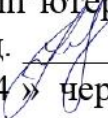


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. каф. «Інженерна механіка та
комп'ютерне проектування»
доц.  **Олександр ВЕРШКОВ**
« 14 » червня 2024 р.

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

на тему: «Технічна підготовка виробництва деталі «Вилка 151.40.278» до
пускового двигуна ППД 12 з комп'ютерним аналізом в САЕ-системі
COSMOSWORKS»

17 ПМД. 8999618.06.24/000000 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)



Олексій МОВЧАН

(підпис)

Керівник доц.



Олександр МАЦУЛЕВИЧ

(підпис)

Консультант доц.



Михайло ЗОРЯ

(підпис)

Консультант доц.



Лариса БОЛТЯНСЬКА

(підпис)

Нормоконтроль доц.



Олександр МАЦУЛЕВИЧ

(підпис)

Рецензент



Дмитро БЕШТА

(підпис)

Запоріжжя - 2024 рік

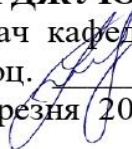
**ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Факультет: МТ

Кафедра: ІМКП

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри ІМКП
к.т.н, доц.  Олександр ВЕРШКОВ
«20» березня 2024р.


**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Мовчана Олексія Євгенівича

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема кваліфікаційної роботи: «Технічна підготовка виробництва деталі «Вилка 151.40.278» з комп'ютерним аналізом в САЕ-системі COSMOSWORKS», затверджена наказом по університету від 18 березня 2024 року за № 157-С.

1. Термін здачі студентом закінченого проекту: 16 червня 2024 року.
2. Вихідні дані до проекту (роботи): завдання на розробку кваліфікаційної роботи.
3. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити): провести аналіз предметної області у відповідності до ТЗ; розробити вимоги до розроблюваного програмного забезпечення; виконати опис розробленої підсистеми; розробити алгоритм використання розробленого програмного продукту; розробити підсистему для проектування прес-форми для деталі «Вилка 151.40.278»; провести дослідження ефективності використання запропонованого програмного продукту; провести аналіз умов праці інженера-програміста та розробити заходи з охорони праці; провести розрахунки економічних показників розробленої підсистеми.
4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових плакатів):
 1. Тема, мета та задачі дипломної роботи
 2. Модель організаційної структури підприємства
 3. Концептуальна модель предметної області
 4. Структурна схема підсистеми
 5. Головне вікно підсистеми
 6. Результати роботи підсистеми проектування
 7. Тестування підсистеми
 8. Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях
 9. Економічна ефективність

5. Консультанти по проекту, із зазначенням розділів проекту, що стосуються їх:				
Консультант	Підпис, дата			
	Завдання видав		Завдання виконав	
Зоря М.В.		22.05.2024		31.05.2024
Болтянська Л.О.		05.06.2024		09.06.2024
<p>Керівник  Олександр МАЦУЛЕВИЧ (підпис)</p> <p>Завдання прийняв до виконання  Олексій МОВЧАН (підпис)</p>				
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН				
Пор. №	Назва станів дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка	
1	Збір вихідних даних для виконання дипломної роботи	08.05-10.05	Виконано	
2	Аналіз предметної області та постановка задачі	11.05-12.05	Виконано	
3	Проектування підсистеми	15.05-19.05	Виконано	
4	Аналіз дослідної експлуатації	22.05-26.05	Виконано	
5	Тестування системи	29.05-31.05	Виконано	
6	Розробка питань з охорони праці	05.06-09.06	Виконано	
7	Економічні розрахунку роботи	12.06-16.06	Виконано	
8	Оформлення роботи в цілому	12.06-16.06	Виконано	
9	Підпис проекту у консультантів і нормоконтроля	12.06-16.06	Виконано	
<p>Студент-дипломник  Олексій МОВЧАН (підпис)</p> <p>Керівник проекту  Олександр МАЦУЛЕВИЧ (підпис)</p>				

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційну роботу представлено у вигляді розрахунково-пояснювальної записки обсягом 62 сторінок друкованого тексту формату А4(210×297) та 8 аркушів креслярсько-графічних робіт формату А1(594×841), містить 5 розділів, 16 рисунки, 5 таблиць, список використаної літератури кількістю 23 найменування.

Об'єкт дослідження – система технічної підготовки виробництва приватного підприємства «Завод Двигун».

Ціль роботи – модернізація підсистеми автоматизованого проектування технологічної документації.

