного підприємства

Підсистеми конструювання засобів технологічного оснащення повинні включати інваріантні частини (модулі), що дозволяють вирішувати для різних підсистем технологічного проектування наступні завдання: проектування спеціального устаткування; проектування спеціального оснащення; проектування спеціальних ріжучих інструментів; проектування спеціальних вимірювальних інструментів. Для здійснення функцій зв'язку між окремими підсистемами САПР ТП повинна бути розроблена спеціальна підсистема стиковки. Цю функцію, як показано на рис. 9.1, виконує підсистема формування і кодування початкових даних, яка здійснює вибірку,

переробку і систематизацію даних, що видаються попередніми підсистемами, а також підготовку даних для роботи подальших підсистем технологічного проектування.

Для зберігання, пошуку і первинної переробки даних, необхідних при проектуванні, в САПР ТП служить банк даних технологічного призначення.

Незважаючи на різноманіття завдань, що виникають при створенні комплексних САПР ТП машинобудівного підприємства, є можливість їх побудови на єдиній методологічній основі з максимальним використанням стандартних методів, програм і технічних засобів. У даний час відбувається в основному автономне використання окремих підсистем технологічного проектування. Проте ведуться розробки комплексних САПР ТП, в яких відпаде потреба в технічній документації для виробничих цілей і вся інформація для вирішення різних завдань передаватиметься з ЕОМ по каналах зв'язку.

? КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Що таке математична модель?
2. У чому полягає суть побудови математичного моделювання об'єктів проектування?
3. З чого складається процес розробки алгоритмів?
4. Наведіть функціональний склад комплексної САПР технологічної підготовки машинобудівного підприємства.

9. ВЗАЄМОДІЯ САПР З ІНШИМИ АВТОМАТИЗОВАНИМИ СИСТЕМАМИ

В умовах реального виробництва всі види систем автоматизації (СА) в тій або іншій мірі повинні взаємодіяти один з одним, а САПР - безпосередньо з автоматизованими системами наукових досліджень, технологічної підготовки виробництва, керування виробництвом (рис. 9.1).

Автоматизована система керування підприємством вказаних систем здійснюється шляхом обміну інформацією, представленою у вигляді звичайних документів і в машинних кодах або записаною на машинних носіях (частка такого обміну зростає).

Використання таких систем відкриває можливість створення «безлюдної» технології, головною особливістю якої є переробка і передача інформації за допомогою обчислювальних систем від проектувальника, конструктора або технолога безпосередньо виконавському елементу виробничої системи - верстату або ПР без паперової документації або участі робітника-верстатника.

Від АСК всі системи автоматизації повинні отримувати керуючу інформацію планового характеру, а також інформацію про фактичну наявність ресурсів. У свою чергу, СА направляють в АСК дані про виконання планових завдань, про потребу в різних ресурсах, зокрема в матеріалах, комплектуючих виробах, інструментах, енергії.

З АСНД в САПР поступає інформація про технічні вимоги до проектного об'єкта, важливі технічні й конструкторські рішення, вироблені в результаті математичного моделювання об'єктів. Взагалі у зв'язку з розвитком робіт з комплексного моделювання проєктованих об'єктів межі між «чистими» дослідженнями і проєктуванням стираються. Складні й трудомісткі розрахунки, здійснювані на стадії дослідницького проєктування, у багатьох випадках доцільніше виконувати на основі дослідної моделі об'єкта і формувати дані про проєктований об'єкт для подальших проєктних робіт на машинних носіях у вигляді матриць коефіцієнтів і математичних залежностей, або у вигляді чисельних значень відповідних параметрів, але ефективніше - здійснювати у вигляді повної математичної моделі об'єкта, яку можна деталізувати, уточнювати й розвивати. З погляду ефективності автоматизації, створення моделі об'єкта і її використання при проєктуванні повинні бути об'єднані. У ході проєктування можуть з'явитися рішення, які слід знову перевірити на початковій моделі і підтвердити додатковими розрахунками. У цьому випадку такі рішення з САПР необхідно передати назад в АСНД. Таким чином, поділ на САПР і АСНД умовний: він більшою мірою відображає практику організації робіт, що склалася, а не сутність виконуваних цими системами функцій [3].

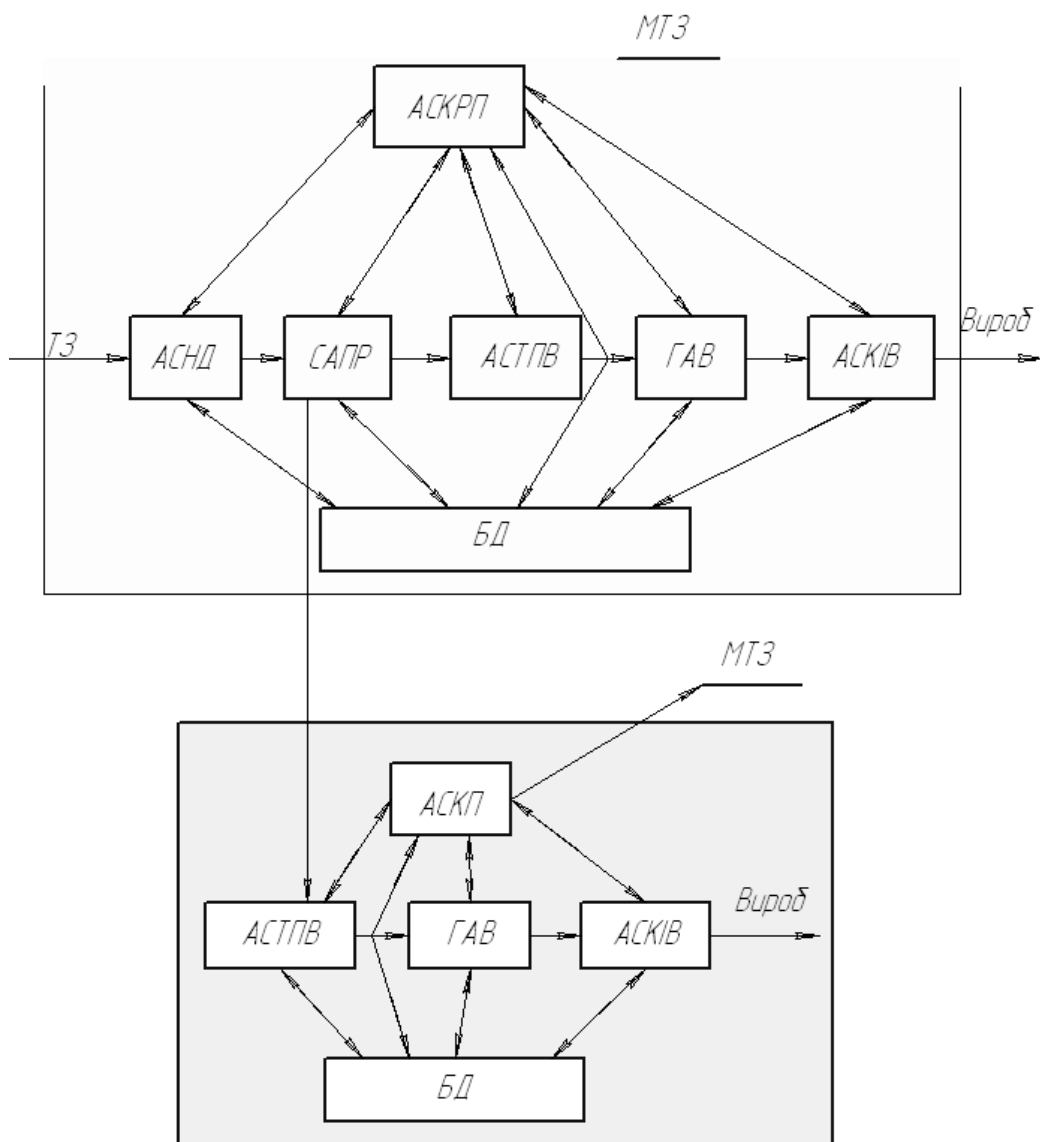


Рис. 9.1 - Взаємодія систем автоматизованого виробництва: ТЗ – технічне завдання; АСНД - автоматизована система наукових досліджень; АСПВ - автоматизована система технологічної підготовки виробництва; АСКІВ - автоматизована система контролю і випробувань; МТЗ - матеріально-технічне забезпечення; ГАР – гнучке автоматизоване виробництво; БД - база даних; АСКП - автоматизована система керування підприємством

Системна інтеграція розробки й виробництва виробів на основі єдиних математичних моделей дозволяє в рамках крупних підприємств об'єднати автоматизовані системи наукових досліджень, системи автоматизованого проектування, автоматизовані технологічні комплекси і загальний банк даних АСКВ в інтегровану гнучку виробничу систему (ГВС). Це дасть можливість у ряді випадків обходитися без випуску традиційної проектно-конструкторської документації, оскільки результати проектування, отримані в САПР, використовуватимуться безпосередньо при складанні керуючих програм, для верстатів з ЧПК і роботами для виготовлення деталей і складальних одиниць. На рис. 9.2 наведена схема інтегрованої системи

проектування, виготовлення деталей, складання машин і керування виробництвом з використанням ЕОМ. Інтеграція систем проектування включає:

- інтеграцію інформації (єдина класифікація, єдина система документації);
- організаційну інтеграцію (єдина система збору, пошуку і передачі інформації);
- техніко-математичну інтеграцію (уніфіковані техніко-математичні методи аналізу вирішуваних завдань);
- програмну інтеграцію (уніфікація програмного забезпечення);
- технічну інтеграцію (уніфікація використовуваної обчислювальної техніки, засобів зв'язку та ін.).

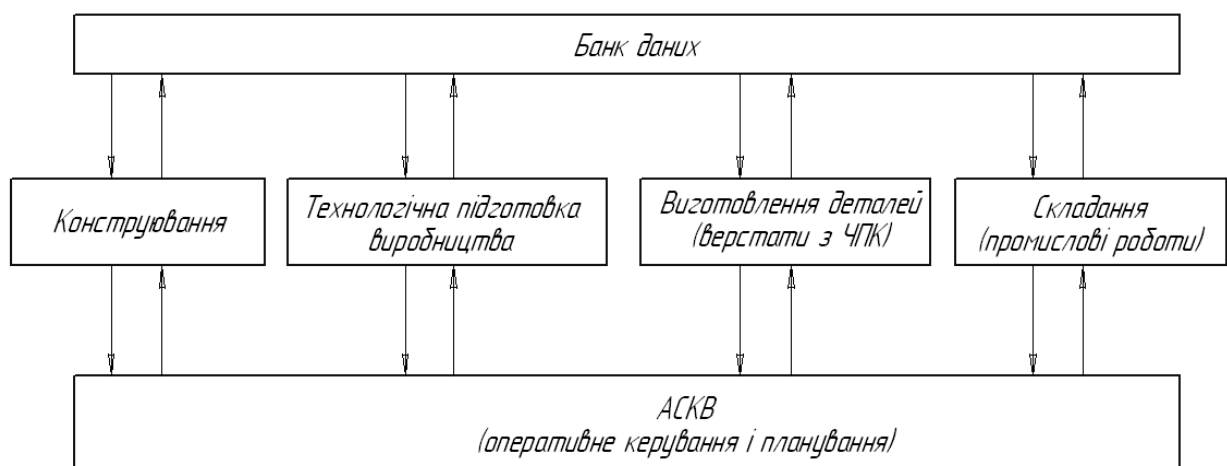


Рис. 9.2 - Схема інтегрованої системи проектування і виготовлення виробів

На рис. 9.3 показана схема підготовки основних виробничих документів в умовах інтегрованої САПР.

Найбільший ефект дає автоматизація проектування найбільш складних об'єктів, включаючи початкові стадії проектування. Ухваленні на цих стадіях проектні рішення найбільш важливі: якісне рішення дає найбільший ефект, спрощуючи подальшу роботу і покращуючи характеристики майбутнього виробу; помилкове рішення, якщо воно не буде виправлено на наступних стадіях, спричинить великі втрати при експлуатації об'єкта.

Інтеграція СА потребує суттєвого розширення складу БД і об'єднання їх в єдину базу інтегрованої системи; створення галузевих і міжгалузевих банків даних нормативно-технічної, техніко-економічної і науково-технічної інформації; створення багаторівневих обчислювальних систем колективного користування з різними типами ЕОМ, уніфікації структур переданих масивів інформації; розвитку операційних систем і доповнення прикладного програмного забезпечення (ППЗ) численними інтерфейсами для сполучення з новими підсистемами.

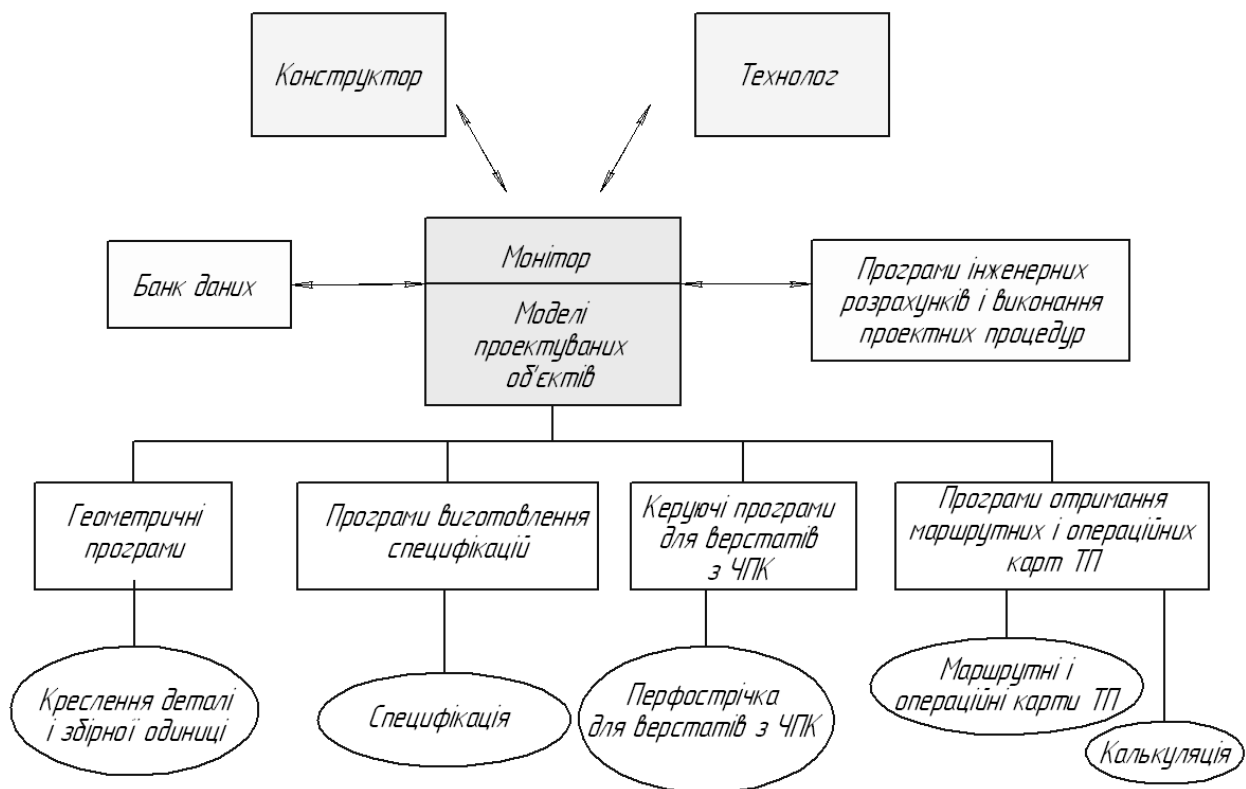


Рис. 9.3 - Схема підготовки технічної документації в умовах інтегрованої САПР

Розвиток і вдосконалення методів оптимізаційного проектування потребує розробки нових математичних методів, відповідного ППЗ і збільшення продуктивності обчислювального комплексу САПР.

Вдосконалення технології автоматизованого проектування спричинить зміну ділення проектування на стадії і перерозподіл проектних робіт між стадіями. Зокрема, вирішення загальних питань повинне здійснюватися на ранніх стадіях, роботи з оформлення проектних рішень - на завершальній стадії. Режим роботи проектувальників з ЕОМ буде повністю інтерактивним. Основним робочим інструментом користувачів будуть персональні ЕОМ, підключені до загальної обчислювальної мережі. Мови спілкування проектувальників з системою повинні бути максимально наближені до природної мови, можливий перехід до усного спілкування. Всі проміжні проектні рішення зберігатимуться в пам'яті ЕОМ, остаточні рішення - передаватися у виробництво на машинних носіях.

Вдосконалення технології проектування потребує суттєвої зміни складу технічних засобів САПР, програмного і організаційного забезпечення.

Розвиток САПР позначиться на виконанні проектних автоматизованих робіт. Найбільш досконалі САПР автоматизуватимуть всі проектні операції, за винятком ухвалення рішень, узгодження їх із співвиконавцем, складання

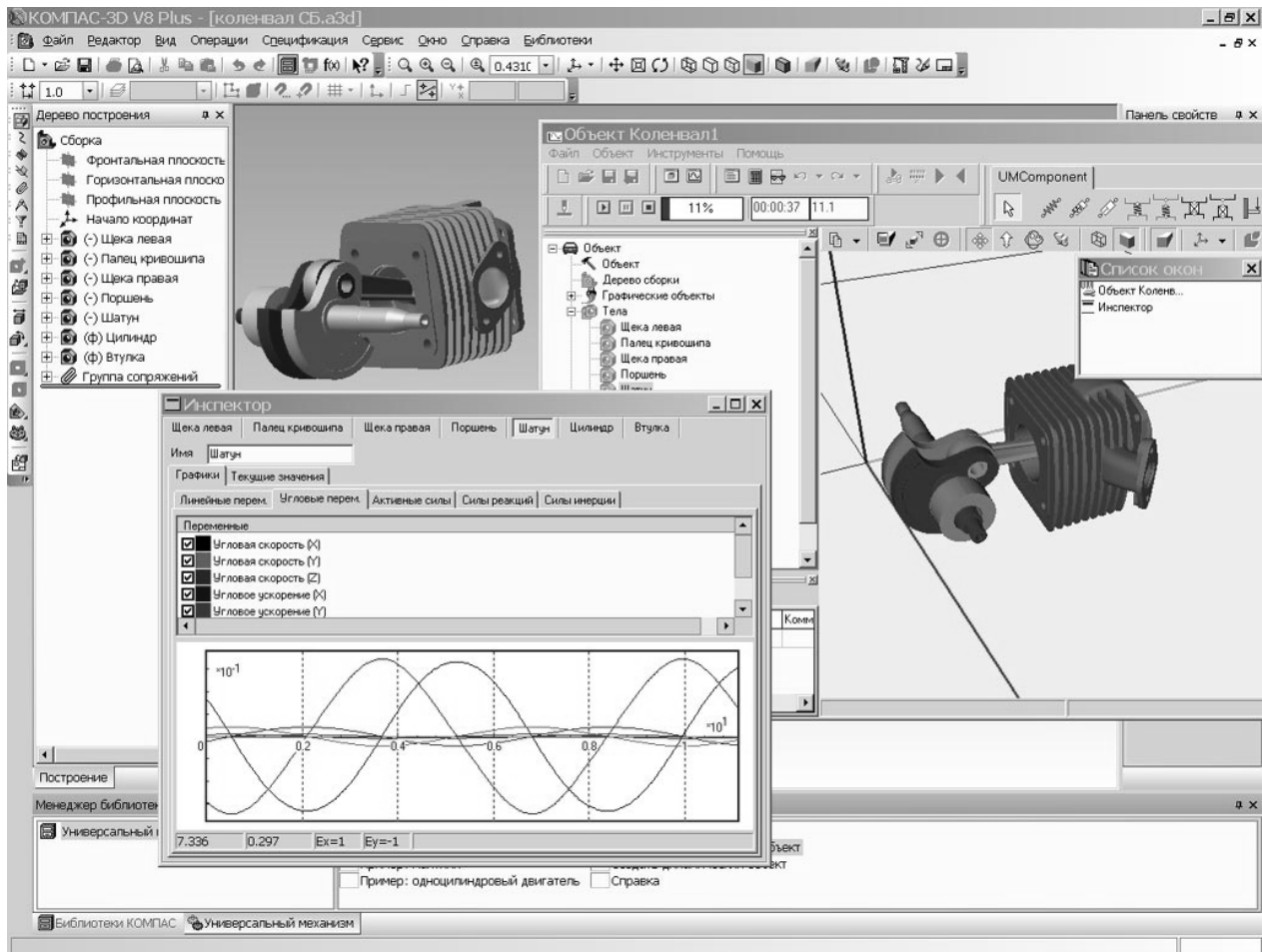
записок пояснень і т.п. робіт. Більше того, у ряді випадків система формуватиме рішення і проєктувальнику залишиться тільки погодитися з ним або зажадати переробки частини проєкту.

? КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Як відбувається взаємодія систем автоматизованого виробництва?
2. Наведіть схему інтегрованої системи проєктування і виготовлення виробів.
3. З чого складається схема підготовки технічної документації в умовах інтегрованої САПР?

Частина II

ПРОЕКТУВАННЯ В СИСТЕМІ КОМПАС



10. КОМПАС – ШВИДКИЙ СТАРТ

10.1. Запуск системи КОМПАС

Запуск системи КОМПАС можна здійснити наступними способами:

1-й спосіб – за допомогою ярлика програми на **робочому столі** операційної системи: подвійне клацання ЛК миші по ярлику:



Рис. 10.1 – Ярлик системи КОМПАС на робочому столі операційної системи

2-й спосіб – за допомогою системи меню **Windows**: на робочому столі операційної системи клацніть ЛК миші по пункту **Пуск** у меню, що з'явилося клацніть ЛК пункт «**Програми**» ► **АСКОН** ► **КОМПАС**:

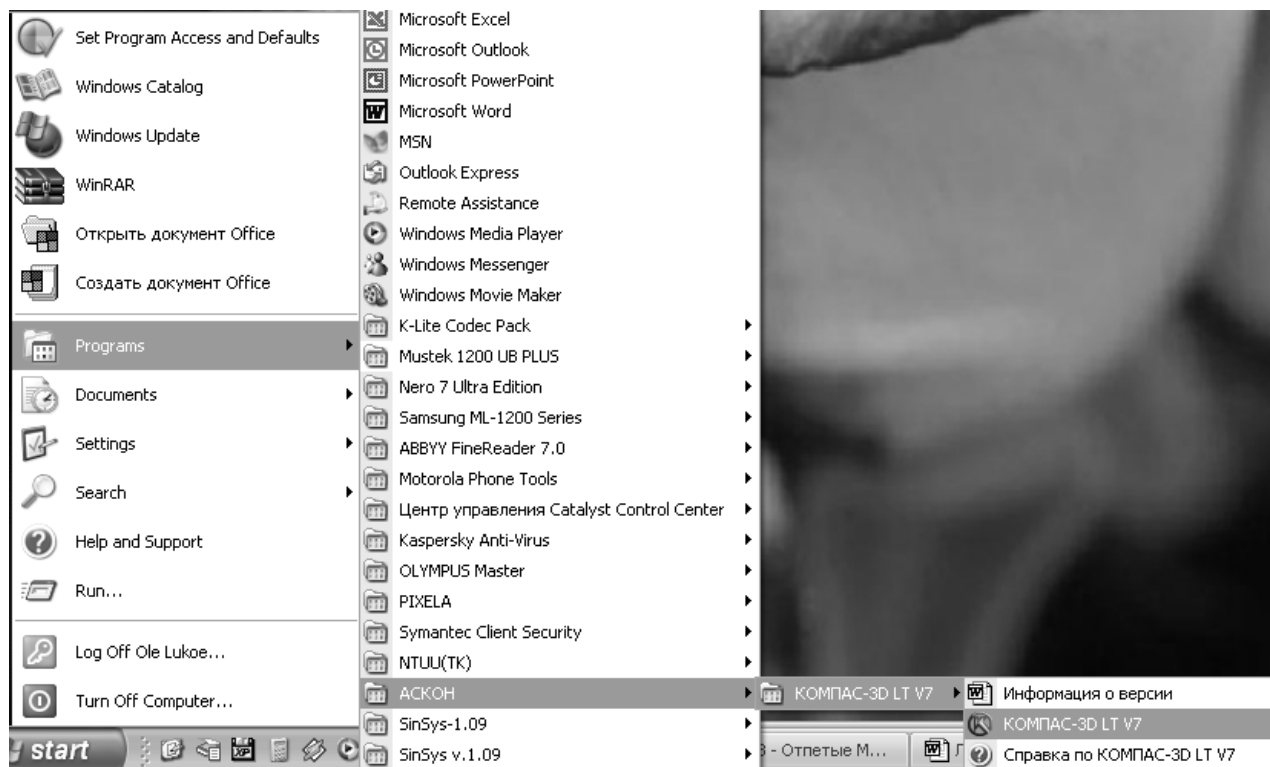


Рис.10.2 – Приклад запуску системи КОМПАС другим способом

10.2. Відкриття нового документу

Після запуску системи КОМПАС з'явиться вікно системи КОМПАС із Стартовою сторінкою (див. рис. 10.3). Для закриття Стартової сторінки натискаємо кнопку **Закрити**

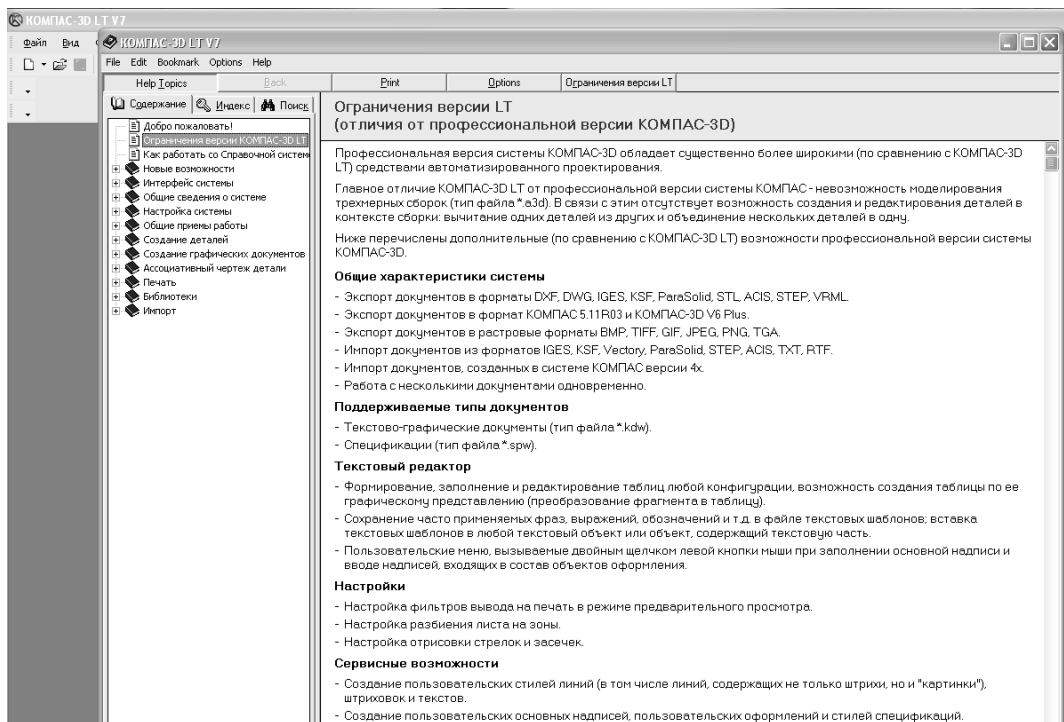


Рис. 10.3 – Вікно КОМПАС із Стартовою сторінкою після запуску

Тепер перед вами головне вікно системи КОМПАС. Це вікно буде відкривати система після запуску. Зверху розміщуються заголовок системи, рядок меню і панель інструментів **«Стандартна»**:

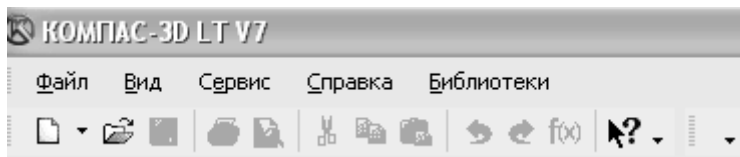



Рис. 10.4 – Заголовок, Рядок меню і панель інструментів Стандартна у головному вікні системи

Далі для відкриття нового документа необхідно натиснути на кнопку на панелі інструментів  - **«Создать объект»** чи натиснути в рядку меню на пункт **«Файл»** ► **«Создать»**, з'явиться вікно **«Новый документ»** у якому необхідно обрати закладку **«Новые документы»** в якій натиснути одну із потрібних ярликів і кнопку ОК.

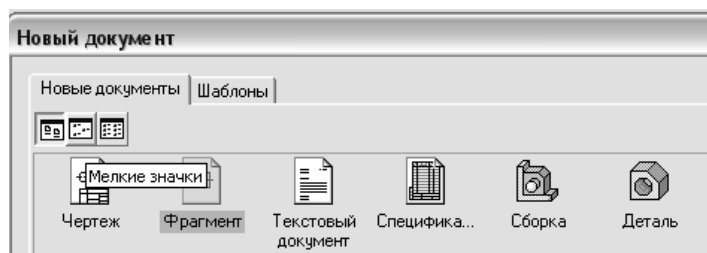


Рис.10.5 – Ярлики в закладці **«Новые документы»**

Наприклад обираємо ярлик *«Чертёж»*. У нас з'являється графічний кульман із макетом стандартного аркуша формату А4, на якому можна створювати креслення у масштабі 1:1.

10.3. Налаштування робочих параметрів креслення

Перед тим як приступити до здійснення креслярських операцій, треба задати необхідні робочі параметри креслення: формат аркуша креслення, масштаб, вигляд документа за ДСТ, товщину лінії, тип і розмір шрифту, тощо [4-6].

Розглянемо детальнішу настройку параметрів креслення. Є два способи (див. рис. 10.6):

1-й спосіб – у Рядку меню клацніть ЛК по пункту *«Сервис»* ► *«Параметры»*;

2-й спосіб – у полі аркуша клацніть ПрК миші з'явиться допоміжне вікно в якому необхідно вибрати рядок *«Параметры текущего чертежа»*.

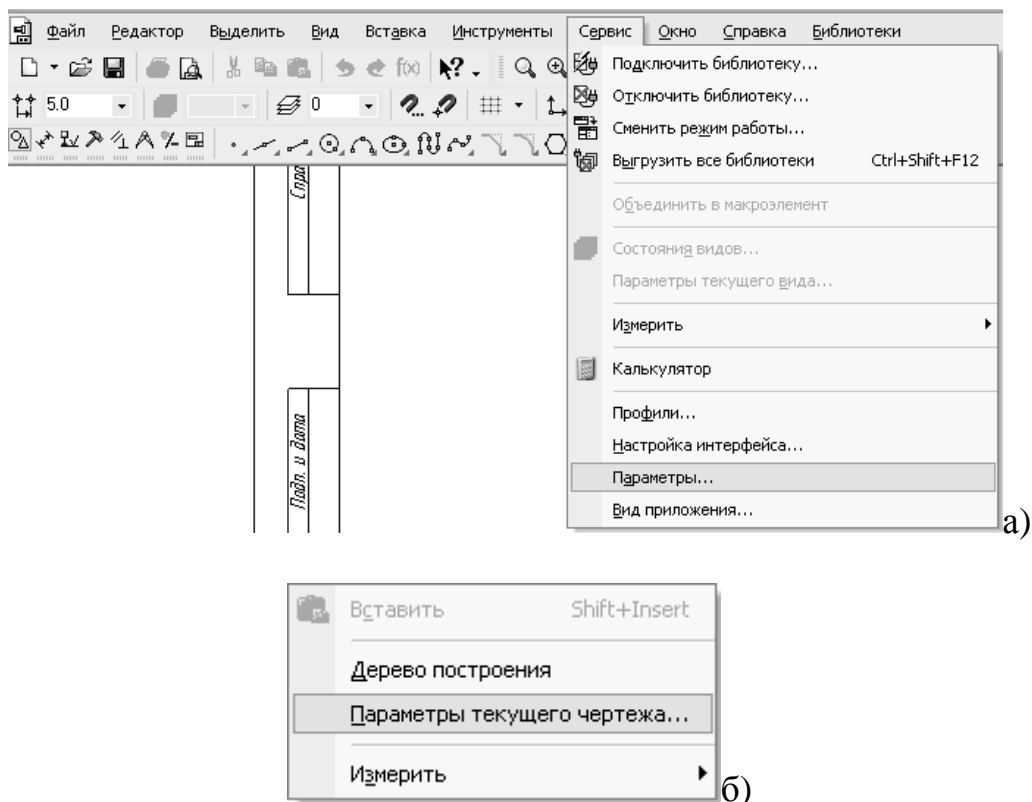


Рис. 10.6 – Способи виклику вікна *«Параметры»*

Вікно *«Параметры»* має чотири вкладки: *«Система»*, *«Новые документы»*, *«Текущий чертеж»* та *«Текущее окно»*. Вікно відкрити на вкладці *«Текущий чертеж»*.

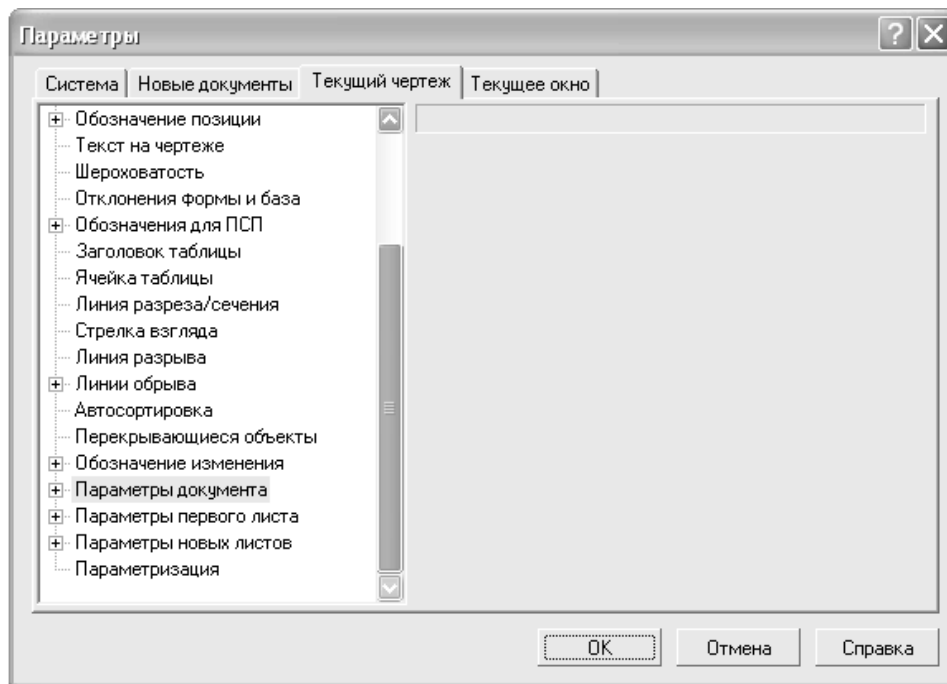


Рис. 10.7 – Діалогове вікно «Параметры» на вкладці «Текущий чертеж»

У лівій частині елементів креслення клацніть ЛК по знаку «+» перед пунктом «Параметры документа». Розкриється склад елементів креслення.

1. Для зміни масштабу та ліній креслення клацніть ЛК по пункту «Вид». У правій частині з'явиться панель «Параметры нового вида». Вона має дві вкладки: «Линии» та «Параметры». На вкладці «Параметры» можна наперед встановити масштаб створюваних виглядів креслення. На вкладці «Линии» можливо, натискаючи на кнопки «Видимые линии», «Невидимые линии», «Линии переходов» і «Линии сгибов» у викликаному діалоговому вікні «Выберите текущий стиль», змінити стиль вирисовування ліній (див. рис. 10.8).

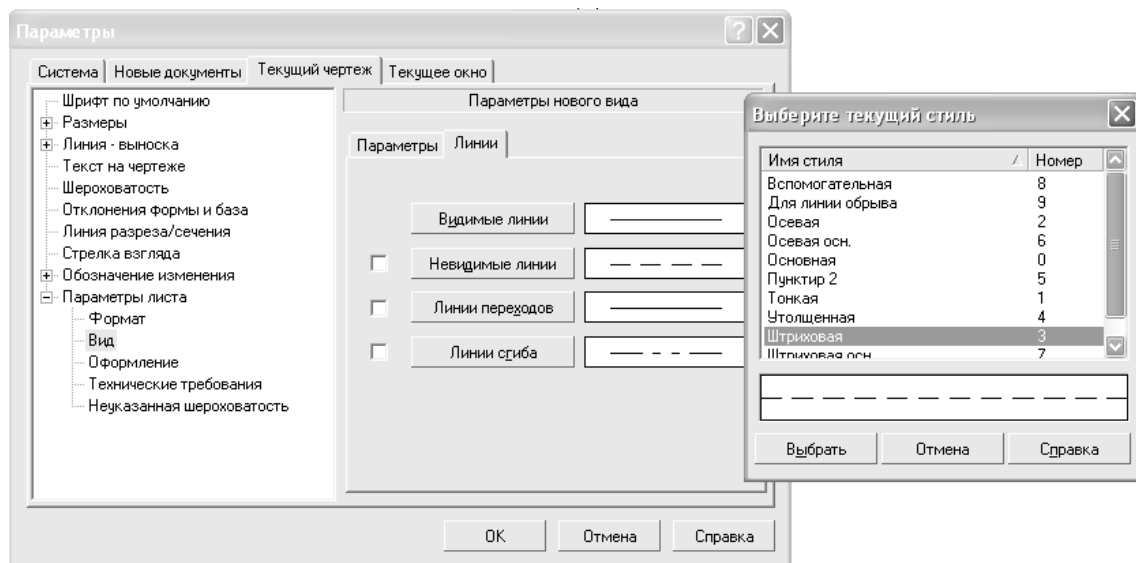


Рис. 10.8 – Діалогове вікно «Параметры» з відкритою вкладкою «Линии»

2. Для зміни формату аркуша креслення клацніть ЛК по пункту **«Формат»**. У правій частині з'явиться панель **«Формат листа»** де можна задати формат аркуша та його вертикальне чи горизонтальне розміщення.

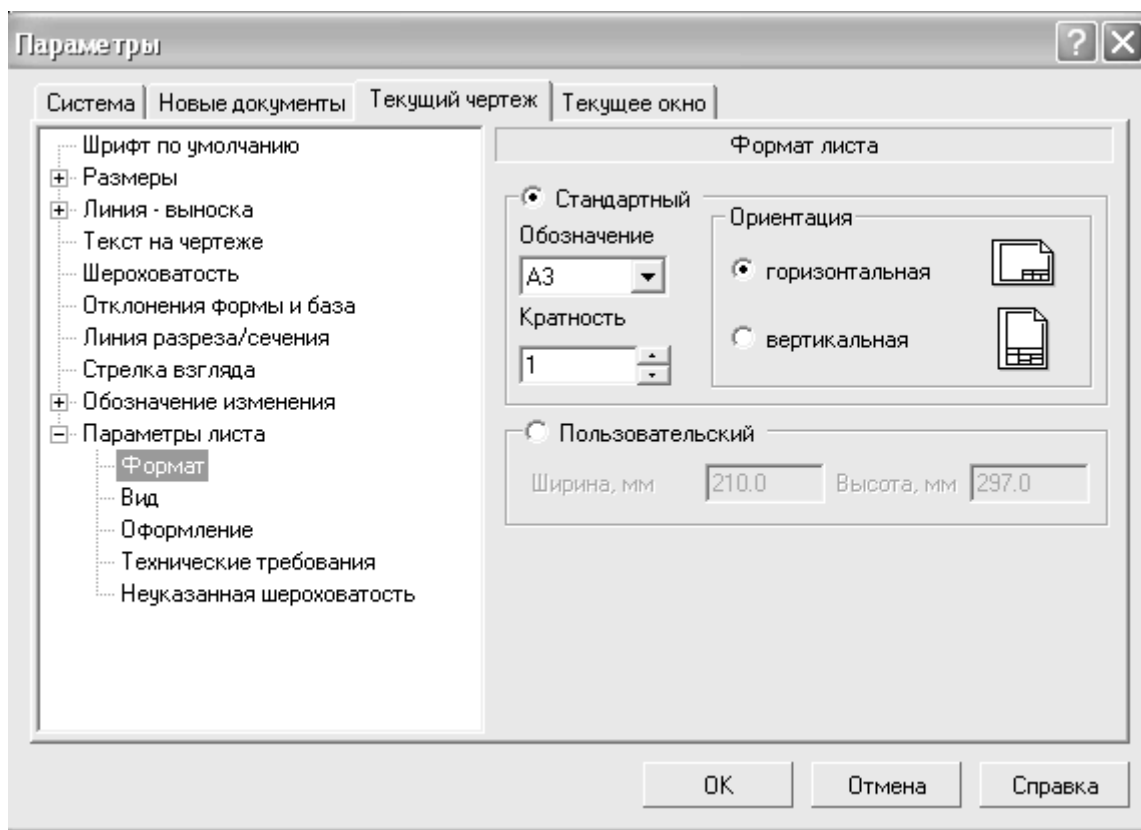


Рис. 10.9 – Діалогове вікно **«Параметры»** з відкритою вкладкою **«Формат листа»**

4. Для зміни оформлення креслення клацніть ЛК по пункту **«Оформление»**. У правій частині діалогового вікна **«Параметры»** з'явиться надпис: **«Чертеж контр. Первый лист. ГОСТ 2.104-68»**. Натисніть ЛК на кнопці з трьома точками **...**, з'явиться на екран діалогове вікно **«Выберите стиль оформления»** (див. рис. 10.10).

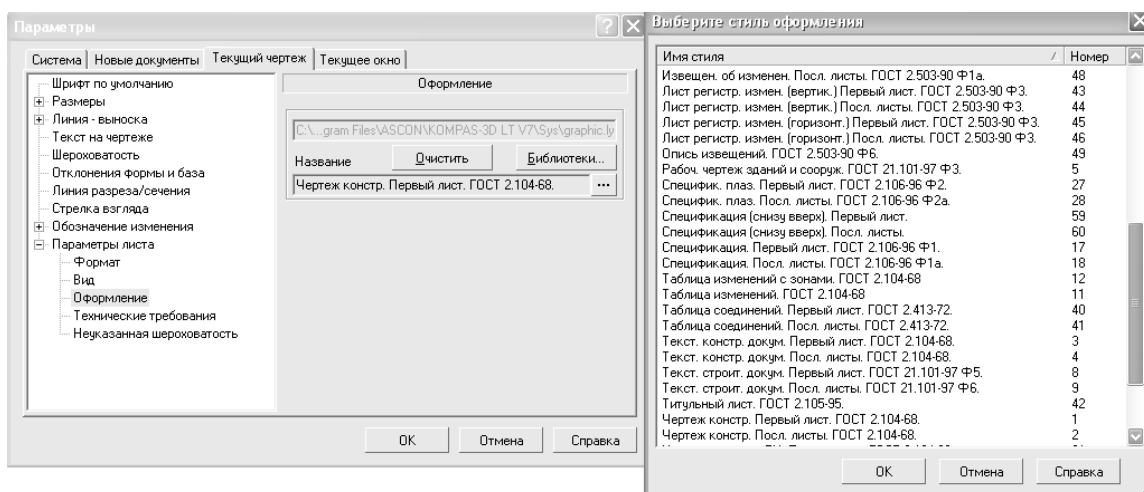


Рис.10.10 – Діалогове вікно **«Параметры»** з відкритою вкладкою **«Оформление»**

Повзунком зсуньте список і виберіть потрібний, наприклад, «*Чертеж стоит. Первый лист. ГОСТ 2.104-68*». Натисніть кнопку ОК.

10.4. Збереження документа

Збереження документа здійснюється декількома способами.

1. Коли збереження проводиться вперше, необхідно в *Рядку меню* вибрати пункт «*Файл*», натиснути ЛК, з'явиться допоміжне вікно, в якому необхідно обрати рядок «*Сохранить как...*». Далі з'явиться вікно «*Укажите имя файла для записи*», в якому необхідно вказати диск, папку, де буде зберігатися файл і надати йому ім'я (див. рис 10.11). Натисніть кнопку «*Сохранить*» («Save»).

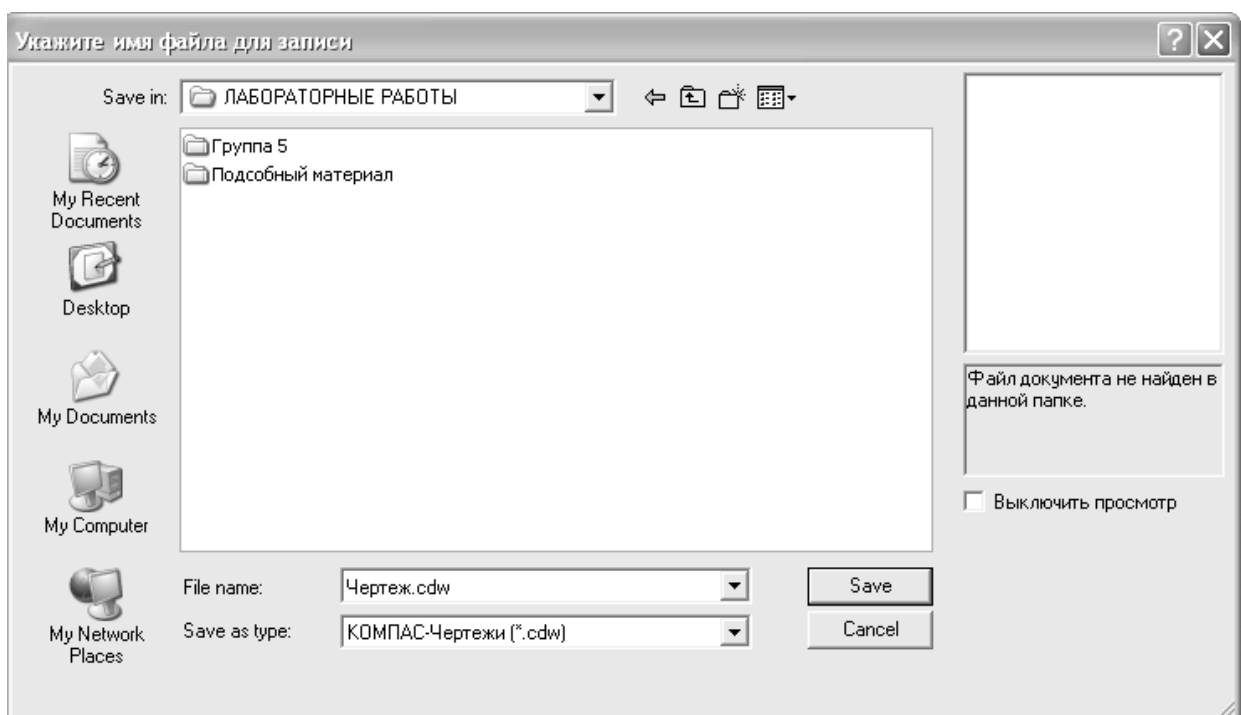


Рис. 10.11 – Діалогове вікно «*Укажите имя файла для записи*»

2. У *Рядку меню* вибрати пункт «*Файл*» ► «*Сохранить*» чи комбінацію клавіш <Ctrl+S>.

3. На *Стандартній* панелі натиснути кнопку «*Сохранить*» - .

? КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Як створювати новий документ?
2. Як запустити систему КОМПАС?
3. Як викликати вікно «*Параметры текущего чертежа*»?
4. Як зберегти створений документ?
5. Які команди треба здійснити для того, щоб змінити формат аркуша креслення?

11. ЕКРАН СИСТЕМИ КОМПАС ТА ЙОГО ОСНОВНІ ПАНЕЛІ Й МЕНЮ

Для того, щоб швидко освоїти роботу в системі КОМПАС, необхідно ознайомитися з основними панелями та меню екрану (див. рис. 11.1).

У самому верхньому рядку знаходиться назва системи, в даному випадку КОМПАС-3D LT V7, далі йде назва файлу (на рис. документ не був збережений, тому бачимо назву «Чертеж БЕЗ ИМЕНИ1») і надалі вигляд документу.

Нижче знаходиться рядок **Головного меню**, яке складається з пунктів «Файл», «Редактор», «Выделить», «Вид», «Вставка», «Инструменты», «Сервис», «Окно», «Справка», «Библиотеки».

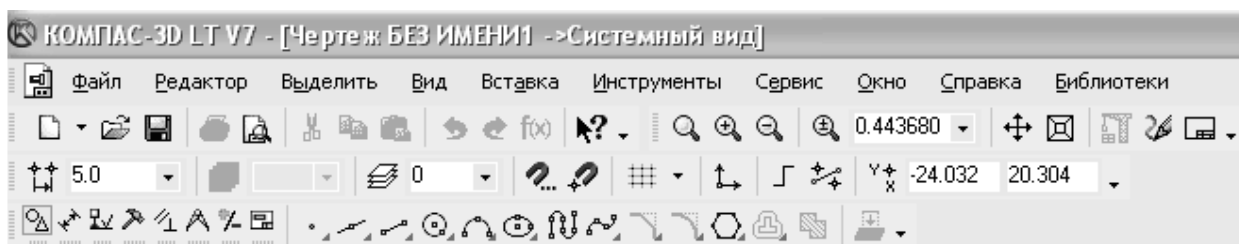


Рис. 11.1 – Основні панелі екрану у системі КОМПАС

Нижче **Головного меню** знаходяться різні панелі інструментів. Для того, щоб увімкнути чи вимкнути ту чи іншу панель, необхідно в **Головному меню** натиснути ЛК на пункті «Вид», у діалоговому вікні, що з'явиться, вибрати рядок «Панели инструментов» і далі обрати, яку панель потрібно увімкнути чи вимкнути, для чого потрібно поставити чи вбрати прапорець навпроти назви потрібної панелі (див. рис. 11.2).

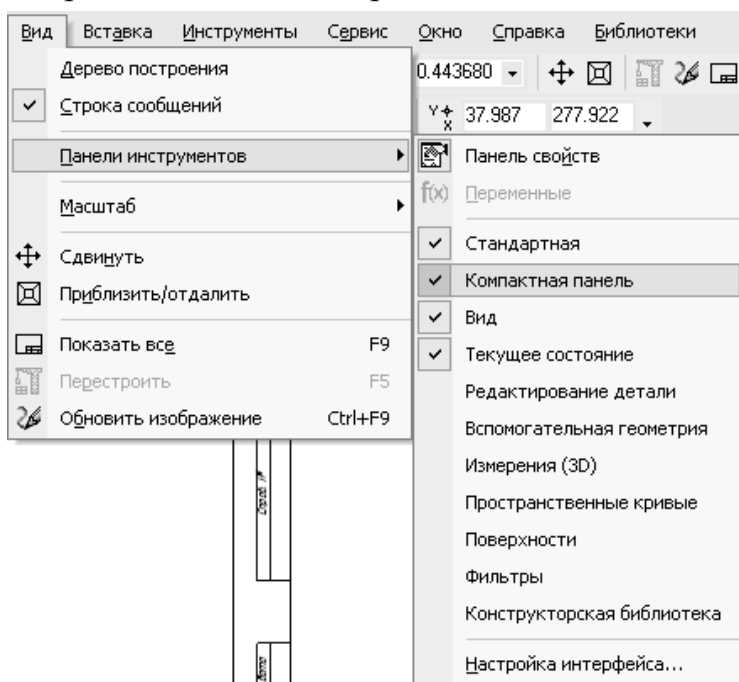


Рис. 11.2 – Приклад вибору панелей інструментів на екрані
Нижче розглянемо основні панелі інструментів.

11.1. Стандартна панель екрану

Панель інструментів **Стандартна** складається з наступного набору кнопок, кожна з яких відповідає окремій команді (рис.11.3):

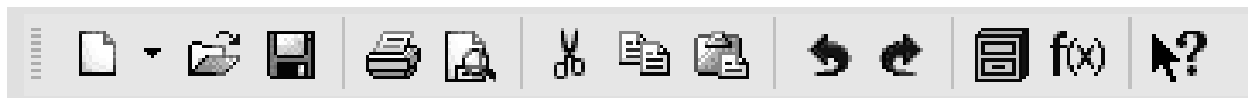















Рис. 11.3 – Панель інструментів **Стандартна** із назвою кнопок команд

-  «Создать» - викликає діалогове вікно «**Новый документ**»;
-  «Открыть» - викликає діалогове вікно «**Выберите файлы для открытия**»;
-  «Сохранить» - викликає діалогове вікно «**Выберите файлы для записи**»;
-  «Печать» - вмикає принтер для друкування документу;
-  «Предварительный просмотр» - дозволяє перейти в режим попереднього огляду документа наперед друку для можливого коригування;
-  «Вырезать» - усуває виділені об'єкти і розміщує їх у буфер обміну Windows;
-  «Копировать» - просто копіює виділені об'єкти й розміщує у буфер обміну;
-  «Вставить» - вставляє копію з буфера обміну у розроблюваний документ;
-  «Отменить» - відмінює попередню дію конструктора;
-  «Повторить» - повторює попередню дію конструктора;
-  «Менеджер библиотек» - дозволяє увімкнути чи вимкнути зображення на екрані Менеджера бібліотек;
-  «Переменные» - вмикає чи вимикає діалогове вікно «**Переменные**»;
-  «Справка» - дозволяє отримати довідку за командами системи КОМПАС безпосередньо при роботі в графічній зоні.


11.2. Панель «ВИД»


Панель інструментів «**Вид**» складається з наступного набору кнопок команд (рис.11.4):

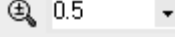



Рис. 11.4 – Панель інструментів «**Вид**»


 **«Увеличить масштаб рамкой»** - дозволяє збільшувати фрагмент креслення в активному вікні за допомогою прямокутної рамки;


 **«Увеличить масштаб»** - при клацанні ЛК миші по кнопці зображення на екрані збільшується у 1,2 раза;


 **«Уменьшить масштаб»** - при клацанні ЛК миші по кнопці зображення на екрані зменшується у 1,3 раза;

 **«Текущий масштаб»** - в цьому текстовому вікні показується теперішній масштаб зображення креслення на екрані;

 **«Сдвинуть»** - дозволяє зсувати креслення чи формат креслення на екрані;

 **«Приблизить/отдалить изображение»** - дозволяє плавно віддаляти чи наближувати зображення;

 **«Обновить изображение»** - очищає вікно документа і заново прорисовує всі об'єкти креслення, усуваючи викривлення;

 **«Показать все»** - змінює масштаб відображення креслення таким чином, щоб на екрані було видно весь документ.


11.3. Панель «ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ»


Панель інструментів **«Текущее состояние»** визначає стан системи у даний момент і складається з наступних вікон і кнопок:





Рис. 11.5 – Панель інструментів **«Текущее состояние»**

 **«Текущий шаг курсора»** - у цьому вікні відображається шаг курсору за замовчанням;


 **«Состояние видов»** - виводить на екран діалогове вікно **«Менеджер документа»**. Ця кнопка і вікно з надписом **«Системный вид»** за замовчанням не активні.


 **«Состояние слоев»** - виводить на екран діалогове вікно **«Менеджер документа»**;


 **«Установка глобальных привязок»** - викликає на екран діалогове вікно **«Установка глобальных привязок»**;

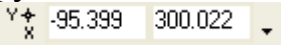
 **«Запретить привязки»** - забороняє використання встановлених прив'язок;

 **«Сетка»** - вмикає і вимикає допоміжну сітку;

 **«Локальная СК»** - дозволяє створювати локальні системи координат;

 **«Ортогональное черчение»** - служить для переходу в прямокутне (ортогональне) креслення;

 «Округление» - дозволяє вмикати/вимикати закруглення шагу курсору;



 «Координаты курсора» - у вікнах відображуються теперішні координати курсору по осях X, Y у системі координат.

11.4. Компактна панель інструментів

За замовчанням ця панель розташовується у лівій частині екрану. Її склад залежить від типу активного документа: креслення, фрагмент, текстовий документ, специфікація (рис.11.6).



Рис. 11.6 - Компактна панель інструментів

Компактна панель поділяється на дві частини: у лівій частині вона являє собою набір кнопок – перемикачів дев'яти панелей інструментів в один ряд, ці кнопки призначені для розкриття панелі інструментів у правій частині **Компактної панелі**. При підведенні курсору до кнопки – перемикача з'являється ярлик – підказка з ім'ям розкритої панелі. Для активації будь-якої панелі необхідно клацнути ЛК по кнопці – перемикачу цієї панелі інструментів. Наприклад, клацніть ЛК по кнопці – перемикачу «**Геометрия**», і розкриється панель інструментів «**Геометрия**» у правій частині **Компактної панелі**. Ця панель складається з набору кнопок для побудови різних одиничних геометричних об'єктів (відрізок, коло, дуга і т.п.). Коли кнопка має чорний трикутник у правому нижньому куту () , то вона ще має випадаючу панель з однорідними кнопками. Це панель розширених команд. За допомогою команд цієї панелі можливі різні варіанти побудови об'єкта. Наприклад, дуга за замовчанням будується через крайні дві точки з центральною точкою . Панель розширених команд «**Дуга**» дає можливість побудови дуги різними засобами: за трьома точками, за двома точками і т.д. Щоб отримати доступ до другої команди побудови, наприклад «**Дуга по трём точкам**», необхідно:

- клацнути ЛК миші по початковій кнопці «**Дуга**» панелі інструментів «**Геометрия**» і не відпускати її декілька секунд. Через недовгий час з основної панелі випаде панель розширених команд;
- після з'явлення панелі для вибору необхідного варіанта команди треба зсунути курсор до кнопки «**Дуга по трём точкам**» і до з'явлення ярлика – підказки, відпустити ЛК миші.

Нижче розглянемо кожну з панелей інструментів, які входять до складу **Компактної панелі** у режимі створення креслення. Вона буде такою ж і в режимі створення фрагментів.

Будь-яку інструментальну панель можна витягти з компактної панелі, вона може бути встановлена у будь-яке місце по периметру екрану.

Для витягування панелі необхідно виконати наступне:

- підведіть курсор до кнопки – перемикача до появи підказки з назвою панелі;
- опустіть курсор до маркера переміщення (заштрихований прямокутник) до появи чотирибічної стрілки, клацніть ЛК миші. Зверніть увагу на появу з лівого боку кнопки вертикальної риси;
- не відпускаючи ЛК, відбуксуйте панель, наприклад, униз на графічний екран, поки вона не стане горизонтальною (рис. 11.7). Відпустіть ЛК миші.




Для встановлення панелі інструментів назад у склад **Компактної панелі** виконайте наступне:










- підведіть курсор до назви панелі і клацніть ЛК. З'явиться чотирибічна стрілка;
- не відпускаючи ЛК миші, натисніть клавішу <Alt> на клавіатурі і відбуксуйте панель до панелі інструментів **Компактна панель**. При появі заштрихованого прямокутника відпустіть ЛК.







Коли кнопка попала не на те місце, підведіть курсор до маркера переміщення до появи чотирибічної стрілки і клацніть ЛК миші. Зверніть увагу на появу з лівого боку кнопки вертикальної риси. Не відпускаючи ЛК, перемістите риску до потрібного місця. Відпустіть ЛК миші.



11.4.1. Інструментальна панель «ГЕОМЕТРИЯ»

Забезпечує можливість накреслити будь-яку лінію чи фігуру будь-яким типом лінії, а також виконати штрихову відповідно до ДСТ, складається із наступних кнопок-команд (рис. 11.6):






➤  «Точка» - побудова допоміжних точок на кресленні, має інші команди такі як  - «Точки по кривой» та  - «Точки пересечения 2 кривых»;


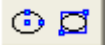
➤  «Вспомогательная прямая» - має розширену панель інструментів, яка складається з наступних кнопок - команд:  - «Горизонтальная прямая»,  - «Вертикальная прямая»,  - «Параллельная прямая»,  - «Перпендикулярная прямая»,  - «Касательная прямая через внешнюю точку»,  - «Касательная прямая через точку кривой»,  - «Прямая касательная к 2 кривым»,  - «Биссектриса».


➤  «Отрезок» - має розширену панель інструментів, яка складається із наступних кнопок - команд:  - «Параллельный отрезок»,  - «Перпендикулярный отрезок»,  - «Касательный отрезок через внешнюю точку»,  - «Касательный отрезок через точку кривой»,  - «Отрезок, касательный к 2 кривым».


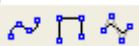
➤  «Окружность» має розширену панель команд, де відповідно до зображення  - «Окружность», «Окружность по 3 точкам», «Окружность, касательная к 1 кривой», «Окружность, касательная к 2


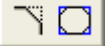
кривым», «Окружность, касательная к 3 кривым», «Окружность по 2 точкам»;


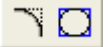
➤  «Дуга» має ще розширену панель інструментів, що складається з наступних кнопок – команд:  - «Дуга по 3 точкам»,  - «Дуга, касательная к кривой»,  - «Дуга по 2 точкам»,  - «Дуга по 2 точкам и углу раствора»;



➤  «Эллипс» має розширену панель команд де відповідно до зображення  - «Эллипс», «Эллипс по диагонали прямоугольника»;


➤  «Непрерывный ввод объектов» - ця команда дозволяє неперервно вводити координати об'єкта;



➤  «Кривая Безье» має розширену панель команд, де відповідно до зображення  - «Кривая Безье», «Ломаная», «NURBS»;


➤  «Фаска» має розширену панель команд де відповідно до зображення  - «Фаска», «Фаска на углах объекта»;


➤  «Скругление» має розширену панель команд де відповідно до зображення  - «Скругление», «Скругление на углах объекта»;

➤  «Прямоугольник» має розширену панель команд, де відповідно до зображення  - «Прямоугольник», «Прямоугольник по центру и вершине», «Многоугольник»;

➤  «Собрать контур» - дозволяє сформувати контур, послідовно обходячи між собою геометричні об'єкти;

➤  «Эквидистанта кривой» має розширену панель команд де відповідно до зображення  - «Эквидистанта кривой», «Эквидистанта за стрелкой»;

➤  «Штриховка» - дозволяє заштриховувати одну чи декілька областей в існуючому виді креслення;



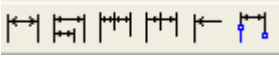




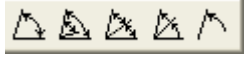

➤  «Спроецировать объект» - дозволяє створити в існуючому ескізі проекцію вказаної вершини, грані чи ребра деталі (для 3D).

11.4.2. Инструментальная панель «РАЗМЕРЫ»

Забезпечує можливість простановки розмірів відповідно до ДСТ, і складається із наступних команд (рис. 11.7):



Рис. 11.7 - Инструментальная панель «Размеры»

-  «**Авторазмер**» дозволяє будувати розмір, тип якого автоматично визначається системою залежно від того, які об'єкти вказані для постановки розміру;
-  «**Линейный размер**» має розширену панель команд де відповідно до зображення  - «Линейный размер», «Линейный от общей базы», «Линейный цепной», «Линейный с общей размерной линией», «Линейный с обрывом», «Линейный от отрезка до точки»;
-  «**Диаметральный размер**» - проставляє розмір діаметрів;
-  «**Радиальный размер**» має розширену панель команд де відповідно до зображення  - «Радиальный размер», «Радиальный с изломом»;
-  «**Угловой размер**» має розширену панель команд де відповідно до зображення  - «Угловой размер», «Угловой от общей базы», «Угловой цепной», «Угловой с общей размерной линией», «Угловой с обрывом»;
-  «**Размер высоты**» - проставляє розмір висоти об'єкта.

11.4.3. Инструментальная панель «ОБОЗНАЧЕНИЯ»

Дає можливість звернутися до кнопок команд, що дозволяють проставити технологічні позначення (рис. 11.8).

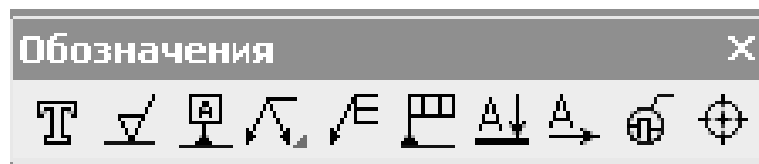




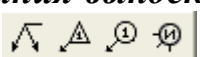








Рис. 11.8 - Инструментальная панель «Обозначение»

-  «**Ввод текста**» - дає можливість введення будь-якого тексту і позначення на кресленні;
-  «**Шероховатость**» - дає можливість навести на кресленні потрібний вигляд шорсткості;
-  «**База**» - проставляє базу обробки;
-  «**Линия выноска**» має розширену панель команд, де відповідно до зображення  - «Линия выноска», «Знак клеймения», «Знак маркировки», «Знак изменения»;
-  «**Обозначение позиций**» - дає можливість проставити позиції деталей і їх найменування на кресленні;
-  «**Допуск формы**» - дозволяє створити позначення допуску форми і розташування поверхні;
-  «**Линия разреза**» - дозволяє створити лінії розрізу чи переріз;











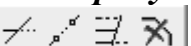



-  **«Стрелка взгляда»** - дозволяє побудувати стрілку, яка вказує напрям погляду;
-  **«Выносной элемент»** - проставляє позначення виносного елемента на деталі;
-  **«Обозначение центра»** - проставляє автоматично центральні осі об'єкту.

11.4.4. Инструментальная панель «РЕДАКТИРОВАНИЕ»

Має кнопки виклику команд, що дозволяють проводити редагування елементів креслення (рис. 11.9).



Рис. 11.9 - Инструментальная панель «Редактирование»



-  **«Сдвиг»** має розширену панель команд де відповідно до зображення  - «Сдвиг», «Сдвиг по углу и расстоянию»;
-  **«Поворот»** - здійснює поворот об'єкта на будь-який кут;
-  **«Масштабирование»** - здійснює потрібний масштаб виділеного об'єкту;
-  **«Симметрия»** - дозволяє побудувати симетричний об'єкт відносно заданої осі;
-  **«Копирование»** має розширену панель команд, де відповідно до зображення  - «Копирование», «Копия по кривой», «Копия по окружности», «Копия по концентричной сетке», «Копия по сетке»;
-  **«Деформация сдвигом»** має розширену панель команд, де відповідно до зображення  - «Деформация сдвигом», «Деформация поворотом», «Деформация масштабированием»;
-  **«Усечь кривую»** має розширену панель команд, де відповідно до зображення  - «Усечь кривую», «Усечь кривую 2 точками», «Выровнять по границе», «Удалить фаску / скругление»;
-  **«Разбить кривую»** має розширену панель команд, де відповідно до зображення  - «Разбить кривую», «Разбить кривую на N частей»;
-  **«Очистить область»** - дозволяє усунути всі об'єкти, що знаходяться усередині чи зовні від заданої межі.


11.4.5. Інструментальна панель «ПАРАМЕТРИЗАЦІЯ»


На цій панелі розташовані кнопки виклику команд накладення зв'язків і обмежень на геометричні об'єкти (рис. 11.10).





Рис. 11.10 - Інструментальна панель «Параметризация»


➤  **«Горизонтальность»** дозволяє перетворювати нахилені відрізки чи допоміжні прямі в горизонтальні відрізки й прямі, має розширену панель команд в яку входить ще кнопка  - **«Вертикальность»**, яка дозволяє перетворювати нахилені відрізки чи допоміжні прямі у вертикальні відрізки й прямі;


➤  **«Выровнять точки по горизонтали»** (дозволяє вирівняти по горизонталі характерні точки геометричних об'єктів) – ця кнопка має розширену панель команд в яку входять:


 - **«Выровнять точки по вертикале»**, дозволяє вирівняти по вертикалі характерні точки геометричних об'єктів;


 - **«Объединить точки»**, дозволяє прив'язати одну до одної характерні точки геометричних об'єктів;


 - **«Точки на кривой»**, дозволяє прив'язати характерну точку до кривої;


 - **«Симметрия 2 точек»**, дозволяє встановити симетрію характерних точок об'єктів відносно відрізка (дзеркальна симетрія);



➤  **«Параллельность»** - дозволяє встановити паралельність вибраних прямих і / чи відрізків, має розширену панель команд, в яку входять:

 - **«Перпендикулярность»**, дозволяє встановити перпендикулярність вибраних прямих і / чи відрізків;


 - **«Коллинеарность»**, дозволяє встановити колінеарність вибраних відрізків чи колінеарність відрізка і прямої чи колінеарність двох прямих;


➤  **«Касание»** - дозволяє встановити торкання вибраних об'єктів;


➤  **«Зафиксировать точку»** - дозволяє зафіксувати координати характерних точок, геометричних об'єктів (кінці відрізків, дуг, центри дуг, кола і т.д.)


➤  **«Равенство радиусов»** - дозволяє встановити рівні радіуси для вибраних дуг і кіл. Має розширену панель команд, в яку входить кнопка  -

«Равенство длин», яка дозволяє встановити рівні довжини для вибраних відрізків;

➤  «**Зафиксировать размер**» - дозволяє зафіксувати значення вибраного асоціативного лінійного, діаметрального, радіального чи кутового розміру;

➤  «**Установить значение размера**» - дозволяє змінювати числові значення асоціативних фіксованих чи нефіксованих розмірів і присвоювати цим розмірам імена перемінних. Створена таким чином змінна може приймати участь у рівняннях і нерівностях, що визначають залежність між параметрами зображення;

➤  «**Параметризовать объекты**» - дозволяє автоматично накласти на виділені об'єкти зв'язки і обмеження;


➤  «**Показать / удалить ограничения**» - дозволяє продивитися обмеження виділеного об'єкта і усунути будь-які з них.



11.4.6. Інструментальна панель «ВЫДЕЛЕНИЕ»



Має кнопки, що дозволяють звернутися до команд виділення графічних об'єктів документа і до команд зняття виділення (рис. 11.11).







Рис. 11.11 - Інструментальна панель «Выделение»



➤  «**Выделить все**» - дозволяє виділити одразу всі об'єкти, які є в існуючому фрагменті чи виді активного креслення;



➤  «**Выделить объект указанием**» - дозволяє виділити окремий об'єкт активного документа. Має розширену панель інструментів в яку входить команда  - «**Исключить объект указанием**», дозволяє відмінити виділення окремого об'єкта активного документа;



➤  «**Выделить слой указанием**» - дозволяє виділити об'єкти одного чи декількох шарів в існуючому кресленні чи фрагменті. Має розширену панель інструментів, у яку входить команда  - «**Исключить слой указанием**», дозволяє відмінити виділення об'єктів одного чи декількох шарів в існуючому кресленні чи фрагменту;



➤  «**Выделить вид указанием**» - дозволяє виділити один чи декілька виглядів креслення (за допомогою цієї команди види виділяються як єдині об'єкти). Має розширену панель інструментів, у яку входить команда  - «**Исключить вид указанием**», дозволяє відмінити виділення об'єктів одного чи декілька виглядів креслення;



➤  **«Выделить рамкой»** - дозволяє виділити об'єкти активного документа за допомогою рамки. Має розширену панель інструментів, у яку входить команда  - **«Исключить рамкой»**, дозволяє відмінити виділення об'єктів активного документа за допомогою рамки;



➤  **«Выделить вне рамки»** - дозволяє виділити об'єкти активного документа, які не попали в задану прямокутну рамку. Має розширену панель інструментів, у яку входить команда  - **«Исключить вне рамки»**, дозволяє відмінити виділення об'єктів активного документа, які не попали в задану прямокутну рамку;

➤  **«Выделить секущей рамкой»** - дозволяє виділити об'єкти активного документа, які попали частково чи повністю в задану прямокутну рамку. Має розширену панель інструментів, у яку входить команда  - **«Исключить секущей рамкой»**, дозволяє відмінити виділення об'єктів активного документа які не попали частково чи повністю в задану прямокутну рамку;

➤  **«Выделить секущей ломаной»** - дозволяє виділити об'єкти активного документа, перетинаючи їх ломаною лінією. Має розширену панель інструментів, у яку входить команда  - **«Исключить секущей ломаной»**, дозволяє відмінити виділення об'єктів активного документа, перетинаючи їх ломаною лінією;

➤  **«Выделить прежний список»** - дозволяє виділити об'єкти, які виділялись попереднього разу (елементи попереднього списку). Має розширену панель інструментів, у яку входить команда  - **«Исключить прежний список»** - дозволяє виключити з набору виділених об'єктів ті з них, які виділялись в попередній раз;


➤  **«Выделить по типу»** - дозволяє виділити об'єкти активного документа відповідно до їх типу. Має розширену панель інструментів, у яку входить команда  - **«Исключить по типу»**, дозволяє відмінити виділення об'єктів активного документа, вказуючи їх тип;

➤  **«Выделить по стилю кривой»** - дозволяє виділити об'єкти активного документа відповідно до їх стилю. Має розширену панель інструментів, у яку входить команда  - **«Исключить по стилю кривой»**, дозволяє відмінити виділення об'єктів активного документа, вказуючи їх стиль.

Для виділення об'єктів можна застосовувати клавіші клавіатури <Shift> і <Ctrl>:

- Вказівка об'єкта при натиснутій клавіші <Shift> дозволяє виділити у вікні моделі компонент, елементом якого є або до складу якого входить вказаний об'єкт. Таким чином можна, наприклад, виділити всю деталь, вказавши один з її елементів - грані, ребро або вершину.

- Іноді для виконання команди потрібне виділення групи об'єктів. Щоб виділити у вікні моделі декілька об'єктів (граней, ескізів, допоміжних елементів і т.п.), слід вибрати їх, утримуючи натиснутою клавішу <Ctrl>.
- Щоб виділити у вікні моделі декілька деталей, слід вибрати їх, утримуючи натиснутою клавішу <Shift>.

 Вибір груп об'єктів і деталей може бути суміщений. Це означає, що можна спочатку виділити, наприклад, декілька об'єктів, утримуючи клавішу <Ctrl>, потім відпустити цю клавішу, натиснути клавішу <Shift> (при цьому виділення з об'єктів не знімається) і, утримуючи її, виділити декілька деталей. Таким чином у вікні моделі будуть одночасно виділена група об'єктів і група деталей.

11.4.7. Інструментальна панель «ИЗМЕРЕНИЯ 2D»

Має кнопки виклику команд, які дозволяють здійснити вимір об'єктів (рис. 11.12).

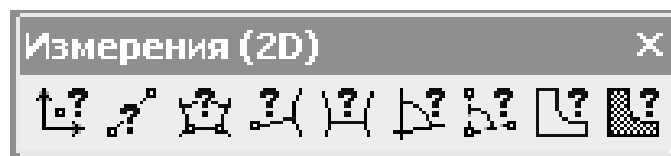











Рис. 11.12 - Інструментальна панель «Измерения 2D »

-  **«Координаты точки»** - дозволяє визначити положення вказаної точки в існуючій системі координат;
-  **«Расстояние между 2 точками»** - дозволяє визначити відстань між двома точками в існуючій системі координат;
-  **«Расстояние между 2 точками на кривой»** - дозволяє визначити довжину ділянки кривої, яка обмежена вказаними точками;
-  **«Расстояние от кривой до точки»** - дозволяє визначити відстань між кривою і точкою;
-  **«Расстояние между 2 кривыми»** - дозволяє визначити відстань між двома вибраними кривими;
-  **«Угол между 2 прямыми / отрезками»** - дозволяє виміряти кут між двома прямокутними об'єктами (прямими, відрізками, ланками ломаної і т.п.);
-  **«Угол по 3 точкам»** - дозволяє вимірити кут, вказуючи його три точки;
-  **«Длина кривой»** - дозволяє виміряти довжину ребер чи грані деталі;
-  **«Площадь»** - дозволяє виміряти площу грані деталі.

11.5. Панель властивостей

За замовчанням **Панель властивостей** («Панель свойств») розташована в нижній частині екрану над Рядком повідомлень. Вона призначена для вводу параметрів команди і процесом їх виконання. Для кожної команди **Панель властивостей** має свої параметри. Поки не викликана команда, вона являє собою пустий прямокутник.

Панель властивостей складається з Панелі спеціального керування і вкладок з назвами і кнопками виконуваної команди і областю вибору параметрів команди (рис. 11.13).

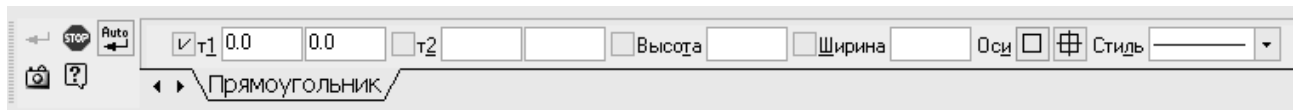





Рис. 11.13 - Панель властивостей в активному режимі в нижній частині екрану


У лівій частині Панелі властивостей є **Панель спеціального керування** із наступними кнопками:

 **«Создать объект»** - фіксує створений чи відкоригований об'єкт. За замовчанням вона не активна;

 **«Прервать команду»** - відмінює виконання заданої команди;

 **«Автосоздание объекта»**. За замовчанням вона натиснута. У цьому випадку об'єкт створюється після завдання мінімально необхідної кількості параметрів;

 **«Запомнить состояние»** - служить для збереження стану;

 **«Справка»** - викликає діалогове вікно довідкової системи. Натисніть ЛК миші на кнопку і на екрані з'явиться довідка про задану команду.

? КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Які основні панелі й меню екрану існують в системі КОМПАС?
2. Для чого служить Стандартна панель екрану?
3. Що визначає панель «Текущее состояние»?
4. Що являє собою Компактна панель інструментів? З яких панелей вона складається?
5. Які функції виконує Панель властивостей?

12. ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ У СИСТЕМІ КОМПАС

12.1. Одиниці виміру

У редакторі КОМПАС-ГРАФІК використовується стандартна метрична система виміру. За замовчанням одиниця виміру довжини – міліметр. Відстані між точками на кресленнях і фрагментах відображають в міліметрах. Розміри лінійних величин теж вводяться в міліметрах. В окремих випадках можна вибирати одиниці виміру в сантиметрах, дециметрах і метрах. Кутові розміри вводять у градусах. Лінійні й кутові розміри можна вводити тільки у вигляді десятинних чисел. Ціла частина числа від дрібної відокремлюється символом «точка». Лінійні й кутові величини можуть бути як позитивними, так і негативними. У разі негативної величини перед числом ставиться знак «-».

12.2. Способи введення параметрів об'єктів

Після виклику будь-якої команди необхідно задати різні параметри цих об'єктів на **Панелі властивостей**. Для побудови, наприклад, відрізка треба задати координати точок: початкової і кінцевої. Кожному параметру відповідає свій елемент (вікно, перемикач і т.д.), і для різних об'єктів – різні набори параметрів.

Задати значення координат точок можна таким чином:

✎ **1-й спосіб** - задання точок ЛК миші. При цьому способі завдання координат точок здійснюється переміщенням курсору і ЛК миші. Його перевагою є можливість використання прив'язань: локальних, глобальних і клавіатурних.

✎ **2-й спосіб** – введення параметрів з клавіатури. При цьому засоби координати точок задають введенням значень параметрів у вікна вводу **Панелі властивостей**. Для введення числового значення в будь-яке вікно **Панелі властивостей** необхідно це вікно активізувати:

- ☞ подвійним клацанням миші в даному вікні;
- ☞ клавіатурною комбінацією. У цьому випадку натискається клавіша **Alt** і одночасно клавіша, що відповідає підкресленому символу за ім'ям поля, наприклад **Alt+1**. Далі переміщення до інших вікон **Панелі властивостей** можна здійснювати клавішею **Tab**.

✎ **3-й спосіб** – комбіноване введення параметрів.

Загальні правила введення параметрів:

- ☞ для введення параметрів з клавіатури знайдіть ім'я керування полем (**т1**, **т2**, **Д** чи **У**). Воно завжди підкреслено в назві;
- ☞ введення комбінації **Alt** і символу для інших полів на **Панелі властивостей** є загальним. У даному разі символ – це буква, підкреслена в назві;



- ⇒ для переходу в родинних полях натисніть клавішу <Tab>;
- ⇒ фіксацію параметрів і перехід в наступне поле *Панелі властивостей* здійснюється натисненням клавіші <Enter>;
- ⇒ при неправильному набраному значенні натисніть клавішу <Esc> повторіть введення.

12.3. Основні типи документів в системі КОМПАС

Тип документа, який створюють в системі КОМПАС, залежить від роду інформації, яка зберігається в цьому документі. Кожному типу документу відповідають певний тип файлу і власна кнопка:

- ✓ в режимі створення креслення тип файлу – *cdw*;
- ✓ в режимі створення фрагменту тип файлу – *frw*;
- ✓ в режимі створення специфікації тип файлу – *spw*;
- ✓ в режимі створення текстового документа тип файлу – *kdw*.

12.4. Способи створення об'єктів

У системі КОМПАС після виклику більшості команд на панелі спеціального керування Панелі властивостей активна одна з кнопок «Автосоздание объекта»  чи «Создать объект» .

⇒ Автоматичне створення об'єктів

За замовчанням увімкнений режим автоматичного створення об'єктів, тобто кнопка «Автосоздание объекта» натиснута;

⇒ Ручне створення об'єктів

Натисніть ЛК кнопку «Автосоздание объекта» на Панелі властивостей і вимкніть автоматичне створення об'єкта. Для створення об'єкта на кресленні клацніть ЛК миші по кнопці «Создать объект» або натиснути сполучення клавіш <Ctrl>+<Enter>.

12.5. Єдина система конструкторської документації

Режим створення креслення передбачає розробку двовимірних виглядів деталей, вузлів і збірних одиниць у вигляді креслень відповідно до ДСТ ЄСКД.

Нижче наведено основні з них, на яких базується проектування у системі КОМПАС:

- **ГОСТ 2.101-68. Виды изделий.** Стандарт дає визначення таким поняттям, як деталь, збірна одиниця, комплекс, комплект.
- **ГОСТ 2.102-68. Виды и комплектность конструкторских документов.** Стандарт встановлює види і комплектність конструкторських документів, до них відносять графічні і текстові. Документи підрозділяють на наступні види:

- ✓ креслення деталі;
- ✓ збірне креслення. Шифр документа ЗК;
- ✓ креслення загального вигляду. Шифр документа ВЗ;
- ✓ габаритне креслення. Шифр документа ГК;
- ✓ монтажне креслення. Шифр документа МК;
- ✓ електромонтажне креслення. Шифр документа МЕ;
- ✓ специфікація. Шифр документа СП.

➤ **ГОСТ 2.103-68. Стадии разработки.** Стандарт встановлює стадії розробки конструкторської документації всіх галузей промисловості і етапи виконання робіт:

- ✓ технічне пропонування – на цьому етапі здійснюється підбір матеріалу для подальшого проектування. Літера: П;
- ✓ ескізний проект – розробка ескізної документації для виготовлення макету за результатами технічного проекту. Літера: Е;
- ✓ технічний проект – розробка технічного проекту за результатами випробувань макету. Літера: Т;
- ✓ робоча документація – розробка конструкторської документації для виготовлення дослідної партії без присвоєння літери. Після виготовлення, випробувань пристрою і корегування документації надається літера: О.

➤ **ГОСТ 2.104-68. Основные надписи.** Цей стандарт визначає форми, розміри й порядок заповнення основних надписів форматів документів за ГОСТ 2.301-68. У графічному редакторі КОМПАС_ГРАФІК усі формати закладені в шаблони.

➤ **ГОСТ 2.109-73. Основные требования к чертежам.**

➤ **ГОСТ 2.301-68. Форматы.** Всі креслення повинні бути виконані на аркушах стандартного формату: А4 - 210×297; А3 - 297×420; А2 - 594×420; А1 - 594×841.

