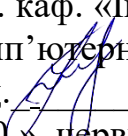


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. каф. «Інженерна механіка та
комп'ютерне проектування»

доц.  Олександр ВЕРШКОВ
« 10 » червня 2025 р.

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи здобувача СВО Бакалавр
(ступінь вищої освіти)

на тему: «Комп'ютерне проектування технологічного оснащення для
виготовлення пресформи ліхтаря трактора МТЗ-80 в системі автоматизованого
проектування з розробкою керуючої програми»

17 ПМД. 9683824.06.25/000000 ПЗ

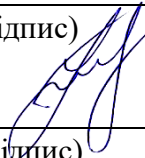
Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу, групи 41 ПМ
спеціальності 131 «Прикладна механіка» за ОПП
«Комп'ютерне проектування і дизайн»
(шифр і назва спеціальності та ОПП)



Павло АРТЕМЕНКО

(підпис)

Керівник доц.


(підпис)

Олександр ВЕРШКОВ

Консультант доц.


(підпис)

Михайло ЗОРЯ

Консультант доц.


(підпис)

Лариса БОЛТЯНСЬКА

Нормоконтроль доц.


(підпис)

Олександр МАЦУЛЕВИЧ

Рецензент


(підпис)

Ольга ЗАЛЕВСЬКА

Запоріжжя - 2025 рік

**ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

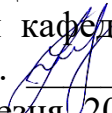
Факультет: МТ

Кафедра: ІМКП

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»
ОПП «Комп'ютерне проектування і дизайн»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри ІМКП

к.т.н, доц.  Олександр ВЕРШКОВ
«18» березня 2025р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА
Артеменка Павла Олександровича
(прізвище, ім'я, по батькові)**

Тема кваліфікаційної роботи: «Комп'ютерне проектування технологічного оснащення для виготовлення прес-форми ліхтаря трактора МТЗ-80 в системі автоматизованого проектування з розробкою керуючої програми», затверджена наказом по університету від 18 березня 2024 року за № 157-С.

1. Термін здачі студентом закінченого проекту: 16 червня 2025 року.

2. Вихідні дані до проекту (роботи): завдання на розробку кваліфікаційної роботи.

3. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити): провести обстеження підприємства у відповідності до ТЗ, створити комплект технологічної документації, вибрати програмне забезпечення для підвищення автоматизації проектних процедур, розробити робоче місце інженера-технолога, визначити економічні показники ефективності ТП.

4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових плакатів):

4.1. Функціональна схема процесу автоматизованого ведення конструкторсько-технологічних баз даних;

4.2. 3D модель та кресленик пропонованої деталі;

4.3. Структура розробленого спеціалізованого модулю;

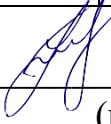
4.4. Технологічний процес спроектованої деталі

4.5. Робоче місце проектувальника

4.6. Структура рекомендованої системи САПР

5. Консультанти по проекту, із зазначенням розділів проекту, що стосуються їх:

Консультант	Підпис, дата			
	Завдання видав		Завдання виконав	
Зоря М.В.		22.05.2025		31.05.2025
Болтянська Л.О.		05.06.2025		09.06.2025

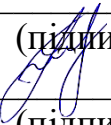
Керівник  Олександр ВЕРШКОВ
(підпис)

Завдання прийняв до виконання  Павло АРТЕМЕНКО

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва станів дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Передпроектне обстеження підприємства ТОВ «Мрія»	08.05-10.05	виконано
2	Ведення підсистеми баз даних	11.05-12.05	виконано
3	Розробка технологічного процесу	15.05-19.05	виконано
4	Розробка керуючої програми	22.05-26.05	виконано
5	Розробка робочого місця інженера-технолога з урахуванням ергономічних показників	29.05-31.05	виконано
6	Розробка питань з охорони праці	05.06-09.06	виконано
7	Техніко-економічна оцінка рішень проекту	12.06-16.06	виконано
8	Оформлення роботи в цілому	12.06-16.06	виконано
9	Підпис роботи у консультантів і нормоконтроля	12.06-16.06	виконано

Студент-дипломник  Павло АРТЕМЕНКО
(підпис)

Керівник роботи  Олександр ВЕРШКОВ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота представлена у вигляді розрахунково-пояснювальної записки обсягом 108 сторінок друкованого тексту формату А4(210×297) та 8 аркушів креслярсько-графічних робіт формату А1(341×594), містить 6 розділів, 20 рисунків, 5 таблиць, 2 додатки обсягом 10 сторінок, список використаної літератури кількістю 21 найменувань.

Об'єкт дослідження – товариство з обмеженою відповідальністю (ТОВ) «Мрія» місто Мелітополь.

Мета роботи – модернізація підсистеми автоматизованого проектування технологічної документації.

Методом дослідження є аналіз підприємства, створення моделі функціонування його підрозділів.

Новизна отриманих результатів полягає в наступному: створена система автоматизованого проектування (САПР) технологічної документації, розроблена керуюча програма на устаткування з ЧПУ, за допомогою якої можна підвищити ефективність виробничого процесу корпусної деталі.

Річна економія функціонування впровадженої САПР дорівнює 7562 грн. Прогнозований термін окупності капітальних вкладень прогнозується через 31 місяців.

Практичне значення отриманих результатів полягає в наданні інженеру-технологу можливостей підвищити продуктивність своєї праці.

В першому і другому розділах проводиться обстеження і аналіз підприємства.

У третьому розділі пропонуються шляхи створення системи автоматизованого проектування.

У четвертому розділі розроблюється керуюча програма для виготовлення корпусної деталі.

У п'ятому розділі розроблені робоче місце інженера-технолога та техніко-економічні показники проекту.

У шостому розділі розроблені норми безпеки життєдіяльності інженера-технолога.

Ключові слова: технічне завдання, програмне забезпечення, система автоматизованого проектування, товариство з обмеженою відповідальністю, числове програмне управління, автоматизована система.

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

CAD (англ. Computer-aided design) – система автоматизації проектних робіт

CAM (англ. Computer-aided manufacturing) – система автоматизованого проектування технологічних процесів

PDM (англ. Product data management) – система керування інформацією про виріб

АРМ – автоматизоване робоче місце

БД – база даних

ЕОМ – електронно-обчислювальна машина

МАІ – метод аналізу ієрархій

ОЗП – оперативний запам'ятовуючий пристрій

ПЗ – програмне забезпечення

САПР – система автоматизованого проектування

САПР ТП – система автоматизованого проектування технологічних процесів

ТЗ – технічне завдання

ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю

ТП – технологічний процес

ТПВ – технологічна підготовка виробництва

ЧПУ – числове програмне управління

СЗХ – сторінок за хвилину

№ рядка	формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Номер листа	Примітки
1						
2	A4	17 ПМД. 9683824.06.25/000000 ПЗ	Розрахунково-пояснювальна			
3			записка	108		
4	A1	17 ПМД. 9683824.06.25/010 000	Тема, мета і задачі роботи	1	1	
5	A1	17 ПМД. 9683824.06.25/310 000	Структура рекомендованої			
6			підсистеми САПР	1	2	
7	A1	17 ПМД. 9683824.06.25/320 000	Функціональна схема			
8			процесу автоматизованого			
9			ведення конструкторсько-			
10			технологічних баз даних	1	3	
11	A1	17 ПМД. 9683824.06.25/410 000	3D модель та креслення			
12			спроектованої деталі	1	4	
13	A1	17 ПМД. 9683824.06.25/420 000	Технологічний процес			
14			спроектованої деталі	1	5	
15	A1	17 ПМД. 9683824.06.25/430 000	Структура розробленого			
16			спеціалізованого САПР	1	6	
17	A1	17 ПМД. 9683824.06.25/510 000	Робоче місце			
18			проектувальника	1	7	
19	A1	17 ПМД. 9683824.06.25/520 000	Розрахунок економічної			
20			ефективності	1	8	
21						
22						
23						
Зм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	17 ПМД. 9683824.06.25/000 000	
Розрб.	Артеменко	ЖБ	10.06			
Перевір.	Вершков	АА	10.06		Комп'ютерне проектування технологічного оснащення для виготовлення пресформи ліхтаря трактора МТЗ-80 в системі автоматизованого проектування з	
Консул.	Зоря	АБ	10.06			
Консул.	Болтянська	ОБ	10.06			
Н.контр.	Мацулевич	ОБ	10.06			
Затв.	Вершков	АА	10.06			
					Літ	Лист
						1
					ТДАТУ, 2025	

ЗМІСТ

ЗМІСТ	9
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ САПР НА ТОВ "МРІЯ"»	12
1.1 Загальні відомості про підприємство	12
1.2 Загальна характеристика товару, яка виготовляється	13
1.3 Перелік підсистем САПР.....	14
1.4 Програмне та апаратне забезпечення для обчислюваних мереж	15
1.5 Інформаційні потоки в технічних службах	16
ВИСНОВКИ ПО ПЕРШОМУ РОЗДІЛУ	18
РОЗДІЛ 2 ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ ПРОЕКТУ	19
2.1 Розробка моделі «Як є»	19
2.2 Недоліки та переваги існуючої системи	19
2.3 Етап створення технічного завдання	21
ВИСНОВКИ ПО ДРУГОМУ РОЗДІЛУ	22
РОЗДІЛ 3 СТВОРЕННЯ ПІДСИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ	23
3.1 Обґрунтування та вибір програмного забезпечення АРМ технолога.	23
3.1.1 Обґрунтування необхідності впровадження PDM-системи.	23
3.1.2 Обґрунтування необхідності впровадження системи автоматизованого проектування технологічних процесів	26
3.1.3 Обґрунтування необхідності впровадження САМ-системи для розробки керуючих програм на устаткування з ЧПУ	26
3.1.4 Огляд ринку програмного забезпечення САПР	28
3.1.5 Короткий аналіз програмного забезпечення автоматизованого проектування технологічної документації	30
3.1.6 Короткий аналіз САМ-системи для розробки керуючих програм на устаткування з ЧПУ	32
3.1.7 Вибір програмного забезпечення автоматизованого проектування технологічної документації методом аналізу ієрархій.....	34
3.1.8 Вибір PDM-системи	37
3.1.9 Вибір операційної системи та іншого програмного забезпечення.....	38
3.2 Обґрунтування та вибір технічного забезпечення.....	40
3.3 Обґрунтування топології обчислювальної мережі	43
3.4 Вибір технічного та програмного забезпечення обчислювальної мережі.	45
3.4.1 Вибір технічного забезпечення	45
3.4.2 Вибір програмного забезпечення	46
3.5 Підсистема ведення конструкторсько-технологічних баз даних	46
3.5.1 Введення баз даних IMBASE	46

3.5.2 Вибір архітектури.....	47
3.5.3 Організація бази даних	51
3.5.4 ІНТЕРМЕХ зсередини. IMBASE	52
ВИСНОВКИ ПО ТРЕТЬОМУ РОЗДІЛУ	55
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ «ПУАНСОНА М1800–012.2 ПРЕСФОРМИ ЛІХТАРЯ ТРАКТОРА МТЗ-80»	56
4.1 Аналіз технологічності конструкції деталі «Пуансона М1800–012.2 прес-форми ліхтаря трактора МТЗ-80»	56
4.2 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі «Пуансона М1800–012.2 прес-форми ліхтаря трактора МТЗ-80»	57
4.3 Розробка досконалого технологічного процесу обробки деталі	58
4.3.1 Визначення маршруту обробки деталі	59
4.3.2 Розробка технічного завдання на проектування установочного пристосування.....	60
4.3.3. Обґрунтування вибору обладнання	61
4.3.4 Вибір різального інструменту для кожного переходу	62
4.3.5 Розрахунок режимів різання для кожного переходу при розробці керуючої програми для обладнання з ЧПУ	65
4.4 Розробка управляючої програми для встаткування ЧПУ обробки деталі	67
4.5 Розробка спеціалізованого програмного модуля для проектування типових деталей.....	71
4.5.1 Постановка задачі	71
4.5.2 Параметризація	73
4.5.3 Розробка програмного забезпечення	75
ВИСНОВОК ДО ЧЕТВЕРТОГО РОЗДІЛУ	76
РОЗДІЛ 5 ПРОЕКТ РОБОЧОГО МІСЦЯ ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ	77
5.1 Створення робочого місця проектувальника.....	77
5.2 Розрахунок економічної ефективності проекту.....	79
ВИСНОВКИ ПО П'ЯТОМУ РОЗДІЛУ	86
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ.....	87
6.1 Правові та організаційні аспекти охорони праці для користувачів комп'ютерів	87
6.2 Організація безпеки праці на виробництві	89
6.3 Атестація робочих місць, обладнаних комп'ютерною технікою.	93
ВИСНОВКИ ДО ШОСТОГО РОЗДІЛУ	95
ВИСНОВКИ	96
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	98
ДОДАТКИ	100

ВСТУП

Приблизно кожні 25 років скорочується вдвічі період створення зразків нової техніки від інженерної ідеї до серійного зразка. Кожні 15 років складність нових технологій за кількістю компонентів (вузлів, деталей) подвоюється, а різноманітність зростає кожні 10 років. Об'єм науково-технічної інформації в області нової техніки подвоюється кожні 8 років.

Завдяки розвитку науки і техніки та потребам у нових промислових виробках необхідно виконувати великі проектні роботи. Відповідно до складності об'єктів, які проектуються, і функцій, які вони виконують, вимоги до якості проектів і термінів їх завершення стають все більш суворими. Післявоєнна реконструкція в Мелітополі є надзвичайно важливим завданням для відновлення промислового потенціалу регіону. В умовах руйнувань, спричинених війною, необхідно не просто відновити виробництво, а створити сучасне, технологічно оснащене підприємство, здатне конкурувати на ринку. Автоматизація проектування, впровадження САПР та інноваційних рішень стануть ключовими факторами успіху цього процесу. Оскільки можливість виконувати кілька проектів одночасно обмежена, і чисельність інженерно-технічних працівників у проектних організаціях країни не може збільшуватися до нескінченності, просто збільшення кількості проектувальників не може задовольнити ці вимоги. Проблема може бути вирішена за допомогою автоматизації проектування, широкого застосування обчислювальної техніки.

Розробка, виробництво та масове застосування високоефективних машин, устаткування, приладів і технологічних процесів повинні забезпечувати високі темпи інноваційних процесів, щоб підвищити ефективність фінансово-господарської діяльності підприємства та якість продукції.

Післявоєнна реконструкція — це можливість не лише відновити виробничі потужності, але й перейти на новий рівень технологічного розвитку. Об'єктивною перешкодою підвищенню якості виробів, що випускаються, і скорочення термінів їх розробки є невідповідність між складністю проєктованих об'єктів і застарілими

методами і засобами їх проектування. Застосування математичних методів, програмних і електронних обчислювальних систем під час процесу проектування досягає технічного рівня і якості проєктованих об'єктів, одночасно скорочуючи терміни їх розробки та освоєння у виробництві. Система автоматизованого проектування (САПР) була розроблена для підвищення ефективності автоматизації процесів проектування, коли йдеться про автоматизацію окремих інженерних розрахунків.

Кожна впроваджена в дію автоматизована інформаційна система може суттєво вплинути на результати фінансово-господарської діяльності компанії. Проте, найбільший вплив здатна зробити САПР. Вона є інформаційним ядром з погляду віртуального підприємства. Саме від характеристик САПР залежить, наскільки добре працюють інші автоматизовані інформаційні системи та загальна продуктивність підприємства.

У цій кваліфікаційній роботі метою є розробка підсистеми ведення конструкторсько-технологічних баз даних. Програма для керування процесом виготовлення деталі «Пуансона М1800–012.2 прес-форми ліхтаря трактора МТЗ-80».

Компанія «Мрія» є об'єктом дослідження.

Предмет дослідження – система автоматизованого проектування (САПР) технологічної документації.

Метод дослідження – аналіз підприємства, створення більш ефективної моделі підприємства.

Результати включають наступне: розроблена система автоматизованого проектування (САПР) технологічної документації, створена керуюча програма для встановлення з ЧПУ за допомогою якої можна підвищити ефективність виробничого процесу корпусної деталі. Отримані результати мають практичне значення, після чого вони дають технологію можливості підвищити продуктивність працівників.

Для досягнення цілей цієї роботи вирішуються наступні задачі:

- проведення передпроектного обстеження підприємства для визначення стану підприємства і наявної САПР, виявлення її недоліків;
- розробка рекомендацій із впровадження інформаційних систем;
- розробка керуючої програми для виготовлення корпусної деталі.

Данна кваліфікаційна робота пройшла апробацію і прийнята до впровадження на ТОВ «Мрія». Створена САПР технологічної документації задовольняє всім показникам якості (ефективність, безпечність, ергономічність).

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ САПР НА ТОВ «МРІЯ»

1.1 Загальні відомості про підприємство

Товариство з обмеженою відповідальністю (ТОВ) «Мрія», розташоване в місті Мелітополь, було створене в 1994 році під зареєстрованою торговельною маркою «Валком». Основним напрямом діяльності компанії є механічна обробка та виробництво алюмінієвого литва. ТОВ «Мрія» виготовляє продукцію, що застосовується в автомобільному та сільськогосподарському машинобудуванні. На сьогодні підприємство постачає конкурентоспроможні товари високої якості та надійності на ринки країн СНД, ближнього й далекого зарубіжжя, а також Середньої Азії.

ТОВ «Мрія» є компанією невеликого масштабу. До її структури входять такі підрозділи:

Бюро технічного контролю (БТК): Самостійний підрозділ, що відповідає за перевірку відповідності продукції встановленим стандартам і гарантує її якість для задоволення потреб споживачів. БТК підпорядковується безпосередньо вищому керівництву, представленому директором, що забезпечує незалежність контролю.

Технологічне бюро (ТБ): Складається з одного технолога та одного конструктора. Технолог розробляє та впроваджує технологічні процеси й режими виробництва для різних видів продукції, визначає маршрути проходження виробів та порядок виконання робіт. Він також розраховує виробничі потужності, завантаження обладнання, планує розміщення устаткування, технічне оснащення та організацію робочих місць. Крім того, технолог бере участь у розробці норм часу, лінійних і мережевих графіків, оцінці технологічності виробів, а також розрахунку нормативів матеріальних витрат (технічні норми на матеріали, інструменти, паливо та енергію). Технолог створює інструкції, стандарти, схеми складання, маршрутні карти, карти рівня якості та іншу технологічну

документацію, вносячи зміни в разі коригування процесів. Конструктор розробляє ескізні, технічні та робочі проекти, аналізує конструкторську документацію від інших організацій для використання в проектуванні, погоджує проекти з підрозділами компанії, замовниками та контролюючими органами, а також оцінює фінансову ефективність проектів.

Механічний цех: Здійснює обробку всіх деталей.

Складальний цех: Відповідає за складання готової продукції. Керування цими ділянками здійснює виробничий майстер.

Маркетингова група (МГ): Включає відділ маркетингу та бухгалтерії, якими керує головний бухгалтер. Відділ маркетингу аналізує ринок поршнів, підтримує керівництво та інші підрозділи в розробці стратегії ринкової діяльності, формує пропозиції та координує заходи щодо закупівель, продажів і надання послуг. Головний бухгалтер відповідає за облік активів, зобов'язань, господарських операцій, основних засобів, товарно-матеріальних цінностей, витрат на виробництво, а також за аналіз результатів фінансово-господарської діяльності та розрахунки з постачальниками й замовниками..

1.2 Загальна характеристика товару, яка виготовляється

ТОВ «Мрія» спеціалізується на виробництві поршнів для карбюраторних двигунів, що використовуються в легкових і вантажних автомобілях, а також для дизельних двигунів транспортних засобів, таких як КамАЗ, УРАЛ, ЗіЛ, трактори МТЗ, ЮМЗ, ДТ-75, а також МАЗ, СУПЕРМАЗ, КрАЗ, БелАЗ, трактори К-700 і комбайни «Нива» та «Сибіряк». Асортимент компанії включає поршні різних конструкцій:

- поршні з плоскою головкою, оснащені спеціальними виїмками під клапани, з різними формами камери згоряння: дельтоподібною, тороїдальною, з розсікачем або без нього;
- суцільнолиті алюмінієві поршні;
- поршні з чавунними вставками в зоні верхньої канавки.

Усі поршні, виготовлені ТОВ «Мрія», проходять антифрикційну обробку робочої поверхні, що включає створення мікропрофілю для утримання мастила, а також нанесення захисних і обробних покриттів з олова та колоїдного графіту. Такі покриття зменшують тертя, запобігають заклинюванню поршнів у складних умовах роботи та захищають спідницю поршня від задирів під час приробки.

Для виробництва використовуються силуміни — багатокомпонентні алюмінієво-кремнієві сплави, леговані нікелем, магнієм, міддю та іншими елементами. Ці матеріали відзначаються низьким коефіцієнтом теплового розширення, високою жароміцністю та зносостійкістю. Перед механічною обробкою заготовки піддаються низькотемпературній обробці для стабілізації твердості матеріалу та запобігання зміні зовнішнього діаметра поршнів під час експлуатації двигуна.

Механічна обробка поршнів виконується на потокових лініях, де деталям надають необхідну форму та точність розмірів. Усі поршні мають бочкоподібний профіль і змінну овальність. Для забезпечення точності зовнішньої поверхні на верстатах з ЧПУ застосовуються копії. Одночасне проточування канавок під поршневі кільця та фінішна обробка зовнішніх поверхонь гарантують відповідність технічним вимогам щодо розміщення канавок відносно осі поршня. Обробка здійснюється алмазними різцями, що забезпечує оптимальну шорсткість поверхні та високу точність розмірів поршнів.

1.3 Перелік підсистем САПР

Обчислювальна інфраструктура ТОВ «Мрія» базується на простій локальній обчислювальній мережі та не дуже розвинена. Лише чотири робочі місця мають комп'ютери та програмне забезпечення. Для контролю наявності заготовок і готової продукції на складах автоматизовані робочі місця (АРМ) мають бухгалтера, двох менеджерів і комірника. На кожному робочому місці використовується однакове програмне забезпечення та технічне забезпечення.

Операційна система Microsoft Windows 10 Professional, програмне забезпечення для створення документів, електронних таблиць і презентацій

Microsoft Office 2013, а також автоматизована система керування підприємством 1С: «Підприємство».

Характеристики технічного забезпечення наведені нижче:

- Монітор – LG TFT 17”;
- Відеокарта – GeForce GTX 1050 (2GB);
- Центральний процесор – AMD Ryzen 5 3600 з частотою 3,6 ГГц;
- ОЗУ – 8192 МБ;
- CD-ROM;
- HDD – 160 ГБ.

Документи виводяться на папір за допомогою мережевого принтера Lexmark та багатофункціонального пристрою Samsung SCX-6122FN.

Всі АРМ підключені до локальної мережі типології «зірка». Мережевий сервер створено на базі АРМ менеджера з метою мінімізації технічних ресурсів. Для цього частина жорсткого диску сервера була відведена під нього.

Компанія не має системи САПР. Весь перелік конструкторсько-технологічних робіт виконується вручну. Товариство замовляє програми для станків з ЧПК у інших проектних організаціях.

1.4 Апаратне та програмне забезпечення для комп'ютерних мереж

Необхідність використання локальної обчислювальної мережі обумовлюється основними факторами: потрібен швидкий обмін даними між станціями, що необхідно для ефективного функціонування САПР; потрібна модернізація системи блокування файлів і записів для захисту інформації від несанкціонованого доступу.

Коли постає задача створення або модернізації локальної мережі, обов'язково потрібно враховувати фактори, що впливають на мережеву модель.

Щоб забезпечити повну інтеграцію даних, необхідно об'єднати всі комп'ютери компанії «Мрія» в одну локальну обчислювальну мережу.

Використання локальної мережі дозволить об'єднати всі адміністративні та виробничі корпуси в одну інформаційну систему.

Найкращим варіантом для обробки інформації є технологія «клієнт-сервер». Саме ця технологія пропонується для використання при побудові обчислювальної мережі САПР ТОВ "Мрія". Застосування технології «клієнт-сервер» значно підвищує надійність, продуктивність і стабільність функціонування системи. Використання даної технології також обумовлює застосування PDM-системи, що забезпечує керування інженерною інформацією. PDM-система для організації ефективного обміну даними в своєму складі містить «серверну частину», яка повинна бути встановлена на сервері, та «клієнтські частини», що встановлюються на кожному робочому місці для взаємодії з «серверною частиною».

ТОВ "Мрія" маленьке товариство. Всі його відділи знаходяться в безпосередній близькості один від одного. Після автоматизації робочих місць конструкторсько-технологічної групи, кількість станцій, що будуть входити до складу обчислювальної мережі становитиме 10-12 одиниць. Більш масштабне розширення мережі і кількості комп'ютеризованих робочих місць можливе лише при розширенні площі заводу та збільшенні числа його співробітників. Оскільки в найближчій перспективі цього не передбачається, створювати потужну, а значить і дорогу локальну обчислювальну мережу не є доцільним. Рекомендовано створити нову мережу шляхом модернізації існуючої. Організувати сервер рекомендовано на основі АРМ одного із співробітників (бажано технічного бюро) товариства, наділивши його функціями адміністратора. Комп'ютер цього робочого місця повинен мати жорсткий диск великого об'єму, частина якого і буде відведена для організації сервера.