В першому розділі проводиться обстеження і аналіз підприємства.

У другому розділі проводиться аналіз існуючої деталі, перевірка деталі на міцність, удосконалення технологічного процесу та створення керуючої програми.

У третьому розділі розроблено спеціалізований модуль для проектування (Технологія API).

У четвертому розділі розроблений кабінет інженера-технолога з вимогами до норм безпеки життєдіяльності.

У п'ятому розділі наведена економічна ефективність проекту.

Ключові слова: технічне завдання, програмне забезпечення, система автоматизованого проектування, Державне підприємство Мелітопольський завод, числове програмне керування, автоматизована система, технологічний процес, коефіцієнт тиску.

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ЕОМ – електронно-обчислювальна машина

КПО – коефіцієнт природної освітленості

КТЕ – конструкторсько – технологічний елемент

МКЕ – метод – кінцевих елементів







ПК – персональний комп'ютер

ТЗ – технічне завдання

ДПМЗ – Державне підприємство Мелітопольський завод

ТП – технологічний процес

ЧПК – числове програмне керування

№ рядка	формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Номер листа	Прим.		
1	A4	17 ПМД. 8999618.06.24/000000ПЗ	Розрахунково-пояснювальна					
2			записка					
3	A1	17 ПМД. 8999618.06.24/010.000	Тема, мета та задачі кваліфікаційної роботи	1	0			
4	A1	17 ПМД. 8999618.06.24/110.000	Схема розподілу інформаційних					
5			потоків на підприємстві «Завод Двигун»	1	1			
7	A1	17 ПМД. 8999618.06.24/210.000	Аналіз технологічності конструкції					
8			деталі	1	2			
9	A1	17 ПМД. 8999618.06.24/220.000	Розрахунок деталі на міцність	1	3			
10	A1	17 ПМД. 8999618.06.24/230.000	Етапи створення керуючої програми					
11			для обробки деталі	1	4			
12	A1	17 ПМД. 8999618.06.24/310.000	Робота програмного модулю					
13			спеціалізованої САПР	1	5			
14	A1	17 ПМД. 8999618.06.24/410.000	Організація робочого місця					
15			інженера-проектувальника	1	6			
16	A1	17 ПМД. 8999618.06.24/510.000	Розрахунок економічної ефертивності					
17			проекту	1	7			
18								
19								
20								
21								
22								
				17 ПМД. 8999618.06.24/000000				
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розроб		Мовчан О.Є.		14.06	Технічна підготовка виробництва деталі «Вилка 151.40.278» до пускового двигуна ППД 12 з комп'ютерним аналізом в САЕ-системі COSMOSWORKS	Літ	Лист	Лист
Переві		Мацулевич О.Є.		14.06			1	1
Конс.		Зоря М.В.		14.06				
Конс.		Болтянська Л.О.		14.06				
Н.		Мацулевич О.Є.		14.06				
Затв.		Вершков О.О.		14.06				
						ТДАТУ, 2024		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ НА ПРИВАТНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ «ЗАВОД ДВИГУН»	11
1.1 Загальні відомості про ПП «Завод Двигун»	11
1.2 Характеристика продукції ПП «Завод Двигун».....	12
1.3 Перелік підсистем САПР ПП «Завод Двигун».....	14
1.4 Програмне та апаратне забезпечення обчислювальної мережі.....	14
1.5 Організація обміну інформацією.....	16
Висновки по першому розділу.....	18
2 ТЕХНІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА ДЕТАЛІ	19
2.1 Розрахунок деталі на міцність.	19
2.2 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі	25
2.3 Розробка досконалого технологічного процесу обробки деталі	26
2.4 .Розробка керуючої програми для встаткування з ЧПК.....	27
2.4.1 Обґрунтування вибору стратегії обробки.....	27
Висновки по другому розділу	30
3 РОЗРОБКА СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ПРОГРАМНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТИПОВИХ ВИРОБІВ.....	31
3.1 Постановка задачі.....	31
3.2 Параметризація	31
3.3 Розробка програмного забезпечення.....	32
3.4 Вирішення контрольного прикладу	33
Висновки по третьому розділу.....	35
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ. ЕРГОНОМІЧНІ ВИМОГИ	36
4.1 Охорона праці користувачів ПК. Ергономічні вимоги	36
4.2 Створення робочого місця проектувальника	40
Висновки по четвертому розділу.....	47