➤ **ГОСТ 2.302-68. Масштабы.** За ДСТ встановлений наступний ряд масштабів зображень на кресленні:

- ✓ натуральна величина;
- ✓ масштаби зменшення 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:75; 1:100;
- ✓ масштаби збільшення 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 40:1; 50:1; 100:1.

➤ **ГОСТ 2.303-68. Линии.** Цей ДСТ встановлює типи ліній, їх товщину і призначення. За вихідний тип прийнята безперервна основна лінія товщиною $S = 0,6 \div 1,5$ мм. Вона вибирається залежно від складності зображення і якості друкувального пристрою. Виходячи з товщини основної лінії, вибирають товщину інших ліній при умові, що для кожного типу ліній у межах одного креслення на всіх зображеннях вона буде однаковою. Параметри лінії наведені в табл. 12.1.

Таблиця 12.1 – Параметри ліній креслення

Найменування	Товщина лінії відносно товщини основної лінії	Основне призначення
Безперервна тонка	від $S/2$	Лінії розмірні й виносні Лінії штриховки Лінії виносних елементів
Безперервна хвиляста	від $S/3$ до $S/2$	Лінії обриву
Штрихова	від $S/3$ до $S/2$	Лінії невидимий контуру
Штрихпунктирна тонка	від $S/3$ до $S/2$	Лінії осьові й центрові

➤ **ГОСТ 2.304-81. Шрифты чертёжные.** Ці шрифти включають російський, латинський і грецький алфавіти, а також арабські і румунські цифри. Стандарт встановлює наступні розміри шрифту: 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Розмір шрифту визначає висоту прописних букв і цифр у міліметрах.

➤ **ГОСТ 2.305-68. Изображения – виды, разрезы, сечения.** Стандарт встановлює наступні назви основних виглядів, отриманих на основних площинах проекцій:

- ✓ вигляд спереду (головний вигляд);
- ✓ вигляд зверху;
- ✓ вигляд зліва.

Можливе використання ще трьох виглядів :

- ✓ вигляд справа;
- ✓ вигляд знизу;
- ✓ вигляд ззаду.

Зображення на кресленні залежно від їх змісту розділяють на вигляди, розрізи й перерізи.

➤ **ГОСТ 2.306-68. Обозначение графических материалов и правила их нанесения на чертежах.** Цей стандарт повністю підтримується системою КОМПАС і встановлює позначення різних матеріалів у розрізах і перерізах.

➤ **ГОСТ 3.307-68. Нанесение размеров и предельных отклонений.** За стандартом розмірні числа на кресленнях, як правило, вказують в міліметрах без одиниць виміру. Розмірні числа наносять над розмірною лінією, приблизно по її центру. Зазор між розмірною лінією і розмірним числом повинен бути не менше 1 мм. Висота цифр розмірних чисел приймається не менш 3,5 мм. Розмірну лінію проводять паралельно визначеному відрітку між виносними лініями, проведеними перпендикулярно до неї. Допускається підводити розмірні лінії безпосередньо до осьових і центрових ліній видимого контуру. Розмірні лінії обмежують стрілками. Розмір стрілки вибирають залежно від прийнятої на кресленні товщини безперервної основної лінії. Мінімальна відстань між розмірною лінією і лінією контура повинна бути 10 мм, між паралельними

розмірними лініями – 7 мм. Кутові розміри на кресленнях проставляють у градусах, хвилинах і секундах з вказівкою одиниць виміру. Розмір куту наносять над розмірною лінією (чи на виносній полиці), яку проводять у вигляді дуги з центром в його вершині. Для спрощення ряду зображень і створення зручного для читання креслення стандарт передбачає використання умовних позначень у вигляді букв латинського алфавіту і графічних знаків, які ставлять перед розмірними числами.

➤ **ГОСТ 2.308-79. Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей.** Стандарт встановлює правила вказування допусків форми і розташування поверхонь на кресленні виробів усіх галузей промисловості.

➤ **ГОСТ 2.309-73. Обозначения шероховатости поверхностей.** Цей стандарт встановлює позначення шорсткостей поверхонь, правила нанесення їх на креслення і структуру позначення шорсткостей. У даний час існує дві редакції цього стандарту: попередня (1973 р.) і нова (2002 р.) із змінами №3. Ці редакції повністю підтримуються редактором КОМПАС 3D V8.

12.6. Порядок розробки креслень деталей

Основні стандарти Єдиної Системи Конструкторської Документації необхідно знати напам'ять і використовувати при розробці креслень. Розглянемо, з чого треба починати при побудові креслення деталі.

- 1) Визначаємо масштаб креслення і формат аркуша.
- 2) В основному розроблювані деталі симетричні, тому необхідно намітити й провести всі симетрії.
- 3) Намічаємо контури і розташування зображень за допомогою допоміжних ліній. Це імітує побудову в «тонких лініях» на кульмані.
- 4) По отриманих відрізках, дугах і точках обводимо основною лінією контури деталі. Допоміжні лінії усуваємо.
- 5) Коли необхідно, виконуємо інші види (зверху, знизу, по стрільці і т.д.), розрізи й перетини.
- 6) Визначаємо конструкторську, технологічну і вимірювальну бази:
 - ↪ конструкторська база визначає положення деталі в готовому вигляді. По відношенню до неї орієнтуються інші деталі;
 - ↪ технологічні бази визначають положення деталі при обробці;
 - ↪ вимірювальна база – це база, від якої виконується відрахування розмірів при виготовленні й контролі готової деталі. Схованою вимірювальною базою є вісь обертання.
- 7) Наносимо розміри – горизонтальні, вертикальні, діаметральні і т.д. При цьому кожний розмір вказуємо один раз. Загальна кількість розмірів на кресленні повинна бути мінімальною, але достатньою для виготовлення і контролю. Необхідно запобігати перетину розмірних і

виносних ліній, тому менші розміри ставлять ближче до контура зображення ніж більші розміри. Не допускається повторювати розміри одного елемента на різних зображеннях. Розміри, що відносяться до одного конструктивного елемента (отвір, паз, виступ і т.д.), необхідно вказати на одному виді.

- 8) Проставляємо шорсткість поверхонь і, коли необхідно, допуски форми і розташування. При постановці допуску форми положення рамки повинне бути вертикальне чи горизонтальне. Виносні лінії при необхідності виконуємо із зламом, а введенням кінцевої точки вибираємо форму закінчення лінії (стрілка чи трикутник).
- 9) Заповнюємо технічні вимоги за ДСТ. Система КОМПАС надає готовий набір типових технічних вимог.
- 10) Заповнюємо основний надпис (штамп креслення). Вибір основного надпису здійснюється конструктором.

? КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Як здійснюють введення параметрів об'єкта?
2. Які основні типи документів у системі КОМПАС Ви знаєте? Які розширення вони мають?
3. Які способи створення об'єктів існують?
4. За якими основними ДСТ створюють креслярські документи в системі КОМПАС?

13. ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ В СИСТЕМІ КОМПАС

13.1. Засоби забезпечення точності побудови об'єктів

13.1.1. Дискретне переміщення курсора

Засоби редактора дозволяють задавати параметри з абсолютною точністю і отримувати ідеальну геометрію креслення.

Переміщуючи курсор по графічному екрану в різних напрямках, видно зміни значень його існуючих координат X , Y на панелі інструментів *«Текущее состояние»*. Курсор можна перемістити в будь-яку точку на екрані, але неможливо здійснити це достатньо точно, тому що його координати точністю до четвертого знаку після коми.

Курсор можна точно перемістити за допомогою клавіатури. Для цього увімкніть додаткову клавіатуру, натискаючи клавішу $\langle \text{Num Lock} \rangle$, при цьому лампочка індикатора повинна горіти. Переміщують курсор, використовуючи клавіші зі стрілками на додатковій (цифровій) клавіатурі. У табл. 13.1 розглянуті системні клавіші–прискорювачі і яке переміщення в цьому випадку можливе.

Таблиця 13.1 – Клавіатура дискретного переміщення курсора

Клавіатурне сполучення	Переміщення курсора на один шаг
$\langle \text{Ctrl} \rangle + \langle \text{Alt} \rangle + \langle 4 \rangle$	Уздовж осі X вліво (негативне напрямлення)
$\langle \text{Ctrl} \rangle + \langle \text{Alt} \rangle + \langle 6 \rangle$	Уздовж осі X вправо (позитивне напрямлення)
$\langle \text{Ctrl} \rangle + \langle \text{Alt} \rangle + \langle 2 \rangle$	Уздовж осі Y вниз (негативне напрямлення)
$\langle \text{Ctrl} \rangle + \langle \text{Alt} \rangle + \langle 8 \rangle$	Уздовж осі Y вверх (позитивне напрямлення)
$\langle \text{Ctrl} \rangle + \langle \text{Alt} \rangle + \langle 1 \rangle$	По діагоналі між осями X , Y (вліво униз)
$\langle \text{Ctrl} \rangle + \langle \text{Alt} \rangle + \langle 3 \rangle$	По діагоналі між осями X , Y (вправо униз)
$\langle \text{Ctrl} \rangle + \langle \text{Alt} \rangle + \langle 7 \rangle$	По діагоналі між осями X , Y (вліво вверх)
$\langle \text{Ctrl} \rangle + \langle \text{Alt} \rangle + \langle 9 \rangle$	По діагоналі між осями X , Y (вправо вверх)

Для дискретного переміщення курсора (в даному випадку переміщення курсора буде з шагом 5 мм, встановленим за замовчанням) необхідно натиснути клавіатурну комбінацію $\langle \text{Ctrl} \rangle + \langle \text{Alt} \rangle$ і, не відпускаючи, натиснути необхідну клавішу на додатковій клавіатурі з $\langle \text{Num Lock} \rangle$.

Крок курсора можна змінити двома способами:

- ◆ **1-й спосіб** – у вікні *«Текущий шаг курсора»* панелі інструментів *«Текущее состояние»* натисніть ЛК чорний трикутник. Розкриється список зі значеннями кроків (рис.13.1).

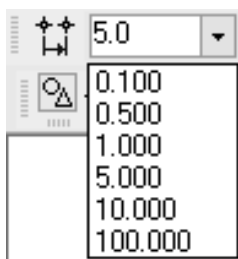


Рис. 13.1 – Список зі значеннями кроків вікна *«Текущий шаг курсора»*

- ❖ **2-й спосіб** – у випадку встановлення значення, якого немає у списку, подвійним клацанням активізуєте поле у вікні *«Текущий шаг курсора»*. При цьому існуюче значення виділиться синім кольором. Введіть за допомогою клавіатури нове значення. Натисніть клавішу *«Enter»* для фіксації значення.

13.1.2. Зміна форми курсору

Натисніть на клавіатурі *«Ctrl»+«K»* (*«K»* англійської розкладки), форма курсора зміниться на перехрестя, сторони якого безмежні (рис. 13.2). Дану форму курсора доцільно використовувати при побудові декількох виглядів однієї деталі, але можна використовувати постійно.

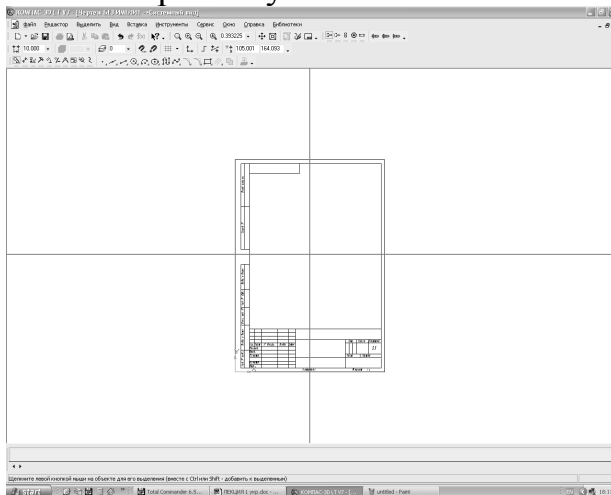


Рис. 13.2 – Курсор з необмеженими напрямними

13.1.3. Встановлення курсора на початок координат

При використанні локальної системи координат і при роботі в режимі фрагментів виникає необхідність швидко і точно встановити курсор на початок координат. Для цього використовується комбінація клавіш *«Ctrl»+«0»*, причому клавішу *«0»* потрібно натискати на додатковій клавіатурі з *«Num Lock»*.

13.1.4. Характерні точки об'єктів

У процесі побудови об'єктів креслення постійно виникає необхідність точно встановлювати курсор у задану характерну точку (вузол) об'єкта, що визначає геометрію об'єкта і його положення на кресленні, наприклад: кінець відрізка, центр кола, точку початку дуги і т.д. Ці вузли стають видимими тільки після виконання операції *«Виділити об'єкт»*. Для виділення об'єкта потрібно підвести курсор до об'єкта і клацнути ЛК миші. Об'єкт змінює колір на зелений (за замовчанням), а в характерних точках геометричних об'єктів з'являться чорні квадратики (рис. 13.3).

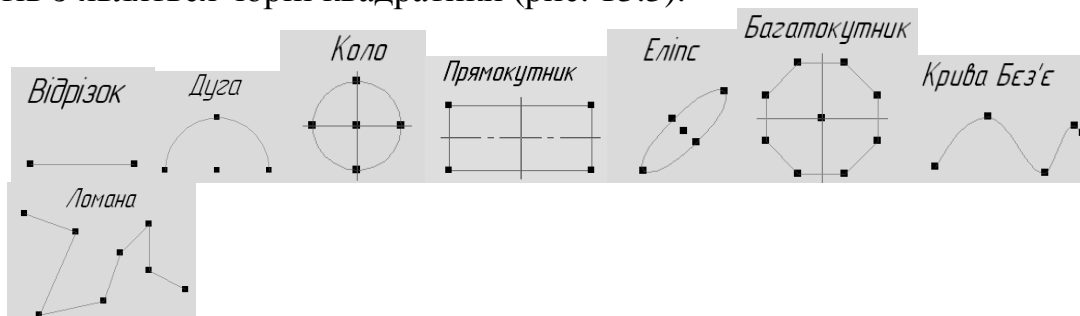


Рис. 13.3 – Вузли основних геометричних об'єктів

Ці вузли можна використовувати як «руки» для редагування положення геометричних об'єктів:

- ◆ викличе команду **«Многоугольник»** і виконайте побудову багатокутника з будь-яким параметрами;
- ◆ виділить побудований об'єкт, тобто підведіть курсор до об'єкта та клацніть ЛК миші. Об'єкт буде зеленого кольору (за замовченням);
- ◆ підведіть курсор до будь-якого вузлу і клацніть ЛК. Вузол виділиться також зеленим кольором. Не відпускаючи ЛК, зсувайте мишу у будь-яку сторону. Зверніть увагу на зміну параметрів багатокутника;
- ◆ відпустіть ЛК. Змінений багатокутник зафіксувався;
- ◆ при виборі центрального вузла наступних об'єктів: дуги, кола, прямокутника, багатокутника, еліпса зсувається весь об'єкт

13.1.5. Координатна сітка. Прив'язки

При розробці креслень з регулярною структурою, наприклад плат чи деталей з великою кількістю отворів зручно використовувати сітку на графічному екрані, яка при друкуванні на формат креслення не виводиться.

Вмикання зображення сітки здійснюється за допомогою ЛК по чорному трикутнику біля кнопки **«Сетка»** на панелі інструментів **«Текущее состояние»**. Параметри сітки при будь-якому масштабі збігаються з шагами сітки по осях X, Y, встановлених при налаштуванні (рис.13.1). Шаг сітки за замовчанням дорівнює 5 мм.

Будь-які зміни параметрів сітки відбуваються в діалоговому вікні **«Параметры»**, яке можна викликати натисненням кнопки **«Сетка»** на панелі інструментів **«Текущее состояние»**, а потім з розкритого списку вибрати пункт **«Настроить параметры»** (рис. 13.4).

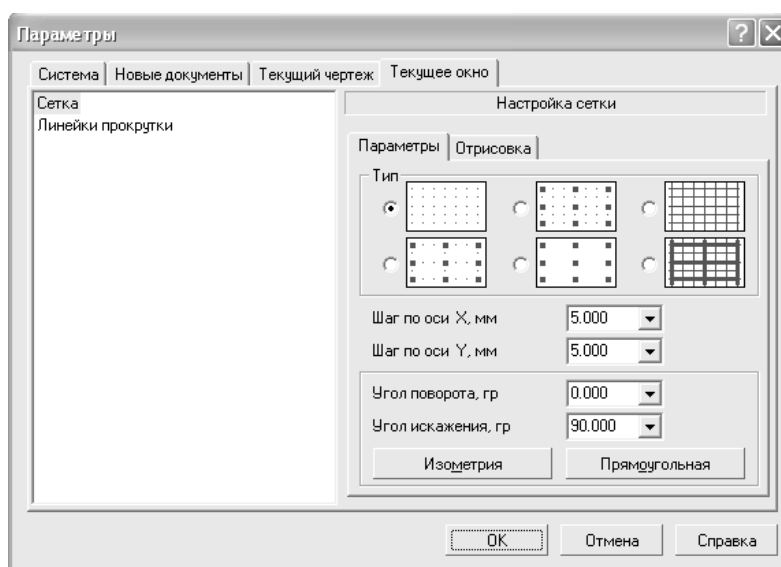


Рис.13.4 – Діалогове вікно **«Параметры»**

Практично не реально точно попасти курсором в потрібну точку чи вузол сітки. Уникнути цього недоліку дозволяє використання прив'язок. **Прив'язка** – режим, при якому курсор автоматично «прилипає» до

характерних вузлів (сітки, геометричних об'єктів і т.д.). Після вмикання прив'язок можна виконати мишею точні побудови на кресленні.

Для швидкого вмикання прив'язок в системі КОМПАС є панель інструментів «Глобальные привязки» (рис. 13.5). Для її виклику необхідно в меню «Вид» знайти рядок «Панели инструментов» і поставити прапорець навпроти «Глобальные привязки».



Рис. 13.5 – Панель інструментів «Глобальные привязки».

Для вмикання прив'язки:

- на панелі інструментів «Глобальные привязки» натисніть одну з кнопок – команд.

13.1.5.1. Глобальні прив'язки: особливість цих прив'язок у тому, що за допомогою їх можна вмикати декілька різних прив'язок і вони будуть виконувати свої функції одночасно. По-друге, глобальні прив'язки діють постійно при введенні й редагуванні об'єктів. Для вмикання і налаштування глобальних прив'язок викликайте на екран діалогове вікно «Установка глобальных привязок», натиснувши кнопку «Установка глобальных привязок» на панелі інструментів «Текущее состояние» (рис.13.6).

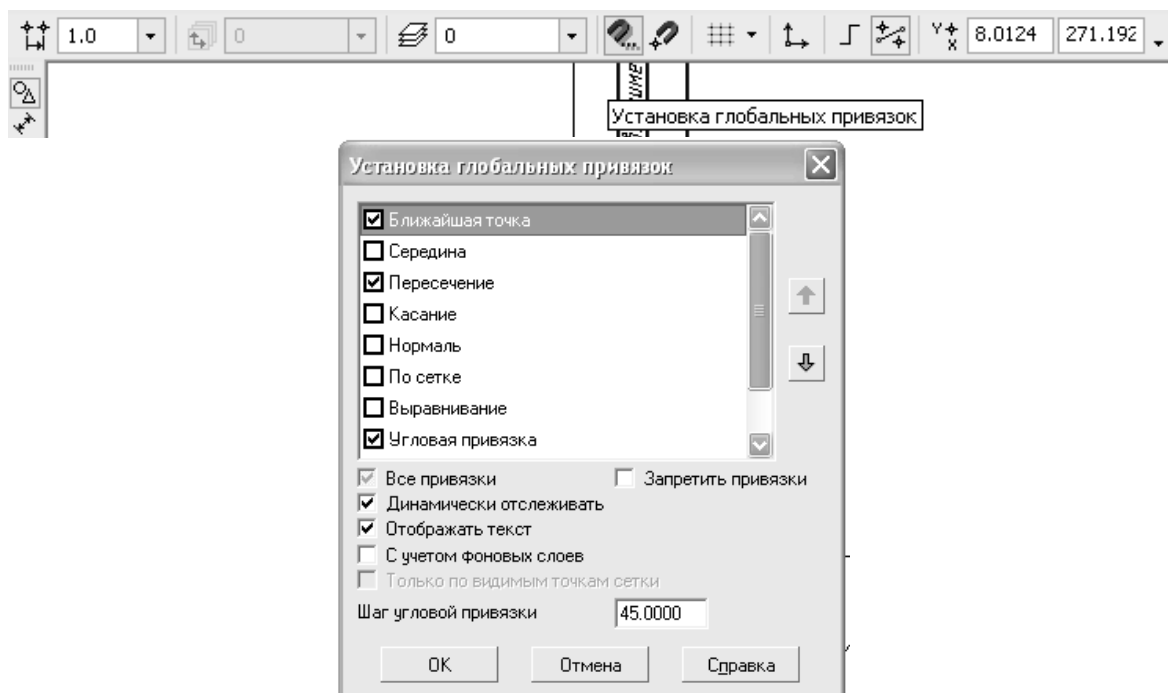




Рис. 13.6 – Діалогове вікно «Установка глобальных привязок»



Для того, щоб встановити необхідну комбінацію глобальних прив'язок, в діалоговому вікні **«Установка глобальных привязок»** поставте чи зніміть прапорець навпроти тих прив'язок, які необхідні в даний момент і натисніть кнопку ОК.

У діалоговому вікні бажано також встановити прапорці у вікнах **«Динамически отслеживать»** і **«Отображать текст»**. У цьому випадку система буде відстежувати рух курсору миші і притягувати його до найближчих вузлів і точок перетину об'єктів. При цьому рядом з курсором з'являється текст з ім'ям діючої в даний момент прив'язки.

Для того щоб відстежувати кути менше 45^0 (за замовчанням), виділіть у вікні **«Шаг угловой привязки»** дане значення і введіть нове.

Зверніть увагу на кнопки  - перемістити вгору чи  - перемістити вниз з правого боку діалогового вікна. Ці кнопки - для настроювання пріоритету прив'язок.

Коли прив'язки не потрібні, їх можна вимкнути:

- ☞ натиснувши кнопку **«Запретить привязки»**  на панелі інструментів **«Текущее состояние»**;
- ☞ натиснувши кнопку **«Запретить привязки»**  на панелі інструментів **«Глобальные привязки»**.

13.1.5.2. Локальні прив'язки дозволяють також виконувати прив'язки до вузлів чи точок, але локальні прив'язки у порівнянні з глобальними виконуються тільки до одної характерної точки, при цьому глобальна прив'язка не відбувається, і після введення точки локальна прив'язка автоматично вимикається. Система повертається до виконання глобальних прив'язок.

Локальна прив'язка – це одночасова прив'язка до однієї точці.

Всі локальні прив'язки відображені в меню локальних прив'язок, яке можна викликати на екран двома способами під час виконання будь-якої команди створення, редагування чи виділення об'єкта (рис.13.7):

- ☞ натисненням ПрК миші й викликаючи контекстне меню, в якому перемістити курсор на пункт **«Привязки»**;
- ☞ з панелі інструментів **«Глобальные привязки»**, натиснувши ЛК миші на чорному трикутнику і викликаючи випадаюче меню.

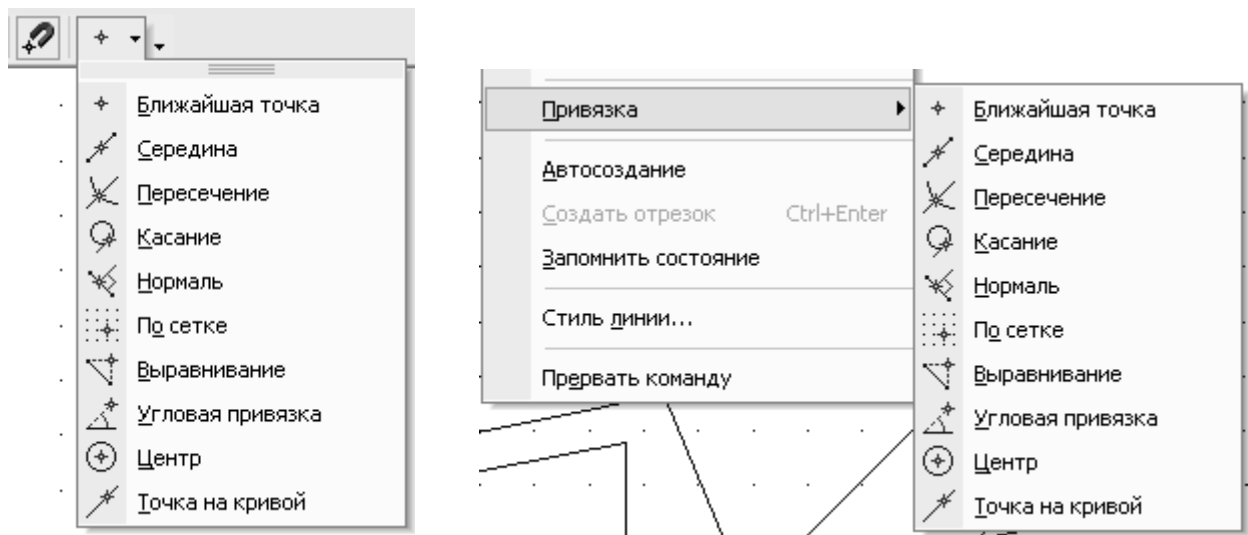


Рис. 13.7 - Варіанти виклику локальних прив'язок

13.1.5.3. Клавіатурні прив'язки: деякі варіанти прив'язок можна виконати за допомогою комбінації клавіш. Ці комбінації клавіш потрібно натискати тільки на додатковій клавіатурі з увімкнутим режимом роботи «Num Lock». У табл. 13.2 наведені основні клавіатурні прив'язки.

Таблиця 13.2 – Основні клавіатурні прив'язки

Комбінація клавіш	Опис реакції системи
«Ctrl»+«0»	Встановлення курсора в точку (0,0) існуючої системи координат
«Ctrl»+«Del»	Встановлення курсора по нормалі в найближчу характерну точку (вузол) найближчого елемента
«Ctrl»+«5»	Встановлення курсора в найближчу характерну точку (вузол) найближчого елемента
«Shift»+«5»	Встановлення курсора в найближчу точку – середину елемента
«Ctrl»+«4» «Ctrl»+«2» «Ctrl»+«6» «Ctrl»+«8»	Встановлення курсора в найближчу точку (вузол) найближчого об'єкта за напрямом осей дійсної системи координат

Клавіатурні прив'язки можна використовувати в будь-якому режимі роботи. Використання клавіатурних прив'язок приводить до простого переміщення курсора до характерної точки (вузла). Фіксація точки виконується натисненням клавіші «Enter».

13.1.5.4. Геометричний калькулятор – є не командою, а вбудованою утилітою, засоби геометричного калькулятора дозволяють використовувати параметри вже існуючих об'єктів при побудові чи редагуванні інших об'єктів. Наприклад, за допомогою геометричного калькулятора можна побудувати коло з радіусом, що дорівнює довжині відрізка чи відрізок з кутом нахилу, що дорівнює куту між відрізками і т.д.

Коли створюють чи редагують будь-який об'єкт, на Панелі властивостей зображуються поля для введення значень параметрів об'єкта. Введення параметрів елемента вручну можна здійснити, набравши їх у

відповідних полях. Але КОМПАС-3D надає ще інший спосіб введення – безпосереднє зняття значень параметрів з креслення.

Команди геометричного калькулятора доступні з контекстного меню «**Поля ввода**» числового параметра на Панелі властивостей, коли в цьому полі не знаходиться текстовий курсор.

Набір команд геометричного калькулятора залежить від типу введенного параметру. Наприклад, при кресленні відрізка, на **Панелі властивостей** доступні поля введення значень координат точок відрізка, його кут нахилу і довжина. Коли встановити курсор на будь-якому з полів і клацнути ПрК миші, на екрані з'явиться меню команд геометричного калькулятора, причому набір команд залежить від типу параметра (рис. 4.8).

Розглянемо *приклад* користування геометричним калькулятором. Нехай потрібно побудувати коло з радіусом, що дорівнює довжині накресленого вже відрізка. Натискаємо ЛК миші на команду «**Окружность**» на панелі інструментів «**Геометрия**». Внизу з'являється Панель властивостей для команди «**Окружность**». Переміщуємо курсор до поля введення значень з назвою «**Радіус**» і натискаємо ПрК миші – з'являється меню геометричного калькулятора. Вибираємо рядок з ім'ям «**Длина кривой**». Курсор перетворюється на курсор-пастку, яким необхідно вказати накреслений відрізок. З'явиться коло, радіус якого дорівнює довжині вказаного відрізка, яке ми будуємо в потрібному місці.

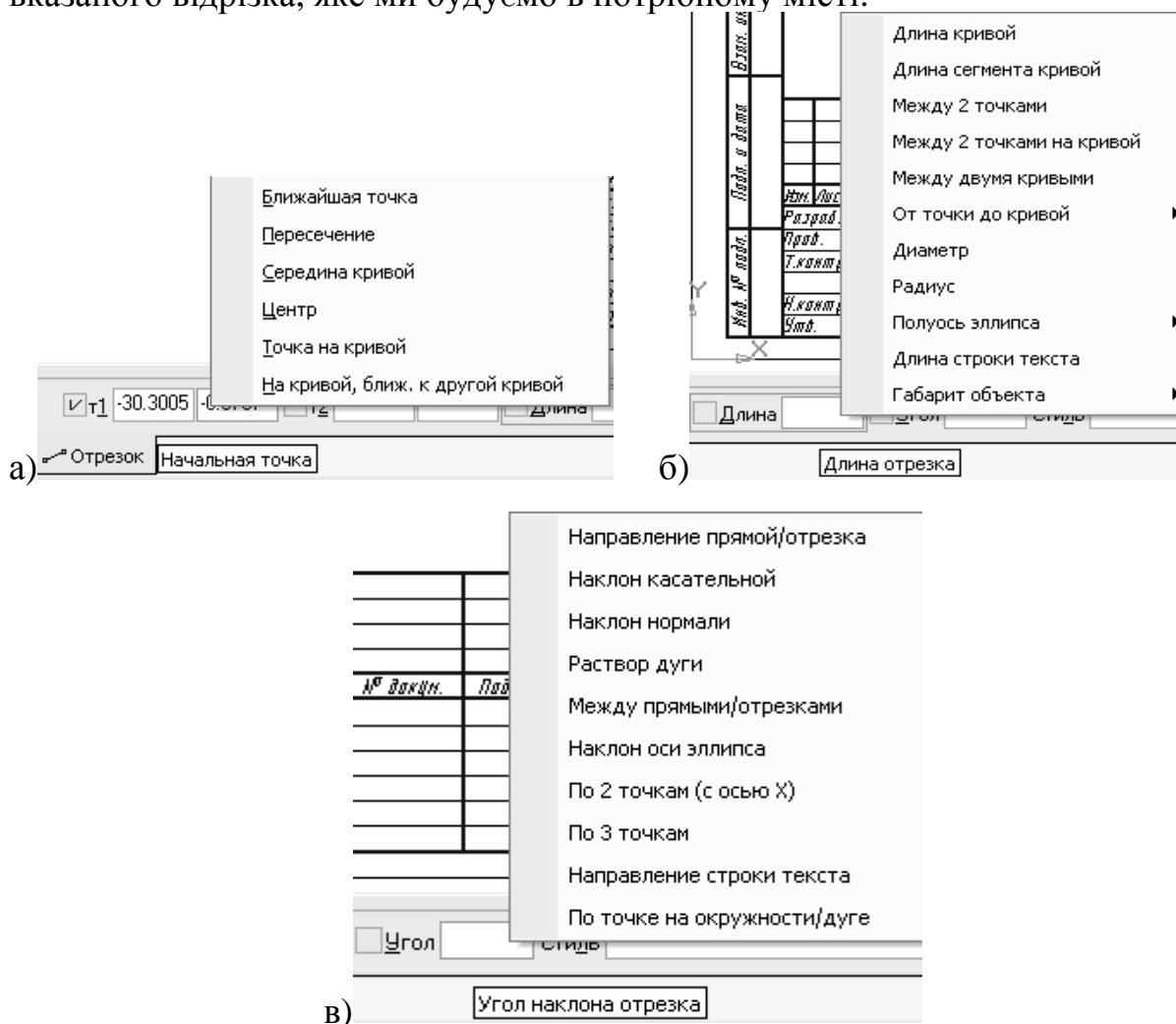


Рис. 4.8 - Меню команд геометричного калькулятора залежно від типу параметра:
а – для початкової точки існуючих координат; б – для довжини відрізка; в – для кута нахилу відрізка

13.2. Вигляди і шари креслення

13.2.1. Локальна система координат

У системі КОМПАС використовується декартова система координат. Кожний формат креслення має кнопку системи координат в лівому нижньому куту габаритної рамки. Але іноді існує ситуація, коли при проектуванні деталі необхідно відміряти відстань чи кути не від точки (0,0) дійсної системи координат (ДСК), а з будь-якої іншої точки. У цьому випадку використовують локальні системи координат (ЛСК). Призначивши ЛСК в потрібних точках розроблюваної деталі, можна використовувати будь-яку з них як дійсну, при цьому всі координати будуть відраховуватися від початкової точки ЛСК.

Створити на кресленні локальну систему координат можна таким чином (рис.13.9):

➤ з Рядка головного меню викликати команду **«Вставка»►«Локальная СК»**;

➤ на панелі інструментів **«Текущее состояние»** натиснути

кнопку .

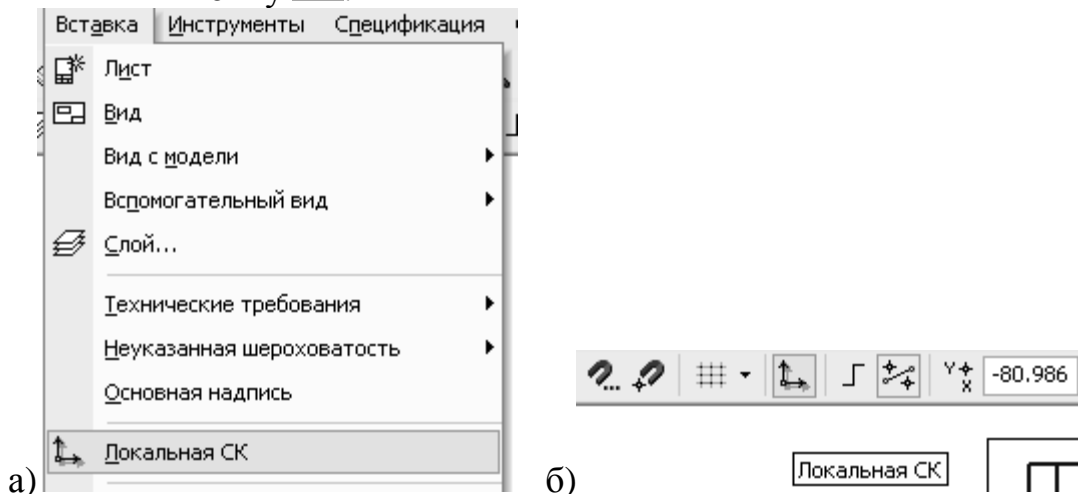


Рис. 13.9 - Приклади створення на кресленні локальної системи координат: а – за допомогою головного меню; б – за допомогою панелі інструментів **«Текущее состояние»**

13.2.2. Створення виглядів креслення

При створенні нового креслення система КОМПАС – ГРАФІК автоматично створює Системний вигляд з номером нуль. Якщо конструктор не створює ніяких інших виглядів, то всі об'єкти створеного креслення автоматично вміщуються в Системний вигляд з номером нуль. Параметри Системного вигляду:

- ✦ масштаб 1:1;
- ✦ кут повороту 0°;
- ✦ колір чорний;
- ✦ точка прив'язки співпадає з початком координат аркуша;
- ✦ на панелі інструментів **«Текущее состояние»** вікно **«Состояние видов»** не активно;

Параметри Системного вигляду змінити неможливо для створення нового Вигляду креслення з масштабом, який відрізняється від 1:1, необхідно створити новий додатковий вигляд з потрібним масштабом. Додатковий вигляд створюється:

- ✦ через неможливість зображення деталі на аркуші заданого формату в масштабі 1:1;
- ✦ коли на одному аркуші потрібно помістити декілька виглядів, виконаних в різних масштабах;
- ✦ для того, щоб показати місце, яке не видно на основному вигляді, і його необхідно збільшити у визначеному масштабі для простановки розмірів. Це може бути будь-яке окремо взяте ізольоване зображення.

Переваги можливості створення нових виглядів креслення:

- ✦ креслення розбивається на ряд блоків, які можна викреслювати в різних масштабах без перерахунку розмірів, тому що множення із заданим коефіцієнтом здійснюється автоматично;
- ✦ до Виглядів можна використовувати всі команди редагування, що спрощує компоновання креслення, особливо при форматі A1;
- ✦ в будь-який момент роботи над кресленням можна розрішити/заборонити редагування, а також увімкнути/вимкнути зображення на екрані не потрібних виглядів.

Для створення нового вигляду:

- ✦ з Рядка меню викликайте команду **«Вставка»►«Вид»**. Форма курсору зміниться на зображення координатних осей. На Панелі властивостей змінилися елементи керування (рис.13.10)

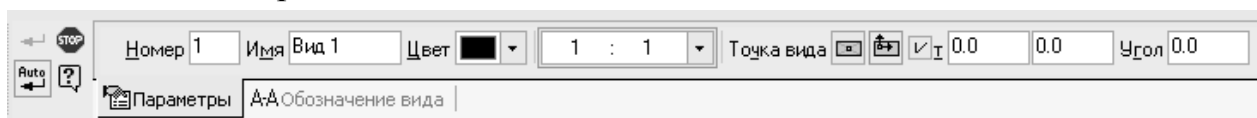


Рис. 13.10 – Панель властивостей в режимі створення нового вигляду

- ✦ настройте параметри Вигляду за допомогою елементів керування на вкладці **«Настройка»** на Панелі властивостей за допомогою табл. 13.3:

Таблиця 13.3 – Описання настройок параметрів **Вигляду** на Панелі властивостей

Елемент керування	Описання виконуваної настройки
«Номер»	Поле з порядковим номером Вигляду 1 і далі по порядку
«Имя»	Поле, яке має ім'я Вигляду і відображає на панелі «Текущее состояние» в полі «Текущий вид» Необов'язковий параметр.
«Цвет»	Розкритий список вибору кольору зображення вигляду в активному стані
«Масштаб вида»	Розкритий список, що дозволяє вибирати масштаб вигляду
«Точка вида»	Група перемикачем, що дозволяє вибрати положення базової точки вигляду
«Угол»	Поле кута повороту навколо базової точки з координатами (0,0)

- ☞ у полі «**Вид**» введіть ім'я вигляду;
- ☞ у полі «**Масштаб**» з розкритого списку задайте масштаб;
- ☞ активізуйте один з перемикачів групи «**Точка вида**»;
- ☞ задайте точку прив'язки. У вказаній точці з'явиться системний символ початку координат. Тепер всі абсолютні координати будуть відраховуватись від цієї точки. Вигляд з номером 1 з'явиться дійсному вікні «**Состояние видов**» на панелі інструментів «**Текущее состояние**». Для перевірки натисніть на чорний трикутник у вікні. Відкриється список з двох виглядів: тільки для створення Вигляду 1 і системного з номером 0.

13.2.3. Стан виглядів

Вигляд креслення може бути в одному з чотирьох станів:

- ☞ **дійсний вигляд** – тільки один на кресленні, і в ньому можна виконувати будь-які операції введення, редагування і усунування. Усі створювані елементи зберігаються тільки в дійсному Вигляді й відрисовуються встановленим кольором за замовчанням (синім);
- ☞ **фоновий вигляд** – може бути декілька і відображаються вони на екрані пунктирними лініями. У фонових Виглядах доступні тільки операції прив'язки до точок, вміст Вигляду не доступний для редагування;
- ☞ **погашений вигляд** – Вигляди, що відображаються на кресленні габаритними рамками, сам вміст рамок не показується;
- ☞ **активний вигляд** – активними можуть бути декілька Виглядів. Їх елементи доступні для операцій редагування і усунування. Елементи активних Виглядів зображаються на кресленні одним кольором (чорним), встановленим за замовчанням.

Для зміни стану Виглядів треба викликати діалогове вікно «**Менеджер документа**» (рис.13.11).

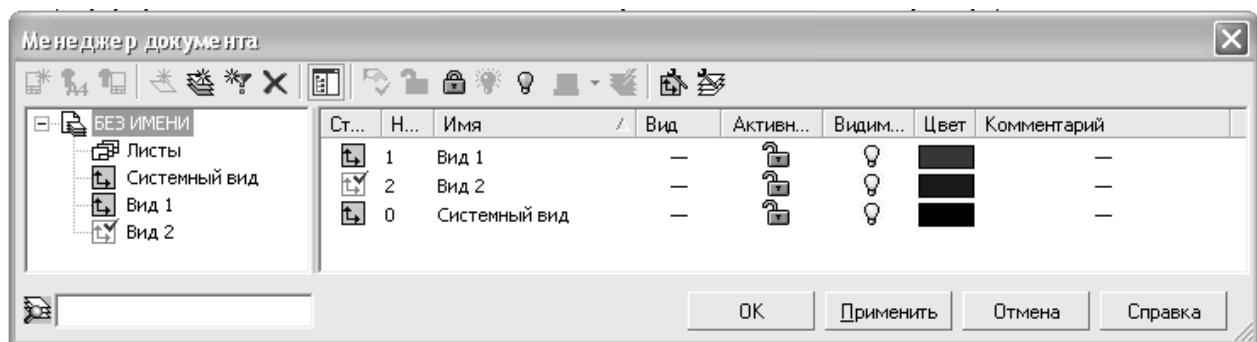



Рис.13.11 – Діалогове вікно «**Менеджер документа**»

Викликати діалогове вікно можна двома способами:

- ☞ з Рядка головного меню викликають команду **«Сервис» ► «Состояние видов»**;
- ☞ клацнувши ЛК по кнопці **«Состояние видов»**  на панелі інструментів **«Текущее состояние»**.

На екрані з'явиться діалогове вікно **«Менеджер документа»**. Це вікно універсальне. За його допомогою можна працювати з об'єктами, які складають структуру документа: Вигляди, Шари і Аркуші.

Діалогове вікно **«Менеджер документа»** складається з Панелі інструментів, яка знаходиться у верхній частині вікна нижче назви вікна (табл. 13.4) і дерева Аркушів, Виглядів і Шарів, яке розташовано в лівій частині вікна і показує структуру дійсного креслення (табл. 13.5). У правій частині екрана міститься перелік об'єктів, що підлягають дійсному елементу дерева: Аркушів, Виглядів і Шарів. Вони виконані у формі таблиці, де значення властивостей **Статус, Активність, Видимість** відображаються у вигляді кнопок.

Таблица 13.4 - Описання настройок элементов управления Панели свойств диалогового окна **«Менеджер документа»**

Елемент керування	Описання виконуваної настройки
«Создать лист»	Дозволяє у тому ж файлі креслення створити новий аркуш креслення. Доступно, коли дійсним у дереві аркуша є об'єкт «Лист»
«Формат»	Дозволяє задати формат дійсного креслення
«Оформление»	Дозволяє задати оформлення дійсного креслення
«Создать слой»	Дозволяє створити новий Шар
«Создать группу слоев»	Дозволяє створити групу Шарів
«Создать фильтр»	Дозволяє створити фільтр Шарів
«Удалить»	Усуває виділений об'єкт
«Дерево листов, видов и слоев»	Керує зображенням (вмикає/вимикає) дерева
«Сделать текущим»	Дозволяє присвоїти виділеному Вигляду чи Шару статус «Текущий»
«Активный»	Дозволяє виділені Вигляди і Шари зробити активними
«Фоновый»	Дозволяє зробити Шар чи Вигляд фоновим
«Видимый»	Дозволяє зробити Шар чи Вигляд видимим
«Погашенный»	Дозволяє зробити Шар чи Вигляд невидимим
«Цвет»	Дозволяє задати колір Вигляду чи Шару
«Включить всё»	Дозволяє увімкнути всі Вигляди і Шари креслення
«Настройка видов»	Дозволяє настроїти параметри Виглядів у діалоговому вікні «Параметры»
«Настройка слоев»	Дозволяє настроїти параметри Шарів у діалоговому вікні «Параметры»

Таблиця 13.5 - Описання об'єктів дерева діалогового вікна «*Менеджер документа*»

Об'єкти дерева Аркушів, Виглядів і Шарів	Описання елемента
« <i>Корневой элемент Деревя</i> »	Дійсний документ з ім'ям файлу. За замовченням «БЕЗ ИМЕНИ». Йому підлеглі вхідні до нього Аркуші й Вигляди
« <i>Листы</i> »	Дозволяє подивитись список Аркушів у цьому файлі
« <i>Пустой вид</i> »	Показує наявність у ньому об'єктів
« <i>Вид, содержащий объекты</i> »	Вигляд 1

13.2.4. Шари креслення


Для ефективної розробки складних креслень з великою щільністю інформації в КОМПАСі передбачено використання Шарів. Кожний Шар є ніби прозорою плівкою, що накладаються на білий аркуш креслення. Всі креслення здійснюються у цих Шарах. При накладенні шарів один на один і отримується кінцеве креслення. При роботі із Шарами у конструктора з'являється можливість групувати однотипні об'єкти. Наприклад, такі об'єкти, як допоміжні лінії, тексти, розміри, виноски, розташувати в окремих Шарах. Пошарова техніка розробки креслення може бути застосована у тих випадках, коли необхідно виконати деталізацію чи отримати зображення окремих деталей.

Число Шарів може досягати 255, але всі вони можуть належати тільки даному Вигляду. При відкритті нового аркуша креслення чи нового Вигляду автоматично формується новий Шар (за замовчанням системний) з номером 0, в якому можна відразу починати роботу. Робота із Шарами аналогічна роботі з Виглядами, за одним винятком: Шар не підлягає масштабуванню. Шар як і Вигляд може знаходитися в одному з наступних станів: дійсний, активний, фоновий і погашений.

Використання Шарів має такі переваги:

- 1) можна групувати на окремих Шарах різні елементи креслення;
- 2) на кожному Шарі можна встановити свої параметри креслення (тип, колір), а також креслити різними типами ліній;
- 3) можна за своїм бажанням, вимкнувши потрібний Шар вивести у друк змінене креслення;
- 4) вмикаючи і вимикаючи потрібні Шари, можна змінювати кінцевий вигляд креслення.

Для створення нового Шару чи редагування вже існуючого можна застосувати два способи:

- ☞ з Рядка головного меню викликайте команду «Сервис» ► «Слои»;
- ☞ натисніть ЛК миші кнопку  на панелі «Текущее состояние».

Система виведе на екран діалогове вікно «*Менеджер документа*» (рис.13.12). У вікні початково є тільки системний Шар, і на панелі інструментів активна кнопка «*Создать слой*».

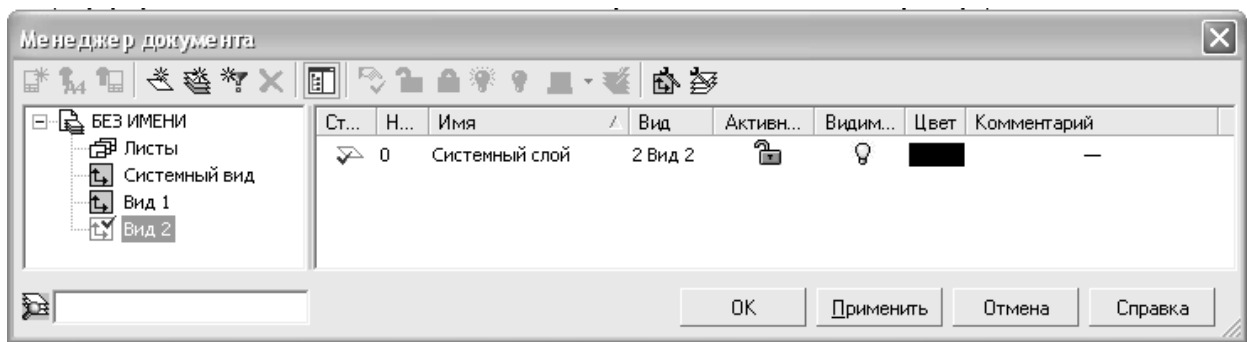


Рис.13.12 - Діалогове вікно «*Менеджер документа*» із Системним шаром


Далі необхідно натиснути кнопку на панелі інструментів «*Создать слой*» - . З'явиться рядок з новим шаром, в якому можна задати назву шару, його стан (дійсний, активний, фоновий і т.д.), колір.



Рис.13.13 – Рядок створеного Шару в діалоговому вікні «*Менеджер документа*»

Для того, щоб задати необхідні Шари вже у створеному кресленні, необхідно:

- ☞ створити потрібну кількість Шарів для даного Вигляду, як наведено вище;
- ☞ на панелі інструментів «*Текущее состояние*» у вікнах «*Состояние видов*» і «*Состояние слоев*» повинно бути **0** (системний);
- ☞ за допомогою ЛК миші і <Shift> виділіть необхідні об'єкти, для яких потрібно задати інший Шар цього Вигляду креслення;
- ☞ натисніть ПрК і викликайте контекстне меню (рис.13.14), і виберіть команду «*Изменить слой...*». Система виведе на екран діалогове вікно «*Выберите слой*»;

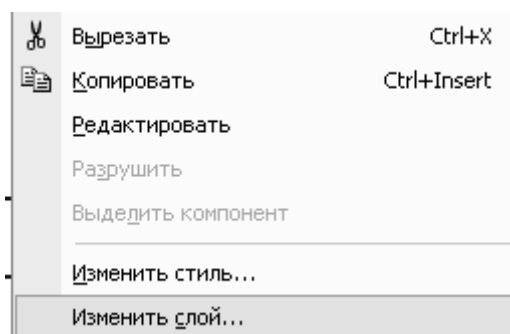


Рис.13.14 – Контекстне меню при виділенні об'єктів

- ☞ у діалоговому вікні виділіть потрібний Шар і натисніть кнопку ОК. Діалогове вікно закриється;

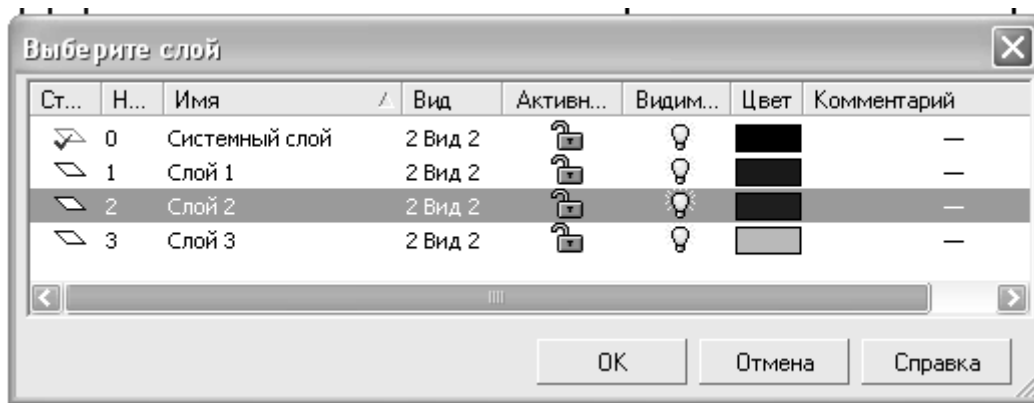


Рис.13.15 – Діалогове вікно «**Выберите слой**»

- ☞ клацніть ЛК миші і зніміть виділення. Розмірні лінії змінили свій колір на колір, що заданий у Шарі.
- Для зміни властивостей Шару:
 - ☞ на панелі інструментів «*Текущее состояние*» натисніть ЛК на кнопку «**Создать слой**». Після цього з'явиться діалогове вікно «**Менеджер документа**», у правій частині якого виділіть потрібний Шар;
 - ☞ на панелі інструментів натисніть потрібну кнопку – команду, наприклад кнопку «**Погашенный**»;
 - ☞ натисніть кнопку **ОК**. Діалогове вікно закриється.

13.2.5. Дерево побудови

Дерево побудови є центром виконання команд у системі 3D, але його можна застосувати і при розробці креслення з великою кількістю Виглядів. Для виклику Дерева побудови:

- ☞ у Рядку головного меню клацніть ЛК миші по пункту «**Вид**» ► «**Дерево построения**». У лівій частині екрану з'явиться Дерево побудови (рис.13.16);

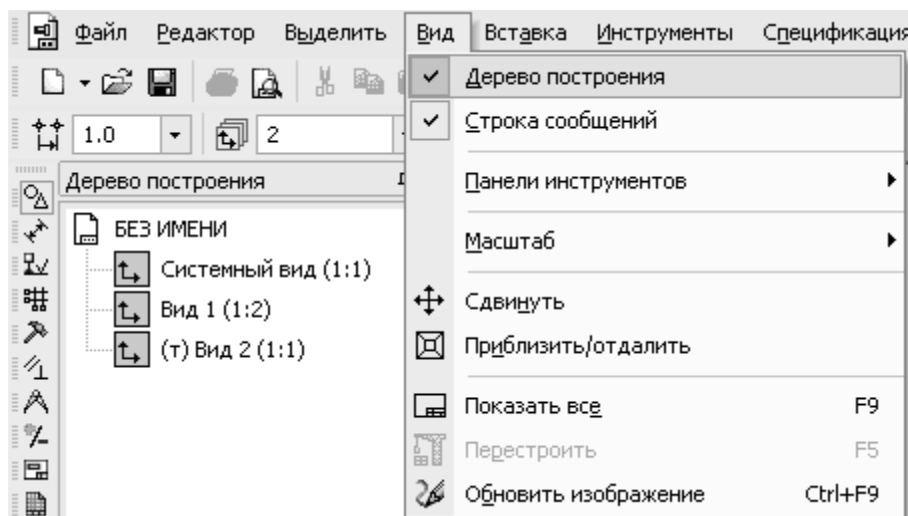


Рис.13.16 – Дерево побудови в кресленні

- ↪ у Дереві побудови клацніть ЛК миші по потрібному значку одного з Виглядів . На кресленні цей Вигляд виділиться зеленою рамкою;
- ↪ клацніть ПрК миші по будь-якому значку **Вид**. З'явиться контекстне меню (рис.13.17), за допомогою якого можна змінювати параметри Вигляду, масштаб Вигляду, його видимість і можна його усунути.

Для виділення Вигляду чи Шару можна також використовувати команди з Рядку головного меню. Для цього викликайте команду **«Выделить»** ➤ **«Вид»** ➤ **«Слой»** ➤ **«Указанием»** (чи **«Выбором»**). У випадку вибору пункту **«Указанием»** з'являється курсор–пастка, яким ЛК вказують потрібний Вигляд (Шар), а при виборі пункту меню **«Выбором»** з'являється діалогове вікно **«Выберите один или несколько видов (слоев)»**, де виділяють потрібний Вигляд і натискають кнопку **ОК**.

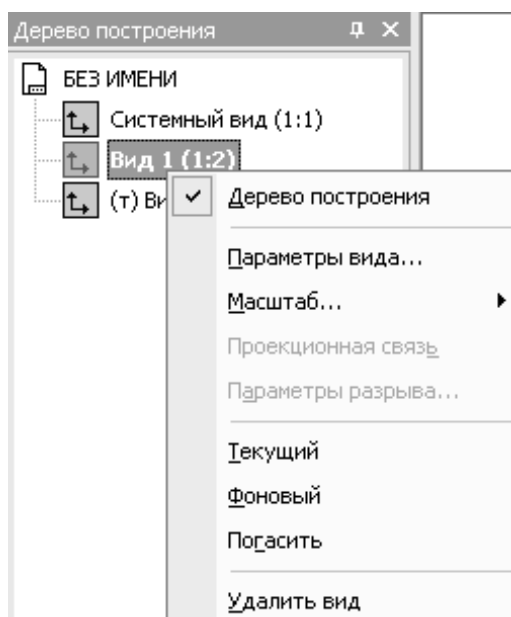


Рис.13.17 – Контекстне меню виділеного Вигляду

13.3. Виміри на кресленні й розрахунок МЦХ

При розробці креслення досить часто доводиться вимірювати відстані чи кути між побудованими елементами креслення, довжину елемента, його площу, а також масоцентровочні характеристики розроблених деталей. Система КОМПАС-ГРАФІК дозволяє легко й зручно обчислити ці характеристики за допомогою панелі інструментів **«Измерение (2D)»** на Компактній панелі інструментів чи за допомогою ідентичних команд головного меню **«Сервис»** ➤ **«Измерить»** [4].


Детальніше кнопки–команди панелі інструментів **«Измерение (2D)»** розглянуті в розділі 11.

13.3.1. Розрахунок МЦХ плоских фігур



«Расчет МЦХ плоских фигур» – розраховує масоцентровочні характеристики плоских фігур.

Для розрахунку МЦХ необхідно:

- клацнути ЛК миші по кнопці «*Расчет МЦХ плоских фигур*». На екрані з'явиться вікно «*Информация*»;
- для зручності вікно можна зсунути у будь-яку сторону;
- натисніть кнопку «*Ручное формирование границ*» - , на Панелі властивостей внизу екрану;
- вказуванням точок сформуєте тимчасову лому лінію необхідного для розрахунку контура;
- натисніть кнопку «*Создать объект*». Система виведе на екран діалогове вікно «*Свойства объекта*». У цьому вікні необхідно вказати «*Тело*» чи «*Отверстие*», що обмежує цей контур. Натисніть кнопку **ОК**. На кресленні система вкаже червоною пунктирною лінією вимірюваний контур, а у вікні «*Информация*» - обчислені дані МЦХ (рис. 13.18)

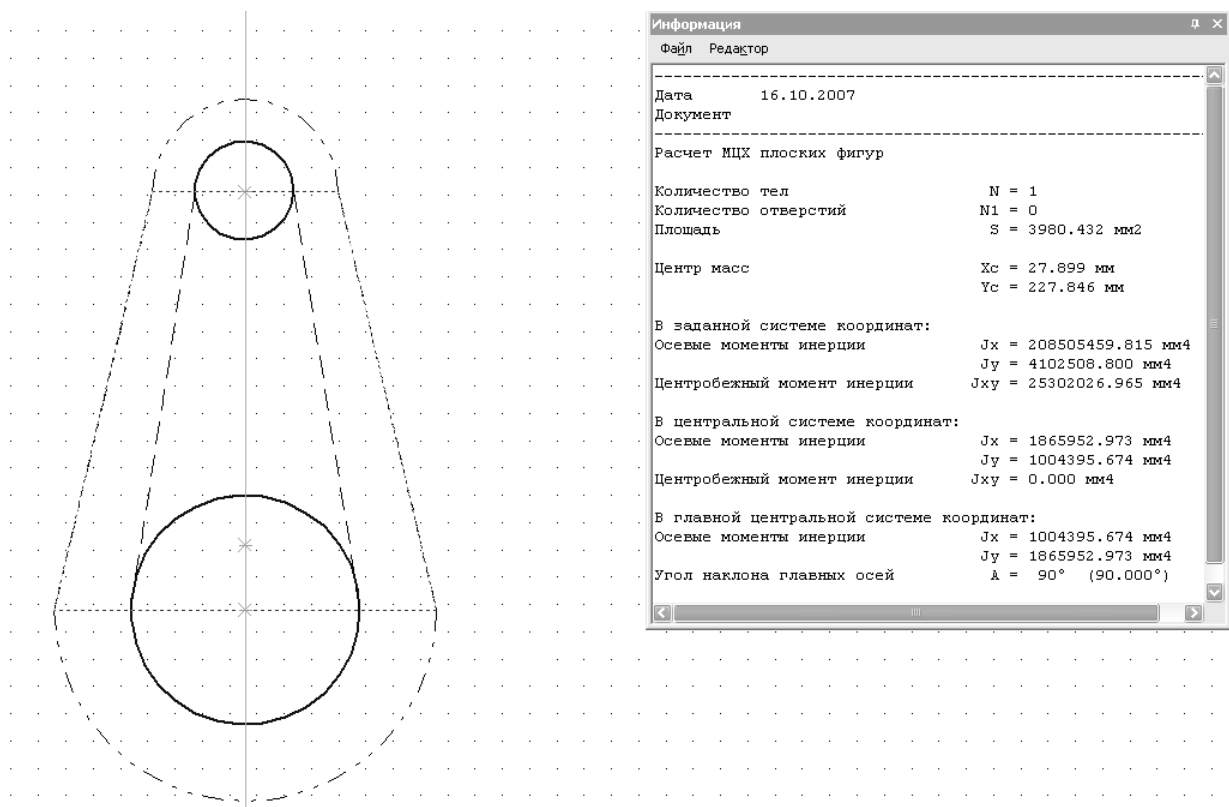


Рис. 13.18 – Вікно «*Информация*» з результатами виміру МЦХ

? КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Які операції можна здійснити для керування курсором у створеному кресленні?
2. Що таке характерні точки? Для чого вони існують на об'єкті?
3. Як побудувати точно об'єкт креслення?
4. Що таке прив'язка? Які види прив'язок Ви знаєте?
5. Як можна створити додатково вигляд на кресленні?
6. Що таке шари креслення? Як їх створюють?
7. Де знаходиться «*Дерево построения*», для чого воно потрібне?

14. ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕННЯ ВИВЕДЕННЯ У ДРУК ДОКУМЕНТА

14.1. Зміна структури документа креслення

Раніше було показане створення креслення тільки на одному аркуші вибраного формату. При створенні корпусних деталей, збірних креслень допускається зображення виглядів, розрізів і перетинів на декількох аркушах.

Для зміни структури креслення (створення інших аркушів) в системі КОМПАС застосовують діалогове вікно **«Менеджер документа»**, для цього:

- ✚ з Рядка головного меню викликайте команду **«Сервис»** ➤ **«Менеджер документа»**. Система виведе на екран діалогове вікно **«Менеджер документа»** (рис.14.1).

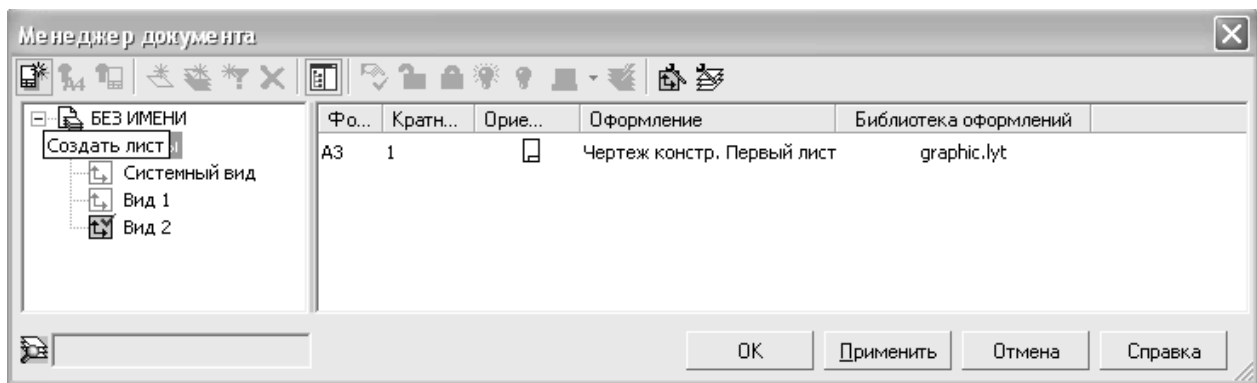


Рис. 14.1 – Діалогове вікно **«Менеджер документа»** у режимі створення аркушів

- ✚ клацніть ЛК по кнопці **«Создать лист»**. У правому вікні з'явиться рядок із створюваним наступним аркушем формату А4. Для зміни формату, кратності й орієнтації аркуша:
 - ✓ у стовпці **«Формат»** натисніть чорний трикутник. З'явиться меню із списком форматів. Виберіть потрібний формат клацанням ЛК миші. Меню закриється і вибраний формат з'явиться у вікні;
 - ✓ аналогічно змінюється кратність креслення;
 - ✓ для зміни орієнтації клацніть ЛК по значку в стовпці **«Ориентация»**;
- ✚ натисніть кнопку **ОК**. Вікно закриється, і рядом з основним форматом з'явиться другий аркуш. Зсуньте його за допомогою смуги прокрутки, тоді можна створювати зображення на другому аркуші креслення;
- ✚ для збереження створеного другого аркуша натисніть на панелі інструментів **«Стандартная»** кнопку **«Сохранить»**, і другий аркуш буде збережений у тому ж файлі креслення.

14.2. Настройка параметров кресления

Основные настройки рабочих параметров кресления было розглянуто в розділі 10.3. Інші потрібні настройки здійснюють аналогічно вищеописаним.

14.3. Введення знака невказаної шорсткості

Знак невказаної шорсткості завжди повинний бути у правому верхньому куту формату. При роботі в графічному редакторі можливе автоматичне формування і розміщення знака відповідно до вибраної редакції.

Для простановки знака невказаної шорсткості на кресленні:

- з Рядка головного меню викликати команду **«Вставка»** ► **«Неуказанная шероховатость»** ► **«Ввод»**. Система введе на экран діалогове вікно **«Знак неуказанной шероховатости»** (рис. 14.2). Його елементи керування розглянуті в табл. 14.1;
- поставте прапорець у вікні **«Добавьте знак в скобках»**;
- клацніть ЛК двічі в полі **«Текст»**. З меню, що з'явиться, виберіть шорсткість;
- натисніть кнопку **ОК**. Система автоматично введе в правий кут невказану шорсткість відповідно до настройки параметров текста за замовченням.

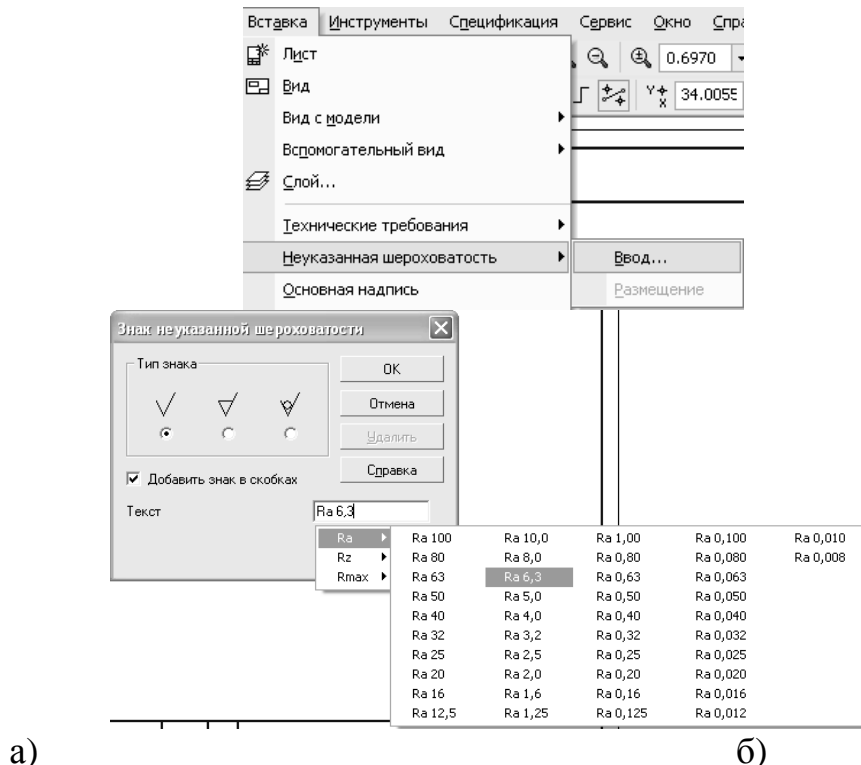


Рис.14.2 - Простановка знака невказаної шорсткості на кресленні: а – приклад виклику діалогового вікна **«Знак неуказанной шероховатости»**; б – діалогове вікно **«Знак неуказанной шероховатости»** з розкритим його меню

Настройка параметров текста неказаной шерсткости здійснюється в діалоговому вікні **«Параметры»** для дійсного текстового документа і розповсюджується тільки на креслення, які створені після її виконання, тобто після виходу з діалогового вікна підрисовування тексту неказаной шерсткости зміниться відповідно до виконаної настройки (рис. 14.3).

Редагування і усунення знака неказаной шерсткости здійснюється в діалоговому вікні **«Знак неуказанной шероховатости»**. Виклик вікна можна здійснити трьома способами:

- ☞ з Рядка головного меню викликати команду **«Вставка»** ➤ **«Неуказанная шероховатость»** ➤ **«Ввод»**;
- ☞ подвійним клацанням ЛК миші по знаку;
- ☞ з контекстного меню. Підведіть курсор до знака неказаной шерсткости і натисніть ПК миші. З'явиться контекстне меню (рис.14.4), де потрібно вибрати пункт **«Редактировать неук.шерох...»** чи **«Удалить неук.шерох...»**.

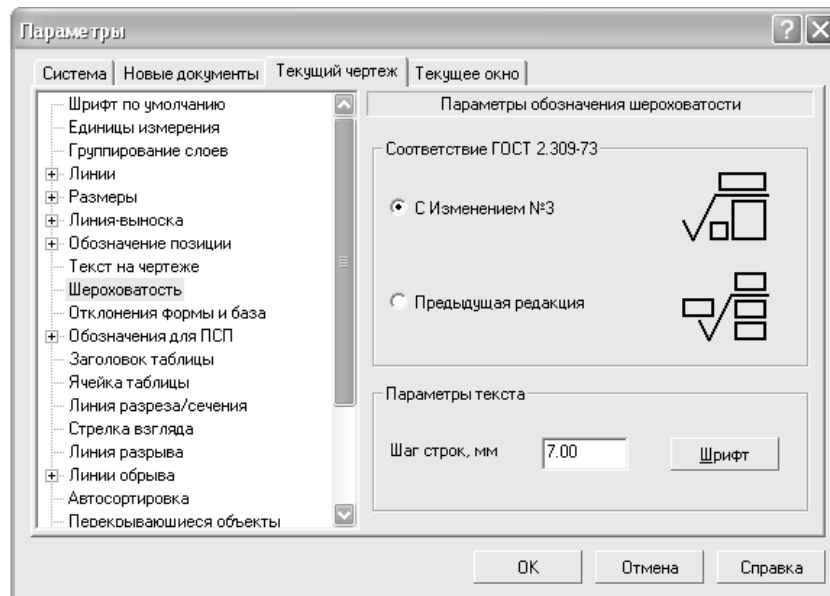


Рис. 14.3 –Діалогове вікно **«Параметры»** з розкритим пунктом **«Шероховатость»**

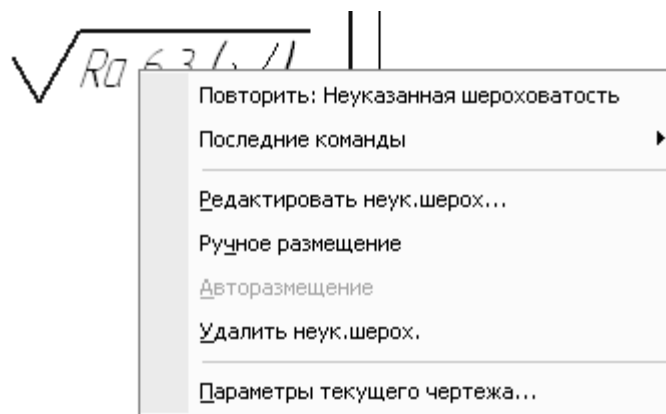


Рис. 14.4 – Контекстне меню знака неказаной шерсткости

14.4. Введення технічних вимог креслення

При розробці креслення технічні вимоги є практично його невід'ємною частиною і доповнюють його графічну частину. В технічні вимоги записують: невказані допуски на розміри, засоби виготовлення (наприклад, з частин), технологічні вимоги, антикорозійні покриття, для збірних креслень засоби складання відповідно до думки конструктора і т.п.

КОМПАС-ГРАФІК володіє спеціальними засобами, які полегшують введення технічних вимог, так і розміщення в полі креслення.

Для введення технічних вимог з Рядка головного меню викликайте команду «Вставка» ► «Технические требования» ► «Ввод». Система перейде у режим введення технічних вимог у текстовому редакторі (рис.14.5).

У верхньому рядку Головного вікна з'явиться назва «Технические требования». При роботі в даному режимі файл має розширення *cdw*, а в заголовку ім'я креслення і стрілку вправо з указуванням «Технические требования».

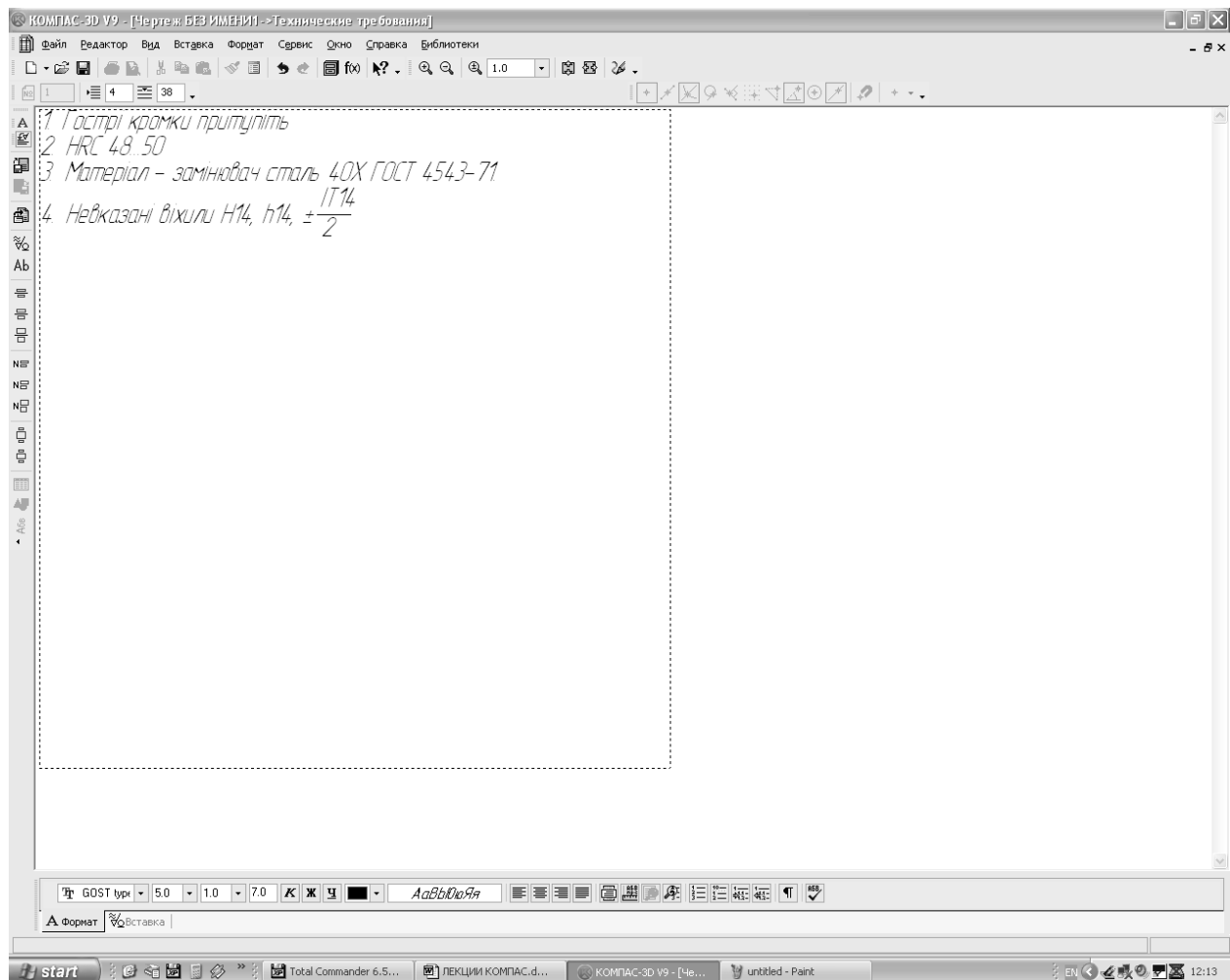


Рис. 14.5 – Головне вікно системи в режимі введення технічних вимог

У цьому режимі змінився і склад деяких панелей інструментів. На Панелі властивостей доступні всі засоби введення і редагування тексту (рис.14.6).

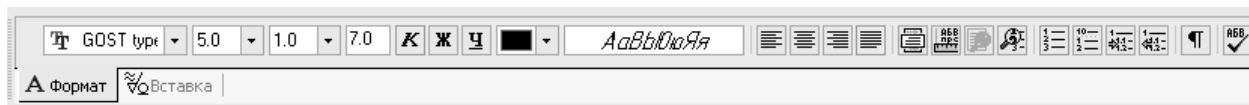


Рис. 14.6 - Панель властивостей в режимі введення технічних вимог

На панелі інструментів «**Вид**» з'явилися нові кнопки:

«**Масштаб по высоте**» дозволяє змінити масштаб зображення дійсного текстового документа, технічних вимог так, щоб зображення повністю вміщувалося у вікні по висоті;

«**Масштаб по ширине**» дозволяє змінити масштаб зображення так, щоб воно повністю вміщувалося по горизонтальному розміру аркуша.

Панель інструментів «**Текущее состояние**» наведена у вигляді рядка з новими кнопками:

«**Номер текущей страницы**» документа відображає порядковий номер сторінки (коли їх декілька). Для переміщення на іншу сторінку наберіть її номер і натисніть клавішу <Enter>. За замовчанням кнопка не активна. Активною вона становиться з другої сторінки;

«**Номер текущей строки**» відображає номер рядку;

«**Текущая позиция курсора в строке**» відображає позицію від початку рядка того символу, де знаходиться курсор.

На Компактній панелі за замовчанням активна панель «**Вставка в текст**» (рис. 14.7, а). Натиснувши на кнопку – перемикач «**Формирование**», розкриється панель у другій частині Компактної панелі (рис.14.7, б).

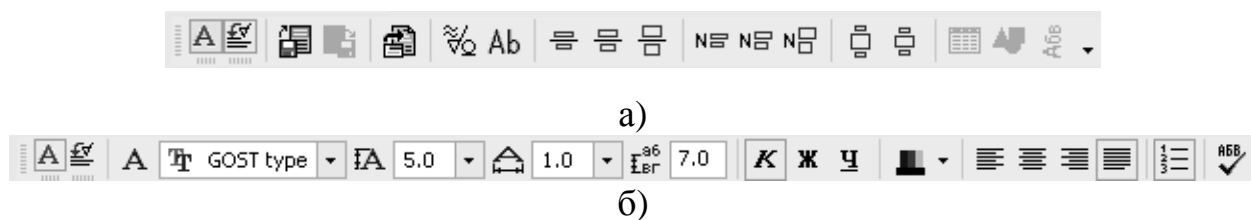



Рис. 14.7 – Компактна панель в режимі введення технічних вимог: а – з відкритою панеллю «**Вставка в текст**»; б - з відкритою панеллю «**Формирование**»

Для введення тексту вимог в пункт 1 введіть текст з клавіатури, не турбуючись про довжину рядків і їх кількість. Габаритна пунктирна рамка показує максимальну довжину рядка і розмір першої сторінки технічних вимог. Коли введений рядок не вміщується в габаритну рамку тексту, то

система автоматично переносить слово на новый рядок. Клавіша *«Enter»* натискається тільки в кінці абзацу, нумерація вимог збільшується.

Введення технічних вимог можливо з *текстових шаблонів*, для цього:

- натисніть ЛК кнопку **«Вставить текстовый шаблон»**  на Компактній панелі. Система виведе на екран діалогове вікно **«Текстовые шаблоны»** (рис. 14.8);

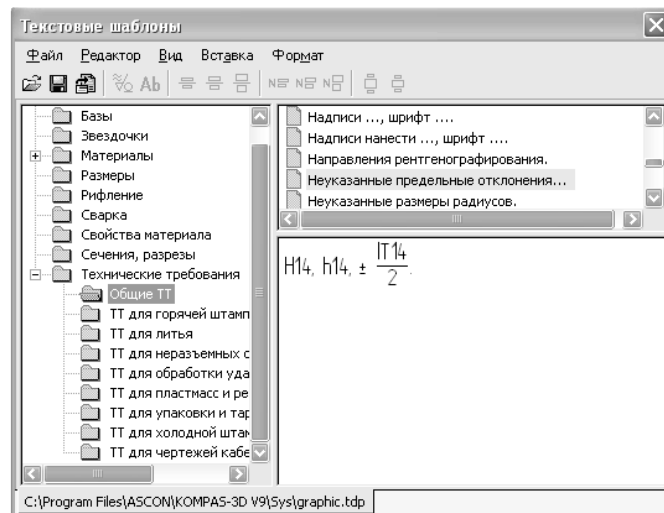


Рис. 14.8 – Діалогове вікно **«Текстовые шаблоны»** з відкритою папкою **«Технические требования»**

- з лівого боку в дереві шаблонів клацніть ЛК по знаку «+» перед пунктом **«Технические требования»** для його розкриття;
- клацніть ЛК по пункту **«Общие ТТ»** («общие тектребования»). У правому верхньому вікні з'явиться список загальних вимог;
- клацніть ЛК по кнопці пункту **«Неуказанные предельные отклонения...»**. Пункт виділиться;
- клацніть ЛК по кнопці **«Вставить в документ»** на панелі інструментів діалогового вікна **«Текстовые шаблоны»**, або двічі ЛК по даному пункту. Діалогове вікно закриється і даний пункт скопіюється у текстовий редактор.

Збереження технічних вимог і закриття:

- після введення всіх пунктів технічних вимог викликайте з Рядка головного меню команду **«Файл»»«Сохранить»»«В чертеж»**. Технічні вимоги будуть введені в креслення;
- з Рядка головного меню викликайте команду **«Файл» » «Заккрыть» » «Технические требования»**. Редактор введення технічних вимог закриється. На екрані з'явиться креслення з введенними технічними вимогами.

Для редагування тексту технічних вимог треба знову увійти в режим текстового редактора одним із способів:

- ☞ з Рядку головного меню викликайте команду **«Вставка»»»«Технические требования»»»«Ввод»;**
- ☞ натисніть ПрК на зоні технічних вимог, з контекстного меню технічних вимог виберіть пункт **«Редактировать тех. требования»** чи **«Удалить тех. требования»** (рис. 14.9).

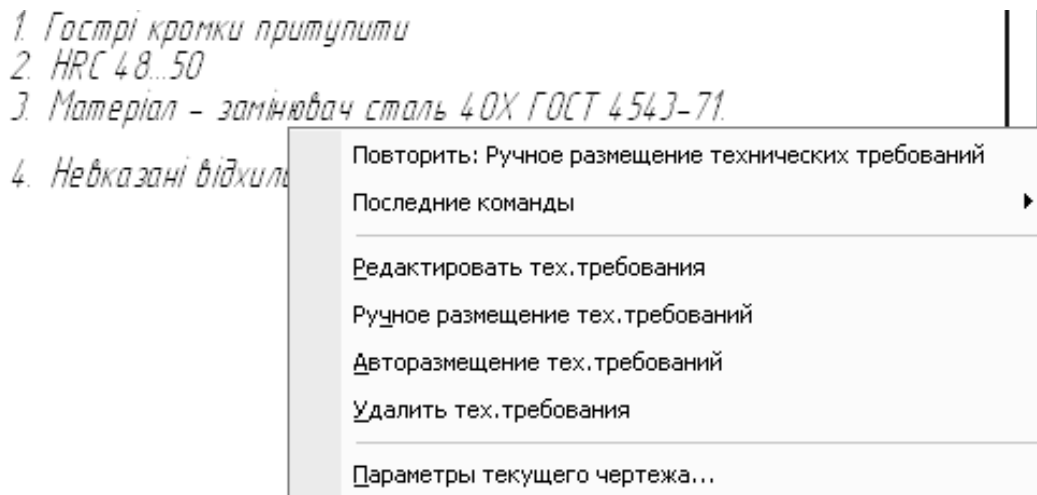


Рис.14.9 – Контекстне меню технічних вимог

При оформленні креслення іноді виникає необхідність виконати компонування технічних вимог: змінити розміри, положення і кількість сторінок.