1.5 Інформаційні потоки в технічних службах

При отриманні замовлення на продукцію, що вже виготовлялася, відділ маркетингу передає заявку виробничому майстру, який доручає механообробному

та складальному цехам виготовити потрібну кількість поршнів або комплектуючих відповідного типу, використовуючи раніше розроблену конструкторську та технологічну документацію. Рисунок 1.1 показує тип інформаційного потоку, який виникає, коли потрібно створити новий продукт.

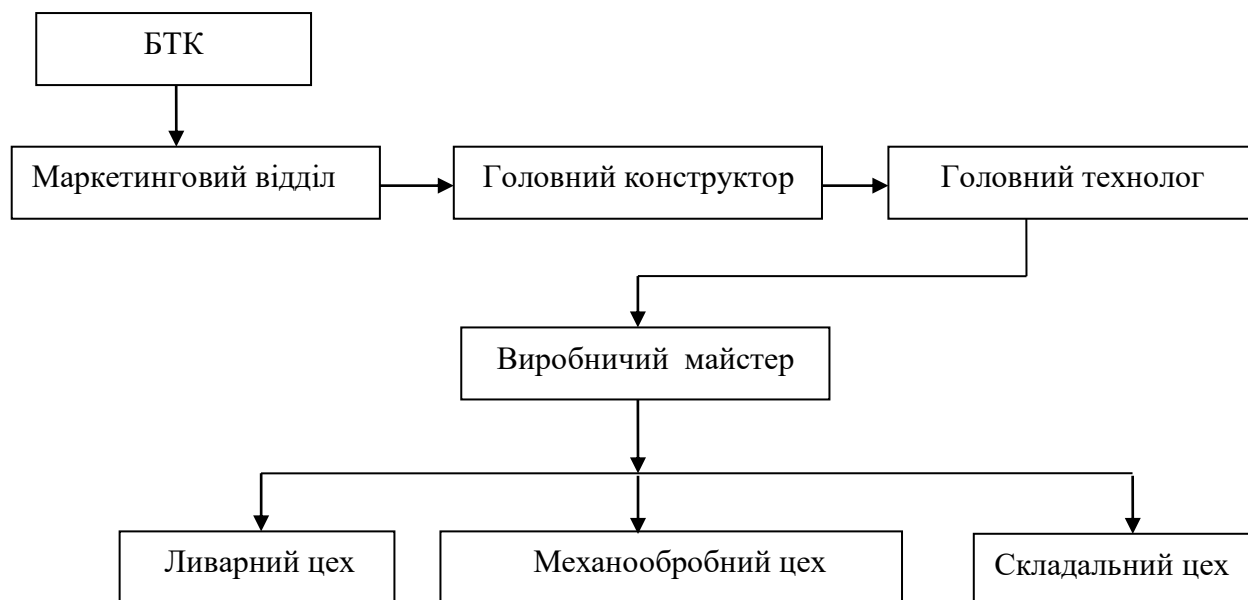


Рисунок 1.1 - Інформаційні потоки технологічних служб

ВИСНОВКИ ПО ПЕРШОМУ РОЗДІЛУ

Після проведення обстеження ТОВ «Мрія» було прийнято рішення щодо необхідності розробки та впровадження системи САПР. Поточна технологія виробництва компанії є застарілою та не відповідає сучасним стандартам. Незважаючи на це, підприємство продовжує отримувати замовлення на свою продукцію, розширює виробничі потужності і розробляє нові вироби, значною мірою завдячуючи професійності своїх фахівців.

Сьогодні автоматизація процесів підготовки виробництва має вирішальний вплив на ефективність діяльності підприємств. Для того щоб залишатися конкурентоспроможними на ринку, компанії в машинобудівній галузі повинні суттєво скоротити час на підготовку виробництва та виконання дослідницьких робіт. Впровадження системи САПР дозволить ТОВ «Мрія» перейти на якісно новий рівень: скоротити терміни проектування і виробництва, знизити собівартість продукції та забезпечити її високі споживчі характеристики при мінімальних експлуатаційних витратах.

РОЗДІЛ 2 ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ ПРОЕКТУ

2.1 Розробка моделі «Як є»

Передпроектне дослідження включає аналіз діяльності компанії під час створення або оновлення автоматизованої системи [6]. Метою обстеження є виявлення структури підприємства, виконуваних функцій, інформаційних потоків, а також досвіду і наявних засобів автоматизації.

На основі аналізу результатів обстеження створюють модель для поточної діяльності підприємства (до реорганізації) на основі аналізу результатів обстеження. Таку модель називають «As is» (як є).

Підприємство є виробничою системою, що включає виробничі та управлінські підрозділи, а також посадовців. Між цими елементами існують організаційні, соціальні, економічні та психологічні зв'язки. Упорядкована сукупність підрозділів та організаційних відносин між ними утворює організаційну структуру управління, яка є формою розподілу праці в управлінні підприємством.

Дане підприємство використовує лінійно-функціональну структуру управління. При цьому лінійні керівники є єдиними керівниками підрозділу та повністю відповідають за його роботу. Ці посади включають директора, заступника директора, виробничого майстра та начальника ВТК. Ключові керівники (головний технолог, головний бухгалтер і т.д.) складають штаб директора і керують функціональними службами (Технологічне бюро, Маркетингова група і т.д.).

Типова організаційна структура управління підприємством складена на підставі проведеного дослідження і приведена у додатку Б.

2.2 Недоліки та переваги існуючої системи

Головним недоліком в системі ТОВ «Мрія» є відсутність системи САПР. Це не дає змоги отримати переваги які виникають на підприємстві при її використанні:

- автоматизація технічної підготовки виробництва;
- використання комплексного моделювання;

- інтерактивна взаємодія з математичною моделлю;
- забезпечення єдності моделі проекту на всіх етапах і стадіях проектування;
- використання єдиної інформаційної бази для автоматизованих процедур синтезу і аналізу проекту, а також для управління процесом проектування;
- проведення багатоваріантного проектування і комплексної оцінки проекту із застосуванням методів оптимізації;
- забезпечення максимальної інваріантності інформаційних ресурсів, їх слабкої залежності від конкретної області застосування, простоти налаштування на галузеву специфіку.

Суттєвими недоліками є також недосконала організаційна структура підприємства, вузька спеціалізація, націлена на виготовлення продукції імпульсного попиту. В своїй більшості, ці недоліки можна виправдати малим розміром підприємства та невеликою кількістю робітників, які на ньому працюють. Проте в своєму прагненні до підвищення конкурентоздатності та прибутковості, розширення та поглиблення ринку збуту своєї продукції підприємству необхідно якнайшвидше розробити систему заходів для вирішення переліку завдань, що прийняли нагальний характер. Це розуміє і керівництво підприємства, готове до сприяння розробки нових готових виробів, розширення номенклатури продукції. Головний стратегічний резерв підприємства можна створити за допомогою поступової відмови від виробництва мало-конкурентних готових виробів, збут яких приречений на зниження через прогресуючі труднощі збуту, і поступового переходу на виробництво конкурентоздатних комплектуючих вузлів, нових готових виробів, які будуть користуватись попитом не тільки на внутрішньому, але й на зовнішньому ринку.

Аналіз існуючого комп'ютерного парку показав, що більша частина обчислювальної техніки, яка використовується на підприємстві не відповідає технічним характеристикам і не задовольняє вимоги сьогодення. Структура обчислювальної мережі примітивна, а тому не являє собою ефективної системи

для обміну інформації. На підприємстві створений паперовий архів, робота з яким є досить трудомісткою, порівняно з електронним аналогом. За таких умов служби підприємства не можуть працювати в єдиному інформаційному просторі. Значна частина часу при проектуванні виробів приділяється пошуку необхідної інформації.

До позитивних моментів можна віднести високу кваліфікацію працівників підприємства.

2.3 Етап створення технічного завдання

Технічне завдання є вихідним документом для створення підсистеми САПР. Він містить найповніші вихідні дані та вимоги. Цей документ розробляє головний розроблювач системи. Виклад і оформлення ТЗ на САПР виконують відповідно до ГОСТу Р 59795-2021.

ТЗ складається з наступних розділів::

- Джерела розробки.
- Вимоги.
- Порядок випробувань і запровадження в дію.
- Характеристика процесу проектування.
- Техніко-економічні показники.
- Мета й призначення.
- Стадії й етапи.
- Характеристика об'єктів проектування.
- Підстава для створення.
- Найменування й область застосування.

На основі результатів передпроектного обстеження підприємства було створено та узгоджено з ним технічне завдання для розробки підсистеми проектування технологічної документації. Технічне завдання приведене у додатку А.

ВИСНОВКИ ПО ДРУГОМУ РОЗДІЛУ

ТОВ «Мрія» має створити повноцінну систему САПР. Це дозволить виконувати процеси проектування в автоматизованому режимі, що значно зменшить трудомісткість конструкторсько-технологічних робіт і підвищить ефективність творчого складового процесу проектування за рахунок економії часу. Потрібно побудувати ефективну локальну обчислювальну мережу та гарантувати, що всі інформаційні служби працюють в єдиному просторі. Щоб досягти цього, потрібно створити електронний архів, а не паперовий, і створити систему управління інженерними даними. Важливою передумовою повинна стати придбання сучасного технічного забезпечення, яке задовольнить всі вимоги системи САПР.

РОЗДІЛ 3 СТВОРЕННЯ ПІДСИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

З появою нових поколінь обчислювальної техніки та вдосконаленням методів її використання з'явився новий системний підхід до організації процесу проектування ЕОМ. Цей підхід передбачає створення великих програмних комплексів, які складаються з пакетів програм і САПР, спеціально розроблених для вирішення певного класу завдань. Такі комплекси будуються за модульним принципом, що означає, що між модулями існують універсальні інформаційні та керуючі зв'язки. При вирішенні завдань даного класу використовуються єдині інформаційні масиви, організовані в банки даних.

Об'єднання кількох пакетів програм в одну систему, призначену для виконання певних функцій, дозволяє говорити про новий, більш високий рівень ієрархії програмних комплексів, тобто САПР. При цьому якісні зміни зазнають і організація інформаційного, технічного та інших видів забезпечення, і, що особливо важливо, умови обміну інформацією між людиною і ЕОМ. Ці зміни, як правило, мають на меті покращити гнучкість і універсальність системи, покращити особливості взаємодії проектувальника з ЕОМ, підвищити якість отриманого результату та зменшити час отримання.

3.1 Обґрунтування та вибір програмного забезпечення АРМ технолога.

3.1.1 Обґрунтування необхідності впровадження PDM-системи.

Ефективність САПР значною мірою визначається можливостями прикладного програмного забезпечення, під яким звичайно розуміють набір програм, що реалізують рішення на ЕОМ конкретних задач проектування.

Станом на сьогодні, паперовий обіг документів в організаціях є дуже неефективним та трудомістким. Тому для зручності роботи з даними необхідно відійти від паперової системи обігу документації. Це вимагає створення електронного архіву. Електронний архів – це база даних конструкторських (або

технологічних, картографічних і інших) документів і більше всього нагадує картотеку, яку використовують в звичайних архівах. Тут елементом бази є документ (креслення, специфікація, карта і тому подібне). Обов'язковими умовами для забезпечення ефективної роботи з електронним архівом є автоматизація робочих місць усіх проектувальників, побудова єдиної формалізованої обчислювальної мережі, впровадження системи керування інженерними даними – PDM-системи.

PDM-система – це організаційно-технічна система, призначена для керування даними про продукт [16]. PDM-системи дозволяють керувати процесами проектування та надавати розподілений авторизований доступ до проектної інформації. Їх основним призначенням є управління інформацією про виріб (зокрема, проектними даними) впродовж всього його життєвого циклу, починаючи з проектування та виробництва і до зняття з експлуатації.

PDM-системи включають такі технології:

- Управління зображеннями і маніпулювання інформацією, що всесторонньо визначає конкретний виріб.
- Управління технічною інформацією (technical information management TIM).
- Управління документами.
- Управління технічними даними (technical data management TDM).
- Управління інженерними даними (engineering data management EDM).
- Управління інформацією про виріб (product information management PIM).

PDM-системи забезпечують постійне відстежування великої кількості даних і інженерно-технічної інформації, необхідної на етапах проектування, виробництва та будівництва. Вони також забезпечують підтримку під час експлуатації, супроводу та утилізації технічних виробів. PDM-системи відрізняються від БД тим, що вони інтегрують інформацію з різних джерел у структуровану форму для користувачів. Ця структуризація відповідає потребам сучасного промислового виробництва. PDM-системи відрізняються від

інтегрованих систем офісного документообігу тим, що вони працюють з геометричними моделями та даними, необхідним для роботи автоматичних ліній, верстатів з ЧПУ та ін.

PDM-системи виконують функції основного інтерфейсу, що дозволяє користувачам звертатися до даних, пов'язаних із різними стадіями розробки об'єктів; ці функції включають діаграми, списки, креслення, створені методами комп'ютерного проектування, а також програми для створення документів. PDM-системи, крім даних, керують процесом розробки виробу, стежачи за інформацією про виріб, станом об'єктів даних, затвердженням внесених змін, авторизацією та іншими процедурами, які впливають на дані про виріб і способи доступу кожного користувача до них. Таким чином, PDM-системи забезпечують постійний, повний і централізований автоматизований контроль за всією сукупністю даних, яка описує як сам продукт, так і процеси його конструювання, виробництва, експлуатації та утилізації.

PDM-системи дозволяють створювати звіти про конфігурацію систем, що випускаються, маршрути проходження виробів, частини або деталі та списки матеріалів. При необхідності всі ці документи можна переглядати на моніторі конструкторської або виробничої системи з однієї та тієї ж БД. Світовий досвід показує, що PDM-системи часто окупають свої витрати вже протягом першого року експлуатації. Це досягається завдяки значним скороченням часу внесення змін до проектних схем на тридцять відсотків і більше, скороченням часу простою проектувальник на сорок відсотків до семи десяти відсотків і стандартизації загального циклу внесення змін до проекту.

PDM-системи необхідно інтегрувати в корпоративне інформаційне середовище підприємства. Головною метою цієї інтеграції є усунення надмірності даних і зменшення часового циклу їх передачі від проектувальників на виробництво. Тому для впровадження PDM-системи потрібна ефективна локальна обчислювальна мережа, сервер або комп'ютер, що виконуватиме його роль.

3.1.2 Обґрунтування необхідності впровадження системи автоматизованого проектування технологічних процесів

Проектування технологічних процесів виготовлення машинобудівних виробів є однією з найважливіших функцій технологічної підготовки до виробництва [4], яка включає в себе:

- проектування ТП виготовлення деталей;
- проектування вузлового та загального складання машин;
- підготовку управляючих програм для устаткування з ЧПУ.

Неавтоматизоване проектування ТП дуже трудомісткий процес, проектні рішення, що при цьому приймаються суб'єктивні і часто далекі від оптимальних. Лише незначна частина (не більше 10...15%) часу витрачається технологами на прийняття рішень, а інша – на пошук потрібної інформації і оформлення (документування) результатів. Як наслідок, збільшується тривалість ТПВ, з'являються передумови до втрати якості виробу.

Скороченню тривалості ТПВ і виробничо-технологічного циклу створення машин в цілому при підвищенні якості процедур, що приймаються і реалізуються, сприяє автоматизація ТПВ та її окремих функцій.

До САПР ТП відносять автоматизовані системи, призначені для проектування ТП та підготовки програмного забезпечення для управління обладнанням з числовим програмним управлінням (ЧПУ), що реалізують ці процеси.

3.1.3 Обґрунтування необхідності впровадження САМ-системи для розробки керуючих програм на устаткування з ЧПУ

Посилення конкуренції в промисловості вимушує підприємства підвищувати ефективність використання верстатного парку. Дану проблему посилює дефіцит досвідчених інженерів, що вміють програмувати верстати ЧПУ найбільш оптимальним чином. Рішення цієї задачі забезпечують інструменти

CAM — це підготовка технологічного процесу виробництва виробів, орієнтованого на електронні обчислювальні системи. Під цим терміном розуміються як сам процес підготовки до виробництва за допомогою комп'ютерів, так і програмно-обчислювальні комплекси, які використовуються інженерами-технологами. Інструменти CAM автоматизують підготовку програм для верстатів з числовим програмним управлінням і дозволяють підприємству зберігати накопичений досвід.

Верстати з ЧПУ – це різні види верстатів, оснащені системою числового програмного керування. Верстати з ЧПУ мають наступні переваги:

- різке підвищення продуктивності праці при обробці деталі за рахунок можливості використання багатоінструментальної обробки, оптимізації режимів різання, можливості об'єднання або виключення окремих операцій;
- повністю автоматизований процес обробки, що знижує стомлюваність оператора-верстатника;
- програму для обробки деталі пише програміст, завдяки чому при роботі на подібному устаткуванні не пред'являються особливі вимоги до кваліфікації оператора;
- верстати даної групи дозволяють виконувати високоточне позиціонування деталі, що, у свою чергу, призводить до стабільності розмірів і поліпшення точності поверхонь деталей;
- за рахунок поліпшення точності поверхонь деталі, спрощується робота відділу технічного контролю;
- при застосуванні верстатів з ЧПУ відкриває можливість об'єднання чорнової, напівчистої, чистої, фінішної обробок за одну установку.

До недоліків даних станків можна віднести високу купівельну вартість та вартість технологічного та технічного обслуговування. Проте, не дивлячись на недоліки станків з ЧПУ, їх переваги по обробці деталей не підлягають сумніву у порівнянні з універсальними станками базового типу.

Механообробна ділянка ТОВ "Мрія", крім іншого устаткування, оснащена двома токарними верстатами з ЧПУ. В недалекій перспективі, рекомендується

придбати універсальний обробний центр з ЧПУ – верстат, що дозволить виконувати багатокоординатну обробку з автоматичною зміною інструменту. За його допомогою можна буде здійснювати обробку деталей, що мають багатовимірні поверхні.

Таким чином, система CAM є необхідною умовою для створення ефективно діючої підсистеми проектування технологічної документації на ТОВ "Мрія".

3.1.4 Огляд ринку програмного забезпечення САПР

В процесі дослідження ринку програмного забезпечення автоматизованого проектування технологічної документації, увагу до своїх програмних продуктів привернули два виробники:

- Компанія «SOLIDWORKS»;
- Компанія «Autodesk».

Компанія «SOLIDWORKS»[14] – один з провідних лідерів розробників програмного забезпечення для автоматизованого проектування, заснований у 1993 році в США. Компанія спеціалізується на створенні інтуїтивно зрозумілих і потужних рішень для 3D-проектування, моделювання, аналізу та управління даними виробів. SOLIDWORKS пропонує інтегровані програмні рішення, які охоплюють усі етапи життєвого циклу продукту – від концептуального дизайну до виробництва та технічної підтримки. Їхній основний продукт, SOLIDWORKS CAD, забезпечує інструменти для 3D-моделювання, складання, створення креслень, а також інтеграцію з системами CAM і PDM для автоматизації підготовки виробництва та управління інженерними даними. Програмні рішення SOLIDWORKS широко використовуються в машинобудуванні, автомобільній промисловості, аерокосмічній галузі та інших секторах, дозволяючи скоротити час розробки, підвищити якість продукції та оптимізувати виробничі процеси.

Компанія «Autodesk» [13] – лідер в одному з найбільш науковомістких секторів ІТ-галузі США – секторі програмного забезпечення для

автоматизованого проектування, тривимірного моделювання і управління інженерними даними.

Сфери діяльності компанії:

- розробка CAD/AEC/PLM-систем Inventor;
- комплексна автоматизація конструкторсько-технологічної підготовки виробництва в машинобудуванні і приладобудуванні;
- комплексна автоматизація інженерних підрозділів промислових підприємств і проектних організацій;
- впровадження і навчання технологіям автоматизованого проектування і управління інженерними даними.

Під час дослідження пропозицій CAM-систем, вибір був зупинений лише на одному виробнику програмного забезпечення для розробки керуючих програм на станки з ЧПУ. Вибір був оснований на специфіці виробництва підприємства "Мрія". Цим виробником стала компанія CNC Software Inc. – розробник системи PowerMill [12].

Засноване в 1984 році CNC Software Inc. є одним з перших підприємств CAD/CAM індустрії, що поставило собі за мету створення програмних продуктів для використання на базі персонального комп'ютера. За концепцію була прийнята ідея поставляти недорогу систему CAM, розміщену на базі персонального комп'ютера, оскільки більшістю інших систем були дорогі за вартістю, CAD орієнтовані продукти. CNC Software Inc. стало одним з перших підприємств, CAD/CAM, що створило програмне забезпечення, яке однаково підходить як для робочих-верстатників, так і інженерів та надає їм інструменти для практичного вирішення їх завдань. Перша версія PowerMill представляла собою двохвимірний (2D) CAM. PowerMill був одним з перших пакетів CAM, який містив здібності CAD, що дозволяють користувачам швидко і просто конструювати необхідні інженерні вироби.

Сьогодні CNC Software Inc. пропонує для конструкторів і NC- програмістів рішення для фрезерної, токарної, електроерозійної обробки, плазмо- і лазерного різання, розкрою листового матеріалу, штампування. Пропоновані рішення

мають свої інструменти для 3D конструювання і створення ескізів і креслень. Клієнтами компанії є як малі фірми (іноді з однієї людини), так і великі виробничі підприємства. Програмне забезпечення, яке використовується такими підприємствами як Boeing, IBM та Sikorsky, однаково доступне і для маленьких фірм.

3.1.5 Короткий аналіз програмного забезпечення автоматизованого проектування технологічної документації

Для автоматизації технологічної підготовки виробництва компанія «SOLIDWORKS» пропонує програмні продукти SOLIDWORKS CAD та інтегровані модулі, такі як SOLIDWORKS CAM і SOLIDWORKS PDM.

SOLIDWORKS CAD – це потужна система 3D-проектування, яка дозволяє створювати деталі, складання та креслення з високою точністю. Вона забезпечує інструменти для параметричного моделювання, аналізу конструкцій та підготовки технологічної документації. Програма інтегрується з модулями CAM для автоматизації розробки керуючих програм та з PDM-системами для управління інженерними даними, що дозволяє працювати в єдиному інформаційному просторі.

SOLIDWORKS CAM – це інтегрований модуль для автоматизації технологічної підготовки виробництва. Він підтримує розробку маршрутних і операційних технологій, автоматично генерує траєкторії для верстатів з ЧПУ, а також дозволяє оптимізувати режими різання. Модуль забезпечує повну асоціативність між 3D-моделями та технологічними процесами, що спрощує внесення змін і підвищує ефективність підготовки виробництва.

SOLIDWORKS PDM – система управління інженерними даними, яка забезпечує централізоване зберігання, контроль версій і спільну роботу над проектами. Вона підтримує автоматизацію документообігу, управління змінами та інтеграцію з іншими модулями SOLIDWORKS, що дозволяє технологічним підрозділам працювати в єдиному інформаційному середовищі.

Вартість програмного комплексу для технологічної підготовки виробництва від компанії «SOLIDWORKS» становить 19450 гривень.

Компанія «Autodesk» для автоматизації проектування технологічних процесів пропонує програмний продукт Autodesk Inventor. Autodesk Inventor – це система автоматизованого проектування, яка підтримує широкий спектр завдань технологічної підготовки виробництва через інтеграцію з додатковими модулями, такими як Inventor CAM.

Autodesk Inventor дозволяє:

- проектувати технологічні процеси в декількох автоматизованих режимах;
- оцінювати матеріальні витрати на основі геометрії моделей;
- формувати комплекти креслень і технологічної документації, що використовуються на підприємстві;
- вести паралельне проектування складних складань групою інженерів і технологів у реальному часі;
- підтримувати актуальність даних за допомогою процесів управління змінами;
- забезпечувати інженерний документообіг, зокрема заявки на проектування засобів технологічного оснащення.

Бібліотеки матеріалів, інструментів і стандартів, що входять до Autodesk Inventor, надають користувачам необхідну довідкову інформацію та дозволяють створювати й розвивати бази даних підприємства.

Інтеграція Inventor з PTC Windchill дозволяє створити єдине електронне середовище для сумісної розробки та підготовки до виробництва. Таким чином, електронний опис продукту містить всю необхідну інформацію, щоб підтримувати кожен етап його життєвого циклу. На етапі підготовки до виробництва інженерні служби обмінюються даними про результати конструкторсько-технологічного проектування.

Всі бізнес-процеси електронного інженерного документообігу підтримуються САПР ТП Inventor, включаючи управління технологічними

змiнами та замовлення на розробку спеціальних технологічних засобів оснащення. Система використовує абсолютно новий метод організації даних технологічних процесів, заснований на об'єктній моделі обробки інформації та уявлення. САПР ТП Inventor має сучасні об'єктно-орієнтовані методи організації технологічних баз даних, відкриту архітектуру та інтерфейсні рішення. Користувач з будь-яким рівнем комп'ютерної підготовки може швидко освоїти систему. Щоб збільшити швидкість і якість розробки технологічних рішень, САПР ТП Inventor полегшує роботу технолога.

Вартість комплексу технологічної підготовки виробництва від компанії «Autodesk» складає 24385 гривень.