5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ	48
5.1. Техніко-економічні показники проекту	48
Висновки по п'ятому розділу	56
ВИСНОВКИ.....	57
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	59
ДОДАТКИ.....	61

ВСТУП

На даний час, коли більш ніж половина районів прикордонних областей, а, серед них, і Запорізької області знаходиться під окупацією і піддаються знищенню або пограбуванню, виникає питання відновлення їх після перемоги. Не секрет, що далеко не всі підприємства машинобудівного комплексу автоматизували виконання завдань, пов'язаних з технічною підготовкою виробництва своєї продукції. Проте навіть там, де така автоматизація відбулася, вона не завжди охоплює повний спектр функцій, виконуваних конкретними фахівцями. Причому одним доводилося вирішувати ці питання в різних, не зв'язаних між собою інформаційних системах, іншим – у системах власної розробки.

Така автоматизація процесів, взагалі перестає задовольняти сучасні потреби.

Підприємства, на яких не використовують інформаційні технології, виявляються не конкурентоспроможними внаслідок як великих матеріальних і тимчасових витрат на проектування, так і невисокої якості проектів, що може привести до їх банкрутства. Тому, виходячи із вищезазначеного, виникає необхідність у проведенні попередніх проектних досліджень результати яких можна буде використати при відновленні роботи підприємств міста Мелітополь та запорізької області

Метою даної кваліфікаційної роботи є модернізація підсистеми автоматизованого проектування технологічної документації одного із підприємств м. Мелітополь, а саме – приватного підприємства «Завод Двигун».

Об'єкт дослідження – система технічної підготовки виробництва приватного підприємства «Завод Двигун».

Предметом дослідження є комплект технічної документації на виробництво деталі «Вилка 151.40.278» до пускового двигуна ППД 12.

Практичне значення отриманих результатів полягає в наданні відділу головного технолога, який буде запропоновано створити на підприємстві, можливостей підвищити продуктивність праці.

Для досягнення поставлених цілей в роботі вирішуються наступні задачі:

- 1) проведення досліджень щодо існуючої структури та виробничих потужностей вибраного підприємства;
- 2) аналіз та модернізація існуючої конструкції пропонованої деталі;
- 3) аналіз існуючого технологічного процесу обробки пропонованої деталі;
- 4) розробка технологічного процесу, створення керуючої програми та комп'ютерна перевірка пропонованої деталі за механічними показниками;
- 5) розробка моделі кабінету інженера-технолога;
- 6) розрахунок економічної ефективності впровадження вдосконаленого технологічного процесу.

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ НА ПРИВАТНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ «ЗАВОД ДВИГУН».

1.1 Загальні відомості про ПП «Завод Двигун»

Приватне підприємство "Завод Двигун" було засноване в 1993 році. Основним видом діяльності до окупації було виробництво поршнів і циліндрів до автотракторної техніки.

На підприємстві були розташовано чавуно-ливарний чех, цех кольорового лиття, два цехи механооброблювального виробництва та інструментальні ділянки, розташовані на території відповідних цехів.

У чавуноливарному цеху виливки із сірого чавуну виготовляються наступних марок: СЧ 10 - СЧ 35 (ГОСТ 1412-85); ЧХ1, ЧХ2, ЧХ3 (ГОСТ 7769-82), призначені для виготовлення деталей, які працюють в умовах агресивних, токсичних, вибухо- та пожежонебезпечних середовищ, високих тисків та широких температурних інтервалів. До готових виливків пред'являються високі вимоги щодо механічних властивостей, мікроструктури, хімічного складу та щільності. Плавка чавуну виготовляється в індукційних печах ІЛТ-6.

У цеху кольорового лиття виливки із алюмінієвих сплавів виготовляються наступних марок: АК12, АК5М2, АК5М7. Плавка виготовляється в індукційній печі ІАТ-0. Виливки із мідних сплавів виготовляються наступних марок: БрО5Ц5С5, БрО10Ф1, БрА9Ж3Л, БрО7С13Н3, БрО12С2, Л63. Плавка виробляється в індукційних печах ІСТ-0,16 та ІСТ 0,4. Заливка проводиться в кокілі, виливниці відцентрових машин і частково в піщано-глинисті форми.

На підприємстві існували три основні відділи:

1. Відділ головного конструктора (ВГК);
2. Відділ головного металурга (ВГМ);
3. Служба підготовки виробництва.