Виконати ручне розміщення можна:

- ☞ з Рядка головного меню викликом команди **«Вставка» ► «Технические требования» ► «Размещение»;**
- ☞ натисніть ПК на зоні технічних вимог, з контекстного меню технічних вимог виберіть пункт **«Ручное размещение тех. требований»** (рис. 14.9).

Після виконання ручного розміщення технічні вимоги на аркуші креслення вміщують в габаритну рамку з характерними точками (вузлами). Вузли в середині вертикальних і горизонтальних меж рамки дозволяють керувати шириною і висотою сторінки. Вузли в кутах рамки дозволяють одночасно змінювати висоту й ширину сторінки.

14.5. Заповнення основного надпису

У системі КОМПАС-ГРАФІК основний надпис креслення (штамп) автоматично розміщується в правому нижньому куту формату. Вибір типу основного надпису визначається користувачем, а форма, розміри й зміст граф встановлені ДСТ 2.104-68, треба тільки заповнити її комірку. При заповненні штампу доступні всі можливості текстового редактора системи. Причому

графи, текст яких є стандартним, не доступні для введення і редагування, як і зміна структури всього штампу в цілому.

Для заповнення основного надпису (штампу) необхідно його активізувати. Для цього є три способи:

1. з Рядка головного меню викликати команду **«Вставка»** ➤ **«Основная надпись»**;
2. двічі клацнути ЛК в будь-якій точці штампу;
3. викликати контекстне меню, клацнувши ПК в полі штампу, і вибрати пункт **«Заполнить основную надпись»**.

Ознакою активності штампу є поява в ньому границь комірок з урахуванням заданих відступів тексту (рис. 14.10). Панель властивостей вміщує ряд розкритих списків, кнопок і вікон для огляду дійсних параметрів шрифту (рис. 14.11).

Рис. 14.10 – Основний надпис в режимі активізації штампу

Рис. 14.11 – Панель властивостей в режимі активізації штампу

Для того, щоб заповнити основний надпис:

- клацніть ЛК миші в вільному полі після надпису **«Разраб.»**. З'явиться нахилена мигаюча риска – ознака готовності системи для введення тексту. Введіть з клавіатури своє прізвище;
- аналогічно до комірки **«Разраб.»**, з клавіатури заповнити комірки проти **«Пров.»**, **«Т.контр.»**, **«Н.контр.»**, **«Утв.»**;
- у полі **«Дата»** введіть з клавіатури, а краще клацніть двічі в комірці до появи діалогового вікна **«Ввод даты»** (рис. 14.12). Знову клацніть двічі по необхідній даті, і вона буде встановлена в комірку;

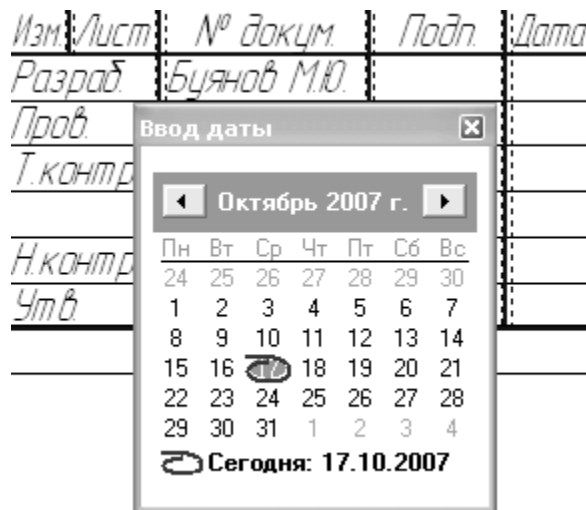


Рис. 14.12 – Діалогове вікно «**Ввод даты**»

- ⇒ введіть у поле «**Обозначение**» кодовий вираз документа відповідно до прийнятих на підприємстві кодових шифрів. Слід не забути, що після позначення документа треба ввести шифр документа відповідно до ДСТ 2.102-68 (наприклад, для збірного креслення шифр ЗБ);
- ⇒ у комірку «**Наименование изделия**» введіть найменування розробленого документа. Коли документ розроблений як збірне креслення, габаритне креслення, креслення загального вигляду , монтажне креслення і електромонтажне креслення, то нижче назви вводиться відповідний надпис. Для його введення натисніть клавішу «Enter» - курсор переміститься нижче. Потім введіть необхідний надпис, причому більш дрібним шрифтом. Параметри введення шрифту можна змінювати на Панелі властивостей;
- ⇒ у комірку «**Обозначение материала детали**» можна ввести позначення матеріалу з клавіатури і скористуватися вкладкою «**Вставка**» Панелі властивостей, або скористуватись меню, що викликають подвійним клацанням ЛК в даному вікні. Клацнувши по пункту «**Выбрать материал**», викликаєте діалогове вікно «**Выбор материала**», за допомогою якого можна вставити необхідний матеріал;
- ⇒ для введення у комірках «**Литера**» стадії розробки даного креслення відповідно до ДСТ 2.103-68 клацніть двічі ЛК в будь-якій з комірок. З'явиться меню з можливими етапами створення креслення (рис. 14.13). Клацніть по вибраному етапу ЛК, у комірці з'явиться буква, підкреслена в назві;

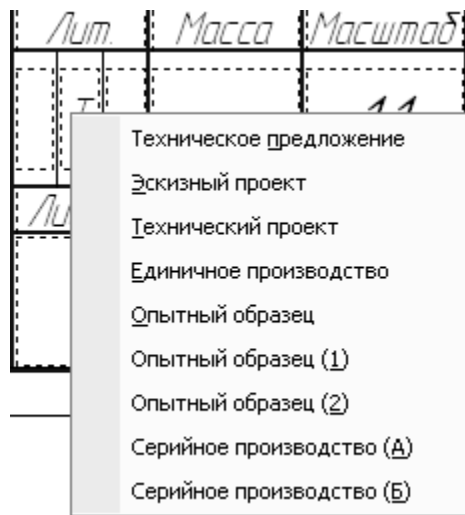


Рис. 14.13 – Штмп креслення з меню етапів створення креслення

- ☞ для встановлення потрібного масштабу креслення клацніть двічі в комірці «**Масштаб**». З’явиться меню з масштабами. Клацнувши ЛК по масштабу, в якому виконувалося креслення, вставляється даний масштаб в дану комірку ;
- ☞ комірки «**Лист**», «**Листов**» заповнюються системою автоматично при настройці в діалоговому вікні «**Параметры**»;
- ☞ для заповнення комірки «**Масса**» клацніть ЛК у комірці. З’явиться мигаюча риска, введіть з клавіатури необхідні дані;
- ☞ для виходу з режиму редагування натисніть кнопку «**Создать объект**» на Панелі властивостей чи комбінацію клавіш <Ctrl>+<Enter>.

14.6. Створення таблиць

Створити таблицю можна одним з трьох способів:

1. за допомогою кнопки «**Ввод таблицы**», що знаходиться на Компактній панелі з розкритою панеллю «**Обозначения**». Для вставки таблиць у текстовий документ служить кнопка «**Вставить таблицу**» на Компактній панелі;
2. можна використовувати Рядки головного меню: для креслення і фрагмента - «**Инструменты**», а для текстового документу - «**Вставка**»;
3. на Панелі властивостей використовувати кнопку «**Вставить таблицу**» на вкладці «**Вставка**».

Далі необхідно вказати точку прив’язки курсором. Після цього система виведе на екран діалогове вікно «**Создать таблицу**» (рис. 14.14).

У діалоговому вікні «**Создать таблицу**»:

- ☞ введіть наступні дані: число необхідних стовпців, число необхідних рядків, ширину стовпця у мм;

- ☞ натисніть кнопку **ОК**. У вказаній точці з'явиться таблиця, обмежена тонкими лініями, з пунктирними вертикальними лініями (границі поля введення) і з мигаючим курсором у центрі верхньої лівої комірки. Система встановила режим редагування таблиці автоматично (рис 14.15);

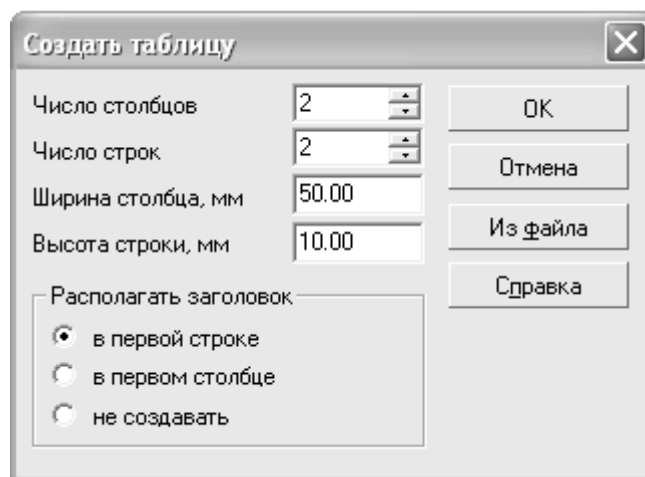



Рис. 14.14 – Діалогове вікно «Создать таблицу»

Рис. 14.15 – Створена таблиця в режимі редагування

- ☞ за допомогою клавіатури введіть текст в необхідні комірки таблиці, введення тексту нічим не відрізняється від введення звичайного;
- ☞ для переходу в інші комірки натисніть клавішу <Tab>;
- ☞ для збереження внесених у таблицю даних натисніть кнопку «Создать объект»  - на Панелі властивостей. Таблиця буде зафіксована.

Змінити положення створеної таблиці на графічному документі можна двома способами:

- ☞ за допомогою вузлів (характерних точок);
- ☞ за допомогою наступних команд редагування: **зсув, поворот, симетрія, копіювання**.

Настройку параметрів розміщення за допомогою вузлів можна здійснити двома способами:

◆ 1-й спосіб:

- ✓ підведіть ловушку курсора до таблиці і клацніть ЛК миші. Таблиця виділиться зеленим кольором і в правому верхньому куту з'явиться **вузол**;

- ✓ підведіть курсор до вузла. Курсор зміниться на двонаправлену стрілку;
- ✓ натисніть ЛК миші і, не відпускаючи її, перемістить таблицю в необхідне місце.

❖ 2-й спосіб:

- ✓ підведіть курсор до таблиці і клацніть двічі ЛК миші, тобто перейдіть у режим редагування таблиці;
- ✓ клацніть ПрК миші і з контекстного меню виберіть команду **«Редактировать размещение»**. На Панелі властивостей з'являться елементи керування розміщенням таблиці;
- ✓ змініть положення точки прив'язки/чи кут нахилу;
- ✓ підтвердить зроблені зміни, натиснувши кнопку **«Создать объект»**.

Для зміни положення таблиці за допомогою команд редагування:

- ↵ виділить таблицю – клацніть по ній ЛК миші;
- ↵ застосуйте необхідні команди редагування.

14.6.1. Заходи корегування таблиць

14.6.1.1. Зміна тексту в будь-якій комірці.

Для переміщення курсора по комірках таблиці використовують ЛК миші або комбінацію клавіш (див. табл. 14.1).

Таблиця 14.1 – Комбінація клавіш для переміщення курсора по комірках таблиці

Комбінація клавіш	Необхідне переміщення
<Ctrl>+<↑>	На одну комірку вгору
<Ctrl>+<↓>	На одну комірку вниз
<Ctrl>+<←>	На одну комірку вліво
<Ctrl>+<→>	На одну комірку вправо

14.6.1.2. Злиття рядків.

Для злиття рядків таблиці необхідно:

- ↵ на панелі властивостей клацніть ЛК по вкладці **«Таблица»**, і вона отримає вигляд, наведений на рис. 14.16;

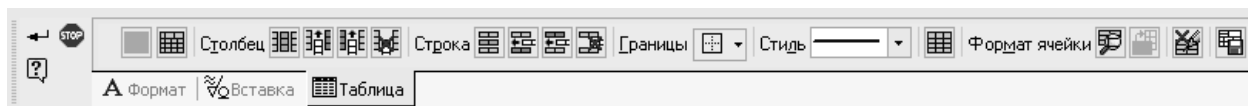





Рис. 14.16 - Вкладка **«Таблица»** на Панелі властивостей


- ↵ встановіть курсор у необхідну комірку, яку треба злити з іншою. На Панелі властивостей на вкладці **«Таблица»** кнопки у групі **«Слияние»** стали активними:



«Объединить с левой ячейкой» - об'єднує дійсну комірку з коміркою зліва;



-  **«Объединить с правой ячейкой»** - об'єднує дійсну комірку з коміркою справа;
-  **«Объединить с верхней ячейкой»** - об'єднує дійсну комірку з верхньою коміркою;
-  **«Объединить с нижней ячейкой»** - об'єднує дійсну комірку з нижньою коміркою.

Для об'єднання дійсної комірки, наприклад з лівою клацніть ЛК миші по кнопці **«Объединить с левой ячейкой»**. При об'єднанні комірок їх текст об'єднується і розміщується у центрі нової комірки.

У версії КОМПАС 3D V9 замість цих кнопок є кнопка-команда  - **«Объединить ячейки»**. Для того щоб об'єднати необхідні комірки, треба їх виділити, а потім натиснути цю кнопку.





14.6.1.3. Розділення комірок

Для розділення комірки:

- ☞ встановіть курсор у дійсну комірку ;
- ☞ на Панелі властивостей для розділення комірок натискають одну з кнопок **«Разбить ячейку по горизонтали»** -  чи **«Разить ячейку по вертикали»** -  у групі **«Разделение»** на вкладці **«Таблица»**, комірку розбивають на рівні частини. Причому коли розбивана комірка містить текст, то:
 - ✓ при розділенні по вертикалі текст залишається в лівій комірці;
 - ✓ при розділенні по горизонталі текст залишається у верхній комірці.

14.6.1.4. Вставлення і усунення стовпців таблиці.

Для виконання цих операцій використовують кнопки групи **«Столбец»**
Для вставлення стовпця:

- ☞ вставити курсор у комірку, справа чи зліва від якої необхідно ввести новий стовпчик.
- ☞ на Панелі властивостей у групі **«Столбец»** є такі кнопки:
 -  **«Выделить столбец»**;
 -  **«Вставить столбец слева»**;
 -  **«Вставить столбец справа»**;
 -  **«Удалить столбец»**;





Після натискання однієї з цих кнопок система вставляє новий стовпчик з тим же розміром і параметрами формування тексту, причому надпис вихідної комірки не копіюється;

Для усунення чи виділення стовпця:

- ☞ встановіть курсор у комірку, яку необхідно виділити чи усунути;
- ☞ натисніть кнопку **«Удалить столбец»** чи **«Выделить столбец»**.

14.6.1.5. Вставлення чи усунення рядків таблиці.



Для операції вставлення і усунення рядків застосовують кнопки групи «**Строка**»:

-  «**Выделить строку**»;
-  «**Вставить строку сверху**»;
-  «**Вставить строку снизу**»;
-  «**Удалить строку**».

Вставлення і усунення рядків таблиці виконуються аналогічно вставленню і усуненню стовпців.


14.6.1.6. Обрамлення комірок таблиці.

Зовнішні рамки і лінії, що розділяють рядки таблиці, за замовчанням мають стиль лінії «**Основная**», а лінії, що розділяють стовпці, - стиль «**Тонкая**». Для зміни стилю ліній, що обрамляють необхідну комірку, треба скористатися на Панелі властивостей у вкладці «**Таблица**» вікнами «**Стиль**»

-  та «**Границы**» - , в яких необхідно вибрати потрібний стиль ліній для обрамлення контура комірки і тип границі.

14.6.1.7. Форматування комірок таблиці

Для форматування виділеної комірки таблиці необхідно:

- ☞ на Панелі властивостей клацнути ЛК миші по кнопці «**Формат ячейки**» . На екрані з'явиться діалогове вікно «**Формат ячейки**» (рис. 14.17), елементи керування якого розглянуті в табл. 14.2

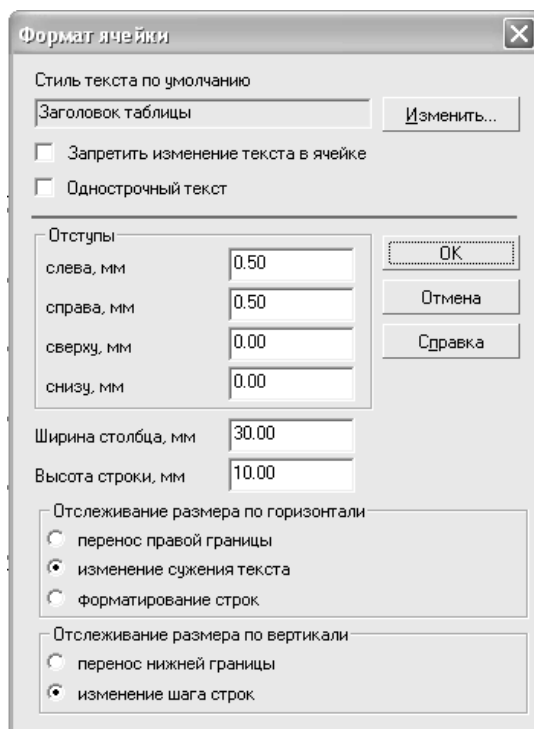



Рис.14.17 – Діалогове вікно «**Формат ячейки**»

Таблиця 14.2 - Елементи керування діалогового вікна «**Формат ячейки**»


Елемент керування	Опис виконуваної настройки
« Стиль текста по умолчанию »	Поле, яке містить назву стилю тексту дійсної комірки
« Изменить »	Кнопка, що дозволяє вибрати стиль тексту з діалогового вікна « Выберите текущий стиль текста »
« Запретить изменение текста в ячейке »	При встановленому прапорці у вікні блокується редагування тексту даної комірки
« Однострочный текст »	При встановленому прапорці у вікні комірки можливий тільки однорядковий текст
« Отступы »	Група опцій, що визначає розташування тексту від границь комірки в мм
« Ширина столбца » « Высота столбца »	Поля для введення розмірів дійсної комірки
« Отслеживание размера по горизонтали/ по вертикали »	Група перемикачів, яка дозволяє встановити засіб розташування тексту всередині комірки по горизонталі й вертикалі

☞ встановіть необхідні параметри форматування і натисніть кнопку **ОК**.

При коригуванні великої комірки натисніть кнопку «**Отобразить сетку**»  для полегшення проведення змін.

14.6.1.8. Блокування розмірів границь таблиці.

Для блокування розмірів границь таблиці необхідно:

☞ клацнути ЛК по кнопці «**Блокировка размеров таблицы**» . На екрані з'явиться діалогове вікно «**Блокировка размеров таблицы**» (рис. 14.18);

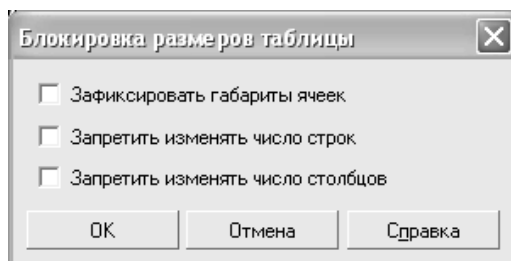


Рис. 14.18 – Діалогове вікно «**Блокировка размеров таблицы**»

☞ встановіть прапорець опції, який забороняє змінювати або габарити комірок, або кількість рядків, або кількість стовпців, або всіх разом;
☞ для завершення настройки натисніть кнопку **ОК**.

14.6.1.9. Зміна розмірів комірок таблиці за допомогою миші

Для зміни границь комірок:

- ☞ помістіть показчик курсора на верхню лінію таблиці. Курсор перетвориться у двонапрямну стрілку;
- ☞ натисніть ЛК миші і, не відпускаючи її, перемістіть лінію вверх чи вниз, змінюючи висоту рядку;
- ☞ помістіть показчик миші у будь-який кут таблиці. Курсор перетвориться у чотирибічну стрілку;
- ☞ натисніть ЛК миші і, не відпускаючи її, перемістіть лінії границі;
- ☞ помістіть показчик миші на перетин границь комірки (наприклад, в її вузол). Курсор перетвориться в чотирибічну стрілку;
- ☞ натисніть ЛК миші і, не відпускаючи її, переміщуйте лінії таблиці.


14.6.2. Збереження таблиць

Для збереження таблиці у файлі необхідно перевести її в режим редагування:

- ☞ в Рядку головного меню натисніть пункт **«Файл»** ➤ **«Сохранить таблицу в файл...»**. На екран система виведе діалогове вікно **«Укажите имя файла для записи»**, де у вікні **«Тип файла»** виберіть **«КОПМАС-Таблицы (*.tbl)»**;
- ☞ розкрийте папку для запису файлу, а у вікні **«Имя файла»** введіть його ім'я;
- ☞ натисніть кнопку **«Сохранить»**.

14.7. Створення текстового документа і введення тексту в готовий документ креслення

14.7.1. Введення текстових надписів:

- ☞ для цього на Компактній панелі знайдіть Панель інструментів **«Обозначение»** (див. розділ 11);
- ☞ натисніть кнопку **«Текст»** . На Панелі властивостей на вкладці **«Размещение»** з'являться елементи керування розміщенням розмірного надпису (рис. 14.19);

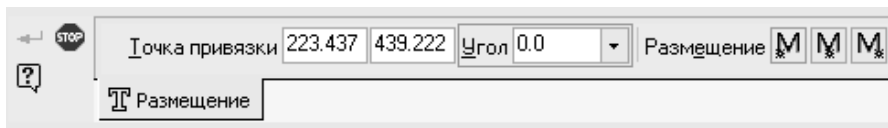


Рис. 14.19 – Панель властивостей з відкритою вкладкою **«Размещение»**

- ☞ вкажіть точку **t1** прив'язки тексту. За замовчанням вона завжди знаходиться на початку першої букви будь-якого рядку. Після введення точки система переходить до режиму введення тексту: в точці прив'язки з'являється рамка введення тексту з мигаючим

текстовим курсором, а Панель властивостей змінює свій склад (рис. 14.20).

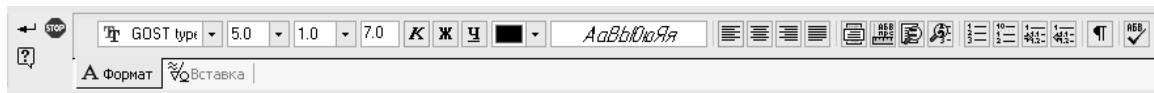


Рис. 14.20 - Панель властивостей в режимі створення тексту з відкритою вкладкою «**Формат**»

На Панелі властивостей з відкритою вкладкою «**Формат**» можна задати наступні параметри тексту (рис. 14.21):

- ☞ шрифт тексту. В розкритому списку шрифтів вибрати необхідний шрифт. За замовчанням стоїть шрифт креслення GOST type A;

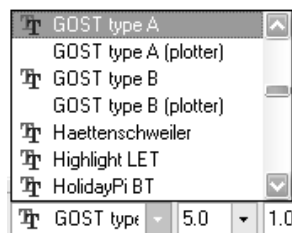


Рис. 14.21 – Меню «**Шрифт**» на Панелі властивостей

- ☞ висота символів. У списку подано стандартні розміри шрифтів;

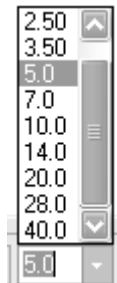


Рис.14.22 - Меню «**Висота символів**» на Панелі властивостей

- ☞ звуження міжлітерного поля за замовчанням дорівнює 1. При розробці креслення параметр не змінюють;

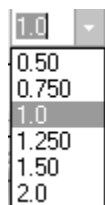


Рис. 14.23 - Меню «**Сужение**» на Панелі властивостей

- ☞ крок рядків. Поле для введення кроку рядків;
- ☞ вигляд написання тексту та його колір. Три кнопки дозволяють перемикаати написання тексту, при цьому у вікні перегляду шрифтів відображається їх написання;

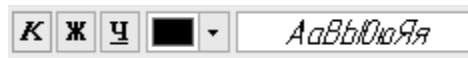



Рис. 14.24 – Кнопки зміни тексту на курсив, жирний, підкреслений, кольору і вікно перегляду шрифту

- ☞ вирівнювання тексту відносно поля його написання;



Рис. 14.25 – Кнопки-команди вирівнювання тексту вліво, по центру, вправо і по ширині

- ☞ стиль тексту . В діалоговому вікні **«Виберите текущий стиль текста»** можна задати необхідний стиль тексту і натиснути кнопку **«Выбрать»** (рис. 14.26);

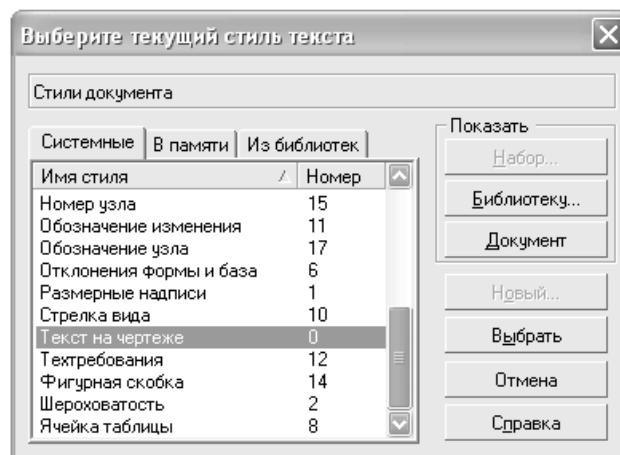



Рис. 14.26 – Діалогове вікно **«Виберите текущий стиль текста»**

- ☞ параметри абзацу . В діалоговому вікні **«Параметры абзаца»** можна назначити всі основні параметри абзацу;

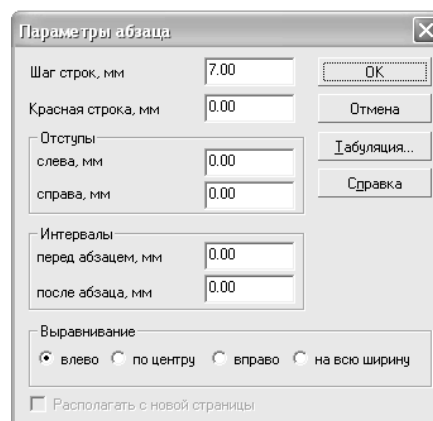



Рис. 14.27 - Діалогове вікно **«Параметры абзаца»**

- ☞ формат тексту . У викликаному діалоговому вікні «**Формат текста**» задаються габарити багаторядкового тексту і методи його форматування (рис. 14.28);

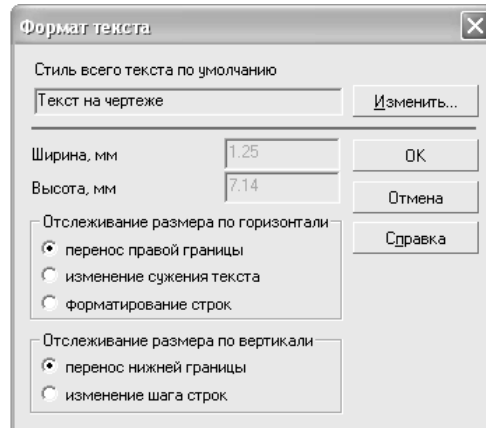



Рис. 14.28 - Діалогове вікно «**Формат текста**»

- ☞ параметри списку . В діалоговому вікні «**Параметры списка**» можна назначити нумерацію тексту (рис. 14.29);

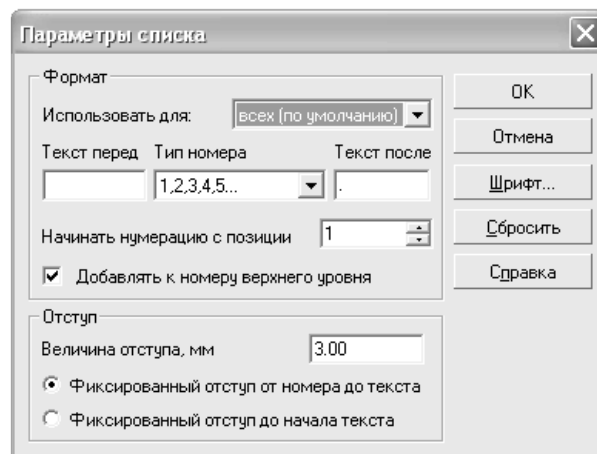








Рис. 14.29 - Діалогове вікно «**Параметры списка**»

- ☞ встановити нумерацію  й задати новий список , на початку абзацу з'явиться його порядковий номер, кожний абзац перетворюється у номер списку;
- ☞ зменшити вкладеність нумерованого списку  чи збільшити вкладеність , засоби форматування нумерованого списку;
- ☞ символи форматування ;
- ☞ правопис .

За допомогою Панелі властивостей з відкритою вкладкою «**Вставка**» можна вставляти різні об'єкти у текст (рис. 14.30):

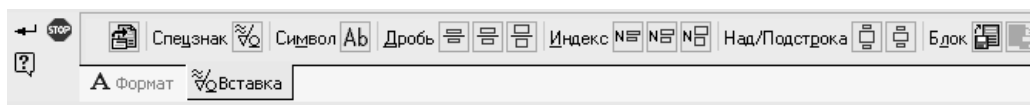



Рис. 14.30 - Панель властивостей в режимі створення тексту з відкритою вкладкою «**Вставка**»

☞ текстовий шаблон . За допомогою діалогового вікна можна вставити текстові шаблони (рис. 14.31);

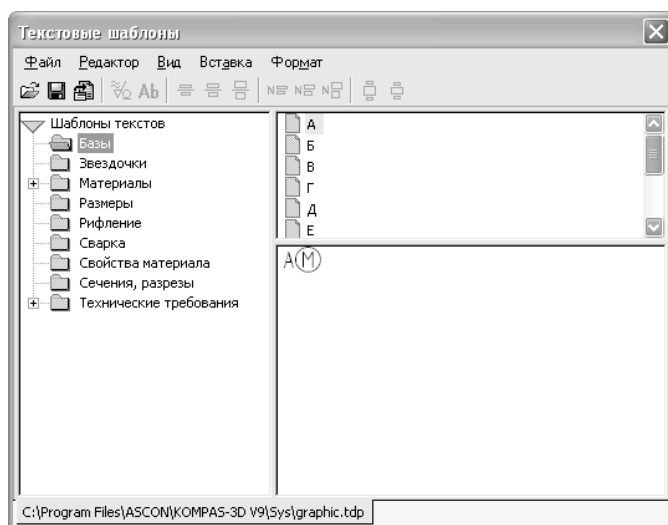



Рис. 14.31 - Діалогове вікно «**Текстовые шаблоны**»

☞ спецзнак . За допомогою діалогового вікна можна вставити конструкторсько-технологічні позначення (рис. 14.32);

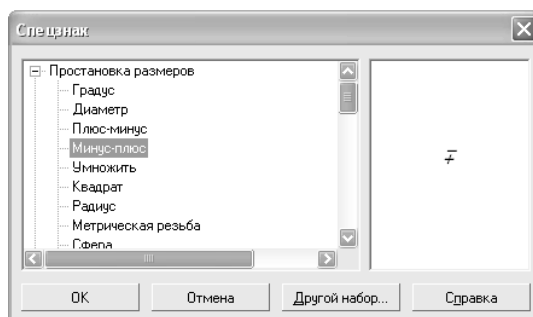
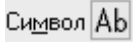


Рис. 14.32 - Діалогове вікно «**Спецзнак**»

символ . За допомогою діалогового вікна можна вставити спеціальний символ (рис. 14.33);

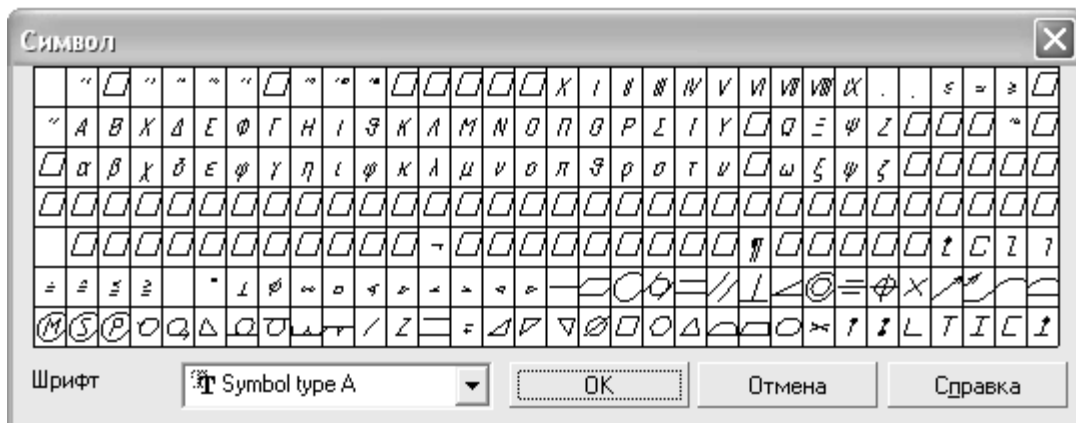


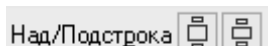



Рис. 14.33 - Діалогове вікно «Символ»

- ☞ дріб . За допомогою групи кнопок–команд можна вставити дріб різної висоти;
- ☞ індекс . За допомогою групи кнопок – команд можна вставити індекс різної висоти: малої, середньої і нормальної відповідно;
- ☞ над-/підрядок . За допомогою кнопок–команд можна вставити підрядок різної висоти: збільшеної і нормальної;
- ☞ блок . Кнопки–команди дозволяють завантажити будь-який раніше створений текст і зберегти виділений фрагмент тексту в окремому файлі у форматі текстового документа КОМПАС (*.kdw) чи текстового файла (*.txt).

14.7.2. Редагування положення і тексту надпису

Існують три способи зміни положення надпису.

- ◆ **1 спосіб** – самий простий і надійний за допомогою редагування вузлів. Для цього:
 - ✓ виділить текст, клацнувши по ньому ЛК миші. Текст виділиться повністю і матиме два вузли різного типу;
 - ✓ підведіть курсор до вузла, що співпадає з точкою прив'язки. Курсор змінить свій вигляд на чотирикутну стрілку;
 - ✓ клацніть ЛК і, не відпускаючи її, переміщуйте рамку тексту. Рамка повністю охопить текстовий надпис по висоті й ширині. Досягнувши потрібного положення, відпустіть кнопку. Коли залишиться «сміття» на екрані, то натисніть кнопку **«Обновить изображение»** чи клавіатурну комбінацію <Ctrl>+<F9>;
 - ✓ підведіть курсор до вузла й двічі клацніть ЛК миші. Система перейде у режим редагування тексту: текст буде міститися в

рамці і з'явиться мигаючий курсор. Далі поставте курсор у те місце, де необхідні виправлення, усуваєте непотрібний текст клавішею «Backspace» (пробіл) і введіть з клавіатури новий;

- ✓ для фіксування виправленого тексту натисніть кнопку **«Создать объект»** ;
 - ✓ підведіть курсор до другої точки. Курсор змінить свій вигляд на дві стрілки повороту;
 - ✓ клацніть ЛК і, не відпускаючи її, поверніть текст навколо точки введення. Досягнувши потрібного положення, відпустіть ЛК;
 - ✓ для зняття виділення клацніть ЛК в будь-якому місці екрану.
- ◆ **2 спосіб** - для редагування можна застосувати такі команди: **«Сдвиг»**, **«Поворот»**, **«Симметрия»** та **«Копирование»**.
- ◆ **3 спосіб** – параметри розміщення і стиль надпису можна задати в діалоговому вікні **«Формат текста»** (див. рис. 14.28).

14.7.3. Особливості роботи в текстовому редакторі

Існують два режими відображення текстового документа:

- ✓ нормальний;
- ✓ в режимі розмітки сторінок.

14.7.3.1. Нормальний режим.

Відразу після виходу в режим створення текстового документа на екрані поле документа відображається у звичайному (нормальному) режимі: видно прямокутну пунктирну рамку як границю області введення тексту. В лівій частині пунктирної рамки видно мигаючий курсор, який показує, де у наступний момент буде введений текст, таблиця чи ілюстрація. Абзац, в якому знаходиться курсор, вважається дійсним.

Переміщувати курсор можна за допомогою миші або клавіатурних комбінацій основної і додаткової клавіатур (див. табл. 14.3).

Таблиця 14.3 – Комбінації клавіш керування переміщенням курсора

Клавіша керування	Переміщення курсора
<↑>	На один рядок уверх
<→>	На одну позицію вправо
<↓>	На один рядок вниз
<←>	На одну позицію вліво
<Page Up>	У верхній рядок дійсного вікна
<Page Down>	У нижній рядок дійсного вікна
<Home>	На початок рядку
<End>	На кінець рядку
<Tab>	Переміщення вправо на задану величину табуляції
<Enter>	Почати наступний абзац
<Backspace>	Усунення символу зліва від курсора
<Delete>	Усунення виділеного фрагмента

Приклад відображення текстової сторінки в нормальному режимі файла показаний на рис. 14.34.

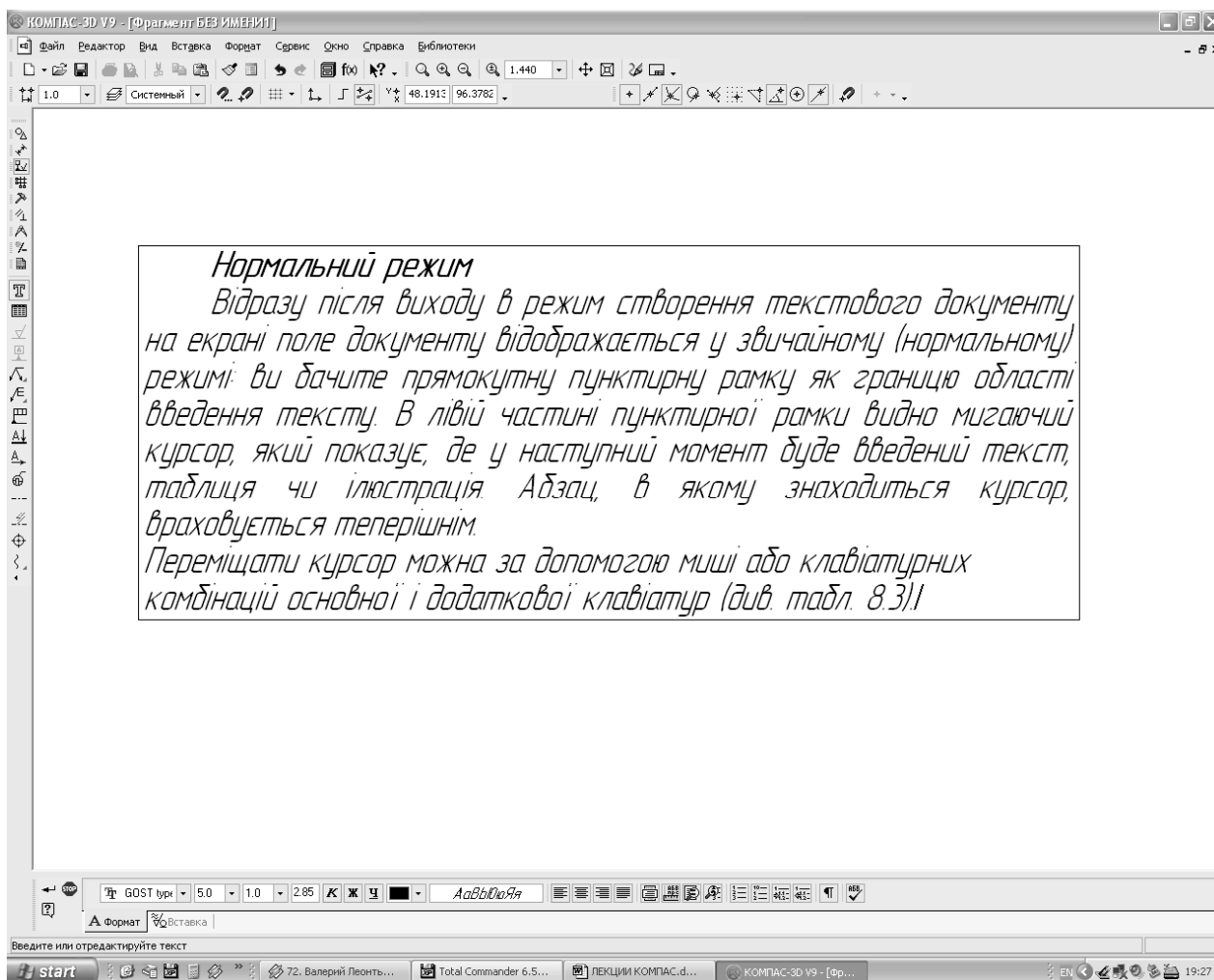


Рис. 14.34 – Перегляд текстового файлу в нормальному режимі

14.7.3.2. Режим розмітки сторінок.


Переключення між звичайним режимом і режимом розмітки сторінок здійснюють за допомогою команд «**Разметка страниц**» та «**Нормальный режим**», розташованих на панелі інструментів «**Вид**», або за допомогою команд випадаючого меню «**Вид**».

14.8. Друк креслення

КОМПАС - ГРАФІК використовує всі можливості Windows при роботі з пристроями виводу (принтерами, плотерами), а також надає ряд додаткових сервісних можливостей.

Вважатимемо, що є принтер зі встановленим драйвером. Відкрийте будь-яке креслення формату А3 чи А1. Для виведення створеного документа у друк слід перейти в режим попереднього перегляду зображення. У цьому режимі видно реальне зображенні документа і його розміщення на полі виводу, також можна змінити масштаб, повернути зображення і т.д.

Для виходу в цей режим можна використовувати два способи:

- ❖ з Рядка меню викличте команду «Файл» ► «Предварительный просмотр»;
- ❖ на панелі інструментів «Стандартная» натисніть кнопку «Предварительный просмотр» . Система виведе на екран діалогове вікно «Документы для вывода» (рис.14.35), в якому можна вказати один або декілька документів (при натиснутій клавіші <Ctrl> або поставити прапорець у вікні «Выделить все документы»). У діалоговому вікні натисніть кнопку ОК. Система переходить в режим попереднього перегляду виділеного документа.

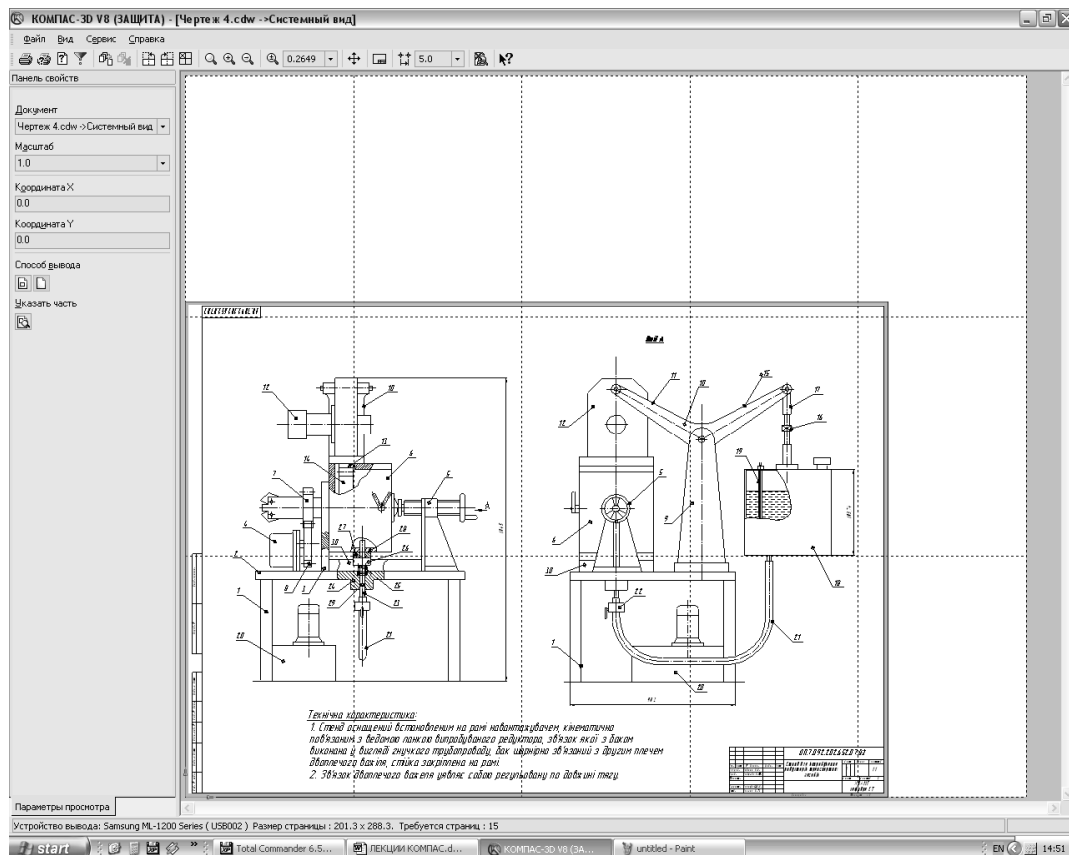


Рис. 14.35 – Система в режимі попереднього перегляду документу

Зображення на екрані зміниться: з лівого боку з'явиться видозмінена **Панель властивостей**, а справа буде показано умовне поле виводу (листи паперу певного розміру і орієнтації), на якому відображається друкований документ у зеленій рамці. Зверніть увагу на рядок стану: **Устройство вывода: Samsung ML-1200 Series (USB002) Размер страницы: 201.3×288.3. Требуется страниц: 15.**

Якщо формат аркуша принтера менше дійсного розміру креслення, то система автоматично розрахує необхідну для введення кількість аркушів. Слід мати на увазі, що для виведення креслення форматом A4 в масштабі 1:1 на принтер потрібна чотири таких аркуші, оскільки частина формату принтера недоступна через умови захоплення аркуша для його простягання, що видно на екрані.

Зверніть увагу, як змінилися елементи керування на **Панелі властивостей** і на панелі інструментів **Стандартна**.

Настройте параметри друку на Панелі властивостей за допомогою елементів керування, розглянутих в табл. 14.4.

Таблиця 14.4 – Елементи керування параметрів друку

Елемент керування	Опис виконуваної настройки
Документ	Містить ім'я даного файлу і шлях до цього файлу
Масштаб	Список, що розкривається, дозволяє призначити будь-який масштаб зображення
Координата ХУ	У вікнах можна призначити значення координат по осях Х, У
Способ ввода	Перемикач «Ввести часть текущего документа»
Указать часть	Натиснувши на дану кнопку, на екрані з'являється діалогове вікно «Укажите часть документа» (див. рис. 14.36), де у вікнах «Отступ, мм» необхідно внести певні числові розміри

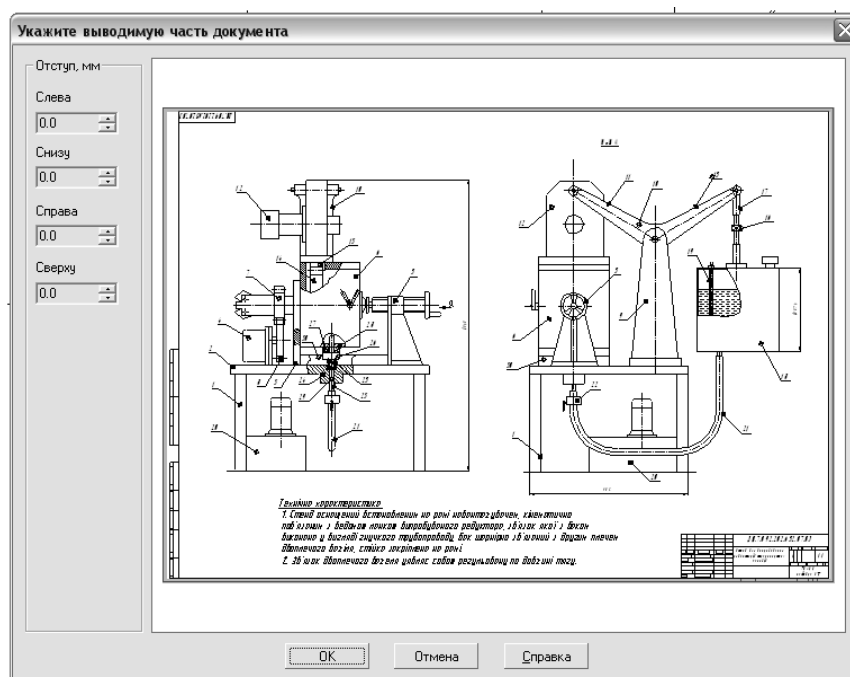


Рис. 14.36 – Діалогове вікно **«Укажите выводимую часть документа»**

Далі для виведення документа на певній кількості аркушів (на одному або декількох) потрібно скористатися командою **«Подогнуть масштаб»**, яку можна викликати двома способами:

- ☐ з Рядка меню командою **«Сервис»** ➤ **«Подогнуть масштаб»**;
- ☐ викликати команду з контекстного меню попереднього перегляду (рис.14.37).

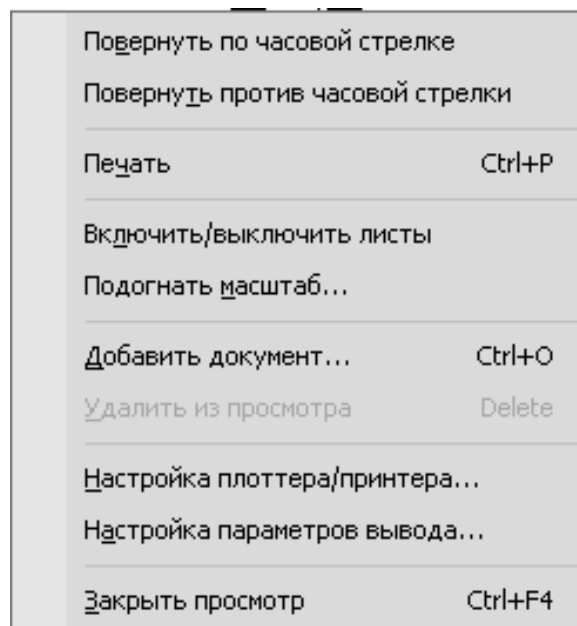


Рис. 14.37 – Контекстне меню попереднього перегляду

Після виклику команди на екрані з'явиться діалогове вікно **«Подгонка масштаба документа»** (рис. 14.38). У діалоговому вікні:

- ☐ у рядку **«Количество страниц по вертикали»** виділіть значення ЛК миші і введіть інше значення менше 1. Звичайно вводиться значення від 0,97 до 0,95. При цьому кількість сторінок по вертикалі й масштаб система обчислить автоматично;
- ☐ натисніть кнопку ОК

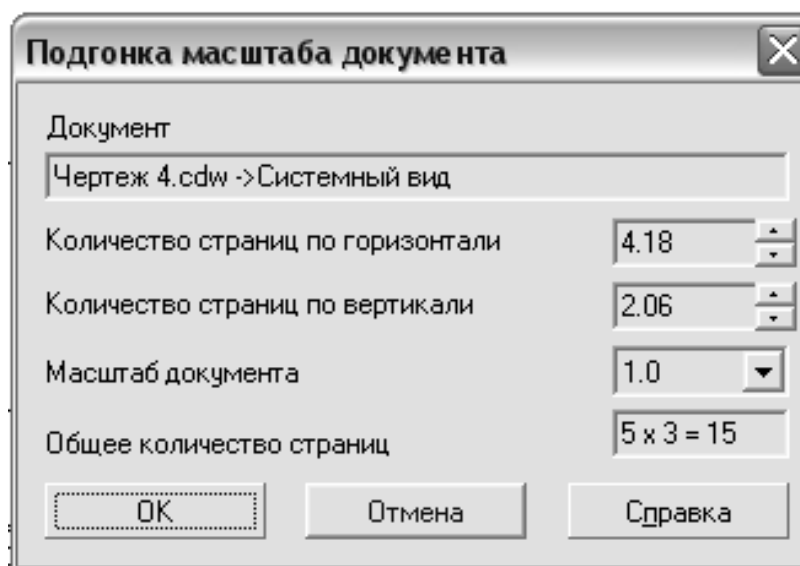



Рис. 14.38 – Діалогове вікно **«Подгонка масштаба документа»**

Діалогове вікно закривається і зображення перерисовується відповідно до нового масштабу. Основне зображення креслення на екрані обведене зеленою рамкою і звичайно зрушене вліво вниз. Залежно від того, як

настроєна подача паперу в принтері, це зображення креслення необхідно зрушити вправо вгору або вліво вгору. Для цього на полі креслення натискаєте ЛК миші і, не відпускаючи її, зрушуєте зображення. Зображення креслення у вікні перегляду повинне бути поміщене із запасом по краях. Для настройки параметрів виводу:

- ❑ натисніть кнопку «**Настройка параметров вывода**» -  на панелі керування діалогового вікна. З'являється діалогове вікно «**Настройка параметров вывода**» (рис. 14.39). Необхідні параметри виведення документа на друк цього вікна розглянуті в табл. 14.5.

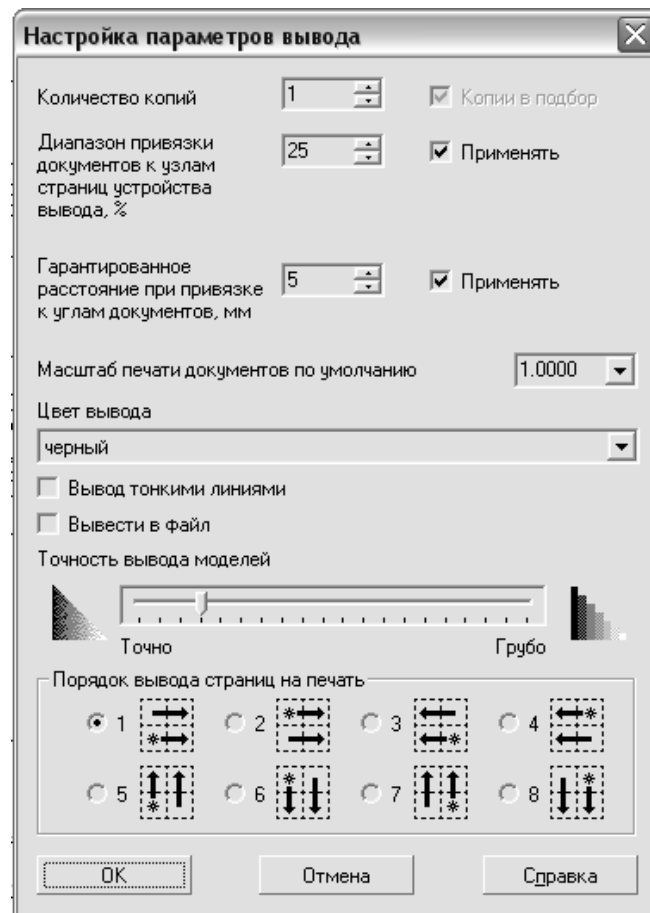




Рис.14.39 – Діалогове вікно «**Настройка параметров вывода**»

Таблиця 14.5 – Елементи керування настрійки параметрів виводу

Елемент керування	Опис виконуваної настрійки
Количество копий	За допомогою лічильника задається кількість друкованих документів
Копии в подбор	За наявності декількох копій керує порядком виводу на друк
Диапазон привязки документов к узлам страниц устройства вывода, %	За замовчанням встановлений режим прив'язки до кутів. Бажано його вимкнути, прибравши прапорець у вікні « Применить »
Гарантированное расстояние при привязке, мм	Встановлюється значення прив'язки кутів одночасно друкованих документів. Режим можна вимкнути прибравши прапорець у вікні « Применить »
Масштаб печати документов по умолчанию	Поле для введення масштабу для одночасно друкованих документів
Цвет вывода	З розкритого списку можна вибрати варіант використання кольорів
Вывод тонкими линиями	Для виведення документа тонкими лініями встановіть прапорець
Порядок вывода страниц на печать	Перемикачі, що встановлюють порядок виведення аркушів на друк

- ☐ якщо зображення креслення у вікні перегляду вміщене із запасом по краях, то натисніть кнопку «**Печать**»  на Панелі керування. Принтер після деякого роздуму починає друк або видає запит про підтвердження друку;
- ☐ натисніть кнопку «**Закреть перегляд**» . Вікно перегляду закривається і з'являється вікно редактора.

Випадок, коли формат документа не відповідає формату, який друкує принтер:

Можна спочатку надрукувати праву або ліву половини формату А4, потім іншу половину, а потім склеїти. Це вихід з положення, коли немає іншого принтера.

Розглянемо приклад друкування документу формату А1 на рис. 14.35.

Для цього:

- ☐ з Рядка меню викликайте команду «**Файл**» ➤ «**Предварительный просмотр**». Система перейде в режим попереднього перегляду. Зверніть увагу на наступні кнопки на панелі керування вікна:



«**Повернуть против часовой стрелки**»;



«**Повернуть по часовой стрелке**».

□ у меню викличте команду **«Подогнать масштаб»**. Система виведе на екран діалогове вікно **«Подгонка масштаба документа»** в якому:

- у вікні **«Количество страниц по горизонтали»** виділіть **4.18** і введіть **4**;
- натисніть кнопку **ОК**. Діалогове вікно закриється і відкриється вікно попереднього перегляду. Якщо зелена рамка вміщується в пунктирну рамку, то можна продовжувати операції далі. Якщо зелена рамка виходить за пунктир, то необхідно знову повернутися в діалогове вікно і змінити у вікні **«Количество страниц по горизонтали»** значення на менше (3.95). Натисніть кнопку **ОК**;


□ якщо необхідно видалити документ з перегляду або додати, то на панелі керування скористайтесь кнопками:



«Удалить документ из просмотра»;



«Добавить документ»;

□ натисніть кнопку **«Включить/выключить листы»** . Курсор перетворився в пастку;

□ підведіть пастку до тієї частини листа формату А4, яку спочатку не друкуватимете, і клацніть ЛК миші. Його зображення стане темним. Цей формат не буде виведений на друк, а друкуватися буде незатінений. Якщо ви помилилися, то клацніть ЛК;


□ на панелі інструментів натисніть кнопку **«Печать»** і надрукуйте цю частину креслення;

□ викличте команду **«Включить/выключить листы»**. Пасткою виберіть наступний формат для друку. Звернете увагу на зелену рамку. Вона показує ту частину формату, яка буде друкуватиметься;

□ натисніть кнопку **«Печать»** і надрукуйте цю частину креслення. Таким чином, можна з форматів А4 скласти будь-який формат.

Для друкування формату А1 та інших необхідно мати відповідний принтер.


Для перевірки правильності підключення принтера або вибору іншого пристрою із списку підключених до комп'ютера безпосередньо або через локальну мережу в режимі попереднього перегляду:

□ на панелі керування клацніть ЛК миші по кнопці **«Настройка принтера/плоттера»** . На екрані з'явиться діалогове вікно-попередження у якому натисніть кнопку **ОК**. На екрані з'являється діалогове вікно **«Настройка печати»**, в якому необхідно задати:

- ✓ у вікні **«Имя»** - ім'я потрібного принтера. Якщо необхідно налаштувати його параметри, натисніть кнопку **«Свойства...»**;

- ✓ потрібний розмір паперу;
- ✓ тип подачі аркушів;
- ✓ розмір формату аркушів;
- ✓ у полі «**Ориентация**» встановите перемикач в одному з вікон: «**Книжная**» або «**Альбомная**»;
- ✓ натисніть кнопку **ОК**. Діалогове вікно закриється. На екрані вікно попереднього перегляду. Але залежно від встановленої орієнтації іноді необхідно повернути креслення;
- ☐ викличте команду «**Подогнать масштаб**» і в діалоговому вікні змініть масштаб;
- ☐ натисніть кнопку «**Печать**» і надрукуйте креслення.

В окремих випадках для друкування необхідно виділити якусь частину документа в режимі попереднього перегляду. Для цього:

- ☐ на Панелі властивостей натисніть кнопку «**Указать часть**» . Система виведе на екран діалогове вікно «**Укажите выводимую часть документа**» і саме документ в зеленій рамці (рис. 14.36);
- ☐ підведіть курсор до зеленої рамки знизу. Курсор зміниться на двонаправлену стрілку;
- ☐ натисніть ЛК миші і, не відпускаючи її, змініть положення габаритної рамки (рис. 14.40);
- ☐ аналогічно змініть положення з інших сторін, щоб виділити тільки необхідне зображення на кресленні;
- ☐ зверніть увагу на полі «**Оступ, мм**». У вікнах: «**Слева**», «**Снизу**», «**Справа**», «**Сверху**» змінилися розміри. За бажанням можна в цих вікнах поміняти значення;
- ☐ натисніть кнопку **ОК**. Вікно закриється, і у вікні перегляду з'явиться виділене зображення;
- ☐ переведіть курсор на зображення і, натиснувши ЛК миші, перемістіть його в центр габаритної рамки;
- ☐ на Панелі властивостей у вікні «**Масштаб**» змініть значення на потрібне, наприклад *1* і натисніть клавішу <Enter>. Зображення креслення збільшиться і заповнить габаритну рамку (рис. 14.41). Тепер можна надрукувати це зображення.

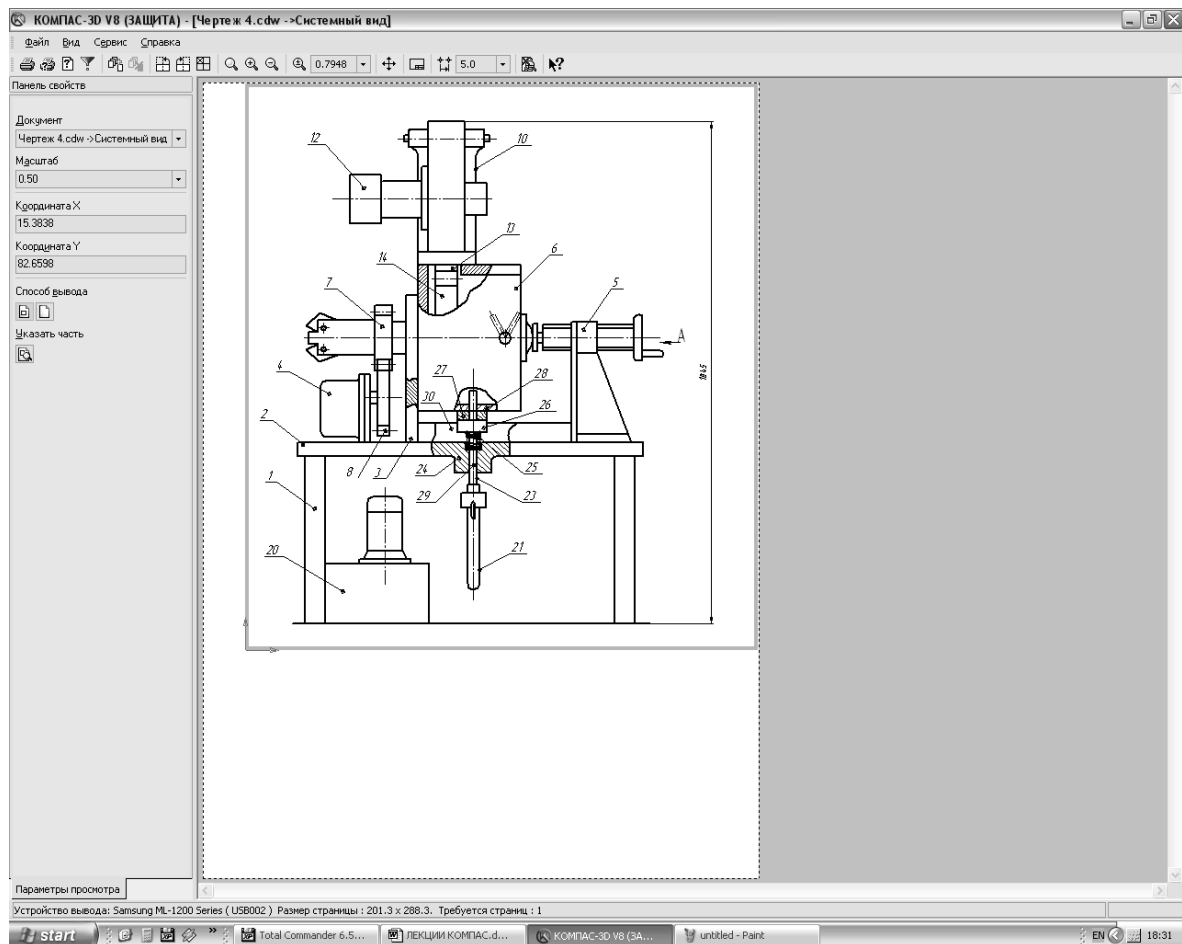


Рис. 14.41 - Зображення креслення, готового до друку

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Як можна змінити структуру креслення?
2. Як можна змінити настройки креслення?
3. Що таке основний надпис на кресленні? Як його можна заповнити?
4. Як створюють таблиці в документі креслення? Як додати або усунути рядок чи стовпчик таблиці?
5. За допомогою яких операцій створюється текст у документі креслення?
6. Які необхідно здійснити команди для того, щоб надрукувати документ у системі КОМПАС?

15. СТВОРЕННЯ СПЕЦИФІКАЦІЇ ЗБІРНОГО КРЕСЛЕННЯ

15.1. Режим створення специфікацій

Одним з компонентів системи КОМПАС-ГРАФІК 3D V8 є система створення специфікацій для збірного креслення.

Специфікація - це документ, що визначає склад збірного креслення і побудований у вигляді таблиці. Стандартом встановлюється його форма у вигляді рядків. *Об'єкт специфікації* - декілька наступних один за одним рядків специфікації, що відносяться до одного збірного креслення. Специфікація оформляється рамкою і штампом, причому досить часто буває багатосторінковою. Засоби системи КОМПАС-ГРАФІК 3D V8 дозволяють створити специфікацію відповідно до ДСТ 2106-96, як в ручному, так і в напівавтоматичному режимах.

Перехід в режим створення специфікації може бути виконаний одним з трьох способів:

- ☐ на панелі інструментів **Стандартна** натисніть кнопку «*Создать*». На екрані з'явиться діалогове вікно «*Новый документ*» (див. рис. 10.5);
- ☐ у вікні клацніть двічі по значку «*Спецификация*». На екрані з'явиться бланк специфікації (рис. 15.1). Таким чином, ви потрапили в режим створення специфікацій. Тому у верхньому рядку головного вікна після назви системи і його номера версії йде назва в квадратних дужках: [Спецификация без имени].

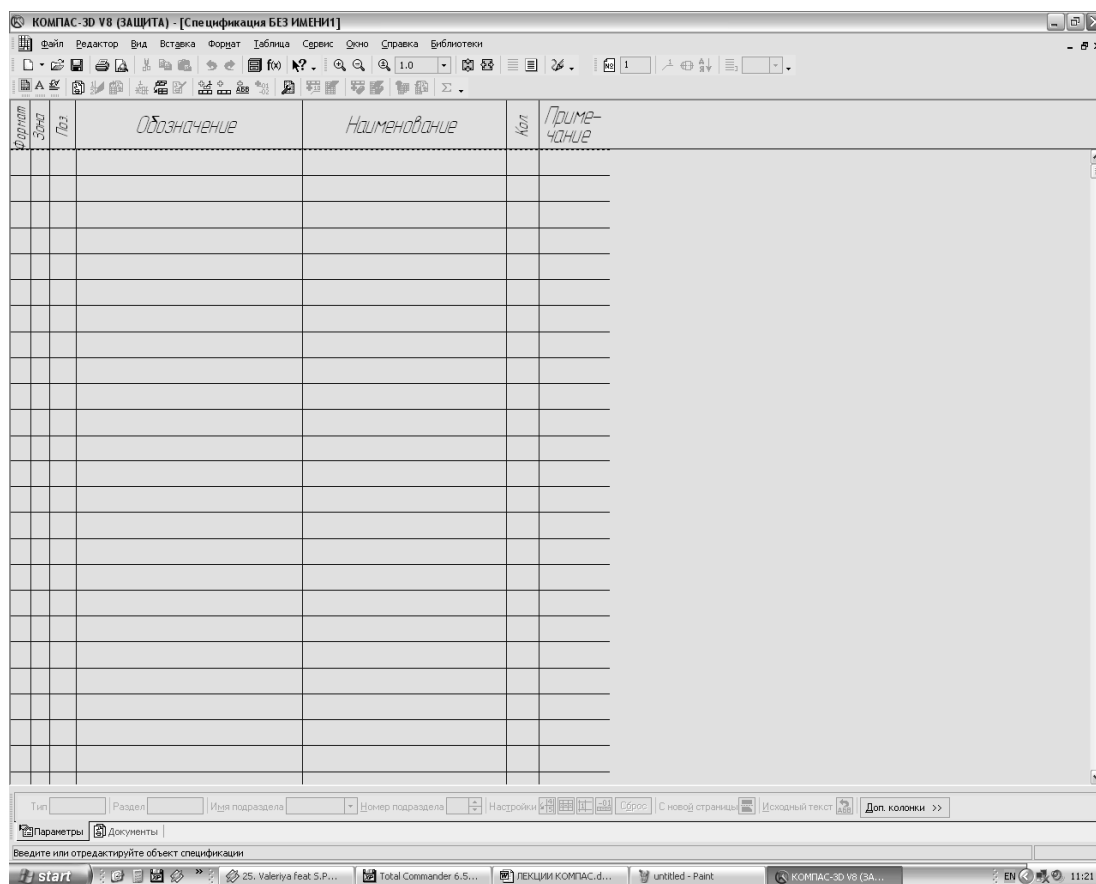


Рис. 15.1 – Головне вікно системи в режимі створення специфікації

Графічне вікно системи в режимі роботи із специфікацією, окрім загальних для системи елементів, містить і свої специфічні пункти меню, панелі інструментів, контекстні меню та інші додаткові елементи. Тому перед тим, як заповнити бланк, необхідно розглянути докладніше інтерфейс **Головного вікна** системи в даному режимі.

15.2. Рядок меню в режимі створення специфікації

Розглянемо деякі зміни в режимі специфікації **Рядку меню**, що розташований під заголовком системи.

Випадне меню «**Вид**» (рис. 15.2) містить такі нові пункти:

- ☐ «**Нормальный режим**» - дозволяє встановити режим, при якому відображаються рамка специфікації і штамп (основний напис);
- ☐ «**Разметка страниц**» - відображає режим розмітки сторінок;
- ☐ «**Показать все объекты**» - включає режим роботи, при якому на екрані відбиваються всі об'єкти специфікації.

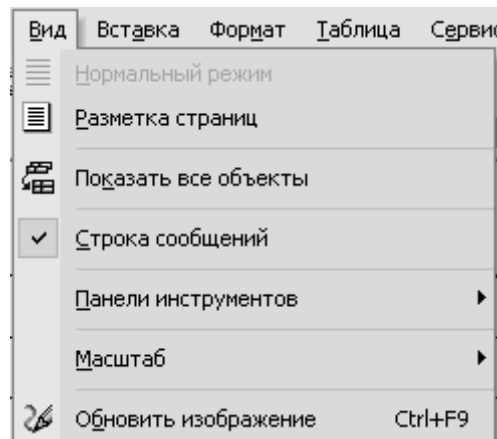


Рис. 15.2 - Випадне меню «**Вид**»

У меню «**Вставка**» (рис. 15.3а) представлені такі пункти:

- ☐ «**Раздел**» - викликає діалогове вікно Виберіть розділ або тип об'єкту для вибору розділу специфікації;
- ☐ «**Базовый объект**» - створює новий рядок в поточному розділі специфікації;
- ☐ «**Вспомогательный раздел**»- дозволяє створити новий допоміжний розділ в поточному розділі;
- ☐ «**Исполнение**»- викликає діалогове вікно, в якому вказують варіанти при групового виконання з суфіксом 01, 02, 03 і т. д.;
- ☐ «**Текстовый шаблон**» - викликає текстовий шаблон Graphic.pdt.

Меню «**Формат**» (рис. 15.3б) містить пункти, серед яких представляє інтерес:

- ☐ «**Настройка спецификации**» - викликає діалогове вікно «**Настройка спецификации**» (рис. 15.4).

Це вікно складається з чотирьох вкладок: *«Настройки»*, *«Разделы»*, *«Блоки исполнен.»*, і *«Блоки доп. разделов»*. Ці настройки необхідні для створення специфікації. Розглянемо найбільш важливі дві вкладки:

- вкладка *«Настройка»* - налагоує зв'язок між специфікацією і кресленням, тому встановить прапорці у вікнах *«Связь сборки или чертежа со спецификацией»*, *«Связь с расчетом позиций»*;
 - вкладка *«Разделы»* - дозволяє побудувати розділи специфікації.
- Залишаємо настройку за замовчанням.

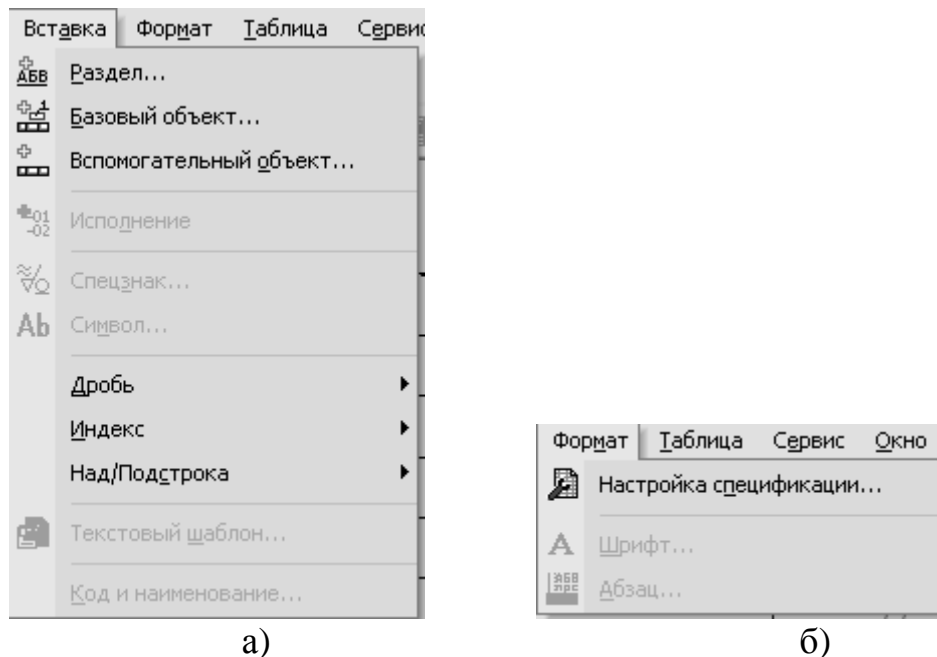


Рис. 15.3 - Випадні меню *«Вставка»* (а) і *«Формат»* (б)

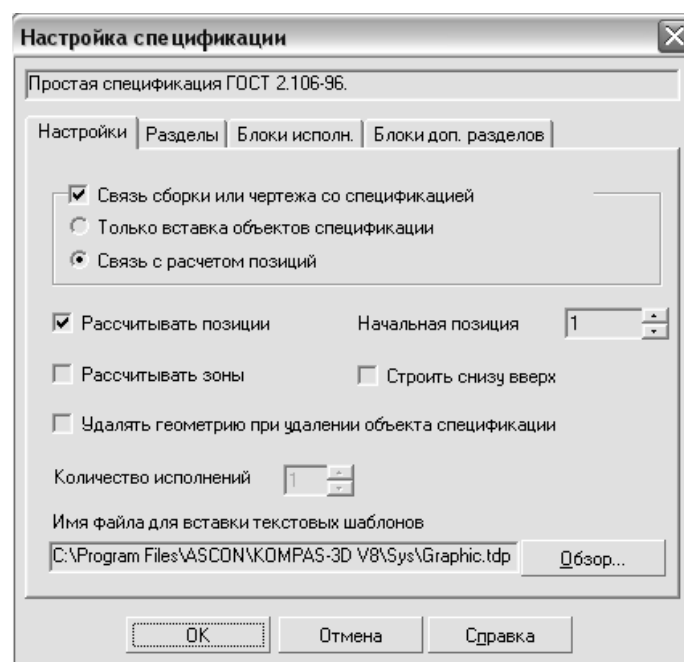


Рис. 15.4 – Діалогове вікно *«Настройка спецификации»* з відкритою вкладкою *«Настройка»*


Меню **«Таблица»** викликає випадне меню, що складається з одного пункту **«Слияние ячеек»**, яке, в свою чергу, розділяється на два меню: **«Слева»** і **«Справа»**.


15.3. Панель **«Вид»** в режимі створення специфікації


Панель інструментів **«Вид»** (рис. 15.5) включає ряд специфічних кнопок, характерних тільки для даного режиму:




Рис. 15.5 – Панель інструментів **«Вид»** в режимі специфікації

 **«Масштаб по высоте листа»** - змінює відображення поточного документа так, щоб він вміщувався у вікні за висотою;

 **«Масштаб по ширине листа»** - змінює відображення поточного документа так, щоб він вміщувався у вікні за шириною;

 **«Нормальный режим»** - дозволяє встановити такий режим відображення, при якому не показуються рамка і штамп документа;


 **«Разметка страниц»** - дозволяє встановити режим розмітки сторінок, при якому чітко показуються рамка і штамп документа.


15.4. Панель **«Текущее состояние»** в режимі створення специфікації


На панелі інструментів **«Текущее состояние»** (рис. 15.6) також є специфічні кнопки:





Рис. 15.6 – Панель інструментів **«Текущее состояние»**

 **«Текущая страница»** - поле, в цьому відображається номер сторінки на якій знаходиться курсор. Для переходу на іншу сторінку введіть її номер і натисніть клавішу <Enter>;

 **«Проставлять позиции»** - вмикає і вимикає можливість простановки позиції;

 **«Подключать геометрию»** - підключає геометрію креслення до позицій специфікації;

 **«Автоматическая сортировка»** - при запуску команди система проводить сортування позицій;

 **«Количество резервных строк»** - відображається кількість резервних рядків у поточному розділі.

15.5. Компактна панель інструментів у режимі створення специфікації

Вид **Компактної панелі** в режимі створення специфікації поданий на рис. 15.7. Панель складається з двох частин. Кожна з трьох перших кнопок-перемикачів розкриває свою панель інструментів у другій частині. За замовчанням розкрита панель інструментів **«Спецификация»**.



Рис. 15.7 – Компактна панель з увімкненою панеллю **«Спецификация»**

Розглянемо основні її кнопки, не пов'язані з тривимірними моделями:



«Управление сборкой» - включає режим керування збіркою;



«Расставить позиции» - дозволяє розставити номери позицій, якщо їх порядок сортування порушився;



«Показать состав объекта» - дозволяє виділити об'єкти, що входять до складу виділеного об'єкта специфікації;



«Показать все объекты» - включає режим, при якому на екрані відображаються всі об'єкти специфікації;



«Редактировать состав объекта» - дозволяє змінити склад об'єктів креслення, що належать виділеному базовому об'єкту специфікації;



«Добавить базовый объект» - створює новий рядок в розділі специфікації;

ПРИМІТКА: Для швидкого переходу до команди натисніть клавішу <Insert>.



«Добавить вспомогательный объект» - дозволяє створити новий розділ;



«Добавить раздел» - викликає на екран діалогове вікно Виберіть розділ для створення нового розділу;




«Добавить исполнения» - викликає діалогове вікно, в якому вказують варіанти при груповому виконанні з суфіксом 01, 02, 03 і т. д.;



«Настройка спецификации» - викликає на екран діалогове вікно **«Настройка спецификации»** (див. рис. 15.4).

15.5.1. Компактна панель з відкритою панеллю **«Форматирование»**

Клацніть ЛК миші по кнопці **«Форматирование»**  і розкриється в другій частині однойменна панель (рис. 15.8). Вона не активна (має блідий вигляд), якщо не введено об'єкт специфікації (розділ). На панелі **«Форматирование»** можна задати: тип шрифту, його висоту в міліметрах, звуження символів, крок рядків, зображення тексту, колір тексту, вирівнювання, аналогічні кнопкам при створенні тексту.

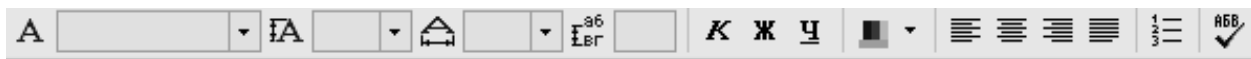


Рис.15.8 – Компактна панель з відкритою панеллю **«Форматирование»**

15.5.2. Компактна панель з відкритою панеллю «Вставка в текст»




Компактна панель з активізованою кнопкою «Вставка в текст»  (рис. 15.9) нічим не відрізняється від аналогічної панелі інструментів при вставці в текст. Багато кнопок, які співпадають з кнопками Панелі властивостей в режимі введення тексту при створенні креслення і фрагмента.



Рис. 15.9 – Компактна панель з відкритою панеллю «Вставка в текст»

Наведемо опис кнопок, що відповідають особливості режиму специфікації:

 «**Загрузить блок**» - дозволяє вставити блок тексту. Викликає на екран діалогове вікно «**Выберите файл для открытия**» для вибору файлу з розширенням у вигляді: *.txt або *.kdw;

 «**Вставить текстовый шаблон**» - дозволяє вставити текстовий шаблон з діалогового вікна «**Текстовые шаблоны**»;

 «**Спецзнак**» - викликає на екран діалогове вікно «**Спецзнак**»;

 «**Символ**» - викликає на екран діалогове вікно «**Символ**».

15.6. Панель властивостей в режимі створення специфікації

Панель властивостей в режимі створення специфікації стає активною після введення розділу в специфікацію (рис. 15.10). Вона має чотири вкладки: «**Параметры**», «**Документы**», «**Формат**» і «**Вставка**». На панелі спеціального керування є дві кнопки: «**Создать объект**» і «**Прервать команду**».

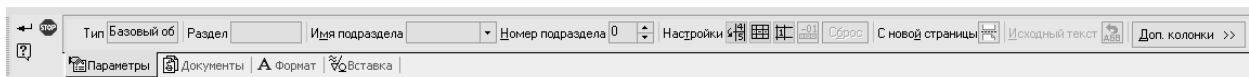




Рис.15.10 – Панель властивостей в режимі створення специфікації

Вкладка «**Параметры**» має кнопки-вікна «**Тип**», «**Раздел**», «**Имя подраздела**», «**Номер подраздела**» і кнопки-команди:

 «**Позиция объекта возрастает**» - дозволяє вказати, чи повинен номер позиції даного об'єкта бути на одиницю більше, ніж номер попередній;

 «**Показывать объект в таблице**» - показує об'єкт в таблиці специфікації (робить його видимим або невидимим);

 «**Показывать позицию**» - показує позицію;

 «**Объект является исполнением**»;

 «**Размещать на новом листе**».

Вкладки «**Формат**» та «**Вставка**» аналогічні вкладкам Панелі властивостей в режимі введення тексту при створенні креслення чи фрагмента.