3.1.6 Короткий аналіз САМ-системи для розробки керуючих програм на устаткування з ЧПУ

PowerMill – одна з найпростіших у вивченні і роботі CAD/CAM систем, при цьому володіє широкими можливостями в моделюванні і солідним набором стратегій обробки. PowerMill – могутній універсальний конструкторсько-технологічний пакет програм, призначений для швидкого і точного виготовлення високоякісних деталей.

Програмний продукт PowerMill був обраний, виходячи з поставлених підприємством вимог до САМ-продукту. Основними критеріями вибору стали вартість, функціональність, легкість вивчення та роботи, якісний сервіс. При дослідженні програмного забезпечення були відзначені наступні переваги:

- легкість вивчення і роботи;
- широкі можливості по створенню геометрії;
- багатий набір різних стратегій обробки;
- надійність системи, висока швидкість розрахунків;
- наочна перевірка створених траєкторій;
- повна асоціативність геометрії і траєкторій;
- бібліотека трансляторів з CAD систем;

- конфігурація "станок-система ЧПУ", що настраюється;
- якісна підтримка користувачів.

Важливим аспектом, що відіграв немалу роль при виборі, стала можливість даного пакету надати підприємству можливість для ефективного використання верстатного парку, при врахуванні специфіки виготовлення продукції. Залишок невикористаного функціоналу при впровадженні програмного продукту PowerMill буде мінімальним.

Рекомендованим до придбання є програмне забезпечення PowerMill (повна функціональність) в складі модулів Mill (модуль для фрезерної обробки) та Lathe (модуль для токарної обробки).

PowerMill Mill Level 3 містить всі функції Mill Level 2 плюс наступні:

- 3-х - 5-и координатну обробку;
- чорнову обробку багатьох поверхонь в одній траєкторії за допомогою контурних, паралельних, радіальних і методів проектування, просвердлювання та вибіркою кишені;
- чистову обробку багатьох поверхонь в одній траєкторії за допомогою паралельних, радіальних, контурних і методів проекціювання, а також демонстрацією вертикальних і майже вертикальних стінок, кривих і зон стиків поверхонь за допомогою методу постійної шорсткості;
- повністю асоціативний зв'язок між геометрією, параметрами обробки та керуючою програмою.

PowerMill Lathe включає наступне:

- чорнову і чистову обробку, нарізку різьби, вибірку пазів, свердлення і розточування отворів;
- поповнювані бібліотеки інструментів і матеріалів;
- перевірку траєкторії обробки в твердому тілі;
- програмування для центрів токарної та фрезерної обробки в поєднанні з PowerMill Mill;
- візуалізацію процесу обробки.

Вартість програмного забезпечення PowerMill, що складається з даних модулів становить 60000 гривень.

3.1.7 Вибір програмного забезпечення автоматизованого проектування технологічної документації методом аналізу ієрархій

Програмні продукти компаній «SOLIDWORKS» та «Autodesk» знаходяться серед лідерів з продажу на території СНД. Завданням є порівняння між собою цих програмних продуктів з метою визначення найбільш оптимального варіанту для впровадження.

Спільно з спеціалістами підприємства були сформовані критерії, за якими будуть порівняні програми автоматизованого проектування технологічної документації.

- вартість програмного продукту (переважаючим є продукт що найбільше відповідає співвідношенню «ціна/якість»);
- рівень автоматизації (переважаючим є продукт, що забезпечить більший відсоток автоматизації проектних робіт);
- зручність навчання та роботи (програмний продукт повинен бути інтуїтивно зрозумілим як відносно інтерфейсу, так і відносно принципів праці);
- потужність генерації технологічної документації;
- якість сервісного обслуговування;
- взаємодія з CAD-системою;
- взаємодія з PDM-системою.

Порівняння двох програмних продуктів згідно критеріїв буде проводитись методом аналізу ієрархії. Метод застосовується в тих випадках, коли стоїть проблема вибору з ряду альтернатив. Альтернативи характеризуються ваговими значеннями, знаючи які, не складає труднощів вибрати найкращу з них. Проблема полягає в тому, що значення ваги альтернатив заздалегідь невідомі. Вони повинні бути отримані за допомогою застосування методу МАІ.

Розрахунок даного методу буде здійснюватися за допомогою програми «Аналіз ієрархій».

На першому етапі була побудована структура проблеми вибору програмного забезпечення у вигляді ієрархії. Ієрархія представлена на рисунку 3.1.

Далі були встановлені пріоритети критеріїв вибору програмного забезпечення. Кожен з критеріїв був оцінений.

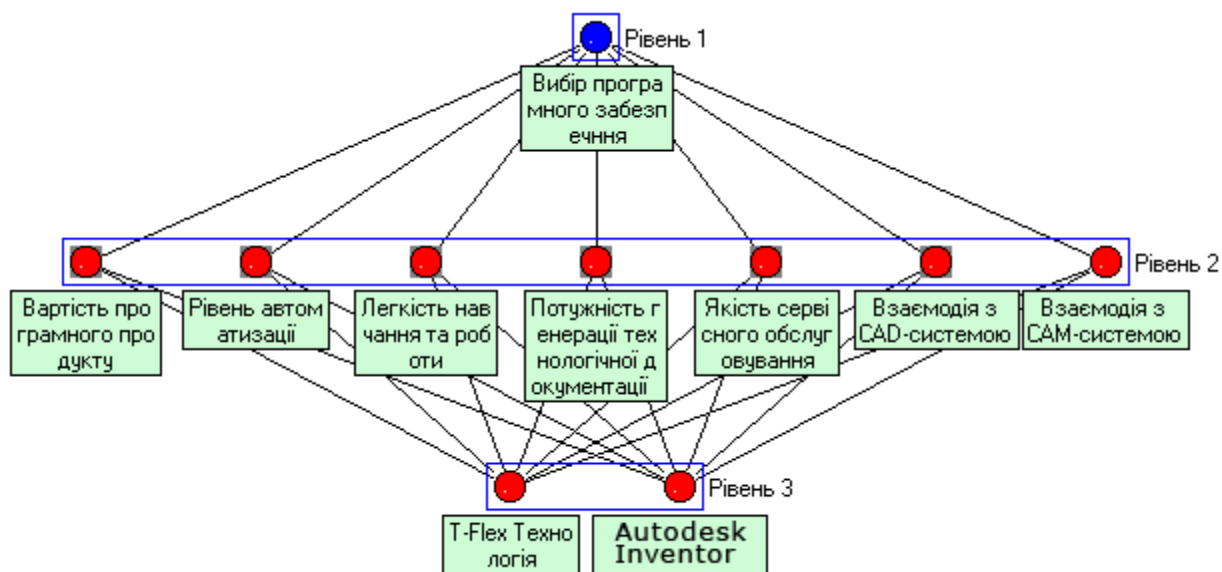


Рисунок 3.1 – Ієрархія проблеми вибору програмного забезпечення

Елементи завдання в МАІ порівнюються попарно. Результатом системи парних зведень є обернено-симетрична матриця. Далі був розрахований вектор пріоритетів цієї матриці. Результат представлений на рисунку 3.2 у вигляді діаграми.

Діаграма вектора пріоритетів показує, який із критеріїв має найбільший вплив на кінцевий результат задачі вибору.

Наступним кроком є заповнення матриць парних порівнянь програмних продуктів по кожному із критеріїв. Після заповнення всіх матриць було розраховано вектори пріоритетів для кожної з матриць та був отриманий глобальний вектор пріоритетів. Глобальний вектор пріоритетів, зображений на

рисунку 3.3 у вигляді діаграми, і вказує на рішення задачі вибору програмного забезпечення для автоматизації технологічної підготовки виробництва.

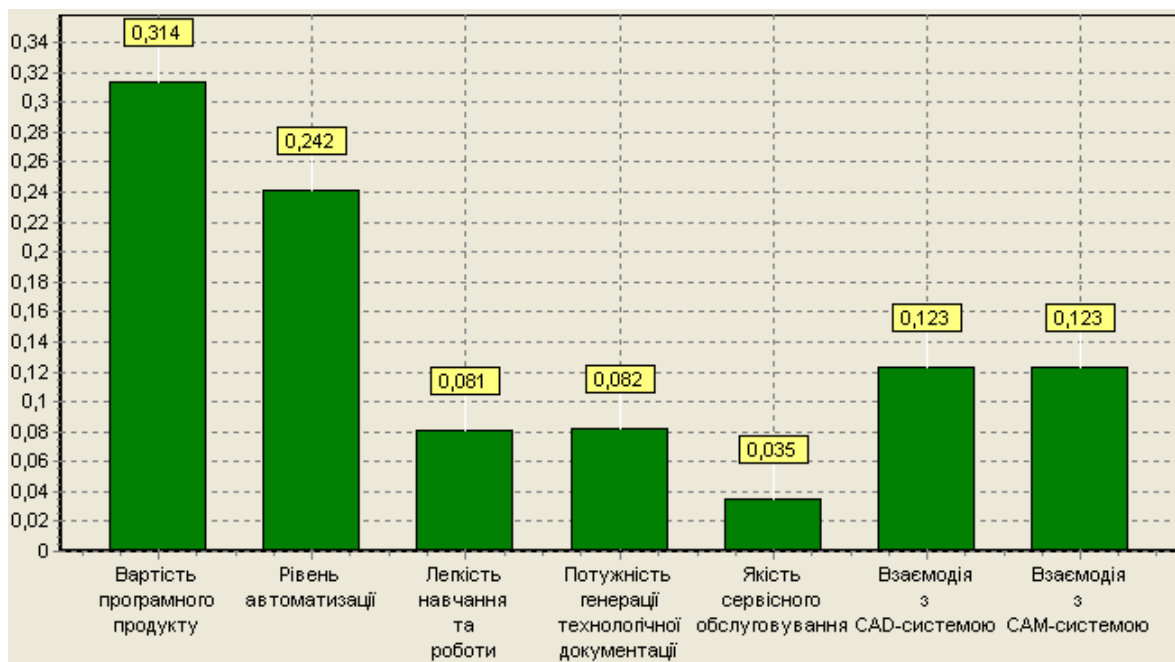


Рисунок 3.2 – Діаграма вектора пріоритетів

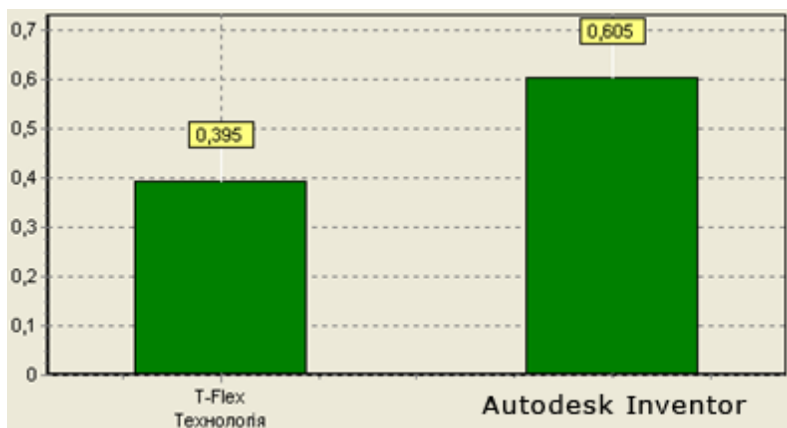


Рисунок 3.3 – Діаграма глобального вектора пріоритетів.

Як видно з діаграми глобального вектора пріоритетів, перевагу в багатокритеріальному виборі має програмний продукт Autodesk Inventor компанії «Autodesk». Версію Autodesk Inventor рекомендовано до впровадження для автоматизації робочого місця технолога.

3.1.8 Вибір PDM-системи

Вибір PDM-системи був здійснений на основі результату вибору програмного забезпечення автоматизованого проектування технологічної документації методом аналізу ієрархій, для того, щоб досягнути максимальної інтеграції і сумісності програмних продуктів. В якості PDM-системи був обраний програмний продукт Autodesk Inventor версії 2025 року.

Autodesk Inventor є доступним інструментом для організації роботи з єдиною базою електронної документації на компоненти, вузли та складальні одиниці як для робочих груп, так і для конструкторських підрозділів.

Система допомагає користувачам у вирішенні наступних завдань:

- зберігання, обробка, супровід інформації про вироби;
- захист документації від несанкціонованих змін;
- швидкий пошук елементів складу виробів по позначенню, найменуванню;
- уніфікація використовуваних деталей;
- виключення існування документів-двійників;
- опис замін, що допускаються, в складах складальних одиниць;
- створення і проведення оповіщень;
- складання і вивід на друк звітів різної форми.

Autodesk Inventor можна використовувати як на особистому комп'ютері, так і в локальній мережі, що дозволяє зберігати проекти в центрі. При цьому зберігається надійність даних про структуру виробу. Система дозволяє користувачам, які працюють над проектом, мати різні права доступу до документів.

Autodesk Inventor зберігає і обробляє різні типи документів - моделі, креслення і фрагменти Inventor, технологічні процеси, растрові файли, документи MS Office. Для будь-якого елементу виробу можуть зберігатися і редагуватися атрибути з додатковою інформацією (дата останньої зміни, маса деталі і тому

подібне). Забезпечується синхронізація даних в документі і атрибутів елементу виробу в Autodesk Inventor.

3.1.9 Вибір операційної системи та іншого програмного забезпечення

Для роботи рекомендованої САПР було обрано операційну систему Windows 10. Використовувана в розроблюваній системі автоматизованого проектування 64-розрядна операційна система Windows 10 фірми Microsoft має наступні можливості: сучасний інтерфейс, розширена підтримка мережевих можливостей, підтримка конвертації даних з однієї програми в іншу, перевірена часом надійність.

Короткі технічні дані пропонованої операційної системи:

- розрядність операційної системи - 64;
- захищений режим роботи;
- підтримка довгих імен файлів;
- режим багатозадачності;
- підтримка бездротових мереж.

Прикладне програмне забезпечення складається із програм, які реалізують наступні функції: рішення завдань проектування та інженерних розрахунків, підготовка та виведення документації.

Широке поширення великих комп'ютерних мереж і потреба користувачів у взаємодії і спільному використанні централізованих баз даних привели до того, що мережеве програмне забезпечення (ПЗ) з розряду корисного перейшло в розряд необхідного. Підключившись до однієї або декількох мереж, операційна система може підвищити свої обчислювальні потужності і можливості доступу до даних, дозволити користувачам взаємодіяти і спільно використовувати дані, а також надати додаткам такі можливості, що окремо взята ОС не могла б забезпечити. Щоб все перераховане було реалізовано ефективно, мережеве ПЗ вбудовано в ОС Windows 10 і працює на однакових правах з іншими частинами системи .

Операційна система Windows 10 дозволяє здійснювати спільну роботу різних зовнішніх пристроїв і комп'ютера. Одним з достоїнств інтерфейсу Windows 10 є його універсальність, єдиний підхід при роботі з різними прикладними програмами. Після визначення в середовищі Windows 10 використовуваних пристроїв повторне налаштування їхньої програмної підтримки виконувати вже не потрібно.

Рекомендовано придбати операційну систему Windows 10 Professional з пакетом оновлення 2 (SP2). Вартість ліцензії становить 1200 гривень.

Крім операційної системи та програмного забезпечення САПР, АРМ технолога повинно бути забезпечене пакетом офісних програм та програмним продуктом для ефективної роботи з растровою та векторною графікою.

В якості програмного забезпечення для роботи з офісними документами використовуватиметься Microsoft Office версії Professional Plus 2013. Нові графічні можливості Office Professional Plus 2013 дозволяють легко створювати, рецензувати, і публікувати компактні та виразні документи, електронні таблиці і презентації. Вартість ліцензії Microsoft Office Professional Plus 2007 складає 3444 гривень.

За тринадцять років існування в ТОВ «Мрія» накопичився величезний архів креслень, виконаних на паперових носіях. Мало того, що з роками багато документів втратили свій вигляд, а зображення на них осипалися - проблематично взагалі відшукати необхідне креслення. Організація електронного архіву стала вельми насущним завданням. Для переведення креслень в електронний вид рекомендується програмний продукт Spotlight Pro 8 компанії CSoft Development. Spotlight Pro 8 — це професійний гібридний редактор, який може векторизувати, різати та працювати з растровою та векторною графікою. З його допомогою можна виконувати широкий спектр робіт з відсканованими зображеннями, картами, схемами та іншими графічними матеріалами. Це дозволяє покращити якість зображень, виправити викривлення, створювати та редагувати векторні та растрові графіки, а також перетворювати растрові зображення у векторні. Вартість пакету Spotlight Pro 8 складає 7679 гривень.

3.2 Обґрунтування та вибір технічного забезпечення

Технічне забезпечення САПР складається з набору взаємопов'язаних і взаємопов'язаних технічних інструментів, призначених для виконання автоматизованого проектування.

Для продуктивної роботи інженера-технолога необхідно обробляти дані з максимальною швидкістю. Для забезпечення швидкого доступу до даних, потрібні швидкі канали зв'язку. Крім цього комплекс технічних засобів повинен забезпечувати введення, контроль, зберігання, модифікацію інформації.

Результати передпроектного дослідження на ТОВ «Мрія» показали, що потрібно здійснити закупівлю комп'ютерної техніки. Асортимент конфігурації технічного забезпечення напряду повинен здійснюватися в залежності від потреб програмного забезпечення, яке буде використовувати підсистема проектування технологічної документації.

В якості програмного забезпечення автоматизації технологічних робіт були рекомендовані PowerMill та Autodesk Inventor. При аналізі системних вимог цих продуктів була складена рекомендована мінімальна конфігурація комп'ютера з наступними технічними характеристиками:

- 3600Мгц Ryzen 5 3600 процесор;
- ОЗП – 8192Мб;
- дисковий простір – 16 Гб;
- 8 Гб RTX 3050 - сумісна відеокарта;
- оптичний привід – DVD-ROM;
- розподільча здатність монітору – 1600x900 пікселів.

Було вирішено обрати персональні комп'ютери на базі сімейства процесорів Ryzen. По-справжньому критичним ресурсом в будь-якій комп'ютерній системі є обсяг оперативної пам'яті. Якщо її не вистачає, то робота системи на порядок уповільнюється. Решта всіх характеристик комп'ютера (частота процесора, кеш, об'єм жорсткого диска, тип відеокарти і об'єм відеопам'яті) істотного значення не має і повинні бути такими, щоб на комп'ютері стійко і з нормальною швидкодією

працювало програмне забезпечення та операційна система. Якщо по фінансовим міркуванням необхідно вибрати між великим об'ємом ОЗП та якимись іншими характеристиками, вибір повинен бути здійснений на користь ОЗП.

Із усього різноманіття техніки, наданого комп'ютерними фірмами, нами була обрана наступна конфігурація [12]:

- процесор – Ryzen 5 3600 3.6 GHz ;
- ОЗП – DDR4 RAM 16Гб;
- відеокарта – GeForce 3050 8Гб;
- жорсткий диск – 240Gb;
- розподільча здатність монітору 1680x1050 пікселів.

Вся техніка пропонується з міркувань якості роботи і економії коштів. Теоретично можливе використання всіх моделей IBM-сумісних комп'ютерів, на яких буде функціонувати операційна система Windows 10, а також наступні програмні продукти: пакети для автоматизованого проектування технологічної документації, пакет програм редагування текстової інформації і доступу до даних Microsoft Office 2007 і сервісних програм для роботи у мережі. Проте не слід забувати про оперативність і комфортність роботи. Для роботи з пакетами Autodesk Inventor та PowerMill потрібен дисплей з достатньо високою розподільчою здатністю. Монітор повинен мати велику діагональ, підтримувати більшість відеорежимів і забезпечувати необхідну якість зображення. Рекомендованим до придбання є монітор фірми «Acer» – V223Wbd. Основними технічними характеристиками монітору є діагональ в 22 дюйма, розподільча здатність 1680x1050 пікселів, час відгуку 5мс. Вартість монітору складає 1430 гривень.

Для виведення документації на папері рекомендується використовувати лазерний принтер. Оскільки підприємство «Мрія» маленьке, потреба у документації великих форматів занадто низька, щоб купувати дорогий плоттер. Тому вирішено рекомендувати до придбання принтер з можливістю друку документації на форматі А3. Дане периферійне устаткування повинно знаходитись безпосередньо в технічному бюро підприємства і забезпечувати

потреби в роздрукуванні документів всіх його працівників. Це стосується також сканерів, в складі яких неодмінно повинен бути широкоформатний сканер, без якого неможливе створення електронного архіву

Для виводу на друк текстової документації був обраний лазерний принтер SAMSUNG ML-1615. Він має невелику ціну у порівнянні з моделями свого класу, є надійним і функціональним. В даній моделі використана лазерна технологія друку, що дозволяє швидко отримувати зображення високої якості. Принтер під'єднується до USB порту комп'ютера.

Короткі технічні характеристики принтера SAMSUNG ML-1615:

- максимальний дозвіл друку – 600х600 точок на дюйм;
- число сторінок за місяць – 5000;
- швидкість друку – 16 С3Х;
- потенціал тонера – 2000 (в поставці на 1000);
- об'єм буфера пам'яті складає 8 мегабайт.

Вартість принтера – 852 гривні. Рекомендується після придбання і використання принтера з часом перейти на картридж ML-1610D2 ресурс тонера якого складає 2000 сторінок, а економія тонера – 40 відсотків.

Для роздрукування документів формату А3 рекомендується придбати струйний принтер А3 OfficeJet Pro K850 фірми Hewlett Packard.

Короткі технічні характеристики принтера А3 HP OfficeJet Pro K850:

- максимальний формат друку – А3;
- максимальний дозвіл чорно-білого друку – 1200 точок на дюйм;
- швидкість друку – до 4,5 С3Х (чорно-білий друк, висока якість, А3);
- об'єм друку – 6250 сторінок в місяць.

Вартість принтера – 3435 гривень.

Для організації сканування інформації в електронний архів підприємства рекомендовано придбати широкоформатний сканер HD2530 Base 25" фірми Contex. Його основні характеристики наступні:

- максимальний формат сканування – А1;
- повнокольорове сканування (48/24-бітове);

- швидкість сканування: чорно-біле до 4.0"/сек, кольорове до 0.5"/сек.

Ціна сканера – 34530 гривень.

Досить важливим є забезпечення робочого місця технолога блоком безперебійного живлення, за допомогою якого здійснюватиметься захист дорогоцінної обчислювальної техніки та периферії від коливань параметрів напруги мережі живлення та забезпечення автономної роботи на час, необхідний для поновлення напруги в мережі, при можливому її відключенні. З метою надійної роботи технічних засобів всі комп'ютери технологічного бюро рекомендується підключити до живильної мережі через блок безперебійного живлення потужністю 1 кіловат.

Розглянуте устаткування є компактным, надійним, займає мало місця.

3.3 Обґрунтування топології обчислювальної мережі

Необхідність використання локальної обчислювальної мережі обумовлюється наступними факторами:

- потрібен швидкий обмін даними між станціями, що необхідно для ефективного функціонування САПР;
- з'являється можливість використання в САПР мережних периферійних пристроїв, що крім зручності завжди приносить вагоме зменшення затрат на закупівлю технічних засобів;
- потрібна модернізація системи блокування файлів і записів для захисту інформації від несанкціонованого доступу.

Коли постає задача створення або модернізації локальної мережі, обов'язково потрібно враховувати фактори, що впливають на мережеву модель:

- очікуваний мережний трафік;
- вимоги по надмірності;
- переміщення користувачів;
- перспективний розвиток;
- вимоги безпеки;

- підключення до глобальних мереж;
- вартість.

Щоб забезпечити повну інтеграцію даних, необхідно об'єднати всі комп'ютери компанії ТОВ «Мрія» в одну локальну обчислювальну мережу. Використання локальної мережі дозволить об'єднати всі адміністративні та виробничі корпуси в одну інформаційну систему.

Найкращим варіантом для обробки інформації є технологія «клієнт-сервер». Саме ця технологія пропонується для використання при побудові обчислювальної мережі САПР ТОВ «Мрія». Використання технології «клієнт-сервер» значно підвищує надійність, продуктивність і стабільність функціонування системи. Використання даної технології також обумовлює застосування PDM-системи, що забезпечує керування інженерною інформацією. PDM-система для організації ефективного обміну даними в своєму складі містить «серверну частину», яка повинна бути встановлена на сервері, та «клієнтські частини», що встановлюються на кожному робочому місці для взаємодії з «серверною частиною».

ТОВ "Мрія" маленьке підприємство. Всі його відділи знаходяться в безпосередній близькості один від одного. Після автоматизації робочих місць конструкторсько-технологічної групи, кількість станцій, що будуть входити до складу обчислювальної мережі становитиме 10-12 одиниць. Більш масштабне розширення мережі і кількості комп'ютеризованих робочих місць можливе лише при розширенні площі заводу та збільшенні числа його співробітників. Оскільки в найближчій перспективі цього не передбачається, створювати потужну, а значить і дорогу локальну обчислювальну мережу не є доцільним. Рекомендовано створити нову мережу шляхом модернізації існуючої. Організувати сервер рекомендовано на базі АРМ одного із співробітників (бажано технічного бюро) підприємства, наділивши його функціями адміністратора. Комп'ютер цього робочого місця повинен мати жорсткий диск великого об'єму, частина якого і буде відведена для організації сервера.