Відділ головного конструктора (ВГК) складався з двох людей – конструктора та технолога (відділ головного технолога на ПП «Завод ДВИГУН» відсутній). Вони займалися розробкою нових виробів та модернізували існуючі. Весь обсяг робіт виконується з використанням кульмана та комп'ютера.

Вся конструкторська документація по завершенню оформлення передавалася у відділ головного металурга (ВГМ), в якому працює один співробітник. Головний металург контролював процес виготовлення заготовки деталі згідно з конструкторською документацією та розробленим технічним завданням. Отриману заготовку разом з необхідними інструментами та вимірювальними приладами передавали в механічний цех для подальшої обробки.

Також на підприємстві працювала служба підготовки виробництва. Вона складалася з наступних фахівців: токарів, координаторів, фрезерувальників, слюсарів-інструментальників. Які займалися підготовкою виробництва продукції, розробленої конструктором.

Свої технологічної документації підприємство не мало. Вся наявна технічна документація була запозичена з інших заводів, зокрема з Мелітопольського Моторного Заводу.

Виходячи з цього можна вже зараз зробити висновок про необхідність створення, в майбутньому, відділу головного технолога. Це обумовлено тим, що при відновленні зруйнованого виникне гостра необхідність у великій кількості виробів ПП «Завод Двигун».

1.2 Характеристика продукції ПП «Завод Двигун»

На ПП «Завод Двигун» випускалися:

- гільзи;
- циліндри;
- поршні;
- водяні насоси до автотракторної техніки.

В основному деталі виготовлялися в комплектах:

- Циліндропоршневий комплект до тракторів ЮМЗ-6, МТЗ-50, 52, 80, 80Л, 82, 82Л, Т-70С, Т-70В, ЛТЗ-60АВ, ЕТЦ-202А.

Поршень до двигуна Д-240, Д-242, Д-243, Д-244, Д-247, Д-248, Д65, Д50 та їх модифікації.

Матеріал поршнів – алюмінієвий сплав АК12М2МгН.

Матеріал гільзи – спеціальний легований чавун.

Відливка відбувалася центробіжним способом лиття, для отримання якісної структури матеріалу і високих механічних властивостей.

- Циліндропоршневий комплект до тракторів Т-25.

Поршень до двигунів Д21 та їх модифікації.

Матеріал поршня – алюмінієвий сплав АК12М2МгН.

Матеріал циліндра – чавун СЧ20.

Відливка робилася в піщано-глинясті форми. Обробка робочої поверхні відбувалася хонінгуванням алмазними брусками.

- Циліндропоршневий комплект до пускового двигуна на трактори МТЗ, ЮМЗ, ДТ-75, Т-150, комбайни «Нива»

Поршень до пускового двигуна ПД-10, ПЗ50.

Матеріал поршня – алюмінієвий сплав АК12М2МгН.

Матеріал циліндра – чавун СЧ20.

Відливка робилася в піщано-глинясті форми. Обробка робочої поверхні відбувалася хонінгуванням алмазними брусками.

- Гільзопоршневий комплект до тракторів ДТ-75М, ДТ-75МБ, Т-4А, Т-4АП2, ТТ-4, комбайнам «Казахстанець», «Сибіряк».

Поршень до двигуна А-41, А-01М та їх модифікаціям.

Матеріал поршня – алюмінієвий сплав АК12М2МгН.

Поліпшення властивостей юбки поршня досягалася методами покриття: графітизацією, лужнієм. Матеріал гільзи – спеціальний легований чавун.

Відливка відбувалася центробіжним способом лиття, для отримання якісної структури матеріалу і високих механічних властивостей.

1.3 Перелік існуючих підсистем САПР ПП «Завод Двигун»

На ПП «Завод Двигун» були впроваджені проектуючі і обслуговуючі підсистеми.

Проектуюча підсистема знаходилася у конструктора. Вона мала об'єктну орієнтацію і реалізувала визначений етап і стадію проектування або групу безпосередньо пов'язаних задач. Проектуюча підсистема забезпечувала: ескізне проектування виробів, проектування корпусних деталей, проектування технологічних процесів механічної обробки.

Обслуговуюча підсистема була присутня в бухгалтерії. Така підсистема загальносистемного застосування і забезпечувала підтримку функціонування проектуючих підсистем, а також оформлення, передачу і вивід отриманих результатів. Обслуговуюча підсистема включала в себе: автоматизований банк даних, документування, можливості графічного вводу-виводу.