15.7. Створення розділу специфікації у файлі збірного креслення

Створення розділу специфікації у файлі, наприклад на створеному вже кресленні (рис. 15.11). Для цього:

- ❑ у Рядку меню клацніть ЛК по пункту **«Спецификация»**, а потім у випадному меню виберіть пункт **«Добавить объект»**. На екрані з'являється діалогове вікно **«Выберите раздел и тип объекта»** (рис. 15.12);
- ❑ у діалоговому вікні виберіть розділ **«Детали»**;

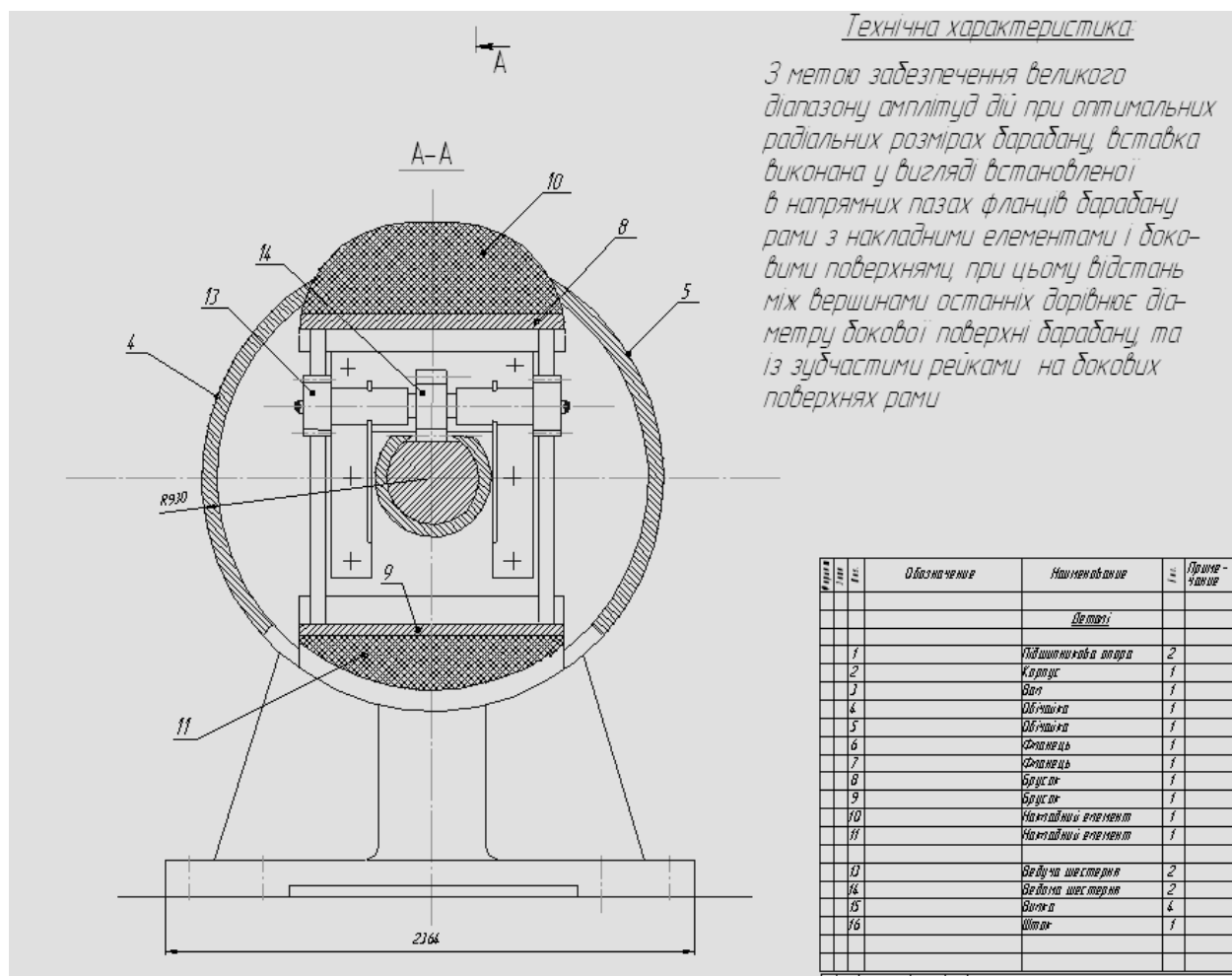


Рис. 15.11 – Креслення із створеною специфікацією

- ❑ натисніть ЛК миші кнопку **«Создать»**. На кресленні з'явиться діалогове вікно **«Объект спецификации»** з мигаючим курсором в першій комірці (рис. 15.13). Викликати діалогове вікно можна подвійним клацанням ЛК миші по пункту **«Добавить объект»**;

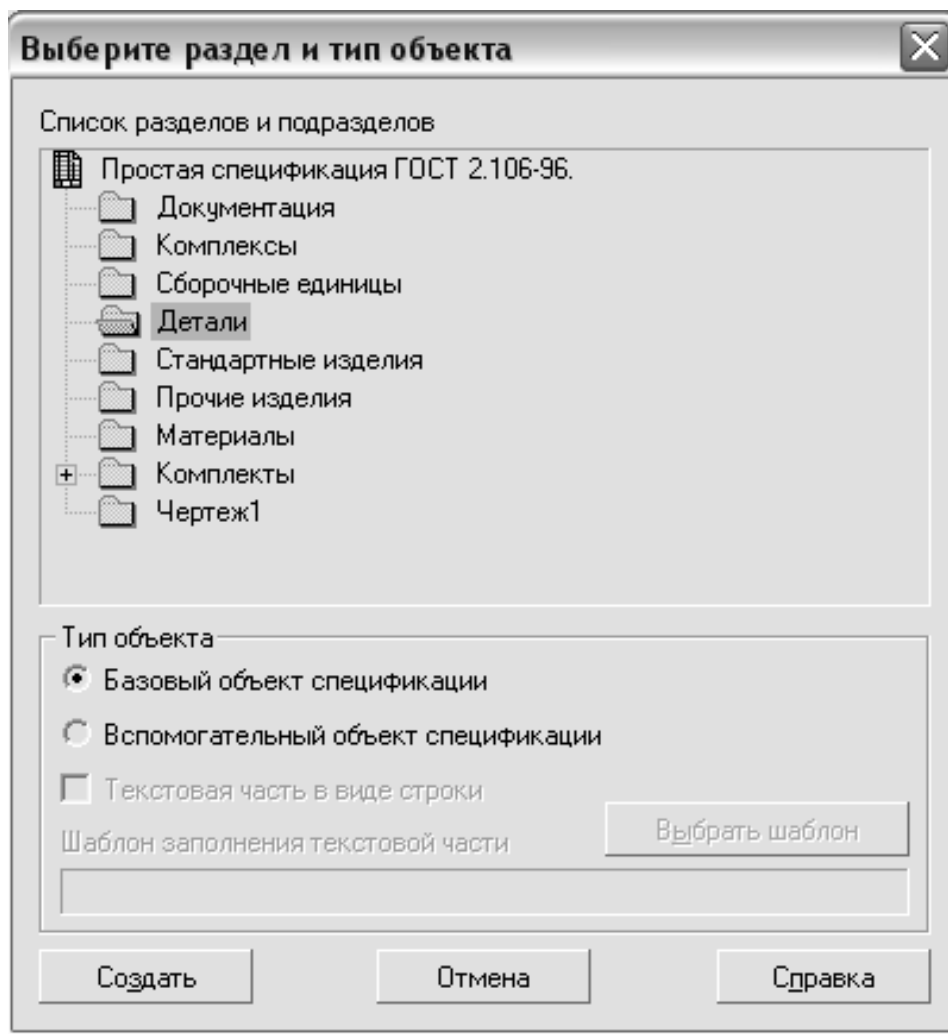


Рис. 15.12 – Діалогове вікно «**Выберите раздел и тип объекта**»

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
/		1			1	

Рис. 15.13 – Діалогове вікно «**Объект спецификации**»

- ☐ у комірку «**Формат**» з клавіатури вводять формат креслення, наприклад, А4, і натискають три рази клавішу <Tab> для переходу в іншу комірку. Комірка «**Зона**» не заповнюється, а номер позиції система вже вставила, тому треба перейти через дві комірки;
- ☐ у комірку «**Обозначение**» вводять номер деталі;
- ☐ у комірку «**Наименование**» вводять назву деталі;
- ☐ натисніть кнопку **ОК**. Рядок бланка зникає. Об'єкт специфікації доданий у файл креслення. Але на кресленні поки нічого не видно. Для перегляду об'єктів специфікації:

- ☐ у Рядку меню клацніть ЛК за пунктами **«Спецификация» ► «Спецификация на листе» ► «Показать»**. Встановить прапорець **«Показать»**. У кресленні над штампом з'явиться заповнений розділ специфікації. Повторне клацання по даному пункту усуває розділ специфікації з креслення;
 - ☐ якщо необхідно додати ще позиції, то:
 - ✓ з Рядка меню викличте команду **«Спецификация» ► «Редактировать объекты»**. Система виводить на екран бланк специфікації з введеною позицією (рис. 15.14);
 - ✓ виділить ЛК рядок з введеним об'єктом специфікації;
 - ☐ на Компактній панелі натисніть кнопку **«Добавить базовый объект»**;
 - ☐ на бланку специфікації з'являється новий рядок з позицією 2:
 - ✓ натиснути кнопку **«Создать объект»**;
 - ✓ клацнути кнопку **«Закрыть бланк спецификации»**. Вікно закривається, і новий об'єкт специфікації введений в креслення.
- При необхідності об'єкт специфікації можна розмістити в іншому місці креслення. Для цього:
- ☐ у Рядку меню клацніть ЛК за пунктами **«Спецификация» ► «Спецификация на листе» ► «Размещение»**. Об'єкт специфікації виділиться пунктирною лінією. Курсор перетвориться в чотирибічну стрілку;
 - ☐ натисніть ЛК і, не відпускаючи її, зрушуйте об'єкт;
 - ☐ для фіксації специфікації на Панелі властивостей натисніть кнопку **«Прервать команду»**.

15.8. Редагування текстової частини

Якщо створена специфікація, відкрийте її знову. Зверніть увагу на чорну смугу у верхній частині бланка і на напис в Рядку повідомлень: введіть або відредагуйте об'єкт специфікації. У більшості випадків після створення специфікації (особливо при недостатності досвіду) необхідно її корегування. Для успішного коригування можна порекомендувати наступне:

- ☐ для переміщення по рядках натискайте клавіші **«Вверх/Вниз»** ↑/↓ на додатковій клавіатурі;
- ☐ для входу в режим редагування текстової частини об'єкта специфікації двічі клацніть ЛК по рядку або виділіть рядок клацанням ЛК і натисніть клавішу <Enter>. Переміщення по рядку вправо клавішею <Tab>, а переміщення в напрямі справа наліво - поєднанням клавіш <Shift>+<Tab>;
- ☐ для створення порожнього (резервного) рядка в середині розділу скористайтеся кнопкою **«Создать вспомогательный объект»** або клацніть ЛК рядком нижче і виділіть її. Система створить об'єкт специфікації після виділеного рядка;

- ☐ при введенні символів в комірки відбувається автоматичний підбір звуження. Якщо читання тексту в рядку утруднене через сильне звуження, перенесіть частину тексту, натиснувши клавішу <Enter>.

Для усунення об'єкта специфікації:

- ☐ виділити об'єкт;
- ☐ з Рядка меню викличте команду **«Редактировать»** ► **«Удалить объект»** або натисніть клавішу <Delete>. На екрані з'явиться діалогове вікно із запитом на підтвердження усунення;
- ☐ натисніть кнопку **«Да»**.

Відмінити усунення неможливо і при усуненні об'єктів з розділу віддаляється сам розділ.

15.9. Настройка спецификации

Настройку спецификации проводят у момент її створення. Для цього:

- ☐ з Рядка меню клацніть ЛК за пунктами **«Сервис»** ► **«Параметры»**. На екрані з'явиться діалогове вікно **«Параметры»** (рис. 15.14) на вкладці **«Текущая спецификация»**. У лівій частині вкладки розташовуються елементи, клацання по яких ЛК миші викликає відповідну панель. У правій частині, залежно від вибраного елемента, з'являється відповідна панель для установки необхідних параметрів. У даному випадку за замовчанням вона відкрита на пункті **«Стиль»**;

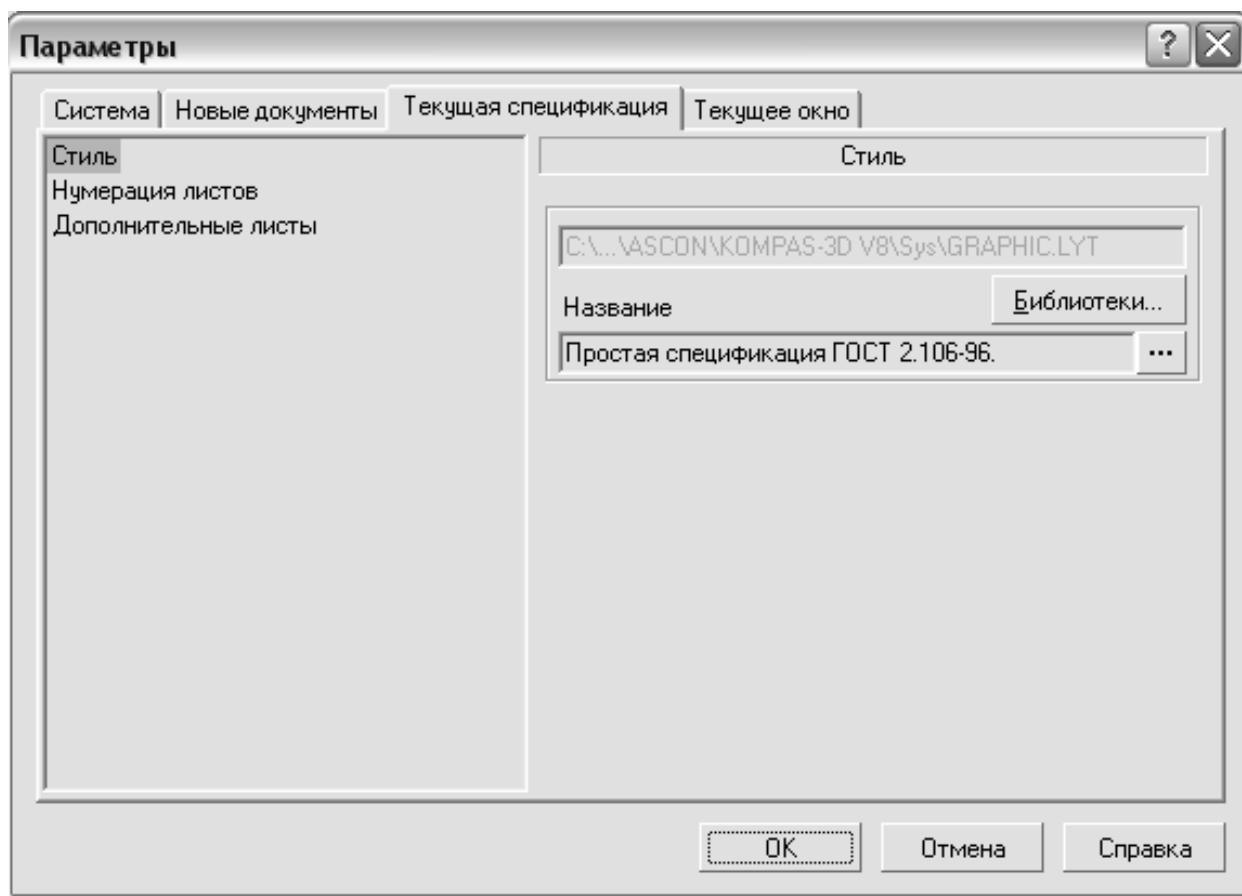


Рис. 15.14 – Діалогове вікно **«Параметры»** з відкритою вкладкою **«Текущая спецификация»** і панеллю **«Стиль»**

- ❑ клацніть ЛК по кнопці з трьома точками праворуч від назви **«Простая спецификация ГОСТ 2.106-96»**. Система виведе на екран діалогове вікно **«Выберите стиль оформления»** (рис. 15.15), де можна вибрати будь-який стиль оформлення;

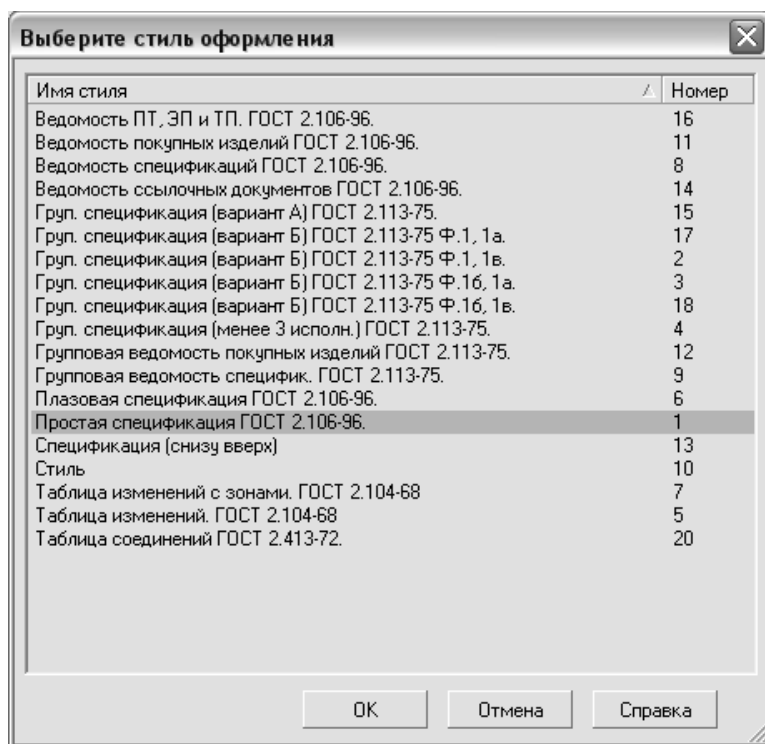


Рис. 15.15 – Діалогове вікно **«Выберите стиль оформления»**

- ❑ клацніть ЛК по пункту **«Нумерация листов»**. У правій частині з'явилася панель **«Нумерация листов»** (рис.15.16), де можна задати неавтоматичну нумерацію аркушів, знявши прапорці у відповідних вікнах, і змінити номер першого аркуша.

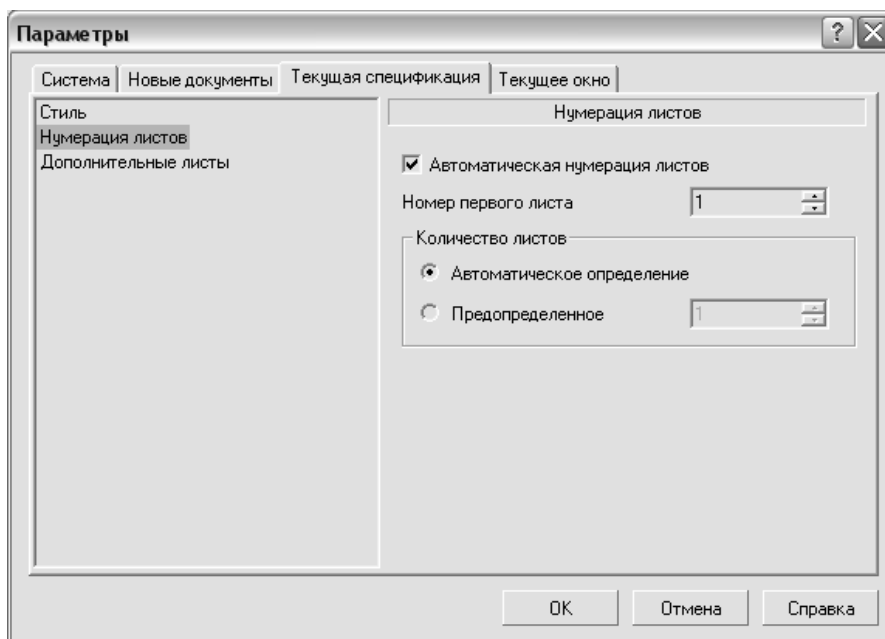


Рис.15.16 - Діалогове вікно **«Параметры»** з відкритою вкладкою **«Текущая спецификация»** і панеллю **«Нумерация листов»**

? КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Що таке специфікація?
2. Як здійснити перехід у режимі створення специфікації.
3. Як змінити масштаб аркуша специфікації?
4. Як встановити «нормальный режим» специфікації або режим «разметка страниц»?
5. Які операції в режимі специфікації можна здійснювати за допомогою панелі «Текущее состояние»?
6. З яких панелей складається Компактна панель інструментів у режимі створення специфікації?
7. Як додати об'єкт або розділ специфікації у файлі збірного креслення?
8. Як можна виконати настройку специфікації?

16. БІБЛІОТЕКИ СИСТЕМИ. ПІДКЛЮЧЕННЯ БІБЛІОТЕК


16.1. Бібліотека як додаток системи КОМПАС-3D V8

Бібліотека системи КОМПАС - 3D V8 - це додаток, створений для розширення можливостей даної системи і поставляється разом з системою. Типовими прикладами таких бібліотек є: бібліотека **КОМПАС** (містить команди побудови геометричних фігур, отворів і т. д.) і бібліотека **Constr** (стандартних машинобудівних елементів і кріплення). Таким чином, при створенні креслень деталей за допомогою бібліотеки можна вставити типові або конструктивні елементи (різьбові отвори, проточки під різьби, канавки), а для прискорення створення збірних креслень можна вставити стандартні вироби (гвинти, болти, гайки і т. д.). Система також підтримує роботу з декількома бібліотеками, в тому числі з прикладними, такими як система проектування **КОМПАС-SPRING** (пружин різних виглядів), бібліотекою проектування тіл обертання **КОМПАС-SHAFT Plus** (валів і осей).

Швидкість виконання бібліотечних функцій залежить від характеристик комп'ютера (від встановленого процесора, об'єму оперативної пам'яті і т. д.). Режим роботи з бібліотекою («Окно», «Диалог», «Меню» або «Панель») встановлює користувач у момент підключення бібліотеки.

16.2. Діалогове вікно Менеджер бібліотек

Для виклику бібліотек є спеціальне діалогове вікно «*Менеджер библиотек*». Викликати вікно «*Менеджер библиотек*» з Головного вікна системи можна двома способами:

- ☐ з Рядка меню, клацнувши ЛК миші по пункту «Сервис» ➤ «*Менеджер библиотек*»;
- ☐ на панелі інструментів «Стандартная», клацнувши ЛК миші по кнопці «*Менеджер библиотек*» .

Система виведе на екран діалогове вікно «*Менеджер библиотек*» (рис.16.1), призначене для керування бібліотеками. З його допомогою можна підключати, відключати й запускати бібліотеки, вибирати режим їх роботи.

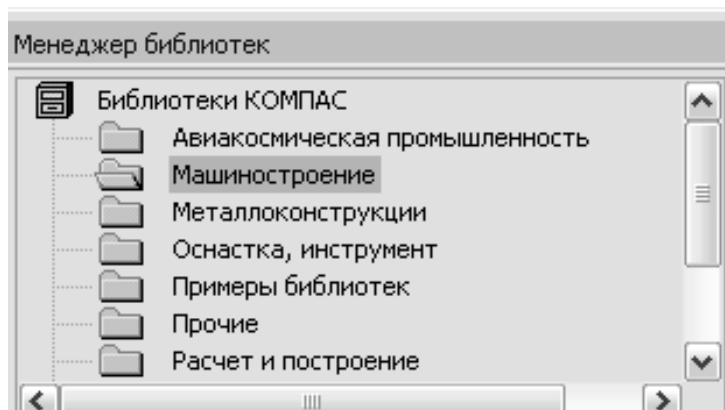


Рис.16.1 – Діалогове вікно «*Менеджер библиотек*»

Коли діалогове вікно **«Менеджер библиотек»** знаходиться в "плаваючому" режимі, щоб прикріпити його, наприклад, до нижньої межі екрану, необхідно:

- ☐ помістіть курсор на заголовок вікна;
- ☐ натисніть ЛК і, не відпускаючи її, перемістіть в потрібну частину екрану.

Крім того, можна діалогове вікно розширити або звузити. Для цього:

- ☐ підведіть курсор до будь-якої лінії межі вікна до появи двонаправленої стрілки;
- ☐ натисніть ЛК і, не відпускаючи її, перемістите лінію межі.

Для зручності роботи діалогове вікно розташовують в нижній частині екрану над Панеллю властивостей в розгорненому вигляді (рис.16.2).

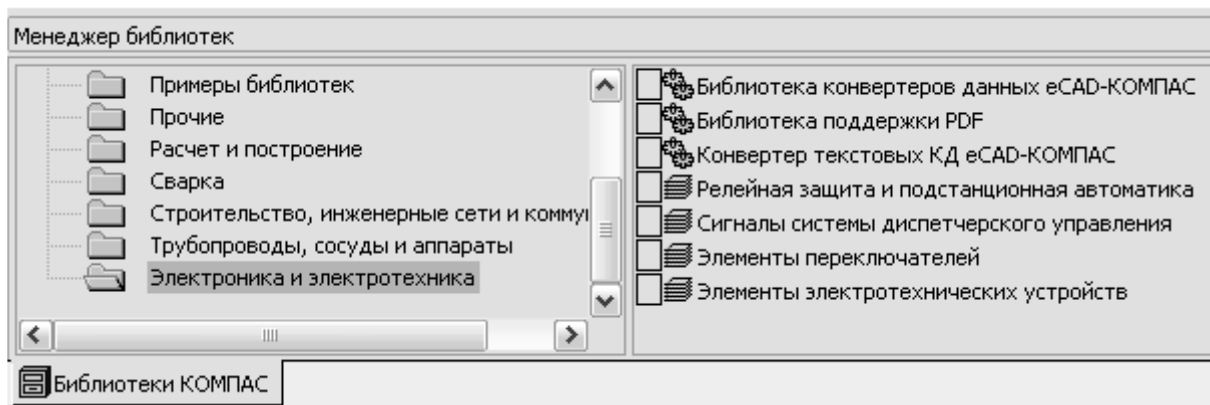



Рис.16.2 - Діалогове вікно **«Менеджер библиотек»** в розгорнутому вигляді з відкритим розділом **«Электроника и электротехника»**

Діалогове вікно **«Менеджер библиотек»** можна подати у вигляді спливаючого вікна. Для цього:

- ☐ натисніть ЛК в рядку Заголовка на кнопку **«Прикрепление»** , як у Панелі властивостей. Вікно згорнеться, а в нижній частині екрану з'явиться панель **«Менеджер библиотек»**;
- ☐ для відновлення вікна підведіть курсор до цієї панелі, з'явиться діалогове вікно.

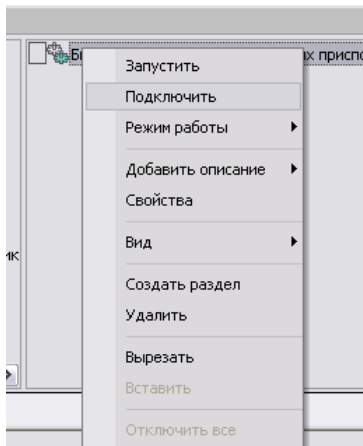
Діалогове вікно **«Менеджер библиотек»** складається з двох вкладок. В лівій частині відображаються папки розділів бібліотек. Всі вони відображаються блакитним кольором. Щоб їх проглянути, скористайтесь повзунком даного вікна. При розкритті папки розділу (для цього потрібно клацнути по ній ЛК миші) в правій частині розкривається зміст даного розділу. Наприклад, в лівій частині вікна клацніть ЛК по розділу **«Электроника и электротехника»**. У правій частині розкриється список бібліотек (рис. 16.2).

Підключити будь-яку бібліотеку можна трьома способами:

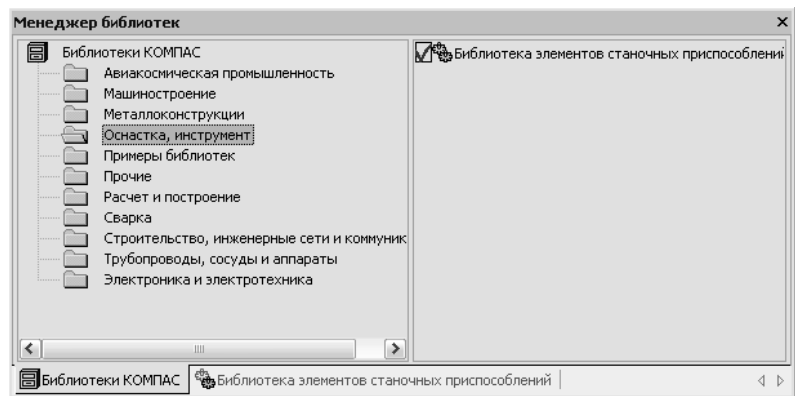
1-й спосіб - виділить ЛК назву бібліотеки, наприклад **«Оснастка, инструмент»**, а потім, натиснувши ПрК, викличте контекстне меню (рис. 16.3а). З контекстного меню викличте команду **«Подключить»**;

2-й спосіб - клацніть двічі ЛК миші по пункту з назвою **«Библиотека элементов станочных приспособлений»**;

3-й спосіб - ЛК миші поставити у вікні перед назвою червоний прапорець (рис. 16.3б).



а)



б)

Рис.16.3 – Підключення бібліотеки **«Библиотека элементов станочных приспособлений»** у відкритому розділі **«Оснастка, инструмент»**: а – за допомогою контекстного меню; б – встановленням прапорця навпроти назви бібліотеки

Розкриється вкладка **«Библиотека элементов станочных приспособлений»** з двох частин: у лівій частині зміст бібліотеки, а в правій частині - папки з видами електротехнічних елементів (рис. 16.4):

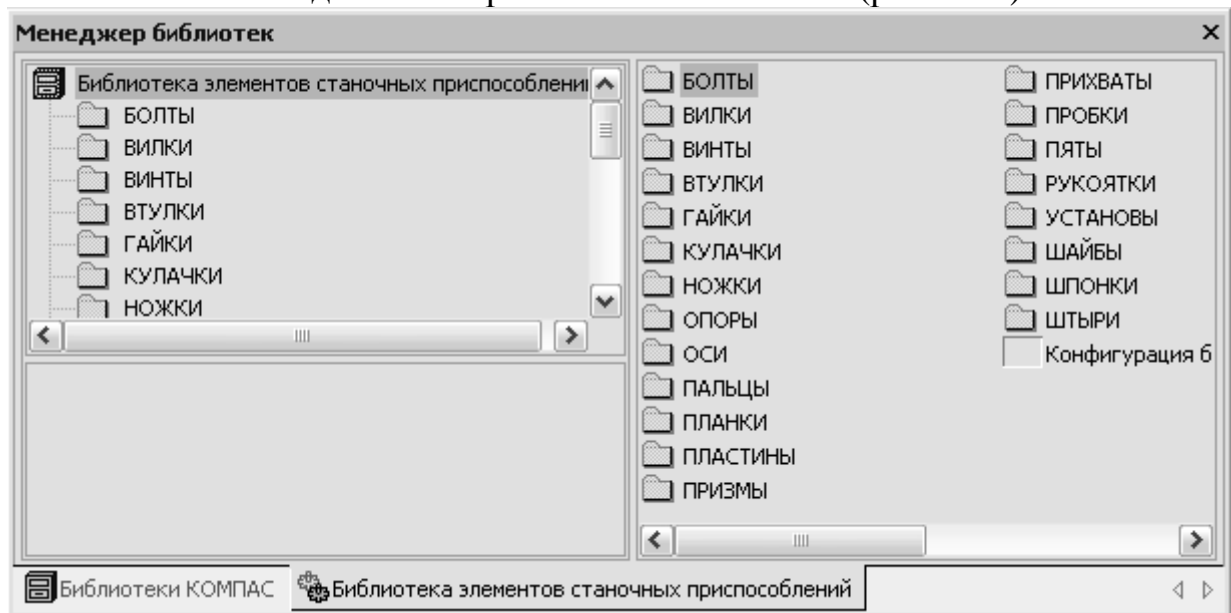


Рис. 16.4 – Вкладка **«Библиотека элементов станочных приспособлений»** в діалоговому вікні **«Менеджер библиотек»**

- ❑ у лівій частині клацніть ЛК миші по знаку «+», наприклад перед розділом «Гайки». У правій частині відкриється список елементів;
- ❑ підведіть курсор до найменування, наприклад «Гайка с рукояткою ГОСТ 13426-68» і клацніть ПрК миші. Розкриється контекстне меню (рис. 16.5), де можна вибрати вигляд значка і режим його роботи;
- ❑ у правій частині двічі клацніть ЛК по найменуванню: «Гайка с рукояткою ГОСТ 13426-68» - на екрані з'явиться діалогове вікно «Гайка с рукояткою ГОСТ 13426-68» (рис. 16.6). З діалогового вікна можна вставити даний кріпильний елемент у креслення, але краще й простіше вставити кріпильний елемент з панелі інструментів;

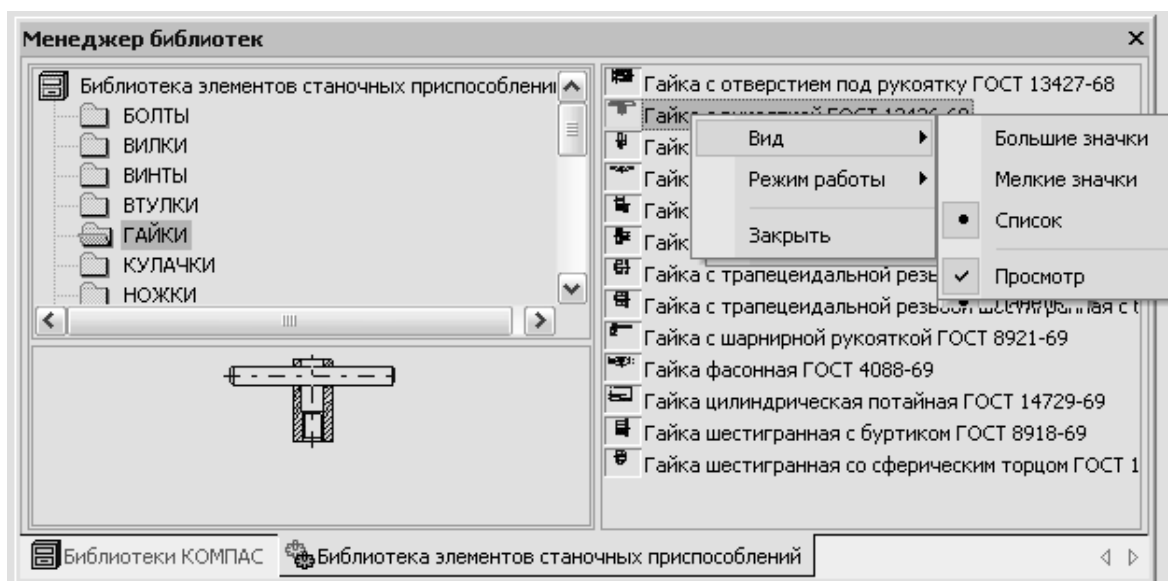


Рис.16.5 – Розділ «Гайки» і контекстне меню конструктивного елемента

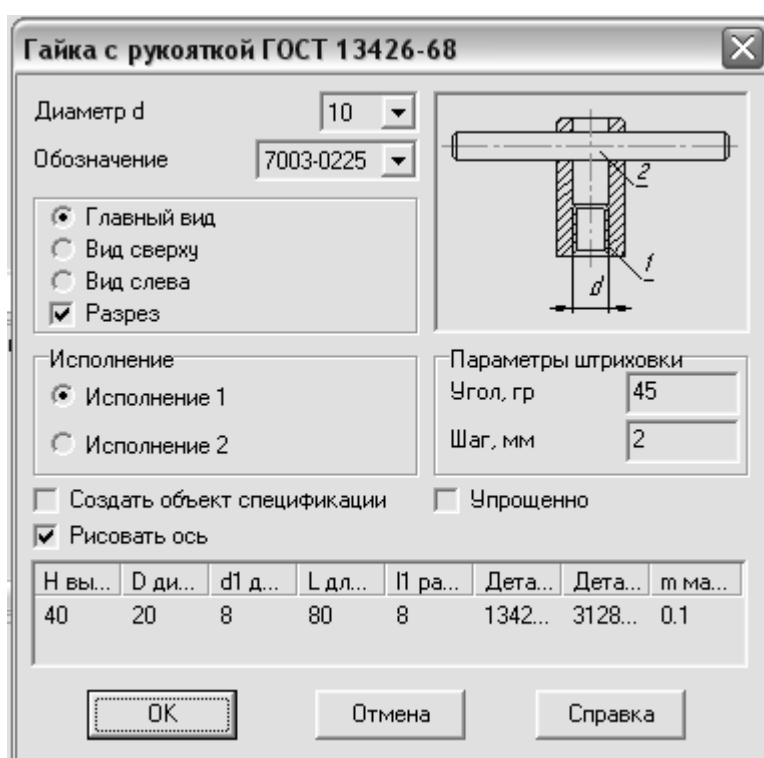



Рис. 16.6 – Діалогове вікно «Гайка с рукояткою ГОСТ 13426-68»

- ❑ для переходу до основного списку бібліотек натисніть ЛК на неактивній вкладці **«Библиотеки КОМПАС»**. Вона стане активною, і в лівій частині з'явиться список бібліотек, причому вкладка **«Оснастка, инструмент»** матиме сірий колір, а **«Библиотека элементов станочных приспособлений»** - червоний прапорець. Це означає, що бібліотека підключена до системи;
- ❑ коли відкрито багато бібліотек, то для переміщення по вкладках натискають ЛК миші або на трикутники переміщення вправо і вліво у правій чи лівій нижній частині вкладок;
- ❑ натисніть на кнопку **«Закрыть»**, і діалогове вікно **«Менеджер библиотек»** закриється, або клацніть ЛК по кнопці **«Менеджер библиотек»** на Стандартній панелі інструментів.

16.3. Підключення бібліотек

КОМПАС - 3D V8 підтримує роботу одночасно з декількома бібліотеками. Але не всі бібліотеки підключені чи додані для роботи в системі. Для підключення бібліотеки:

- ❑ викликайте діалогове вікно **«Менеджер библиотек»**, натиснувши однойменну кнопку-команду ;
- ❑ у вікні виділіть потрібну бібліотеку, наприклад, Бібліотеку електродвигунів, і в контекстному меню виберіть команду **«Добавить описание»** ➤ **«Прикладной библиотеки»** (рис.16.7). З'явиться діалогове вікно **«Добавить библиотеку»** (рис. 16.8).

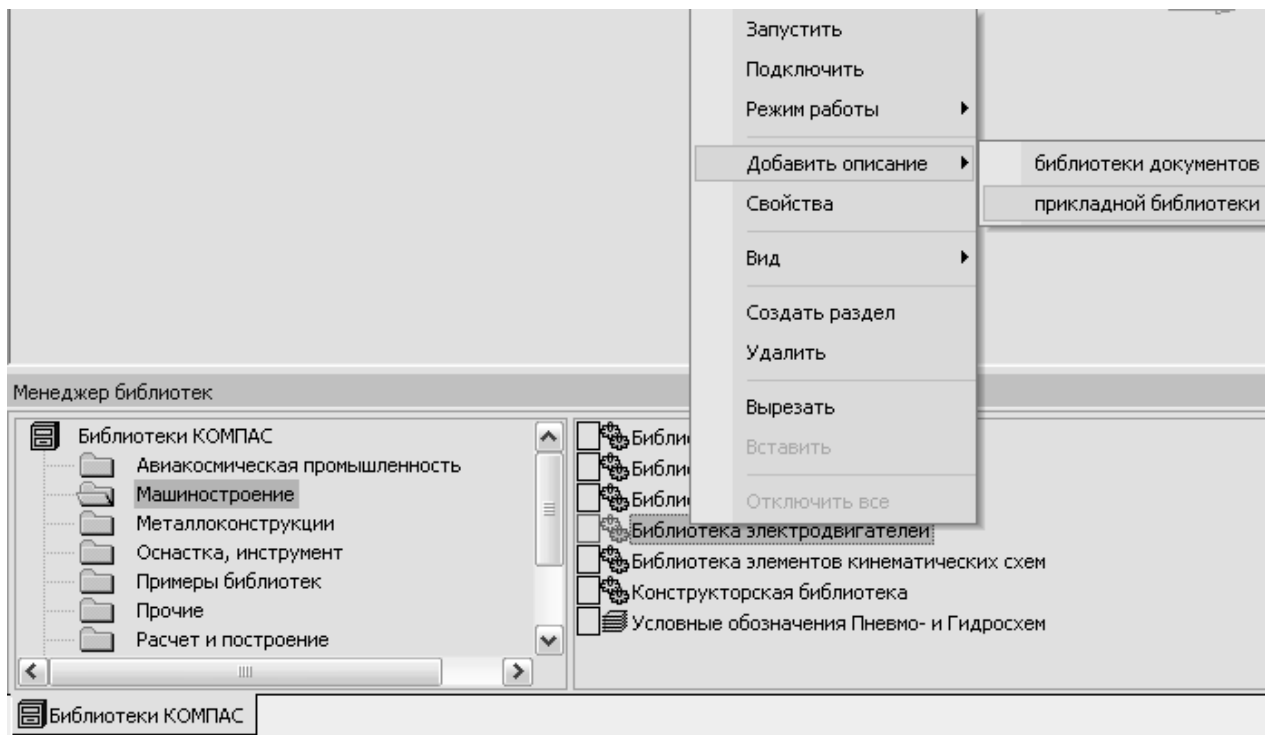


Рис. 16.7 – Виклик діалогового вікна **«Добавить библиотеку»** через контекстне меню

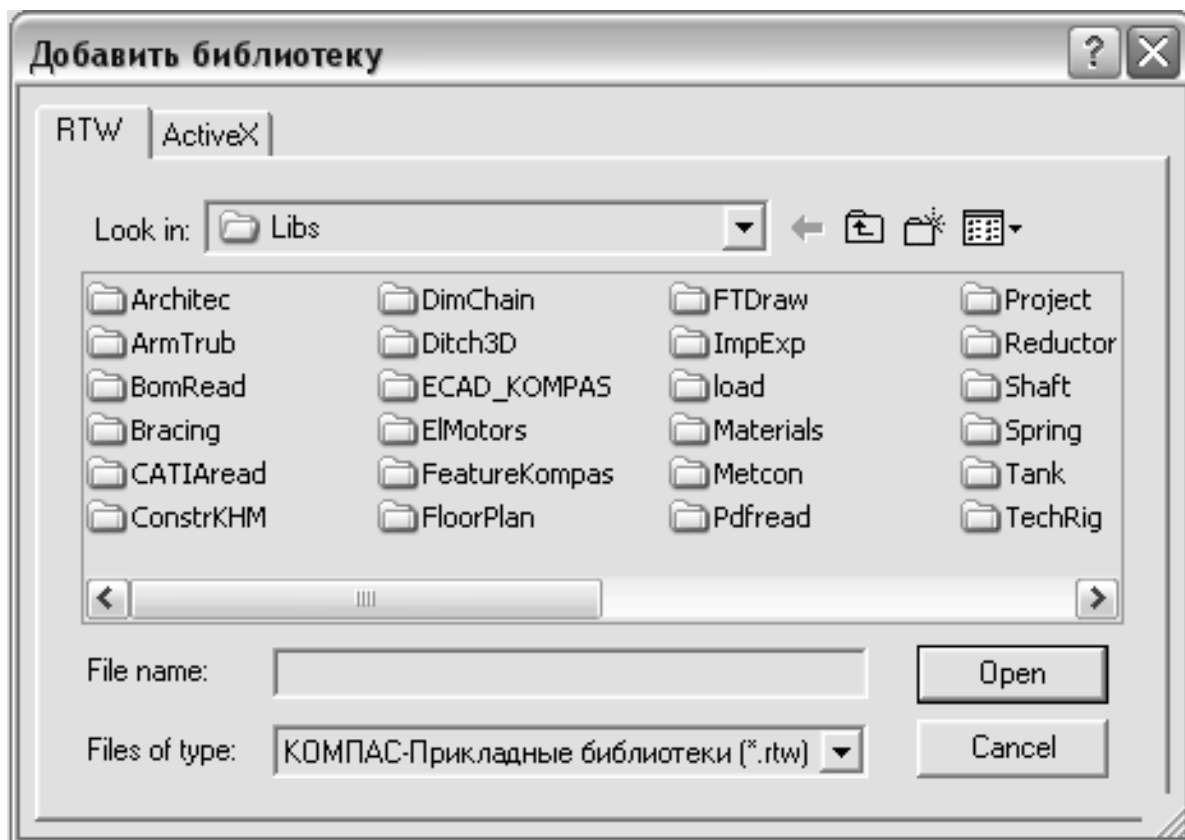


Рис. 16.8 – Диалогове вікно «Добавить библиотеку»

- ☐ у вікні «Добавить библиотеку» клацніть двічі ЛК миші по імені прикладної бібліотеки **EIMotors**. У вікні залишиться тільки ця бібліотека;
- ☐ клацніть двічі по імені цієї бібліотеки. З'явиться діалогове вікно «Свойства библиотеки» (рис. 16.9);

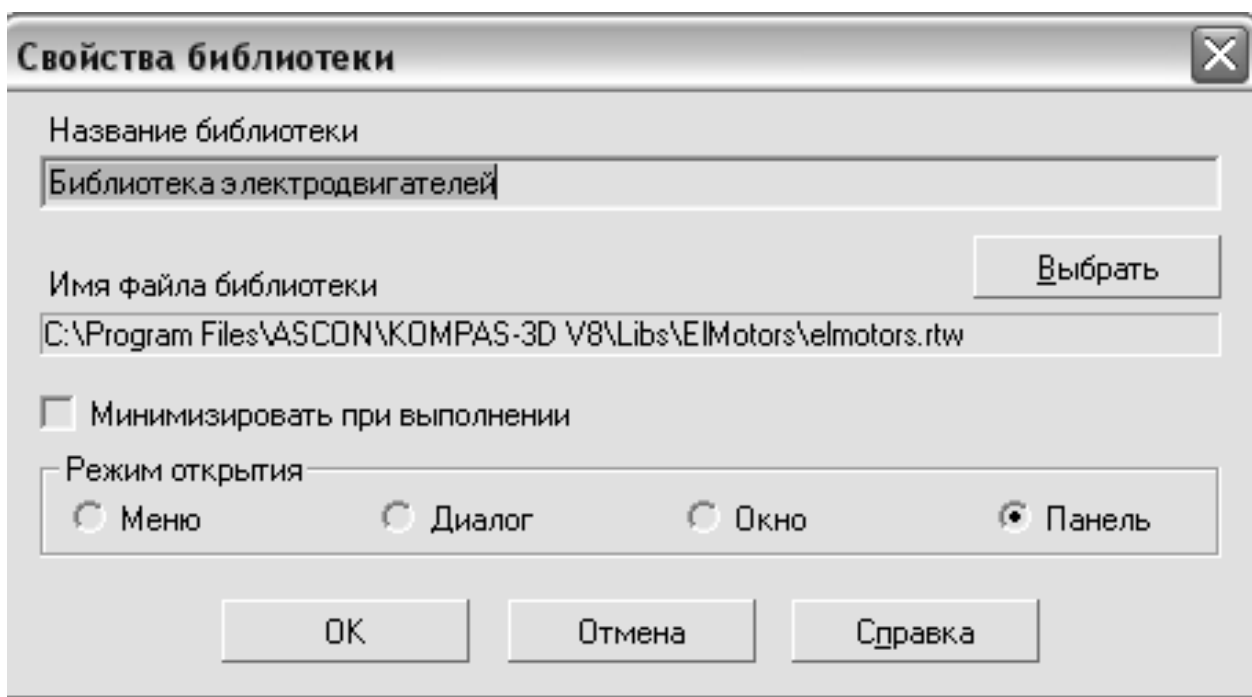


Рис.16.9 – Диалогове вікно «Добавить библиотеку»

- ☐ у вікні встановіть потрібний режим відкриття («**Меню**», «**Диалог**», «**Окно**», «**Панель**») у розділі «**Режим открытия**». На погляд автора краще встановити режим роботи «**Окно**»;
- ☐ клацніть по кнопці **ОК**. На екрані з'явиться діалогове вікно «**Библиотека электродвигателей**»;
- ☐ далі клацніть ЛК по знаку «+» для розгортання потрібного розділу (наприклад, «**Постоянного тока**»), де вибираємо необхідний тип подвійним клацанням ЛК миші. На екрані з'явиться діалогове вікно зі списком потрібних електродвигунів. Виділіть потрібний двигун і Вигляд Натисніть **ОК**. Зображення двигуна автоматично вставлено на аркуш креслення.

16.4. Режими роботи бібліотеки

Система КОМПАС-3D V8 забезпечує чотири режими роботи з підключеною бібліотекою:

1. **Меню** - в цьому випадку структура бібліотеки відображається у вигляді стандартного ієрархічного меню.
2. **Диалог** - це відображення бібліотеки у вигляді діалогового вікна.
3. **Вікно** - в цьому випадку структура бібліотека відображається у вигляді стандартного вікна Windows.
4. **Панель** - в цьому випадку структура бібліотеки подана у вигляді панелі.

Для зміни режиму прикладної бібліотеки:

- ☐ викличте на екран вікно «**Менеджер библиотек**»;
- ☐ розкрийте потрібний пункт, наприклад «**Оснастка, инструмент**»;
- ☐ у правій частині вікна підведіть курсор до будь-якої підключеної бібліотеки;
- ☐ натисніть ПрК миші і викличте контекстне меню (див. рис. 16.3 і 16.7);
- ☐ у контекстному меню перейдіть на пункт «**Режим работы**». Розкриється список режимів роботи, режим роботи за замовчанням відмічений прапорцем;
- ☐ клацніть ЛК по вибраному режиму роботи. Даний режим буде встановлений;
- ☐ закрийте вікно «**Менеджер библиотек**».

Запуск бібліотеки залежить від встановленого режиму роботи. Якщо використовується режим **Меню**:

- ☐ у Рядку меню підведіть курсор до пункту «**Библиотеки**». Він розкриється у вигляді випадного списку підключених бібліотек (рис. 16.10). Причому під номером один завжди підключена бібліотека «**Материал**»;

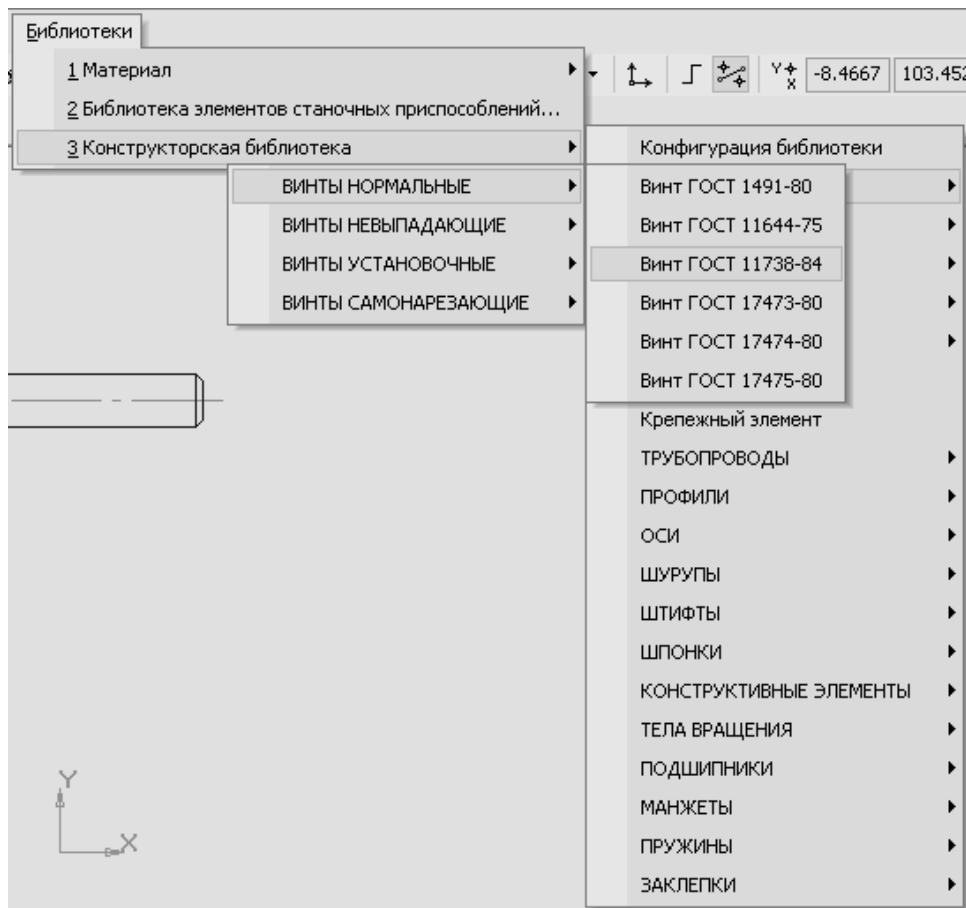


Рис.16.10 – Випадне меню пункту «*Библиотеки*» з відкритою «*Конструкторской библиотекой*»

- ❑ у Рядку меню підведіть курсор до пункту «*Сервис*». У випадному списку зверніть увагу на активний пункт «*Выгрузить все библиотеки*». Якщо клацнути по ньому ЛК, то всі бібліотеки будуть відключені (рис.16.11).

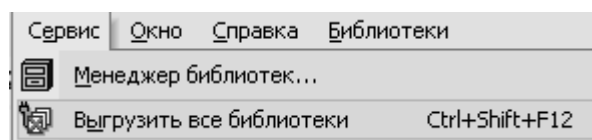


Рис. 16.11 – Відключення бібліотек

16.5. Работа з бібліотекою «Материал»

Для вставки потрібного матеріалу в креслення або його пошуку:

- ❑ з Рядка меню виберіть пункт «*Библиотеки*» ➤ «*Материал*». Розкриється випадне меню;
- ❑ у цьому меню клацніть ЛК миші по пункту «*Выбрать материал*». На екрані з'являється діалогове вікно «*Выбор материала*». За замовчанням в центральному вікні немає вибраного матеріалу (рис.16.12);
- ❑ тому натисніть кнопку «*Больше*» і чекайте, поки на екрані з'явиться діалогове вікно «*Библиотека материалов и сортов 1.2*» (рис. 16.12).

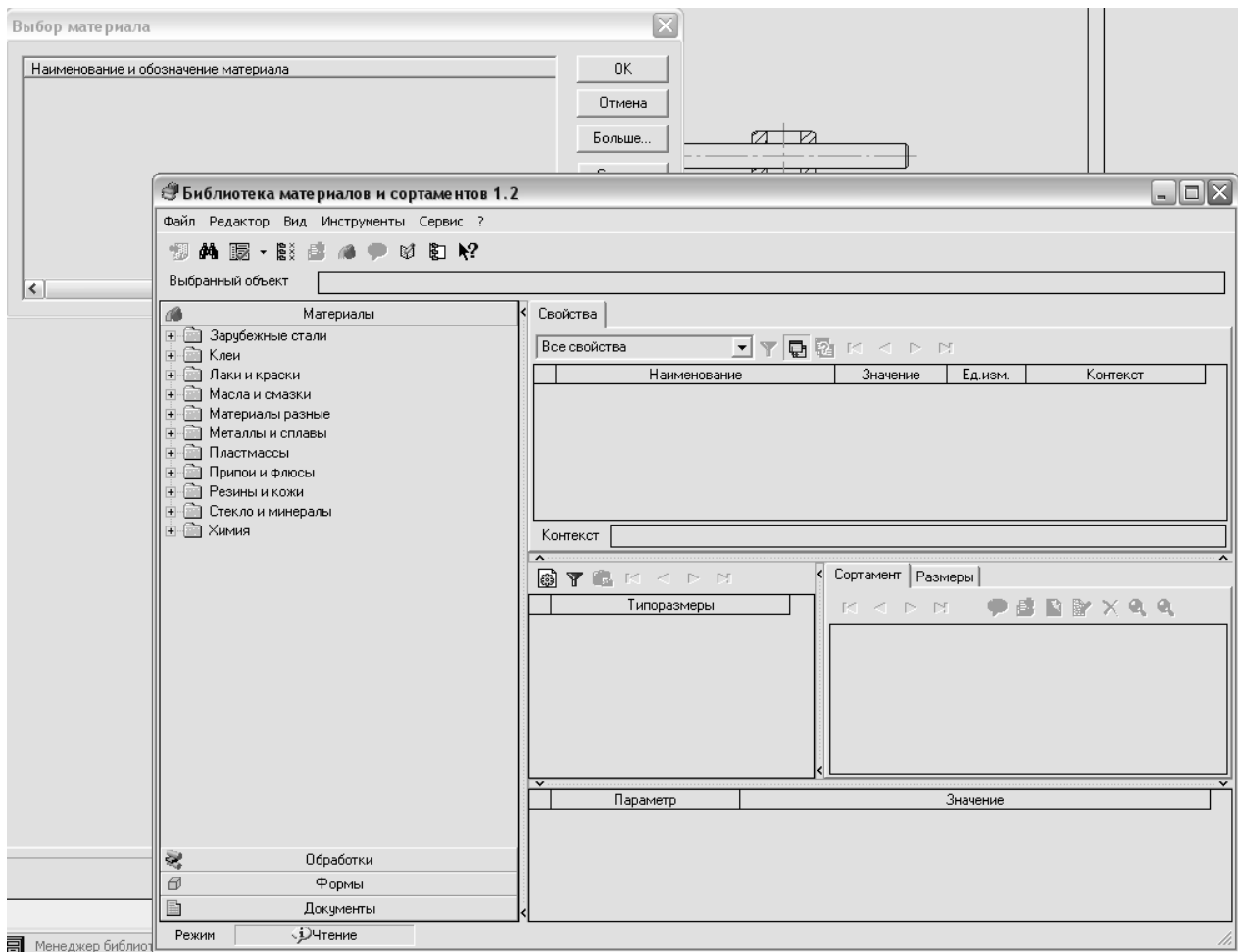


Рис. 16.12 – Діалогові вікна «*Выбор материала*» і «*Библиотека материалов и сортов 1.2*»

«*Библиотека материалов и сортов 1.2*» містить списки конструкційних матеріалів по марках і сортаментах, а також списки інших матеріалів, які використовують в машинобудуванні: лаків і фарб, змащувальних матеріалів, технічних рідин і т.д. Можна також проводити пошук матеріалів і сортментів за позначенням матеріалу, за фізико-механічними властивостями. За допомогою даної бібліотеки можна вставити позначення вибраного матеріалу в розроблювану документацію (креслення, специфікації), а також використовувати при розрахунку масоцентровочних характеристик деталей.

Діалогове вікно «*Библиотека материалов и сортов 1.2*» є стандартним додатком Windows і має аналогічний зовнішній вигляд і елементи керування:

- ☐ «*Заголовок*» з назвою програми, нижче якого розташований «*Строка меню*», і Панель інструментів.
- ☐ У нижній частині вікна розташовано «*Строка состояния*».
- ☐ Основне вікно розділене на дві панелі: **Панель вибору** і **Інформаційна панель**.
 - ✓ **Панель вибору** містить наступні вкладки: «*Материалы*», «*Обработки*», «*Формы*» і «*Документы*».
 - Основна вкладка «*Материалы*» містить класифікатор матеріалів з ієрархічним деревом вибору.

- ✓ Інформаційна панель розділена на вікна: «Свойства», «Дополнительно для материала», «Типоразмеры», «Сортамент», «Размеры» і «Параметры объекта».

Приклад використання «Библиотеки материалов и сортов 1.2», наведений на рис. 16.13:

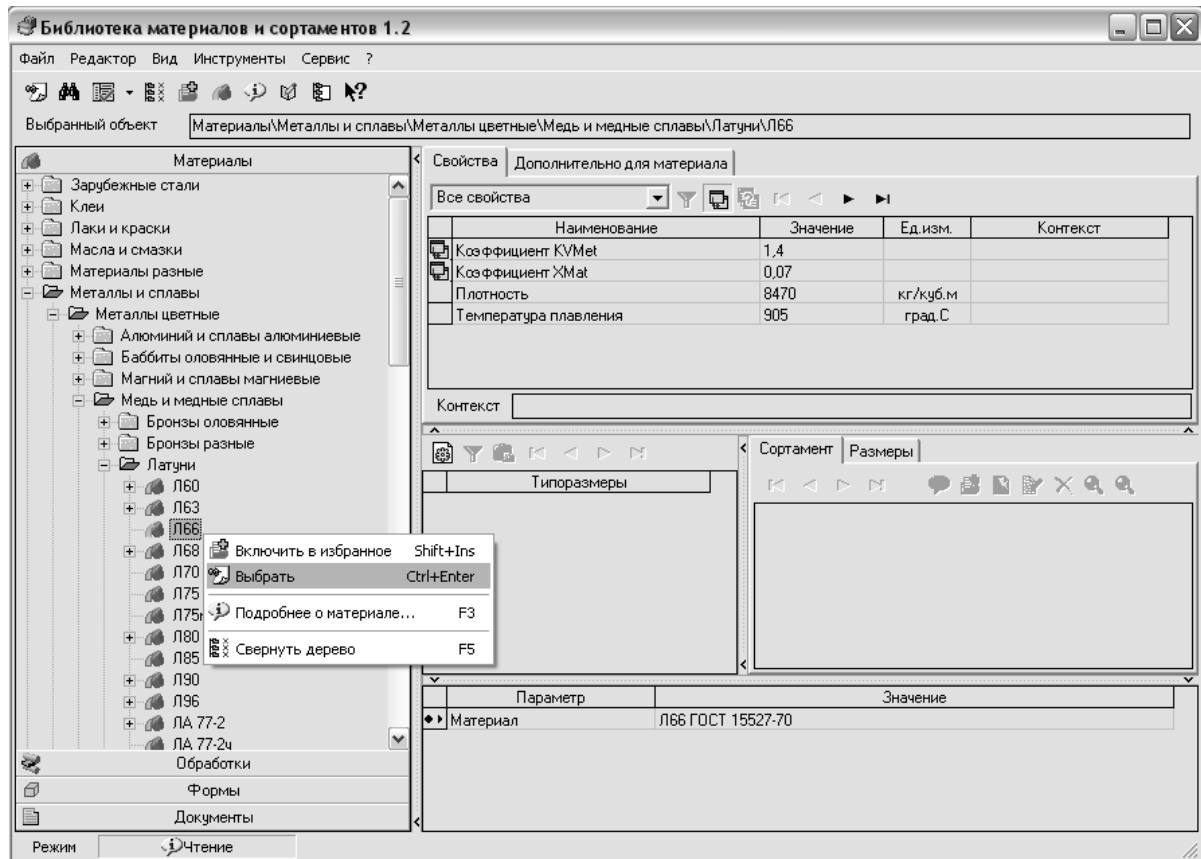



Рис.16.13 – Приклад використання діалогового вікна «Библиотеки материалов и сортов 1.2»

- після того як вибрано потрібний матеріал для вставки у креслення, натиснути на матеріалі ПрК миші, з'явиться контекстне меню, в якому клацніть ЛК по пункту «**Выбрать**» чи по кнопці «**Выбрать**» . Діалогове вікно «Библиотеки материалов и сортов 1.2» закриється, на екрані відновиться діалогове вікно «**Выбор материала**», в центрі якого включений вибраний матеріал. Таким чином можна у вікно діалогового вікна ввести найбільш часто вживані матеріали;
- тепер для вставки матеріалу в комірку «**Материал**» в розробленому кресленні у вікні «**Выбор материала**» двічі клацніть ЛК за вибраним матеріалом. Через декілька секунд система автоматично вставить позначення матеріалу в дане креслення.

Абсолютно аналогічно вставляється у специфікації матеріал в комірку «**Наименование**».

16.6. Панелі інструментів «Конструкторской библиотеки»

Для виклику панелей інструментів:

- ☐ у Рядку меню розкрийте список панелей інструментів, натиснувши «**Вид**»
 - «**Панели инструментов**». У списку з'явилися чотири нові панелі інструментів: «**Профили**», «**Конструктивные элементы**», «**Крепёжные элементы**», «**Крепёжные изделия**»;
- ☐ у розкритому списку панелей встановіть прапорці. Дані панелі будуть виведені на екран. Встановіть їх тимчасово в будь-якому місці екрану.

16.6.1. Панель інструментів «Профили»

За допомогою панелі інструментів «**Профили**» можна вставляти в креслення стандартні профілі, куточки. Панель інструментів «**Профили**» складається із наступних кнопок-команд (рис. 16.14):

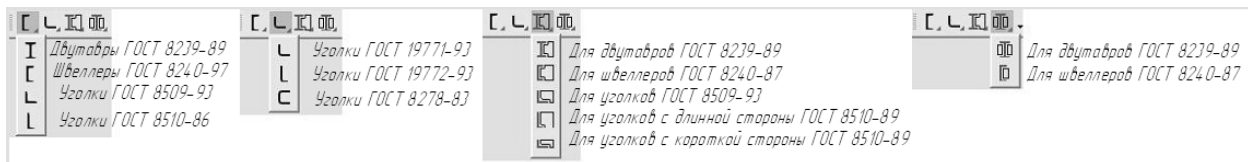


Рис. 16.14 - Панель інструментів «**Профили**» з різними випадними меню

16.6.2. Панель інструментів «Конструктивные элементы»

За допомогою даної панелі можна вставити в креслення наступні конструктивні елементи: канавки для виходу шліфувального круга, місця під шестигранні головки болтів і гайки, місця під циліндрові головки гвинтів, канавки для виходу різьби, центровочні отвори й скоби для кріплення джгутів. У системі КОМПАС-3D V8 ці елементи закладені в панель інструментів «**Конструктивные элементы**» (рис. 16.15), і вставити їх в креслення досить просто.

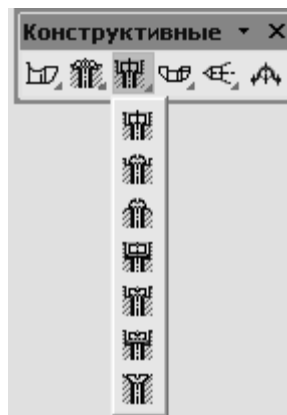


Рис.16.15 – Панель інструментів «**Конструктивные элементы**»

16.6.3. Панель інструментів «Крепёжные изделия»

При розробці збірного креслення практично в більшості випадків використовують стандартні елементи: гвинти, болти, гайки, шайби і т.д.

Панель інструментів «Крепёжные изделия» (рис. 16.16) побудована за типом **Компактної панелі**. Вона є набором кнопок (кнопок-перемикачів) семи панелей інструментів в один ряд. Ці кнопки призначені для розкриття панелі інструментів в другій частині Компактної панелі. Для активізації будь-якої панелі необхідно клацнути ЛК по початковій кнопці, наприклад, «Болты». У другій частині розкриється панель з кнопками болтів по ДСТ. При натисненні на будь-яку з кнопок з'являється випадна панель з кнопками болтів інших ДСТ.

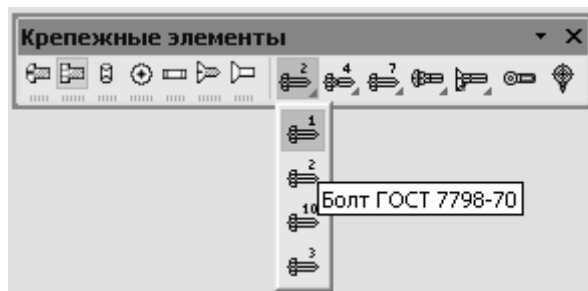


Рис.16.16 - Панель інструментів «Крепёжные изделия»

16.7. Бібліотека КОМПАС-SPRING

Для точнішого розрахунку пружин і підрисовування його креслення із заданими розмірами застосовується Бібліотека КОМПАС-SPRING. Приклад виклику цієї бібліотеки наведено на рис. 16.17:

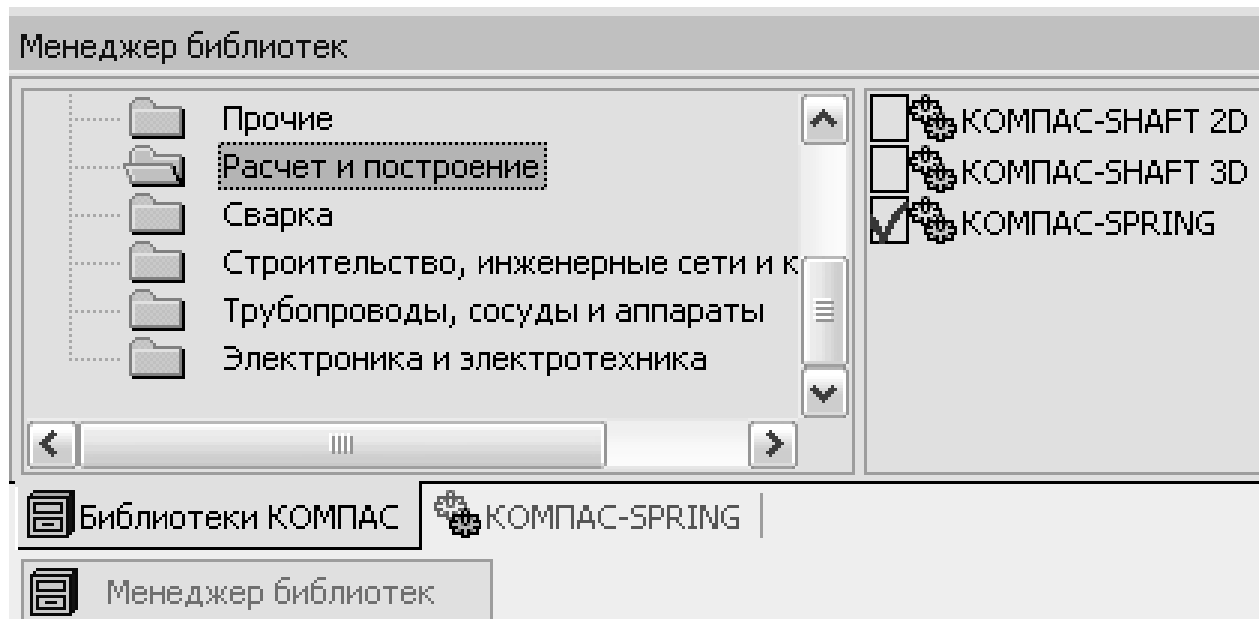


Рис.16.17 - Приклад виклику бібліотеки КОМПАС-SPRING

При режимі роботи «*Диалог*» система виведе на екран діалогове вікно **КОМПАС-SPRING** (рис. 16.18). У цьому вікні потрібно вибрати один з видів пружин.

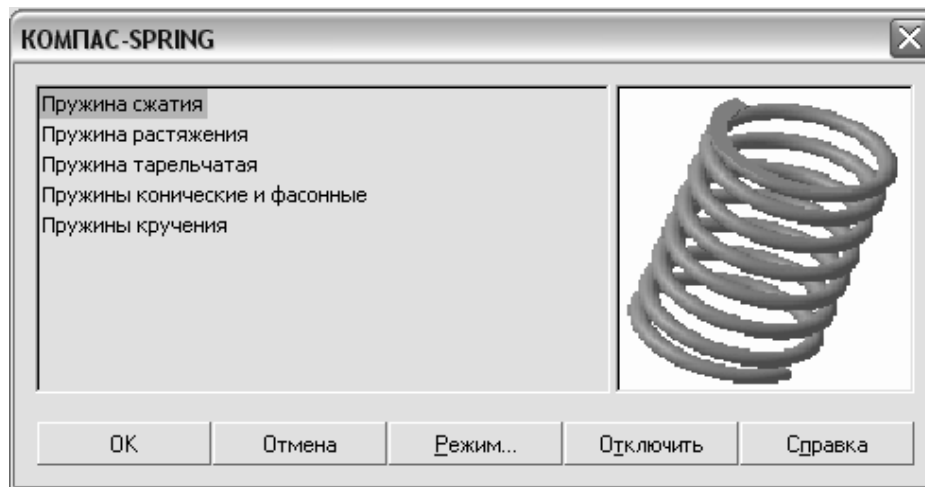


Рис.16.18 – Діалогове вікно **КОМПАС-SPRING**

Наприклад:

- ☐ клацніть ЛК миші по «*Пружины конические и фасонные*» і натисніть кнопку **ОК**. Система виведе на екран діалогове вікно «*Проектирование конических и фасонных пружин*» (рис. 16.19);

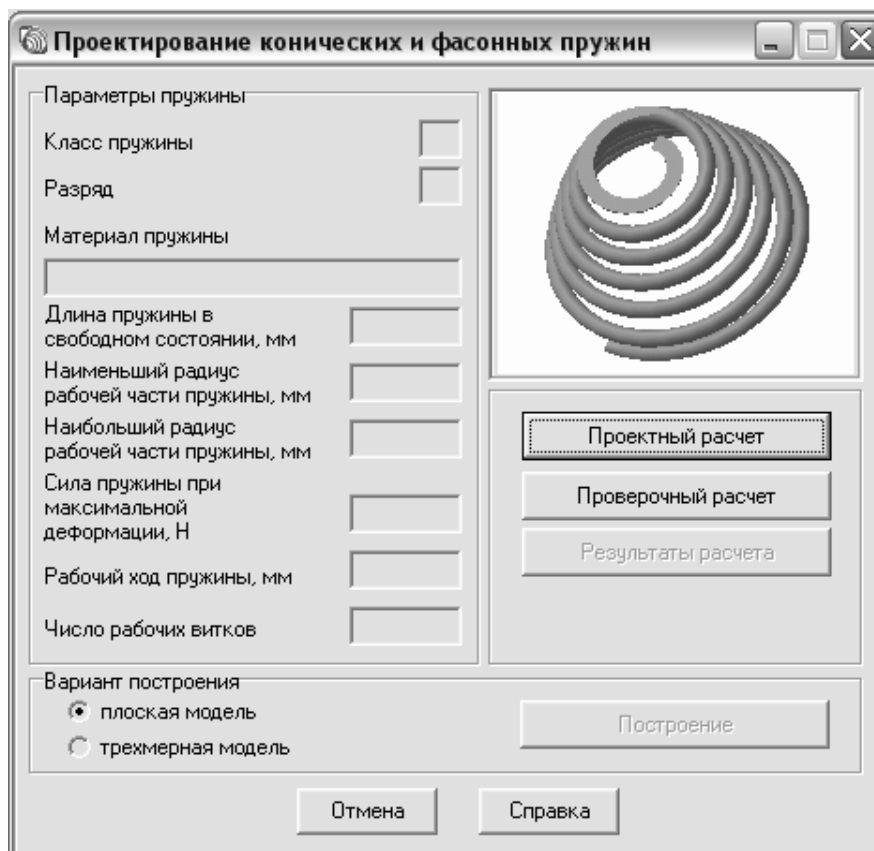


Рис. 16.19 - Діалогове вікно «*Проектирование конических и фасонных пружин*»

- у цьому вікні натисніть кнопку **«Проектный расчет»**. Система виведе на екран наступне вікно **«КОМПАС-SPRING. Проектный расчет конических и фасонных пружин»** (рис. 16.20). У цьому вікні задайте необхідні параметри пружини;

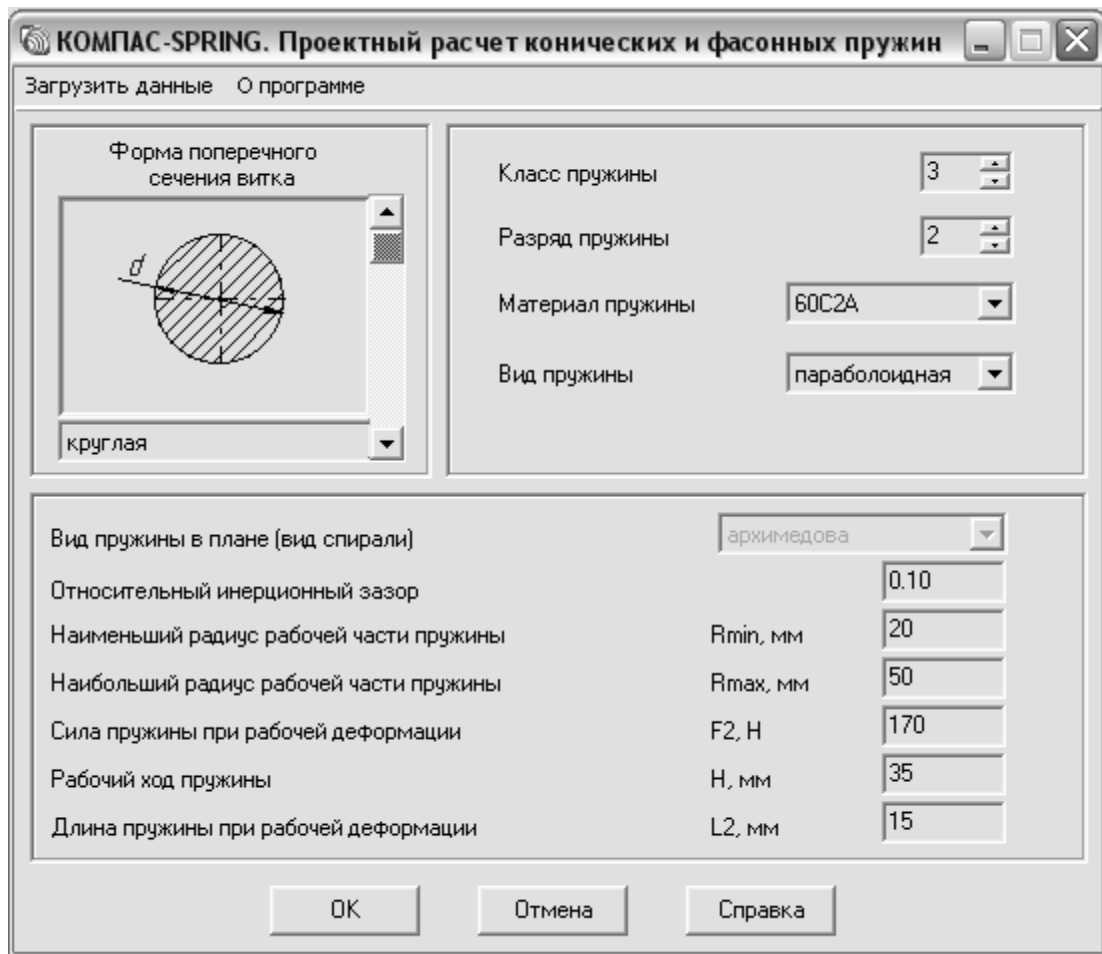


Рис.16.20 - Діалогове вікно **«КОМПАС-SPRING. Проектный расчет конических и фасонных пружин»**

- натисніть кнопку **ОК**. Система виводить на екран діалогове вікно **«Результаты расчета»** (рис.16.21);
- у цьому вікні вибираємо один з пропонованих варіантів і натискаємо кнопку **ОК**. Система виводить вікно-попередження, що пружина спроектована, із запитом закінчити розрахунок чи ні;
- натисніть кнопку **«Да»**. Перед нами знову вікно **«Проектирование конических и фасонных пружин»**;
- натисніть кнопку **«Проверочный расчет»**. Система виведе на екран діалогове вікно **«Результаты расчета»**;
- натисніть кнопку **«Закреть»**. Система повертається в початкове вікно **«Проектирование конических и фасонных пружин»**;



Рис.16.21 - Діалогове вікно «*Результаты расчета*»

- ❑ натисніть кнопку «*Построение*». Система виведе на екран діалогове вікно «*Параметры построения*». У цьому вікні:
 - ✓ натиснувши на кнопку «*Масштаб вида*», встановить необхідний масштаб;
 - ✓ встановить прапорець у вікні «*Отрисовка диаграммы*»;
 - ✓ натисніть кнопку **ОК**. Вікно закривається, і на листі заданого формату з'являється креслення розробленої пружини з розмірами.

? КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Для чого служить діалогове вікно «Менеджер библиотек»?
2. Які маніпуляції можна проводити з діалоговим вікном «Менеджер библиотек»?
3. Як можна відкрити необхідну вкладку існуючих бібліотек в системі КОМПАС?
4. Опишіть всі способи підключення будь-якої бібліотеки.
5. Як викликати необхідний конструктивний елемент будь-якої бібліотеки?
6. Перелічіть існуючі режими роботи бібліотеки. Як змінити режими?
7. Які Ви знаєте панелі екрану в системі КОМПАС «Конструкторской библиотеки»?

17. 3D МОДЕЛЮВАННЯ У КОМПАСІ

17.1. Створення файлу моделі

Для того, щоб створити новий файл тривимірної моделі, необхідно:

1. викликати команду **«Файл»** ➤ **«Создать»**, або натиснути кнопку **«Создать»** на панелі інструментів **«Стандартная»**.
2. в діалоговому вікні, яке з'явиться, вибрати потрібний тип документа - **«Деталь»** або **«Сборка»** (рис. 17.1).

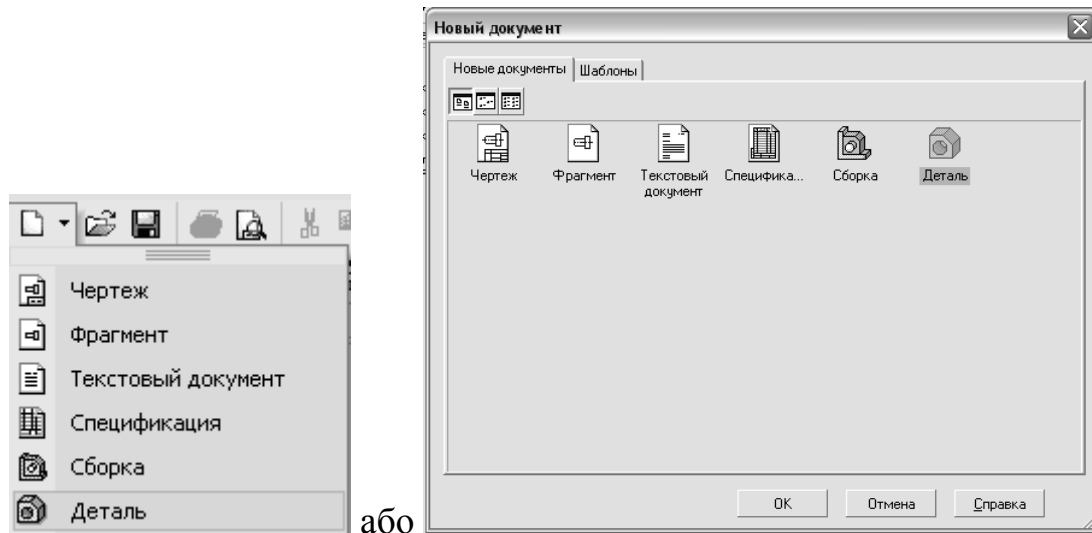


Рис. 17.1 – Варіанти створення нового документа для тривимірної моделі

На екрані відкриється вікно нової моделі. У порівнянні з вікнами документів для двовимірного креслення у вікні нового файлу тривимірної моделі змінився набір кнопок на **Панелі керування**, склад панелей інструментів і **Головного меню**, а також з'явилося з лівого боку екрану **Дерево побудови** (рис. 17.2).

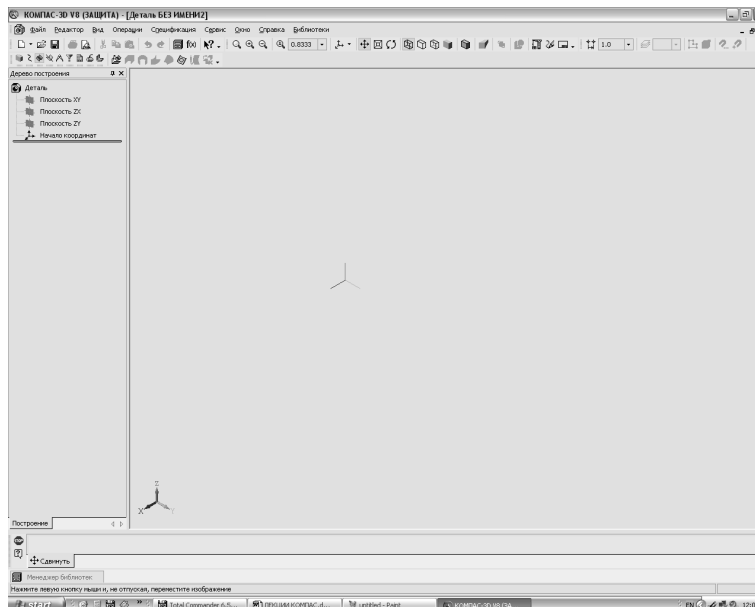


Рис. 17.2 – Екран документа **«Деталь»** для тривимірної моделі

3. відредагувати в **Дереві побудови** назву моделі, для цього замість слова «Деталь» чи «Сборка» введіть найменування виробу (рис.17.3).