Модернізована топологія локальної обчислювальної мережі показана на рисунку 3.4. Вона передбачає збереження існуючої «зіркової» топології.

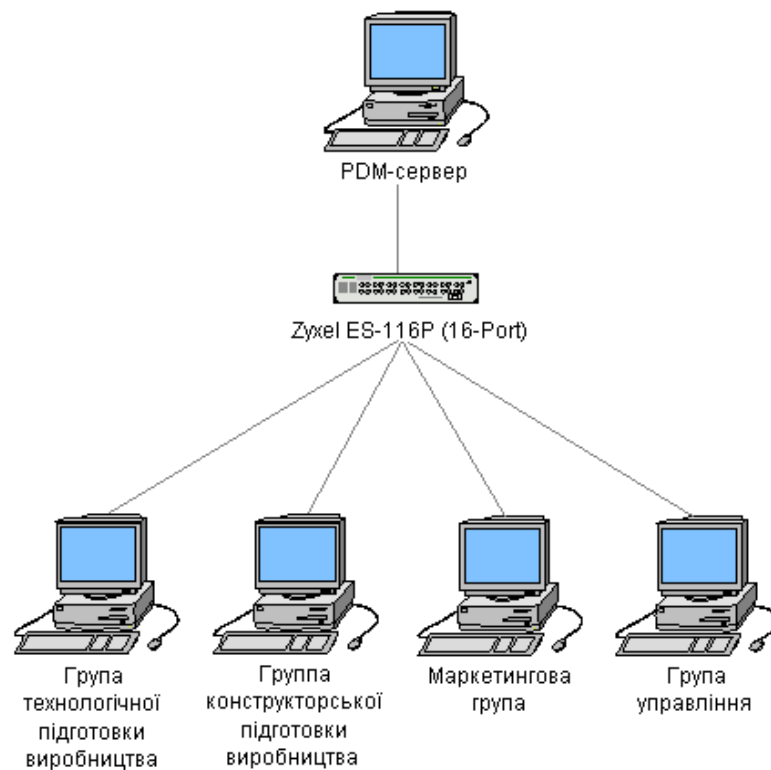


Рисунок 3.4 – Модернізована топологія локальної обчислювальної мережі.

3.4 Вибір технічного та програмного забезпечення обчислювальної мережі.

3.4.1 Вибір технічного забезпечення

Комп'ютер, що використовуватиметься в якості сервера буде мати конфігурацію, рекомендовану в розділі 3.2, за виключенням жорсткого диску, об'єм якого повинен складати 500 Гб.

Всі АРМ та PDM-сервер необхідно з'єднати між собою за допомогою мережевого комутатора – пристрою, що призначений для з'єднання декількох вузлів комп'ютерної мережі в складі одного сегмента. Рекомендованим є 16-портовий комутатор Zyhel ES-116P. Всі компоненти мережі будуть з'єднані кабелем UTP та конекторами RJ-45.

3.4.2 Вибір програмного забезпечення

В якості мережевої платформи пропонується використати мережеву операційну систему Windows Server 2008, яка є потужним і простим інструментом для вирішення різних завдань. Вибір операційної системи із сімейства Windows зумовлений також потребами PDM-системи та серверної частини Autodesk Inventor. Система має зручний інтерфейс, знайомий по іншим версіям операційних систем, гнучка в налаштуванні, має інструменти, які дозволяють працювати як у корпоративних мережах, так і в Інтернеті, відповідаючи всім сучасним вимогам до комп'ютерних систем.

Для реалізації бази технологічних даних на PDM-сервері, необхідна система управління базами даних (СУБД). Серед усієї кількості розглянутих систем, була обрана СУБД IMBASE, що поширюється на безкоштовних умовах і при своїй ефективності та функціональності дуже компактна.

3.5 Підсистема ведення конструкторсько-технологічних баз даних

3.5.1 Введення баз даних IMBASE

Існує величезна кількість систем управління базами даних (СУБД). Комерційні системи на базі СУБД дуже дорогі. Тому на багатьох підприємствах створюються свої системи. Але практично усі СУБД для ефективної експлуатації вимагають цілого штату програмістів, причому високій кваліфікації. При розробці програмного забезпечення необхідно враховувати потреби користувачів, які використовуватимуть інформацію з бази даних у своїй роботі. Використання потужних САПР неможливо без наявності інформаційного забезпечення, включаючи ще стандартні вироби підприємства, галузі, а також матеріали. НПП "ИНТЕРМЕХ", що складається з досвідчених конструкторів і програмістів свого

часу зіткнулося з цією проблемою і в якості її рішення створило систему IMBASE.

Система IMBASE, розроблена в НПП «ИНТЕРМЕХ», призначена для обробки та використання інформації про те, що використовується на підприємстві і може згодитися конструктору і технологів. Кріплення, різці, заготівлі, основні і допоміжні матеріали і багато що інше з того, що використовують, можна ввести у базу даних IMBASE, і після цього введені дані будуть доступні для найрізноманітніших програм. Компанія «ИНТЕРМЕХ» пропонує широкий набір стандартних виробів і матеріалів разом з IMBASE, а також створила зручний інструмент для ведення баз даних. IMBASE пропонує ієрархічну структуру даних і можливість ведення складених індексів, що дозволяє швидко знайти потрібні дані.

3.5.2 Вибір архітектури

Близько 14 років тому була створена перша версія IMBASE, яка зберігала дані в оригінальному форматі файлів, що дозволяло максимально скоротити розмір таблиць. Розгортання мережі на великому підприємстві було дуже дорогим завданням. Усі ці причини та об'єктивні умови створили новий підхід до розробки продукту. Вибір такої архітектури додатка, яка забезпечить безперебійну роботу великої кількості користувачів, був головним фокусом. На сервері не тільки зберігаються дані, але й бізнес-правила, які регулюють безпеку та правила зберігання та обробки даних. Організації часто вважають придбання сервера баз даних інвестицією в інфраструктуру. Проаналізувавши усі ці тенденції розвитку, в якості архітектури системи розробниками IMBASE була вибрана і використана так звана модель з "товстим клієнтом".

Суть цієї моделі обробки даних полягає в тому, що робоча станція отримує «сирі» дані від сервера, на якому працює СУБД, такі як ORACLE або INTERBASE, і потім обробляє ці дані безпосередньо на робочій станції. Після завершення обробки частина даних зберігається на робочій станції. Якщо

користувачеві знадобиться вибрати з бази об'єкт, який раніше був отриманий від сервера, він спочатку перевіряє, чи змінився об'єкт на сервері.

Як показала практика, СУБД IB DataBase забезпечує достатню продуктивність при кількості робочих місць до 120.

На рисунку 3.5 зображено зручний і стандартний інтерфейс.

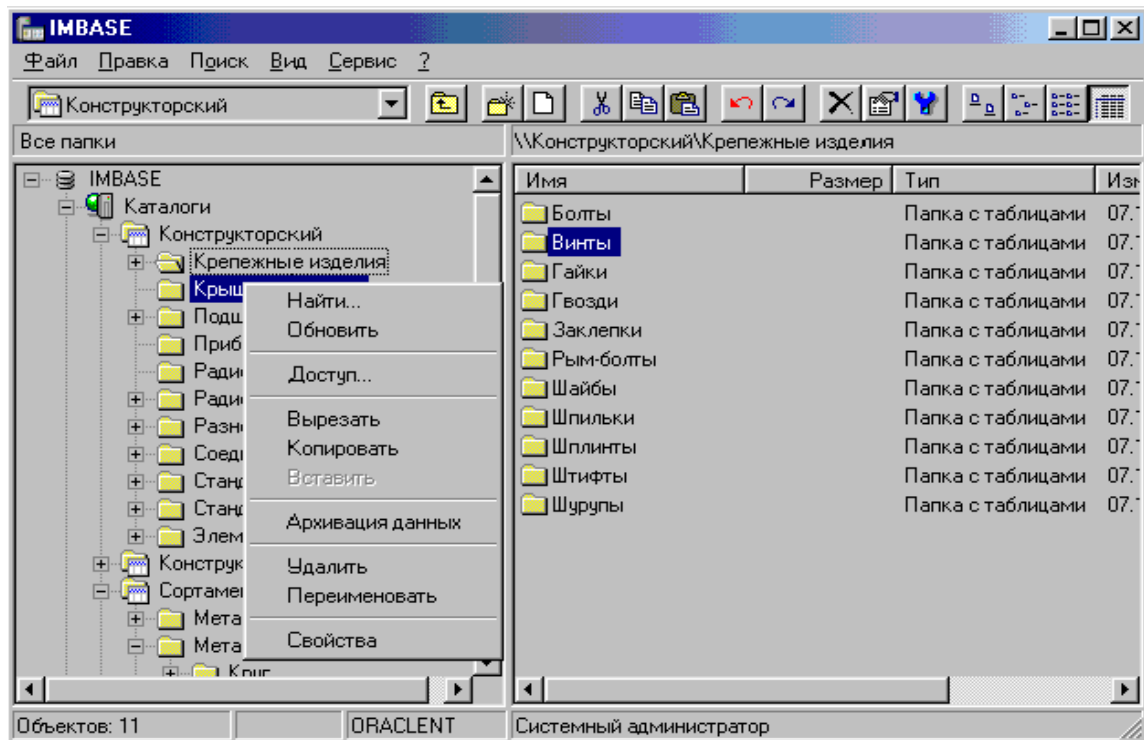


Рисунок 3.5-Інтерфейс

Під час розробки інтерфейсу основний акцент було зроблено на забезпеченні зручності користування системою та наданні користувачеві всіх знайомих можливостей, характерних для Windows. Це такі функції, як перетягування за допомогою миші, робота з буфером обміну та контекстно-залежні меню, і багато що інше. На рисунку 3.6 зображені майстри IMBASE.

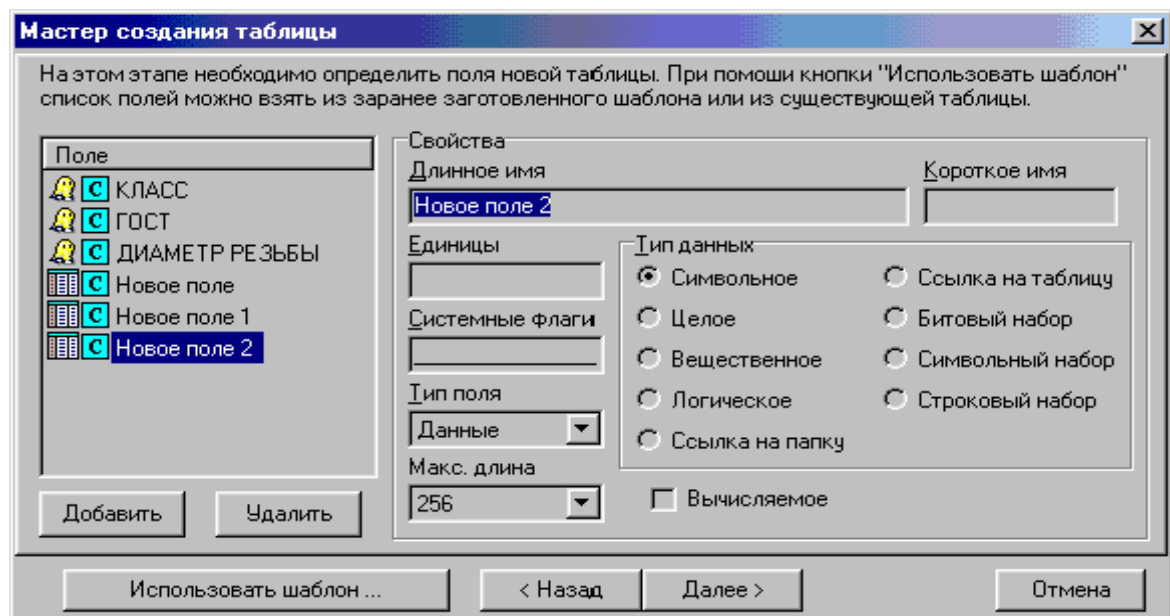


Рисунок 3.6-Майстри IMBASE

Представлення ієрархічних структур зображено на рисунку 3.7.

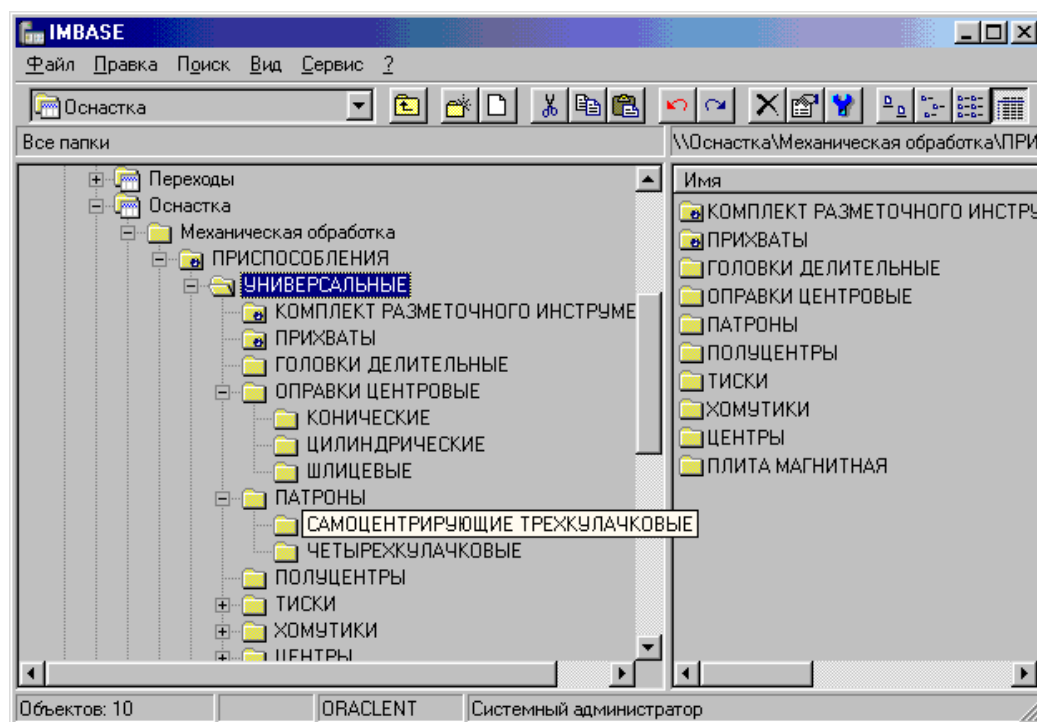


Рисунок 3.7-Представлення ієрархічних структур

Особливий спосіб організації даних та їхнє візуальне представлення дає змогу показувати інформацію у формі ієрархічної структури, що значно полегшує та прискорює процес її пошуку.

Інформація, представлена в полях, може містити посилання на дані з інших полів, що забезпечує можливість створення нових полів на основі значень вже існуючих. Такий підхід дозволяє, наприклад, одночасно використовувати параметри діаметра і довжини в розрахункових програмах, а також застосовувати їх для автоматичного формування поля з позначенням. У разі необхідності зміни формату запису найменування поля достатньо лише переглянути правило його формування, залишаючи без змін зміст пов'язаних полів. Графічні зображення представлені на рисунку 3.8.

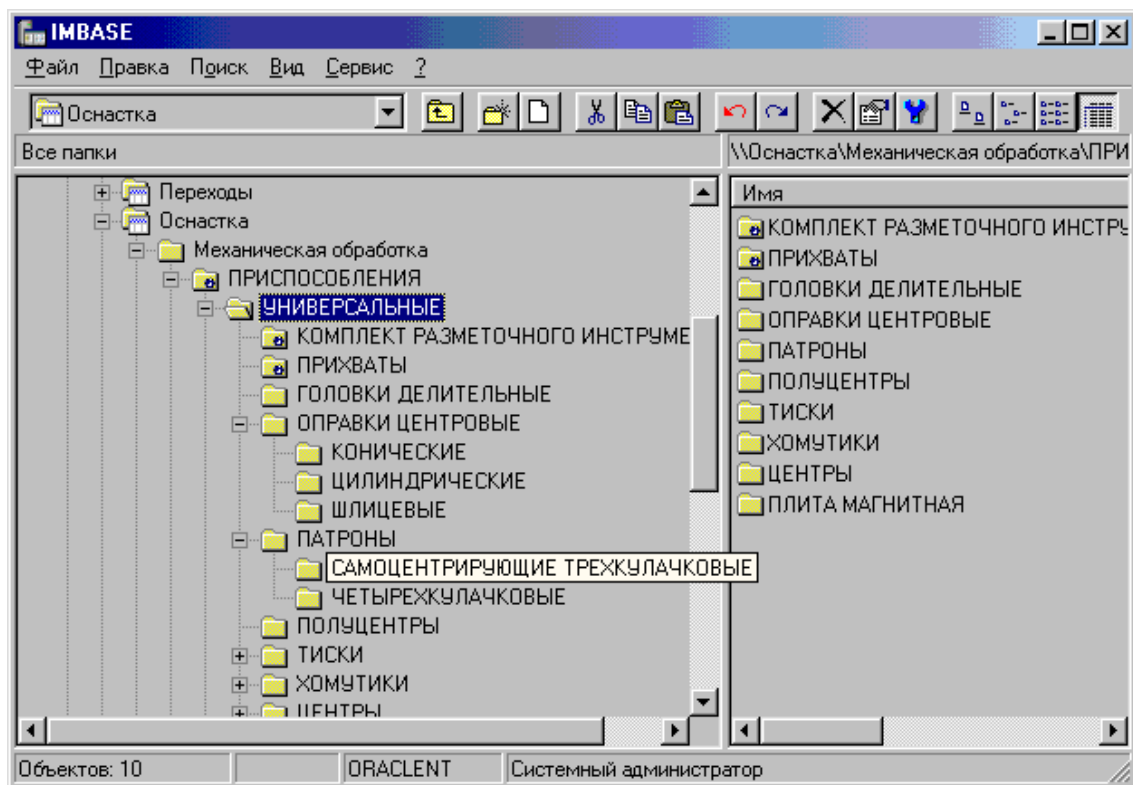


Рисунок 3.8-Графічні зображення

Усі компоненти IMBASE, зокрема каталоги, довідники, теки та таблиці, тепер здатні мати асоційовані графічні зображення. Це значно спрощує процес вибору елементів із таблиць і тек, а також відкриває можливість створення ілюстрованих довідників та слайдових меню на їх основі. Система підтримує роботу з графічними форматами EMF, WMF, ICO, BMP, JPG, JPEG, SLD і SLB.

3.5.3 Організація бази даних

Система IMBASE надає можливість користувачам створювати зручну та зрозумілу ієрархічну структуру даних, яка органічно відображає інформацію, що зберігається у базі.

База даних IMBASE структурована у вигляді дворівневої системи з окремим збереженням даних і включає дві основні складові.

На верхньому рівні представлені Каталоги, які утримують колекцію тек і посилань на таблиці. У записах Каталогу для кожної таблиці зберігаються загальноприйняті дані, які є спільними для всіх або для певних груп записів. Ці дані включають найменування, позначення, ДСТУ, матеріал, покриття та інші характеристики. Редактор полей зображено на рисунку 3.9.

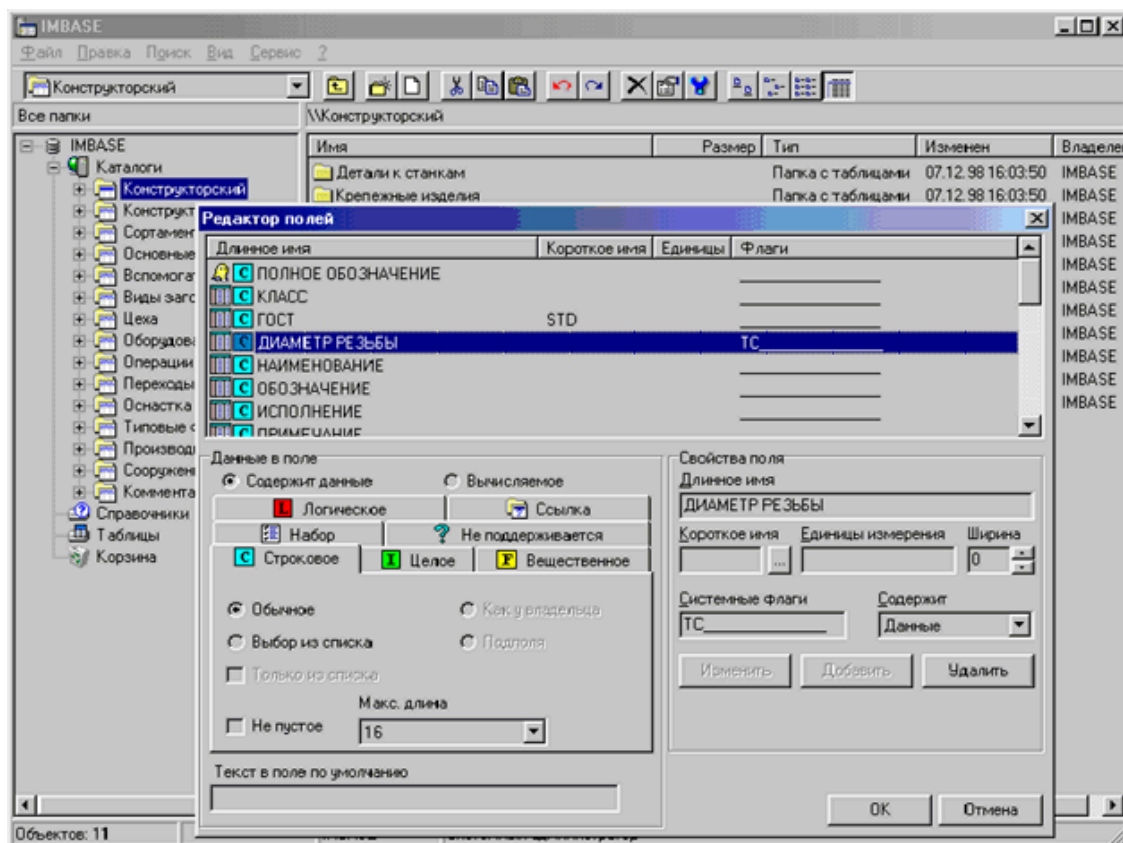


Рисунок 3.9-Редактор полей

На другому рівні розташовані таблиці, що містять типорозміри конкретних виробів. Наприклад, для гвинтів у таких таблицях зберігається інформація про

діаметр різьби, довжину гвинта та інші технічні характеристики. Дані по кожному виду виробу виділені в окремі таблиці і зображені на рисунку 3.10.

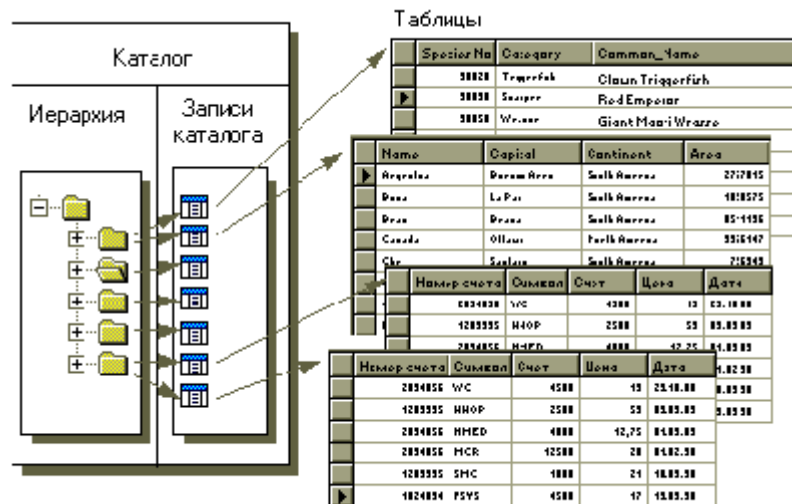


Рисунок 3.10-Таблиці

Каталог нараховує численні записи, кожен з яких безпосередньо пов'язаний з певною таблицею бази даних. Це забезпечує можливість трактування КАТАЛОГУ як довідника, що охоплює всі таблиці, наявні в базі даних.

Подібна структура забезпечує централізоване збереження загальної частини даних, що значно спрощує процес їх модифікації та подальшого супроводу.

База даних, розроблена в IMBASE, є основою для роботи всіх програмних рішень НПП "ИНТЕРМЕХ". До складу програмного комплексу входять конструкторська система CADMECH, система управління архівом технічної документації SEARCH, технологічна система проектування TECHCARD, а також інші програмні продукти.

3.5.4 ИНТЕРМЕХ зсередини. IMBASE

Компанія ИНТЕРМЕХ завжди робила упор на можливості розширення і адаптації своїх програмних продуктів для різних категорій користувачів - від невеликого конструкторського бюро, де працює всього декілька конструкторів, до корпоративних замовників, у яких кількість одночасно працюючих

користувачів(конструкторів, технологів, працівників ОТД та ін.) обчислюється сотнями. У таких умовах від системи потрібно не лише наявність заявлених виробником функціональних можливостей, але і дуже специфічні вимоги, кількість яких прямо пропорційно числу встановлених на підприємстві робітників місць.