На ПП «Завод Двигун» існувало два автоматизованих робочих місця: у відділі головного конструктора та в бухгалтерії (стаціонарні комп'ютери). Тобто підсистеми САПР присутні, але вони працювали не на повну потужність.

1.4 Програмне та апаратне забезпечення обчислювальної мережі

На ПП «Завод Двигун» використовувалося таке програмне забезпечення:

- Windows 10—операційна система сімейства Windows NT від компанії Microsoft.
- Microsoft OfficeWord – текстовий процесор. Дозволяє підготувати документи різної складності.

- Microsoft Office Excel – таблицний процесор.
- Microsoft Office Outlook– персональний комунікатор. До складу входять: календар, планувальник задач, записки, менеджер електронної пошти, адресна книга. Підтримується сумісна мережна робота.
- Microsoft Office Power Point – додаток для підготування презентацій.
- Microsoft Office Access – додаток для управління базами даних.
- Microsoft Office Info Path – додаток збирання даних та керування ними – спрощує процес збирання інформації.
- Microsoft Query – перегляд та відбір інформації з баз даних.
- Microsoft Office Picture Manager – робота з рисунками.
- Microsoft Office Document Image Writer – віртуальний принтер.
- Microsoft Office Diagnostics – діагностика і відновлення пошкоджених додатків MicrosoftOffice.
- 1С: Підприємство – програмний продукт, який призначений для автоматизації різних видів діяльності, включаючи рішення задач автоматизації обліку і управління на підприємстві.
- «Solidworks» – програмне забезпечення для побудови тривимірних моделей та робочих креслень деталей.

До апаратного забезпечення відносять пристрої та прилади, які утворюють апаратну конфігурацію.

Мінімальну (базову) конфігурацію комп'ютера складає:

- системний блок;
- монітор (дисплей);
- клавіатура;
- маніпулятор «миша».

Короткі технічні характеристики комп'ютерів ПП «Завод Двигун»:

- Процесор – двух'ядерний IntelPentiumE5700(3.0 ГГц);
- Об'єм оперативної пам'яті – 2 ГБ;
- Тип пам'яті – DDR3-1333;

- Тип відео карти і об'єм відеопам'яті – IntelGMA 4500;
- Чипсет материнської плати – IntelQ45 Express;
- Об'єм HDD – 320 ГБ SATA 7200 об/хв.;
- Оптичний привід – DVD-Super-Multi;
- Монітор 18.5" Philips 192E2SB/62;
- Клавіатура A4 Tech KL-7MU-R X-slim Silver PS/2 UKR;
- Маніпулятор «миша» A4 Tech OP-3DM-4 Black.

1.5 Організація обміну інформацією

У сучасних умовах світового соціально-економічного розвитку, особливо важливою областю стало інформаційне забезпечення процесу управління, що складається в зборі і обробці інформації, необхідної для прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Перед керуючим органом звичайно ставляться задачі одержання інформації, її обробки, а також генерування і передачі нової похідної інформації у виді керуючих впливів. Такі впливи здійснюються в оперативному і стратегічному аспектах і ґрунтуються на раніше отриманих даних, від вірогідності і повноти яких багато в чому залежить успішне рішення багатьох задач управління.

На ПП «Завод ДВИГУН» у відділі головного конструктора проводилися научно-дослідницькі і дослідно-конструкторські роботи, розроблялися повні комплекти конструкторської документації і передавалися технологу, який знаходився в тому ж відділі, а також розроблялася документація на технологічну підготовку виробництва.

Технолог розробляв процеси на виготовлення деталей і вузлів виробу, а також видавав технічне завдання на проектування установлюючих пристосувань, спеціальних ріжучих та вимірюючих інструментів та інших засобів технологічного оснащення і направлявав на інструментальну ділянку для виготовлення.

Розроблялася і проектувалася технічне завдання на проектування оснащення і направлялася конструктору, який готував креслення оснащення спеціального ріжучого і вимірюючого інструменту і передавав їх на інструментальну ділянку. У той же час технолог розроблявав технічне завдання на ливарні вироби, яке передавалися у відділ головного металурга, а техпроцес – в ливарні цехи для подальшого процесу.

В кінці проходження всіх відділів підприємства, інформація з кожного з них направлялася у бухгалтерію для нарахування цін.