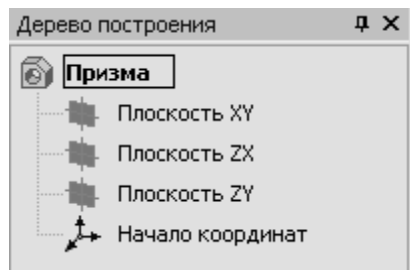


Рис.17.3 – Назва створюваного виробу в **Дереві побудови**

Після цього можна приступати до створення в документі тривимірної моделі.

17.2. Особливості інтерфейсу


Основний інтерфейс КОМПАС – 3D V8 при роботі з тривимірними моделями не відрізняється від інтерфейсу з двовимірними кресленнями, але існують характерні особливості для 3D моделювання.


17.2.1. Керуючі елементи і команди

I. На панелі «Вид» з'являється ряд нових кнопок-команд (рис. 17.4):





Рис. 17.4 – Панель «Вид» в режимі роботи з моделлю


 **«Ориентация»** - дозволяє змінити дійсну орієнтацію моделі (детальніше буде розглянута далі);


 **«Повернуть»** - дозволяє динамічно обертати зображення моделі;


 **«Каркас»** - є сукупністю всіх ребер і ліній нарису моделі;


 **«Без невидимых линий»** - зображення моделі з усуненням невидимих ліній є сукупністю видимих (при дійсній орієнтації моделі) ребер, видимих частин ребер і лінії нарису моделі;


 **«Невидимые линии тонкие»** - невидимі лінії (невидимі ребра и частини ребер) можна відобразити такими, що відрізняються від видимих ліній (більш світлим) кольором;

 **«Полутоновое отображение»** - напівтонове відображення дозволяє побачити поверхню моделі і отримати уявлення про її форму;

 **«Полутоновое с каркасом»** - напівтонове відображення з каркасом додає до напівтонового відображення каркасу без невидимих ліній контурні лінії;

 **«Перспектива»** - будь-який оптичний прилад (наприклад, око людини чи фотоапарат) сприймає зображення предметів в просторі уздовж його осі, із скривленням, інакше кажучи, в перспективі. Перспективу іноді потрібно враховувати для отримання реалістичного зображення тривимірної моделі;

 **«Включить/выключить режим упрощения сборки»** - використовують при роботі з насиченими збірками. Якщо даний режим включений, то компоненти збірки замінюються паралелепіпедами відповідних габаритів и кольорів;

 **«Разнести»** - дозволяє рознести у просторі компоненти збірки (це може знадобитися для більш наглядного уявлення збірки).

II. В меню **«Вид»** з'являються команди керування відображенням моделі, які дублюються на панелі **«Вид»** кнопками (рис. 17.5).

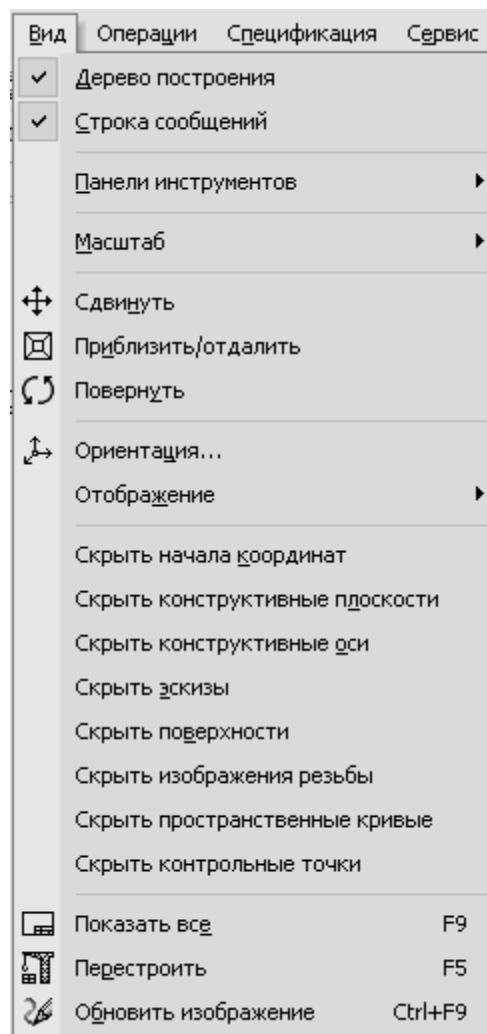


Рис.17.5 – Меню **«Вид»**

17.2.2. Компактна панель інструментів

Компактна панель інструментів складається з ряду кнопок-перемикачів, з яких кожна відповідає за окрему панель інструментів (рис. 17.6).





Рис.17.6 - Компактна панель інструментів у режимі тривимірного моделювання


Розглянемо доступні панелі інструментів у режимі тривимірного моделювання.


1.  **«Редактирование детали»** чи  **«Редактирование сборки»** (залежно від типу активної моделі).


Інструментальна панель **«Редактирование детали»** складається з наступних кнопок:


 **«Операция выдавливания»** - дозволяє створити основу деталі, яка являє собою тіло витискування. Тіло витискування утворюється шляхом переміщення ескізу в напрямку, перпендикулярному до його площини. Команда доступна, коли виділений один ескіз. Ця кнопка має додаткове випадне меню, що з'являється при утриманні ЛК миші на ній і складається з команд:

 **«Операция вращения»** - для створення основи деталі у вигляді елемента обертання, команда доступна, коли в моделі ще немає основи деталі, і виділений один ескіз,


 **«Кинематическая операция»** - команда доступна, коли в моделі ще немає основи деталі, але є не менше двох ескізів. Виділення ескізів перед викликом команди необов'язкове. При виконанні кінематичної операції використовують як мінімум два ескізи, в одному з них зображено переріз кінематичного елемента, в останніх – траєкторія руху перерізу;


 **«Операция по сечениям»** - команда доступна, коли в моделі ще немає основи деталі, але є не менше двох ескізів. Виділення ескізів перед викликом команди необов'язкове. При виконанні операції використовують декілька ескізів; у кожному з них зображений переріз елемента;


 **«Деталь-заготовка»** - дозволяє створювати основу деталі, використовуючи як зразок («заготовку») існуючу деталь. Команда доступна, коли в дійсній моделі ще немає основи деталі;


 **«Приклеить выдавливанием»** - дозволяє додати до деталі формоутворюючий елемент, що являє собою тіло витискування. Команда доступна, коли виділений один ескіз. Ця кнопка має додаткове випадне меню і складається з команд:


 **«Приклеить вращением»** - дозволяє додати до деталі формоутворюючий елемент, який уявляє собою тіло обертання;


 **«Приклеить кинематически»** - дозволяє додати до деталі формоутворюючий елемент, що являє собою результат переміщення ескізу-перерізу уздовж траєкторії. Команда доступна, коли в деталі існує хоча б один не задіяний в інших операціях ескіз;



 **«Приклеить по сечениям»** - дозволяє додати до деталі формоутворюючий елемент, указавши декілька його перерізів, зображених в різних ескізах. Якщо необхідно, можна вказати напрямну-контур, який задає напрям побудови елемента по перерізах. Команда доступна, коли в деталі існує хоча б два ескізи, не задіяні в інших операціях;


 **«Вырезать выдавливанием»** - дозволяє вирізати з моделі формоутворюючий елемент, що являє собою тіло витискування. Команда доступна, коли виділений один ескіз. Ця кнопка має додаткове випадне меню, що складається з наступних команд:


 **«Вырезать вращением»** - дозволяє вирізати з моделі формоутворюючий елемент, що являє собою тіло обертання;


 **«Вырезать кинематически»** - дозволяє вирізати з моделі формоутворюючий елемент, що являє собою результат переміщення ескізу-перерізу уздовж траєкторії. Команда доступна, коли в моделі існує хоча б один не задіяний в інших операціях ескіз;


 **«Вырезать по сечениям»** - дозволяє вирізати з моделі формоутворюючий елемент, указавши декілька його перерізів, зображених в різних ескізах;

 **«Скругление»** - дозволяє закруглити вказані ребра деталі. Команда не виконується для ребер, які утворені гладко зв'язаними гранями. Має у випадному меню ще одну кнопку-команду -  **«Фаска»**, що дозволяє створити фаску на вказаних ребрах деталі;



 **«Отверстие»** - дозволяє створити круглий отвір зі складним профілем. Перед викликом команди потрібно виділити плоский об'єкт (плоску грань деталі, допоміжну чи конструктивну площину), на якому повинен розташовуватися отвір. Команда доступна як при побудові деталі, так і при збірці;


 **«Ребро жесткости»** - дозволяє створювати ребра жорсткості деталі. Команда доступна, коли виділений один ескіз. Контур в ескізі ребра жорсткості може не доходити до тіла деталі. У цьому випадку система продовжує контур до перерізу з найближчою гранню. Криволінійні контури продовжуються по дотичних до них у крайніх точках;


 **«Уклон»** - дозволяє надати нахил плоским граням, перпендикулярним до основи чи циліндричним граням, утворюючі яких перпендикулярні основі;


 **«Оболочка»** - дозволяє перетворити деталь в тонкостінну оболонку. При створенні оболонки все тіло деталі виключається з розрахунків, а до її граней додається шар матеріалу, який утворює оболонку. Якщо матеріал додавати до всіх граней деталі, то буде отримана пустотіла (пола) деталь. В КОМПАС-



3D побудова такої деталі не допускається. Для створення оболонки потрібно виключити одну чи декілька граней, до яких не повинен додаватися матеріал. Ці грани перетворюються в отвори (чи отвір) в отриманій оболонці;



 **«Сечение поверхностью»** - дозволяє усувати частину моделі, яка знаходиться по один бік з перетинаючою цю модель поверхнею – допоміжної або проекційної площини чи імпортованої поверхні. Має у випадному меню ще одну кнопку-команду -  **«Сечение по эскизу»**, яка дозволяє усунути частину моделі, що знаходиться по один бік з перетинаючою цю модель циліндричною поверхнею, яка утворена переміщенням вказаного ескізу в напрямку, перпендикулярному до його площині. Перед викликом команди виділити ескіз, в якому зображений профіль циліндричної поверхні;

 **«Массив по сетке»** - дозволяє створити масив, елементи якого розташовуються у вузлах паралелограмної сітки. Елементи, які необхідно скопіювати, можна виділити в **Дереві побудови** як перед викликом команди, так і після. Має випадне меню, що складається з кнопок-команд:



 **«Массив по концентрической сетке»** - дозволяє створити масив, елементи якого розташовуються у вузлах концентричної сітки;


 **«Массив вдоль кривой»** - дозволяє створити масив, елементи якого розташовуються уздовж вказаної кривої;

 **«Зеркальный массив»** - дозволяє отримати копію обраних елементів, симетричну їм відносно вказаної площини чи плоскої грані. Елементи, які необхідно дзеркально відобразити, можна виділити перед викликом команди. Для цього вкажіть їх у **Дереві побудови** або у вікні деталі. Має у випадному меню ще одну кнопку-команду -  **«Зеркально отразить все»** - дозволяє «приклеїти» до деталі її дзеркальну копію, тобто отримати деталь, яка володіє площиною симетрії.




 **«Вычесть компоненты»** - дозволяє утворити в редагованій деталі порожнину, що має форму іншої деталі. Команда доступна в режимі редагування деталі в контексті збірки. Має у випадному меню ще одну кнопку-команду -  **«Объединить компоненты»** - дозволяє створити нову деталь, що є об'єднанням двох або більш деталей, які входять в збірку. Команда доступна в режимі редагування деталі в контексті збірки;


Інструментальна панель **«Редактирование сборки»** аналогічна інструментальній панелі **«Редактирование детали»**, принципи роботи залишаються тими ж. Перелічимо особливі кнопки – команди, відповідні тільки для цієї інструментальній панелі:


 **«Создать деталь»** - дозволяє почати побудову деталі безпосередньо в поточна збірку. Команда доступна, якщо в поточній моделі виділений який-небудь плоский об'єкт. Має ще одну кнопку – команду  **«Создать сборку»** - дозволяє почати побудову підзбірки в поточній збірці;


 **«Добавить компонент»** - дозволяє вставити в дійсну збірку деталь або підзбірку, що існує у файлі на диску;


 **«Переместить компонент»** - дозволяє перемістити компонент збірки;

 **«Повернуть компонент»** - дозволяє повернути компонент навколо центральної точки його габаритного паралелепіпеда. Має випадне додаткове меню, що складається з команд  **«Повернуть компонент вокруг оси»**, яка дозволяє повернути компонент збірки навколо точки або вершини. Якщо жодна точка або вершина не виділена, команда недоступна і  **«Повернуть компонент вокруг точки»** - дозволяє повернути компонент збірки навколо точки або вершини;

 **«Массив по образцу»** - дозволяє створити масив компонентів дійсної збірки, розташувавши їх так само, як розташовані об'єкти іншого – існуючого масиву (зразка). Створений масив компонентів матиме ті ж параметри, що і масив-зразок. Наприклад, як зразок вказаний масив елементів по концентричній сітці. Компоненти нового масиву будуть розташовані у вузлах концентричної сітки, центр якої лежить на тій же осі, що і центр сітки-зразка; відстані між компонентами нового масиву в радіальному і осьовому напрямках будуть такими ж, як відстані між елементами масиву-зразка. Якщо в масиві-зразку були видалені екземпляри, то і новий масив не міститиме екземплярів з цими номерами. Ця кнопка має додаткове випадне меню, і складається із команд:

 **«Массив по сетке»** - дозволяє створити масив компонентів збірки, розташувавши їх у вузлах паралелограмної сітки;

 **«Массив по концентрической сетке»** - створити масив компонентів збірки, розташувавши їх у вузлах концентричної сітки;

 **«Массив вдоль кривой»** - дозволяє створити масив компонентів збірки, розташувавши їх уздовж вказаної кривої.

2. **«Пространственные кривые»**

Панель інструментів **«Пространственные кривые»** складається з наступних кнопок команд відповідно до рис.17.7:

«Спираль цилиндрическая» - дозволяє створити циліндрову спіраль. Перед викликом команди потрібно виділити плоску грань або площину, на якій повинна розташовуватися спіраль;

«Спираль коническая» - дозволяє створити конічну спіраль;

«Ломаная» - дозволяє створити просторову ламану;

«Сплайн» - дозволяє побудувати сплайн по вибраних вершинах.

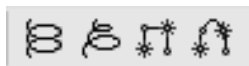





Рис.17.7 – Кнопки – команди інструментальної панелі **«Пространственные кривые»**


3. «Поверхности»


Панель інструментів «Поверхности» складається з наступних кнопок команд:


 «Импортированная поверхность» - дозволяє імпортувати у файл моделі КОМПАС-3D поверхні, записані у файлах форматів SAT або IGES.

 «Поверхность выдавливания» - дозволяє створити поверхню витискування. Вона утворюється шляхом переміщення ескізу в напрямі, перпендикулярному до його площині. Команда доступна, якщо виділений один ескіз.

 «Поверхность вращения» - дозволяє створити поверхню обертання. Вона утворюється обертанням ескізу навколо осі, що лежить в площині ескізу. Команда доступна, якщо виділений один ескіз.

 «Кинематическая поверхность» - дозволяє створити кінематичну поверхню. Вона утворюється в результаті переміщення ескізу-перетину уздовж вибраної траєкторії.


 «Поверхность по сечениям» - дозволяє створити поверхню, вказавши декілька її перетинів, зображених в різних ескізах. Якщо необхідно, можна вказати що напрямну-контур, що задає напрям побудови поверхні по перетинах. Команда доступна, якщо в деталі існують хоча б два ескізи.


 «Сшивка поверхностей» - дозволяє з'єднати відкриті ребра вказаних поверхонь з отриманням цілої поверхні, а також приєднати поверхню (поверхні) до відкритих ребер деталі, цілісність якої порушена. Цілісність тіла деталі порушується при видаленні деяких її граней за допомогою команди «Удалить грани»


 «Удалить грани» - дозволяє видалити грань поверхні або тіла.


4. «Вспомогательная геометрия»


Панель інструментів «Вспомогательная геометрия» складається з наступних кнопок команд:


 «Ось через две вершины» - дозволяє створити одну або декілька конструктивних осей, кожна з яких проходить через вказані опорні точки. Опорними точками можуть служити вершини, характерні точки графічних об'єктів в ескізах (наприклад, кінець відрізка, центр кола і т.п.) або початку координат. Ця кнопка має додаткове випадне меню і складається з команд:


 «Ось на пересечении плоскостей» - дозволяє створити одну або декілька конструктивних осей, кожна з яких є лінією перетину двох конструктивних площин і/або плоских граней (і їх продовжень);


 «Ось конической поверхности» - дозволяє створити одну або декілька конструктивних осей, кожна з яких є віссю конічної (а в окремому випадку - циліндрової) поверхні;


 **«Ось через ребро»** - дозволяє створити одну або декілька конструктивних осей, кожна з яких проходить через вказане прямолінійне ребро деталі;


 **«Смещенная плоскость»** - дозволяє створити одну або декілька допоміжних площин, розташованих на заданій відстані від вказаної площини або плоскої грані деталі. Ця кнопка має додаткове випадне меню і складається з команд:


 **«Плоскость через три вершины»** - дозволяє створити одну або декілька допоміжних площин, кожна з яких проходить через три вказані опорні точки. Опорними точками можуть служити вершини, характерні точки графічних об'єктів в ескізах (наприклад, кінець відрізка, центр кола і т.п.) або початку координат;


 **«Плоскость под углом к другой плоскости»** - дозволяє створити одну або декілька допоміжних площин, що проходять через прямолінійний об'єкт під заданим кутом до існуючого плоского об'єкта. Опорним прямолінійним об'єктом для побудови площини може служити ребро, відрізок в ескізі або допоміжна вісь. Опорним плоским об'єктом може бути допоміжна площина або плоска грань. Опорний прямолінійний об'єкт повинен бути паралельний опорному плоскому об'єкту або належати йому;

 **«Плоскость через ребро и вершину»** - дозволяє створити одну або декілька допоміжних площин, кожна з яких проходить через прямолінійний об'єкт і точку. Опорним прямолінійним об'єктом для побудови площини може служити ребро, допоміжна вісь або відрізок в ескізі. Опорною точкою може бути вершина, характерна точка графічного об'єкта в ескізі (наприклад, кінець відрізка, центр кола і т.п.) або початок координат;


 **«Плоскость через вершину параллельно другой плоскости»** - дозволяє створити одну або декілька допоміжних площин, що проходять через вказані точки паралельно вказаним конструктивним площинам або плоским граням. Опорними точками можуть служити вершини, характерні точки графічних об'єктів в ескізах (наприклад, кінець відрізка, центр кола і т.п.) або початку координат;


 **«Плоскость через вершину перпендикулярно ребру»** - дозволяє створити одну або декілька допоміжних площин, що проходять через вказані точки перпендикулярно до вказаних прямолінійних об'єктів. Опорними точками для побудови площини можуть служити вершини, початки координат, характерні точки графічних об'єктів в ескізах (кінці відрізків, центри кіл і т.п.). Опорними прямолінійними об'єктами можуть бути ребра, конструктивні осі, відрізки в ескізах;


 **«Нормальная плоскость»** - дозволяє створити одну або декілька допоміжних площин, нормальних до циліндрової або конічної грані деталі;


 **«Касательная плоскость»** - дозволяє створити одну або декілька допоміжних площин, дотичних до циліндрової або конічної грані деталі. Щоб побудувати площину, що стосується грані у визначеному місці, потрібно



задати лінію торкання. Лінія торкання визначається перетином грані і нормальної до неї площини. Тому перед викликом команди **«Касательная плоскость»** в моделі повинна бути побудована нормальна площина, що перетинає потрібну конічну поверхню в місці торкання. Як така площина може виступати і плоска грань, нормальна до поверхні;

 **«Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно другому ребру»** - дозволяє створити одну або декілька допоміжних площин, що проходять через вказані прямолінійні об'єкти паралельно або перпендикулярно до інших прямолінійних об'єктів. Опорними прямолінійними об'єктами для побудови площини можуть служити ребра, допоміжні осі або відрізки в ескізах;

 **«Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно грани»** - дозволяє створити одну або декілька допоміжних площин, що проходять через вказані прямолінійні об'єкти паралельно або перпендикулярно до плоских об'єктів. Опорними прямолінійними об'єктами для побудови площини можуть служити ребра, допоміжні осі або відрізки в ескізах. Опорними плоскими об'єктами можуть бути допоміжні площини або плоскі грані моделі;


 **«Средняя плоскость»** - команда дозволяє побудувати бісекторну площину двогранного кута. *Двогранний кут* - частина простору, обмежена двома напівплощинами, межею кожною з яких служить їх загальна пряма. Ці напівплощини називаються *гранями двогранного кута*, а межа - *ребром двогранного кута*. Кут між лініями перетину граней двогранного кута з площиною, перпендикулярною до ребра двогранного кута, називається *лінійним кутом двогранного кута*. *Бісекторна площина двогранного кута* - площина, що проходить через бісектрису лінійного кута цього двогранного кута;


 **«Линия разъема»** - дозволяє розбити грань деталі на декілька граней. Розбиття грані відбувається по лінії перетину цієї грані з поверхнею, утвореною переміщенням вказаного ескізу в напрямі, перпендикулярному до його площини. Команда розбиття граней доступна тільки при побудові деталей. Перед викликом команди виділіть ескіз лінії роз'єму;

 **«Контрольная точка»** - дозволяє побудувати контрольні точки в моделі. Має у випадному меню ще одну кнопку – команду  **«Присоединительная точка»**, яка дозволяє побудувати приєднувальні точки в моделі.


5. **«Измерения 3D»**


Панель інструментів **«Измерения 3D»** складається з наступних кнопок команд:

 **«Расстояние и угол»** - дозволяє виміряти відстань і, якщо можливо, кут між двома вказаними об'єктами (конструктивними осями і площинами, гранями, ребрами і вершинами);

 **«Длина ребра»** - дозволяє виміряти довжину ребер або периметр грані деталі;


 **«Площадь»** - дозволяє виміряти площу граней деталі;


 **«МЦХ модели»** - дозволяє виконати розрахунок масоцентровочних характеристик існуючої моделі (деталі або складки);


 **«Проверка пересечений»** - дозволяє перевірити, чи перетинаються вказані компоненти збірки.


6. **«Сопряжения»** (активна тільки при редагуванні збірки)


Панель інструментів **«Сопряжения»** складається з наступних кнопок команд:

 **«Параллельность»** - дозволяє встановити паралельність вибраних елементів;


 **«Перпендикулярность»** - дозволяє встановити вибрані елементи перпендикулярно один одному;

 **«На расстоянии»** - дозволяє розташувати вибрані елементи на заданій відстані;

 **«Под углом»** - дозволяє розташувати вибрані елементи під заданим кутом;


 **«Касание»** - дозволяє встановити те, що стосується вибраних елементів;


 **«Соосность»** - дозволяє встановити співвісність вибраних елементів;


 **«Совпадение»** - дозволяє встановити збіг вибраних елементів.


7. **«Фильтры»**


Панель інструментів **«Фильтры»** складається з наступних кнопок команд:


 **«Фильтровать все»** - служить для включення режиму, в якому можливі динамічний пошук і вказівка курсором будь-яких об'єктів моделі: осей, площин, граней, ребер і вершин;

 **«Фильтровать грани»** - служить для включення режиму, в якому можливі динамічний пошук і вказівка курсором граней деталі. Якщо кнопка **«Фильтровать грани»** натиснута, то кнопка **«Фильтровать все»** відключається;

 **«Фильтровать ребра»** - служить для включення режиму, в якому можливі динамічний пошук і вказівка курсором ребер деталі;


 **«Фильтровать вершины»** - служить для включення режиму, в якому можливий динамічний пошук і вказівка курсором вершин деталі;


 **«Фильтровать конструктивные плоскости»** - служить для включення режиму, в якому можливі динамічний пошук і вказівка курсором площин, що існують в моделі;


 **«Фильтровать конструктивные оси»** - служить для включення режиму, в якому можливі динамічний пошук і вказівка курсором осей, що існують в моделі.

8. **«Спецификация»**


Панель інструментів **«Спецификация»** вже вище розглядалася (див. рис. 10.7) тому наведемо ті кнопки, що придатні до режиму створення тривимірної моделі:

 **«Синхронизировать данные с документами сборки»** - діалог керування збіркою;

 **«Добавить внешний объект спецификации»** - дозволяє створити в документі-збірці зовнішній об'єкт специфікації. Після виклику команди на екрані з'являється діалог вибору розділу і типу об'єкта, в якому потрібно вказати розділ для розташування зовнішнього об'єкта. Після цього на екрані з'являється вікно, оформлене у вигляді рядка бланка специфікації. Можна ввести текстову частину нового зовнішнього об'єкта специфікації збірки, а також перейти до введення його додаткових параметрів. Якщо перед викликом команди створення об'єкта специфікації в **Дереві побудови** була виділена поточна збірка (найперший елемент Древа), то колонки **«Обозначение»**, **«Наименование»** і додаткова колонка **«Масса»** заповнюються автоматично, а поточний документ-збірка підключається до створюваного об'єкта специфікації. При цьому в колонки **«Обозначение»** і **«Наименование»** вміщуються дані, введені при настройці властивостей складки, а в колонку **«Масса»** - сумарна маса компонентів збірки. Автоматичне заповнення текстової частини об'єкта специфікації переважніше, ніж ручне введення даних, оскільки дозволяє уникнути випадкових помилок;

 **«Редактировать внешние объекты спецификации»** - дозволяє перейти в режим редагування зовнішніх об'єктів специфікації. Після виклику команди на екрані з'являється вікно підлеглого режиму роботи із специфікацією, в якому можна переглянути і відредагувати зовнішні об'єкти специфікації, що належать поточному документу-збірці. Після збереження поточної збірки зміни її зовнішніх об'єктів будуть передані у всі складки, в які вона входить як підзбірка.

9. **«Условные обозначения»**


Панель інструментів **«Условные обозначения»** має всього одну кнопку-команду  **«Условное изображение резьбы»**, яка дозволяє створити умовне зображення різьби на циліндровій або конічній поверхні деталі.


10. **«Элементы листового тела»**


Панель інструментів **«Элементы листового тела»** складається з наступних кнопок команд:


 **«Листовое тело»** - дозволяє створити листове тіло. Воно формується шляхом витискування ескізу в напрямі, перпендикулярному до його


площини. Перед побудовою листового тіла в деталі необхідно створити ескіз, що визначає форму тіла. *Вимоги до ескізу листового тіла*: в 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, при цьому зовнішній контур утворює форму листового тіла, а внутрішні контури утворюють отвори; допускається один рівень вкладеності контурів. *Додаткові вимоги до незамкнутого ескізу*: ескіз може складатися тільки з відрізків і дуг кіл; відрізки можуть з'єднуватися з дугами тільки в точках торкання.


 **«Сгиб»** - дозволяє створити згин уздовж ребра грані листової деталі. Ребро повинне бути прямолінійним і належати зовнішній або внутрішній плоскій грані листової деталі. Вказане ребро вважатиметься лінією згину, а грань - базовою гранню згину.


 **«Сгиб по линии»** - дозволяє створити в деталі згин по прямій лінії щодо будь-якої грані цієї деталі. Вказані лінія і грань вважатимуться лінією згину і базовою гранню згину. Як лінія згину може використовуватися будь-який прямолінійний об'єкт: відрізок ескізу, сегмент ламаної, допоміжна вісь, прямолінійне ребро формоутворювального елемента або поверхні. *Вимоги до лінії згину*: лінія згину повинна розташовуватися у площині базової грані, лінія згину повинна мати з базовою гранню хоча б одну загальну точку.


 Допоміжну вісь показують в моделі у вигляді відрізка. Не зважаючи на це, вісь є нескінченною прямою, тому при виборі осі як лінії згину не важливо, чи має відображений відрізок, загальні точки з базовою гранню. Для коректної побудови згину достатньо, щоб продовження осі мало загальні точки з базовою гранню. Результат побудови згину залежить від взаємного розташування базової грані і лінії згину. *Загальне правило*: згинається та частина деталі, якій належить базова грань або ділянка базової грані, що повністю або частково містить лінію згину.


 **«Подсечка»** - дозволяє створити в деталі відразу два згини по прямій лінії щодо будь-якої грані цієї деталі. Вказані лінія і грань вважатимуться лінією згину і базовою гранню підсічки. Як лінія згину може використовуватися будь-який прямолінійний об'єкт: відрізок ескізу, сегмент ламаної, допоміжна вісь, прямолінійне ребро формоутворювального елемента або поверхні. *Вимоги до лінії згину*: лінія згину повинна розташовуватися в площині базової грані, лінія згину повинна мати з базовою гранню хоча б одну загальну точку.


 **«Отверстие в листовом теле»** - дозволяє побудувати круглі отвори в листовій деталі. Команда доступна, якщо в деталі виділена плоска грань.


 **«Вырез в листовом теле»** - дозволяє побудувати отвори довільної форми на зовнішніх або внутрішніх плоских гранях, що належать листовому тілу або листовим елементам.


 **«Пластина»** - дозволяє побудувати пластину на плоскій грані листового тіла. Після виклику команди у вікні деталі з'явиться фантомне зображення створюваної пластини. Стрілкою показаний напрям витискування. Цей напрям, а також глибина витискування визначаються системою автоматично. *Вимоги до ескізу пластини:* ескіз може містити один або декілька контурів; контури в ескізі повинні бути замкнуті; контури можуть бути вкладеними; рівень вкладеності - один; контур ескізу повинен перетинатися з контуром базової грані або мати з ним загальні точки.


 **«Замыкание углов»** - якщо листова деталь має згини, то можна замкнути один або декілька її кутів.


 **«Разогнуть»** - команда дозволяє розігнути згин (декілька згинів) листової деталі. Ця команда може бути застосована до згинів без ознаки **«разогнуто»**, а також до згинів, зігнутих за допомогою команди **«Согнуть»**.


 **«Согнуть»** - команда дозволяє зігнути згин (декілька згинів) листової деталі. Ця команда може бути застосована до згинів, що мають ознаку **«разогнуто»**, а також до згинів, розігнутих за допомогою команди **«Разогнуть»**.


 **«Параметры развертки»** - дозволяє задати параметри відображення листової деталі в розгорненому вигляді. Перед перемиканням в режим розгорненого відображення листової деталі необхідно встановити параметри розгортки - вибрати нерухому грань і задати стани згинів.


 **«Развертка»** - дозволяє відобразити листову деталь в режимі розгортки. У цьому режимі вибрані користувачем згини показують в зігнутому стані, а останні - в розігнутому. Стани згинів, встановлені в режимі редагування деталі, при переході в режим розгортки ігноруються.


 **«Открытая штамповка»** - дозволяє створити в листовій деталі відкрите штампування. Базовою гранню штампування може бути тільки зовнішня або внутрішня плоска грань листового тіла або листового елемента. *Вимоги до ескізу штампування:* в ескізі може бути тільки один контур; контур повинен бути замкнутий; контур повинен повністю знаходитися в межах базової грані (тобто не повинен мати загальних точок з її ребрами).


 Фактично створення відкритого штампування відноситься не до операцій згину, а до операцій деформації, коли листовий матеріал витягується і його товщина зменшується. При виконанні команди **«Открытая штамповка»** ця зміна товщини матеріалу не враховується.

 **«Закрытая штамповка»** - дозволяє створити в листовій деталі закрите штампування. Основні характеристики даної команди такі, як і в команді **«Открытая штамповка»**;

 **«Жалюзи»** - дозволяє створити в листовій деталі жалюзі по прямій лінії. Доступні два типи жалюзі: витягнуті й підрізані. *Вимоги до ескізу жалюзі:* ескіз може містити один відрізок або декілька відрізків; ескіз повинен повністю знаходитися в межах базової грані (тобто не повинен мати загальних точок з ребрами, що обмежують базову грань).

 Фактично створення жалюзі відноситься не до операцій згину, а до операцій деформації, коли листовий матеріал витягується і його товщина зменшується. При виконанні команди **«Жалюзі»** це зміна товщини матеріалу не враховується. Як ескізи жалюзі використовують відрізки. Грань, що містить ескіз жалюзі, вважається базовою. Базовою гранню жалюзі може бути тільки зовнішня або внутрішня плоска грань листового тіла або листового елемента.

 **«Буртик»** - дозволяє створити в листовій деталі буртик з однією з трьох форм перетину: кругла, U-подібна, V-подібна. *Ескіз буртика* - крива, що визначає його конфігурацію і положення. *Грань*, що містить ескіз буртика, вважається базовою. Базовою гранню буртика може бути тільки зовнішня або внутрішня плоска грань листового тіла або листового елемента. *Вимоги до ескізу буртика*: ескіз може містити один або декілька контурів; контури можуть бути замкнутими або розімкненими; якщо контур складається з декількох графічних об'єктів, то вони повинні гладко сполучатися; контури можуть перетинатися один з одним, але самоперетин контурів не допускається.


 Фактично створення буртиків відноситься не до операцій згину, а до операцій деформації, коли листовий матеріал витягується і його товщина зменшується. При виконанні команди **«Буртик»** ця зміна товщини матеріалу не враховується. Побудова буртика неможлива, якщо його ескіз має загальні точки з ребрами, до яких примикають згини.


17.3. Керування зображенням



На екрані можна керувати зображенням моделі, зсувати її і повертати.

Зміна масштабу зображення і його зсув здійснюються так само, як і при роботі з графічними документами.

17.3.1. Поверот моделі



При моделюванні деталі у тривимірному моделюванні виникає необхідність бачити її з різних боків. Для того щоб повернути деталь, необхідно викликати команду **Головного меню «Вид»** ➤ або натиснути кнопку **«Повернуть»**  на панелі **«Вид»**.



Після виклику команди зовнішній вигляд курсора зміниться . Далі необхідно натиснути ЛК миші у вікні моделі деталі і, не відпускаючи її, перемістити курсор. Модель буде повертатися навколо центральної точки габаритного паралелепіпеда.


 Якщо потрібно обертати модель **навколо точки** (вершини деталі, центру сфери), підведеться курсор до потрібного елемента у вікні моделі. Коли елемент підсвітить, клацніть лівою кнопкою миші. Курсор прийме вигляд «зірочки» з двома дугоподібними стрілками . Натисніть ЛК миші у вікні моделі і, не відпускаючи її, переміщуйте курсор. Модель буде

повертатися навколо вибраної точки. Напрям обертання навколо центральної точки габаритного паралелограма або навколо точки залежить від напрямку переміщення курсора.

Якщо потрібно обертати модель в площині екрану, переміщуйте курсор (з натиснутою ЛК миші) горизонтально, утримуючи при цьому натиснутою клавішу <Alt>.

 Якщо потрібно обертати модель **навколо конструктивної осі або прямолінійного ребра**, підведіть курсор до потрібного елемента у вікні моделі. Коли елемент підсвітиться, клацніть ЛК миші. Курсор прийме вигляд "осі" з двома дугоподібними стрілками . Натисніть ЛК миші у вікні моделі і, не відпускаючи її, переміщуйте курсор. Модель буде повертатися навколо вибраної осі.

 Якщо потрібно обертати модель **навколо осі**, що проходить через вказану точку площини (допоміжній, проекційній площині або плоскій грані деталі) перпендикулярно до цієї площини, підведіть курсор до потрібної точки площини у вікні моделі. Коли площа підсвітиться, клацніть ЛК миші. Курсор прийме вигляд "площини" з двома дугоподібними стрілками . Натисніть ліву кнопку миші у вікні моделі і, не відпускаючи її, переміщуйте курсор. Модель буде повертатися навколо вказаної осі.

Для виходу з команди повороту моделі натисніть кнопку «**Прервати команду**»  на Панелі властивостей або клавішу <Esc>.

17.3.2. Вибір об'єктів у вікні моделі

При проходженні курсора над моделлю деталі система автоматично здійснює динамічний пошук об'єктів. Для того щоб вказати, чи виділити об'єкт у вікні побудови моделі, треба підвести до нього курсор. Коли курсор прийме вигляд, який відповідатиме цільовому об'єкту і сам об'єкт підсвітиться, клацніть ЛК миші

1. Для вказівки **вершини** підведіть до неї курсор у вікні моделі. Коли поряд з курсором з'явиться умовне зображення вершини (у вигляді "зірочки"), клацніть ЛК миші.

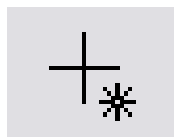


Рис.17.8 - Вигляд курсора при вказівці вершини

2. Для вказівки **ребра** підведіть до нього курсор у вікні моделі. Коли поряд з курсором з'явиться умовне зображення ребра (у вигляді "палички"), клацніть ЛК миші.

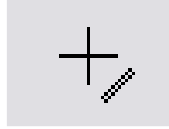


Рис.17.9 - Вигляд курсора при вказівці ребра

3. Для вказівки конструктивній **осі** підведіть до неї курсор у вікні моделі. Коли поряд з курсором з'явиться умовне зображення осі, клацніть ЛК миші.

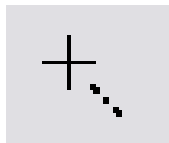


Рис.17.10 - Вигляд курсора при вказівці осі

4. Для вказівки **поверхні або грані** підведіть до неї курсор у вікні моделі. Коли поряд з курсором з'явиться умовне зображення поверхні, клацніть ЛК миші.

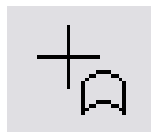


Рис.17.11 - Вигляд курсора при вказівці поверхні або грані

5. Для вказівки конструктивній **площині** підведіть до неї курсор у вікні моделі. Коли поряд з курсором з'явиться умовне зображення площини, клацніть ЛК миші.

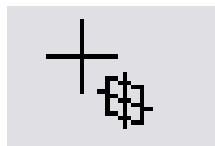


Рис. 17.12 - Вигляд курсора при вказівці площини

6. Для вказівки **просторової кривої або ескізу** підведіть курсор до потрібного об'єкта у вікні моделі. Коли поряд з курсором з'явиться умовне зображення кривої, клацніть ЛК миші.

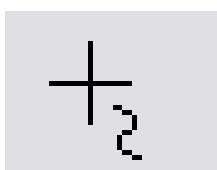


Рис. 17.13 - Вигляд курсора при вказівці просторовій кривій або ескізу

7. Для вказівки умовного зображення **різьби** підведіть до нього курсор у вікні моделі. Коли поряд з курсором з'явиться значок "різьби", клацніть ЛК миші.

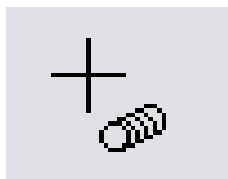



Рис. 17.14 - Вигляд курсора при вказівці умовного зображення різьби

Якщо при натиснутій клавіші <Shift> вибирається будь-який допоміжний елемент, то у вікні моделі підсвічується деталь або підбірка, до якої належить вибраний допоміжний елемент.

17.3.3. Орієнтація моделі

Зміна орієнтації моделі в КОМПАС-3D здійснюється за допомогою команд **«Сервис»** ➤ **«Повернуть»**.

Коли потрібна орієнтація, яку важко отримати, повертаючи модель мишею, можна користуватися передбаченим системою списком назв орієнтацій. На панелі **Вигляд** розташована кнопка **«Ориентация»** . Натиснення на стрілку поряд з цією кнопкою викликає меню з переліком стандартних назв орієнтацій (рис.17.15): **«Сверху»**, **«Снизу»**, **«Слева»**, **«Справа»**, **«Спереди»**, **«Сзади»**, **«Изометрия XYZ»**, **«Изометрия YZX»**, **«Изометрия ZXY»**, **«Диметрия»** (кожне з них відповідає напрямку погляду спостерігача на модель).

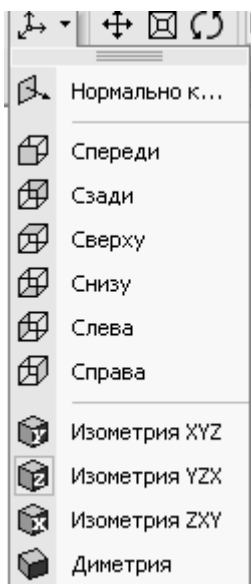



Рис. 17.15 - Розширене випадне меню команд зміни орієнтації у кнопки **«Ориентация»**

Коли вибрати з цього меню команду, відповідну потрібній орієнтації, модель обернеться так, щоб напрям погляду відповідав вказаному. Іноді коли потрібно, щоб паралельній площині екрану опинилася не проекційна площина, а допоміжна площина або плоска грань деталі, необхідно виділити потрібний плоский об'єкт і викликати з меню кнопки **«Ориентация»** команду **«Нормально к...»**. Модель обернеться так, щоб напрям погляду був перпендикулярний до вибраного об'єкта.

Можна не тільки використовувати стандартні назви орієнтацій, але й запам'ятовувати дійсну орієнтацію під яким-небудь ім'ям, а потім повертатися до неї у будь-який момент, вибравши це ім'я із списку. Для цього:

1. натисніть саму кнопку **«Ориентация»** . На екрані з'явиться діалог із списком орієнтацій, що існують в моделі назв;
2. натисніть в ній кнопку **«Добавить»** і введіть назву нової орієнтації. Воно з'явиться в діалозі із списком назв орієнтацій (рис.17.16);
3. натисніть кнопку **«Выход»**. Нова назва з'явиться в меню кнопки **«Ориентация»** на панелі Вид.

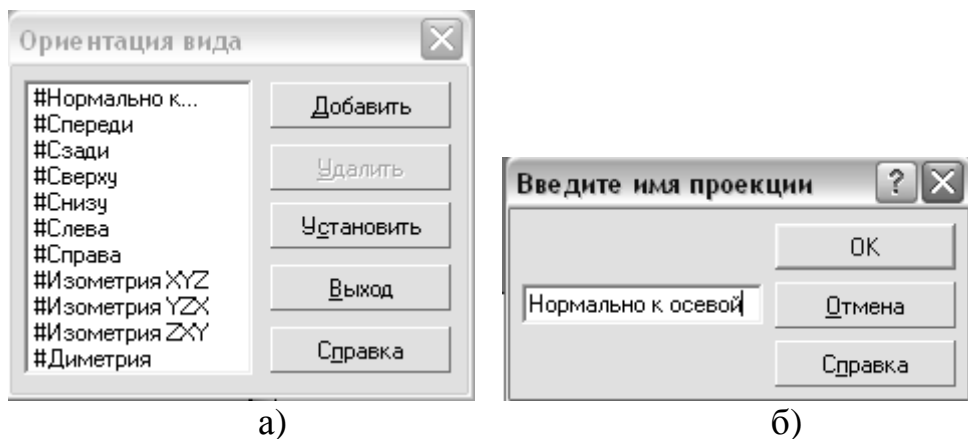


Рис.17.16 – Введення назви нової орієнтації: а – діалогове вікно **«Ориентация вида»**; б – вікно **«Введите имя проекции»**

17.3.3.1. Встановлення своєї орієнтації моделі

Згодом, коли при роботі орієнтація моделі зміниться, можна вибрати створену орієнтацію з меню кнопки **«Ориентация»** і модель обернеться так, щоб її орієнтація відповідала вказаній назві.

У діалозі вибору орієнтації, що з'являється на екрані при натисненні на кнопку **«Ориентация»**, можна не тільки створити нову орієнтацію, але й вибрати існуючу, а також видалити із списку створену користувачем назву орієнтації.

Щоб вибрати існуючу орієнтацію, встановіть виділення на її назві в списку і натисніть кнопку **«Установить»** діалогу. Модель обернеться так, щоб напрям погляду відповідав вказаному.

Щоб видалити назву орієнтації із списку, встановіть на нього виділення і натисніть кнопку **«Удалить»** діалогу. Вказана назва зникне із списку; подальший вибір відповідної орієнтації буде неможливий. Видалення стандартних назв орієнтацій (вони починаються з символу "#") не допускається.

Щоб закрити діалог вибору орієнтації, натисніть його кнопку **«Выход»**.

Ви можете настроїти зображення моделі при зміні орієнтації - змінити плавність повороту або вимкнути оптимізацію в діалозі настройки параметрів керування зображенням.

Команди меню кнопки **«Ориентация»** можна розташувати у вигляді набору кнопок на окремій панелі і помістити її в будь-якому зручному місці. Для цього "перетягнете" меню кнопки **«Ориентация»** мишею за заголовок в будь-якому напрямі. Буде сформована панель **«Ориентация»** (рис.17.17).

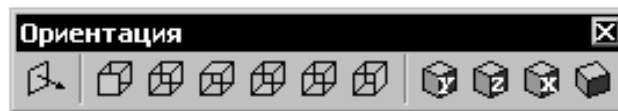



Рис.17.17 – Панель **«Ориентация»**

 Зверніть увагу на відмінність панелі **«Ориентация»** від решти інструментальних панелей: склад і порядок кнопок на ній змінити неможливо.

Після виклику команди зміни орієнтації модель повертається так, щоб напрям погляду відповідав вказаному.

Можна створити зображення моделі при зміні орієнтації - змінити плавність повороту або вимкнути оптимізацію в діалозі настройки параметрів керування зображенням.

17.4. Діалог настройки параметрів керування зображенням

Цей діалог з'являється на екрані після виклику команди **«Сервис»** ➤ **«Параметры»** ➤ **«Система»** ➤ **«Редактор моделей»** ➤ **«Параметры управления изображением»**.

Діалог дозволяє задати параметри зображення моделей у вікні (рис. 17.18).

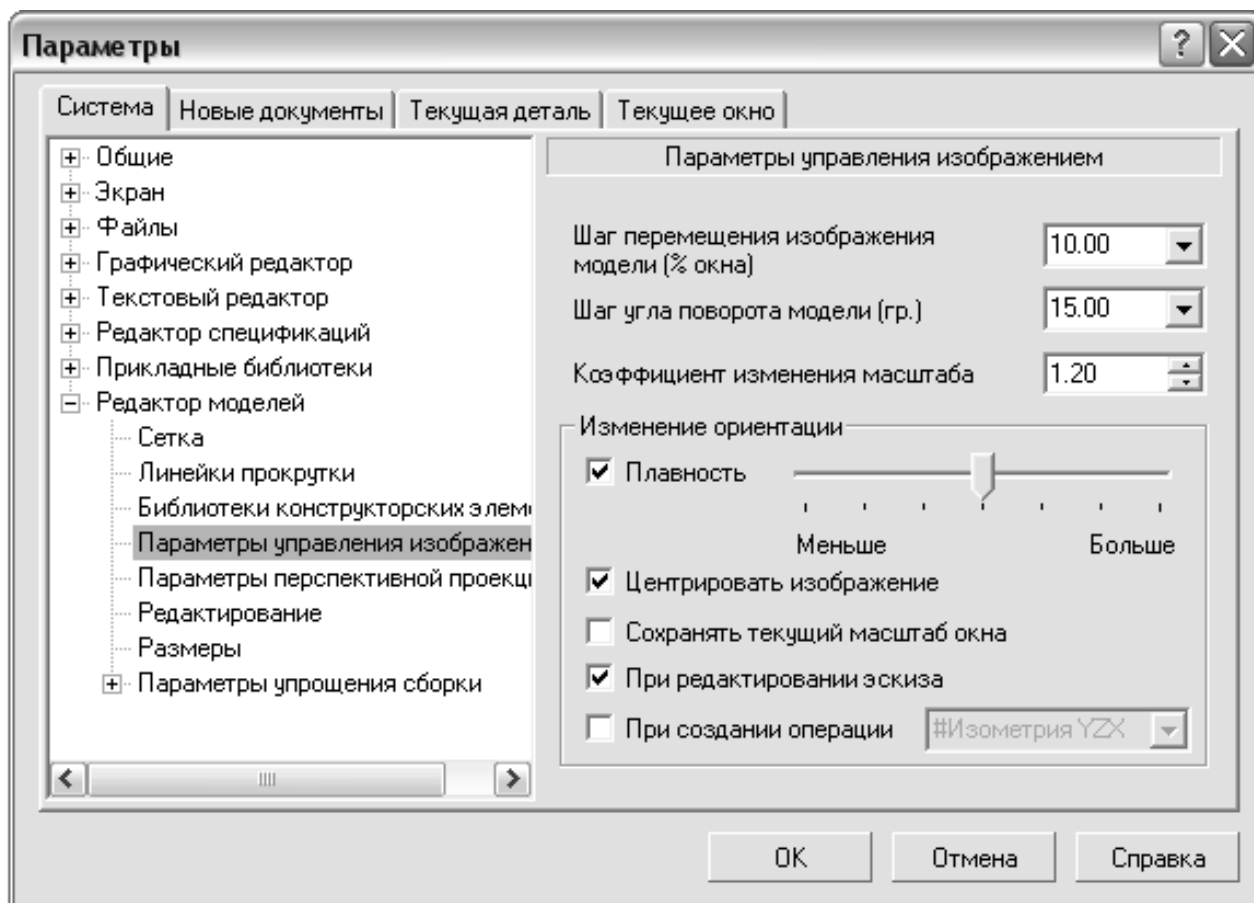


Рис.17.18 – Діалогове вікно «**Параметри**» при налаштуванні параметрів керування зображенням

Опис елементів керування наведений в табл. 17.1

Таблиця 17.1 – Діалог налаштування параметрів керування зображенням

Елемент керування	Опис виконуваної настройки
« Шаг перемещения изображения детали (% окна) »	Поле де встановлюється величина переміщення зображення деталі у вікні при одноразовому натисненні клавіші, що зрушує зображення. Крок переміщення встановлюється у відсотках від розміру вікна. <i>Наприклад</i> , після введення в це поле значення 15 при натисненні комбінації клавіш <Shift>+<→> зображення зсунеться вправо на 15% ширини вікна.
« Шаг угла поворота детали »	Поле де встановлюється величина повороту деталі у вікні при одноразовому натисненні клавіатурної комбінації, що обертає деталь. Крок переміщення встановлюється у градусах. <i>Наприклад</i> , після введення в це поле значення 10 ⁰ при натисненні комбінації клавіш <Alt>+<→> деталь повернеться навколо

<i>Елемент керування</i>	<i>Опис виконуваної настройки</i>
	вертикальної вісі вправо на 10^0 (і її зображення зміниться відповідним чином).
«Коэффициент изменения масштаба»	У цьому полі встановлюється коефіцієнт збільшення або зменшення зображення у вікні при одноразовому натисненні клавіатурної комбінації, що змінює масштаб зображення. <i>Наприклад</i> , після введення в це поле значення 1,2 при натисненні комбінації <Shift>+<-> лінійні розміри зображення будуть зменшені в 1,2 рази.
«Изменение ориентации»	Група опцій, що дозволяє настроїти різні параметри зображення моделі при зміні її орієнтації або масштабу.
«Плавность»	Опція, що включає показ проміжних кадрів між кадрами, що зображають модель в початковому і кінцевому положеннях (масштабах). Завдяки цьому зміна положення (масштабу) моделі виглядає не стрибкоподібною, а плавною. Коли опція «Плавность» включена, можна настроїти кількість проміжних кадрів, переміщаючи "бігунок" між позиціями «Меньше» і «Больше» . При зменшенні кількості кадрів зміна зображення моделі стає менш плавною, але прискорюється, а при збільшенні - навпаки.
«Центрировать изображение»	Опція, що включає центрування зображення моделі під час зміни її орієнтації, зокрема при автоматичній зміні орієнтації під час створення ескізів і операцій (ця зміна відбувається, якщо включені опції «При редактировании эскиза» і «При создании операции» відповідно).
«Сохранять текущий масштаб окна»	Опція, що включає збереження масштабу, встановленого у вікні моделі, при зміні її орієнтації. Якщо опція відключена, то після зміни орієнтації, зокрема після автоматичної зміни орієнтації під час створення ескізів і операцій масштаб відображення моделі змінюється.
«При редактировании эскиза»	Опція, що включає автоматичну установку орієнтації «Нормально к...» при створенні


<i>Елемент керування</i>	<i>Опис виконуваної настройки</i>
	нового ескізу. При виході з режиму ескізу модель повертається в колишню орієнтацію. Якщо орієнтація моделі була змінена під час роботи з ескізом, то при подальшому його редагуванні ця орієнтація відновлюється. Якщо опція «При редагуванні ескіза» відключена, то орієнтація моделі під час створення і редагуванні ескізу не змінюється.
«При створенні операції»	Опція, що включає автоматичну установку вказаної орієнтації при створенні нового формоутворювального елемента, листового тіла або нової поверхні. Для вказівки орієнтації розверніть список і виберіть потрібний рядок. При виході з операції поточна орієнтація моделі зберігається. При редагуванні операцій орієнтація моделі не змінюється.

Задавши параметри зображення, натисніть кнопку **ОК**. Для виходу з діалогу без зміни настройок натисніть кнопку **«Отмена»**.

17.5. Відображення моделі

При роботі в КОМПАС-3D доступні такі типи відображення моделі :

- каркас,
- без невидимих ліній,
- з тонкими невидимими лініями,
- півтонове,
- півтонове з каркасом,
- перспектива.

Щоб вибрати тип відображення, викличте команду **«Вид»** ➤ **«Отображение»** і вкажіть потрібний варіант. Ви можете також скористатися кнопками на панелі **«Вид»** .

1. Каркас - є сукупність всіх ребер і ліній нарису моделі. Щоб відобразити модель у вигляді каркаса (рис.17.19), викличте команду **«Вид»** ➤ **«Отображение»** ➤ **«Каркас»** або натисніть кнопку **«Каркас»** на панелі **«Вид»**.

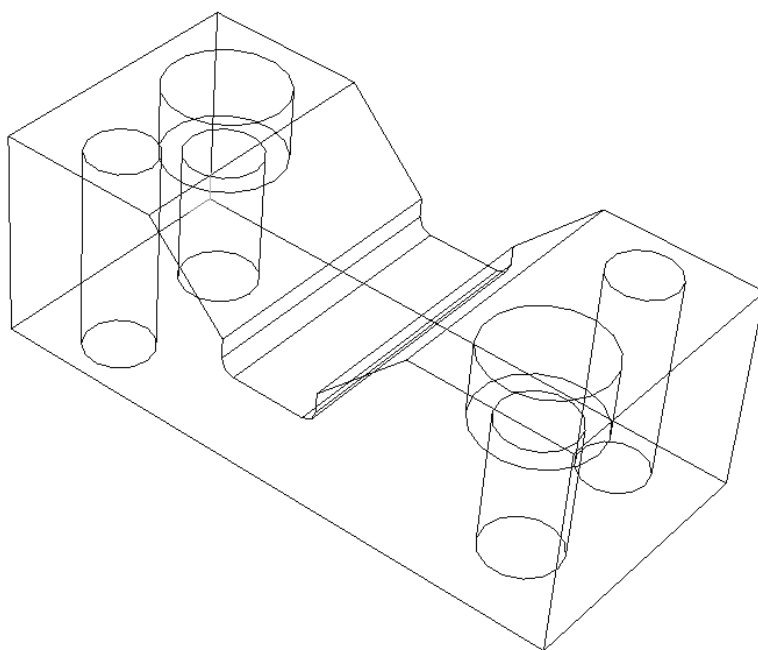


Рис. 17.19 – Відображення опорної призми у вигляді каркасу

2. Відображення моделі з **усуванням невидимих ліній** є сукупністю видимих (при поточній орієнтації моделі) ребер, видимих частин ребер і лінії нарису моделі. Щоб відобразити модель без невидимих ліній (рис.17.20), викличте команду **«Вид»** ► **«Отображение»** ► **«Без невидимых линий»** або натисніть кнопку **«Без невидимых линий»** на панелі **«Вид»**.

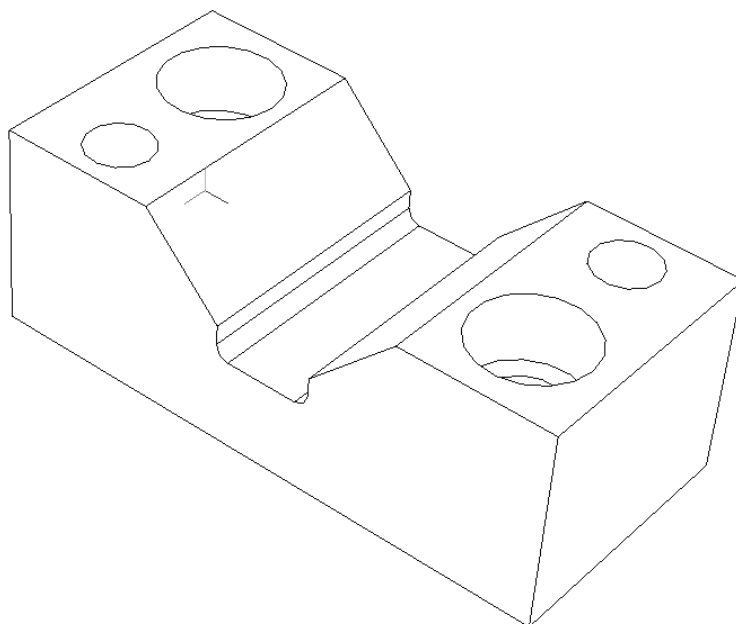


Рис.17.20 - Відображення опорної призми без невидимих ліній

3. **Невидимі лінії тонкі**. Невидимі лінії (невидимі ребра і частини ребер) можна відобразити кольором, що відрізняється від видимих ліній (світлішим). Щоб відобразити модель з невидимими лініями іншого кольору (рис.17.21), викличте команду **«Вид»** ► **«Отображение»** ► **«Невидимые линии тонкие»** або натисніть кнопку **«Невидимые линии тонкие»** на панелі **«Вид»**.

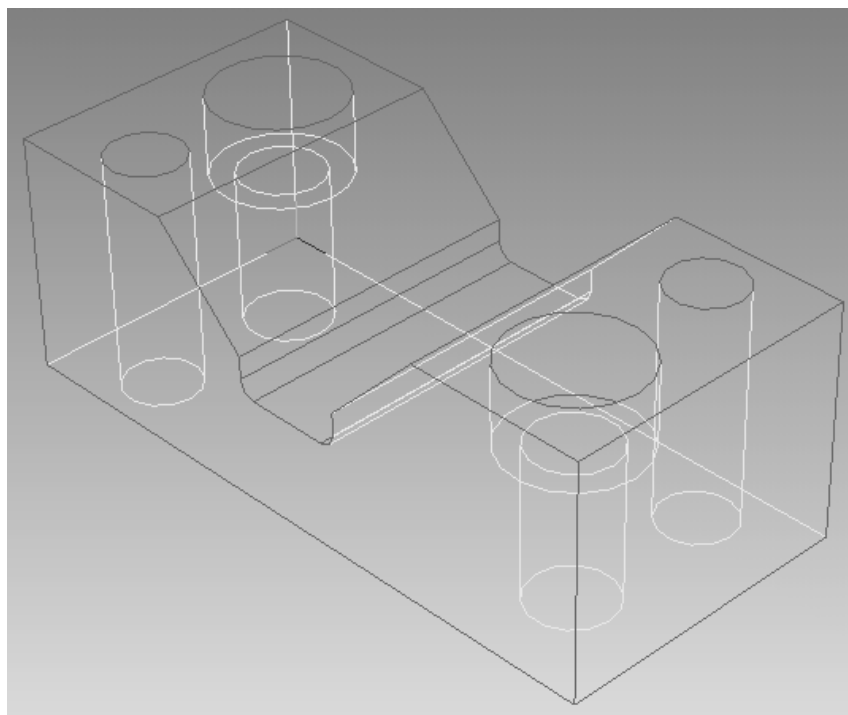


Рис.17.21 - Відображення призми з невидимими лініями

4. **Півтонове** відображення дозволяє побачити поверхню моделі й отримати уявлення про її форму. Щоб отримати півтонове відображення моделі (рис.17.22), викличте команду **«Вид»** ➤ **«Отображение»** ➤ **«Полутоновое»** або натисніть кнопку **«Полутоновое»** на панелі **«Вид»**. При півтоновому відображенні моделі враховуються оптичні властивості її поверхні (колір, блиск, дифузія і т.д.).

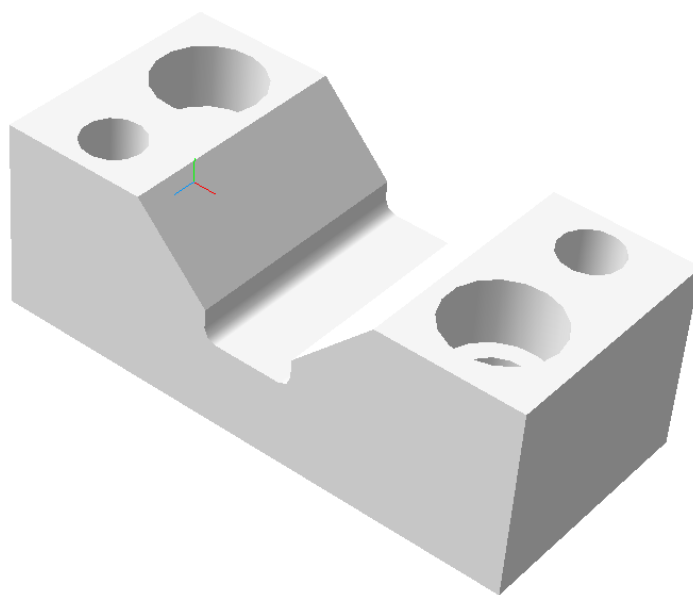



Рис.17.22 - Відображення призми півтонове

5. **Півтонове** відображення з **каркасом** додає до півтонового відображення каркас без невидимих ліній. Щоб отримати відображення моделі **півтонове з каркасом** (рис.17.23), викличте команду **«Вид» ➤ «Отображение» ➤ «Полутоновое с каркасом»** або натисніть кнопку **«Полутоновое с каркасом»** на панелі **«Вид»**.

 Застосування півтонового відображення з каркасом можливо, якщо включено півтонове відображення моделі.

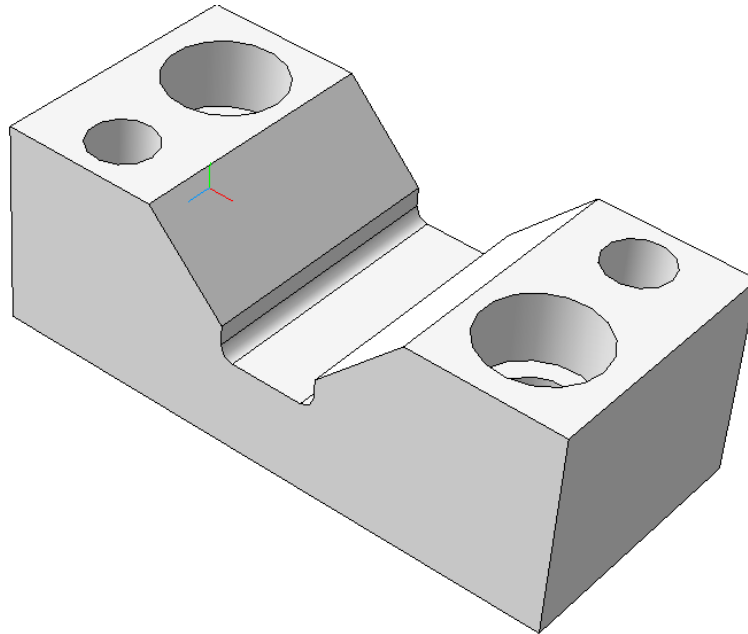



Рис.17.23 - Відображення призми півтонове з каркасом

6. **Перспектива**. Будь-який оптичний прилад (наприклад, око людини або фотоапарат) сприймає зображення предметів, протяжних уздовж його осі, із скривленням, інакше кажучи, в перспективі. Перспективу іноді потрібно враховувати для отримання реалістичного зображення тривимірної моделі. У КОМПАС-3D передбачено відображення моделі в перспективній проекції.

Для отримання відображення моделі з урахуванням перспективи (рис.17.24) викличте команду **«Вид» ➤ «Отображение» ➤ «Перспектива»** або натисніть кнопку **«Перспектива»** на панелі **«Вид»**.

 Точка сходу перспективи розташована посередині вікна моделі. Всі типи відображення (каркасне, півтонове, без невидимих ліній і з тонкими невидимими лініями) можна поєднувати з перспективною проекцією.

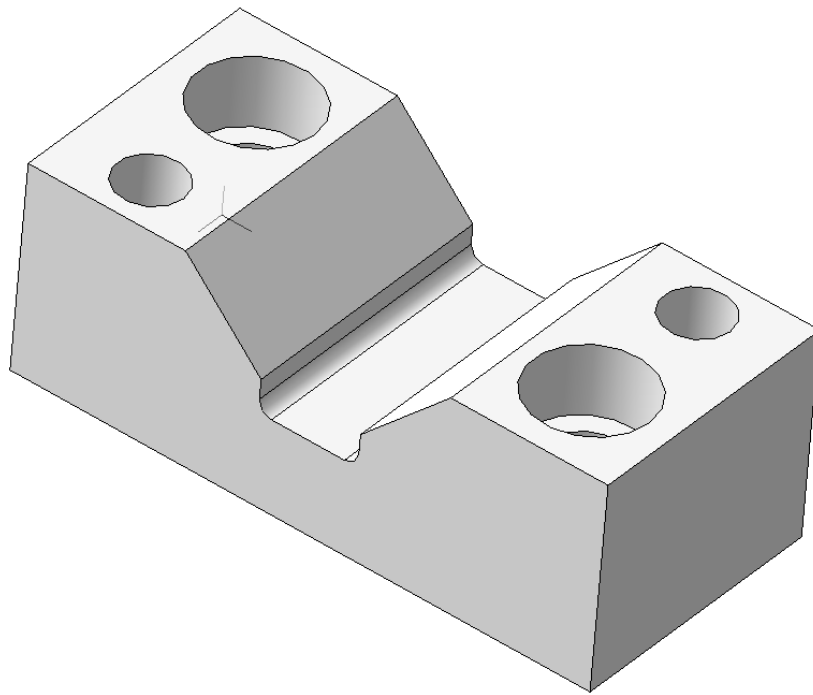


Рис.17.24 - Відображення призми з урахуванням перспективи

➤ **Настройка параметрів перспективної проекції**

Ступінь скривлення зображення, що вноситься перспективою, можна настроїти. Якщо потрібно створити перспективу тільки в дійсному вікні, викличте команду **«Сервис» ➤ «Параметры» ➤ «Текущее окно» ➤ «Параметры перспективной проекции»**.

Якщо потрібно створити перспективу у всіх знов відкриваних вікнах, викличте команду **«Сервис» ➤ «Параметры» ➤ «Система» ➤ «Редактор моделей» ➤ «Параметры перспективной проекции»**.

У діалозі знаходиться єдина опція - **«Расстояние в габаритах модели»**. Вона показує, в скільки разів відстань від деталі до площини зображення більше, ніж максимальний габарит деталі. Іншими словами, на екрані показується таке зображення деталі, яке отримав би оптичний прилад, що знаходиться на вказаній відстані від деталі (рис.17.25). Чим менше вказана відстань, тим сильніше помітно скривлення зображення. Введіть потрібне значення відстані і закрийте діалог, натиснувши кнопку **ОК**. Після цього перспективна проекція в дійсному вікні (або в нових вікнах) відображатиметься з урахуванням зробленої вами настройки.

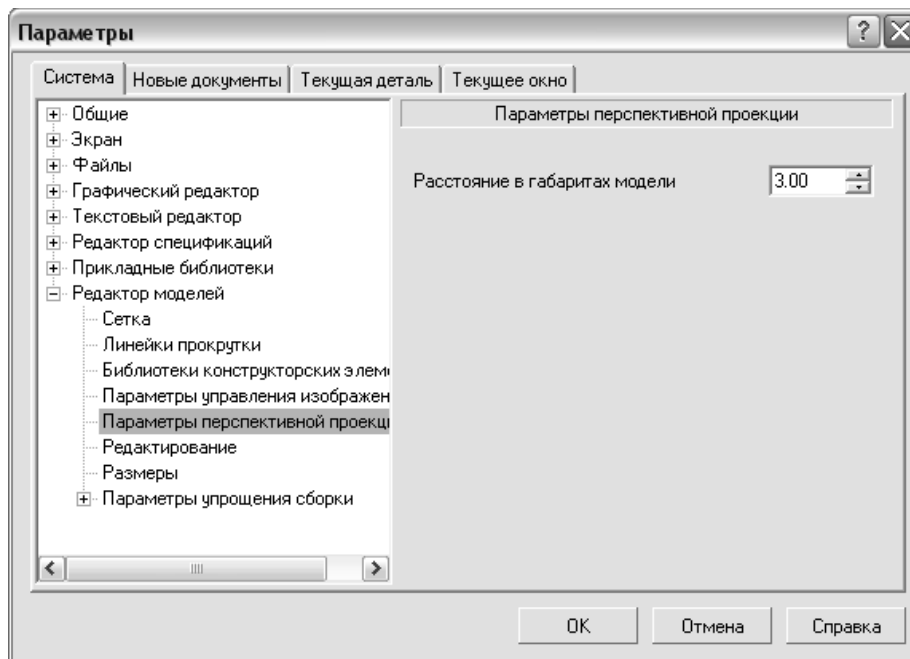


Рис.17.25 – Діалогове вікно «*Параметри*» на вкладці «*Система*» при налаштуванні параметрів перспективної проекції

17.6. Фільтри об'єктів

При виділенні і вказівці вершин, ребер, граней, осей і площин у вікні редагування моделі відбувається динамічний пошук об'єктів: при проходженні курсору над об'єктом, який може бути вибраний в даний момент, цей об'єкт підсвічує, а курсор міняє зовнішній вигляд.

Іноді в "пастку" курсору потрапляє відразу декілька об'єктів (наприклад, грані і її ребро), причому підсвічує не той об'єкт, який ви хочете виділити. Для полегшення вибору об'єктів потрібного типу використовуються **фільтри об'єктів**.


Щоб переключитися на панель фільтрів, натисніть кнопку «*Фільтри*»  на Компактній панелі (рис. 17.26).



Рис.17.26 - Панель фільтрів

За замовчанням на панелі натиснута кнопка «*Фільтрувати все*» .

Натиснення цієї кнопки означає, що підсвічують і можуть бути вказані (виділені) курсором і вершини, і ребра, і грані, і осі, і площини.

Якщо для виконання задуманої вами дії необхідна вказівка (виділення) об'єктів тільки певного типу, натисніть відповідну кнопку на Панелі фільтрів:

«**Фільтровать вершины**», «**Фільтровать ребра**», «**Фільтровать грани**», «**Фільтровать плоскости**», «**Фільтровать конструктивные оси**».

Якщо натиснута одна з цих кнопок, то кнопка «**Фільтровать все**» вимикається.

Ви можете вибрати будь-яку комбінацію типів доступних для вказівки (виділення) об'єктів, натиснувши відразу декілька кнопок на Панелі фільтрів.

Якщо вимикаються всі кнопки, відповідні типам об'єктів, то кнопка «**Фільтровать все**» автоматично включається (тобто відключити вказівку всіх типів об'єктів неможливо).

Переключать кнопки на Панели фильтров можно в любой момент работы с моделью.

17.6.1. Вибір прихованих, співпадаючих або близько розташованих об'єктів

Іноді об'єкт, який потрібно вибрати, розташований близько до інших об'єктів, або накладений на них, або прихований під ними. При цьому важко, а іноді й зовсім неможливо вказати його курсором.

Для вибору будь-якого з близько розташованих (зокрема накладених один на одного) об'єктів служить режим перебору об'єктів. Перебір можливий, коли система чекає виділення або вказівки об'єкту, а в пастку курсору потрапляє відразу декілька об'єктів.

Перебір об'єктів при виділенні і вказівці тривимірних об'єктів:

1. Наведіть курсор на групу об'єктів, що містить потрібний об'єкт.
2. Не вказуючи жоден з них, викличте з контекстного меню команду «**Перебор объектов**», натиснувши ПрК миші. Можна також натиснути комбінацію клавіш <Ctrl>+<T> (рис.17.27).

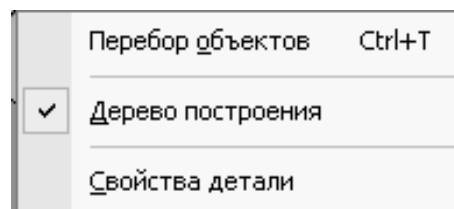


Рис.17.27 – Виклик команди «**Перебор объектов**» з контекстного меню

3. Перебирайте об'єкти, натискаючи клавішу <Пробел> або викликаючи команду «**Следующий объект**» з контекстного меню. Об'єкти, на які указував курсор у момент виклику команди перебору, по черзі підсвічуватимуться.
4. Після підсвічування потрібного об'єкта вийдіть з режиму перебору з підтвердженням вибору. Для цього викличте команду «**Выбрать подсвеченный объект**», що підсвічується, з контекстного меню або натисніть клавішу <Enter>. Можна також клацнути мишею на об'єкті, що підсвічується, або в будь-якому вільному місці вікна документа.
5. Для виходу з режиму перебору без вказівки об'єкту викличте з контекстного меню команду «**Отказ от перебора**». Можна також


натиснути клавішу <Esc>. Якщо перебір використовувався для вказівки об'єкту при виконанні якої-небудь команди, система повернеться до цієї команди.

17.6.2. Установка фільтрів виводу

Іноді потрібно вивести документ так, щоб деякі об'єкти оформлення або деякі графічні об'єкти не були надруковані. Керування виведенням об'єктів документа проводиться в діалозі, що викликається командою «Сервіс» ➤ «Фільтри вивода на печать». У цьому діалозі можна включити або відмінити друк різних об'єктів.

17.7. Вибір об'єктів у Дереві побудови

Щоб вказати або виділити об'єкт у **Дереві побудови**, клацніть мишею по його назві або піктограмі. Таким способом можна виділити або вказати компонент збірки, сполучення, ескіз, допоміжний або формоутворювальний елемент (наприклад, елемент, приклеєний операцією обертання, або отвір, або фаску).

 Вказівка і виділення об'єктів у **Дереві побудови** може проводитися тільки в режимі тривимірних побудов. Якщо система знаходиться в режимі ескиза, вказівка і виділення об'єктів у Дереві побудови неможливі (не дивлячись на те, що **Дерево** видно на екрані).

При вказівці або виділенні будь-якого об'єкту **Дерева** відповідна йому частина моделі підсвічується у вікні моделі. Щоб виділити декілька об'єктів в Дереві побудови, натисніть клавішу <Ctrl> і, утримуючи її, указуйте потрібні об'єкти.

Щоб виділити в **Дереві побудови** групу об'єктів, розташованих підряд один за одним, виділіть перший (останній) з цих об'єктів, натисніть і утримуйте клавішу <Shift>, потім виділіть останній (перший) об'єкт. Виділення буде поширено на всі об'єкти групи.

17.7.1. Вибір об'єктів

Для виконання багатьох команд побудови моделей, а також сервісних команд потрібна вказівка або виділення об'єктів - ескізів, вершин, ребер і граней, допоміжних елементів, деталей і підзбірок. Виділення об'єктів відбувається, коли не активна жодна команда тривимірних побудов. Об'єкти виділяють для того, щоб їх проглянути, або перед викликом якої-небудь команди. Наприклад, елемент потрібно виділити для того, щоб викликати команду редагування його параметрів. Після того, як об'єкт виділений будь-яким способом, відповідна йому піктограма в **Дереві побудови** моделі з синьої перетворюється на зелену. Наприклад, при виділенні отвору під штифт у призмі (рис. 17.28) колір змінює піктограма операції, що утворила цей елемент.

Вказівка елементів відбувається у процесі завдання параметрів дійсної команди. Наприклад, після виклику команди створення елемента по перетинах потрібно послідовно вказувати ескізи-перетини; після виклику команди перевірки перетинів компонентів збірки потрібно вказати компоненти, які потрібно перевірити на перетин. Після того, як об'єкт вказаний будь-яким способом, відповідна йому піктограма в **Дереві побудови** моделі з синьої перетворюється на червону. Наприклад, при вказівці грані колір змінює піктограма операції, що утворила цю грань, а при вказівці ескіза колір змінює піктограма цього ескізу.

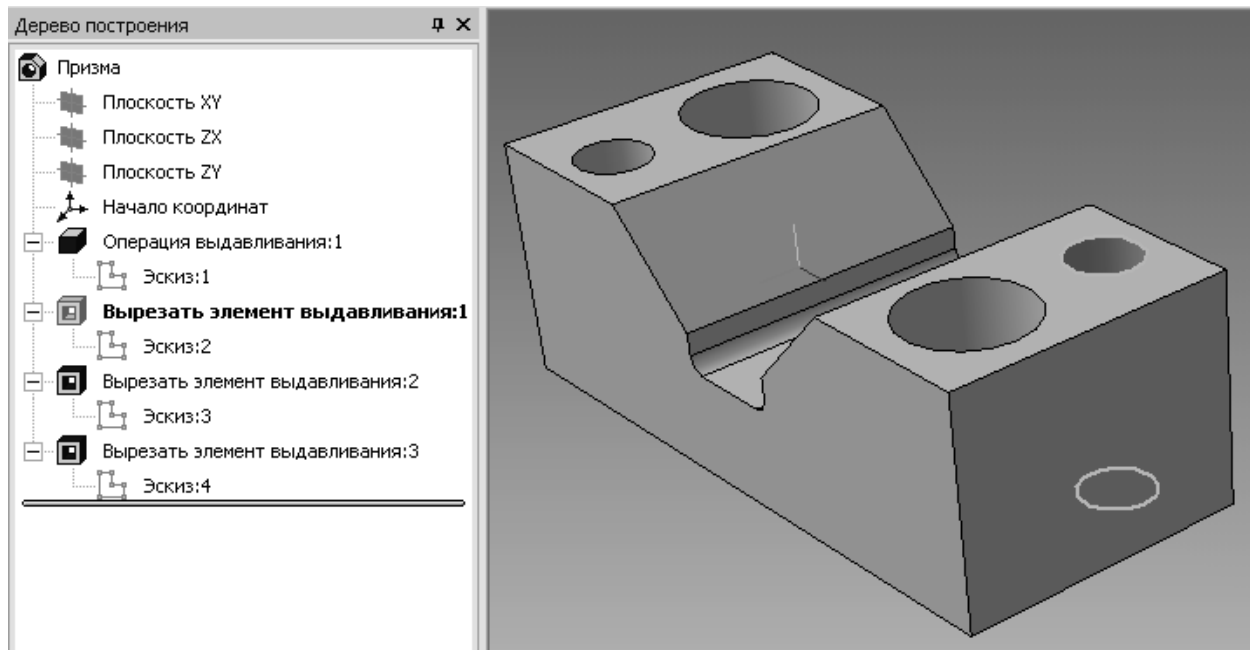


Рис.17.28 – Виділення об'єктів у Дереві побудови

Залежно від виконуваної команди потрібне виділення і/або вказівка об'єктів у вікні редагування моделі або в Дереві побудови; для виконання ж більшості команд не має значення, де вказаний об'єкт - це визначає користувач з міркувань зручності.

17.8. Настройка кольору фону екрану для моделей

Цей діалог з'являється на екрані після виклику команди **«Сервис»** ➤ **«Параметры»** ➤ **«Система»** ➤ **«Экран»** ➤ **«Фон рабочего поля моделей»** (рис.17.29), дозволяє вибрати кольори для фону робочого поля моделей.

Опис елементів керування наведений у табл. 17.2.

Таблиця 17.2 - Опис елементів керування кольором фону екрану для моделей

<i>Елемент керування</i>	<i>Опис елементів</i>
«Цвет окна, установленный в Windows»	Щоб колір фону відповідав загальним колірним настройкам Windows, включіть цю опцію. Щоб вибрати колір фону робочого поля, який відрізнятиметься від колірних настройок Windows, вимкніть опцію.
«Цвет»	Щоб вибрати колір фону, натисніть цю кнопку. Відкриється стандартний діалог вибору кольору. Елемент керування доступний при вимкненій опції «Цвет окна» , встановлений у Windows.
«Использовать градиентный переход»	Щоб використовувати градієнтний перехід, включіть цю опцію. При роботі з тривимірними моделями верхня і нижня частини поля документа будуть забарвлені у вибрані кольори. Між ними буде плавний перехід від одного кольору до іншого.
«Верхний цвет перехода» / «Нижний цвет перехода»	Вікна перегляду кольорів, між якими буде сформований градієнтний перехід. Щоб вибрати ці кольори, натисніть відповідні кнопки «Цвет»

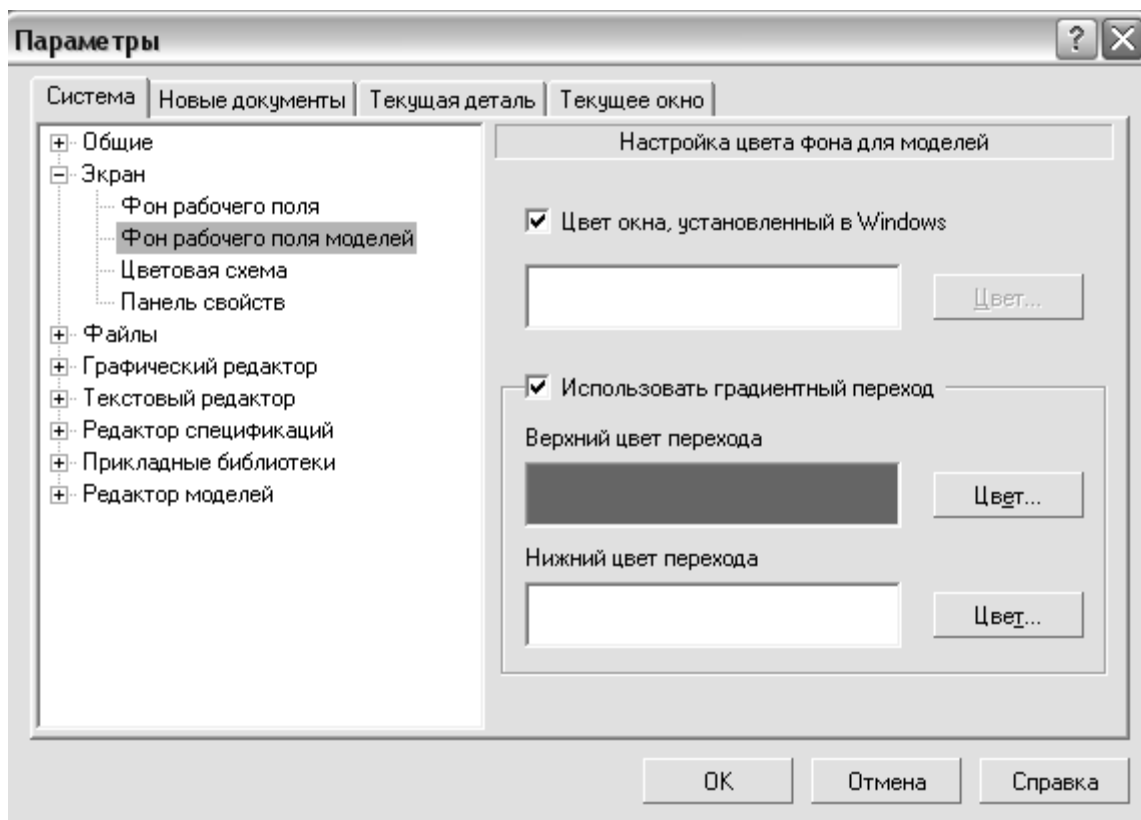


Рис.17.29 – Діалогове вікно **«Параметри»** при настроюванні кольору фону робочого поля моделей

Після завершення настройки кольорів фону для моделей натисніть кнопку ОК. Для виходу з діалогу без збереження змін натисніть кнопку **«Отмена»**.