Для забезпечення можливості використати функціональність IMBASE для вирішення специфічних завдань клієнтів силами їх програмістів система пропонує набір функцій, відомий як API. Програмний інтерфейс, необхідний для зв'язку IMBASE з власними розробками замовників, знаходиться усередині виконуваного модуля, файлу Imbase.exe. В якості середовища розробки використовуватиметься популярний у вітчизняних розробників Borland Delphi, але все відноситься і до C++Builder тієї ж фірми, і до Microsoft Visual Studio.

Імпортування заголовків інтерфейсів

Перш ніж почати працювати з функціями API, потрібно дати можливість середовищу розробки дізнатися про існування цих функцій. Як вже було відмічено, уся ця інформація міститься усередині виконуваного файлу. Для цього IMBASE має бути орієнтована в операційній системі комп'ютера в якості сервера COM. Тільки після цього можна починати імпорт заголовків інтерфейсів.

Запускаємо Delphi, створюємо новий проект і імпортуємо опис функцій IMBASE. Для цього в меню Project вибираємо Import Type Library (рисунк 3.11).

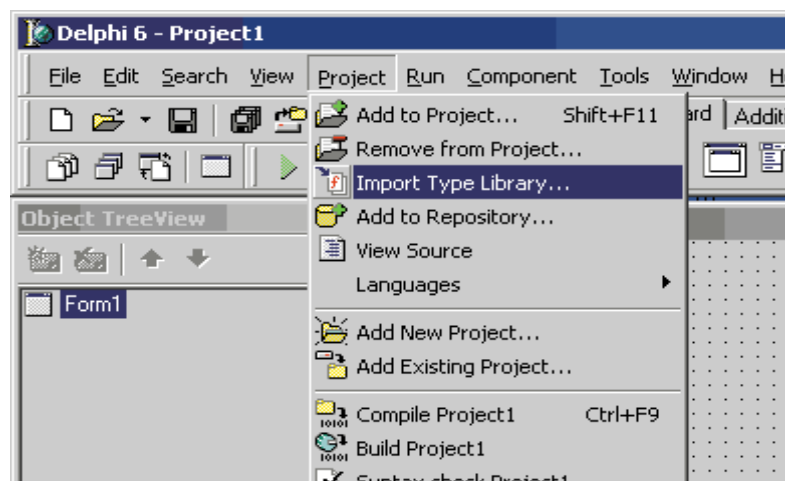


Рисунок 3.11- Додавання в проект бібліотеки типів IMBASE

Після підготовчих операцій можна приступати до написання коду, який використовуватиме API IMBASE і надаватиме користувачеві інформацію про вміст бази даних.

ВИСНОВКИ ПО ТРЕТЬОМУ РОЗДІЛУ

В третьому розділі кваліфікаційної роботи викладено пропозиції щодо шляхів розробки на ТОВ "Мрія" підсистеми автоматизованого проектування технологічної документації.

За допомогою глибокого аналізу ринку САПР та на основі багатокритеріальних порівнянь у відповідності з розробленими підприємством критеріями, було обрано наступне програмне забезпечення для автоматизації технологічної підготовки виробництва:

- PDM-система – SOLIDWORKS;
- САПР технологічних процесів – Autodesk Inventor;
- CAM- система – PowerMill.

Відповідно до системних вимог програмного забезпечення було обране необхідне технічне забезпечення підсистеми на базі персональних комп'ютерів. Було визначено топологію обчислювальної локальної мережі, розроблено рекомендації, щодо її модернізації та вибору мережевих технічних засобів.

Було впроваджено підсистему конструкторсько-технологічних баз даних IMBASE, розроблену з метою ефективного накопичення та використання інформації щодо матеріалів, обладнання та технологій, застосовуваних на підприємстві. Ієрархічна структура даних IMBASE, а також можливість ведення складених індексів дозволить швидко знаходити потрібні дані та значно скоротити час на проектування.

При обранні програмних продуктів та технічного забезпечення, основною ціллю стало проведення вибору, завдяки якому можливим стане досягнення максимальної ефективності, продуктивності та економічності для новоствореної підсистеми САПР.

РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ ОБРОБКИ ПРЕСФОРМИ ЛІХТАРЯ ТРАКТОРА МТЗ-80

4.1 Аналіз технологічності конструкції пресформи ліхтаря трактора МТЗ-80

Заготівля деталі виготовляється литтям із алюмінію, так як алюміній має добрі ливарні і антифрекційні властивості, ізносостійкість, здатність гасити вібрації.

Механічні властивості алюмінію:

- модуль пружності: $E = 80 \cdot 10^3 \text{ МПа}$;
- допустимі напруження при згині: $\sigma_{изг} = 350 \text{ МПа}$;
- допустимі напруження при стисненні: $\sigma_{сж} = 650 \text{ МПа}$;
- допустимі напруження при зрізі: $\tau_{ср} = 150 \text{ МПа}$;
- межа міцності при розтягуванні: $\sigma_B = 190 \text{ МПа}$;
- твердість: $HB = 170 \div 241$

Так як дана деталь є «корпусом», що одержується литтям, то не всі поверхні у заготівлі обробляються.

Представлена деталь є відповідальною, на неї задаються допуски за формою і розташуванням поверхонь: допуск паралельності - 0,04мм, допуск перпендикулярності - 0,016мм; овальність і конусоподібність не більше 0,015мм.

Технологічні особливості конструкції деталі:

- дана конструкція деталі є жорсткою і вібростійкою при обробці;
- на даній деталі передбачені надійні технологічні бази і місця кріплення;
- є чітке розмежування оброблювальних і необроблювальних поверхонь
- більшість поверхонь обробляються з однієї сторони;
- всі отвори перпендикулярні до площини загального торця;

- не технологічним є те, що більшість поверхонь обробляється при одноінструментній обробці;
- на деталі використовуються різьби діаметром більше 4 мм;
- у деталі присутні довгі отвори.

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок про технологічність деталі «Пуансона М1800–012.2 прес-форми ліхтаря трактора МТЗ-80».

4.2 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі «Пуансона М1800–012.2 прес-форми ліхтаря трактора МТЗ-80»

«Пуансон М1800–012.2 прес-форми ліхтаря трактора МТЗ-80» - деталь не дуже точна, але заготовля, одержувана литтям у піщаній формі має дуже великі припуски. У литі деталі можна одержати всього лише один отвір діаметром 16 мм. Отримання інших глухих отворів не технологічно, тому що веде до подорожчання заготовки. Недоліком виливки є наявність в прес-формі стрижня діаметром 16 мм і довжиною до 180 мм. Такий стрижень нестійкий і не пружкий. Це пояснюється тим, що він складається з двох частин. Збільшення діаметра стрижня виключено, оскільки ми маємо дуже великий відсоток браку за якістю отворів. У поверхневому шарі отвори навколо стержня при литті утворюють адсорбований шар, насичений парами, повітряними раковинами і т.д. Кількість браку становить 15%[12]. Робота над цією проблемою є одним з напрямків модернізації техпроцесу.

Отримання штуцерних отворів не викликає сумнівів: техпроцес їх обробки мінімальний і альтернативи не має. Але послідовність обробки далека від оптимального варіанта:

- Zenкерування попереднє;
- Zenкерування остаточне;
- Розгортання;

Зенкерування ведеться з двох боків до середини (або, точніше, до 2-х отворів діаметром 5 мм). Раніше в конструкції була передбачена канавка під вихід цих отворів. Однак, у 2007 році канавка була з конструкції усунена. Раніше по цій канавці проходив кордон двох частин отвора, оброблюваних двома різними інструментами. Кожен інструмент утворює свою поверхню з відведенням осі від номінальної осі. Неспіввісність двох поверхонь породжує явну ступень, яка раніше через наявність у цьому місці канавки була явно непомітна. Технологічніше було б обробляти всі отвори одним інструментом. Це істотно підвищило б точність отримання отворів.

4.3 Розробка досконалого технологічного процесу обробки деталі

Деталь ««Пуансон М1800–012.2 прес-форми ліхтаря трактора МТЗ-80». Матеріал деталі - алюміній. Деталь має складні криволінійні поверхні.

Проектування технологічного процесу з використанням дерева конструкторсько-технологічних елементів (ТКЕ) деталі є одним з найефективніших методів проектування технологічного процесу механічної обробки в пакеті програм Autodesk Inventor. На рисунку 2.3 зображена 3D модель деталі.

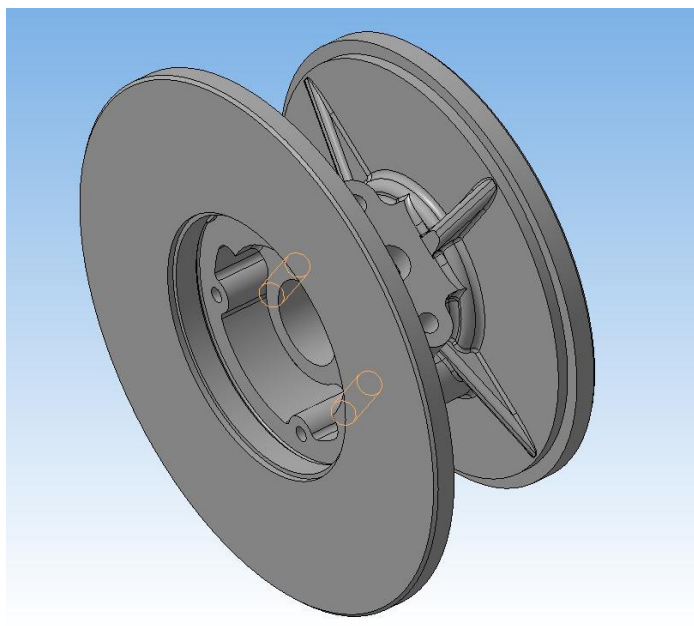


Рисунок 2.3-3D модель

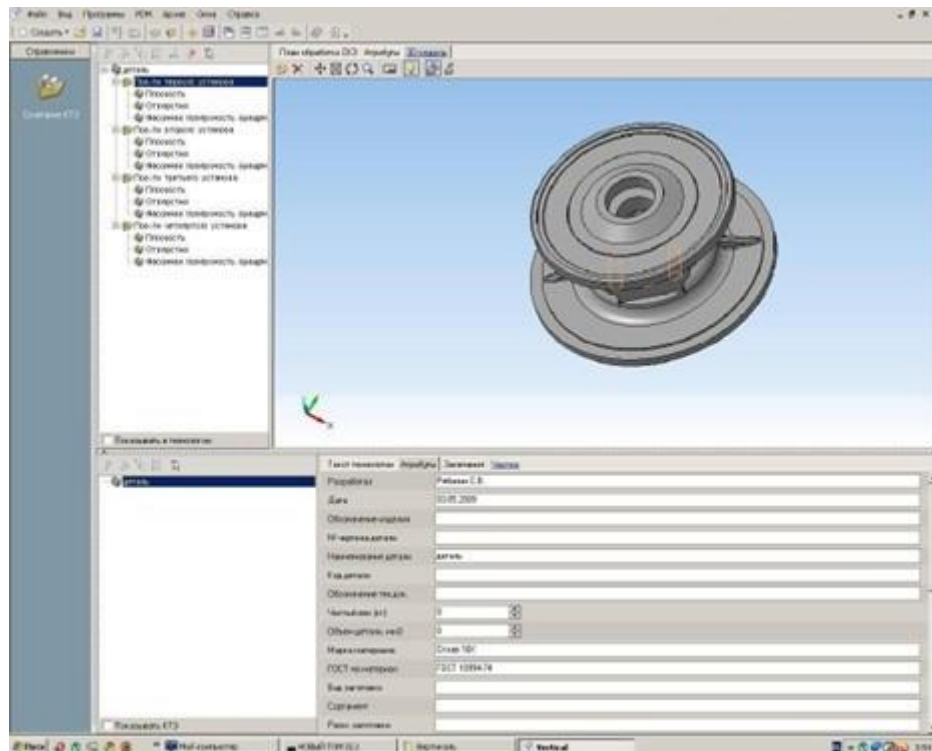


Рисунок 2.4-Поверхні деталі в пакеті програм Autodesk Inventor.

На рисунку 2.4 показано як відображається склад та ієрархія елементарних поверхонь в пакеті програм Autodesk Inventor. Це дозволить використовувати спеціальні бібліотеки в процесі проектування технологічного процесу. Після позначення всіх оброблюваних поверхонь деталі переходимо до визначення маршруту обробки деталі.

4.3.1 Визначення маршруту обробки деталі

Перед обробкою заготовки потрібно зняти напливи в результаті різання металу. Для цього заготовку розміщують в лещатах і фрезерують з 4 сторін операція «Вертикально-фрезерна». Потім оброблену заготовку встановлюють на свердлильний верстат. Свердла двох глухих технологічних отворів для подальшого кріплення на установчому пристосуванні і нарізаємо різьбу операція «Універсально-свердлильна». Внаслідок того, що ця деталь має складні

криволінійні поверхні доцільно провести обробку на верстаті з ЧПУ. Далі деталь встановлюється на верстат з ЧПУ за допомогою установочного пристосування і обробляється, операція «Вертикально-фрезерна з ЧПУ». Після обробки деталь зачищається, операції «Слюсарна». Проводиться контроль готового виробу-операція «Контроль». Більш детальна інформація про маршрут обробки деталі в довіднику в маршрутній карті МК за формою 1 ДСТУ-Н 7914:2015.

4.3.2 Розробка технічного завдання на проектування установочного пристосування

Спроектувати установче пристосування, призначене для фіксації деталі на столі фрезерного верстата з ЧПУ "ЛФ360Ф3 Розмір столу 800x320". Матеріал-алюміній.

Відповідно до поданого нижче рисунку 2.5.

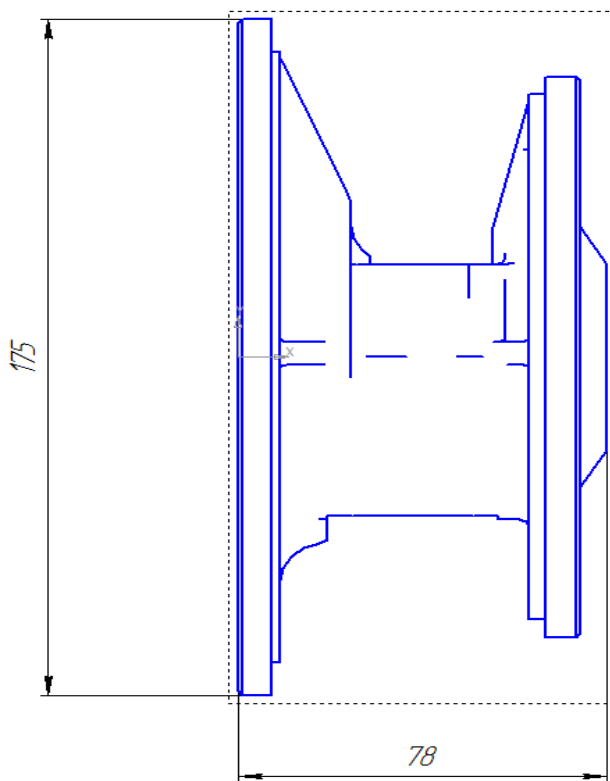


Рисунок 2.5 - Габарити деталі

4.3.3. Обґрунтування вибору обладнання

Деталь зі складною конфігурацією обробляється з чотирьох сторін.

Є кілька моделей фрезерних верстатів з ЧПУ [6]:

610 Розміри стола, мм..... 750x750 Вертикально фрезерний

6Н12 Розміри столу мм 1250x320 Верстат вертикально-фрезерний консольний

СФ32 Розміри столу, мм 630x250 Вертикально-фрезерний

Підбираємо оптимальний верстат для обробки заготовки з параметрами 270x140x140 мм, враховуючи мінімальний розмір столу обладнання, що становить 610 мм.

2А150 Найбільший діаметр свердління, мм 50

Розміри столу, мм 500x560

2Н135 Найбільший діаметр свердління, мм 35

Розміри столу, мм 400x500

2Н125Л Найбільший діаметр свердління, мм 25

Розміри столу, мм 400x500

Обираємо найбільш підходящий верстат для роботи з деталлю розміром 270x140x140 мм та максимальним діаметром свердління 18 мм. Серед варіантів вибір падає на 2Н125Л, оскільки він має найменший розмір столу та відповідає зазначеним параметрам діаметра свердління.

Є декілька моделей верстатів з ЧПУ, які можна використати для обробки деталі:

6520МФ3 Розміри столу, мм 630x300

ЛФ360Ф3 Розміри столу, мм 800x320

654Ф3 Розміри столу, мм 1200x585

6Р13Ф3-01 Розміри столу, мм 1600x400

Обираємо найбільш підходящий верстат для обробки деталі розміром 270x140x140. Найкраще підходить верстат ЛФ360Ф3, враховуючи оптимальний розмір його столу.

4.3.4 Вибір різального інструменту для кожного переходу

Деталь буде оброблятися з чотирьох сторін:

- Фрезерувати площину П.2, витримуючи розміри згідно ескізу
- Фрезерувати площину П.3, витримуючи розміри згідно ескізу
- Фрезерувати площину П.4, витримуючи розміри згідно ескізу
- Фрезерувати площину П.5, витримуючи розміри згідно ескізу

Для виконання цих переходів беремо торцеві насадні фрези згідно з ДСТУ ISO 2584:2015 PI 2210-0061 D40 [28].

Тип 2 - з кріпленням на торцевій шпонці рисунок 2.6.

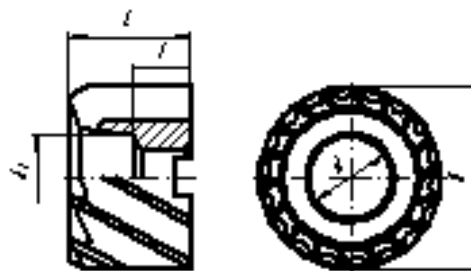


Рисунок 2.6- Модель торцевої фрези

Ця фреза оптимально підходить для зняття напливів з плоскої поверхні за короткий проміжок часу, завдяки великому діаметру $D = 40$.

Свердлити отвори О.1, витримуючи розміри згідно ескізу

Для цього переходу беремо: свердло спіральне з ціл.хвост./ Довга серія ДСТУ ISO 235:2015 PI 2301-3607 D20 (рисунок 2.7) [28].

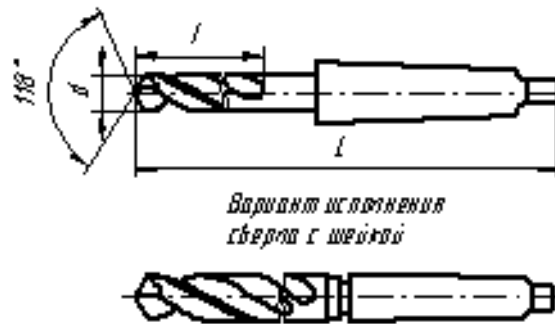


Рисунок 2.7- Модель свердла

Нарізати внутрішню різьбу, дотримуючись розмірів відповідно до креслення. Для цього переходу беремо: мітчик машинний PI 2620-0103 ДСТУ EN ISO 13935-1:2017 D20 [28].

Фрезерувати сферичну поверхню П.1, попередньо згідно ескізу. Для цього переходу беремо: фреза конц. / ціл.хвост. / вінт.тв.спл.пластини ДСТУ ISO 3338-1:2015 PI 2220-0228 D20 (рисунок 2.8) [28].

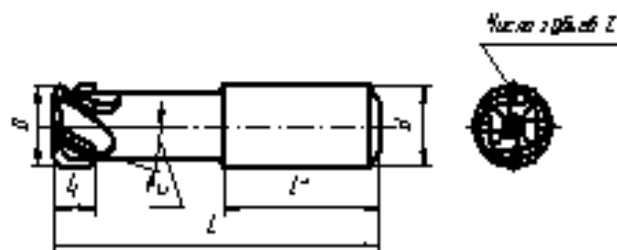


Рисунок 2.8- Модель фреза конц. / ціл.хвост. / вінт.тв.спл.пластини ДСТУ ISO 3338-1:2015 PI 2220-0228 D20

Оптимальний діаметр і модель для зняття великої кількості металу D20.

Фрезерувати сферичну поверхню П.1, остаточно згідно ескізу. Для цього переходу беремо: фреза конц / сфер / Грушів / твердоспла / для труднообр.ст. ДСТУ ISO 3338-2:2015 [28].

Оптимальний діаметр і форма ріжучої частини для якісної обробки криволінійної поверхні.

Фрезерувати торці П2 ПЗ, згідно з кресленням. Для цього переходу беремо: фреза торц. з 3-гран.пласт.с задн.углами. ТУ 2-035-910-83 D100 (рисунок 2.9) [28].

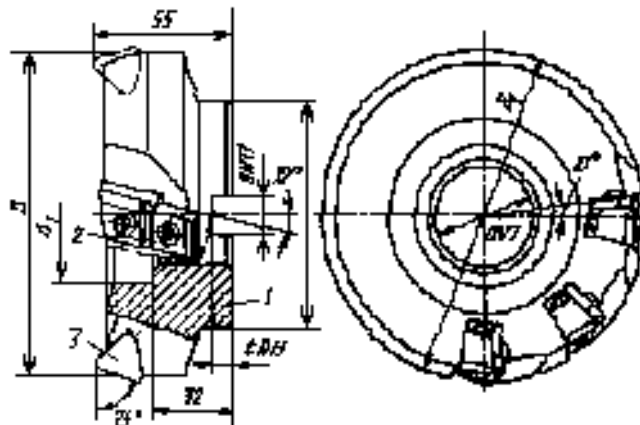


Рисунок 2.9- Фреза торц. с 3-гран.пласт.с задн.кутами

Оптимальний діаметр для якісної обробки торця.

Фрезерувати площину П.1, витримуючи розміри згідно ескізу. Для цього переходу беремо: фреза кінцева з коніч.хвостовиком ДСТУ ISO 2584:2015 РІ 01.3.0036.000-01 D20 (рисунок 2.10) [28].

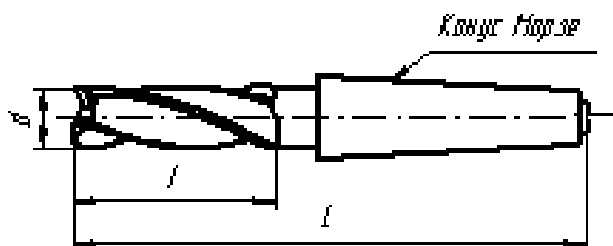


Рисунок 2.10- Фреза кінцева з коніч.хвостовиком

Свердлити глухі отвори О.1, згідно з ескізом. Для цього переходу беремо: свердло спіральне / коніческ.хвостовік. ДСТУ ISO 235:2015 РІ2844-0781D20 (рисунок 2.11) [28].

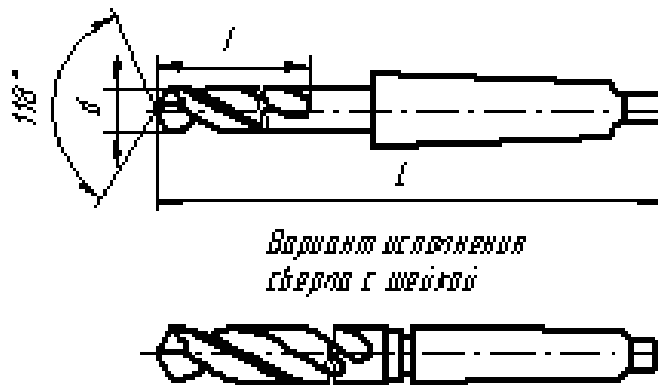


Рисунок 2.11- Модель свердло спіральне / конічне.хвостовик

Зачистити деталь.

Напилки плоский тупоносий ДСТУ ISO 234-1:2015 (рисунок 2.12).

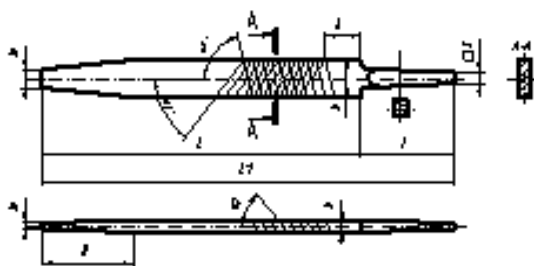


Рисунок 2.12- Ескіз напилка

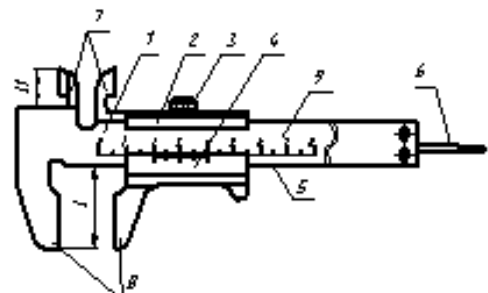


Рисунок 2.13- Мірятьний інструмент

Вимірювальний інструмент.