17.9. Настройка цвета выделенных объектов

За замовчанням виділені об'єкти відображаються у вікні моделі зеленим кольором, а підсвічені (при вказівці чи динамічному пошуку) – червоним. Для того, щоб змінити кольори, які використовуються для виділення та підсвічування тримірних об'єктів, необхідно скористатися командами **«Сервис»» «Параметры» » «Система» » «Редактор моделей» » «Редактирование»** (рис.17.30).

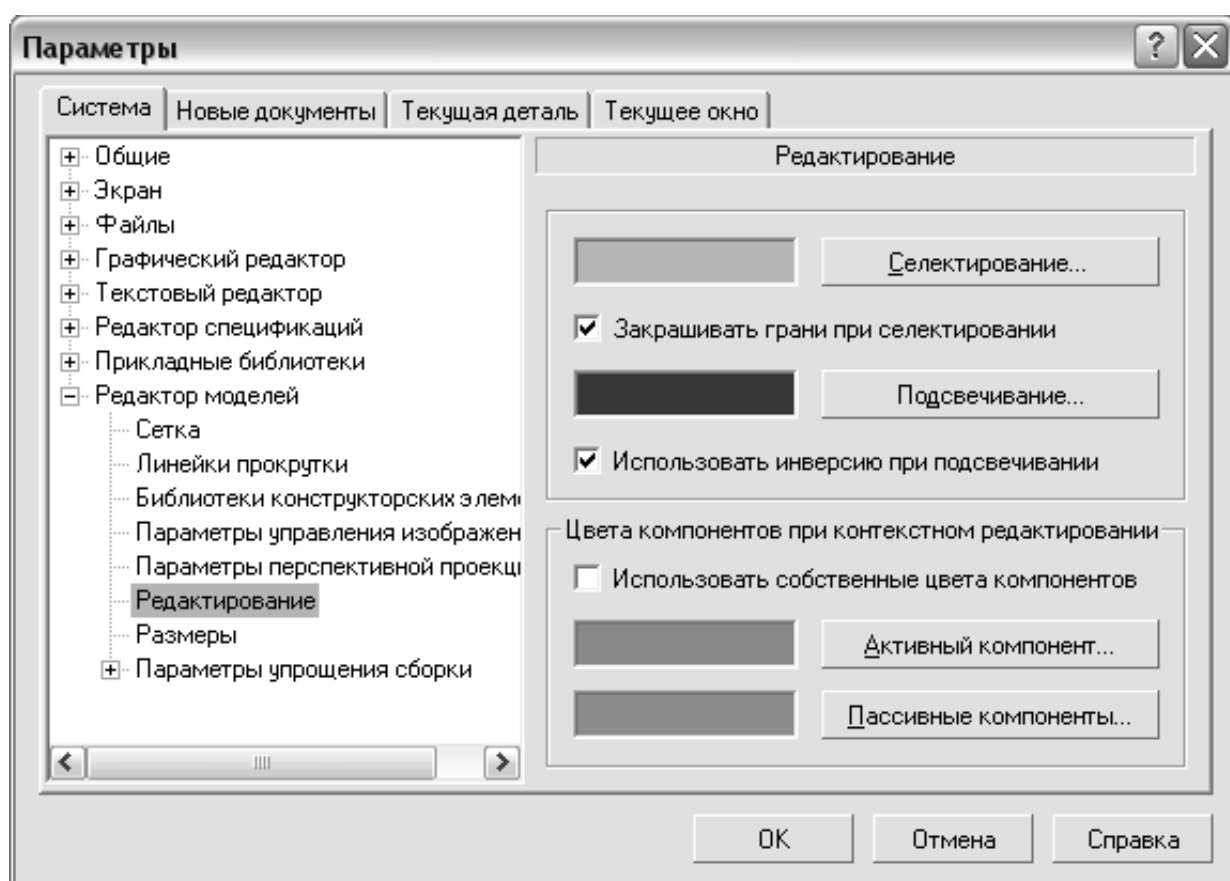


Рис.17.30 - Діалогове вікно **«Параметры»** при настроюванні кольору виділених чи підсвічених об'єктів

Опис елементів керування наведений у табл. 17.3.

Таблица 17.3 - Опис елементів керування кольором виділених чи підсвічених об'єктів

Елемент керування	Опис елементів
«Селектирование»	Ця кнопка призначена для настройки кольору виділених об'єктів
«Закрашивать грани при селектировании»	Цю опцію необхідно включити для того, щоб грані, виділені у вікні моделі, а також грані, що належать элементам та

<i>Елемент керування</i>	<i>Опис елементів</i>
	компонентам, виділеним в Дереві побудови, залились кольором, вибраним для селектування. При вимкненій опції виділяються тільки ребра граней.
«Подсвечивание»	Ця кнопка призначена для настройки кольору підсвічених об'єктів. Вибраний колір буде використовуватись при вказівці об'єктів, а також при підсвічуванні об'єктів у час динамічного пошуку.
«Использовать инверсию при подсвечивании»	Опція, що вмикає інверсне динамічне підсвічування ребер замість підсвічування постійним кольором. Її рекомендується включати при роботі зі складними збірками – це дозволяє прискорити динамічний пошук.

17.10. Керування видимістю об'єктів

Допоміжні осі, площини, особливо коли їх багато в моделі, не задіяні у виконанні операцій ескізи, компоненти (деталі або підзбірки) іноді заважають перегляданню зображення моделі. Для зручності роботи з моделлю можна зробити невидимим будь-який з цих об'єктів, при цьому він як і раніше враховуватиметься в ієрархії, і його похідні об'єкти відображатимуться коректно.

Для того, щоб скрити об'єкт чи декілька об'єктів, виділіть їх і викличте з контекстного меню команду **«Скрыть»**, натиснувши ПрК миші. Коли об'єкти стануть невидимими, відповідні ним піктограми залишаться на своїх місцях в Дереві побудови, але відображатимуться світло-блакитним кольором (рис.17.31).

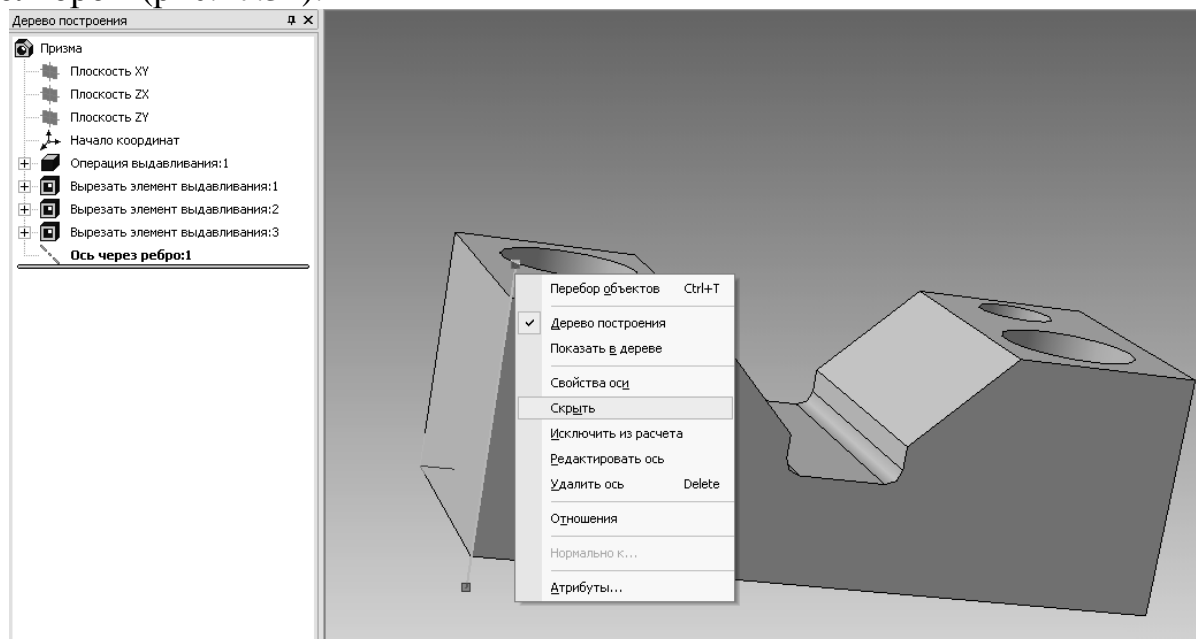



Рис.17.31 – Керування видимістю осі через ребро призми за допомогою контекстного меню








Іноді потрібно викликати команду **«Обновить изображение»** для того, щоб фантом прихованого елемента повністю зник з екрану. Щоб зробити приховані об'єкти видимими, виділіть їх в Дереві побудови і викличте з контекстного меню команду **«Показать»**. Об'єкти стануть видимими.

 Зверніть увагу на те, що тіло деталі завжди відображається і зникає цілком, навіть тоді коли при виклику команди **«Показать»** чи **«Скрыть»** була виділена окрема формоутворююча операція. Теж саме відноситься до поверхонь. Для решти об'єктів таких як допоміжні осі, спіралі, ломані і т.п., у вікні моделі після виклику команди **«Показать»** чи **«Скрыть»** з'являються чи зникають тільки вказані об'єкти.

Для того, щоб приховати одночасно всі:

- ✓ початки координат;
- ✓ допоміжні осі;
- ✓ допоміжні площини;
- ✓ незадіяні в операціях ескізи;
- ✓ поверхні;
- ✓ зображення різьби;
- ✓ просторові криві

скористайтесь для цього командами з меню Сервіс:

-  **«Скрыть начала координат»,**
-  **«Скрыть конструктивные оси»,**
-  **«Скрыть конструктивные плоскости»,**
-  **«Скрыть эскизы»,**
-  **«Скрыть поверхности»,**
-  **«Скрыть изображения резьбы»,**
-  **«Скрыть пространственные кривые».**

Після виклику будь-якої з цих команд ховаються всі об'єкти відповідного типу, що існують в моделі. При цьому поряд з назвою команди в меню з'являється "галочка", що свідчить про те, що об'єкти приховані.

Для того, щоб показати всі одночасно приховані об'єкти певного типу, повторно викличте з меню **«Сервис»** відповідну команду.

17.11. Керування відображенням елементів

Для кожної окремої грані можна задавати властивості поверхні (колір, ступінь блиску і т.д.), що відрізняються від встановлених для всієї деталі властивостей поверхні.

Щоб змінити колір або інші властивості грані, виділіть її у вікні деталі і викличте з контекстного меню команду **«Свойства грани»**. На Панелі властивостей з'являться елементи керування, що дозволяють задавати властивості грані. Якщо грань має той же колір, що і вся деталь, в діалозі включена опція **«Использовать цвет источника»**. Щоб змінити колір, вимкнете цю опцію. У діалозі стануть доступними розкритий список **«Цвет»**

і панель **«Оптические свойства»**. На ній знаходяться декілька "бігунків" для керування оптичними характеристиками поверхні, за допомогою яких можна вибрати будь-який із запропонованих в списку кольорів для відображення грані. Переміщуючи "бігунки" або вводячи процентні значення у відповідні поля, можна змінювати оптичні властивості поверхні (блиск, дзеркальність, дифузію і т.п.). У вікні перегляду відображається сфера з вказаними в діалозі властивостями поверхні, це дозволяє візуально оцінити внесені до властивостей грані зміни (рис.17.32).

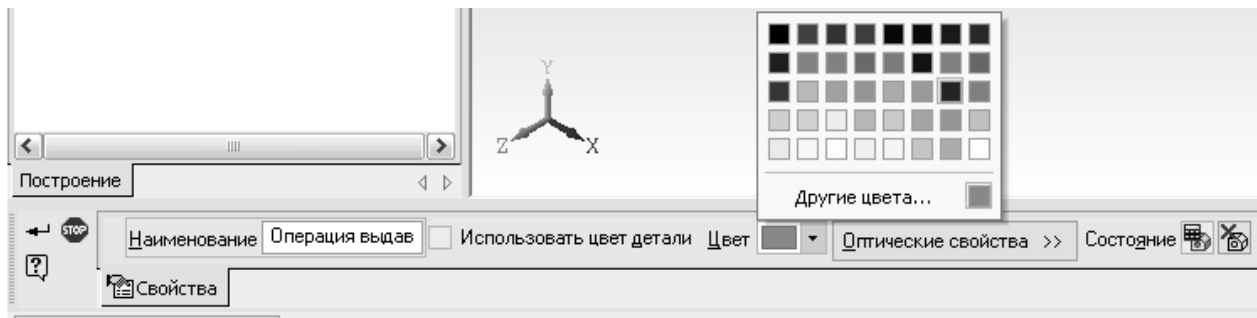


Рис.17.32 – Панель властивостей з елементами керування відображенням елементів деталі

Після вказівки потрібних властивостей натисніть кнопку **«Создать объект»** на **Панелі спеціального керування**. Грань буде перерисована відповідно до нових налаштувань.

Можна змінити властивості поверхні не тільки для окремої грані, але й для всіх граней формоутворювального елемента одночасно. Для цього виділіть елемент в Дереві побудови і викличте з контекстного меню команду **«Свойства элемента»** або виділіть у вікні деталі будь-яку грань або ребро елемента і викличте з контекстного меню команду **«Свойства исходного элемента»**.

На Панелі властивостей з'являться елементи керування, аналогічні налаштуванням властивостей грані. Після вказівки потрібних властивостей елемента натисніть кнопку **«Создать объект»** на Панелі спеціального керування. Всі грані елемента перерисовують відповідно до нових налаштувань, при цьому власні налаштування окремих граней враховуватися не будуть (їх замінять однакові для всіх граней елемента налаштування).

Якщо потрібно встановити колір деталі для допоміжного елемента, початку координат, проекційної площини або ескізу, викличте команду налаштування властивостей об'єкта і включіть опцію **«Использовать цвет детали»** на Панелі властивостей.

При роботі із збіркою ви можете змінювати властивості її об'єктів (допоміжних і проекційних площин, вирізаних із збірки формоутворювальних елементів і т.п.) в діалогах налаштування властивостей цих об'єктів. Робота з цими діалогами не відрізняється від роботи з діалогами налаштування властивостей об'єктів деталі.

Крім того, працюючи зі збірками, можна настроювати кольори її компонентів (деталей і підзбірок). Це зручно використовувати, якщо потрібне наочніше представлення моделі: наприклад, можна вибрати однаковий колір для всіх кріпильних деталей, наявних у збірці і т.п.

Щоб настроїти колір компоненту, виділіть його в Дереві побудови і викличте з контекстного меню команду **«Свойства компонента»**. На Панелі властивостей з'являться елементи керування, аналогічні настройці властивостей грані. Встановіть колір вибраного компоненту і натисніть кнопку **«Создать объект»** на Панелі спеціального керування. Зображення моделі буде перерисоване.

17.12. Діалог настройки кольору моделі

За допомогою цього діалогу можна задати колір і властивості поверхні деталі, а також будь-якої окремої грані. Цей діалог з'являється на екрані після виклику команди **«Сервис»** > **«Параметры»** > **«Новые документы»** > **«Модель»** > **«Деталь»** (**«Сборка»**) > **«Цвет»** (рис.17.33).

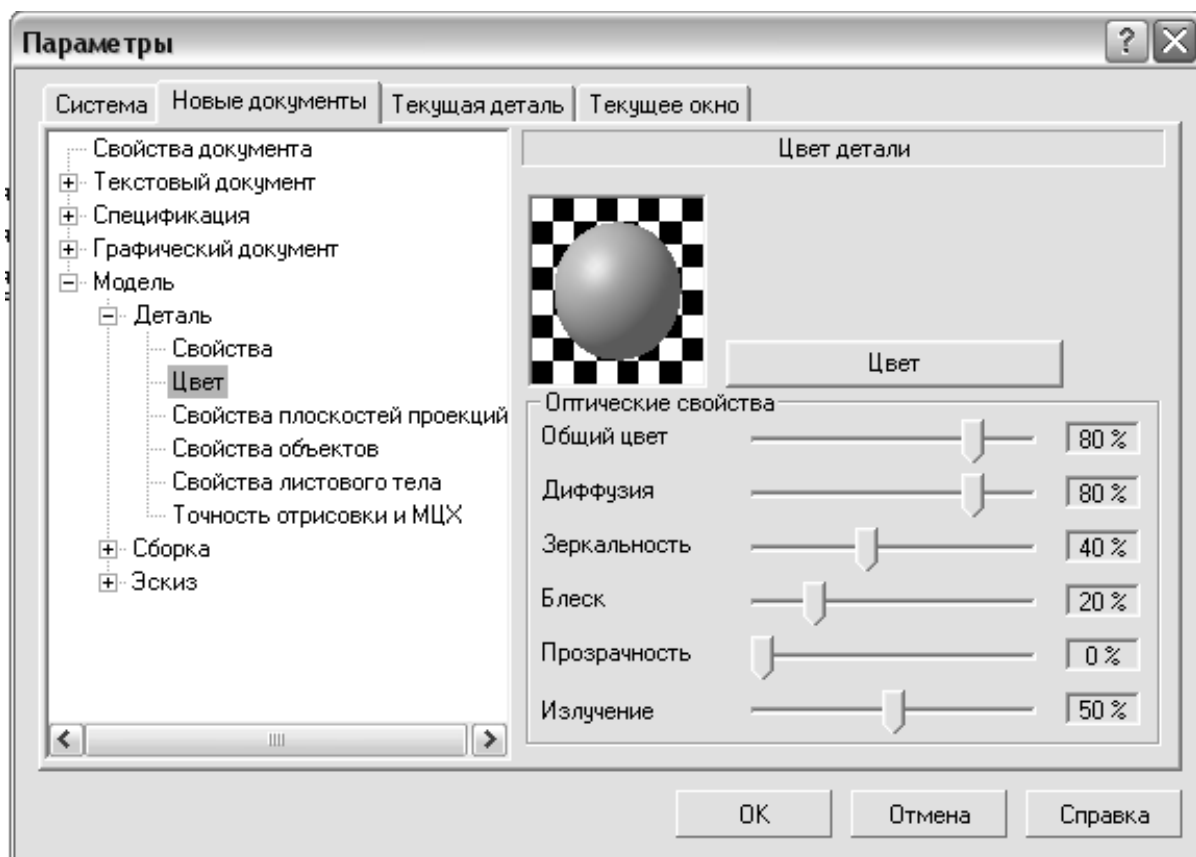


Рис.17.33 – Діалогове вікно **«Параметры»** з відкритими вкладками для настройки кольору моделі

Опис елементів керування наведений в табл. 17.4.

Таблиця 17.4 - Опис елементів керування настройки кольору моделі

Елемент керування	Опис елементів
«Общий цвет», «Диффузия», «Зеркальность», «Блеск», «Прозрачность», «Излучение»	Щоб задати параметри, перемістите на потрібну відстань відповідний "повзунок". Числове значення параметра відображатиметься в довідковому полі.
«Цвет»	Для вибору кольору моделі натисніть цю кнопку.

Або необхідно виділити дійсну модель в Дереві побудови і клацнув ПрК миші, викличте команду «*Свойства детали/сборки*» з контекстного меню (рис.17.34).

Після виконаних операцій з'явиться Панель властивостей для даної моделі на якій є опція «*Оптические свойства*». Якщо вона не активна клацніть по подвійній стрілці >> для того щоб опція розгорнулася (рис.17.35).

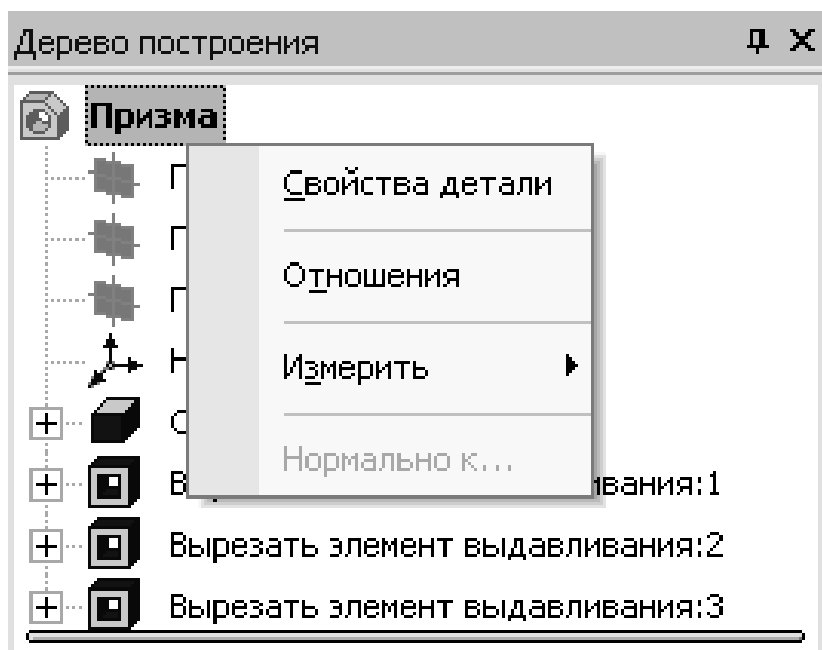


Рис.17.34 – Виклик діалогу настройки кольору моделі через контекстне меню Деревя побудови

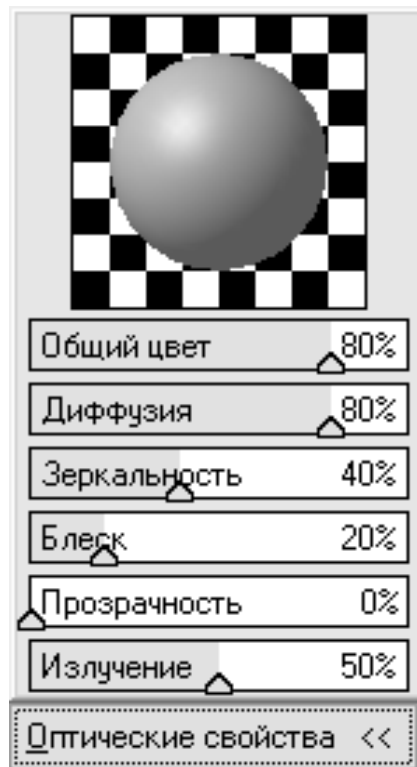



Рис.17.35 - Опція «*Оптические свойства*» на Панелі властивостей

У вікні перегляду відображається сфера з вказаними в діалозі властивостями поверхні; це дозволяє візуально оцінити внесені зміни.

Настроївши колір моделі, натисніть кнопку ОК діалогу.

 Для збірки настройка кольору має особливості. Деталі, що входять до її складу, зберігатимуть власні кольори. Зроблені настройки стосуватимуться тільки настройок, виконаних безпосередньо в збірці.

Для виходу з діалогу без зміни властивостей деталі натисніть кнопку «*Отмена*».

? КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Як створити файл моделі?
2. За допомогою якої команди можна обертати 3D-модель?
3. Які команди відповідають різним відображенням 3D-моделі?
4. З яких інструментальних панелей складається Компактна панель в режимі створення 3D-моделі?
5. Які види курсора миші існує при обертанні 3D-моделі?
6. Для чого необхідні фільтри об'єктів? Перелічить всі панелі фільтрів.
7. Для чого потрібне Дерево побудови?

18. ОСНОВНІ ПРИЙОМИ МОДЕЛЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ

18.1. Вимоги до ескізів

Як правило, ескіз є перетин об'ємного елементу. Рідше ескіз є траєкторією переміщення іншого ескізу - перетину. Для створення об'ємного елемента підходить не будь-яке зображення в ескізі. Воно повинне підкорятися деяким правилам.

Одним з основних понять при описі ескізу є *контур*. Цей термін часто використовується в повідомленнях системи. Значення цього терміну при роботі з тривимірними моделями відрізняється від його значення при «плоскому» кресленні. Якщо при роботі в графічному документі (фрагменті або кресленні) контур - це єдиний графічний об'єкт, то при роботі в ескізі під контуром розуміється будь-який лінійний графічний об'єкт або сукупність послідовно сполучених лінійних графічних об'єктів (відрізків, дуг, сплайнів, ламаних і т.д.).

1. Контури в ескізі не перетинаються і не мають загальних точок.
2. Контур в ескізі зображується стилем лінії «*Основная*».

18.1.1. Вимоги до елементу витискування

Вимоги до ескізу для основи-елемента витискування і приклеюваного (вирізуваного) елемента витискування дещо розрізняються.

Вимоги до ескізу основи

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

Вимоги до ескіза приклеюваного (вирізуваного) елемента

1. В ескізі може бути один або декілька контурів.
2. Якщо контур один, то він може бути розімкненим або замкнутим.
3. Якщо контурів декілька, вони повинні бути або всі замкнуті, або всі розімкнені.
4. Допускається будь-який рівень вкладеності контурів.

18.1.2. Вимоги до елемента обертання

Вісь обертання повинна бути зображена в ескізі відрізком із стилем лінії «*Осевая*».

1. Вісь обертання повинна бути одна.
2. В ескізі може бути один або декілька контурів.
3. Всі контури повинні лежати по один бік від осі обертання.
4. Жоден з контурів не повинен перетинати вісь обертання (відрізок із стилем лінії *Осьова* або його продовження).

5. Якщо контур один, він може бути розімкненим або замкнутим. Якщо контурів декілька, всі вони повинні бути замкнуті.
6. Якщо в ескізі основи декілька контурів, один з них повинен бути зовнішнім, а інші - вкладеними в нього.
7. В ескізі основи допускається один рівень вкладеності контурів. В ескізі приклеюваного (вирізуваного) елемента допускається будь-який рівень вкладеності контурів.

18.1.3. Вимоги до кінематичного елемента

При формуванні кінематичного елемента використовуються перетин і траєкторія. Перетин завжди лежить в одному ескізі. Траєкторія може лежати в одному або декількох ескізах або складатися з ескізів, ребер і просторових кривих. Спосіб завдання траєкторії не впливає на вимоги, що ставляться до неї.

18.1.3.1. Вимоги до ескізу перетину

В ескізі-перетині може бути тільки один контур. Контур може бути розімкненим або замкнутим.

Вимоги до траєкторії.

Якщо траєкторія складається з *одного ескіза*, повинні виконуватися наступні умови.

1. В ескізі-траєкторії може бути тільки один контур.
2. Контур може бути розімкненим або замкнутим.
3. Якщо контур розімкнений, його початок повинен лежати в площині ескізу - перетину.
4. Якщо контур замкнутий, він повинен перетинати площину ескізу - перетину.
5. Ескіз-траєкторія повинен лежати в площині, не паралельній площині ескізу - перетину і не співпадаючий з нею.

Якщо траєкторія складається з *декількох ескізів*, повинні виконуватися наступні умови:

1. У кожному ескізі-траєкторії може бути тільки один контур. Контур повинен бути розімкненим.
2. Контури в ескізах повинні з'єднуватися один з одним послідовно (початкова точка одного співпадає з кінцевою точкою іншого).
3. Якщо ескізи утворюють замкнуту траєкторію, то вона повинна перетинати площину ескізу - перетину.
4. Якщо ескізи утворюють незамкнуту траєкторію, то її початок повинен лежати в площині ескізу - перетину.
5. Контур, який створює початок траєкторії, не повинен лежати в площині, паралельній площині перетину або співпадаючою з нею.

18.1.3.2. Вимоги до ескізів перетинів

Ескізи можуть бути розташовані в довільно орієнтованих площинах. У кожному ескізі може бути тільки один контур.

У крайніх (першому і останньому) ескізах може бути по одній точці (замість контуру). Контури в ескізах повинні бути або всі замкнуті, або всі розімкнені.

Вимоги до ескізу прямої:

1. В ескізі може бути тільки один контур.
2. Контур в ескізі повинен бути сплайном (NURBS або криву Безьє).
3. Контур може бути розімкненим або замкнутим.
4. Якщо контур розімкнений, його кінцеві точки повинні лежати в площинах першого і останнього ескізів перетинів.
5. Якщо контури перетинів замкнуті, то ескіз повинен перетинати площини ескізів перетинів усередині контурів перетинів або в точках, що належать цим контурам.
6. Якщо контури перетинів розімкнені, то ескіз повинен перетинати контури ескізів перетинів.
7. Ескіз повинен лежати в площині, не паралельній площинам ескізів перетинів.

18.2. Загальні властивості формоутворюючих елементів

Після виклику команди створення формоутворюючого елемента на **Панелі властивостей** з'являються вкладки, що містять поля і перемикачі для керування параметрами елемента. На вкладці **«Параметри»** відображаються параметри операції, що формує елемент, а на вкладці **«Тонкая стенка»** - тонкої стінки, утвореної на основі поверхні цього елемента (рис. 18.1).

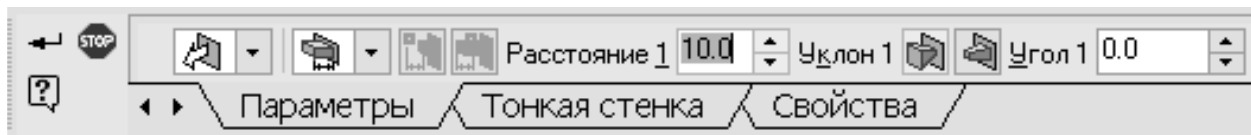


Рис. 18.1 – Панель властивостей при виконанні команди **«Операция выдавливания»**

Всі значення параметрів при їх введенні й редагуванні негайно відображаються на екрані у вигляді фантому елемента. Фантом дозволяє візуально проконтролювати правильність завдання параметрів (рис.18.2).

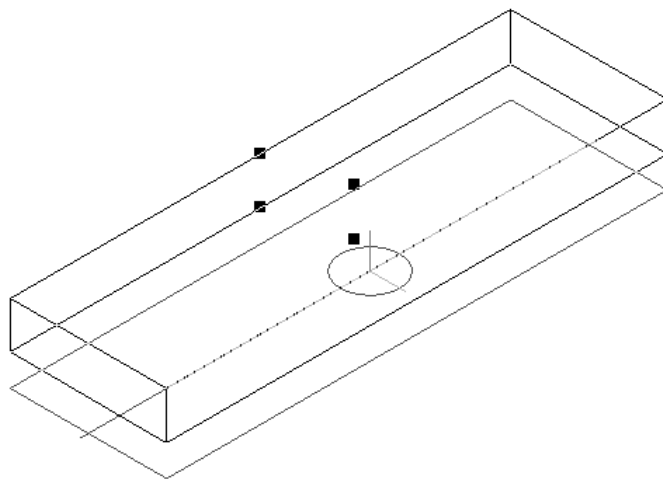



Рис.18.2 – Фантом створюваної деталі за допомогою команди **«Операция выдавливания»**

Після введення всіх параметрів елемента його можна зафіксувати в моделі, натиснувши кнопку **«Создать объект»** - . Автоматичне створення формоутворюючих елементів не передбачене.

18.2.1. Створення основи деталі

Побудова тривимірної моделі деталі починається із створення основи - її першого формоутворюючого елемента. Основа є у будь-якої деталі. Вона завжди одна.

Як основа можна використовувати будь-який з чотирьох типів формоутворюючих елементів: **«элемент выдавливания»**, **«элемент вращения»**, **«кинематический элемент»** і **«элемент по сечениям»**. Крім того, основою деталі може стати інша (існуюча) деталь.

Для створення моделі необхідно приблизно уявляти конструкцію майбутньої деталі. Для цього потрібно розбити майбутню деталь на складові її формоутворюючі елементи (паралелепіеди, призми, циліндри, конуси, тора, кінематичні елементи і т.д.) і виключити з цієї конструкції фаски, скруглення, проточки та інші дрібні конструктивні елементи. Найчастіше як основу використовують найбільший з цих елементів. Якщо у складі деталі є декілька зіставних за розмірами елементів, як основу можна використовувати будь-який з них.

Іноді як основу застосовують простий елемент (наприклад, паралелепіед, циліндр), описаний навколо проектованої деталі (або її частини). У деяких випадках можна вибрати основу, уявивши технологічний процес її виготовлення.


Взагалі можна сказати, що універсальних рекомендацій з вибору основи деталі немає. Цей процес виробляє сам конструктор за зручним йому порядком моделювання після самостійного створення декількох моделей.

18.2.2. Створення ескізу основи

Побудова будь-якої основи починається із створення ескізу. Ескіз розташовується на площині. Як правило, для побудови ескізу основи вибирають існуючу у файлі деталі проекційну площину.

Вибір площини для побудови ескізу основи не впливає на подальший порядок побудови моделі і її властивості. Проте від нього залежить положення деталі при виборі стандартної орієнтації (рис. 18.3). Наприклад, якщо ескіз-перетин елемента витискування побудований у площині ХУ, то проекція елемента на вигляді спереду співпадатиме з формою ескізу.

Перед створенням ескізу основи необхідно виділити в **Дереві побудови** потрібну площину. Ескіз зручно будувати, коли його площина співпадає з площиною екрану. Якщо площина ескізу перпендикулярна до площини екрану, побудова неможлива.

Щоб створити ескіз у виділеній площині, викличте команду **«Операции»** ➤ **«Эскиз»** або натисніть кнопку **«Эскиз»** -  на панелі **«Текущее состояние»**. Команду **«Эскиз»** можна також викликати з контекстного меню (рис.18.4), для цього необхідно виділити потрібну площину і після цього в будь-якому місці екрану натиснути ПрК миші.

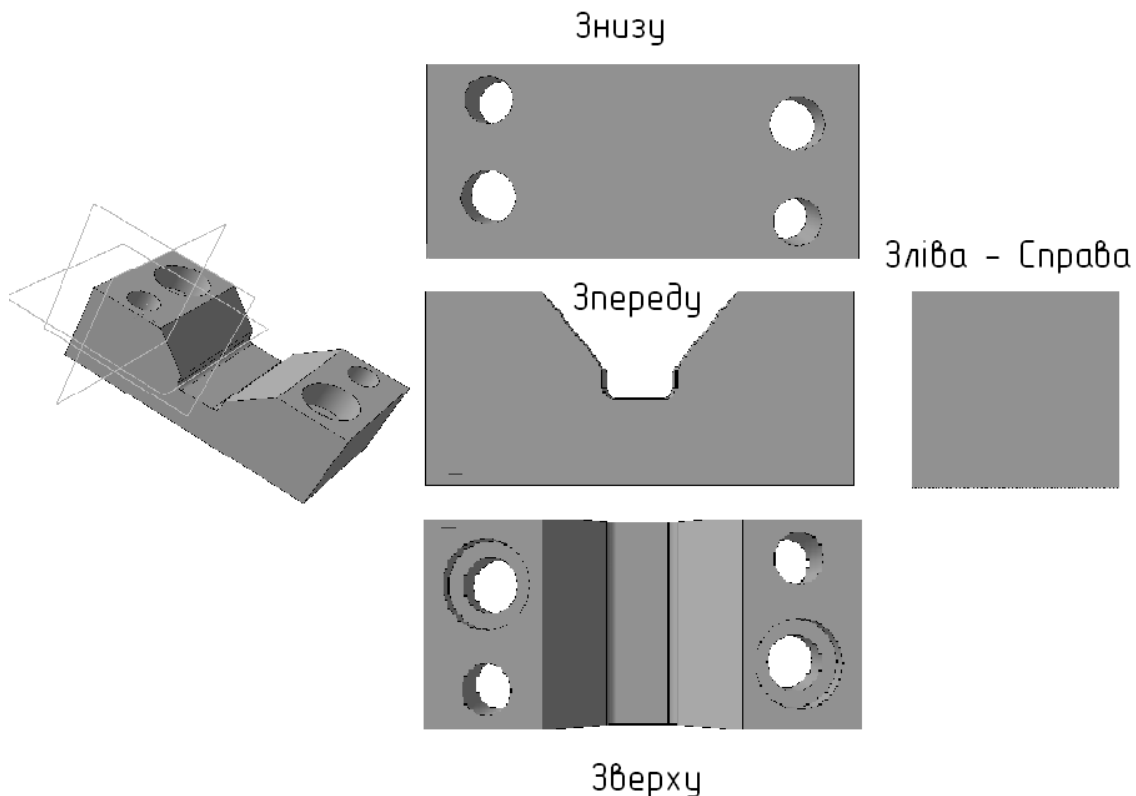


Рис. 18.3 - Положення деталі щодо площин проекцій

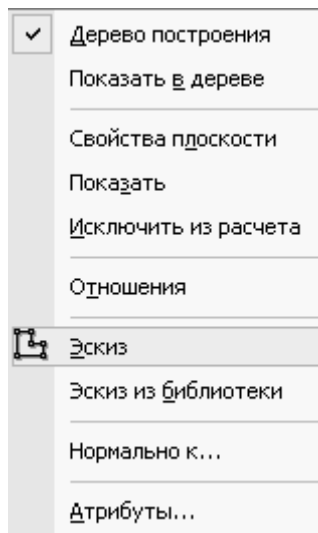


Рис. 18.4 – Контекстне меню для виклику команди «*Эскиз*»

Можна не створювати новий, а використовувати вже існуючий ескіз в бібліотеці.

Система перейде в режим редагування ескізу. Режим редагування ескізу практично не відрізняється від режиму редагування фрагмента. В ньому доступні всі команди створення і редагування графічних об'єктів, виділення, вимірювань, простановки розмірів, накладення параметричних зв'язків і обмежень.

Виняток становлять команди створення таблиць і технологічних позначень у фрагменті, які в режимі редагування ескізу відсутні. Це пов'язано з тим, що ці об'єкти при переміщенні ескізу не беруть участь в утворенні форми тривимірного елементу, і на відміну від розмірів вони не визначають конфігурацію ескізу.

Ескіз може містити текст. При виході з режиму редагування ескізу всі тексти в ньому перетворюються в один або декілька контурів, які складаються з NURBS.

Якщо в ескіз потрапили таблиця або технологічне позначення (наприклад, вони були скопійовані через буфер обміну з графічного документа), це не перешкоджає подальшій роботі. Такі об'єкти не враховуються при утворенні об'ємного елементу. У ескізі вони зберігаються. Їх можна проглянути при редагуванні ескізу. Якщо ж в ескіз випадково потрапить текст, то це приведе до появи додаткових контурів, які можуть спотворити результат операції або зробити її виконання неможливим.

За замовчанням в новому ескізі включений параметричний режим. Щоб створити параметричний режим в дійсному ескізі, викличте команду **«Сервис»** > **«Параметры»** > **«Текущий эскиз»** > **«Параметризация»**.

Для настройки параметричного режиму ескізів у всіх новостворюваних моделях викличте команду **«Сервис»** > **«Параметры»** > **«Новые документы»** > **«Модель»** > **«Эскиз»** > **«Параметризация»**.

Створіть в ескізі зображення перетину основи деталі (або траєкторії переміщення перетину). При необхідності надайте параметричні зв'язки і обмеження.

Коли створення ескізу закінчене, необхідно повернутися в режим тривимірних побудов. Для цього викличте з контекстного меню команду «*Эскиз*» або відтисніть кнопку «*Эскиз*» на **Панелі керування**. Система перейде в режим тривимірного створення. У **Дереві побудови** з'явиться піктограма нового ескізу. Вона буде виділена кольором. Ескіз підсвічуватиметься у вікні деталі.

Якщо ви плануєте відразу застосовувати ескіз для виконання операції, то користуватися командою виходу з режиму редагування ескізу не обов'язково. Викликайте команду створення формоутворювальної операції прямо з цього режиму: активізуйте панель «*Редактирование детали*» і натисніть кнопку потрібної операції.

За замовчанням система настроєна так, що при створенні нового ескізу модель автоматично повертається в орієнтацію «*Нормально к...*» по відношенню до площини ескізу, а при виході з режиму ескізу повертається в колишнє положення. Цю та інші настройки автоматичної установки орієнтації можна змінити в діалозі «*Настройки параметров управления изображением*».

18.2.3. Виконання формоутворюючих операцій

Команди створення елементів-основ знаходяться в меню «*Операции*». Кнопки для їх швидкого виклику згруповані на панелі «*Редактирование детали*» (рис. 18.5).



Рис. 18.5 - Команди побудови елементів-основ

Всі операції по створенню моделі деталі за допомогою формоутворюючих елементів зводяться до наступних кроків:

1. у новому документі 3D моделюванні в **Дереві побудови** необхідно виділити потрібну площину для створення ескізу основи деталі (рис.18.6);

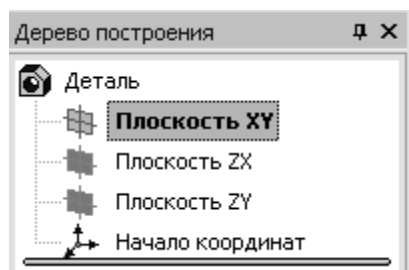



Рис.18.6 – Виділення необхідної площини у Дереві побудови

2. натиснути кнопку «Эскиз» -  на панелі «Текущее состояние»;
3. створюємо необхідний ескіз основи моделі, наприклад ескіз на рис.18.7, використовуючи панелі, що відповідні при створенні графічних об'єктів («Геометрия», «Обозначения», «Редактирование» і т.д.), які становляться активними при створенні ескізу на **Компактній панелі** при 3D моделюванні;

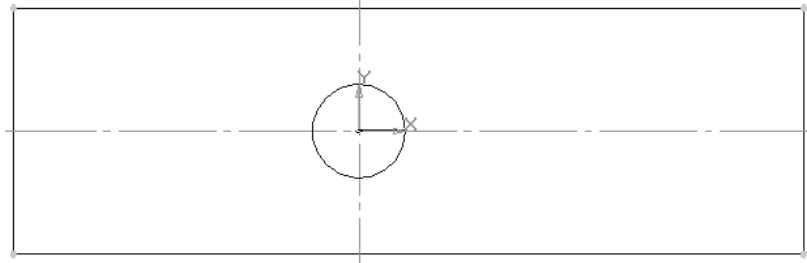



Рис. 18.7 – Приклад ескізу основи моделі прихвату

4. після того, як ескіз побудований, необхідно відтиснути кнопку «Эскиз» - . У вікні моделі з'явиться готовий вигляд основи моделі деталі з якою тепер можна здійснювати формоутворюючі операції;
5. необхідно викликати потрібну команду формоутворюючого елементу («Операция выдавливания», «Операция вращения», «Кинематическая операция» і т.д.), враховуючи відповідні вимоги, що були вищевказані у п.1;
6. внизу екрану з'явиться Панель властивостей відповідно до викликаної команди, в якій необхідно задати потрібні параметри створюваного елементу (див.рис.18.1);
7. тепер натисніть кнопку «Создать» на Панелі властивостей або сполучення клавіш <Ctrl>+ <Enter>. Створений елемент витискування з'явиться у вікні деталі, а відповідна йому піктограма - в **Дереві побудови** (рис.18.8).

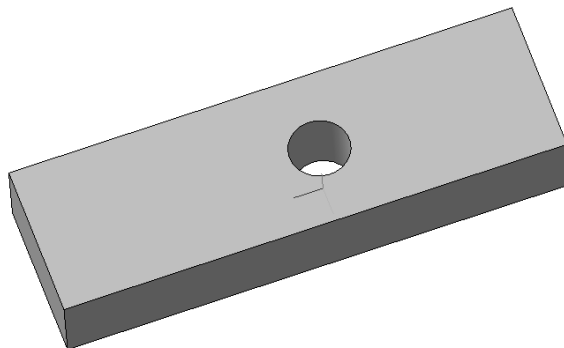
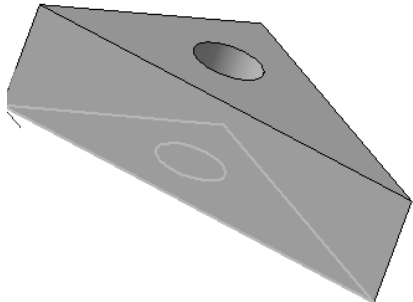
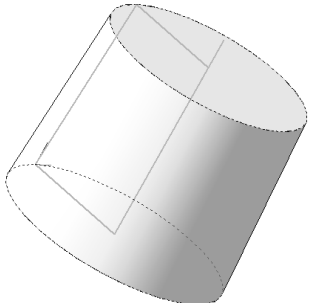
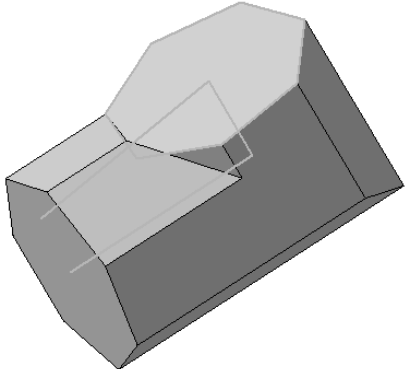
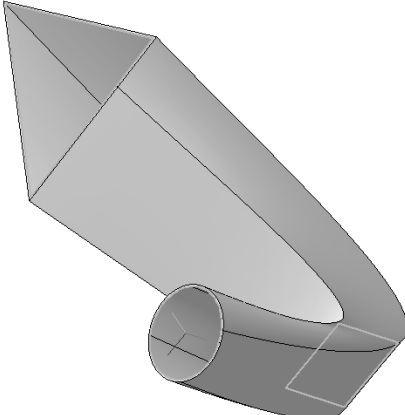


Рис. 18.8 – Приклад моделі прихвату створеної за допомогою команди «Операция выдавливания»

Нижче коротко розглянемо ці формоутворюючі елементи.

Таблиця 18.1 – Опис формоутворюючих елементів

Назва формоутво- рюючого елемента	Опис формоутворюючого елемента	Приклад отриманих моделей з ескізами, що їх утворили
Елемент витискування	Для створення основи деталі у вигляді елемента витискування викличте команду «Операция выдавливания» . Ця команда доступна, якщо в моделі ще немає основи деталі, і виділений один ескіз.	
Елемент обертання	Для створення основи деталі у вигляді елемента обертання викличте команду «Операция вращения» . В ескізі необхідна хоча б одна вісь.	
Кінематич- ний елемент	Для створення основи деталі у вигляді Кінематичного елемента викличте команду «Кинематическая операция» . Команда «Кинематическая операция» доступна, якщо в моделі ще немає основи деталі, але є не менше двох ескізів.	
Елемент по перетинах	Для створення основи деталі у вигляді елемента по перетинах викличте команду «Операция по сечениям» . Команда доступна, якщо в моделі ще немає основи деталі, але є не менше двох ескізів.	

18.2.4. Команда «Деталь-заготовка»

Зручний прийом моделювання виробів, які відрізняються лише деякими конструктивними елементами - використання як основи деталі раніше підготовленої моделі, яка є заготівкою. Модель деталі, яку потрібно використовувати як основу іншої деталі, повинна бути сформована і записана на диск у файл з будь-яким ім'ям.

Щоб використовувати готову модель деталі як основу дійсної деталі, викличте команду **«Операции»** ➤ **«Деталь-заготовка...»**. Команда **«Деталь-заготовка...»** доступна, якщо в дійсній моделі ще немає основи деталі.

Після виклику команди на екрані з'явиться стандартний діалог вибору файлів. Виберіть в ньому файл, що містить потрібну деталь. Вкажіть, чи повинна заготівка зберігати зв'язок з файлом-джерелом. Для цього активізуйте відповідний перемикач в групі **«Способ вставки»** на Панелі властивостей. Якщо потрібно, щоб основа дійсної деталі була дзеркальною копією деталі-заготівки, включите опцію **«Зеркальная деталь»**.

Вказавши параметри вставки, підтвердіть створення основи із заготівки.

Деталь-заготівка буде вставлена в поточний файл і прийнята за основу деталі. У Дереві побудови з'явиться піктограма, відповідна способу вставки: **«Заготовка, вставленная внешней ссылкой»**, **«Заготовка без истории»**.

Подальша робота з основою («приклеювання» і «вирізування» додаткових об'ємів, побудова фасок, отворів і т.д.) нічим не відрізняється від роботи з основою, отриманою шляхом операції над ескізом.

Яким би способом деталь-заготівка не вставлялася в модель, редагувати елементи заготівки в моделі неможливо. Змінити елементи можна тільки у вставлених посиланнях заготівки і лише в її файлі-джерелі.

18.2.5. Робота з іншими командами формоутворюючих елементів

Коли вже створена модель деталі, але вона не є кінцевою, для отримання необхідної форми деталі можна використовувати, крім вищеописаних, інші формоутворюючі і конструктивні команди: **«Вырезать выдавливанием»**, **«Вырезать вращением»**, **«Вырезать кинематически»**, **«Вырезать по сечения»**, **«Скругление»**, **«Фаска»**, **«Отверстие»**, **«Ребро жесткости»**, **«Оболочка»**, **«Сечение поверхностью»**, **«Сечение по эскизу»**, **«Массив по сетке»**, **«Массив по concentрической сетке»**, **«Массив вдоль кривой»**, **«Зеркальный массив»**, **«Зеркально отразит тело»** і т.д.

Методика виконання цих операцій аналогічна пункту 18.2.3. Але спочатку необхідно визначити, які команди необхідні для створення кінцевого вигляду деталі. Після того як було створено модель деталі, треба дотримуватись наступних кроків:

1. визначити, яка операція потрібна далі. Після цього необхідно виділити робочу поверхню на моделі для подальшого створення інших формоутворюючих елементів (рис.18.9);

Виділена робоча
поверхня моделі деталі

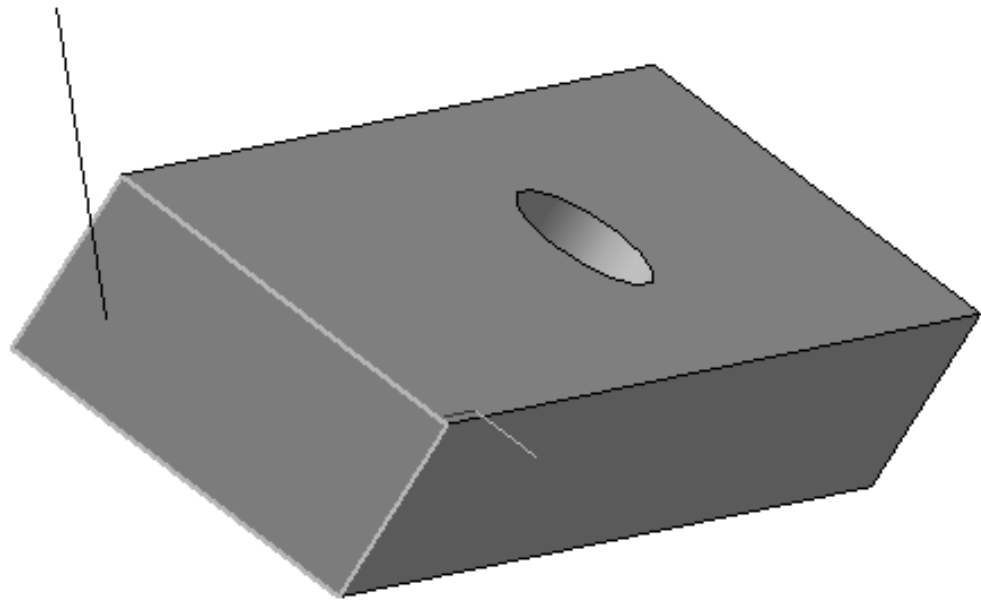



Рис.18.9 – Приклад виділення поверхні деталі, на якій необхідно створити інший формоутворюючий елемент

2. натиснути кнопку «Ескиз» -  на панелі «Текущее состояние»;
3. створюємо необхідний ескіз для виділеної поверхні (рис. 18.10);

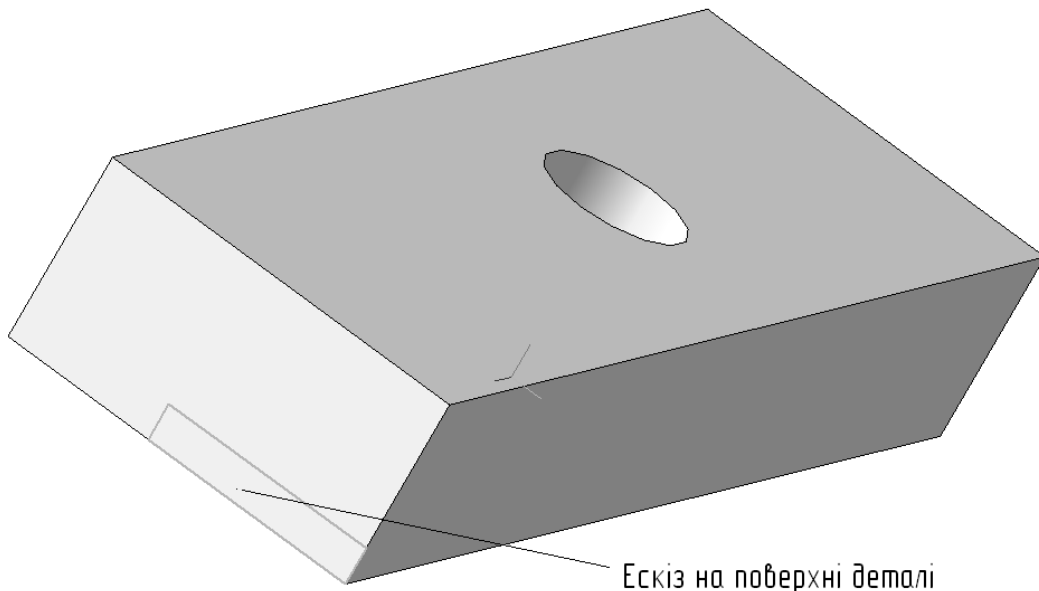



Рис.18.10 – Приклад створення ескизу на поверхні деталі

4. після того, як ескіз побудований, треба відтиснути кнопку «Ескиз» - . У вікні моделі з'явиться деталь із створеним ескизом на обраній поверхні;

5. далі необхідно вибрати потрібну операцію формоутворюючих чи конструктивних команд, наприклад «**Вырезать выдавливанием**». В результаті буде отримана якась модель деталі (рис. 18.11);

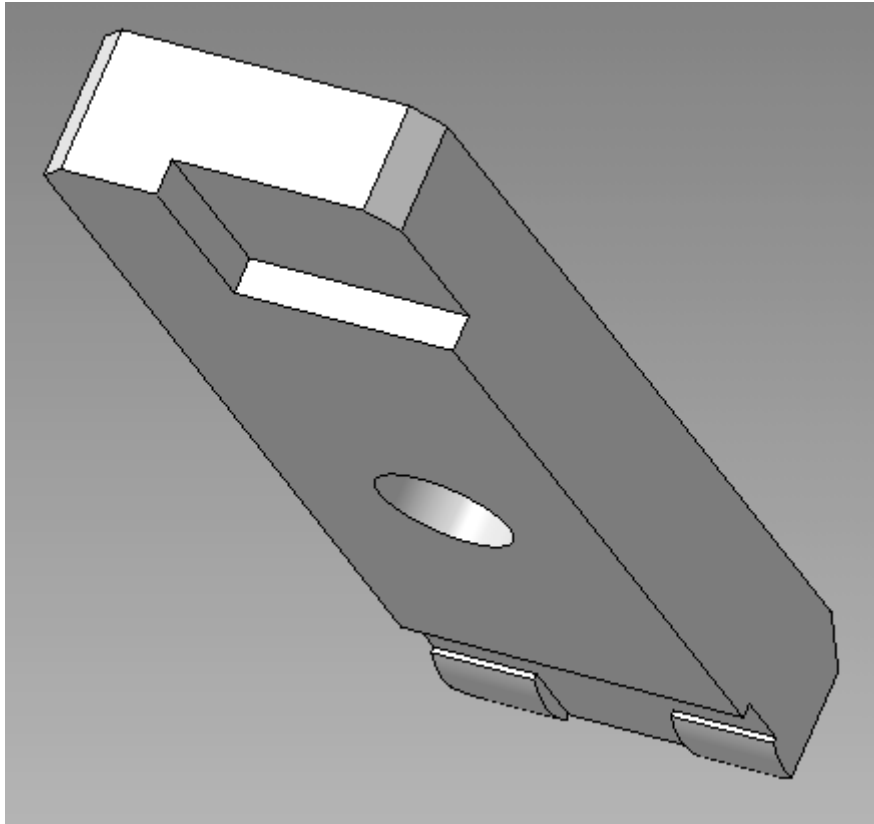


Рис.18.11 - Отримана модель деталі після виконання команди « **Вырезать выдавливанием** »

6. якщо модель не має кінцевого вигляду аналогічно пунктам 1-5, можна здійснювати операції за допомогою інших команд, поки не буде отримана необхідна деталь (рис.18.12):

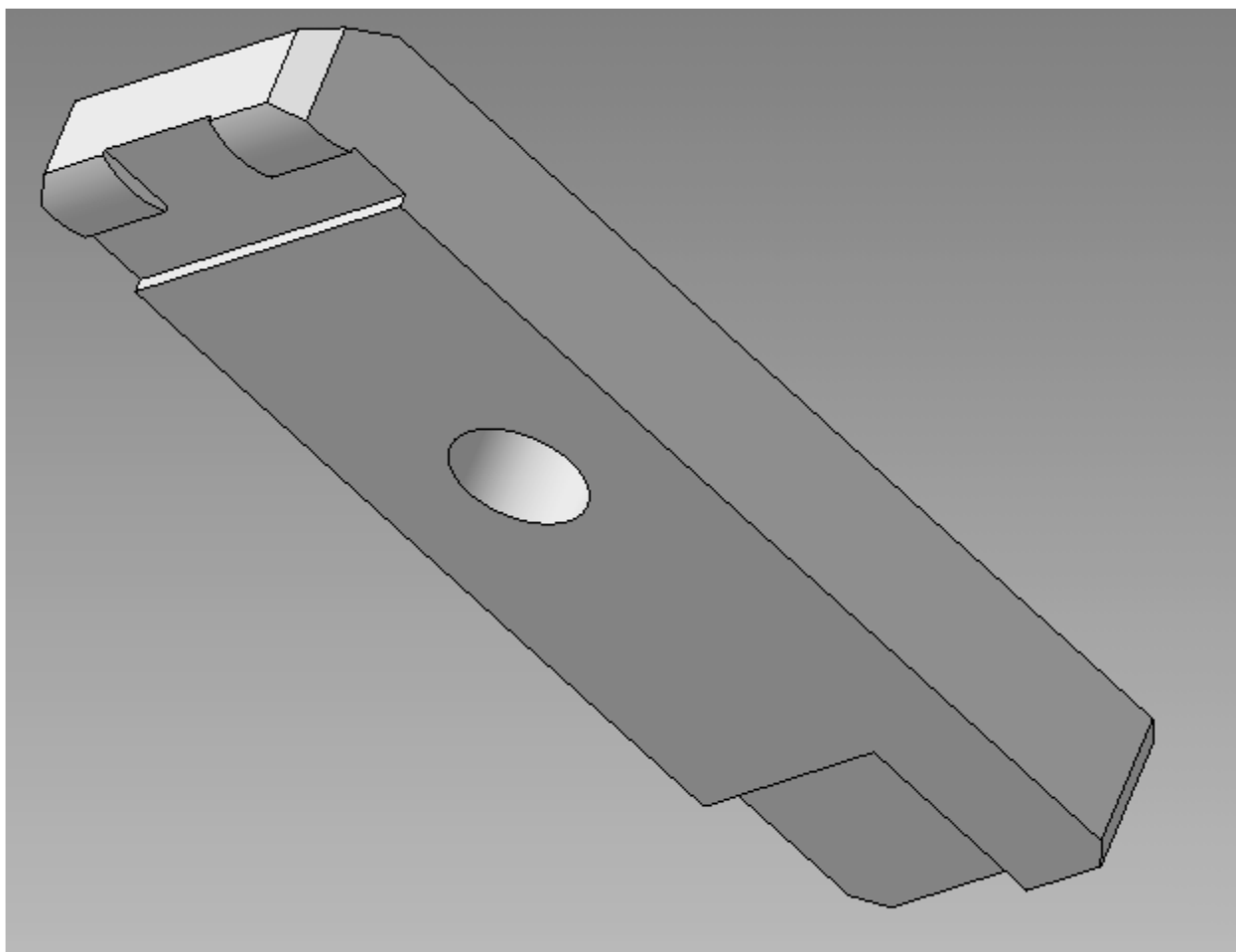


Рис. 18.12 – Кінцевий вигляд отриманої деталі

? КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Перелічіть вимоги до елемента витискування.
2. Як створюють основу деталі?
3. За допомогою яких операцій створюють ескіз 3D-моделі?
4. Як виконують формоутворюючих операцій.
5. Для чого необхідна «Деталь-заготовка»?

19. ПРОЕКТУВАННЯ ТРИВИМІРНИХ МОДЕЛЕЙ В СИСТЕМІ КОМПАС

Проектування тривимірної моделі будь-якого пристрою в системі КОМПАС відрізняється від звичайного проектування, яке починається з прорисовки ескіза, а потім викреслювання пристрою.

Після аналізу вихідних даних приступають до виконання креслення загального виду пристрою. Правильність ухвалених конструкторських рішень підтверджують розрахунками за визначенням похибок базування, точністю обробки пристрою, надійністю закріплення заготовки, міцності деталей пристрою і з метою встановлення економічної ефективності застосування останнього.

19.1. Режим створення збірки 3D

Методика створення тривимірних моделей збірок підрозділяється на три способи:

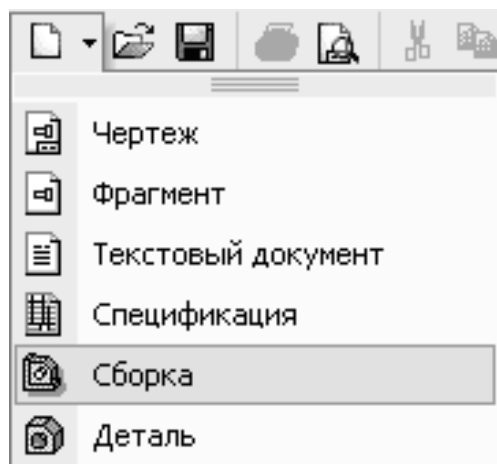
1 спосіб - «знизу-вгору». Створення моделі збірки на основі простих моделей (підзбірок) і моделей деталей. Іноді такий тип збірки називають «знизу-вгору». Для побудови такої збірки моделі деталей повинні бути спроектовані й збережені в окремих файлах. Конструкцію збирають в тривимірному просторі з цих моделей деталей аналогічно реальній збірці, при цьому задаються умови їх сполучення одне з одним.

2 спосіб - «зверху-вниз». У цьому випадку спочатку проектують збірку, а потім на її основі виконують побудову окремих деталей. Тобто прості моделі й підзборки не створені, а їх створення відбувається в режимі «**Сборка**». Отже кожна деталь створюється аналогічно конструюванню в режимі «**Ескиз**». Причому коли змінюється ескіз збірки, то змінюється і конфігурація складових її деталей. Такий тип збірки називається збіркою «зверху - вниз».

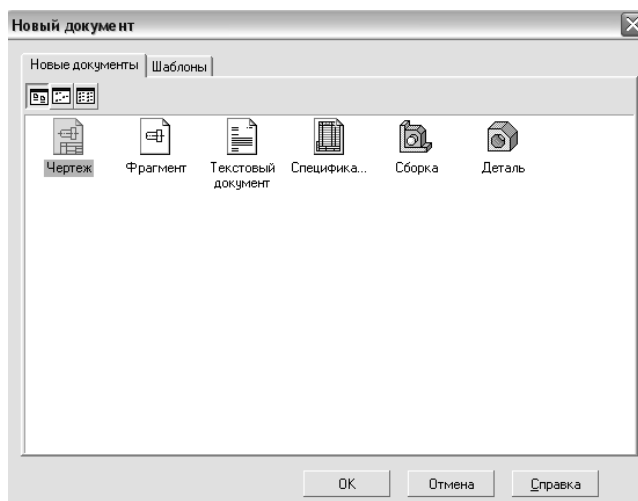
3 спосіб - у цьому випадку модель збірки створюються змішаним способом проектування, що поєднує обидва способи

Для створення моделей збірки використовують режим «**Сборка**»:

- на панелі інструментів «**Стандартная**» клацніть ЛК по кнопці «**Создать**». У з'явившомуся діалоговому вікні «**Новый документ**» виділить значок «**Сборка**» (рис. 19.1);
- натисніть кнопку ОК.



а



б

Рис. 19.1 – Виклик режиму «Сборка»: а - за допомогою панелі інструментів; б - за допомогою ГОЛОВНОГО МЕНЮ

19.2. Компактна панель в режиме «Сборка»

До складу **Компактної панелі**, окрім знайомих за режимом «Деталь», додано дві панелі – «*Редактирование сборки*» і «*Сопряжения*» (рис.19.2).

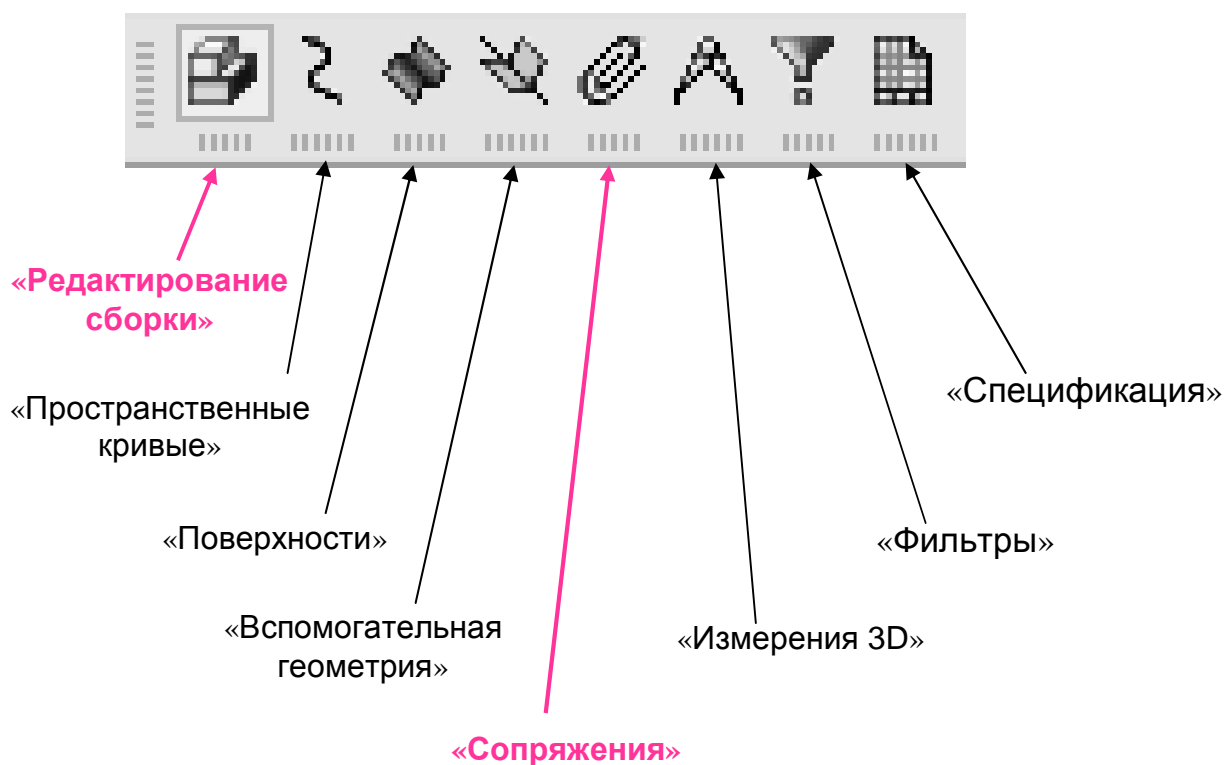


Рис. 19.2– Компактна панель в режиме «Сборка»

Панель інструментів «*Редактирование сборки*»  наведена на рис. 19.3 (див.також розд. 17.2.2).

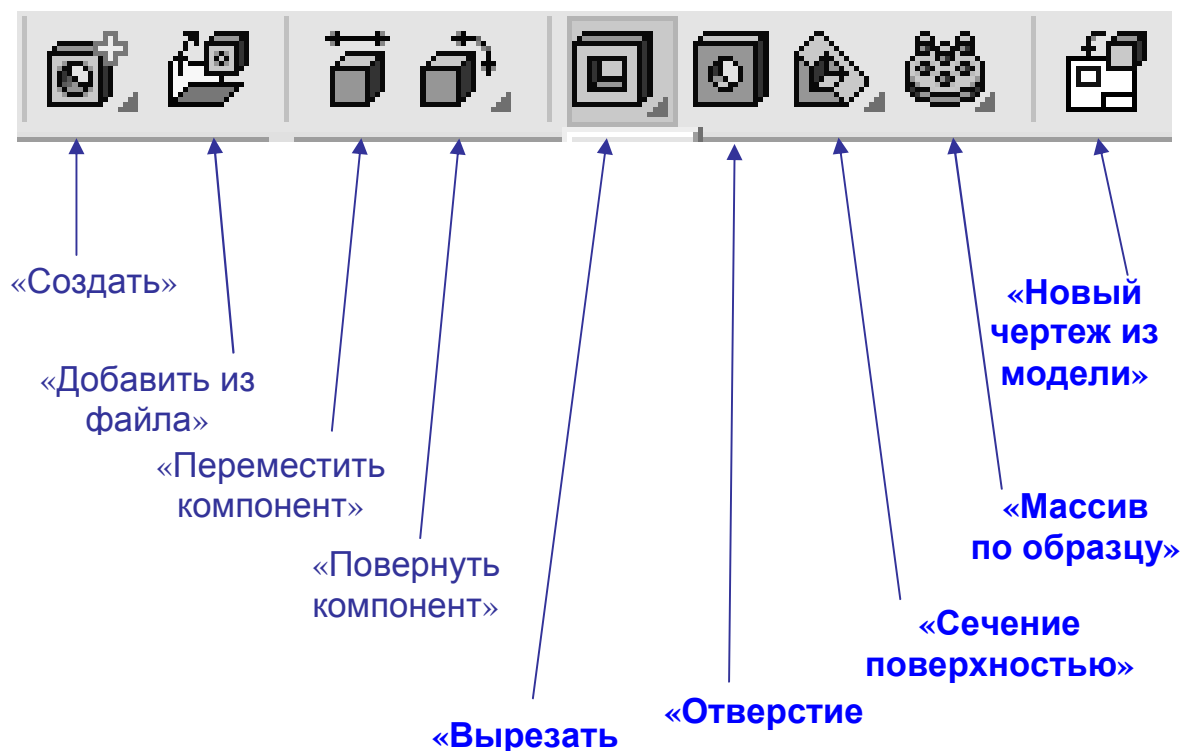


Рис. 19.3– Панель інструментів «*Редактирование сборки*»

У момент відкриття режиму на панелі «*Редактирование сборки*» активна тільки одна кнопка «*Добавить из файла*».

Панель інструментів «*Сопряжения*»  показана на рис. 19.4 (також див. розд. 17.2.2).

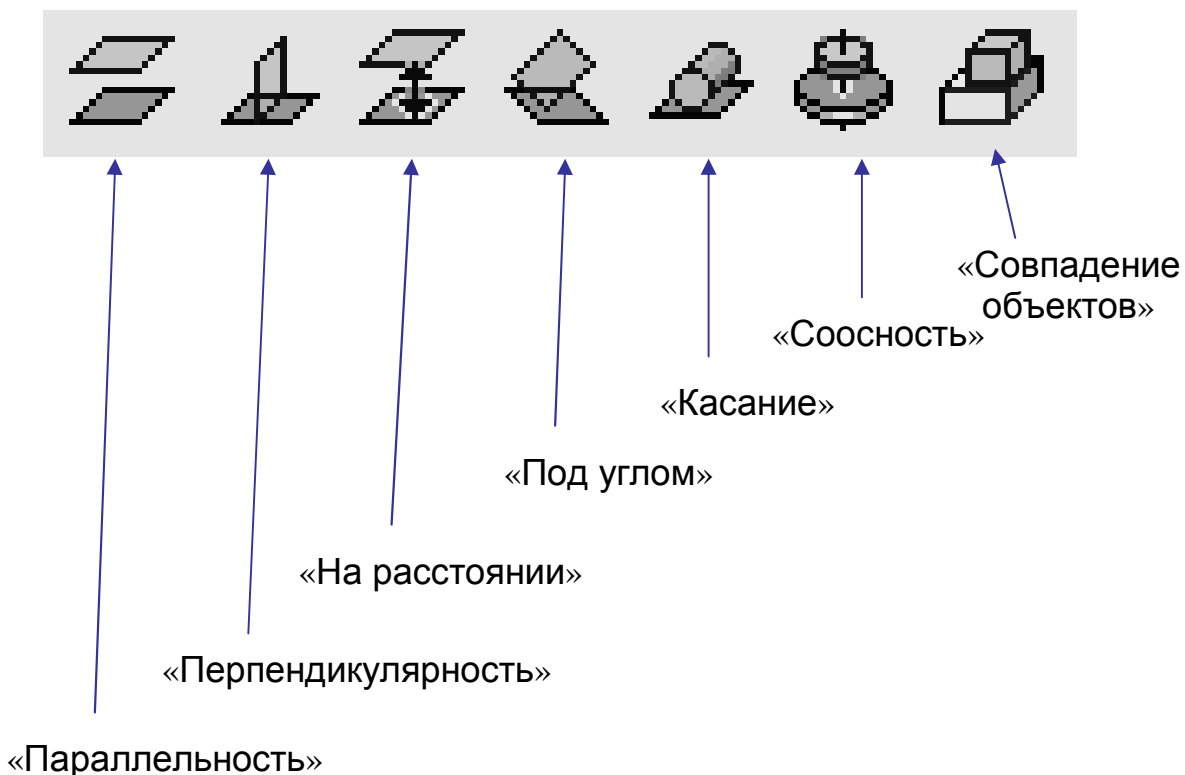


Рис. 19.4 – Панель інструментів «*Сопряжения*»

Показником при накладанні сполучень є відсутність конфліктних сполучень у **Дереві моделі**. При наявності конфліктних сполучень на елементі в **Дереві моделі** з'являється знак оклику (рис.19.5):

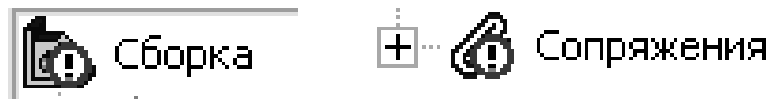


Рис.19.5 - Знаки конфліктності сполучень

Тому при накладанні сполучень (параметричних зв'язків) на компоненти необхідно виконувати наступні вимоги:

1. Не можна на компоненти накладати сполучення, які суперечитимуть один одному.
2. Якщо один компонент зафіксований, то рухливість другого компонента буде обмежена.
3. Якщо елементи належать одному і тому ж компоненту, то вони не можуть брати участь в збірці.

Після того, як задані всі необхідні сполучення між деталями і збірками і немовби зафіксовані в реальній збірці, модель вважається зібраною.

19.3. Особливості створення моделі збірки



Створення тривимірної моделі збірки має наступні особливості:

- 👉 деталі, підзборки, стандартні вироби називаються компонентами збірки;
- 👉 як і у випадку створення моделі *«Детали»*, необхідно продумати, які деталі будуть входити у збірку верхнього рівня, а які збиратися в так звані вузли збірки (підзборки);
- 👉 конструктор повинен спочатку визначити, який з компонентів повинен бути першим вставлений в збірку. Це основний компонент збірки, до якого далі будуть приєднуватися інші компоненти. Він за замовчанням зафіксований і до нього не можна використати умови сполучення. Після вставлення компонента в збірку він відображається в **Дереві побудови**. У подальшому при необхідності основний компонент може бути звільнений;
- 👉 після вставлення наступного компонента на нього необхідно накласти необхідні умови сполучення з основним компонентом. За замовчанням вставлений компонент не зафіксований і тому має 6 степенів свободи: 3 лінійні (переміщення) і 3 кутові (обертання). Які задавати умови сполучення, визначає розробник. Сполучення дають можливість точно розташувати компоненти в збірці. Задаючи сполучення, можна визначити, як компоненти переміщуються і обертаються відносно основного та інших компонентів. Послідовно додаючи взаємозв'язки сполучення, можна встановити компоненти в потрібне положення.

Сполучення створюють геометричні взаємозв'язки, такі як концентричність, доторканість, збіг, перпендикулярність, паралельність та ін. ;

- ☞ кожний компонент збірки можна розгорнути в **Дереві побудови**, натиснувши на знак «плюс» рядом з ім'ям компонента чи вузла;
- ☞ при необхідності будь-який компонент може бути зафіксованим (якщо для компонента повністю задано умови сполучення, то його не можна зафіксувати);
- ☞ один і той же компонент може вставлятися у збірку неодноразово;
- ☞ з моделі збірки можна отримати інформацію про взаємне положення і зв'язки між параметрами елементів – збіг вершин, паралельність граней і т.д. Будь-яке сполучення можна усунути чи відредагувати.

19.3.1. Контроль зіткнень

При редагуванні збірки на **Панелі властивостей** команди **«Переместить компонент»**  на панелі спеціального керування натисніть кнопку **«Включить/выключить контроль соударений»** , після цього параметри цієї панелі активізуються (рис.19.6). Елементи керування панелі розглянуті нижче (див.табл.19.1).

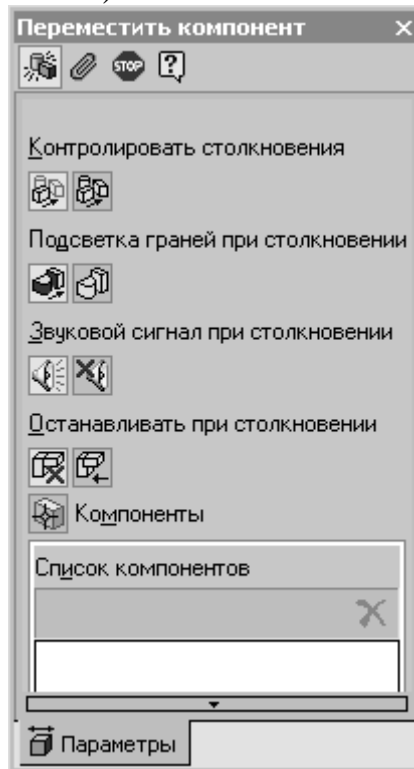


Рис.19.6 – Панель властивостей: «Переместить компонент»

Таблиця 19.1 - Елементи керування панелі «Переместить компонент»

Елемент керування	Опис настройки
<p>«Контролировать столкновения»</p> <p> «Только передвигаемый компонент»</p> <p> «Все компоненты»</p>	<p>У цьому випадку контроль зіткнень здійснюється тільки для пересуваного компонента</p> <p>Контроль здійснюється для будь-яких пересувних компонентів</p>
<p>«Подсветка граней при столкновении»</p> <p> «Подсветка граней при столкновении включена»</p> <p> «Подсветка граней выключена»</p>	<p>При включеній кнопці підсвічуються всі грані, що мають контакт з пересувним компонентом</p>
<p>«Звуковой сигнал при столкновении»</p> <p> «Звуковой сигнал при столкновении включен»</p> <p> «Звуковой сигнал при столкновении выключен»</p>	<p>При включеній кнопці роздається звуковий сигнал при зіткненні компонентів</p>
<p>«Останавливать при столкновении»</p> <p> «Останавливать при столкновении»</p> <p> «Не останавливать при столкновении»</p>	<p>При включеній кнопці підсвічуються всі грані, що мають контакт з пересувним компонентом</p> <p>При включеній кнопці пересувний компонент зупиняється при зіткненні</p>
<p>«Компоненты»</p> <p> «Выбрать компоненты»</p>	<p>При включеній кнопці з'являється панель зі списком компонентів для контролю зіткнень. Щоб додати компонент у список, виділіть потрібний компонент у Дереві побудови</p>

19.3.2. Редагування збірки

Редагування компонента можна проводити двома способами:

- ➡ в окремому вікні, що містить тільки цей компонент (рис.19.7);
- ➡ на місці - в контексті збірки (рис.19.8).

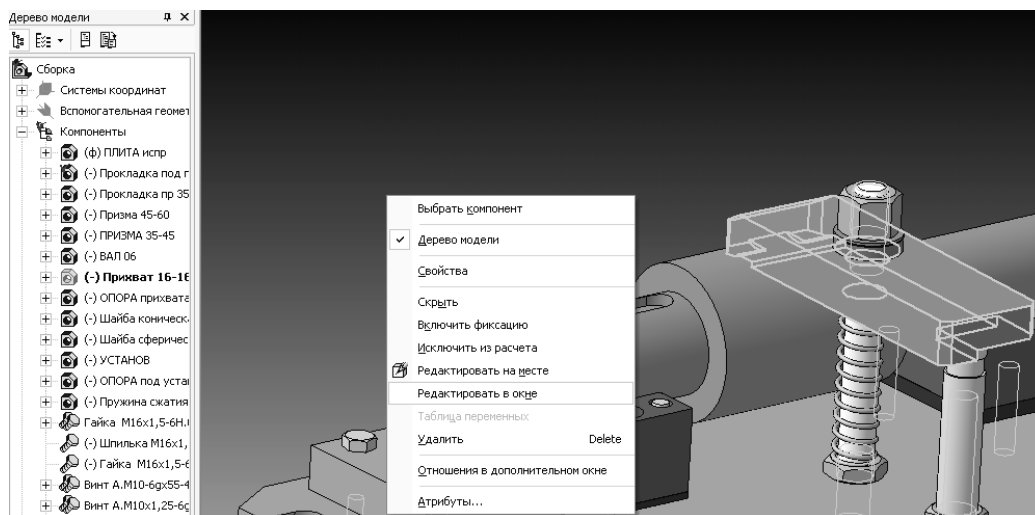


Рис.19.7 – Редагування компонента в окремому вікні

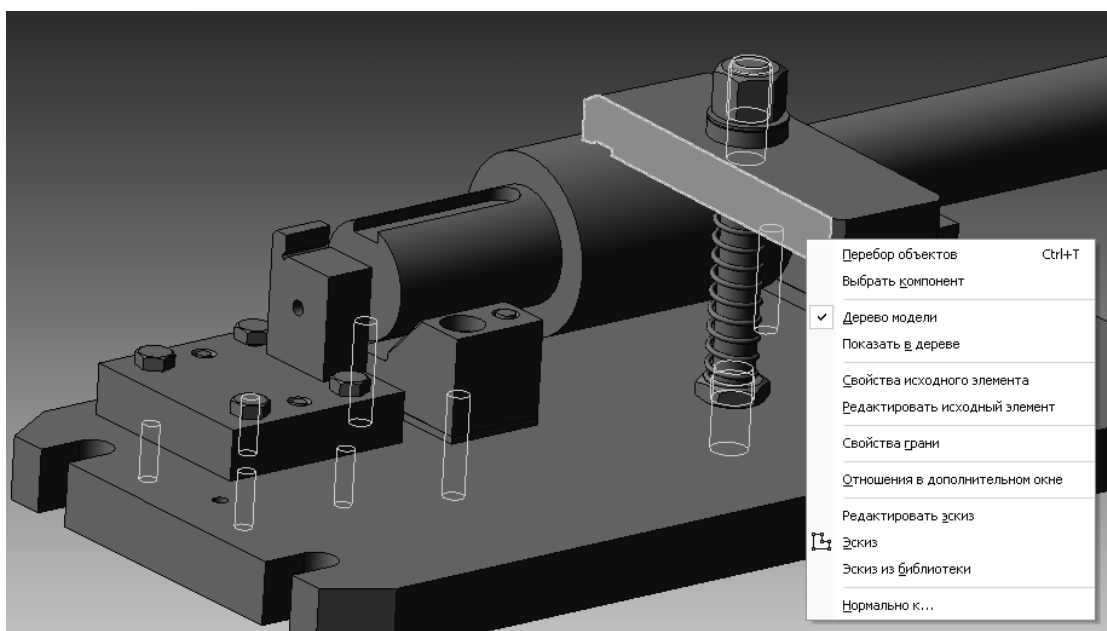






Рис.19.8 - Редагування компонента на місці – в контексті збірки

19.3.2.1. Редагування компонента у вікні

- в **Дереві моделі** виділіть редагований компонент у збірці. Цей компонент виділиться у вигляді каркасу паралелепіпеда;
- клацніть ПрК миші і в контекстному меню виділіть пункт **«Редактировать в окне»**. Редагована збірка з'явиться в центрі екрану. Почніть редагувати збірку. Виділіть потрібний елемент в **Дереві моделі** і викличте команду **«Редактировать»** з контекстного меню. Після виконаного редагування об'єкта натисніть кнопку **«Создать объект»**;
- викличте команду **«Файл»** ➤ **«Закрыть»** чи кнопку **«Закрыть»** у вікні моделі. Система виводить на екран діалогове вікно із запропонуванням зберегти зміни;


- ⇒ натисніть кнопку **«Да»**. Вікно закриється, на екрані з'явиться відрахована збірка. Клацніть ЛК миші в будь-якому місці екрану для зняття виділення;
- ⇒ викличте команду **«Перестроить»** .

19.3.2.1. Редагування компонента на місці

- ⇒ виділіть в **Дереві моделі** необхідний елемент. Цей компонент висвітлиться у збірці. Одночасно на панелі інструментів **«Текущее состояние»** активізується кнопка **«Редактировать на месте»** ;
- ⇒ клацніть ПК миші і з контекстного меню виберіть команду **«Редактировать на месте»** або натисніть кнопку **«Редактировать на месте»**  на панелі інструментів **«Текущее состояние»**. Збірка у вікні виділиться зеленим кольором, а компонент синім (див. рис.19.8). У **Дереві моделі** редагований компонент і його сполучення виділені голубим кольором;
- ⇒ з контекстного меню виберіть команду **«Редактировать исходный элемент»** або **«Редактировать эскиз»** (див.рис.19.8);
- ⇒ після операції редагування натисніть кнопку **«Создать объект»**. Компоненти перебудуються;
- ⇒ натисніть кнопку **«Редактировать на месте»** . Система виведе на екран діалогове вікно із запропонуванням перебудувати збірку;
- ⇒ натисніть кнопку **«Да»**.

19.3.3. Перевірка перетинів компонентів

Система КОМПАС-3D дозволяє виконати перевірку щодо можливих перетинів її компонентів. Це називається перевіркою складеності **«Сборки»**.

- ✦ у **Дереві моделей** натисніть на знак **«+»**, розкрийте всі елементи збірок, які необхідно перевірити на перетин (рис.19.9);
- ✦ на панелі інструментів **Компактна панель** розкрийте панель **«Измерения»**. У правій частині натисніть кнопку **«Проверка пересечений»**  (рис.19.10) або з Рядку головного меню **«Сервис»** ➤ **«Проверка пересечений»**;
- ✦ на **Панелі властивостей**, що з'явилася: **«Проверка пересечений»** розкриються два вікна, **«Список компонентов»** і **«Обнаруженные пересечения»** (рис.19.11). Якщо хочете рахувати торкання як перетин, то поставте ЛК миші прапорець **«Считать касания пересечениями»**;
- ✦ у **Дереві моделей** ЛК миші виділіть ті елементи збірки, які хочете перевірити на перетин. На **Панелі властивостей** ці компоненти відтворюються на панелі **«Список компонентов»**;

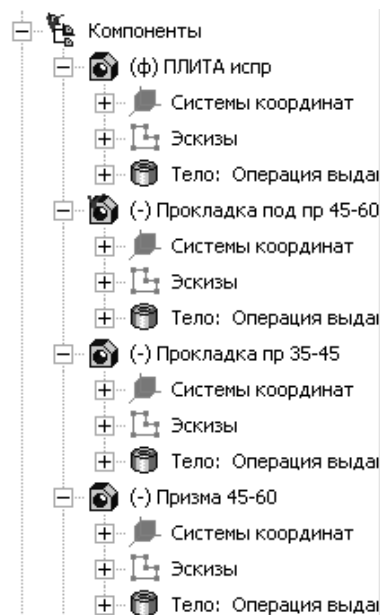
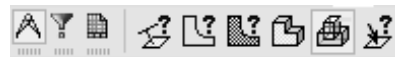


Рис.19.9 – Розкриття всіх елементів збірок



«Проверка
пересечений»

Рис.19.10 – Інструментальна панель «Измерения»

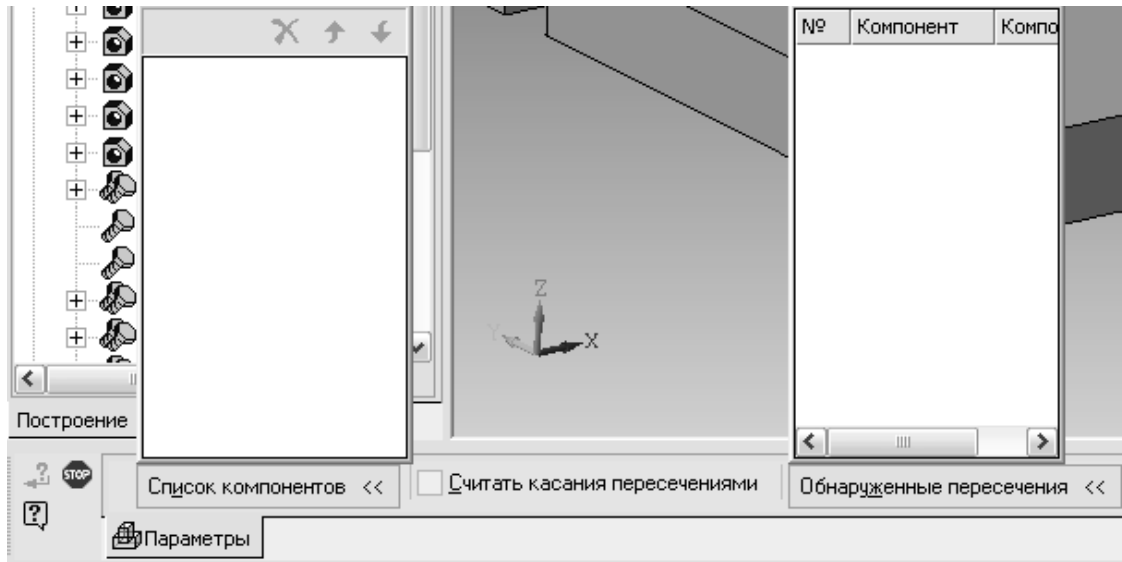




Рис.19.11 – Розкриття двох вікон «Список компонентов» і «Обнаруженные пересечения» на Панелі властивостей

- ✦ виділіть один з компонентів у цьому списку. Можна змінити порядок компонентів у списку, натиснувши кнопки **«Переместить вверх»** або **«Переместить вниз»** (рис.19.12);
- ✦ натисніть кнопку **«Проверить пересечения»** . У вікні **«Обнаруженные пересечения»** відтворюються результати перевірки: порядковий номер перетину і назва пересічних компонентів

(рис.19.13). Для виходу з команди натисніть кнопку **«Прервать команду»** .

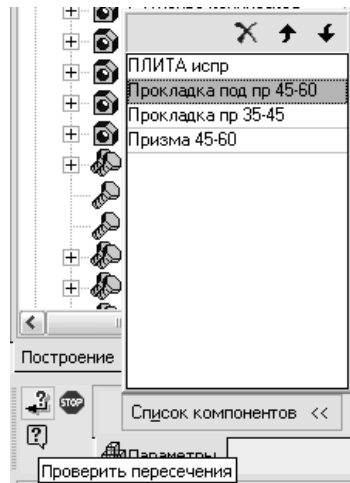


Рис.19.12 - «Список компонентов» на Панелі властивостей



Рис.19.13 - Вікно «Обнаруженные пересечения» з результатами перевірки

19.4. Приклад проектування моделі способом «знизу - вгору»

Складність збірок, що створюються в КОМПАС – 3D, може змінюватись в самих широких межах: від двох моделей деталей до сотні. Єдиним обмеженням розміру збірки є потужність комп'ютера і швидкодія процесора. Особливо на швидкодію впливає обсяг оперативної пам'яті: чим більш збірка – тим більшим повинен бути обсяг оперативної пам'яті.

У даному прикладі розглядається збірка запроектованого пристрою для фрезерування шпонкового пазу на східчастому валу:

- ✦ для цього було проведено розрахунки й здійснено робоче креслення даного пристрою (рис.19.14), а також його деталювання;
- ✦ на основі цих креслень було створено оброблювану деталь і моделі деталей, які необхідно об'єднати у збірку (рис.19.15), як це робиться в реальних умовах при створенні подібних пристроїв;

- ✦ визначаємо основний компонент збірки. Для цього пристрою базовою деталлю є плита;
- ✦ далі встановлюємо гумові прокладки під опорні призми (рис.19.16);

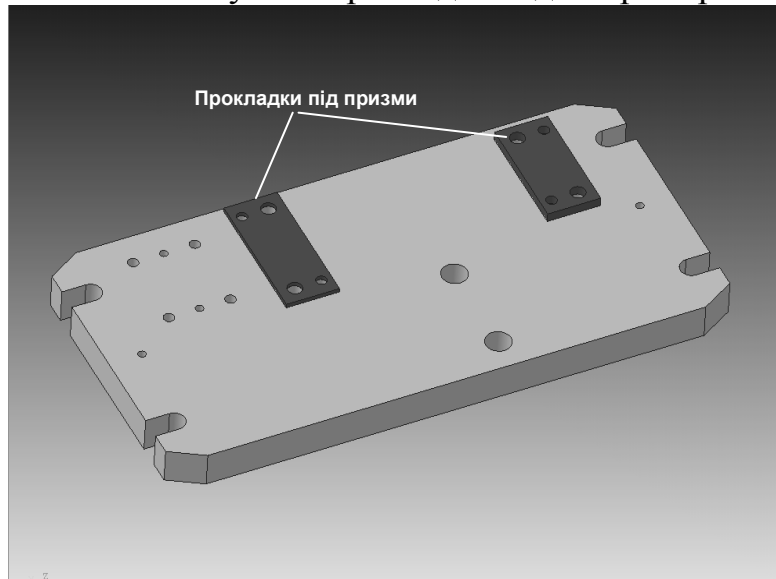


Рис.19.16 – Встановлення гумових прокладок

- ✦ як установчі елементи під шийки валів 1 і 3 на прокладки встановлюємо опорні призми для запобігання перекосу східчастого валу (рис.19.17);

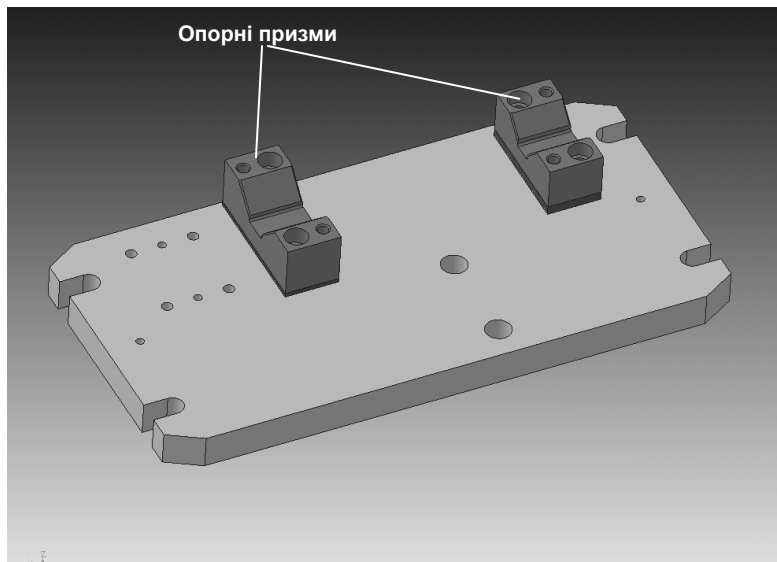


Рис.19.17 - Встановлення опорних призм

- ✦ для того, щоб в подальшому правильно зібрати пристрій, встановлюємо оброблювану деталь, а як напрямний елемент для запобігання повздовжнього зсуву деталі – кутовий установ. Налаштування пристрою на верстаті робимо за допомогою стандартного плоского щупа завтовшки 3 мм, як установчий елемент для орієнтації валу в осьовому напрямі використовуємо постійну опору D=10H5 мм (рис.19.18);

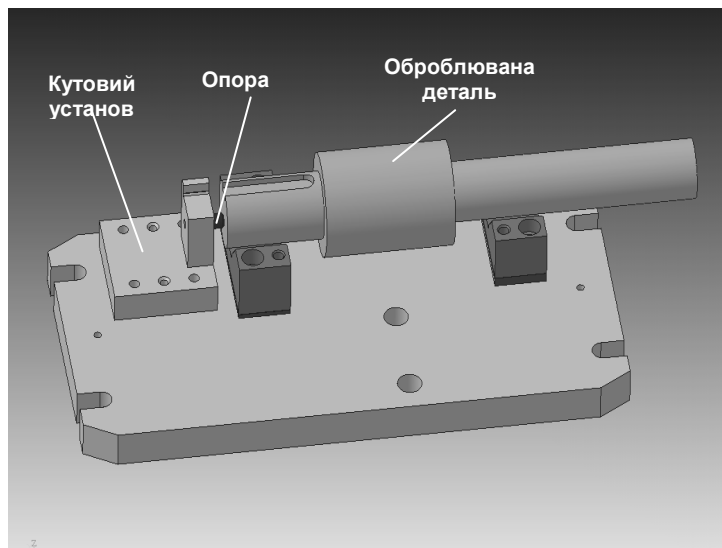


Рис.19.18 – Встановлення деталей для запобігання повздовжнього зсуву вала

✦ для того щоб здійснити затиск деталі у вертикальному напрямку за допомогою різьбового прихвата, необхідно підібрати для нього кріпильний комплект, що складається із стандартних деталей: шпилька ДСТ 22036-76, опора регулююча ДСТ 4084-68, шайба сферична ДСТ 13438-08, шайба конічна ДСТ 13439-08, шайба пружинна ДСТ 6402-70, гайка висока шестигранна ДСТ 15524-70, гайки низькі шестигранні ДСТ 5929-70. Процес збірки вказаного комплекту наведений на рис. 19.19;

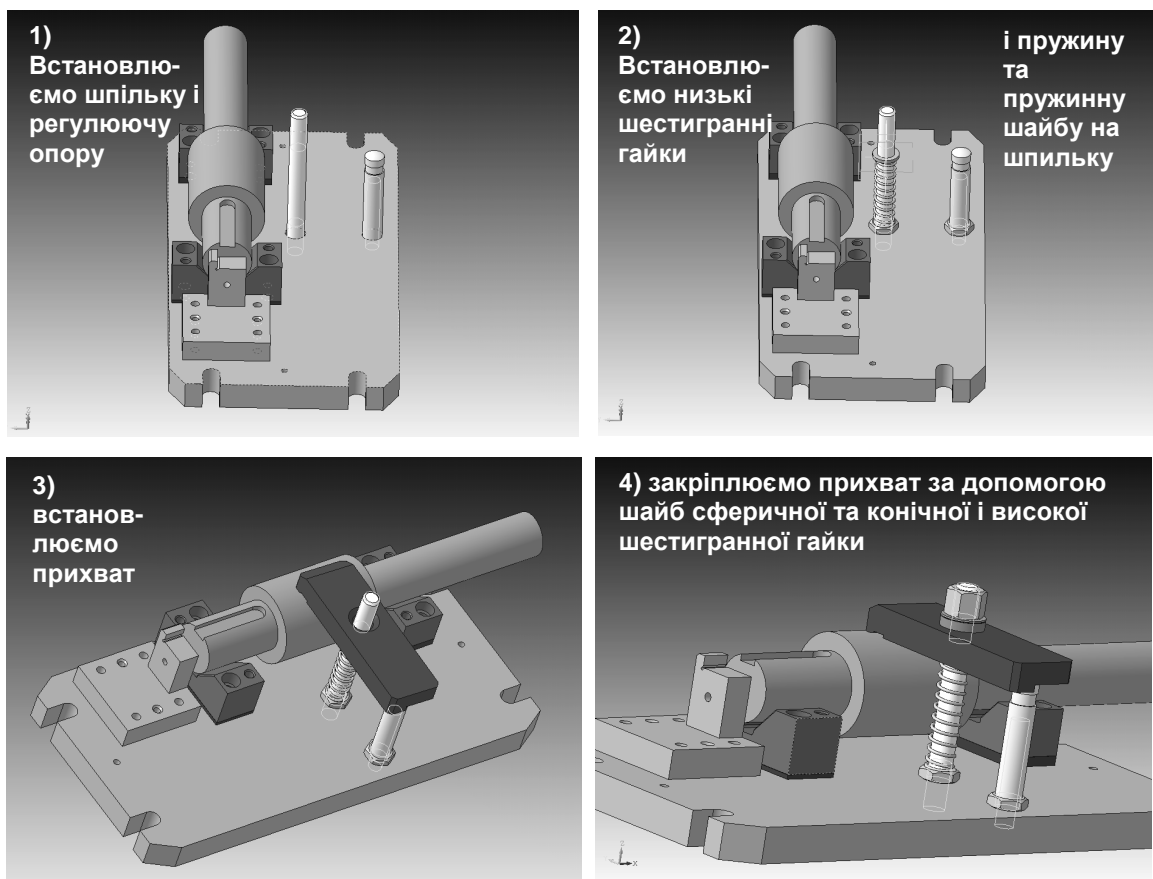


Рис. 19.19 – Процес збірки кріпильного комплекту прихвату

✦ для закріплення всіх установчих деталей додаємо деталі кріплення (рис.19.20), які беремо з конструкторської бібліотеки програми КОМПАС («Библиотеки»)»**«Стандартные изделия»**»**«Вставить элемент...»**, відкриється діалогове вікно **«Библиотека стандартных изделий»** (див. рис. 19.21).

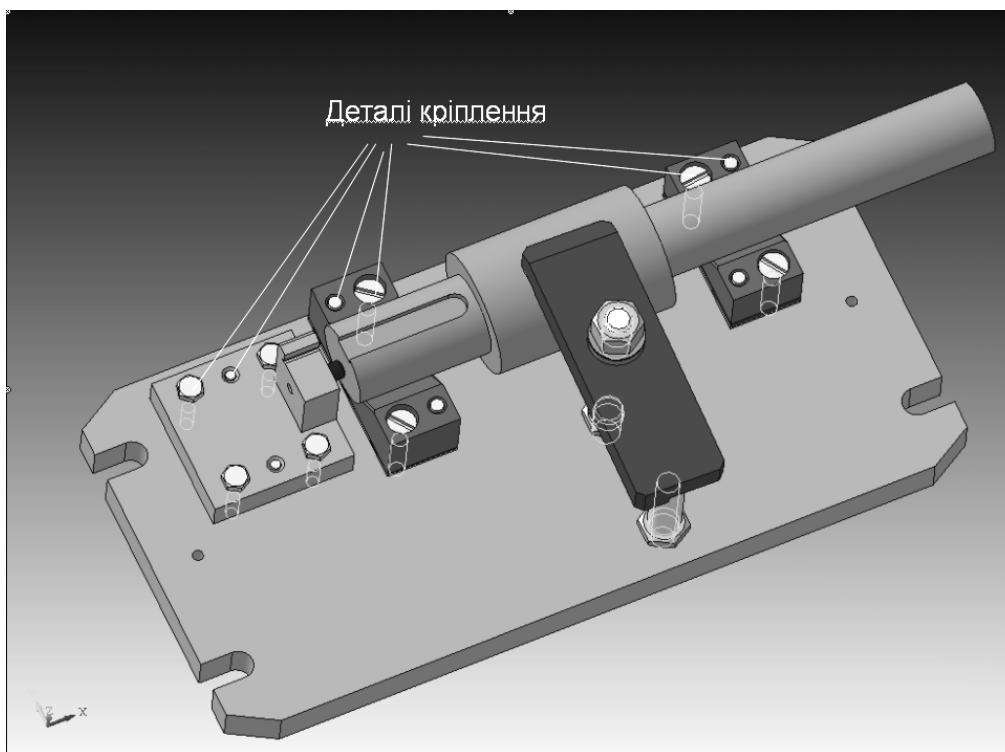


Рис.19.20 – Закріплення установчих елементів

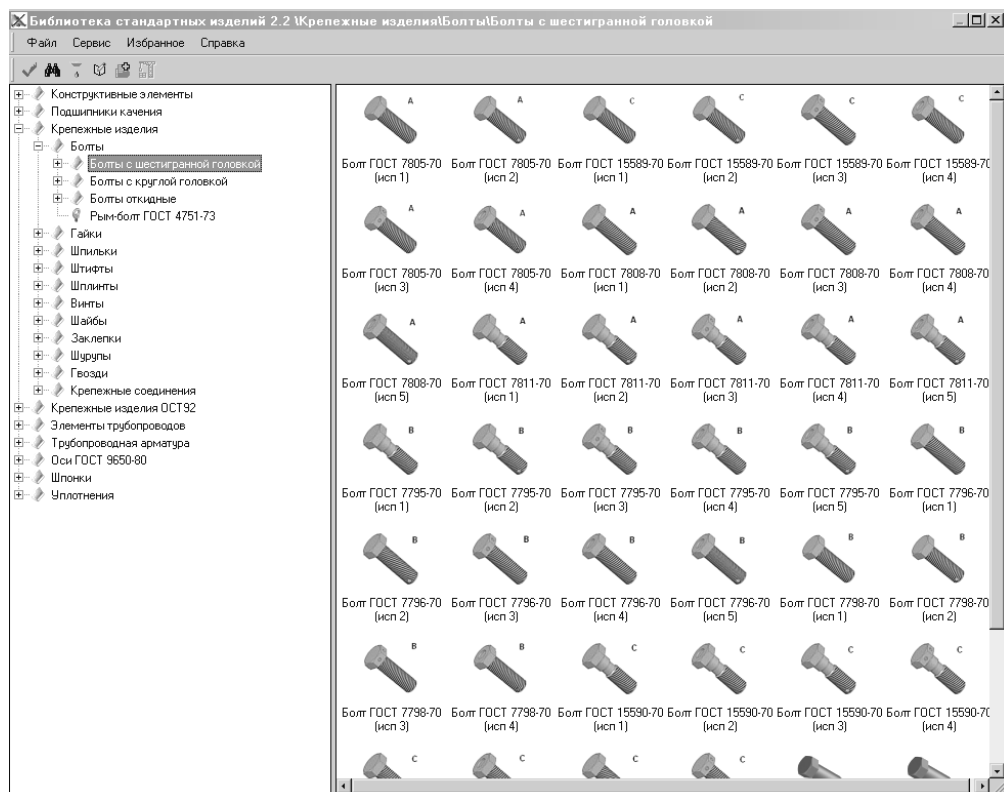


Рис.19.21 - Вікно **«Библиотека стандартных изделий»**

☞ Слід сказати, що алгоритм операцій збірки, а також списки всіх її компонентів і сполучень надані в Дереві моделі збірки (див. рис.19.22)

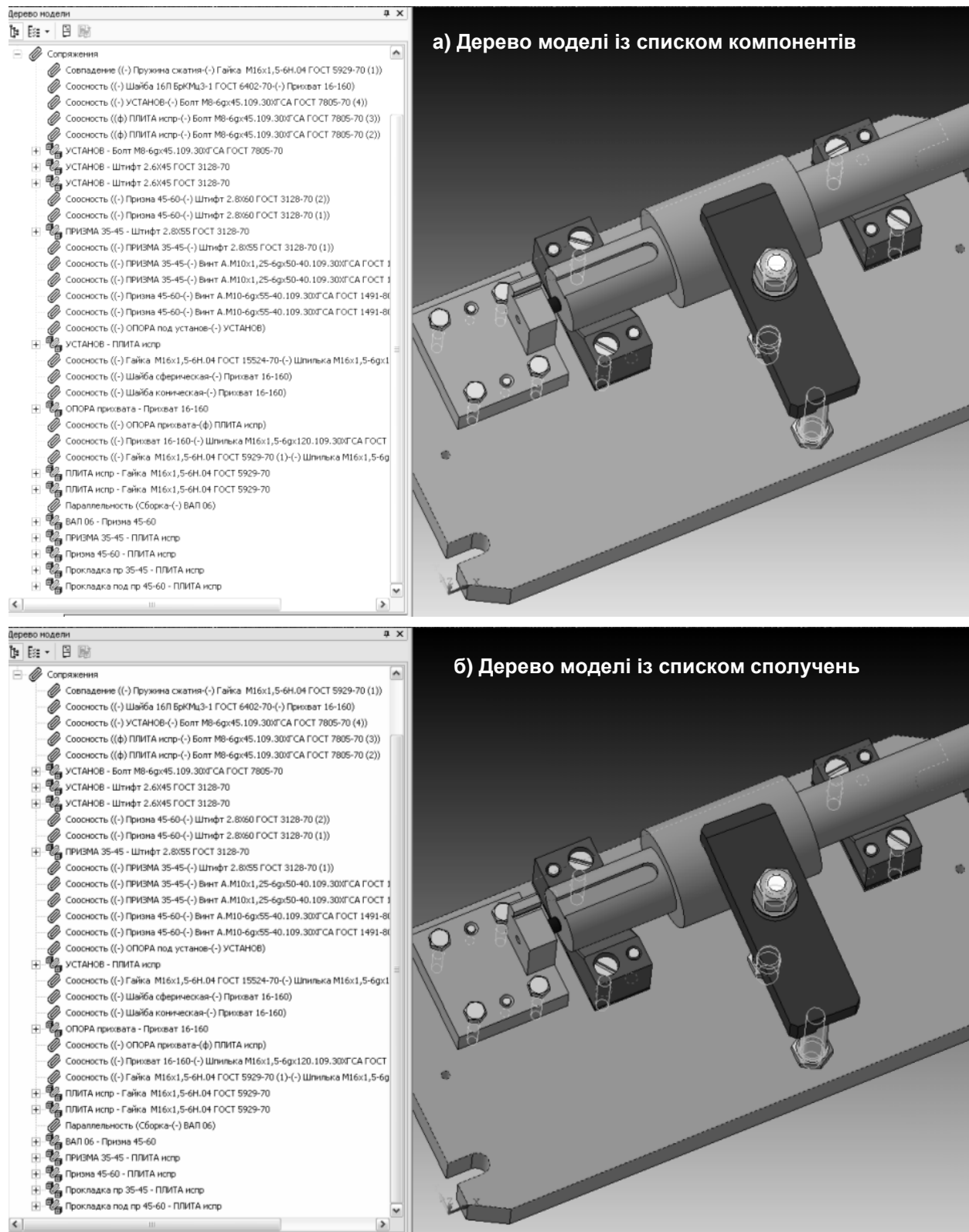



Рис.19.22 – Дерево моделі із списком компонентів і сполучень збірки

19.5. Рознесення компонентів збірки

При великих збірках для демонстрації внутрішнього вмісту збірки потрібно рознести компоненти. Для цього:

- ✦ відкрийте документ «Сборка»;
- ✦ з Рядка меню викличте команду «Сервис» ➤ «Разнести компоненты» ➤ «Параметры» (рис.19.23). З'явиться Панель властивостей: «Разнести компоненты» (рис.19.24);
- ✦ у вікні «Шаг разнесения» натисніть кнопку «Добавить» . У списку кроків відіб'ється перший крок рознесення «Шаг 0»;
- ✦ на Панелі властивостей у вікні «Расстояния» введіть значення рознесення компонентів;
- ✦ на Панелі властивостей натисніть кнопку «Объект» для вказівки напряму рознесення компонентів;
- ✦ ЛК миші вкажіть ребро або грань, перпендикулярно до якої розноситимуться компоненти. Після цього всі задані компоненти будуть рознесені один від одного (рис.19.25).

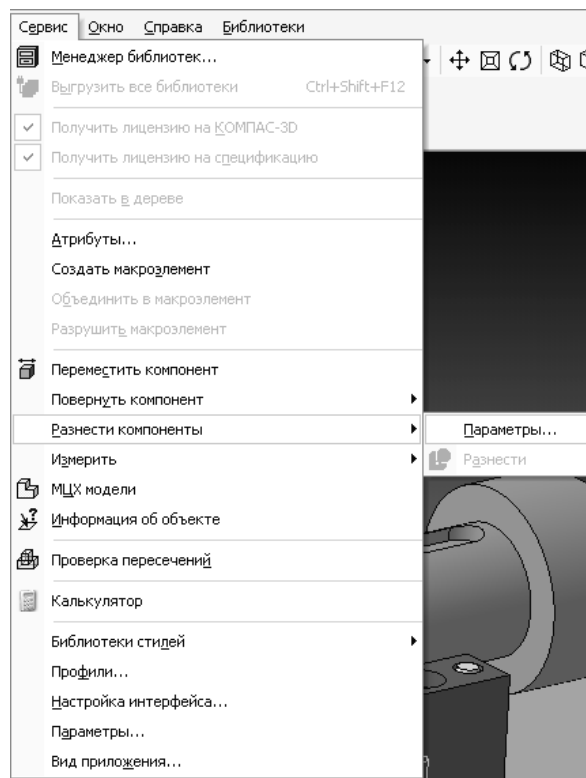


Рис.19.23 – Виклик команди «Разнести компоненты»

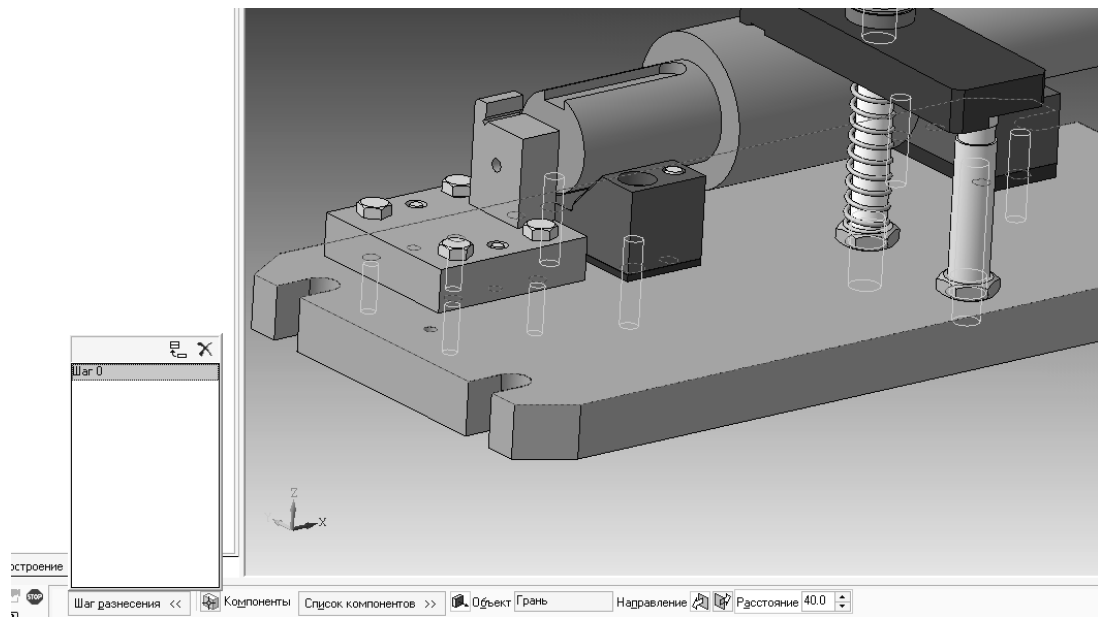


Рис.19.24 – Панель властивостей команди «Разнести компоненты»

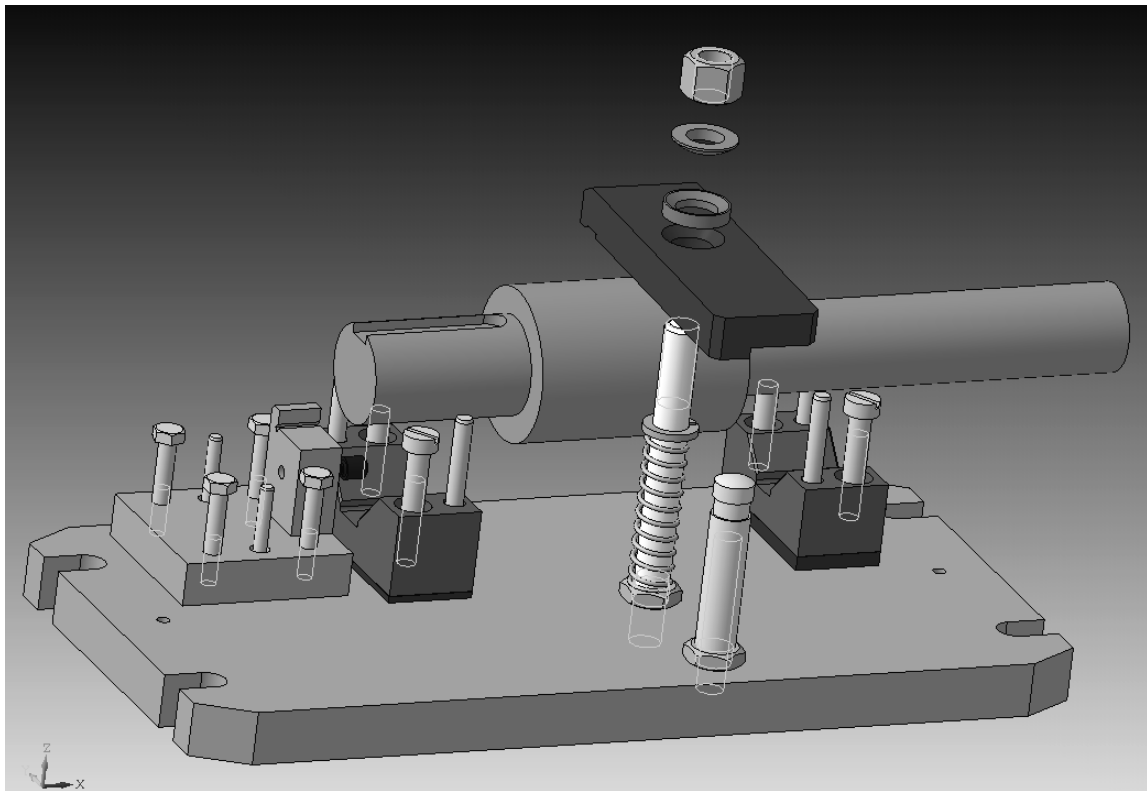


Рис.19.25 – Результаты разнесения заданных компонентов

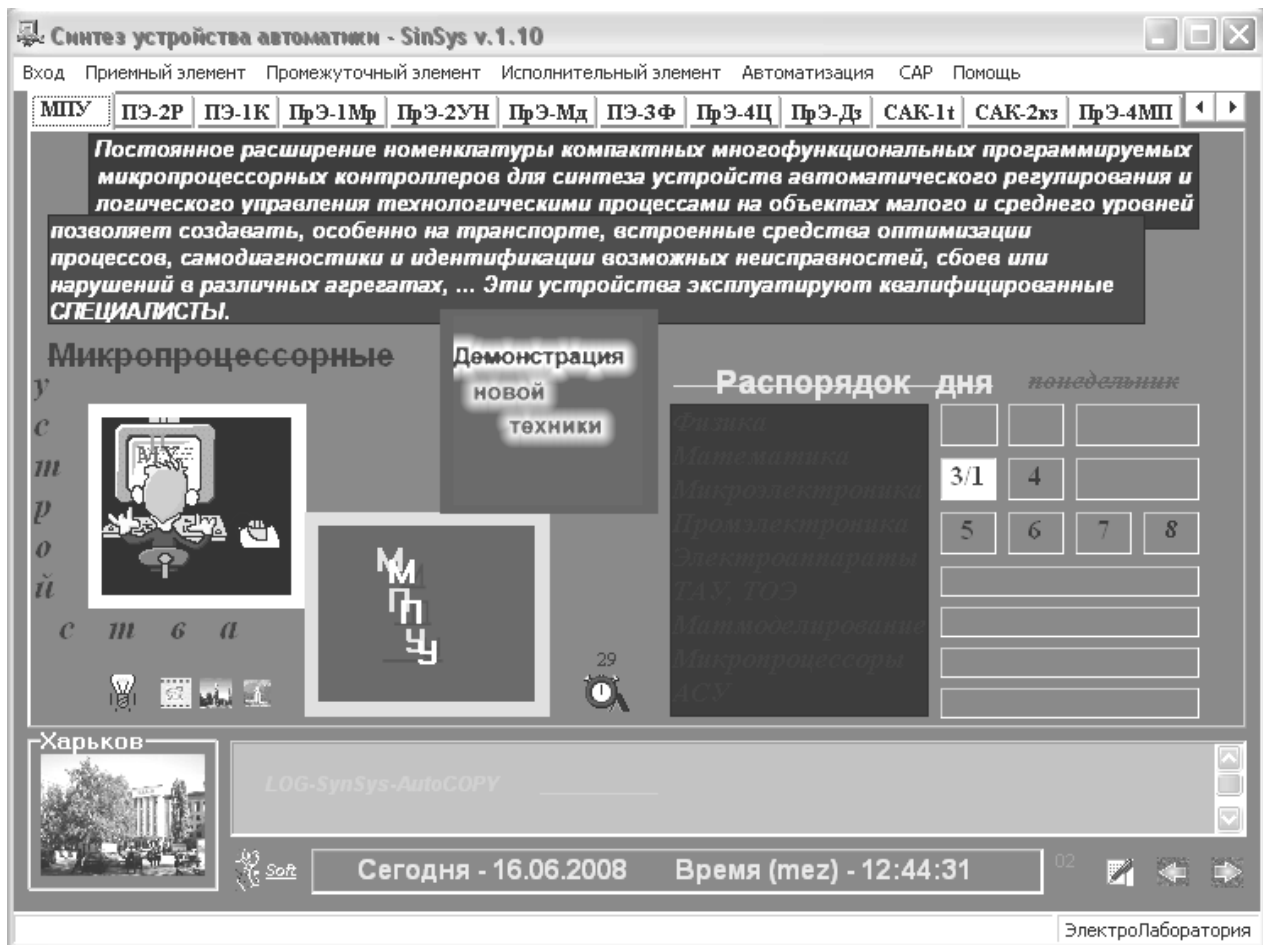
? КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Для чого необхідні команди інструментальної панелі «Сопряжения»?
2. Як здійснюють редагування компонентів збірки?
3. За допомогою якої панелі і якої команди можна здійснити контроль зіткнень компонентів збірки?
4. Як перевірити перетин компонентів збірки?

Частина III

ЗАСТОСУВАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ПРОГРАМ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ

ПРОГРАМА SinSys



20. ПРОГРАМНІ ПРОДУКТИ ДЛЯ ТРИВИМІРНОГО ПРОЕКТУВАННЯ І КОНСТРУЮВАННЯ В КОМПАС-3D

Система КОМПАС-3D дозволяє реалізувати класичний процес тривимірного параметричного проектування - від ідеї до асоціативної об'ємної моделі, від моделі до конструкторської документації. Основні компоненти КОМПАС-3D - власне система тривимірного твердотілого моделювання, креслярсько-графічний редактор [8-9].

«КОМПАС-График» і модуль проектування специфікацій легкі в освоєнні, мають російськомовні інтерфейс і довідкову систему.

Останнім часом компанія АСКОН розширює набір пропонованих застосувань в області тривимірного моделювання: з'явилися додатки Трубопроводи 3D, Кабелі і джгути 3D, Бібліотеки анімації і фотореалістики, вийшов додаток для кінематичного і динамічного аналізу, Універсальний механізм Express, відбулися зміна поколінь і розширення номенклатури Бібліотек стандартних виробів.

Функціонуючи у складі корпоративних комплексів CAD/CAM/CAE/PDM, які вирішують завдання оптимізації конструкторсько-технологічної підготовки виробництва, КОМПАС-3D взаємодіє з системою ведення електронного архіву і керування даними ЛОЦМАН: PLM (або з іншими PDM-системами, вживаними замовником) і єдиними базами даних (корпоративними довідниками).

Одночасно КОМПАС-3D є оптимальним вибором для масової автоматизації робочих місць, оскільки має кращі показники «вартість-функціональність».

20.1. Програмні продукти для конструкторської підготовки виробництва в машинобудуванні й металообробці

20.1.1. Інтегрована система моделювання тіл обертання КОМПАС-Shaft 3D

КОМПАС-Shaft 3D є розвитком бібліотеки КОМПАС-Shaft 2D і функціонує в середовищі пакету тривимірного твердотілого моделювання КОМПАС-3D. Система призначена для проектування і побудови тривимірних твердотілих моделей валів, втулок і циліндрових прямозубих шестерень внутрішнього і зовнішнього зачеплення. Вона забезпечує побудову циліндрового і конічного ступенів валу, а також ступенів типу «шестигранник» і «квадрат». Додатковими елементами ступенів можуть бути канавки різної форми (їх формування забезпечує спеціальна «**Бібліотека канавок**» для КОМПАС-3D, що входить в комплект постачання КОМПАС-Shaft 3D). Система КОМПАС-Shaft 3D інтегрована з Корпоративним довідником «**Материалы и сортаменты**» - з нього можна вибрати матеріал проектованої деталі [8].

Моделі, створені за допомогою бібліотеки КОМПАС-Shaft 3D, можуть бути потім відредаговані засобами КОМПАС-3D. КОМПАС-Shaft 3D є помічником при конструюванні тіл обертання і розрахунках елементів механічних передач, дає можливість наочно представити спроектовану деталь і в десятки разів збільшує швидкість проектування і випуску конструкторської документації.

20.1.2. Бібліотека анімації

Бібліотека анімації є стандартним застосуванням для КОМПАС-3D. Вона працює з версіями КОМПАС-3D V8 і вище. Додаткових модулів (окрім самого КОМПАС-3D) для роботи додатку не потрібно [8].

Бібліотека призначена для імітації руху (анімації) виробів, розроблених у системі тривимірного твердотілого моделювання КОМПАС-3D.

Бібліотека дозволяє:

- ✦ Імітувати рухи складових частин виробу в процесі реальної роботи (можуть використовуватися сполучення деталей, що накладаються користувачем у процесі проектування 3D-збірки). Для цих цілей Бібліотека дозволяє задавати як переміщення компонентів, так і їх обертальний рух.
- ✦ Автоматично перевіряти можливі колізії (зіткнення деталей) у процесі руху для виявлення помилок у проектуванні.
- ✦ Наочно імітувати процес «розбирання-збірки» виробу для застосування в інтерактивному електронному технічному керівництві.
- ✦ Створювати діаграму послідовних положень механізму - «кінограму» (набір послідовних кадрів у форматі *.frw - фрагмент КОМПАС-Графік).
- ✦ Записувати відеоролик руху у форматі *.avi. Відтворення можливе як на поточному кроці анімації, так і в цілому.

Анімація складається з послідовних кроків (рис.20.1). На кожному кроці можна задавати різні види руху деталей і параметри руху (швидкість, частота обертання, час). Сценарій процесу анімації зберігається в текстовому файлі стандартного XML-формату.

Бібліотека анімації не тільки значно підвищує якість проектування виробів в цілому, його наочність і зручність, але також підсилює конкурентоспроможність підприємства на етапах виконання конкурсних проектів.

20.1.3. Бібліотека фотореалістики

Бібліотека призначена для створення фотореалістичного зображення тривимірної моделі деталі або збірки, спроектованої в КОМПАС-3D (рис.20.2). Бібліотека фотореалістики дає можливості для створення

ефектних зображень виробу і використання їх у презентаціях і рекламній документації. Для зручності роботи в бібліотеці реалізований режим інтерактивного рендерінга, що дозволяє здійснювати попереднє відображення моделі з текстурами, призначеними в сцені [8].

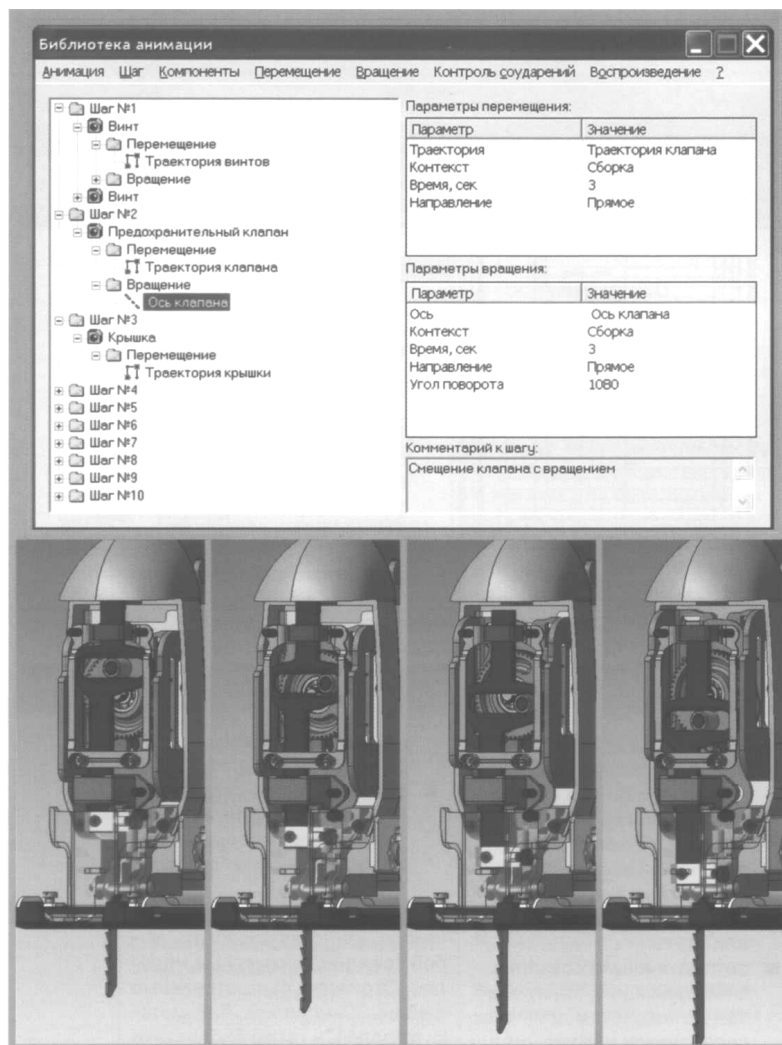


Рис.20.1 – Використання бібліотеки анімації

Матеріали:

- ✦ Вибір матеріалів з широкого списку вбудованої бібліотеки (різні види металів, дерева, каменя, пластика та багато інших).
- ✦ Налаштування властивостей матеріалу, таких як колір поверхні, що відображає здатність, дзеркальність, прозорість, шорсткість і текстура.
- ✦ Можливе призначення матеріалів збіркам, деталям, операціям і поверхням.
- ✦ Реалізований попередній перегляд матеріалів, сцени і джерел світла для зменшення часу отримання фотореалістичного зображення.

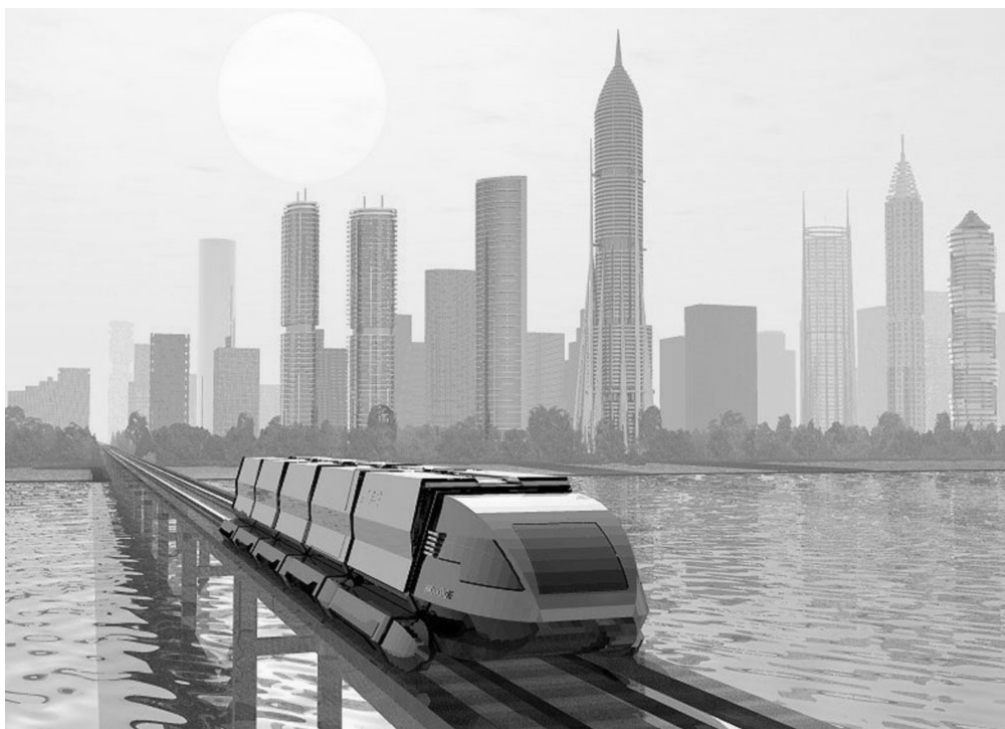


Рис.20.2 – Модель транспортного засобу у фотореалістичному зображенні

20.1.4. 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 ECAD в КОМПАС-3D [8].

Система **КОМПАС-Електрик** представлена трьома варіантами:

КОМПАС-Електрик Std містить необхідний функціонал для випуску повного комплекту 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.

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

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.

20.1.4.1. КОМПАС-Електрик Express

КОМПАС-Електрик Express - САПР електричних принципів схем і переліків елементів до них (рис.20.3).

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.

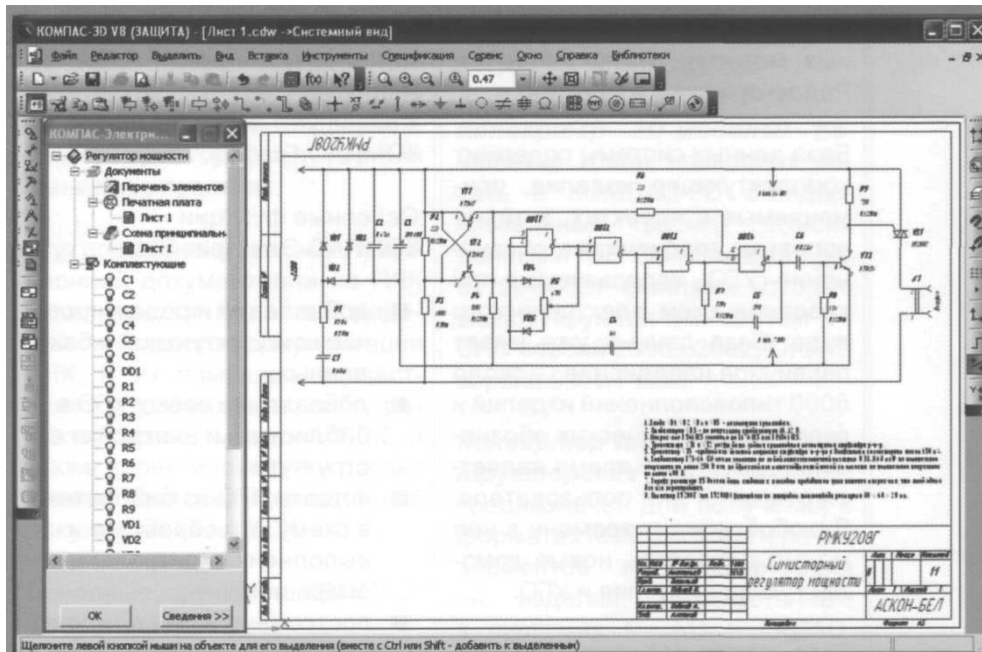


Рис.20.3 – Проектування системи керування за допомогою КОМПАС-Електрик Express

Що стосується функцій розробки принципових схем і переліків елементів, **КОМПАС-Електрик Express** володіє тими ж можливостями, що і **КОМПАС-Електрик Std**. Це:

- ✓ 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.

20.1.4.2. КОМПАС-Электрик Std

САПР **КОМПАС-Электрик Std** призначена для автоматизації проектування і випуску комплекту документів (схем і звітів до них) на електрообладнання об'єктів виробництва (рис.20.4). Як об'єкти виробництва можуть виступати будь-які об'єкти, в яких для виконання електричних зв'язків використовується дротяний монтаж (низьковольтні комплектні пристрої (НКУ), системи релейного захисту і автоматики (РЗА), АСКТП технологічних процесів і т.д.).

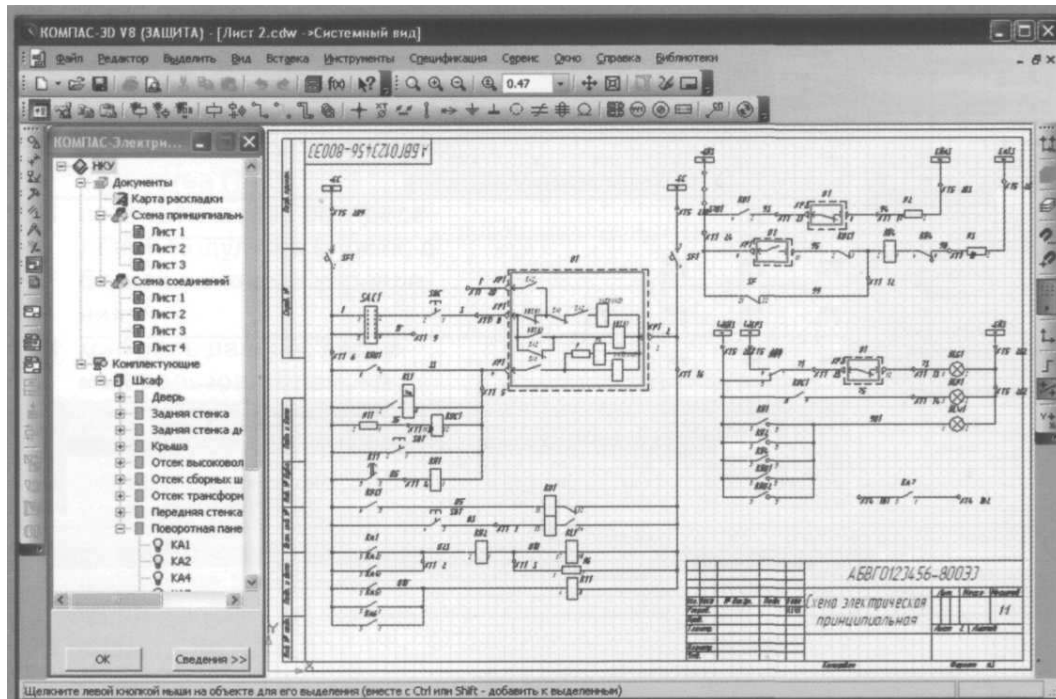


Рис.20.4 – Електрична принципова схема автоматизації мийно-прибирального корпусу депо

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: Баз 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 типо-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 **Редакторів 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-Электрик 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 однотипного супутнього апарату;
- ✓ створення клеми за наявності шини;
- ✓ створення клеми з перемичкою у разі перевищення кількості підключень на затиски апаратів.

20.1.4.3. КОМПАС-Электрик Pro

САПР **КОМПАС-Электрик Pro** призначена для автоматизації проектування комплекту 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 (рис.20.5).

Систему можна застосовувати у всіх підрозділах, які розробляють документацію для:

- ✓ систем керування верстатами і автоматичними лініями;
- ✓ АСКТП в харчовій і сільськогосподарській галузі;
- ✓ нестандартного технологічного устаткування;

- ✓ систем контролю за транспортом нафти і газу і т.д.

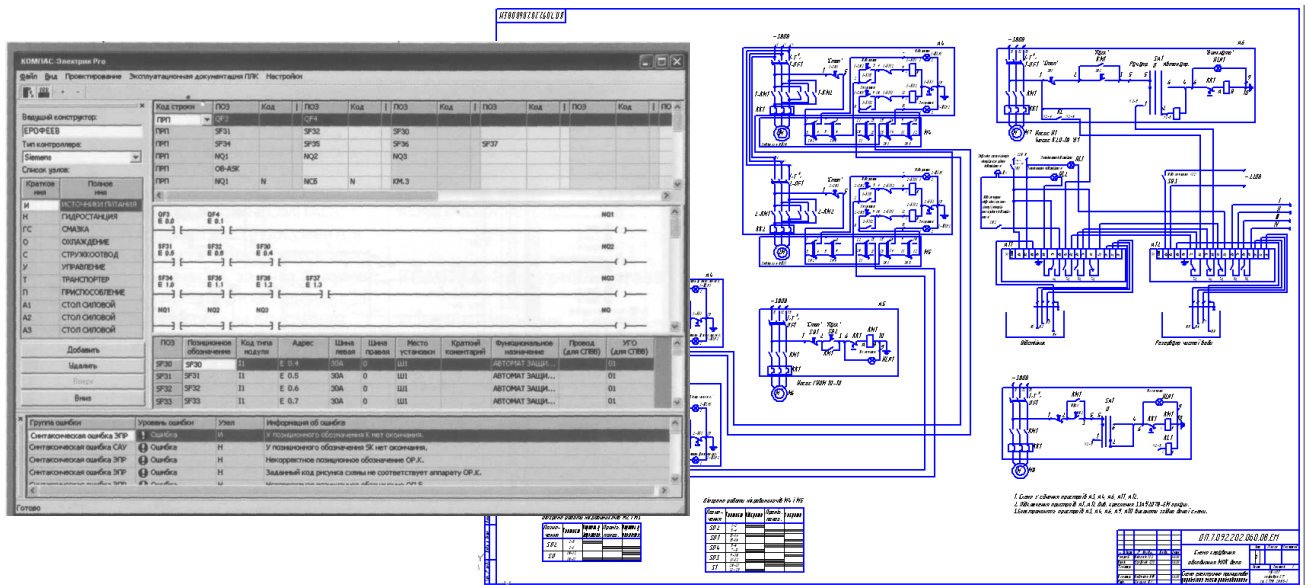


Рис.20.5 – Интерфейс программы КОМПАС-Электрик Pro і схема автоматичного керування електрообладнанням мийно-прибирального корпусу депо

Система складається з трьох модулів: Базы данных, 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-Электрик 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.

20.1.5. Спільна робота КОМПАС-3D з іншими системами

КОМПАС-3D містить різні конвертери для обміну даними з іншими системами проектування, інженерних розрахунків, підготовки керуючих програм і т.д. Функції імпорту і експорту даних більшості форматів надаються користувачам КОМПАС-3D безкоштовно. До них відносяться:

- ✓ читання і запис графічних файлів форматів DXF, DWG і IGES;
- ✓ читання файлів тривимірних моделей форматів IGES, SAT, XT, STEP;
- ✓ запис файлів тривимірних моделей форматів IGES, SAT, XT, STEP, VRML і STL;
- ✓ запис даних специфікації у формати DBF і Microsoft Excel;
- ✓ запис документів КОМПАС в різні растрові формати (TIFF, GIF, JPEG, BMP, PNG, TGA);
- ✓ читання і запис текстових файлів форматів ASCII (DOS), ANSI (Windows); читання текстових файлів формату RTF;
- ✓ запис 3D -моделей, креслень і специфікацій у формат e-Drawings.

Інтеграція з САПР SolidWorks, Unigraphics, SolidEdge забезпечується за рахунок підтримки в КОМПАС-3D читання і запису даних Parasolid.

20.2. Програмні продукти для технологічної підготовки виробництва в машинобудуванні й металообробці

Автоматизація процесів підготовки виробництва приводить до підвищення продуктивності праці, оптимізації роботи різних служб підприємства, дозволяє значно підвищити швидкість і якість ухвалюваних рішень, виробити ефективну стратегію розвитку виробництва і підприємства в цілому [9,10].

Комплексна автоматизація технологічної підготовки виробництва (ТПВ) на базі інформаційних технологій забезпечує:

- ✓ скорочення термінів підготовки виробництва за рахунок автоматизації етапів ТПВ, паралельного виконання конструкторського і технологічного проектування;
- ✓ оптимізацію витрат праці і засобів на виготовлення виробів.

Для автоматизації процесів ТПВ компанія АСКОН запропонувала широкий спектр програмних продуктів, орієнтованих на їх використання фахівцями машинобудівних підприємств: технологами, конструкторами технологічного оснащення, розробниками керуючих програм, для верстатів з ЧПК, інженерами з нормування праці і матеріальних витрат, фахівцями з реконструкції цехів підприємства.

У технологічній підготовці виробництва задіяні практично всі служби підприємства. Рух даних в *єдиному інформаційному просторі* (ЄІП) здійснюється між системами всіх класів: PDM (керування інженерними даними), ERP (керування підприємством), SAPR (технологічна підготовка виробництва), CAD (конструкторська підготовка виробництва) і т.д.

На базі програмного забезпечення компанії АСКОН можна організувати три схеми взаємодії компонентів КОМПЛЕКСУ ЄІП.

1. КОМПЛЕКС ЄІП на базі систем **ЛОЦМАН-PLM**, **КОМПАС-3D**, **ВЕРТИКАЛЬ** для автоматизації процесів ТПВ наведений на рис.20.6. САПР технологічних процесів (ТП) **ВЕРТИКАЛЬ** вирішує різні завдання автоматизації процесів технологічної підготовки виробництва, завдання розробки техпроцесів і випуску документації, дозволяє підвищити ефективність роботи технологічних підрозділів в цілому. Як компонент єдиного інформаційного простору підприємства **САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ** успішно інтегрується із програмним забезпеченням, що поставляється компанією АСКОН, і з програмними продуктами інших розробників ІТ-рішень.

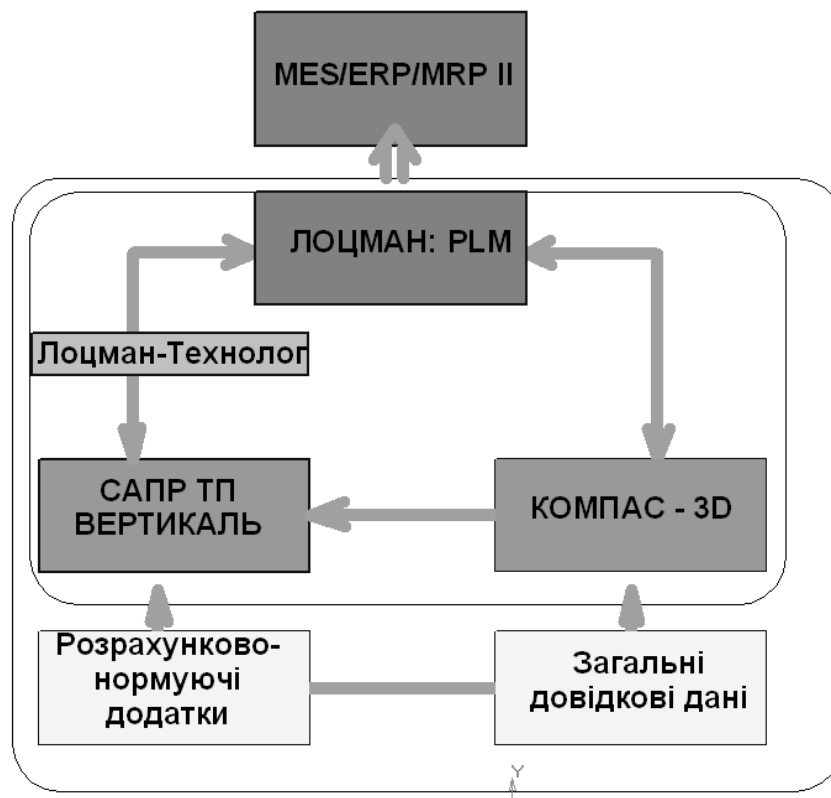


Рис.20.6 – Взаємодія компонентів комплексу систем ЛОЦМАН, КОМПАС, ВЕРТИКАЛЬ

Інтеграція **САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ** з системою тривимірного моделювання **КОМПАС-3D** забезпечує наскрізне вирішення завдань *конструкторсько-технологічної підготовки виробництва* (КТПВ). Використовуючи різноманітні прикладні бібліотеки сімейства КОМПАС, будь-яке підприємство може організувати за модульним принципом програмний комплекс, орієнтований на вирішення типових завдань в різних наочних областях (наприклад, проектування приводів, механічних передач, технологічного оснащення, устаткування та інструменту). Система КОМПАС-3D дозволяє організувати класичний процес тривимірного параметричного проектування - від ідеї до асоціативної об'ємної моделі, від моделі до конструкторської документації. У технологічній системі ВЕРТИКАЛЬ реалізована можливість роботи з усіма видами графічних документів: 3D-моделями, кресленнями і ескізами виробів, розроблених в КОМПАС-3D. У техпроцес автоматично передаються всі необхідні дані з конструкторської документації.

Система керування інженерними даними **ЛОЦМАН:PLM** дозволяє упорядкувати (структурувати) технологічну документацію, полегшити і прискорити запозичення типових вирішень, організувати роботу технолога з складом виробу, а також колективну роботу над всім проектом. Вбудовані в систему **ЛОЦМАН:PLM** *«Модуль управління робочим процесом»* і *«Модуль просмотра и аннотирования документов»* забезпечують паралельне виконання робіт. Взаємодія фахівців підприємства при розробці документації на виріб і організації виробництва дозволяє провести узгодження вибраного вирішення з іншими службами в найкоротші терміни.

Додаток **ЛОЦМАН-Технолог** забезпечує зв'язок **САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ** з **ЛОЦМАН-PLM**. Таким чином, технолог отримує можливість працювати зі складом виробу усередині технологічної системи. Модуль формування звітів, що входить до складу системи **ЛОЦМАН-PLM**, дозволяє сформувати відомості і зведені звіти в різних розрізах КТПВ.

При розробці техпроцесу технологу постійно потрібна різна довідкова інформація - дані про матеріали, устаткування, інструмент і т.п. Її надають *«Универсальный технологический справочник»* і Корпоративний довідник *«Материалы и Сортаменты»*. Їх можна використовувати у всіх системах, що входять в КОМПЛЕКС, вони є постачальниками єдиної технологічної довідкової інформації для всіх служб підприємства. Різноманітні розрахункові модулі вирішують завдання нормування трудових і матеріальних витрат. Всі програмні додатки отримують технологічні дані з системи ВЕРТИКАЛЬ, а довідкові дані - з Універсального технологічного довідника і корпоративних довідників АСКОН. В результаті КОМПЛЕКС ЄП дозволяє отримати всю інформацію про виріб у реальному масштабі часу, що є найважливішою умовою для прискорення процедур узгоджень із замовником і постачальниками, швидкої розробки модифікацій виробу, оптимізації взаємодії всіх служб підприємства, тобто для вирішення завдань, що дозволяють підвищити конкурентоздатність підприємства в цілому.

Якщо як САПР ТП вибрана система **КОМПАС-Автопроект**, то комплекс за автоматизацією КТПВ можна побудувати інакше. Можливі два варіанти.

Система **КОМПАС-Автопроект** складається з двох підсистем - **КОМПАС-Автопроект-Технологія** і **КОМПАС-Автопроект-Специфікації**. Остання дозволяє вести бази даних конструкторсько-технологічних специфікацій, архівувати розроблені технологічні процеси, формувати зведені звіти, тобто є спрощеним варіантом PDM-системи.

Тому залежно від поставлених завдань на підприємстві можна використовувати КОМПЛЕКС ЄІП на базі **КОМПАС-Автопроект**, **КОМПАС-3D** (рис. 20.7). Довідкова інформація в даному випадку використовуватиметься з баз даних САПР ТП як при проектуванні техпроцесів, так і при нормуванні матеріальних і трудових витрат.

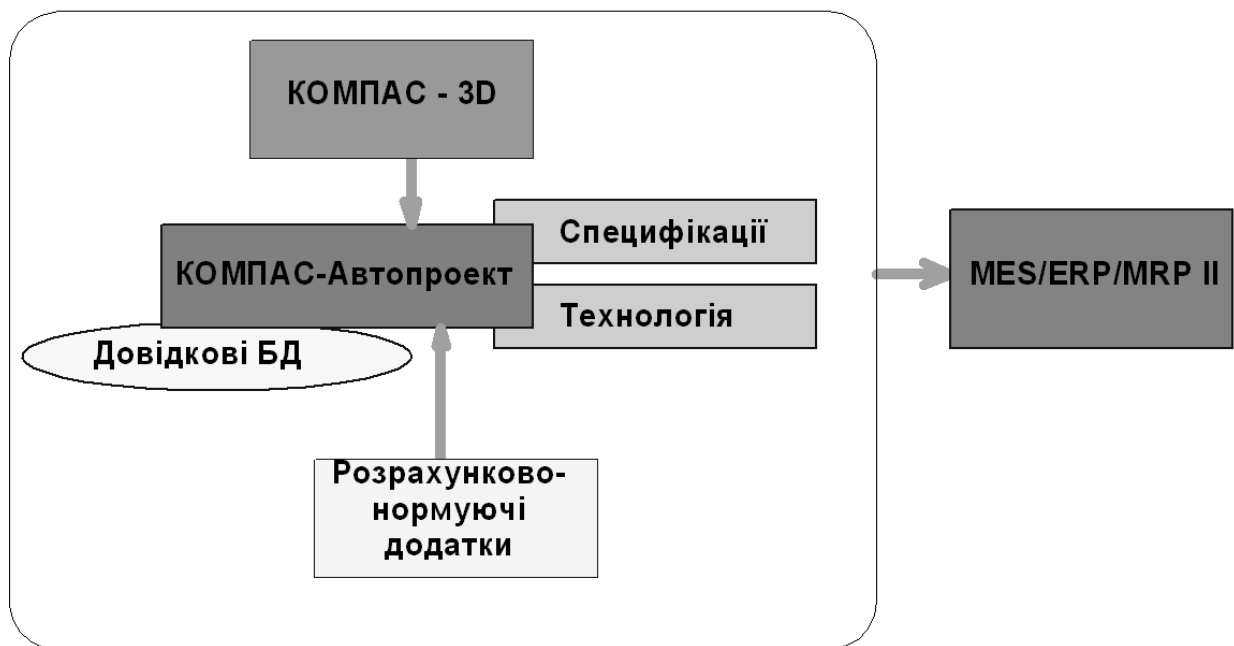


Рис.20.7 – Взаємодія компонентів комплексу систем КОМПАС-Автопроект, КОМПАС-3D

КОМПАС-Автопроект комплектується за модульним принципом. Побудова комплексу з різних модулів дозволяє організувати робочі місця технологів, фахівців з розцеховки, нормувальників матеріальних і трудових витрат.

Інтеграція системи САПР ТП **КОМПАС-Автопроект** з **ЛОЦМАН-PLM** дозволяє побудувати ще один варіант КОМПЛЕКСУ (рис.20.8). Додаток **ЛОЦМАН-Технолог** забезпечує зв'язок САПР ТП **КОМПАС-Автопроект** з системою керування інженерними даними **ЛОЦМАН:PLM**, і технолог отримує можливість працювати зі складом виробу.

Формування відомостей і зведених звітів у такому варіанті відбувається в **ЛОЦМАН:PLM** за допомогою спеціального модуля, а розробка технологічних процесів ведеться в **КОМПАС-Автопроект-Технологія**. Вся

необхідна довідкова інформація і отримані результати розрахунків передаються в **ЛОЦМАН-PLM** для аналізу і обробки.

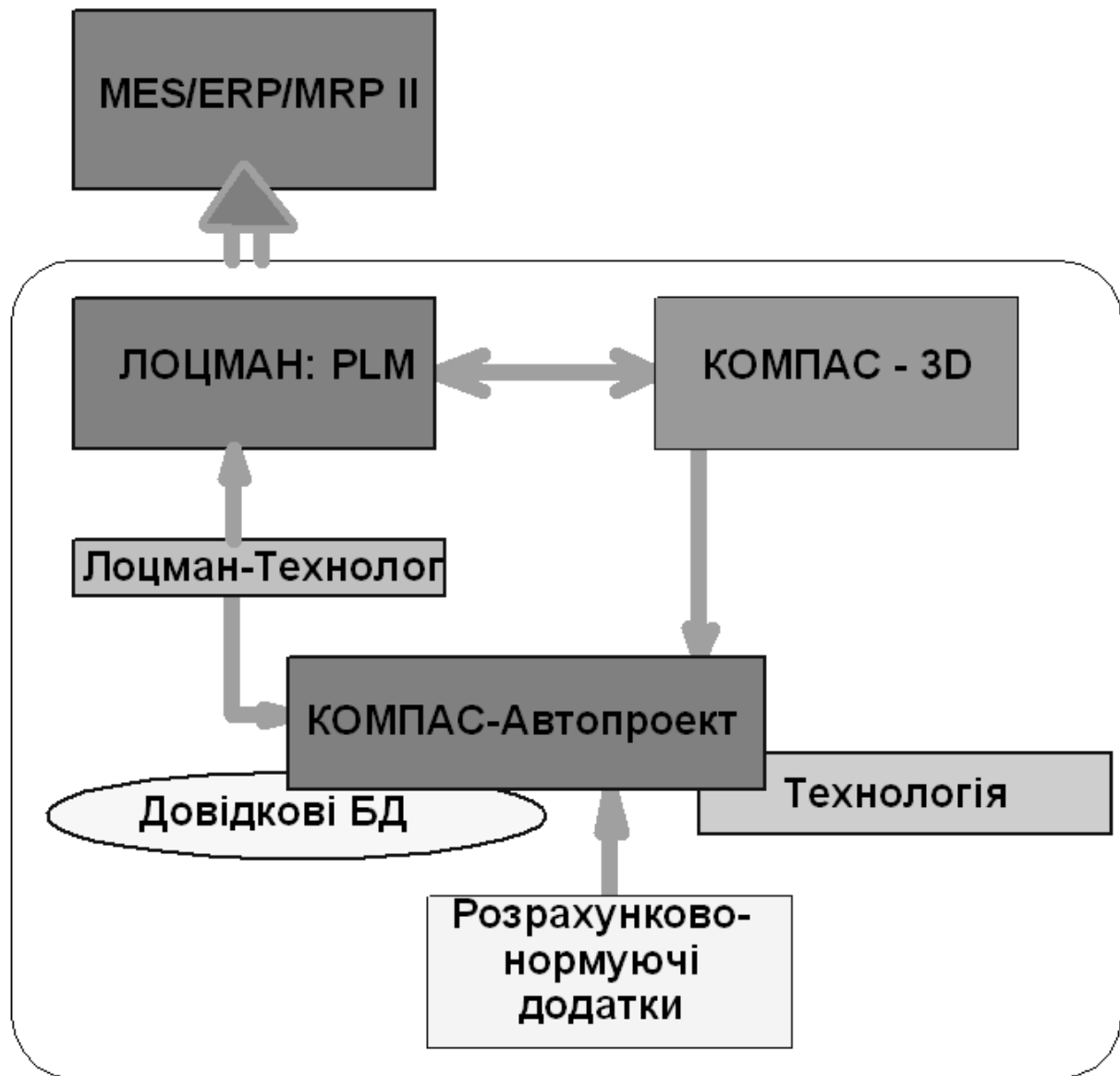


Рис.20.8 – Взаємодія компонентів комплексу систем ЛОЦМАН, КОМПАС-Автопроект, КОМПАС-3D

? КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Перелічіть програмні продукти для конструкторської підготовки виробництва в машинобудуванні й металообробці.
2. Перелічіть програмні продукти для технологічної підготовки виробництва в машинобудуванні й металообробці.
3. Для чого необхідний програмний продукт ЛОЦМАН?
4. Які функції виконує КОМПАС-Автопроект?
5. За допомогою яких програм відбувається проектування електрообладнання в системі КОМПАС?

21. ПРОГРАМА SinSys

21.1. Особливості спеціальних програмних продуктів

При проектуванні електромеханічного та іншого устаткування моделювання компонентів технічних рішень розрахунків їх і віртуальні дослідження окремих блоків, вузлів і механізмів складають невід'ємну частину при виконанні проектних робіт. Для вирішення багатьох технічних завдань постійно створюються прикладні програмні засоби, якими їх автори пропонують скористатися при виконанні досліджень або розрахунків. Ці своєрідні електронні лабораторії знаходять широке застосування у сучасних конструкторів.

До найбільш популярних помічників конструкторів відносяться програмні продукти MatLAB, OrCAD, Micro-Cap та інші пакети програм. **Пакет програм** - сукупність програмних засобів, що виконуються в пакетному режимі. Всі ці Windows-додатки виконані на високому професійному рівні, але відрізняються специфічною формою зображення досліджуваного технологічного об'єкта і отриманням кінцевих результатів обчислень [11-15].

У програмних засобах нерідко використовують відомі підходи для подання компонентів технічних рішень *віртуальними моделями* – абстрактним уявленням технологічних об'єктів (ТО), що складаються з резисторів, ємкостей, індуктивностей і т.п. **Компоненти моделі** – елементи технологічних схем, що реалізуються таким чином, що вимагають від користувача хороших навиків абстрактного представлення будь-якого ТО за допомогою радіоелементів й аналогічних виробів. Очевидно, що і результати розрахунків елементів для застосування їх в реальних технічних описах до проектів вимагають додаткової обробки, а це, у свою чергу, становить додаткові незручності і знижує оперативність застосування отриманих даних.

Для засвоєння спеціальних програмних продуктів потрібно досить багато часу, а практичне застосування їх завжди примушує користувача вивчати тонкощі процесів, властивості матеріалів, характеристики компонентів, володіти багатьма іншими знаннями і якостями, які відрізняють сучасного проектувальника від колишніх розробників, які практикували з паперовими варіантами проектів.

Найбільший інтерес при проектуванні електромеханічного устаткування викликають програмні продукти, в яких їх розробники самостійно вирішили всі питання, пов'язані з вивченням конкретного технологічного об'єкта, а користувачеві пропонують тільки ввести початкові дані й отримати результати розрахунку, придатні для практичного застосування. Такі програми реалізують відомі **алгоритми** - точні розпорядження процесів обчислення, що ведуть від варійованих початкових даних до шуканих величин, на основі яких створюються практичні електромеханічні пристрої. До таких Windows-додатків належить пакет програм SinSys розроблений на кафедрі Електричного транспорту ХНАМГ.

Пакет програм SinSys є сукупність електронних лабораторій, за допомогою яких реалізуються віртуальні моделі електронних компонентів, електротехнічних пристроїв, реальних технологічних об'єктів та ін. У пакеті представлені класичні принципові схеми відомих технічних рішень з алгоритмами розрахунку їх компонентів. Сукупність всіх програмних засобів ілюструє можливості комп'ютерного моделювання і може служити хорошим помічником проектувальникам, які використовують аналогічні типові електротехнічні пристрої у своїх розробках. Прикладом таких рішень є, наприклад, відома вимірювальна мостова схема (рис.21.1) на резисторах і масштабний підсилювач (рис.21.2) на аналогових мікросхемах.

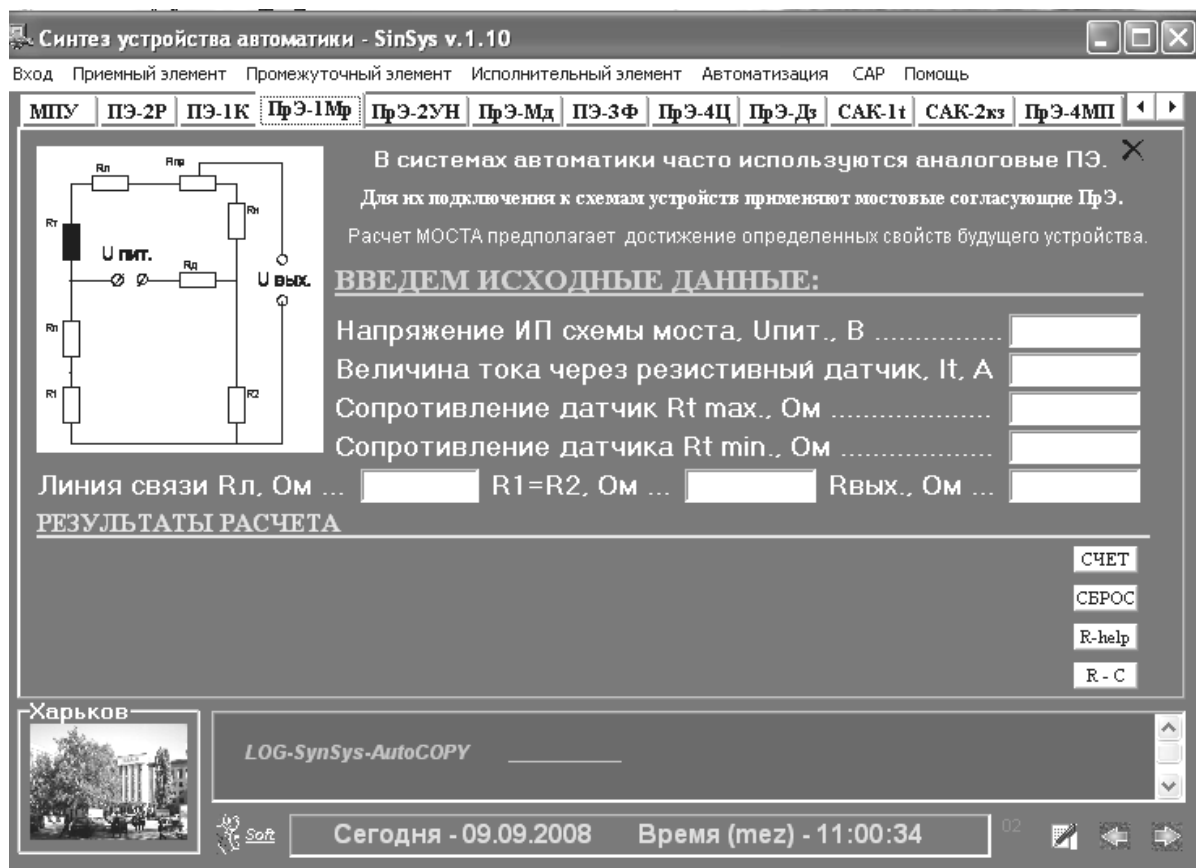


Рис.21.1 – Інтерфейс програми розрахунку компонентів резистивного вимірювального моста

Для автоматизації розрахунку резисторів вищезгаданих електротехнічних пристроїв запропоновані програмні продукти, які дозволяють проектувальникові швидко розраховувати величини елементів схем без вивчення самого алгоритму розрахунку.

Ці й аналогічні програми не вимагають від розробника глибоких знань властивостей компонентів і взаємозв'язку всіх елементів схем, але забезпечують отримання корисних для проектування електротехнічного устаткування результатів розрахунку за певним набором початкових даних.

У програмному пакеті SinSys містяться різний довідковий матеріал, корисні ілюстрації, Windows-додатки, в числі яких нескладна програма для

підготовки електричних принципових, функціональних, оперативних та інших схем. Програма має накопичувальну бібліотеку компонентів, яку користувач сам може створювати, змінювати й поповнювати з урахуванням специфіки власних розробок, а результати переносити у проекти, що виконуються, наприклад, за допомогою програми КОМПАС.