Деталь вироблена в умовах інструментального цеху, з цього беремо універсальний мірятьний інструмент: штангенциркуль Тип - І двосторонній з глибиноміром ДСТУ ISO 13385-1:2014 (Рисунок 2.13)

4.3.5 Розрахунок режимів різання для кожного переходу при розробці керуючої програми для обладнання з ЧПУ

Обчислення відбувається із застосуванням спеціалізованого модуля програмного пакета Autodesk Inventor. Після вибору відповідної операції,

визначення площі та підбору відповідного інструменту, перед виконанням розрахунків режимів різання необхідно ідентифікувати код блоку розрахунку.

Обрати тип операції та інструмент (рисунк 2.14).

Рисунок 2.14-Операції та інструменти

Наприклад, для виконання переходу №1 необхідно фрезерувати заготовлю П6, дотримуючись розмірів згідно з ескізом, за допомогою інструменту «Фрези торцеві насадні відповідно до ДСТУ ISO 2584:2015 PI 2210-0061 D40». Програма надасть наступний розрахунок:

$Bf = 140$ $L = 270$ $L1 = 2,5$ $Prp = 0,5$ $t = 2,5$ $i = 1$ $n = 114,058$ $S = 103,108432$ $To = 2,643$ $V = 14,333$ Де: Prp -припуск, t -зрізати шар, i -кількість проходів, n -подача, V -швидкість різання, To -машинний час, $L1$ -глибина врізання, L -ширина різання, Bf -довжина різання (рисунк 2.15).

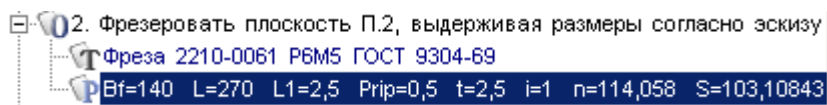


Рисунок 2.15- Приклад виводу в дереві ТП розрахунку режимів різання.

4.4 Розробка управляючої програми для встаткування ЧПУ обробки деталі

Після імпортування моделі у програмне забезпечення Power Mill обирається одна із доступних заготовок для віртуальної деталі, серед яких представлені варіанти: блок, контур, модель, контур-кордон або циліндр. У даному випадку обрано варіант циліндра. Наступним кроком є встановлення точності обробки шляхом задавання допусків і припусків на заготовку деталі. Ключовим моментом є налаштування системи координат моделі, що є обов'язковим для кожної зі стратегій обробки. У даному проекті заплановано використання чотирьох різних розташувань системи координат.

Наступним кроком є визначення вибору інструментів, їхньої послідовності використання, а також траєкторій руху кожного з них. У цьому проекті було застосовано чотири інструменти і чотири траєкторії. Оскільки деталь має отвори, слід скористатися одним із підменю програми — 2D моделі. Це підменю дозволяє автоматично визначати отвори, пази, кишені та виступи, які присутні на поверхні деталі. Заготівля цієї деталі відносно компактних розмірів, тому використовуються відповідні параметри інструментів. Крім того, у проекті застосовувалося підменю "границі", яке допомагає обмежувати певну частину деталі для ретельнішого опрацювання конкретних зон.

1. Вибірка зміщенням кінцевою фрезою

Чорнова обробка.

Систему координат налаштовую таким чином, щоб вісь Z була перпендикулярна до осі фрези. У цьому проекті це координатна система деталі 1

Параметри траєкторії:

- Вісь фрези: вертикально.
- Припуск на доопрацювання: 1мм.
- Крок фрези: 1мм.
- Інструмент: заокруглена фреза, діаметром 20мм, радіус кромки 2мм.

Припуск на доопрацювання встановлюю таким чином, оскільки фреза із зазначеним діаметром не забезпечує необхідної точності обробки (рисунок 2.16).

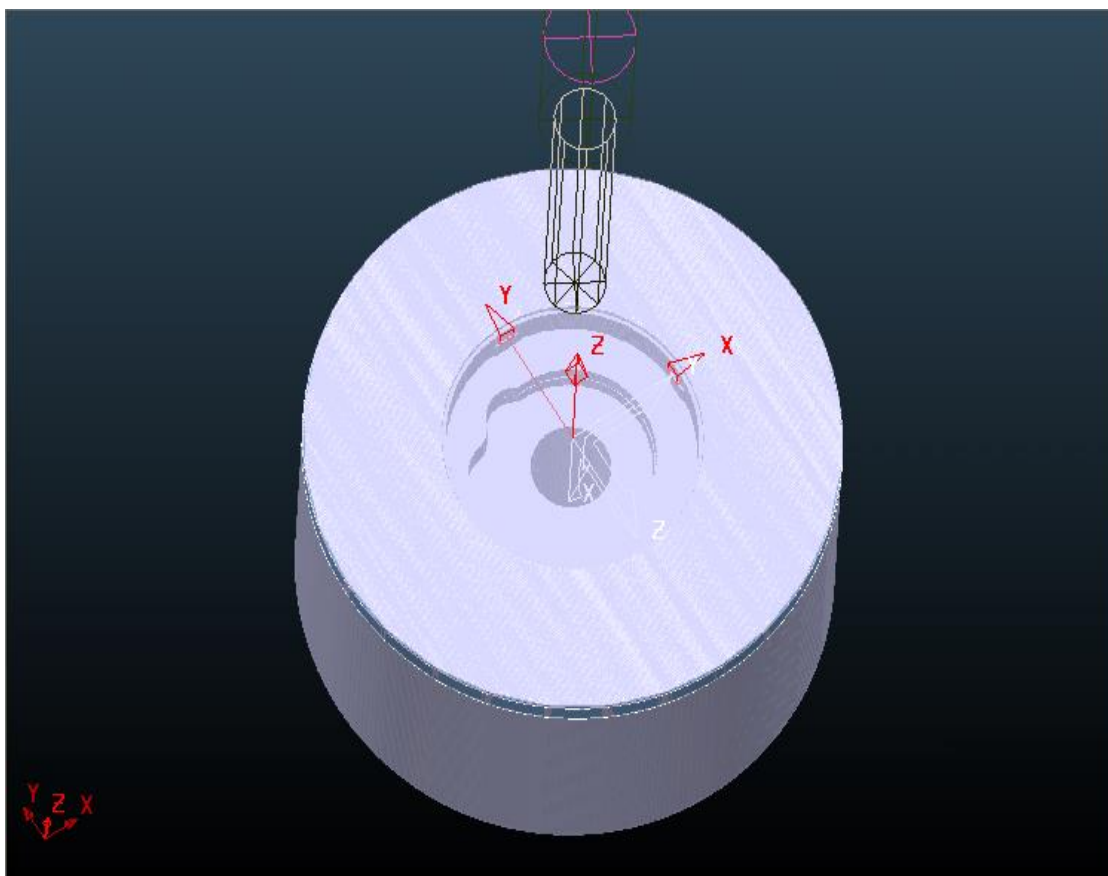


Рисунок 2.16- Чорнова обробка

Чистова обробка.

Друга траєкторія, виконує функцію доопрацювання чорнової обробки деталі. Система координат при цьому залишаю незмінною.

Параметри траєкторії:

- Границя траєкторії: не визначена;
- Вісь фрези: вертикально;
- Крок фрези: 0,1 мм;
- Припуск на доопрацювання: 0 мм;
- Інструмент: кінцева фреза, діаметром 6 мм.

Припуск на доопрацювання встановлюю на нуль, як і для чистової обробки (рисунок 2.16).

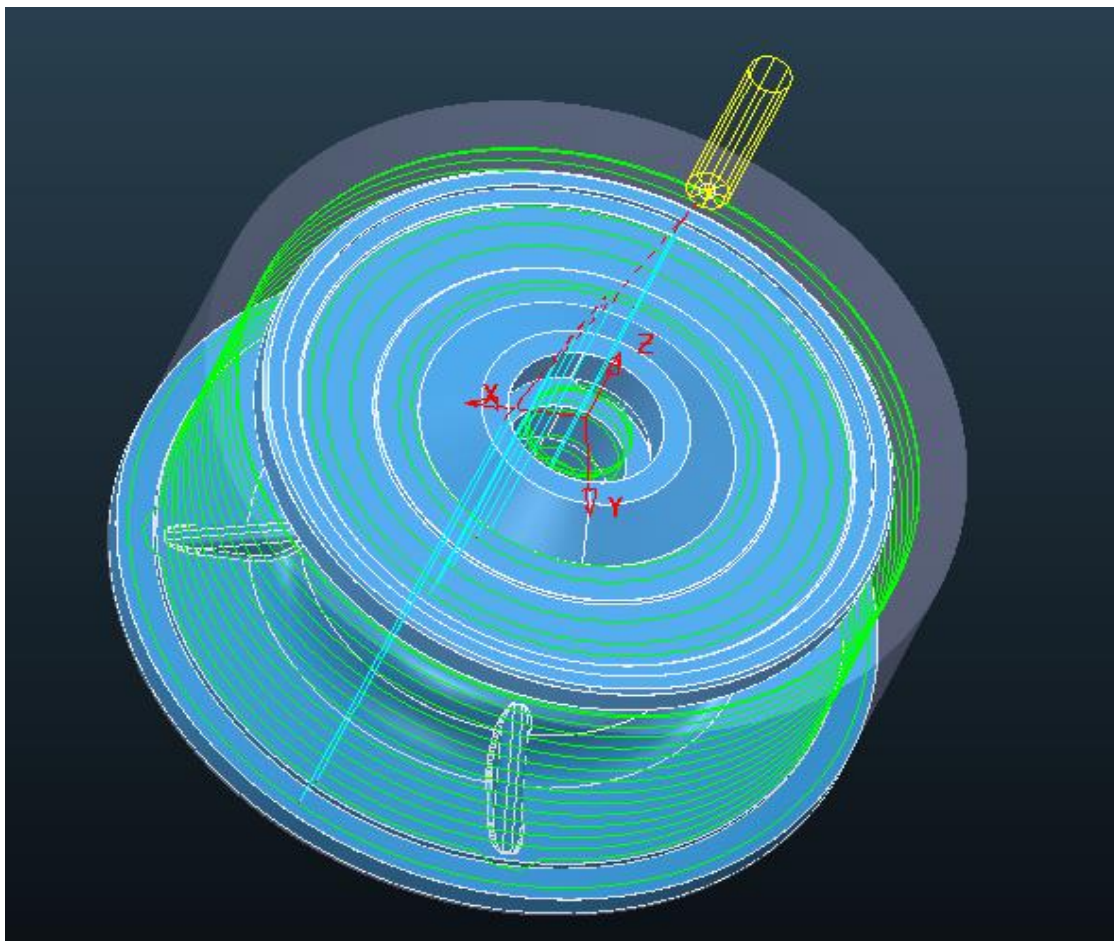


Рисунок 2.16-Чистова обробка

2. Обробка з оптимізованою Z (рисунок 2.17).

Чистова обробка деталі із заданою границею

Границю я створив по-перше в цілях економії часу, а по-друге на деталі є складні поверхні.

Параметри траєкторії:

- Границя траєкторії: границя 1;
- Припуск на доопрацювання: 0 мм;
- Крок фрези: 0,1 мм;
- Інструмент: кінцева фреза, діаметром 5мм;

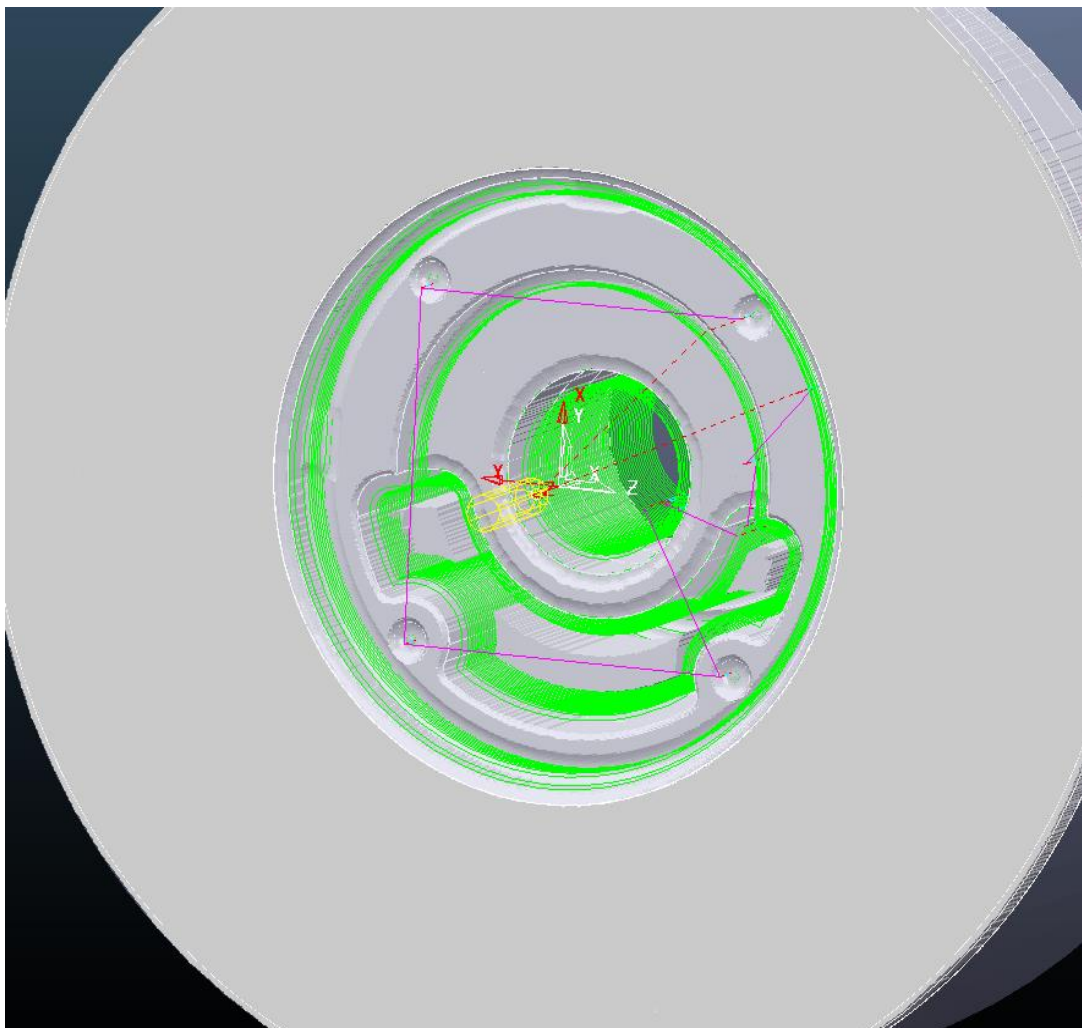


Рисунок 2.17-Обробка з оптимізованою Z

3. Свердління отворів.

Операцію свердління робимо з нульовим припуском на доопрацювання. Систему координат міняю. Система координат відображена по осі Z (рисунок 2.18).

Параметри траєкторії:

- Діаметр отворів: 19мм;
- Інструмент: свердло, діаметром 19мм;
- Тип циклу: просте свердління;
- Операція: глухе отвір;
- Кут кромки: 45 градусів;
- Число отворів: 2отв;

- Припуск на доопрацювання: 0 мм.

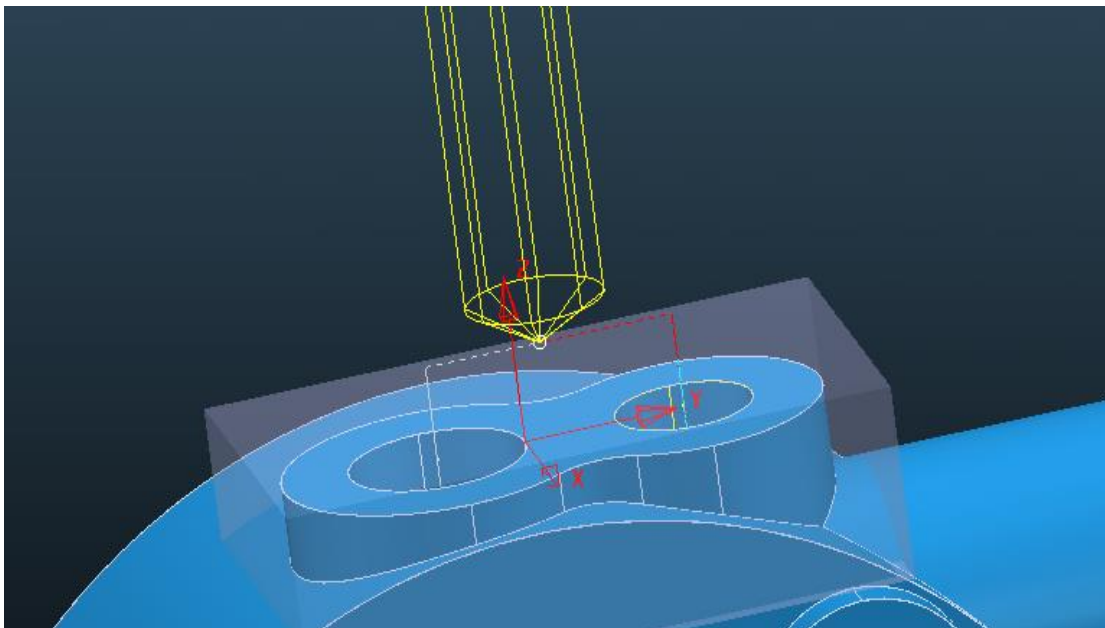


Рисунок 2.18- Свердління отворів

4.5 Розробка спеціалізованого програмного модуля для проектування типових деталей

4.5.1 Постановка задачі

У сучасній промисловості більшість тривимірних систем автоматизованого проектування (САПР) можуть слугувати базою для створення спеціалізованих програм, орієнтованих на розрахунок і проектування певних класів виробів. Для реалізації таких систем важливим є інтегрування розрахункового модуля, що забезпечує визначення розмірних та інших характеристик проєктованого об'єкта, з тривимірним геометричним ядром, яке вже наявне у САПР.

Для цього спершу створюється параметрична збірка проєктованого механізму, де певні розміри виносяться як змінні моделі. Розрахунковий модуль, який представлений як зовнішній exe-файл і взаємодіє із САПР через dll-бібліотеки (наприклад, написаний на платформі Delphi), виконує обчислення необхідних значень змінних моделі. Після цього ці значення змінюються

автоматично, що дозволяє сформувати новий варіант тривимірної збірки. Таким чином, нова геометрія виробу стає доступною одразу після виконання розрахунків. Варто зазначити, що такий підхід має певні обмеження щодо функціональності спеціалізованої САПР: змінювати можна лише розмірні характеристики, проте додавати чи видаляти деталі або їх конструктивні елементи (наприклад, створити модель зубчастого колеса із змінною кількістю зубів) неможливо. Проте, у більшості випадків діяльність конструктора здебільшого зводиться до модифікації вже існуючої геометрії вузла відповідно до нових обчислювальних даних. У цьому аспекті спеціалізована САПР повністю задовольняє потреби автоматизації проектувальної роботи, виконуючи як обчислювальні операції, так і генерування відповідної моделі.

Основна складність полягає не стільки у виконанні розрахунків, скільки у налагодженні взаємодії між розрахунковим модулем і системами автоматизованого проектування (САПР). Історично склалося так, що більшість сучасних САПР не підтримують СОМ-технологію, що значно ускладнює їх управління з боку зовнішніх програм. Найчастіше взаємодія реалізується через технологію API (Application Programming Interface). Вона забезпечує програмістів набором процедур та функцій для роботи із САПР, проте не відкриває прямого доступу до властивостей і методів об'єктів усередині самих систем. Це призводить до того, що програмний код стає більш громіздким і менш інтуїтивно зрозумілим.

У роботі розглядаються основи використання API-інтерфейсу САПР Autodesk Inventor версій 2013 і вище. Для роботи з API в середовищі Delphi спершу необхідно отримати файли, що містять прототипи (заголовки) процедур і функцій API. До них належать файли ksAuto.pas, ksTLB.pas, LDefin2D.pas та LDefin3D.pas. Вони є частиною стандартного комплекту постачання Autodesk Inventor і знаходяться у каталозі Program Files \ Autodesk \ Autodesk Inventor \ SDK \ SDK_Readme.

4.5.2 Параметризація

Після завершення створення моделі в Inventor потрібно параметризувати її. Для цього ми повинні виконати наступні дії:

1. Входимо в режим редагування ескіза та задаємо будь-який розмір, як показано на малюнку 3.1.

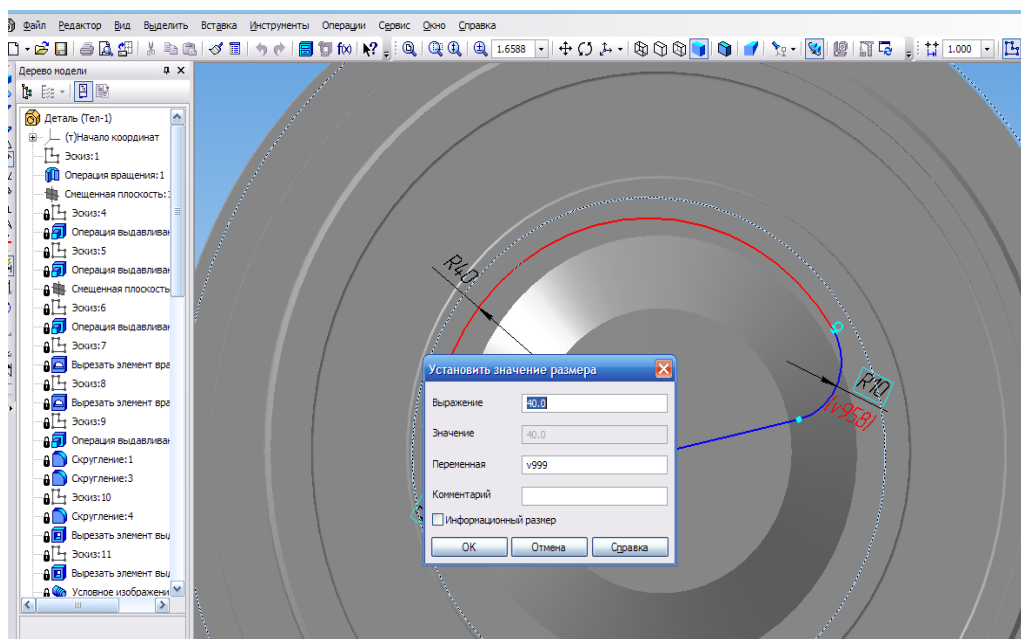


Рисунок 3.1-Задання розмірів

2. Знаходимо нашу змінну у вікні зліва «Змінні» та вносимо назву змінної в «вираження», як показано на рисунку 3.2.

+	Эскиз: 1		
+	Операция вращения: 1		
+	Смещенная плоскость: 1		
-	Эскиз: 4		
	v51	0.0	Исключить..
	v957	R1	10.0
	v958	R1	10.0
	v959	R2	40.0
+	Операция выдавливания: 2	40.0	
+	Эскиз: 5		

Рисунок 3.2-Внесення ім'я змінної

Після цього етапу наша змінна з'явиться в списку змінних відразу під пунктом «Деталь». Після зберігання та відкриття моделі ми можемо занести її в зовнішні змінні, натиснувши правою кнопкою миші та вибравши відповідний пункт. Як показано на рисунку 3.3, ці комірки зовнішніх змінних будуть фарбовані в синій або жовтий кольори.

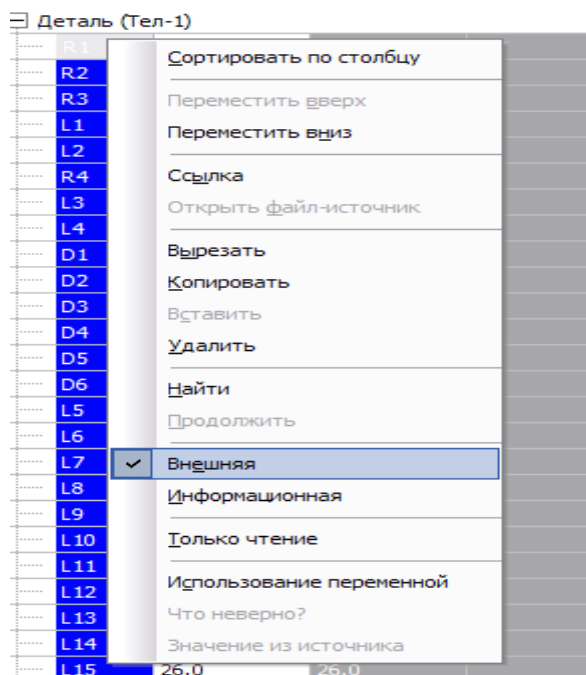


Рисунок 3.3-Занесення в зовнішні змінні

4. Процес параметризації можна вважати закінченим після того, як всі змінні будуть створені та зроблені зовнішніми. Наступним кроком є підключення програмного модуля до моделі, яку було отримано.

4.5.3 Розробка програмного забезпечення

Відкриваємо проект модуля за допомогою Delphi. Знаходимо рядок StartInventor із таким змістом (... .. 'C: \ Temp \ *. a3d') і змінюємо шлях до файлу моделі на свій.

Після цього ми відкриваємо форму Delphi, як показано на малюнку 3.4, і змінюємо всі назви змінних на свої. Змінні будуть виконуватися в тому порядку, в якому вони були введені в Inventor.