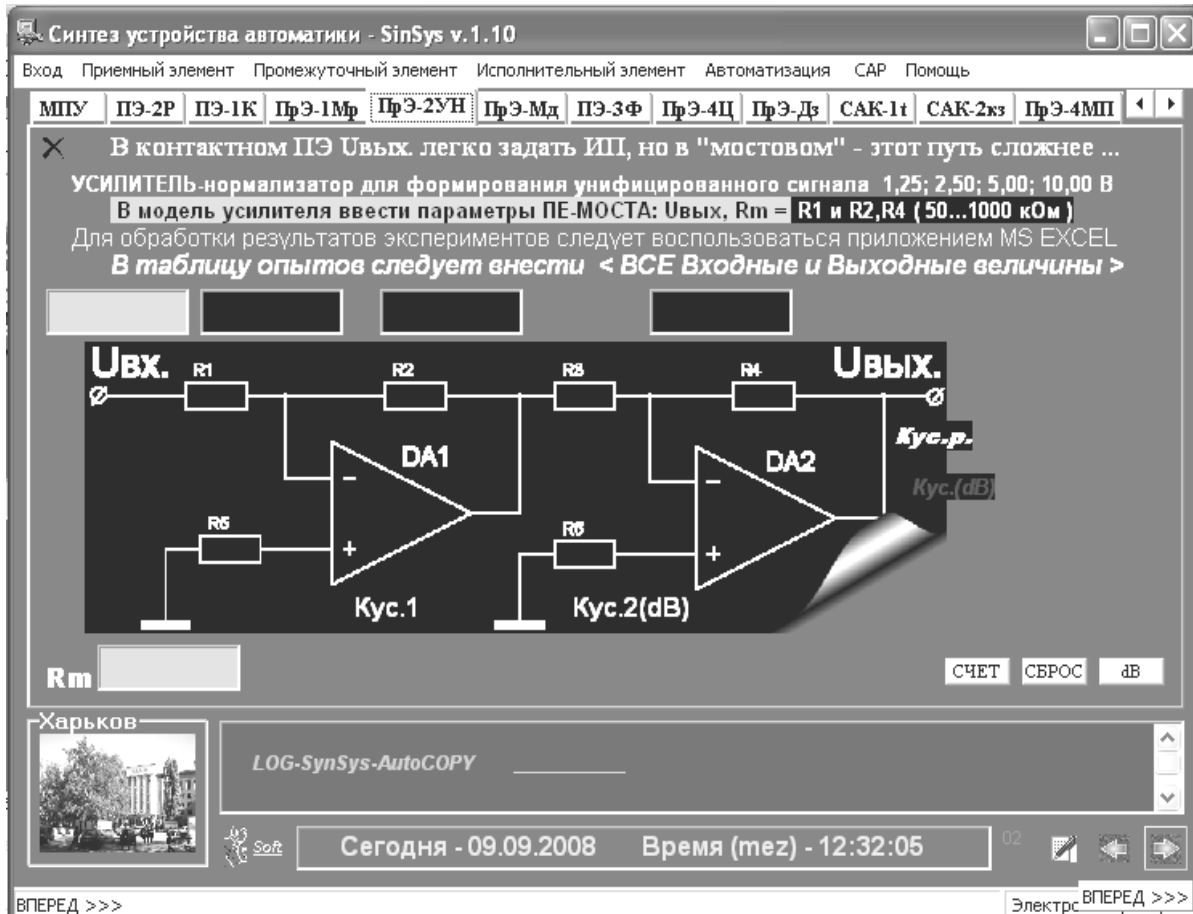


Рис.21.2 – Інтерфейс програми розрахунку компонентів масштабного підсилювача

21.2. Застосування програми SinSys

Пакет програм SinSys створювався у *навчальних цілях* відповідно до програм дисциплін, що вивчаються студентами на різних курсах. Всі компоненти лабораторій пакету містять спливаючі й фіксуючі *підказки* (автоматизовані функції допомоги користувачеві, що виводяться на екран дисплея у вигляді словесної інформації), які дозволяють користувачеві швидко розуміти й освоювати всі електронні продукти пакету. Результати розрахунків формуються у вигляді окремого файлу і можуть зберігатися для подальшої обробки або виводити на друк для уявлення в паперовому варіанті.

Якщо в розробці застосовується компонент, наявний в пакеті SinSys, то для роботи з ним його можна «викликати» на головну сторінку, натискаючи за допомогою покажчика мишки одну із стрілок «вперед» (рис.21.1, 21.2),

«назад», розміщеними внизу інтерфейсу програми, або кнопки вгорі, з відповідними умовними позначеннями електронних лабораторій.

Наприклад, щоб скористатися програмою розрахунку трансформатора імпульсного блоку живлення (БЖ), які розробляються для більшості сучасних пристроїв автоматики та іншої електронної апаратури, виклинемо програму «БП-ИТ» однойменною кнопкою. Після натиснення кнопки «БП-ИТ» на головному інтерфейсі програми SinSys буде розміщена електронна модель джерела живлення (ДЖ) зі схемою, що включає імпульсний трансформатор (ІТ) (рис.21.3).



Для активації програми «БП-ИТ» слід натиснути кнопку <CLEAN>

Після активації «БП-ИТ» з'явиться можливість вводити в інформаційні вікна початкових даних для проєктованого джерела електричного живлення.

Приклад технічного завдання: необхідно розробити автономний БЖ мобільного приладу діагностування автомобілів, який повинен забезпечити електричне живлення компонентів приладу з наступними початковими даними: напруга живлення рівна 9,5; 24,0; 450 В із струмами навантаження 500 mA; 150 mA і 50 mA відповідно. Ці величини слід відразу ввести у вікна відповідних вторинних обмоток ІТ - U_{H1} , U_{H2} , U_{H3} (рис.21.3).

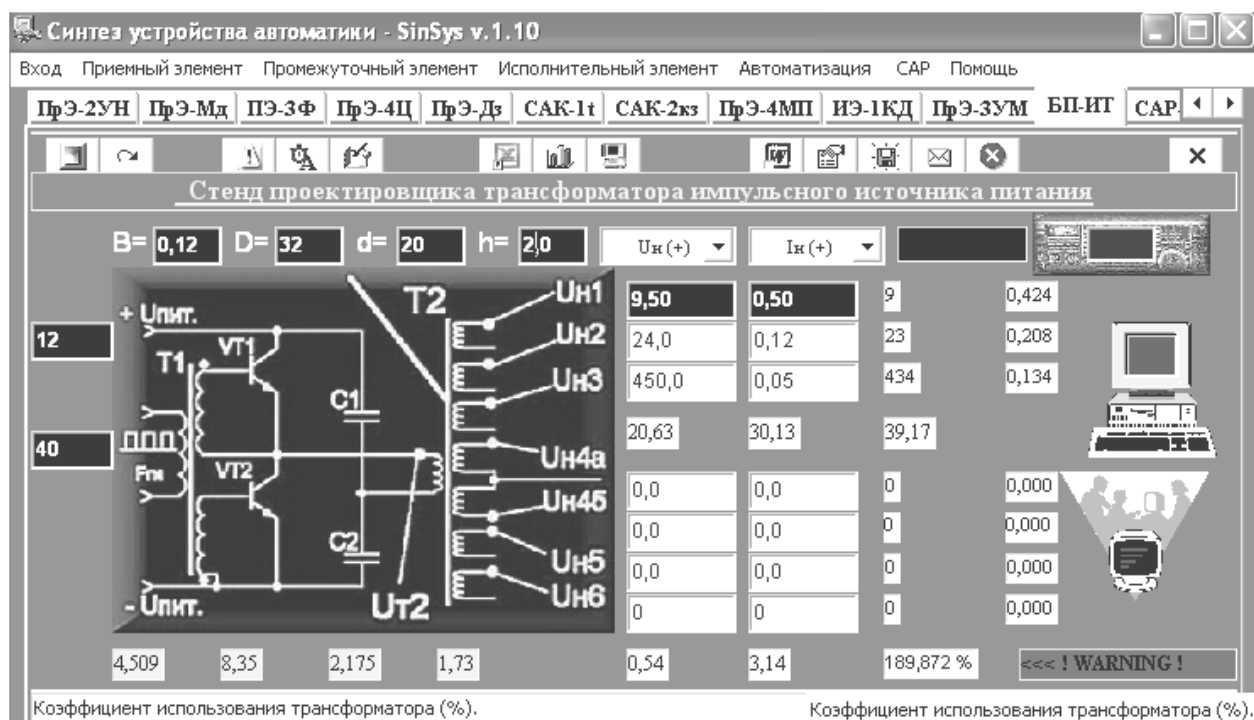


Рис.21.3 - Інтерфейс програми розрахунку імпульсного джерела живлення

Для вибору параметрів осердя ІТ слід скористатися довідковими даними існуючих їх типорозмірів і властивостей використовуваних магнітних матеріалів («Вход», «Help-2 SinSys», «Прикладные решения», «Справочник» чи <F2>). Фрагменти таких довідкових даних ілюструють рис.21.4, 21.5 і табл. 21.1 і 21.2.

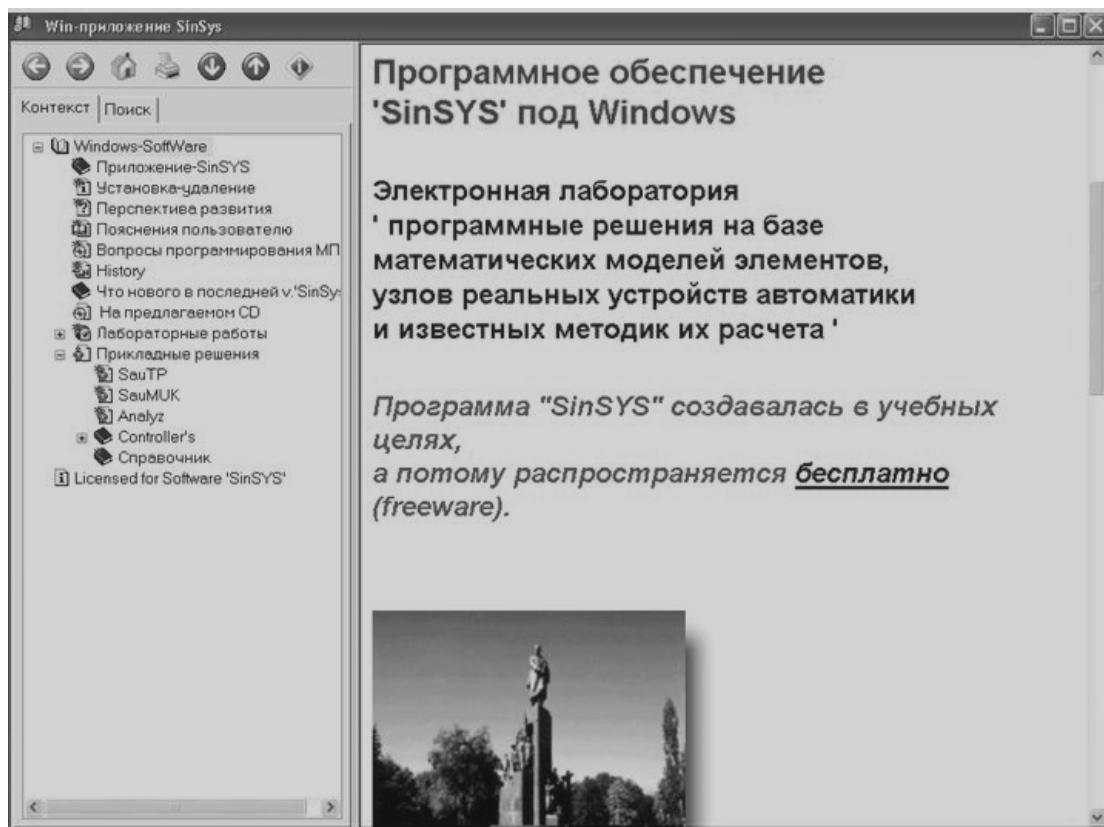


Рис.21.4 - Головна сторінка довідника Help-2 SinSys

Win-приложение SinSys

Справочник Previous Top Next

Контекст Поиск

Windows-SoftWare

- Приложение-SinSYS
- Установка-удаление
- Перспектива развития
- Пояснения пользователю
- Вопросы программирования МП
- History
- Что нового в последней v.'SinSys'
- На предлагаемом CD
- Лабораторные работы
- Прикладные решения
 - SauTP
 - SauMUK
 - Analyz
- Controller's
- Справочник
- Licensed for Software 'SinSYS'

Таблица 1 - Параметры магнитных материалов

Марка феррита	$f_{кр}, \text{МГц}$	$B_{max}, T_{л}$ при $H_{max}, \text{А/м}$				μ^2	$B_r, T_{л}$
		40	80	240	800		
Фериты общего назначения							
1000НН	0,4	0,095	0,167	0,226	0,270	169	0,15
2000НН	0,1	0,154	0,200	0,236	0,250	796	0,12
1000НМ	0,6	0,206	0,290	0,340	0,370	1790	0,11
2000НМ	0,5	0,179	0,287	0,366	0,394	1562	0,13
3000НМ	0,1	0,250	0,320	0,360	0,370	1989	0,12
Термостабильные фериты							
1000НМ3	1,8	0,100	0,200	0,290	0,334	995	0,10
1500НМ1	0,6	0,146	0,240	0,320	0,350	1393	0,10
1500НМ3	1,5	0,148	0,250	0,350	0,380	1691	0,08
2000НМ1	0,5	0,165	0,244	0,312	0,340	1233	0,12
Высокопроницаемые фериты							
4000НМ	0,1	0,260	0,320	0,366	0,37	4890	0,13
6000НМ	0,05	0,270	0,308	0,345	0,35	1970	0,11
10000НМ	0,05	0,310	0,330	0,350	0,35	2188	0,11
Фериты для телевизионной техники							
2500НМС1	0,4	-	-	-	0,45	-	0,1
3000НМС	0,36	-	-	-	0,45	-	0,1
Фериты для импульсных трансформаторов							
1000НН1	0,5	-	-	-	0,3	-	0,09
1100НН1	0,3	-	-	-	0,4	-	0,15


Рис.21.5 - Сторінка розділу «Довідник» Help-2 SinSys

Таблиця 21.1 – Деякі типорозміри осердь

Типорозмір	$D, \text{мм}$	$d, \text{мм}$	$h, \text{мм}$	$m, \text{г}$
K7×4×2	$7 \pm 0,3$	$4 \pm 0,2$	$2 \pm 0,15$	0,32
K10×6×3	$10 \pm 0,3$	$6 \pm 0,2$	$3 \pm 0,15$	0,86
K10×6×4,5	$10 \pm 0,3$	$6 \pm 0,2$	$4,5 \pm 0,15$	1,27
K12×5×5,5	$12 \pm 0,4$	$5 \pm 0,2$	$5,5 \pm 0,15$	2,83
K12×8×3	$12 \pm 0,4$	$8 \pm 0,3$	$3 \pm 0,15$	1,12
K16×8×6	$16 \pm 0,4$	$8 \pm 0,3$	$6 \pm 0,25$	4,9
K16×10×4,5	$16 \pm 0,4$	$10 \pm 0,3$	$4,5 \pm 0,25$	3,1
K20×10×5	$20 \pm 0,5$	$10 \pm 0,3$	$5 \pm 0,25$	6,3
K20×12×6	$20 \pm 0,5$	$12 \pm 0,4$	$6 \pm 0,25$	6,7
K28×16×9	$28 \pm 0,6$	$16 \pm 0,4$	$9 \pm 0,4$	20,4
K32×16×8	$32 \pm 0,8$	$16 \pm 0,4$	$8 \pm 0,4$	26,4
K32×20×6	$32 \pm 0,8$	$20 \pm 0,5$	$6 \pm 0,25$	16,4
K32×20×9	$32 \pm 0,8$	$20 \pm 0,5$	$9 \pm 0,4$	24,6
K38×24×7	$38 \pm 0,8$	$24 \pm 0,5$	$7 \pm 0,4$	26,6
K40×25×7,5	$40 \pm 0,8$	$25 \pm 0,6$	$7,5 \pm 0,4$	31,8
K40×25×11	$40 \pm 0,8$	$25 \pm 0,6$	$11 \pm 0,5$	46,3
K45×28×8	$45 \pm 0,9$	$28 \pm 0,6$	$8 \pm 0,4$	42,9
K45×28×12	$45 \pm 0,9$	$28 \pm 0,6$	$12 \pm 0,5$	63,9
K65×40×9	$65 \pm 1,5$	$40 \pm 0,8$	$9 \pm 0,4$	110

Таблиця 21.2 - Основні параметри магнітних матеріалів

Марка фериту	$f_{кр}^1, \text{ МГц}$	$B_{\text{max}}, T_{\text{л}} \text{ при } H_{\text{max}}, \text{ А/м}$				μ^2	$B_r, T_{\text{л}}$
		40	80	240	800		
Ферити загального використання							
1000НН	0,4	0,095	0,167	0,226	0,270	169	0,15
2000НН	0,1	0,154	0,200	0,236	0,250	796	0,12
1000НМ	0,6	0,206	0,290	0,340	0,370	1790	0,11
2000НМ	0,5	0,179	0,287	0,366	0,394	1562	0,13
3000НМ	0,1	0,250	0,320	0,360	0,370	1989	0,12
Термостабільні ферити							
1000НМЗ	1,8	0,100	0,200	0,290	0,334	995	0,10
1500НМ1	0,6	0,146	0,240	0,320	0,350	1393	0,10
1500НМЗ	1,5	0,148	0,250	0,350	0,380	1691	0,08
2000НМ1	0,5	0,165	0,244	0,312	0,340	1233	0,12
Високопроніцаємі ферити							
4000НМ	0,1	0,260	0,320	0,366	0,37	4890	0,13
6000НМ	0,05	0,270	0,308	0,345	0,35	1970	0,11
10000НМ	0,05	0,310	0,330	0,350	0,35	2188	0,11
Ферити для телевізійної техніки							
2500НМС1	0,4	-	-	-	0,45	-	0,1
3000НМС	0,36	-	-	-	0,45	-	0,1
Ферити для імпульсних трансформаторів							
1000ННІ	0,5	-	-	-	0,3	-	0,09
1100НМІ	0,3	-	-	-	0,4	-	0,15

Беручі до уваги, наприклад, параметри осердя 2000НН типу K32×20×9, напруга бортової мережі діагностованих автомобілів дорівнює 12 В і частота задаючого генератора ДЖ - 40 кГц (рис.21.6), введемо всі початкові дані у відповідні вікна інтерфейсу програми «БП-ИТ». Для виконання розрахунку слід натиснути кнопку <COUNT>  («СЧИТАТЬ»). Інтерфейс програми на рис.21.3 демонструє шукані результати для проектного джерела електричного живлення.

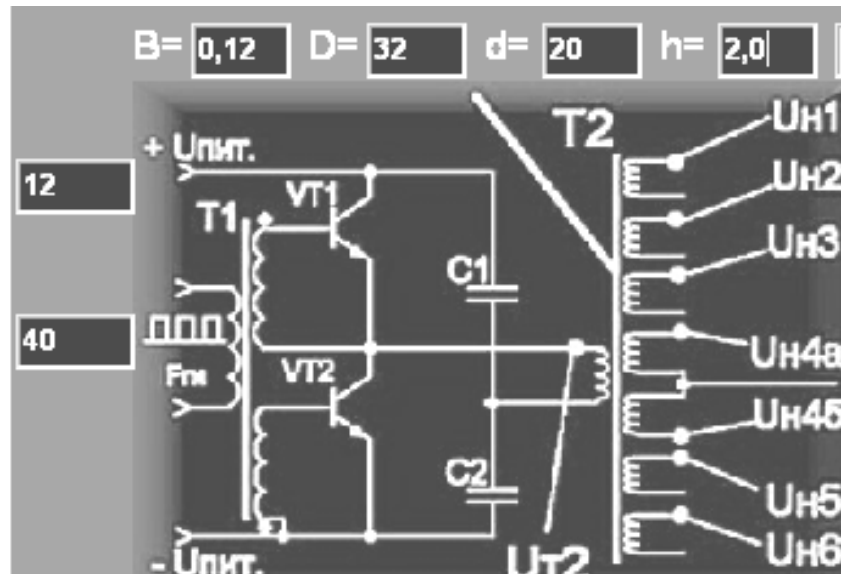



Рис.21.6 – Приклад вводу початкових даних у відповідні вікна інтерфейсу програми «БП-ИТ»

Оскільки в програму «БП-ИТ» входить «електронний експерт» результатів обчислень, то при неприпустимих розрахункових величинах на інтерфейсі включаються світлові індикатори. Для наших даних на рис.21.3 відображає сигнал тривоги «!WARNING!», який обумовлений неприпустимим значенням коефіцієнта використання трансформатора (189,872%). Сигналізація «експерта» викликана невідповідністю розрахованого трансформатора вимогам, запропонованим в початкових даних до БЖ.

Очевидно, що такий ІТ застосовувати не можна і потрібний вибір інші параметричні характеристики пристрою. Для вирішення завдання, що стоїть, існує ряд різних підходів, з яких скористаємося, наприклад, зміною габаритів осердя ІТ, тобто застосовний для імпульсного трансформатора проектного джерела живлення два ідентичних раніше вибраних осердя (K32×20×9), що еквівалентно застосуванню осердя типу K32×20×18. В зв'язку з цим в початкових даних змінимо величину $h=18$ мм і знову натиснемо кнопку «СЧИТАТЬ» . Знов отримані результати не викликають у електронного експерта тривогу і, очевидно, ними можна скористатися при проектуванні блоку живлення.

Всі величини, що розраховуються за допомогою програми «БП-ИТ» автоматично записуються в електронний журнал LOG-SinSys, який можна

відомим способом скопіювати, наприклад, в «Блокнот» для подальшого зберігання, аналізу або надання у відповідній документації.

Копії журналів (1LOG-SynSys, 2LOG-SynSys) реєстрації експериментів представлені в табл.21.3.

Таблиця 21.3 - Копії журналів експериментів з програмою «БП-ИТ»

1LOG-SynSys-AutoCOPY	2LOG-SynSys-AutoCOPY
<<<<<<<<<ВНИМАНИЕ>>>>>>>>>>>>	
<<<<<РАСЧЕТ НЕ ПРИМЕНИМ>>>>>	
10.09.2008 9:12:06	10.09.2008 9:12:25
===== Расчет ИИП =====	===== Расчет ИИП =====
----- Трансформатор Т1 ----- -Напряжение питания Упит,В = 12,0 -Задающий генератор Fгн,kHz = 40,0 ----- Трансформатор Т2 ----- -Индукция В,Т = 0,12 -Диаметр наружный D,мм = 32,0 -Диаметр внутренний d,мм = 20,0 -Высота h,мм = 9,0 -Площ.магнитопровода Sm,см кв. = 0,54 -Площ.окна So,см кв. = 3,14 -Кэф.использования Ки = 198,182 % -Мощность габаритная Pг,Вт = 20,24 -Мощность нагрузки Рп,Вт = 30,85 -Мощность используемая Ри,Вт = 40,10 ----- ----- Параметры обмоток Т2 ---- ----- Обмотка Wт2 ----- -Обмотка Wт2,вит = Wт2 = -Диаметр провода dt2,мм = 1,75 -Напряжение Ut2,В = 4,509 -Ток It2,A = 8,55 ----- Обмотка Ун1 ----- -Обмотка W1,вит = 9 -Диаметр провода d1,мм = 0,424 -Напряжение Un1,B = 9,50 -Ток In1,A = 0,50 ----- Обмотка Ун2 ----- -Обмотка W2,вит = 23 -Диаметр провода d2,мм = 0,232 -Напряжение Un2,B = 24,0 -Ток In2,A = 0,15 ----- Обмотка Ун3 ----- -Обмотка W3,вит = 434 -Диаметр провода d3,мм = 0,134 -Напряжение Un3,B = 450,0 -Ток In3,A = 0,05 ----- Обмотки Ун4а=Ун4б ----- -Обмотка W4,вит = 0 -Диаметр провода d4,мм = 0,000	----- Трансформатор Т1 ----- -Напряжение питания Упит,В = 12,0 -Задающий генератор Fгн,kHz = 40,0 ----- Трансформатор Т2 ----- -Индукция В,Т = 0,12 -Диаметр наружный D,мм = 32,0 -Диаметр внутренний d,мм = 20,0 -Высота h,мм = 18,0 -Площ.магнитопровода Sm,см кв. = 1,08 -Площ.окна So,см кв. = 3,14 -Кэф.использования Ки = 99,104 % -Мощность габаритная Pг,Вт = 40,47 -Мощность нагрузки Рп,Вт = 30,85 -Мощность используемая Ри,Вт = 40,10 ----- ----- Параметры обмоток Т2 ---- ----- Обмотка Wт2 ----- -Обмотка Wт2,вит = 2,175 -Диаметр провода dt2,мм = 1,75 -Напряжение Ut2,В = 4,509 -Ток It2,A = 8,55 ----- Обмотка Ун1 ----- -Обмотка W1,вит = 5 -Диаметр провода d1,мм = 0,424 -Напряжение Un1,B = 9,50 -Ток In1,A = 0,50 ----- Обмотка Ун2 ----- -Обмотка W2,вит = 12 -Диаметр провода d2,мм = 0,232 -Напряжение Un2,B = 24,0 -Ток In2,A = 0,15 ----- Обмотка Ун3 ----- -Обмотка W3,вит = 217 -Диаметр провода d3,мм = 0,134 -Напряжение Un3,B = 450,0 -Ток In3,A = 0,05 ----- Обмотки Ун4а=Ун4б ----- -Обмотка W4,вит = 0 -Диаметр провода d4,мм = 0,000

1LOG-SynSys-AutoCOPY	2LOG-SynSys-AutoCOPY
-Напряжение $U_{H4,B} = 0,0$	-Напряжение $U_{H4,B} = 0,0$
-Ток $I_{H4,A} = 0,0$	-Ток $I_{H4,A} = 0,0$
----- Обмотка U_{H5} -----	----- Обмотка U_{H5} -----
-Обмотка $W_{5,вит} = 0$	-Обмотка $W_{5,вит} = 0$
-Диаметр провода $d_{5,мм} = 0,000$	-Диаметр провода $d_{5,мм} = 0,000$
-Напряжение $U_{H5,B} = 0,0$	-Напряжение $U_{H5,B} = 0,0$
-Ток $I_{H5,A} = 0,0$	-Ток $I_{H5,A} = 0,0$
----- Обмотка U_{H6} -----	----- Обмотка U_{H6} -----
-Обмотка $W_{6,вит} = 0$	-Обмотка $W_{6,вит} = 0$
-Диаметр провода $d_{6,мм} = 0,000$	-Диаметр провода $d_{6,мм} = 0,000$
-Напряжение $U_{H6,B} = 0$	-Напряжение $U_{H6,B} = 0$
-Ток $I_{H6,A} = 0$	-Ток $I_{H6,A} = 0$
=====	=====


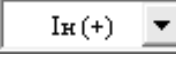
Дані з журналу 2LOG-SynSys, що відображають основні конструктивні параметри трансформатора, приймаються розробником при проектуванні джерела живлення.

У тих випадках, коли необхідно отримати повну картину про властивості джерела живлення, наприклад, при змінних навантаженнях в ланцюгах вторинних обмоток в програмі «БП-ИТ» передбачений автоматичний режим завдання таких умов.


Дослідження властивостей БЖ. Наприклад, відомо, що при практичному застосуванні приладу діагностування навантаження на джерело з напругою живлення 24 В може зростати до 120%. Очевидно, що даний чинник негативно впливатиме на роботу приладу, оскільки до БЖ підключаються і інші компоненти пристрою діагностування. Для обліку розглянутого збурюючого чинника слід визначити ступінь впливу його на роботу БЖ.

Оскільки властивості трансформатора в програмі відображають не тільки коефіцієнт використання трансформатора, але і його габаритну, споживану і використовувану потужності, які розраховуються автоматично, то на основі їх аналізу можна виконувати необхідні експерименти і відкоригувати розрахункові величини.

Одним з шляхів дослідження поведінки трансформатора при змінних навантаженнях є визначення максимального струму навантаження ланцюга живлення на обмотці U_{H2} , коли коефіцієнт використання ІТ не перевищить 100%. Для проведення таких віртуальних досліджень в програмі «БП-ИТ» передбачений автоматичний режим.

Для реалізації експерименту в автоматичному режимі параметри досліджуваної обмотки (U_{H2}) необхідно перенести у вікна обмотки U_{H6} . Далі натиснути кнопки «AUTO» , « I_{H+} »  і вибрати фіксований крок варіювання величини струму навантаження (0,00005 . 0,03 А). Процес дослідження почнеться автоматично, а «електронний експерт» виконає

сигналізацію при підході до критичних параметрів ІТ. Аналогічно досліджуються інтервали варіювання по напрузі (... , « $U_H(+)$ » $U_H(+)$).

Зупинка автоматичного режиму виконується натисненням кнопки «**STOP-RESET**» .

Результат дослідження обмотки з напругою живлення 24 В (U_H) ілюструє рис.21.7.

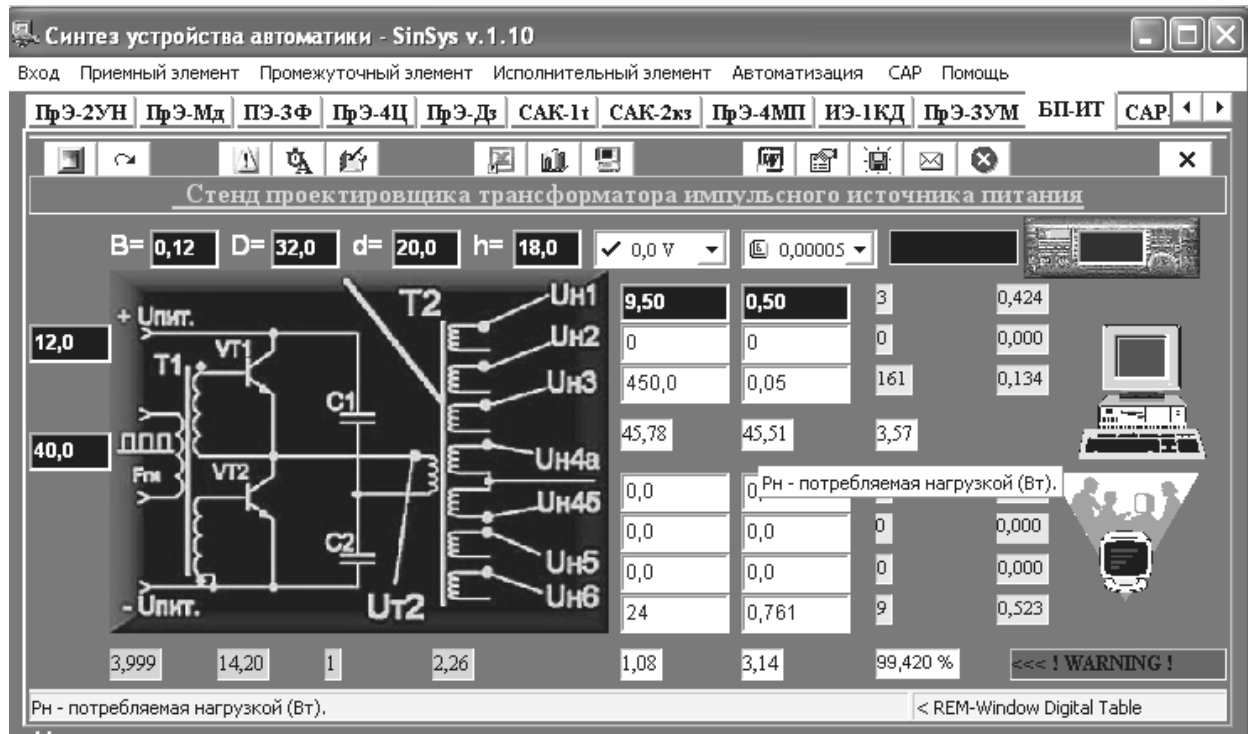


Рис.21.7 - Результат автоматичного дослідження ДЖ

Розрахункові величини показали, що джерело живлення з трансформатором на осерді $K32 \times 20 \times 18$ може достатньо стійко функціонувати в нормованому режимі при вказаному вище зростанні струму навантаження в обмотці з напругою 24 В, але для досягнення цієї умови потрібно збільшити перетин дроту даної обмотки.

Вибір транзисторів для реалізації схеми БЖ заслуговує особливої уваги при конструюванні цього невід'ємного компоненту будь-якого електротехнічного устаткування. Напівпровідникові елементи повинні бути розраховані для роботи при великих струмах і порівняно невисокій напрузі. Для вирішення цього завдання в додатку SinSys на сторінці «**ПрЭ-ЗУМ**» **ПрЭ-ЗУМ** є програма «*Параметрический расчет УМ*» інтерфейс якої представлений на (рис.21.8). У вікнах введення даних цієї програми використані початкові величини розраховані для проєктованого джерела живлення.

Дана програма дозволяє розраховувати параметри, за якими з довідників вибираються необхідні активні напівпровідникові елементи

(транзистори, тиристоры) для реалізації підсилювачів потужності (ПП), перетворювачів напруги, безконтактних елементів комутації і ін.

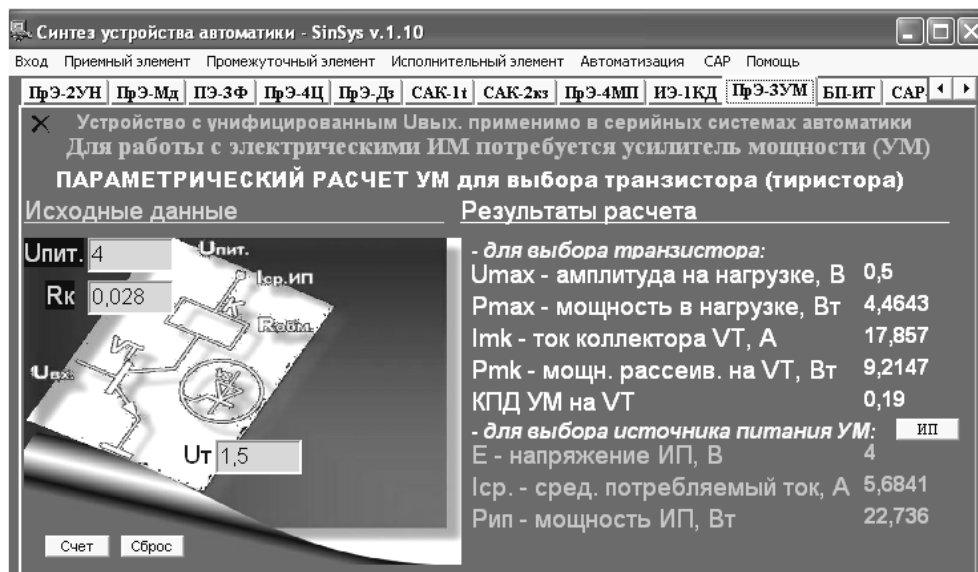


Рис.21.8 – Интерфейс програми розрахунку параметрів для вибору транзистора ПП

Оскільки якість роботи будь-якого джерела живлення дуже залежить від вживаного на його виході згладжуючого фільтру, то дане питання також не може бути залишене без уваги проектувальником цих пристроїв.

Транзисторний фільтр відноситься до найбільш поширених елементів більшості джерел живлення. Для швидкого його розрахунку в пакеті SinSys є програма з однойменною назвою (рис.21.9) («Помощь», «Hrp-05 Фільтр БП» або <Ctrl>+). Інтерфейс програми ілюструє рис.21.10. На рис.21.11 представлений інтерфейс з результатами обчислень. Дане Windows-застосування забезпечує швидкий розрахунок транзисторних фільтрів при використанні відомих початкових величинах або при їх експериментальному виборі, що не виключено з даним корисним електронним інструментом.

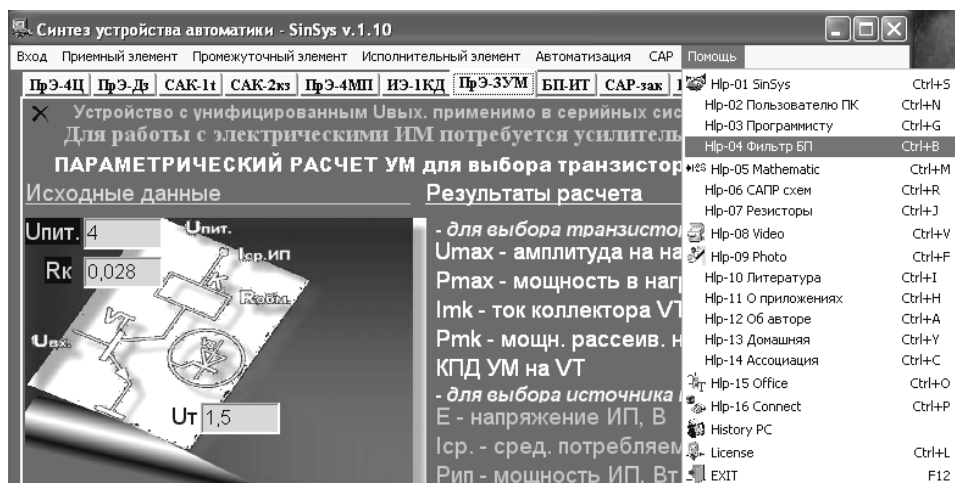


Рис.21.9 – Приклад виклику швидкого розрахунку «Фільтра БП» в пакеті SinSys.

Калькулятор разработчика источника питания

Транзисторный фильтр источника питания

Амплитуда пульсации первой гармоники на входе фильтра, U_{o1max} , В	0
Амплитуда пульсации первой гармоники на выходе фильтра, $U_{o1mвых}$, В	0
Минимальное напряжение коллектор-эмиттер VT, $U_{кэ}$, В	0
Максимальная окружающая температура, $t_{окр.max}$, °C	0
Напряжение на выходе фильтра, U_o , В	0
Ток нагрузки, I_o , А	0
Частота пульсации, f_p , Гц	0
$h_{21э}$ транзистора VT, раз	0
$h_{11б}$ транзистора VT, Ом	0
Максимальная рабочая температура транзистора VT, $t_{пер.max}$, °C	0
$R_{т.переход-среда}$, °C/Вт	0
$h_{22э}$ транзистора VT, См	0

Заданный коэффициент сглаживания, q_z , ед.
Напряжение на входе фильтра, $U_{в}$, В
Допустимое напряжение коллектор-эмиттер транзистора VT, $U_{кэ}$, В
Допустимый ток коллектора транзистора VT1, I_k , А
$R_{кmax}$ на коллекторе транзистора VT1, Вт
Мощность, рассеиваемая коллектором транзистора VT1, P_k , Вт
Ток базы транзистора VT1, I_b , мА
Сопротивление резистора R_b , кОм
Емкость конденсатора C_b , мкФ
$h_{11э}$ транзистора VT1, Ом
Рассчитанный коэффициент сглаживания, q , ед.
Выходное сопротивление фильтра, $R_{вых}$, Ом
КПД фильтра, %

Кнопка <ПУСКА> счела, если все исходные данные введены.

K

END

Рис.21.10 – Интерфейс програми для розрахунку транзисторного фільтру БЖ

Калькулятор разработчика источника питания

Транзисторный фильтр источника питания

Амплитуда пульсации первой гармоники на входе фильтра, U_{o1max} , В	0,01
Амплитуда пульсации первой гармоники на выходе фильтра, $U_{o1mвых}$, В	0,0001
Минимальное напряжение коллектор-эмиттер VT, $U_{кэ}$, В	2
Максимальная окружающая температура, $t_{окр.max}$, °C	28
Напряжение на выходе фильтра, U_o , В	22
Ток нагрузки, I_o , А	0,7
Частота пульсации, f_p , Гц	40000,0
$h_{21э}$ транзистора VT, раз	40
$h_{11б}$ транзистора VT, Ом	60
Максимальная рабочая температура транзистора VT, $t_{пер.max}$, °C	85
$R_{т.переход-среда}$, °C/Вт	0,8
$h_{22э}$ транзистора VT, См	1,7

Заданный коэффициент сглаживания, q_z , ед.	100,0
Напряжение на входе фильтра, $U_{в}$, В	24,0
Допустимое напряжение коллектор-эмиттер транзистора VT, $U_{кэ}$, В	31
Допустимый ток коллектора транзистора VT1, I_k , А	1,40
$R_{кmax}$ на коллекторе транзистора VT1, Вт	71,25
Мощность, рассеиваемая коллектором транзистора VT1, P_k , Вт	1,41
Ток базы транзистора VT1, I_b , мА	17,50
Сопротивление резистора R_b , кОм	0,12
Емкость конденсатора C_b , мкФ	7
$h_{11э}$ транзистора VT1, Ом	2460,00
Рассчитанный коэффициент сглаживания, q , ед.	0,0
Выходное сопротивление фильтра, $R_{вых}$, Ом	60,00
КПД фильтра, %	91,6

**РАСЧЕТ
ВЫПОЛНЕН**

K

END

Рис.21.11 – Приклад результату обчислень транзисторного фільтру БЖ

21.3. Підготовка фрагментів ілюстрацій для технічної документації

Для виконання фрагментів електричних принципових схем і інших ілюстрацій в пакеті програми SinSys зручно скористатися Windows-додатком Sinpro рис.21.12 («Помощь», «Hlp-08 САПР схем» або натиснути <Ctrl>+<S>). На рис.21.13 представлений інтерфейс програми з ілюстрацією підготовки фрагмента електричної принципової схеми БЖ.

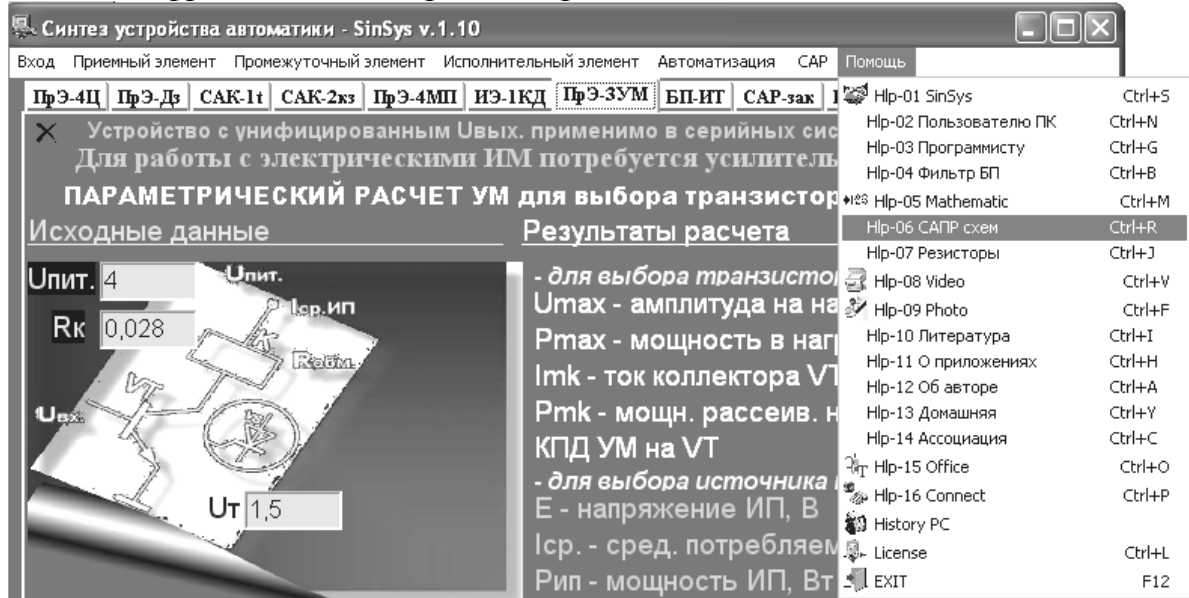


Рис.21.12 – Приклад виклику додатку sPlan 4.0 в пакеті програми SinSys

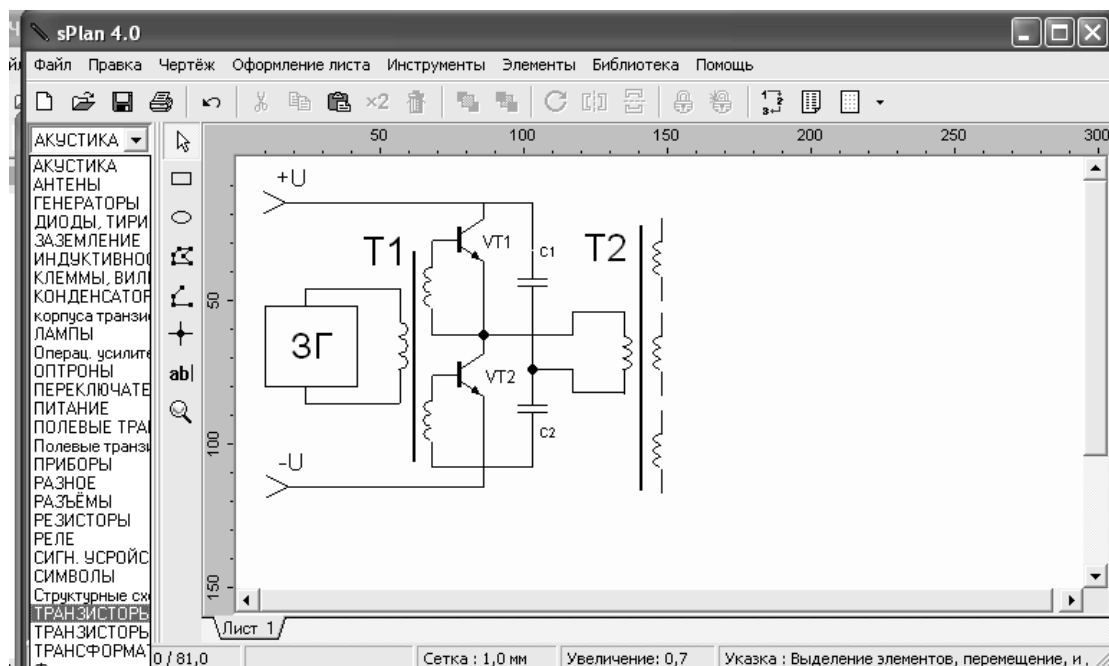


Рис.21.13 – Фрагмент підготовки принципової електричної схеми

Додаток sPlan 4.0 розрахований для побудови необхідних електросхем будь-яких пристроїв. Його інтерфейс складається з основної, головної та інструментальної панелей. В ньому також є вже бібліотека необхідних штучних елементів електросхем, яка знаходиться на екрані зліва (див. рис.21.13). Бібліотека складається з розділів, відкриття будь-якого розділу бібліотеки ілюструє елементи які для нього наявні (рис.21.14). Якщо в запитаному розділі бібліотеки немає необхідного елементу для побудови електросхеми, його можна створити самостійно або відкоригувати вже існуючий елемент і зберегти (21.15).

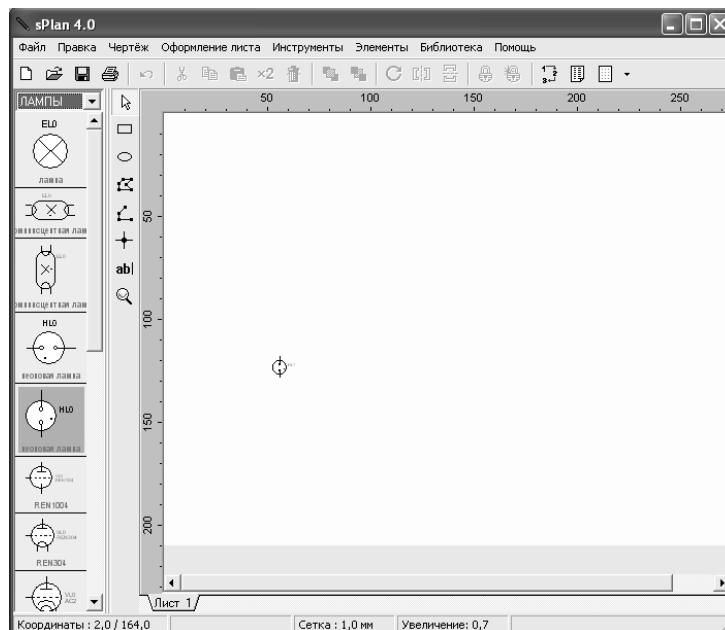


Рис.21.14 – Приклад элементов электросхем раздела библиотеки «ЛАМПЫ»

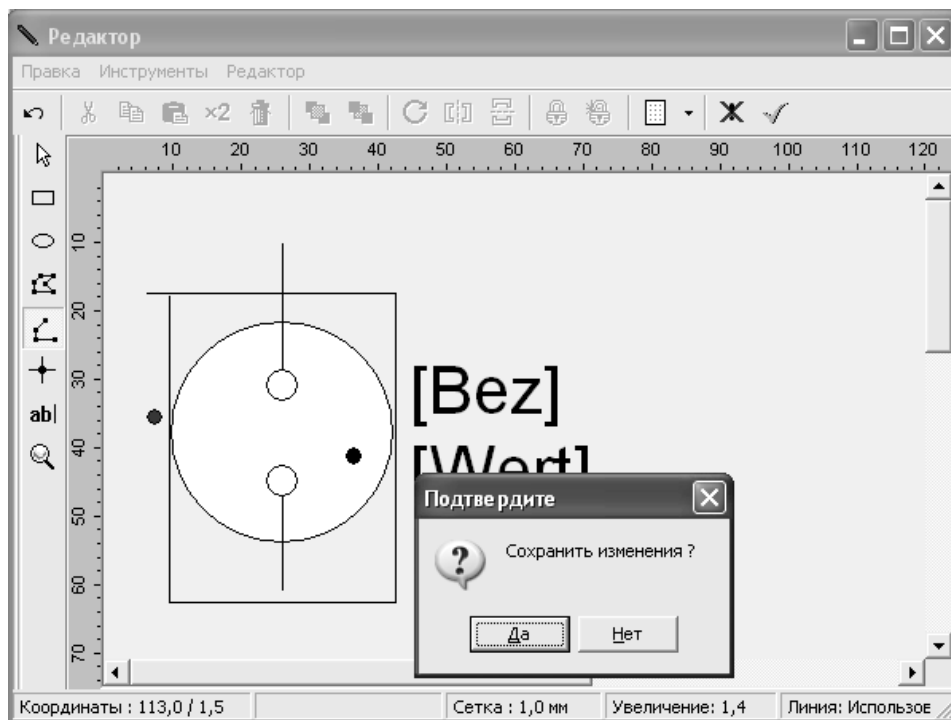


Рис.21.15 – Редагування існуючого елемента бібліотеки і його збереження

1. Для **створення нового елемента в бібліотеці** необхідно вибрати розділ бібліотеки, в який буде поміщений елемент. Далі, **«Бібліотека»»«Создать новый элемент»** (рис.21.16). У вікні, що з'явиться, введіть позначення і номінал (марку, тип елемента) і натисніть кнопку **«Открыть»** (рис.21.17). У вікні редактора, що відкриється, побудуйте новий елемент і потім натисніть **«Выход»**. Після цього в бібліотеці з'явиться створений новий елемент, який можна завжди відредагувати, змінити при необхідності.

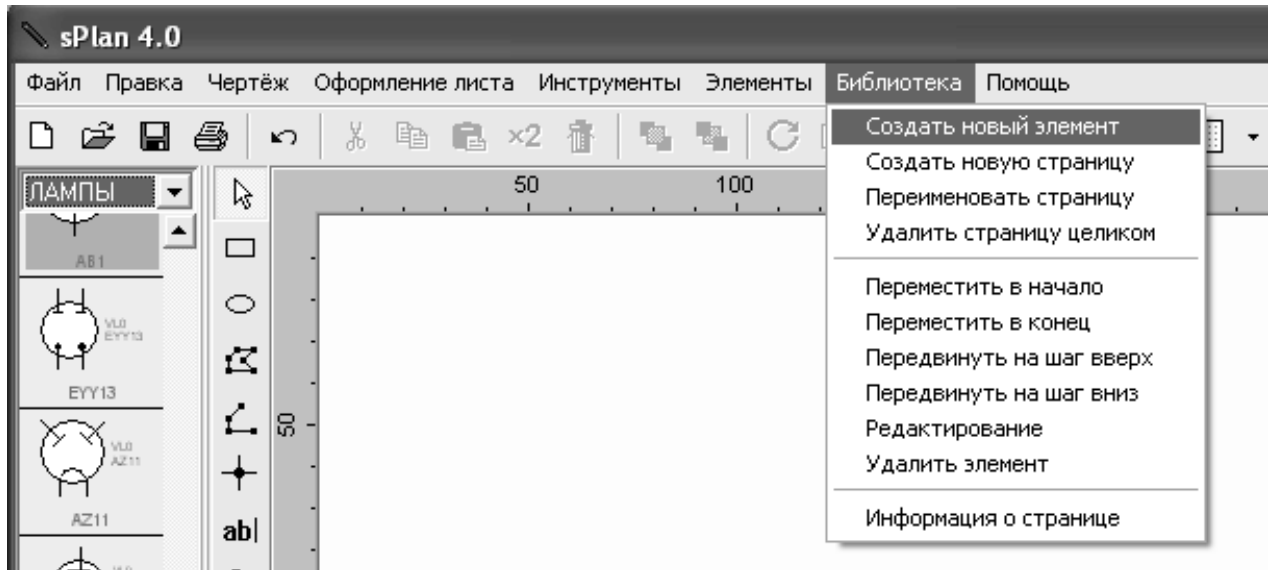


Рис.21.16 – Приклад створення нового елемента схеми в бібліотеці sPlan 4.0

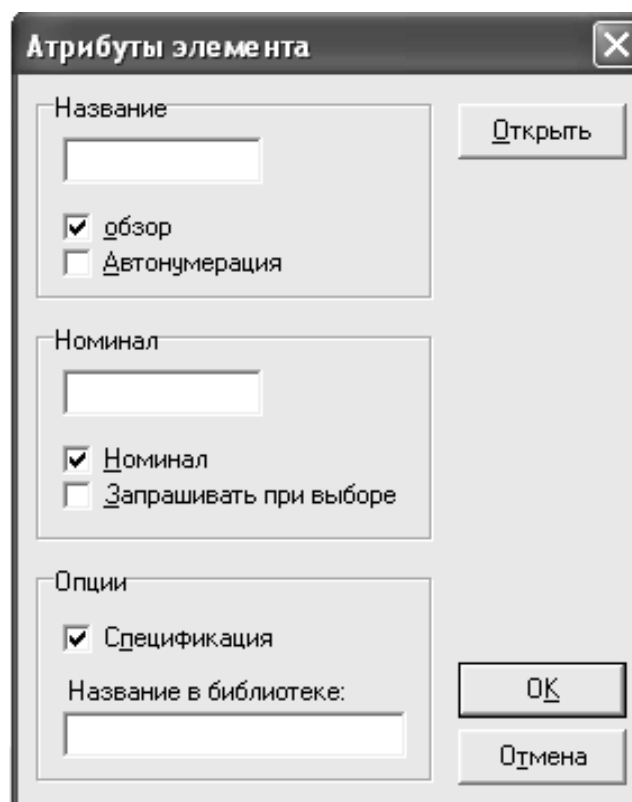


Рис.21.17 – Діалогове вікно **«Атрибуты элемента»** при створенні нового елемента бібліотеки sPlan 4.0

Створення нових елементів на основі готових бібліотечних здійснюється 2 способами.

☛ **1 спосіб:** якщо потрібно створення графічного зображення, яке складається з двох і більш елементів наявних в бібліотеці, наприклад оптотранзистора. Для цього необхідно витягнути на полі креслення відповідні елементи і розташувати їх поряд. Далі виділити перший елемент і вибрати опцію «Элементы»>«Упорядочить размер маски» (рис.21.18).

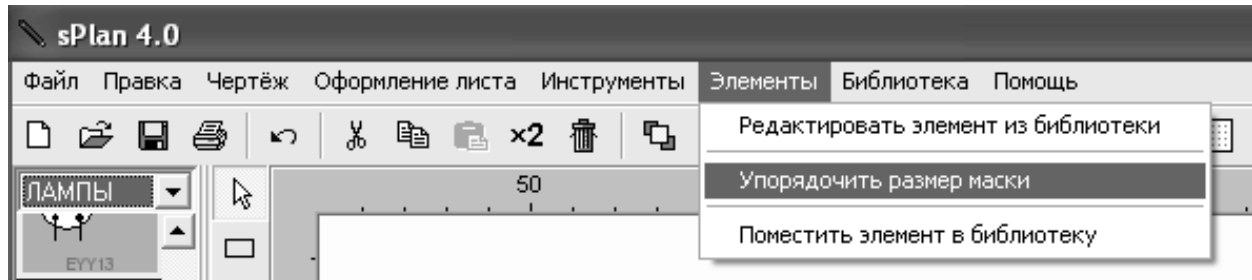


Рис.21.18 – Приклад створення складного елементу бібліотеки sPlan 4.0

Після виконання цієї команди зображення елементу буде розбито на елементарні відрізки. Далі виділити другий елемент і для нього знову вибрати цю опцію «Элементы»>«Упорядочить размер маски» і так для кожного з вибраних елементів. Після того, як зображення всіх вибраних елементів буде розбито на прості відрізки необхідно їх всіх виділити і вибрати опцію «Элементы»>«Редактировать элемент из библиотеки». У вікні, що з'явиться, введіть позначення елементу, і його номінал (марка, тип), виберіть кнопку «Открыть» і виділені елементи будуть перенесені в редактор графічного образу. Відредагуйте зображення і виходьте з редактора («Редактор»>«Выход»). На полі креслення буде отримано елемент, який можна помістити у відповідну бібліотеку за командами «Элементы»>«Поместить элемент в библиотеку».

☛ **2 спосіб:**

- ✓ витягнути на полі креслення відповідні елементи і розташувати їх поряд;
- ✓ клацнути на кожному елементі мишею у вікні, що з'явилося, прибрати галочку «Обзор»>ОК;
- ✓ після того, як позначення елементів пропадуть, виділити їх всі і виберіть опцію «Элементы»>«Редактировать элемент из библиотеки»;
- ✓ у вікні, що з'явиться, введіть позначення елементу, і його номінал (марка, тип), потім, виберіть кнопку «Открыть». Після цього виділені елементи будуть перенесені в редактор графічного образу. Відредагуйте зображення і виходьте з редактора («Редактор»>«Выход»);

- ✓ на полі креслення буде отримано елемент, який можна помістити у відповідну бібліотеку по команді **«Элементы»»«Поместить элемент в библиотеку»»**.

2. **Створення будь-якого графічного об'єкта** в полі креслення здійснюється за допомогою інструментальної панелі (рис.21.19).

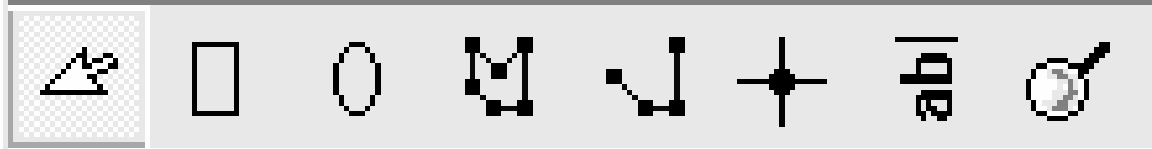


Рис.21.19 – Інструментальна панель додатка sPlan 4.0

✪ Для того щоб здійснити введення будь-якої команди для створення графічного об'єкта, необхідно користуватися ЛК миші, а для відміни викликаної команди ПрК миші.

3. **Збереження результатів** роботи (креслення схем) необхідно виконувати не у вигляді файлу програми sPlan: **«Файл»»«Сохранить как...»»*.spl** , а у вигляді документа - **«Чертеж»»«Сохранить лист»»*.blt**, оскільки команда копіювання (**«сору»**) працює тільки в межах декількох документів.

4. **Для копіювання фрагментів** однієї схеми в іншу необхідно відкрити відповідні документи із схемами, наприклад, **«Чертеж»»«Открыть лист»»1.blт** і **«Чертеж»»«Открыть лист»»2.blт** і виконати команду копіювання. Отриману схему знову слід зберегти у вигляді нового документа із своїм ім'ям.

5. Можливість **збереження** підготовлених ілюстрацій дозволяє використовувати їх **в середовищі програми «КОМПАС»**.

Графічний редактор має докладний опис для освоєння, простий у використанні і легко освоюється користувачами.

Приклад використання підготовленої схеми за допомогою прикладної програми SinSys (рис.21.13) в середовищі програми «КОМПАС» наведений на рис.21.20.

Для того щоб вставити підготовлену схему в «КОМПАС», необхідно скористатися серією наступних команд: **«Вставка»»«Объект...»»** в діалоговому вікні **«Вставка объекта»** вибрати **»«Рисунок Microsoft Word»»ОК**. Після цього з'явиться хрестоподібний курсор, яким необхідно вказати точку прив'язки рисунку. З'явиться текстовий документ Microsoft Word з рамкою для рисунку в яку необхідно скопіювати необхідну схему. Після цього закриваємо документ Microsoft Word і вже на кресленні «КОМПАС» ще раз підтверджуємо точку прив'язки.

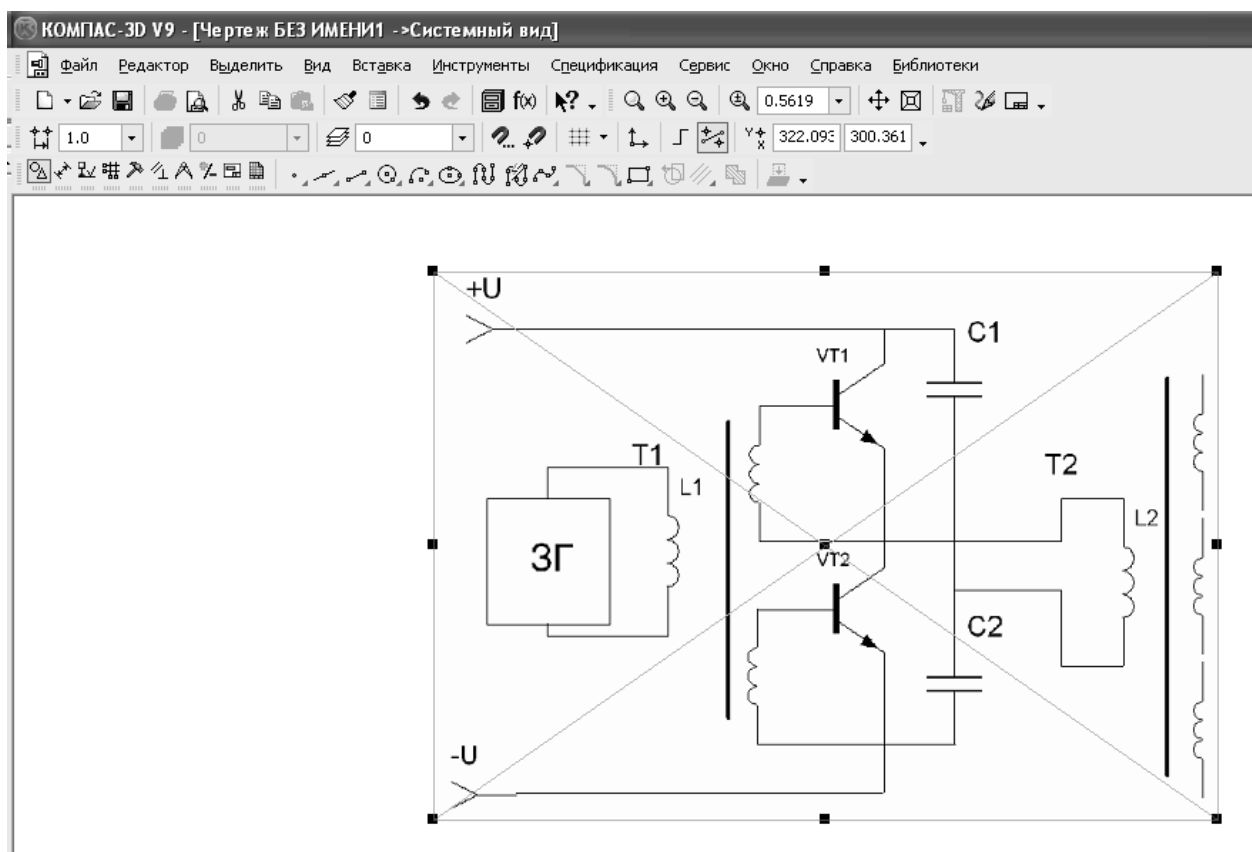


Рис.21.20 – Приклад використання готової схеми в середовищі програми КОМПАС

Коригування розмірів і розміщення схеми здійснюють за допомогою зеленої рамки з характерними точками, яка з'явиться як тільки клацнути по вставленому рисунку.

21.4. Економічний аналіз проекту

Всі проектні роботи звичайно починають з попереднього розрахунку витрат на їх реалізацію. Сучасне комп'ютерне проектування електромеханічних пристроїв має перспективу проводити такий аналіз на будь-яких етапах, що дозволяє уточнювати попередні економічні оцінки проектів і своєчасно коректувати їх. Очевидно, що в колишніх конструкторів не було такого завдання, яке тепер може виконуватися швидко і достатньо якісно.

У пакеті програми SinSys на сторінці «ПрЭ-Эк» є додаток «АРМ менеджера-економіста». Ця програма реалізує класичний шлях розрахунку економічних показників будь-яких частин проекту, що виконуються самими проектувальниками.

Після виклику програми на головний інтерфейс її включення проводиться натисненням кнопки «Включение» (рис.21.21).

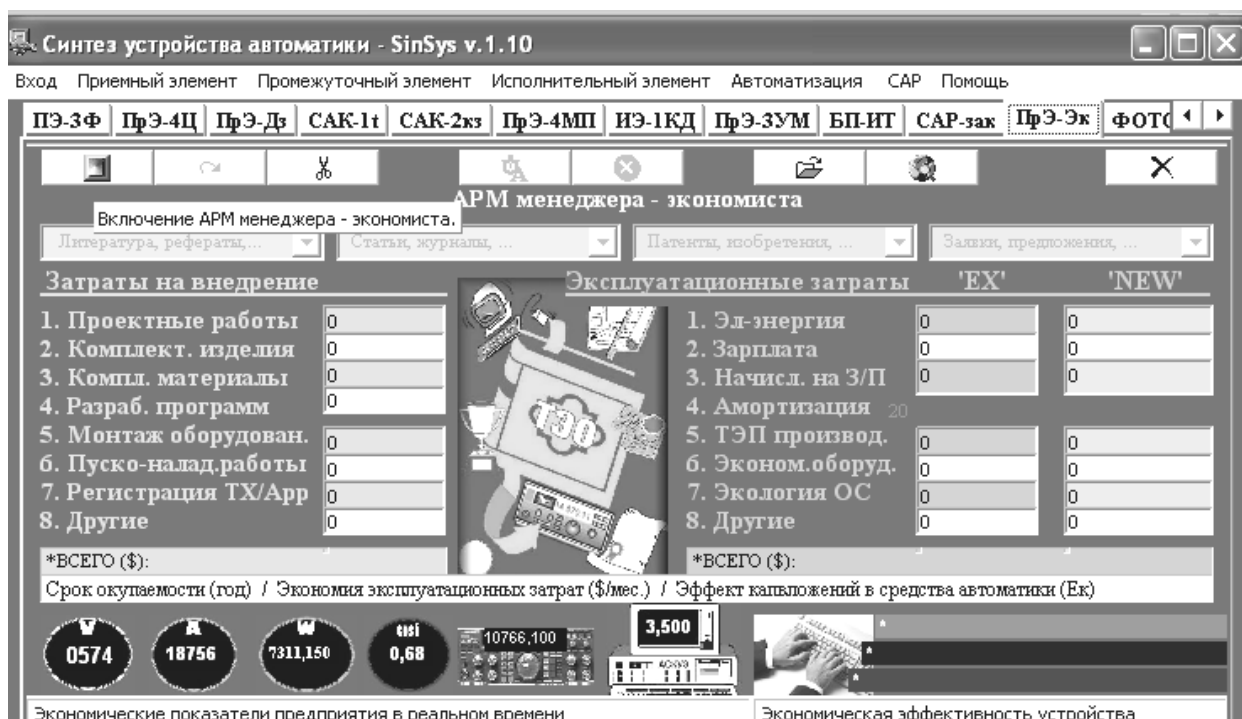


Рис.21.21 – Интерфейс програми «ПрЭ-Эк» для виконання економічного аналізу проектованого устаткування

Інтерфейс програми містить органи керування для звернення до списків різної технічної літератури, каталогам спеціальних періодичних видань, джерелам інформації про патенти на винаходи і інші дані, які користувач самостійно може організувати у відповідних папках використовуваного комп'ютера.

Після введення початкових даних у відповідні вікна витрат на впровадження і експлуатацію технічного рішення розрахунок виконується після натиснення на кнопку «СЧЕТ».

Зручність програми полягає в можливості швидко змінити статті витрат для отримання необхідного результату від впровадження проектованого пристрою. На основі розрахункових даних можна сформулювати або скорегувати вимоги до конкретного технічного рішення для досягнення цілей пов'язаних, наприклад, з певними вихідними величинами, що відображають економічні властивості створюваного технологічного об'єкту або пристрою.

Крім того, програма автоматично виконує експертизу даних, які вводяться користувачем для розрахунку.

Якщо початкові величини для конкретного пристрою нелогічні або не відповідають вимогам, що пред'являються до сучасних аналогічних виробів, «експерт» програми сам зробить відповідні висновки і представить їх користувачеві у вигляді лаконічної фрази. Хоча програма створювалася в навчальних цілях вона може виявитися корисною і досвідченим проектувальникам оскільки наявні в ній особливості дозволяють розробнику

уникнути неприпустимих помилок при проектуванні різного електромеханічного устаткування або їх компонентів.

Результати розрахунку для конкретного технічного рішення програма формує у вигляді електронної таблиці, зручної для зберігання, аналізу і друку в паперовому варіанті. Приклад такого документа ілюструє табл. 21.4.

Таблиця 21.4 - Приклад оформлення результатів розрахунку програмою «ПрЭ-Эк»

№ п/п	Статті витрат	Сума, грн	Період окупності, рік
1	Витрати на впровадження:		
	Дослідницькі і проектні роботи	2500	
	Комплектуючі вироби	670	
	Розробка програмного забезпечення	800	
	Пусконаладжувальні роботи	2500	
	Інші	0	
2	Експлуатаційні витрати «ЕХ»:		
	Електроенергія	907	
	Заробітна плата	1800	
	Нарахування на заробітну плату	666	
	Амортизація (20%)	574,60	
	Інші	0	
3	Експлуатаційні витрати «NEW»:		
	Електроенергія	116	
	Заробітна плата	336	
	Нарахування на заробітну плату	124	
	Амортизація (20%)	115,20	
	Інші	0	
4	Скорочення експлуатаційних витрат	3356,40	
5	Окупність		1,9

21.5. Інші завдання при підготовці комп'ютерних проектів

Сучасний проектувальник при розробці електромеханічних пристроїв не може обходити стороною такі питання як вибір елементів і матеріалів, монтаж компонентів схем, технологію виготовлення печатних плат, правила монтажу окремих компонентів, варіанти виконання роз'ємних електричних з'єднань та багато що інше.

Для вирішення багато з цих завдань вже створені й продовжують створюватися оригінальні програмні продукти, за появою яких слід звертатися на різні сайти глобальної мережі INTERNET.

Особливої уваги заслуговують питання зовнішнього оформлення електро-механічних пристроїв. Ці особливості обумовлені вимогами ринку, характерною межею якого є вплив на збут виробів їх зовнішній вигляд, зручність у користуванні, простота розбирання - складання при ремонті і т.п.

У програмі **SinSys** міститься невелика фотобібліотека випускаємих виробів, що дозволяє розробнику у будь-який час проглядати її, доповнювати, змінювати і самостійно розвиватися в питаннях технічної естетики і дизайну.

Немає сумніву, що електронні або комп'ютерні методи проектування електромеханічних систем і надалі активно удосконалюватимуться. Пов'язано це буде, перш за все, із створенням нових програмних продуктів, які стануть корисними додатками для програми КОМПАС при підготовці технічної документації будь-якої складності.

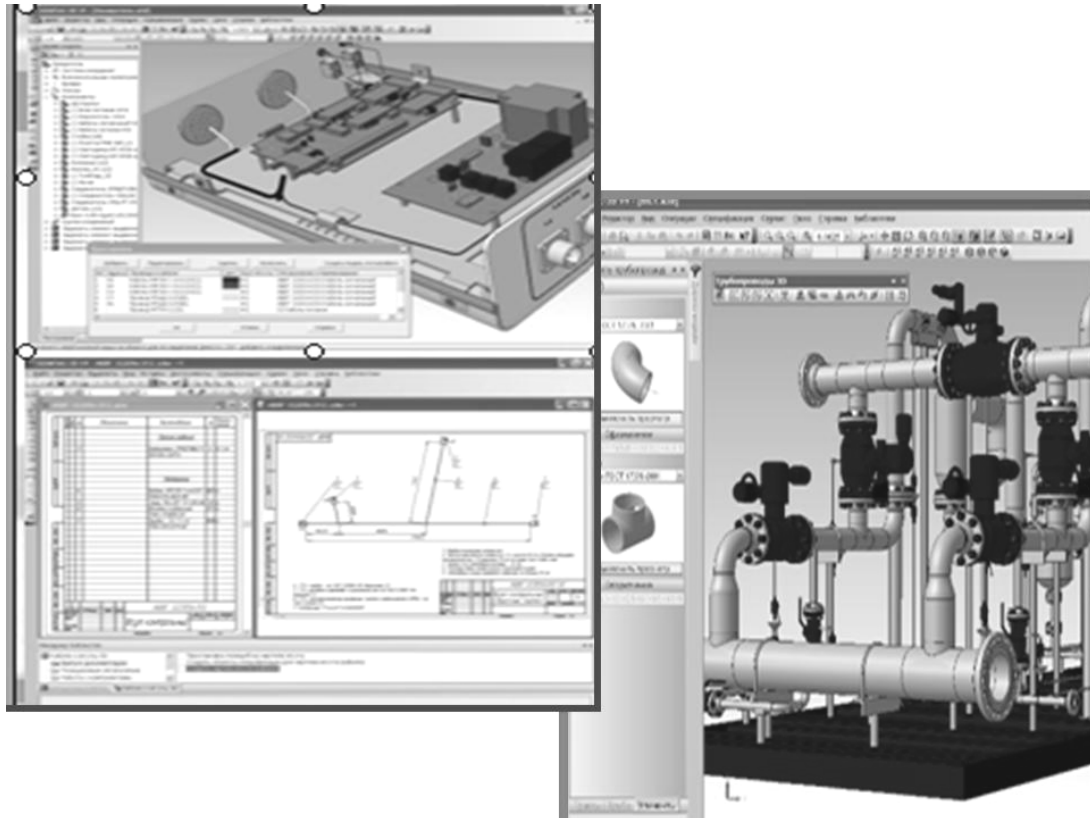


Рис.21.22 – Приклад проекту складного технічного рішення

? КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Поясніть застосування пакетів програм при проектуванні.
2. Що таке віртуальне моделювання?
3. Чому віртуальне моделювання використовується при автоматизованому проектуванні?
4. Як у програмах реалізують алгоритми обчислень?
5. Навіщо у спеціальних програмах створюються спливаючі підказки?
6. Поясніть використання оперативного економічного аналізу реальних проектів?
7. Як при проектуванні оперативно знайти необхідну прикладну програму?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Норенков И.П. Автоматизированное проектирование. – М., 2000. – 188с.
2. Соловьев В.В. Система автоматизированного проектирования. САПР - вопросы и ответы./ Уч.пособие – М.: Российский университет дружбы народов, 2004. – 24с.
3. Автоматизация производства: Учебник. /В.Н. Брюханов, А.Г. Схиртладзе, В.П. Вороненко; под.ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Высш.шк., 2005. – 367с.
4. Герасимов А.А. Самоучитель Компас – 3D V8. – СПб.: БХВ – Петербург, 2007. – 544с.
5. Герасимов А.А. Самоучитель Компас – 3D V9. Трехмерное проектирование. – СПб.: БХВ – Петербург, 2008. – 400с.
6. Шалумов А.С., Багаев Д.В. Система автоматизированного проектирования КОМПАС- ГРАФИК: Часть 1. Введение в КОМПАС: Уч. пособие. – Ковров: КГТА, 2003. - 42 с.
7. Шалумов А.С., Багаев Д.В., Осипов А.С. Система автоматизированного проектирования КОМПАС – ГРАФИК: Часть 2. Проектирование в КОМПАС: Уч.пособие. – Ковров: КГТА, 2005. - 42 с.
8. Конструкторская подготовка производства в машиностроении и металлообработке // Решения АСКОН, 2007. – 44с.
9. Технологическая подготовка производства в машиностроении и металлообработке // Решения АСКОН, 2007. – 32с.
10. www.ascon.kiev.ua
11. Есаулов С.М. *SinSys* – учебная программа для домашнего ПК студента. - www.tmn.hotmail.ru, ©2004-2007.
12. Есаулов С.М. Методичні вказівки до самостійного вивчення курсу «Мікропроцесорні пристрої» і виконання контрольної та самостійної робіт (для студентів 4 – 5 курсу усіх форм навчання спеціальності 7.092202 - «Електричний транспорт»). – Х: ХНАМГ, 2007. – 63с.
13. Есаулов С.М. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Мікропроцесорні пристрої» і виконання контрольної та самостійної робіт (для студентів 4 курсу усіх форм навчання спеціальності 7.092202 - «Електричний транспорт»). – Х: ХНАМГ, 2006. – 66с.
14. Разевиг В.Д. Система проектирования OrCAD 9.2. – М.: Солон-Р. 2001.
15. Розевиг В.Д. Схемотехническое моделирование с помощью MicroCap 7. М.: Горячая линия – Телеком, 2003.
16. Дьяконов В. Matlab: Учебный курс. – СПб: Питер, 2001.

СПИСОК ТЕРМІНІВ

- CAD/CAE/CAM* системи – 19,
CAE системи – 20,
PDM системи – 20,
CALS-технологія – 23,
CALS – системи або автоматизовані логістичні системи – 23,
Автоматизований банк даних – 50,
Автоматизація проектування – 15,
Автоматизоване проектування – 15,
Автоматичне проектування – 15,
Алгоритм – 61, 255,
Алгоритмічні мови – 56,
Алгоритмічна надійність – 42,
Архів – 49,
Банки даних – 38,
База даних – 48,
Базове програмне забезпечення – 46,
Бісекторна площина двогранного кута – 181,
Віртуальні моделі – 255,
Грань базова – 186,
Групи технічного забезпечення – 54:
 - підготовки і введення даних – 54,
 - передачі даних – 54,
 - програмної обробки даних – 54,
 - відображення і документування даних – 55,
 - архіву проектних рішень – 55,
Данні – 47,
Двогранний кут – 181,
Детермінованість або визначеність – 62,
Дискретність – 62,
Довідник – 49,
Ескіз буртика – 186,
Засоби забезпечення САПР – 14:
 - технічне – 14, 40, 54,
 - математичне – 14, 40, 41:
 - спеціальне МЗ – 42,
 - інваріантне МЗ – 42,
 - універсальність МЗ – 42,
 - програмне – 14, 41, 43:
 - загальносистемне ПЗ – 44,
 - спеціальне (прикладне) – 46,
 - інформаційне – 14, 41, 47,
 - лінгвістичне – 14, 41, 55,
 - методичне – 14, 41, 57,

- організаційне – 14, 41, 58,
- Інструментальні засоби – 17,
- Інформаційне забезпечення – 27,
- Інформаційно-логічна таблиця – 52,
- Інформаційно-пошукові системи – 37,
- Інформація – 47:
 - результатна – 48,
 - змінна – 48,
 - кодована – 48,
 - умовно-постійна – 48,
 - похідна – 48,
 - проста змінна – 53,
 - керуюча – 53,
- Каркас – 194,
- Комплекс засобів – 36,
- Комплексність автоматизації проектування – 29,
- Компоненти моделі – 255,
- Контур – 211,
- Критерій оптимальності – 61,
- Легкі системи – 18,
- Лінійний кут двогранного кута – 181,
- Масовість – 61,
- Математичні моделі – 59, 60:
 - керовані – 60,
 - некеровані – 60,
 - похідні – 60,
- Метод компіляції – 47,
- Метод інтерпретації – 47,
- Мови – 22, 55,
- Мови програмування – 55,
- Мови проектування – 55, 56:
 - вхідна мова – 57,
 - базова мова – 57,
- Модульність CAD/CAE/CAM систем – 20:
 - модулі CAD систем – 20,
 - модулі CAM систем – 20,
 - модулі PDM систем – 21,
- Моніторні системи керування у САПР – 37,
- Об'єкт специфікації – 145,
- Ознаки САПР – 29,
- Описи алгоритму – 62:
 - словесний – 62,
 - операторний – 62,
 - у вигляді таблиці ухвалення рішень – 62,
 - у вигляді математичних залежностей – 63,

- у вигляді схем – 63,
- Основна функція САПР – 32,
- Пакет програм – 255,
- Підмасив – 49,
- Підсистеми САПР – 15, 34, 63:
 - обслуговуючі підсистеми – 34,
 - проектуючі підсистеми – 34:
 - об'єктні – 34,
 - інваріантні -34,
- Принципи автоматизованого проектування - 28,
- Принципи САПР – 32:
 - принцип системної єдності САПР – 32,
 - принцип сумісності компонентів САПР – 32,
 - принцип стандартизації САПР – 32,
 - принцип незалежності окремих підсистем (програм) САПР – 32,
 - принцип відвертості САПР – 32,
 - принцип узгодженості автоматизованого (традиційного) проектування і САПР – 32,
 - принцип ієрархічності – 33,
 - принцип розвитку – 33,
- Програма – 43,
- Програмно-методичний комплекс – 37:
 - ПМК машинної графіки – 38,
 - проблемно-орієнтовані ПМК – 39,
 - об'єктно-орієнтовані ПМК – 39,
- Програмно-технічний комплекс – 37,
- Проект – 49,
- Проектна процедура – 34,
- Проектною операцією – 34,
- Проектування – 31,
- Ребро двогранного кута – 181,
- Рівень автоматизації проектування – 29,
- Рівні CAD/CAE/CAM систем – 21,
- Різновид об'єктів проектування – 29,
- Різновиди САПР – 15,
- Система автоматизованого проектування (САПР) – 13, 15,
- Система керування базами даних – 38, 50,
- Системи середнього класу – 19,
- Системи важкого класу – 20,
- Складність об'єкта проектування – 29,
- Специфікація – 145,
- Ступень формалізації – 62,
- Тип об'єкта проектування – 29,
- Точність – 43,
- Уніфікована проектна процедура – 34,

Формалізація – 62,

Функції САD-систем – 21:

- функції двовимірного (2D) проектування – 21,
- функції тривимірного (3D) проектування – 21,
- функції САМ-систем – 21,
- функції САЕ-систем – 22,

Характер проектних документів – 30,

Ціль – 60:

- якісна – 60,
- кількісна – 61,

Цільова функція – 61.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Навчальний посібник з дисципліни «Автоматизоване проектування електромеханічних систем» (для студентів 5-6 курсів усіх форм навчання спец. 7.092203, 8.092203 - «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»)

Автори: Ольга Федорівна Бабічева,
Сергій Михайлович Єсаулов

Редактор: М.З. Аляб'єв

Верстка: І.В.Волосожарова

План 2009, поз. 13-Н

Підп. до друку 20.02.2009	Формат 60×84 1/16	Папір офісний
Друк на ризографі	Умовн.- друк. арк. 16,6	Обл.- вид.арк. 17,0
Тираж 50 прим.	Замовл. №	

61002, ХНАМГ, Харків, вул. Революції, 12

Сектор оперативної поліграфії ЦНІТ ХНАМГ

61002, ХНАМГ, Харків, вул. Революції, 12