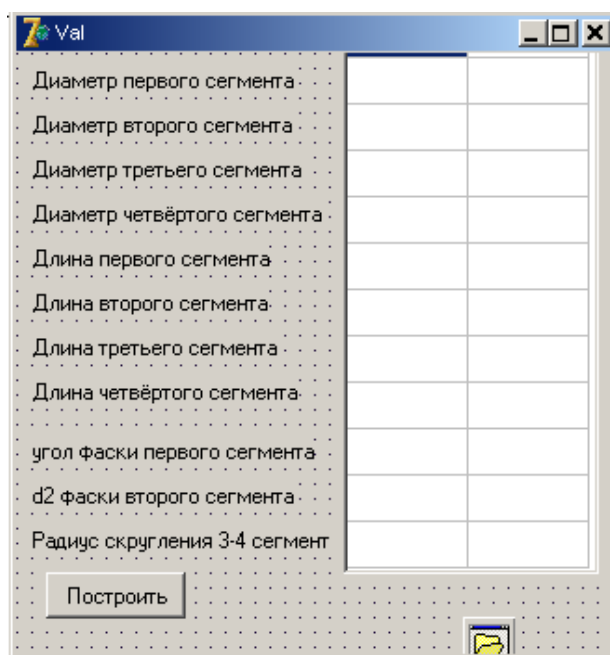


Рисунок 3.4- форма інтерфейсу в Delphi

Після закінчення всіх зазначених вище операцій, можна запустити проект.

ВИСНОВОК ДО ЧЕТВЕРТОГО РОЗДІЛУ

Обґрунтування цілі й оцінка результативності здійснення технологічної операції або її окремих складників, наприклад режимів різання, є значущим питанням при розробці оптимальних технологічних процесів.

Скорочення термінів, відведених на технологічну підготовку виробництва, трудоемкість і багатоваріантність технологічного проектування, необхідність оптимізації проектних рішень, вимагають докорінних змін методів проектування, всебічного використання. Все це дозволяє робити набір програм Autodesk Inventor.

У розділі були розроблені:

- операційно технологічний процес обробки деталі на обладнанні за допомогою числового програмного управління (ЧПУ);
- маршрути технологічного процесу обробки деталі складної конфігурації;
- карти налаштування інструменту для верстата з ЧПУ;
- вдосконалена модель деталі «Пуансон М1800–012.2 прес-форми ліхтаря трактора МТЗ-80»;
- проекти обробки деталі на обладнанні з ЧПУ в пакеті програм Power Mill;
- запропонований спеціалізований модуль дозволить скоротити час для проектування, а значить і виготовлення типових деталей.
- змінюючи параметри деталі можна в автоматизованому режимі візуально отримувати нову модель деталі.
- з метою автоматизації робіт використано API-інтерфейс написаний на мові високого рівня Delphi.

А також налаштування керуючих програм в пакеті програм Power Mill.

Застосовані стандарти, які регулюють структуру, зміст і форму технічної документації для розробленого технічного проекту.

РОЗДІЛ 5 ПРОЕКТ РОБОЧОГО МІСЦЯ ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ

5.1 Створення робочого місця проектувальника

У процесі професійної діяльності часто виникають ситуації, коли оператор електронно-обчислювальної машини (ЕОМ) змушений у короткий проміжок часу ухвалювати правильні рішення. Для ефективної роботи в таких умовах необхідно раціонально організувати робоче середовище, яке б мінімізувало вплив сторонніх подразників, таких як неестетична колористика пристроїв або приміщень. Важливим завданням є зниження рівня втомлюваності й напруги оператора ЕОМ шляхом створення умов, що відповідають стандартам виробничого комфорту.

Оформлення робочого місця має відповідати критеріям зручності та ергономічності. Оптимальне розташування обладнання було визначено на основі аналізу функціональних потреб оператора.

Зокрема, монітор слід установлювати на відстані 50–70 сантиметрів від очей, із забезпеченням захисту екрану від випромінювань різних хвильових довжин, що можуть негативно впливати на здоров'я. При цьому слід уникати потрапляння прямого сонячного світла на екран, а також ефекту відблисків. Розташування комп'ютера має бути таким, щоб оператор міг працювати без надмірних фізичних зусиль, із дисплеєм, розміщеним прямо перед ним.

Модель робочого стола була розроблена з урахуванням усіх ключових параметрів ергономіки та вимог до раціонального зонування робочої поверхні. Висота столу становить 725 міліметрів. Простір для ніг регламентовано так: висота – 700 міліметрів, ширина – 600 міліметрів, а глибина на рівні колін – 680 міліметрів.

Конструкція робочого стільця сприяє підтриманню оптимальної робочої пози та дозволяє змінювати її задля зниження статичного напруження м'язів ший, плечового пояса та спини, запобігаючи виникненню втоми.

Стілець є підйомно-поворотним із можливістю регулювання висоти сидіння й нахилу спинки. Відстань між спинкою і переднім краєм сидіння також легко налаштовується та надійно фіксується користувачем. Усі контактні елементи стільця — сидіння, спинка тощо — виготовлені з напівм'яких матеріалів із нековзним і повітропроникним покриттям, яке забезпечує легкість очищення й підвищує комфорт під час роботи.

Рекомендоване робоче місце інженера-технолога наведено на рисунку 5.1.



Рисунок 5.1 – Робоче місце інженера-технолога

У цій роботі планується збільшити кількість робочого простору за допомогою різних рівнів столу та полиць. Відповідно до ДСТУ EN ISO 7010:2019 [9] вечірня робота потребує стаціонарного освітлення.

5.2 Розрахунок економічної ефективності проекту

Впровадження САПР може принести позитивні результати, оскільки такі системи спрямовані на підвищення якості досліджень, розрахунків і документування, зниження матеріальних витрат на проектування, скорочення часу розробки нової техніки, а також запобігання зростанню обсягів, складності проектування та чисельності працівників, задіяних у цьому процесі.

Оскільки різні САПР можуть забезпечувати різні результати за однакових витрат або, навпаки, потребувати різних витрат для досягнення однакових результатів, ефективність кожної системи потребує підтвердження в конкретному випадку її створення. Таким чином, порівняльна економічна ефективність різних варіантів САПР залежить від їх складу та способу реалізації. Вибір класу об'єктів проектування, для яких розробляється САПР, також суттєво впливає на цей показник.

Економічна ефективність САПР включає:

- визначення витрат сукупної суспільної праці, обумовлених створенням системи, включенням її в організаційну систему підприємства
- облік впливу САПР на якість процесів і продуктів, які були спроектовані
- розрахунок фінансового ефекту використання САПР на всіх стадіях життєвого циклу продукту;

Таким чином, створюється інтегральний показник, який дозволяє оцінити загальний економічний ефект від розробки та функціонування САПР.

У кожному етапі життєвого циклу продукту (дослідження та проектування, виготовлення та експлуатація) використання САПР має економічний вплив..

Можливість створення та дослідження математичної моделі проєктованого об'єкту та автоматичне вирішення всіх завдань технічної підготовки виробництва є двома основними факторами, які визначають економічний ефект САПР. Однак

людський фактор також важливий — люди, які працюють у САПР і реалізують свої творчі здібності. В цьому сенсі успіх залежить від правильного підбору та розстановки персоналу, його кваліфікації та ретельного вивчення організаційно-системних проблем функціонування САПР.

Підвищення якості проектних рішень і технічної документації створює умови для створення нових високоякісних виробів у САПР, що забезпечує економічні переваги на стадіях виготовлення та експлуатації. У таблиці 5.1 представлені критерії оцінки економічної ефективності САПР, а також фактори, які її визначають.

Таблиця 5.1 – Критерії оцінки економічної ефективності САПР та фактори, які її викликають

Критерії оцінки ефективності САПР	Складові економічної ефективності САПР	Чинники, що визначають економічну ефективність САПР
1	2	2
Якість проектування, особливо щодо технологічних рішень і документації	Економічний ефект від впровадження нового виробу підвищеної якості. Економія досягається завдяки зменшенню або усуненню браку в технологічній документації, а також зниженню витрат на її доопрацювання та дублювання.	Використання систем автоматизованого проектування (САПР) передбачає раціональну організацію процесу техніко-економічного проектування. Це забезпечує необхідний рівень документації, а також оперативність і точність підготовки матеріалів.
Терміни створення нових технологій, включаючи терміни проектування та впровадження нового продукту	Економічний ефект від скорочення циклу «дослідження – виробництво» полягає в збільшенні терміну морального зносу нового виробу. Це також призводить до економії завдяки зменшенню потреби в оборотних коштах, оскільки прискорюється їх обіг.	Організація використання можливостей для скорочення термінів розробки в процесі «дослідження – виробництво», а також зменшення обсягів «незавершеного виробництва» на всіх етапах цього процесу. Оптимізація впровадження нового продукту (підготовка

	Крім того, ефект пріоритетної новизни забезпечує створення нового виробу та підвищує його конкурентоспроможність.	споживачів, реклама тощо) відповідно до прогнозованої кривої попиту.
--	---	--

Продовження таблиці 5.1

1	2	3
Витрати на проектування	Зменшення капітальних витрат на проведення досліджень і проектування шляхом зниження витрат на одиницю.	Створення уніфікованих автоматизованих робочих місць (АРМ) для фахівців, які дають змогу за допомогою математичного та імітаційного моделювання замінити витратні натурні випробування.

Річний економічний ефект $E^{САПР}$, що отримується при функціонуванні САПР визначається по формулі:

$$E^{САПР} = E_p - E_n \cdot K_a, \quad (1)$$

де E_p – річна економія у користувача після впровадження проекту;

$T_{нок}$ – нормативний термін окупності капітальних вкладень (для засобів автоматики і обчислювальної техніки рівний 3 року);

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень (для автоматизованих систем управління і проектування $E_n = 0.333$).

E_n визначається по формулі:

$$E_n = 1/T_{нок}, \quad (2)$$

де K_a – повні одноразові витрати на створення спроектованої системи;

$T_{нок}$ – нормативний термін окупності капітальних вкладень (для засобів автоматики і обчислювальної техніки рівний 3 року).

$$K_a = K_n + K_k, \quad (3)$$

де K_k – капіталовкладення в комплект програмних і технічних засобів;

K_n – витрати на розробку системи;

K_n визначається по формулі:

$$K_n = Z_n \cdot T_n \quad (4)$$

де T_n – тривалість проектування ($T_n = 1,5$ – тривалість виконання кваліфікаційної роботи).

Z_n – місячна плата праці розробника проекту (розраховується як сума оплати праці розробника).

K_k визначається по формулі:

$$K_k = C_T + C_P, \quad (5)$$

де C_P – витрати на придбання (або модернізацію) комплексу програмних засобів (розраховується, як сума ринкових цін на програмне забезпечення);

C_T – витрати на придбання (або модернізацію) комплексу технічних засобів (розраховується, як сума ринкових цін на технічне забезпечення).

$$E_p = P_1 - P_2, \quad (6)$$

де P_2 – витрати на проектні роботи після впровадження системи, що розробляється;

P_1 , – витрати на проектні роботи до впровадження системи, що розробляється.

$$P_1 = B_1 - ПСП_1, \quad (7)$$

$$P_2 = B_2 - ПСП_2, \quad (8)$$

де $ПСП_2$ – виробнича собівартість проекту після впровадження системи;

$ПСП_1$ – виробнича собівартість проекту до впровадження системи;

B_2 – вартість проектів після впровадження системи, що розробляється;

B_1 – вартість проектів до впровадження системи, що розробляється.

$$B_1 = m_1 \cdot ДЦ, \quad (9)$$

$$B_2 = m_2 \cdot ДЦ, \quad (10)$$

де $ДЦ$ – договірна вартість одного проекту;

m_2 – кількість проектів після впровадження системи, що розробляється;

m_1 – кількість проектів до впровадження системи, що розробляється.

Виробнича собівартість проекту до впровадження системи і після обчислюються за формулами;

$$ПСП_1 = ФОТ_1 + O_{тч} \cdot ФОТ_1 + M_1 + A_{ном1} + C_1 + H_1, \quad (11)$$

$$ПСП_2 = ФОТ_2 + O_{тч} \cdot ФОТ_2 + M_2 + A_{ном2} + C_2 + H_2, \quad (12)$$

де $ФОТ_2$ – річний фонд оплати праці після впровадження системи, що розробляється;

$ФОТ_1$ – річний фонд оплати праці до впровадження системи, що розробляється;

M_2 – річна вартість матеріалів, що витрачаються, і оплата електроенергії після впровадження системи, що розробляється;

M_1 – річна вартість матеріалів, що витрачаються, і оплата електроенергії до впровадження системи, що розробляється;

$O_{тч}$ – нормативні відрахування від фонду оплати праці;

$A_{ном2}$ – річна вартість експлуатації приміщень для проектувальників після впровадження системи, що розробляється;

$A_{ном1}$ – річна вартість експлуатації приміщень для проектувальників до впровадження системи (площа, необхідна для розміщення групи проектувальників, що виконують роботи уручну, більше, ніж для розміщення проектувальників тих, що експлуатують САПР), що розробляється;

C_2 – річні витрати на обслуговування комплексу технічних засобів після впровадження системи, що розробляється;

C_1 – річні витрати на обслуговування комплексу технічних засобів до впровадження системи, що розробляється;

H_2 – накладні витрати ($H=0,4 \cdot ФОТ_2$) після впровадження системи, що розробляється.

H_1 – накладні витрати ($H=0,4 \cdot ФОТ_1$) до впровадження системи, що розробляється;

Річний фонд оплати праці до впровадження системи і після розраховується по формулі:

$$\Phi OT_1 = \sum (B_i \cdot Z_{ni}), \quad (13)$$

$$\Phi OT_2 = \sum (B_j \cdot Z_{nj}), \quad (14)$$

де Z_{ni} – річна оплата праці виконавців i -ї кваліфікації і спеціальності;

B_i – число виконавців робіт i -ї кваліфікації і спеціальності до впровадження системи (число проектувальників при ручному проектуванні вище), що розробляється.

$$A_{ном1} = S \cdot B_1 \cdot C_a, \quad (15)$$

$$A_{ном2} = S \cdot B_2 \cdot C_a, \quad (16)$$

де B_1 – число проектувальників до впровадження системи (число проектувальників при ручному проектуванні вище), що розробляється

S – необхідна площа для розміщення проектувальників (3 – 6 м² на одне робоче місце);

C_a – вартість використання 1 м²;

$$T_{фок} = K_a / E_p, \quad (17)$$

де $T_{фок}$ – фактичний термін окупності капітальних вкладень.

Система ефективна, якщо $T_{фок}$ менше або дорівнює 3 рокам.

З вище приведених формул виберемо змінні вхідних даних, які нам потрібні для розрахунку і зведемо їх до таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Вхідні дані

Вхідні дані	Змінна	Значення
1	2	3
Місячна оплата праці розробника проекту	Z_n	0

Продовження таблиці 5.2

1	2	3
Витрати на придбання (або модернізацію) комплексу технічних засобів.	C_T	21362

Витрати на придбання (або модернізацію) комплексу програмних засобів.	C_{II}	47581
Кількість проектів до впровадження системи, що розробляється	m_1	3
Кількість проектів після впровадження системи, що розробляється	m_2	6
Нормативні відрахування від фонду оплати праці	$O_{TЧ}$	0,365
Річна вартість матеріалів до впровадження	M_1	2500
Річна вартість матеріалів після впровадження	M_2	700
Річні витрати на обслуговування комплексу технічних засобів до впровадження	C_1	2000
Річні витрати на обслуговування комплексу технічних засобів після впровадження системи	C_2	500
Число виконавців робіт і-ої кваліфікації і спеціальності до впровадження	B_i	1
Число виконавців робіт і-ої кваліфікації і спеціальності після впровадження	B_i	1
Необхідна площа для розміщення проектувальників	S	20
Число проектувальників до впровадження системи	B_1	1
Число проектувальників після впровадження системи	B_2	1
Річна оплата праці виконавців до впровадження	$З_{ni}$	18300
Річна оплата праці виконавців після впровадження	$З_{nj}$	20000
Повні одноразові витрати на створення системи	K_a	67237

Для спрощення розрахунків наведені вище формули були оформлені у таблицю Microsoft Office Excel 2013. Саме в цій програмі було виконано розрахунок річної економії від впровадження запропонованої модернізації.

Розрахунки виявили, що річний економічний ефект E^{CAIP} від модернізації дорівнює 7562 гривні а фактичний термін окупності капітальних вкладень $T_{фок}$ складає 31 місяць.

ВИСНОВКИ ПО П'ЯТОМУ РОЗДІЛУ

У цьому розділі було розроблено робоче місце для інженера-технолога. При його створенні були дотримані всі норми та стандарти ергономіки і безпеки життєдіяльності.

Оцінка економічної ефективності системи автоматизованого проектування (САПР) є ключовим критерієм нашого проекту. Для визначення цього критерію необхідні дані про витрати на модернізацію та обслуговування програмних і технічних засобів, річну оплату праці працівників, а також різницю в кількості проектів до і після впровадження.

У цьому розділі також було проведено розрахунок річної економії від впровадження САПР, яка становить 7562 грн. З урахуванням витрат на придбання комплексу технічних і програмних засобів, термін окупності капітальних вкладень прогнозується на рівні 31 місяця.

РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

6.1 Правові та організаційні аспекти охорони праці для користувачів комп'ютерів

Широке використання персональних комп'ютерів у промисловості та побуті підкреслило важливість охорони праці для їхніх користувачів. Найбільш детальним нормативним документом, що регулює питання охорони праці при роботі з комп'ютерами, є "Державні санітарні норми і правила роботи з візуальними дисплейними терміналами (ВДТ) електронно-обчислювальних машин" (ДСанПіН 3.3.2.-3.4.2377-22).

Дотримання цих правил може суттєво зменшити негативний вплив шкідливих і небезпечних факторів, пов'язаних із роботою з відеодисплейними матеріалами. Це, зокрема, стосується ризиків виникнення зорових проблем, нервово-емоційних розладів та серцево-судинних захворювань. У зв'язку з цим, роботодавець зобов'язаний забезпечити дотримання гігієнічних та ергономічних вимог при організації робочих приміщень для використання ВДТ, а також створити комфортне робоче середовище, організувати робочі місця з урахуванням режиму праці та відпочинку, що детально описано в Правилах.

Згідно з установленими гігієнічно-санітарними вимогами (ДСТУ EN 16738:2019, ДСТУ 8427:2015), роботодавець зобов'язаний забезпечити оптимальні параметри виробничого середовища в приміщеннях з ВДТ.

Природне освітлення в таких приміщеннях має надходити через вікна, які повинні бути орієнтовані переважно на північ або північний схід, забезпечуючи коефіцієнт природної освітленості не нижче 1,5%. Для захисту від прямих сонячних променів, які можуть викликати відблиски на екранах ПК і клавіатурах, необхідно встановити сонцезахисні пристрої. Вікна повинні бути обладнані жалюзі або шторами.

Основні вимоги до виробничого приміщення для експлуатації ВДТ:

- щоденно має проводитися вологе прибирання;
- площа, відведена на одне робоче місце, повинна становити не менше 6,0 м², а об'єм – не менше 20,0 м³;
- у приміщенні повинні бути шафи для зберігання документів, магнітних дисків, полиці, стелажі, тумби тощо, з урахуванням вимог до площі;
- поруч з приміщенням для роботи з ВДТ повинні бути обладнані:
 - побутова кімната для відпочинку під час роботи;
 - кімната психологічного розвантаження.
- приміщення не повинно розташовуватися в підвалах або цокольних поверхах;
- необхідно забезпечити природне та штучне освітлення відповідно до стандартів СНіПП-4-79.

Штучне освітлення в приміщеннях, де розташовані робочі місця з використанням ВДТ, повинно забезпечуватися системою загального рівномірного освітлення. Для цього рекомендується використовувати люмінесцентні лампи типу ЛБ.

Вимоги до освітлення приміщень та робочих місць під час роботи з ВДТ:

- слід обирати оптимальну спрямованість світлового потоку та відповідний склад світла.
- у полі зору не повинно бути відблисків (яскравих поверхонь, які можуть викликати осліплення).
- рівень освітленості має залишатися постійним протягом усієї роботи.
- на робочій поверхні не повинно бути різких тіней.
- необхідно забезпечити рівномірний розподіл яскравості на робочій поверхні монітора та в навколишньому просторі.
- освітленість на робочому місці повинна відповідати характеру зорової діяльності, що визначається трьома параметрами: об'єктом розрізнення (найменшим розміром об'єкта, що спостерігається на моніторі ПК), фоном (який характеризується коефіцієнтом відбиття) та контрастом між об'єктом і фоном.

Гігієнічні норми для організації та обладнання робочих місць з

використанням ВДТ. При розташуванні елементів робочого місця користувача ВДТ необхідно враховувати такі аспекти:

- робочу позу користувача;
- простір для комфортного розміщення користувача;
- можливість огляду всіх елементів робочого місця;
- розміщення документації та матеріалів, які використовуються користувачем;
- умови для ведення захистів.

6.2 Організація безпеки праці на виробництві

Роботодавець зобов'язаний створити умови праці на робочих місцях у кожному структурному підрозділі відповідно до нормативно-правових актів та забезпечити дотримання законодавства щодо прав працівників у сфері охорони праці. Для цього роботодавець організовує функціонування системи управління охороною праці, а саме:

- розробляє у співпраці зі сторонами колективного договору та реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів і підвищення рівня охорони праці;
- забезпечує належне утримання будівель, споруд, виробничого обладнання та устаткування, а також здійснює моніторинг їх технічного стану.
- формує відповідні служби та призначає посадових осіб, які займаються конкретними питаннями охорони праці, затверджує інструкції, що визначають їхні обов'язки, права та відповідальність, а також контролює дотримання цих інструкцій;
- організовує проведення аудиту охорони праці, лабораторних досліджень умов праці, оцінки технічного стану виробничого обладнання та устаткування, а також атестації робочих місць на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці у встановлені законодавством терміни, вживаючи заходів для усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів на основі отриманих результатів;

- вживає заходів для усунення причин, що можуть призвести до нещасних випадків або професійних захворювань, а також реалізує профілактичні заходи, визначені комісіями за результатами розслідувань;
- забезпечує виконання необхідних профілактичних заходів відповідно до змінюваних обставин;
- організовує пропаганду безпечних методів праці та співпрацює з працівниками в галузі охорони праці;
- контролює дотримання працівниками технологічних процесів, правил роботи з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, а також використання засобів колективного та індивідуального захисту, забезпечуючи виконання робіт відповідно до вимог охорони праці;
- розробляє та затверджує положення, інструкції та інші документи з охорони праці, які діють на підприємстві, встановлюючи правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках та робочих місцях відповідно до чинних нормативно-правових актів. Забезпечує працівників безкоштовними нормативно-правовими актами підприємства з охорони праці.

Роботодавець несе пряму відповідальність за порушення норм і правил охорони праці. На підприємствах з чисельністю працівників 50 і більше створюється служба охорони праці. У випадку, якщо кількість працівників менша за 50, функції цієї служби можуть виконувати особи, які пройшли перевірку знань з охорони праці відповідними державними органами, на умовах сумісництва. Якщо ж на підприємстві працює менше 20 осіб, для виконання обов'язків служби охорони праці можуть залучатися зовнішні спеціалісти на основі договору. Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо роботодавцю і має рівень, аналогічний керівникам та спеціалістам основних виробничо-технічних служб.

Спеціалісти служби охорони праці мають право вживати заходів у разі виявлення порушень охорони праці, зокрема:

- вимагати відсторонення від роботи осіб, які не пройшли медичний огляд, навчання, інструктаж або перевірку знань, а також тих, хто не має допуску до виконання відповідних робіт або не дотримується вимог нормативно-правових актів з охорони праці;
- видавати керівникам структурних підрозділів підприємства обов'язкові приписи щодо усунення виявлених недоліків, а також отримувати від них необхідну інформацію, документацію та пояснення з питань охорони праці;
- надсилати роботодавцю подання про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги охорони праці;
- зупиняти роботу виробництв, дільниць, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва у випадках, коли порушення створюють загрозу життю або здоров'ю працівників.

Припис спеціаліста з охорони праці може скасувати лише роботодавець.

Ліквідація служби охорони праці дозволяється лише у випадку ліквідації підприємства або припинення використання найманої праці фізичною особою.

Законодавство в сфері охорони праці також визначає обов'язки працівників. Зокрема, вони повинні:

- дбати про свою особисту безпеку та здоров'я, а також про безпеку і здоров'я інших людей під час виконання робіт на території підприємства;
- знати та дотримуватися вимог нормативно-правових актів з охорони праці, а також правил роботи з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими виробничими засобами, користуючись засобами колективного та індивідуального захисту;
- проходити попередні та періодичні медичні огляди відповідно до встановлених законодавством вимог.

Працівник несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених вимог.

Згідно з Законом України "Про охорону праці" та Кодексом законів про працю України, відповідальність за створення безпечних і здорових умов праці на виробництві покладається на роботодавця. Він не має права вимагати від

працівника виконання роботи в умовах, які не відповідають вимогам нормативно-правових актів з охорони праці.

Фінансування заходів з охорони праці здійснюється роботодавцем. Окрім цього, кошти на профілактичні заходи, спрямовані на поліпшення безпеки та гігієни праці, також передбачаються в державному та місцевих бюджетах, виділяючись окремим рядком.--

Регулювання взаємовідносин між роботодавцем і працівником з питань охорони праці здійснюється колективним договором (угодою).

У колективному договорі сторони зобов'язуються забезпечити працівникам соціальні гарантії в сфері охорони праці на рівні, не нижчому за встановлений законодавством. Вони також визначають свої обов'язки та комплекс заходів для досягнення встановлених норм безпеки, гігієни праці та виробничого середовища. Це включає підвищення рівня охорони праці, запобігання випадкам виробничого травматизму, професійним захворюванням, аваріям і пожежам, а також визначення обсягів і джерел фінансування цих заходів.

Роботодавець зобов'язаний за власний рахунок забезпечити фінансування та організувати проведення медичних оглядів працівників. Це включає попередні огляди під час прийняття на роботу, а також періодичні огляди протягом трудової діяльності для осіб, зайнятих на важких роботах або в умовах, що є шкідливими чи небезпечними, а також для тих, хто потребує професійного добору. Крім того, щорічний обов'язковий медичний огляд необхідний для осіб віком до 21 року. За результатами періодичних медичних оглядів, у разі необхідності, роботодавець повинен забезпечити проведення відповідних оздоровчих заходів. Медичні огляди виконуються закладами охорони здоров'я, працівники яких несуть відповідальність відповідно до законодавства за точність медичного висновку щодо стану здоров'я працівника. Порядок проведення медичних оглядів визначається спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади в галузі охорони здоров'я.

6.3 Атестація робочих місць, обладнаних комп'ютерною технікою.

Атестація робочих місць за умовами праці здійснюється на підприємствах і в організаціях будь-якої форми власності та господарювання, де технологічні процеси, обладнання, сировина та матеріали можуть бути джерелами шкідливих і небезпечних виробничих факторів. Ці фактори можуть негативно впливати на здоров'я працівників та їхніх нащадків як у теперішньому, так і в майбутньому.

Основною метою атестації є регулювання відносин між власником або уповноваженим ним органом і працівниками в контексті реалізації їхніх прав на здорові та безпечні умови праці, а також на пільгове пенсійне забезпечення, пільги та компенсації за роботу в несприятливих умовах.

Атестація проводиться відповідно до Порядку та методичних рекомендацій, затверджених Міністерством праці та Міністерством охорони здоров'я.

Атестацію здійснює атестаційна комісія, склад і повноваження якої визначаються наказом підприємства чи організації. Вона проводиться у терміни, встановлені колективним договором, але не рідше ніж раз на 5 років.

Атестація робочих місць включає в себе такі етапи:

- виявлення факторів і причин, що спричиняють несприятливі умови праці;
- проведення санітарно-гігієнічного дослідження факторів виробничого середовища, а також оцінка важкості та напруженості трудового процесу на робочому місці;
- комплексна оцінка факторів виробничого середовища та характеру праці з урахуванням їх відповідності стандартам безпеки праці, будівельним і санітарним нормам;
- визначення ступеня шкідливості та небезпечності праці, а також її класифікація за гігієнічними критеріями;
- обґрунтування віднесення робочого місця до категорії з шкідливими (особливо шкідливими) або важкими (особливо важкими) умовами праці;
- підтвердження права працівників на пільгове пенсійне забезпечення за роботу в несприятливих умовах;

- складання списку робочих місць, виробництв, професій та посад, що мають право на пільгове пенсійне забезпечення.

Відповідальність за своєчасне та якісне проведення атестації покладається на керівника підприємства, організації.

Атестація робочих місць за умовами праці здійснюється відповідно до Порядку, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 1 серпня 1992 року № 442, а також Методичних рекомендацій, схвалених постановою Міністерства праці від 1 вересня 1992 року № 41.

Ця атестація є комплексною оцінкою всіх факторів виробничого середовища та трудового процесу, а також соціально-економічних аспектів, які можуть впливати на здоров'я і працездатність працівників під час виконання трудових обов'язків.

Санітарно-гігієнічні дослідження факторів виробничого середовища і трудового процесу проводять санітарні лабораторії підприємств і організацій, які атестовані органами Держспоживстандарту та Міністерства охорони здоров'я. Ці лабораторії працюють за списками, узгодженими з органами Державної експертизи умов праці, а також на договірній основі з лабораторіями територіальних санітарно-епідеміологічних станцій.

Лабораторно-інструментальні дослідження фізичних, хімічних і біологічних показників, а також визначення психофізіологічних факторів, проводяться в умовах типового виробництва, за наявності справних та ефективних засобів колективного і індивідуального захисту.

На основі результатів атестації, що ґрунтуються на протоколах вимірювань і фотографіях робочого дня, складається Карта умов праці (далі – Карта). Її форма наведена в додатку 2 до Методичних рекомендацій щодо атестації робочих місць за умовами праці, затверджених Міністерством праці (постанова від 1 вересня 1992 року № 41) та Міністерством охорони здоров'я.

.

ВИСНОВКИ ДО ШОСТОГО РОЗДІЛУ

Безпека життєдіяльності є ключовим чинником, що сприяє підвищенню продуктивності працівників і ефективності виробництва. У цьому розділі представлені рекомендовані вимоги до безпеки життєдіяльності користувачів комп'ютерів. При їх розробці були враховані такі аспекти:

- вплив негативних факторів (недостатнє освітлення, електромагнітне випромінювання, надмірне тепло);
- планування приміщення;
- законодавство, зокрема «Про охорону праці» та «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами (ВДТ) електронно-обчислювальних машин» (ДСанПіН 3.3.2.-3.4.2377-22).

ВИСНОВКИ

Дослідження, проведене в ході кваліфікаційної роботи, дозволило систематизувати, поглибити та відпрацювати теоретичні й практичні навички, набуті під час навчання за спеціальністю. Метою проекту було вдосконалення процесу створення технологічної документації в технологічному відділі ТОВ «Мрія» та розробка програми управління виготовленням корпусу турбокомпресора.

Аналіз ринку програмних продуктів для автоматизації технологічної підготовки виробництва допоміг визначити оптимальні рішення. Метод аналізу ієрархії показав, що найкращим вибором для проектування технологічних процесів є Autodesk Inventor від компанії «Autodesk».

На завершальному етапі було розраховано, що річна економія від впровадження підсистеми автоматизованого проектування конструкторської документації забезпечить окупність системи за 31 місяць.

Під час переддипломної практики на підприємстві було досліджено особливості процесу проектування, структуру обчислювальної мережі, наявне технічне оснащення та рівень автоматизації. На основі цих даних створено модель існуючої системи автоматизованого проектування (САПР) технологічної документації.

Результати дослідження підтвердили, що потрібно створити нову підсистему для проектування технологічної документації. Було складено технічне завдання, схвалене керівництвом ТОВ «Мрія», а також розроблено модель САПР «Як має бути» та саму підсистему.

Для виготовлення пуансона прес-форми ліхтаря трактора МТЗ-80 використано пакет PowerMill, у якому змодельовано процес механічної обробки поверхонь корпусної деталі. Технологічний процес виготовлення деталі реалізовано в Autodesk Inventor.

Проект передбачає закупівлю технічного та програмного забезпечення, а також модернізацію локальної обчислювальної мережі. Було визначено топологію мережі та надано рекомендації щодо вибору технічних засобів для її оновлення.

Відповідно до стандартів, сформульовано вимоги до безпеки життєдіяльності в технологічному бюро та спроектовано робоче місце інженера-технолога.

Розроблені підсистема автоматизованого проектування технологічної документації та програма управління для виготовлення корпусу турбокомпресора отримали схвалення технічної ради ТОВ «Мрія» та рекомендовані до впровадження.

На основі виконаних завдань можна зробити висновок, що впровадження розробленої системи автоматизації технологічної документації на підприємстві «Мрія» є економічно обґрунтованим і сприятиме підвищенню ефективності проектних процедур у майбутньому.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бубенников О.В., Громов М.Я. Нарисна геометрія: Підручник. К.: Вища школа, 2020. — 420 с.
2. Гавриленко О.А., Ковальов Ю.М. Геометричне моделювання плоских кривих: Сучасні методи. Харків: ХНУ, 2021. — 220 с.
3. Драганов Б.Х., Обухова В.С. Проектування систем двигунів внутрішнього згоряння. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2023. — 210 с.
4. Ковальов Ю.М., Найдис В.М. Геометричне моделювання в CAD-системах. К.: Наукова думка, 2023. — 280 с.
5. Корн Г., Корн Т. Довідник з математики для інженерів, 4-те вид. К.: Либідь, 2021. — 900 с.
6. Левицький В.С., Ванін В.В. Аналітична геометрія для інженерів. К.: КПІ, 2022. — 100 с.
7. Лі Кунву, Чжан Вей. Сучасні CAD/CAM/CAE системи: Теорія та практика. Харків: Фоліо, 2024. — 600 с.
8. Михайленко В.Є., Ковальов С.М. Параметрична інженерна геометрія. К.: Вища школа, 2023. — 120 с.
9. Михайленко В.Є. Інженерна та комп'ютерна графіка. / Михайленко В.Є., Найдис В.М., Підкоритов О.М. — К.: Вища школа, 2018. — 360 с.
10. Найдис В.М., Верещага В.М. Дискретна геометрія в інженерному проектуванні. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2022. — 230 с.
11. Осіпов В.О., Ковальов Ю.М. Сучасні методи проектування поверхонь у CAD. К.: Наукова думка, 2023. — 290 с.
12. Турбін Б.Г., Григор'єв С.М. Сільськогосподарська техніка: Сучасні технології. Харків: Фоліо, 2023. — 650 с.
13. Херн Д., Бейкер М.П. Комп'ютерна графіка з OpenGL, 5-те вид. К.: Видавнича група BHV, 2022. — 1250 с.
14. Шляхін П.М., Ковальчук О.В. Сучасні турбінні технології. К.: Вища школа, 2023. — 300 с.

15. Білько І.В., Ведерніков В.І. Задачі з диференціальної геометрії: Практикум. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2022. — 300 с.
16. Вигодський М.Я. Диференціальна геометрія, 3-тє вид. К.: Либідь, 2021. — 550 с.
17. Вигодський М.Я. Аналітична геометрія, 4-тє вид. К.: Наукова думка, 2023. — 560 с.
18. Норден А.П., Гавриленко О.А. Диференціальна геометрія: Короткий курс. Харків: ХНУ, 2022. — 270 с.
19. Погорєлов О.В. Диференціальна геометрія: Лекції, 2-ге вид. К.: Вища школа, 2023. — 190 с.
20. Рашевський П.К. Диференціальна геометрія, 3-тє вид. К.: Наукова думка, 2021. — 510 с.
21. Розендорн Е.Р., Білько І.В. Практикум з диференціальної геометрії. Харків: Фоліо, 2023. — 90 с.

ДОДАТКИ

Додаток А. Код програмного модуля

```

unit uMain;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes,
  Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, ksTLB, StdCtrls, ComObj, ComCtrls, Grids,
  Buttons;

const
  MasReal: array [0..10] of char =
    ('0','1','2','3','4','5','6','7','8','9','.');

type
  TVal = class(TForm)
    OpenDialog1: TOpenDialog;
    StringGrid1: TStringGrid;
    BitBtn1: TBitBtn;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Label3: TLabel;
    Label4: TLabel;
    Label5: TLabel;
    Label6: TLabel;
    Label7: TLabel;
    Label8: TLabel;
    Label9: TLabel;
    Label10: TLabel;
    Label11: TLabel;
    LError: TLabel;
    procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
    procedure FormShow(Sender: TObject);
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure StringGrid1SetEditText(Sender: TObject;
      ACol, ARow: Integer;
        const Value: String);
    procedure StringGrid1DrawCell(Sender: TObject; ACol,
      ARow: Integer;
        Rect: TRect; State: TGridDrawState);
    procedure StringGrid1Click(Sender: TObject);
  private
    AllOk: byte;
  end;

```

```

    CheckArray: array of byte;
    { Private declarations }
    function CheckReal(str: string): boolean;
public
    { Public declarations }
end;

TPartVar=RECORD
    VarName:STRING; // имя переменной
    VarValue:REAL; // значение переменной
    VarNote:STRING; // комментарий к переменной
END;
TPartVars=ARRAY OF TPartVar;

var
    Val: TVal;
    kompas:KompasObject; // ссылка на API-объект КОМПАС
    Doc:ksDocument3D; // ссылка на текущий документ КОМПАСа
    KompasHandle:THandle; // ссылка на окно программы
КОМПАСа
    mas: TPartVars;
    s: TStringList;

implementation

{$R *.dfm}

function GetPartVars(partname:STRING):TPartVars;
var vr:ksVariableCollection;
parts:ksPartCollection;
part:ksPart;
univar:ksVariable;
top,cur,vrr:TTreeNode;
j, numpart:WORD;
begin
parts:=ksPartCollection(doc.PartCollection(true));
// ссылка на деталь с именем partname
part:=ksPart(parts.GetByName(partname,True,True));
// ссылка на список переменных детали
vr:=ksVariableCollection(part.VariableCollection);
// цикл по переменным детали
numpart:=vr.GetCount;
SetLength(result,numpart);

for j:=0 to numpart-1 do

```

```

begin
// ссылка на отдельную переменную
univar:=ksVariable(vr.GetByIndex(j));
with result[j] do
begin
VarName:=univar.name;
VarNote:=univar.note;
VarValue:=univar.value
end
end
end;

function StartKompas(filename:string):boolean;
const ka='Kompas.Application.5';
begin
// подключение к КОМПАС 3D
Result:=true;
try
kompas:=KompasObject(GetActiveOleObject(ka)); // если
уже запущен
except
try
kompas:=KompasObject(CreateOleObject(ka)); // если не
запущен
except
result:=false;
exit;
end;
end;
// получение ссылки на окно КОМПАС
KompasHandle := kompas.ksGetHWindow;
// делаем окно КОМПАСа видимым
kompas.Visible:=true;
// получение ссылки на текущий документ КОМПАСа
Doc := ksDocument3D(kompas.ActiveDocument3D);
// если такой документ есть...
if Assigned(Doc) then
// то закрываем его
Doc.close;
// создаем новый документ...
Doc := ksDocument3D(kompas.Document3D);
// и загружаем в него сборку с именем filename
Doc.Open(Trim(filename), False);
// активируем API
kompas.ActivateControllerAPI();

```

```

end;

procedure ReadParts(s:TStringList);
var i:word;
parts:ksPartCollection;
part:ksPart;
num: integer;
begin
  // получение ссылки на список деталей
  parts:=ksPartCollection(doc.PartCollection(true));
  // число деталей
  num:=parts.GetCount;
  s.Clear;
  // деталь с номером -1 есть сама сборка
  s.Add(ksPart(doc.GetPart(-1)).name);
  // цикл по деталям
  for i := 0 to num-1 do
  begin
    // получение ссылки на деталь номер i
    part:=ksPart(parts.GetByIndex(i));
    // помещаем имя детали в список
    s.Add(part.name);
  end;
end;

PROCEDURE ChangeVar(partname, varname: STRING;
value_:REAL);
VAR vr:ksVariableCollection;
parts:ksPartCollection;
part:ksPart;
vvv:ksVariable;
BEGIN
  // Список деталей
  parts:=ksPartCollection(doc.PartCollection(true));
  // Ищем деталь по имени
  part:=kspart(parts.GetByName(partname,true,true));
  // Список переменных детали
  vr:=ksVariableCollection(part.VariableCollection);
  // Ищем переменную по имени
  vvv:=ksVariable(vr.GetByName(varname,true,true));
  // Начинаем редактировать деталь
  part.BeginEdit;
  // Меняем значение переменной
  vvv.value:=value_;
  // Обновляем модель

```



```

part.Update;
part.RebuildModel;
// Завершаем редактирование детали с сохранением
изменений
part.EndEdit(true);
// Обновляем сборку
parts.refresh
END;

procedure TVal.BitBtn1Click(Sender: TObject);
var i: integer;
    part: string;
begin
    for i := 0 to StringGrid1.RowCount-1 do
        begin
            if (StringGrid1.Cells[1, i] = '') then part :=
StringGrid1.Cells[0, i] else
                ChangeVar(part, StringGrid1.Cells[0, i],
StrToFloat(StringGrid1.Cells[1, i]));
            end;
            Doc.Save;
            s.Free;
        end;

function TVal.CheckReal(str: string): boolean;
var i, j: integer;
    z: byte;
begin
    Result := TRUE;
    for i := 1 to Length(str) do
        begin
            z := 1;
            for j := 0 to 10 do
                // проверка, 4to v stroke 4islo
                if (str[i] = MasReal[j]) then
                    begin
                        z := 0;
                        break;
                    end;
                // проверка, 4to posle zapyatoj ne bolee 1 znaka
                if (str[i] = '.') then
                    if (((Length(str)-i)>1)or(str[i+1] = '.')) then z :=
1;
            if (z = 1) then
                begin

```

```

        Result := FALSE;
        break;
    end;
end;
end;

procedure TVal.FormShow(Sender: TObject);
var i,j: integer;
    c: integer;
begin
    c := 1;
    StringGrid1.RowCount := c;

    if (OpenDialog1.Execute) then
        if (FileExists(OpenDialog1.FileName)) then

            StartKompas({HAPBAHIE FIJLA}{ 'C:\Temp\Бап
пунсон\Пунсон.a3d'}OpenDialog1.FileName)
            else Application.Terminate;
        s := TStringList.Create();
        ReadParts(s);
        FOR i:=1 TO s.Count-1 DO
        begin
            StringGrid1.Cells[0, c-1] := s[i];
            StringGrid1.Cells[1, c-1] := '';
            mas := GetPartVars(s[i]);
            for j := 0 to Length(mas)-1 do
            begin
                inc(c);
                StringGrid1.RowCount := c;
                StringGrid1.Cells[0, c-1] := mas[j].varname;
                StringGrid1.Cells[1, c-1] :=
FloatToStr(mas[j].varvalue);
                // StringGrid1.Cells[2, c-1] := mas[j].VarNote;
            end;
        end;

        SetLength(CheckArray, StringGrid1.RowCount);
        for i := 0 to Length(CheckArray)-1 do
            CheckArray[i] := 0;
        // s.Free;
    end;

    procedure TVal.FormCreate(Sender: TObject);
    begin

```

```

    AllOk := 0;
end;

procedure TVal.StringGrid1SetEditText(Sender: TObject;
ACol, ARow: Integer; const Value: String);
begin
    if (ACol = 1) then
        if not(CheckReal(StringGrid1.Cells[ACol, ARow])) then
            begin
                AllOk := 1;
                CheckArray[ARow] := 1;
            end else
            begin
                AllOk := 0;
                CheckArray[ARow] := 0;
            end;
        end;
end;

procedure TVal.StringGrid1DrawCell(Sender: TObject; ACol,
ARow: Integer; Rect: TRect; State: TGridDrawState);
begin
    if (ACol = 1) then
        if (CheckArray[ARow] = 1) then
            with StringGrid1.Canvas do
                begin
                    Font.Color:= clRed ;
                    FillRect(Rect);
                    TextOut(Rect.Left, Rect.Top, StringGrid1.Cells[ACol,
ARow]);
                end else
                with StringGrid1.Canvas do
                    begin
                        Font.Color:= clWindowText;
                        FillRect(Rect);
                        TextOut(Rect.Left, Rect.Top, StringGrid1.Cells[ACol,
ARow]);
                    end;
                end;
end;

procedure TVal.StringGrid1Click(Sender: TObject);
var i: integer;
    z: byte;
begin
    try

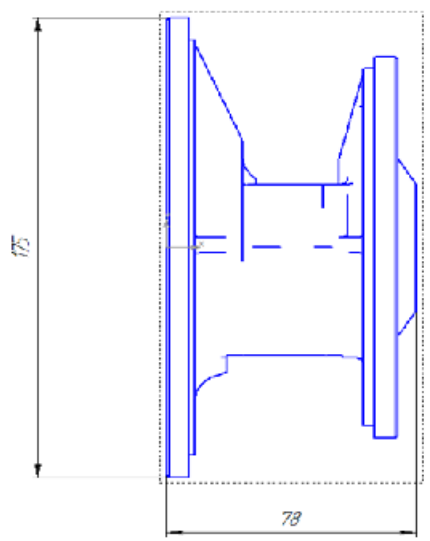
```

Додаток Б. Технологічний процес виготовлення пресформи.

Титульний лист

				ДСТУ 3.1105-2012 форма 2			
Дубл.							
Взам.							
Підп.							
							1
				ТДАТУ			
				Пресформа			
Технологический процес Механічна обробка Пресформа Артеменко Павло							
ТЛ				Титульний лист			

Карта ескізів

				ДСТУ 3.1105-2012 форма 7			
Дубл.							
Взам.							
Підп.							
							1
Розроб	Артеменко П.О.	03.05.2025	ТДАТУ				
			Пресформа				
Н.контр.							
							
KE				Карта ескізів			

Відомість оснащення

ДСТУ 2.1115-2012 форма 4									
				2		1			
ТДАТУ									
Пресформа									
В	Цех	Уч.	РМ	Спер.	Код, найменування операції				
Г	Позначення документа								
Д	Код, найменування обладнання								
Б	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	БН	ОП	К.шт.
ЛМ	Найменування деталі, оп. Брону або матеріалу								
НМ	Позначення, код				ОП	БЗ	БН	КМ	Ндвос.
001	005				4234 Фрезерна з ЧПУ				
002	6P11Ф8-1								
003					1	0		0	
004	Ключ, Н С 1 X3 7811-0022, ГОСТ 2839-80								
005	Перчат ки Мн ТУ 17 РОФСР 06-5716-75								
006	Фреза 2220-05 34 P18 ГОСТ 16225-81								
007	Сверло 2301-3661 P18 ГОСТ 10903-77								
008	Сверло 2301-0061 P18 ГОСТ 10903-77								
009	Фреза 2223-01 12 P6M6 ГОСТ 17026-71								
10									
011	010				4234 Фрезерна з ЧПУ				
012	6P11Ф8-1								
013					1	0		0	
014	Ключ, Н С 1 X3 7811-0022, ГОСТ 2839-80								
015	Перчат ки Мн ТУ 17 РОФСР 06-5716-75								
016	Фреза 2220-05 34 P18 ГОСТ 16225-81								
017	Сверло 2301-3661 P18 ГОСТ 10903-77								
018	Сверло 2301-0061 P18 ГОСТ 10903-77								
019	Фреза 2223-01 12 P6M6 ГОСТ 17026-71								
20									
021	015				4234 Фрезерна з ЧПУ				
022	6P11Ф8-1								
023					1	0		0	
024	Ключ, Н С 1 X3 7811-0022, ГОСТ 2839-80								
Зван. Відом. Година.					Розроб.	Артемченко П.О.			03.05.2019
					Начальн.				
МК/ВО Відомість оснащення									

ГОСТ 2.1115-82 форма 30

										2	
З П	Цех	Уч.	РМ	Служ.	Код, найменування операції						
Позначення документа											
Д Б	Код, найменування обладнання										
СМ	Проф.	Р	Ут	КР	КОИД	ІН	ОП	К. шт.	Т. шт.	Т. шт.	
Найменування деталі, стан. Спринг, ВСВ матеріалу											
НМ	Позначення, код				ОПП	БД	БН	КМ	Ндрст.		
Т01 Перчат ки Мп ТУ 17 РОФОР 06-5 716-75											
Т02 Фреза 2220-05 34 Р18 ГОСТ 16225-81											
Т03 Сверло 2301 -3661 Р18 ГОСТ 10903-77											
Т04 Сверло 2301 -0061 Р18 ГОСТ 10903-77											
Т05 Фреза 2223-01 12 Р6МБ ГОСТ 17 026-71											
06											
001 020 4234 Фрезерна з ЧПУ											
002 6Р11Ф3-1											
003 1 0 0											
Т10 Ключ, Н С 1 Х3 7811-0022, ГОСТ 2839-80											
Т11 Перчат ки Мп ТУ 17 РОФОР 06-5 716-75											
Т12 Фреза 2220-05 34 Р18 ГОСТ 16225-81											
Т13 Сверло 2300-2234 Р18 ГОСТ 886-77											
Т14 Фреза 2223-01 12 Р6МБ ГОСТ 17 026-71											
Т15 Шт. анкерциркуль ШЦ-III-125-0,05 ГОСТ 166-89											
Т16 Ключ, Н С 1 Х3 7811-0022, ГОСТ 2839-80											
Т17 Перчат ки Мп ТУ 17 РОФОР 06-5 716-75											
18											
019 025 0108 Слесарная											
020 1 0 0											
Т21 Напильник плоск. т. ул. 2820-0001, ГОСТ 1465-80											
Т22 Перчат ки Мп ТУ 17 РОФОР 06-5 716-75											
23											
024 030 0390 Контроль розмірів та характеристик											
025 1 0 0											
Т26 Пробка 8225-0147 ГОСТ 1 8823-73											
Т27 Нут розмір 2 - 3 ГОСТ 3244-75											
МК/ВО Відомість оснащення											