На ПП «Завод ДВИГУН» у відділі головного конструктора працював конструктор та технолог, що полегшувало процес передачі інформації і не потребувало додаткових витрат часу. Основна структурна схема розподілення інформаційних потоків на підприємстві представлена на рисунку 1.1.

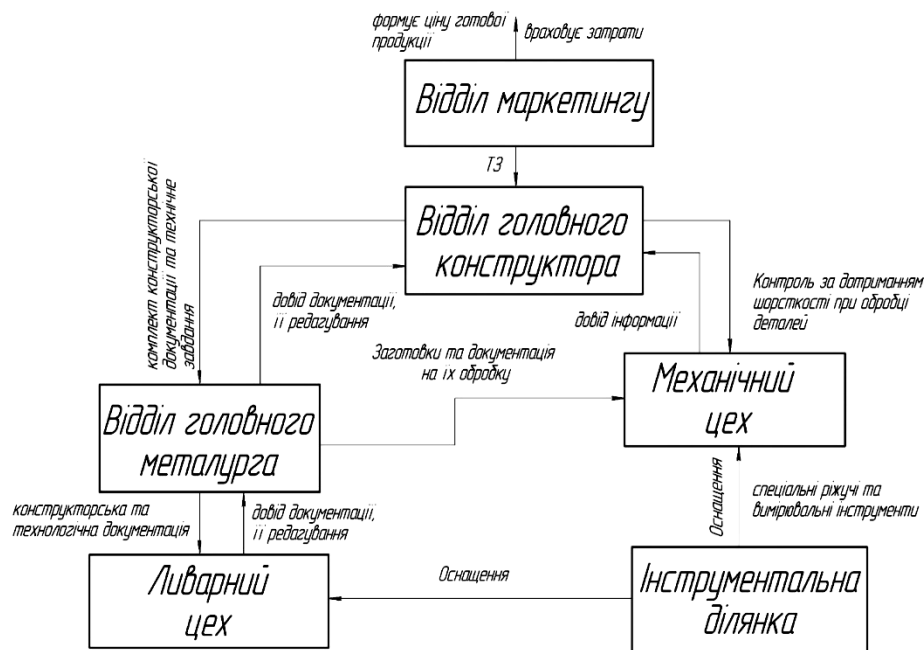


Рисунок 1.1. – Структурна схема розподілення інформаційних потоків на приватному підприємстві «Завод Двигун»

Висновки з першого розділу

Першим етапом кваліфікаційної роботи є переддипломна практика, на якій проводився аналіз існуючої на ПП «Завод Двигун» системи технічної підготовки виробництва продукції.

До складу підприємства входили наступні цехи: алюмінієвого литва, чавунного литва, два цехи механічної обробки та інструментальна ділянка. Механічна обробка деталей виконувалася на універсальних верстатах та з ЧПК що дозволяло отримувати високу якість продукції.

Технічну підготовку на підприємстві виконував відділ головного конструктора (ВГК), відділ головного металурга (ВГМ) та служба підготовки виробництва.

Для створення конструкторської документації на ПП «Завод Двигун» використовувалося програмне та апаратне забезпечення. Документація, що використовувалася але розроблена вручну модернізується та переводиться в електронний вид. Створювалися твердотільні моделі всіх видів продукції.

На підприємстві використовували два види верстатів з ЧПК, які забезпечували 70% потреб виробництва. Верстати з ЧПК, що використовувалися для виготовлення поршнів не забезпечували повну механічну обробку виливки, тому до обробку виконували на універсальному обладнанні, що приводило до збільшення часу обробки.

На підприємстві ПП «Завод Двигун» є всі можливості для повної автоматизації, як при технічній підготовці так і при виробництві, за рахунок програмних пакетів та нового обладнання.

Виходячи з вищезазначеного можна рекомендувати створити на підприємстві відділ головного технолога для більш мобільного реагування на попит у новій сучасній продукції даного підприємства.

2 ТЕХНІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА ДЕТАЛІ

2.1 Розрахунок деталі на міцність.

Для розрахунку міцності запропонованої деталі пропонується використання програмного пакету COSMOSWORKS, який використовувався на базовому підприємстві ПП «Завод Двигун».

COSMOSWORKS має широкий спектр спеціалізованих рішень, що дозволяють провести аналіз більшості типових завдань для деталей і вузлів, до яких можна віднести:

- аналіз лінійних статичних навантажень;
- аналіз температурних впливів;
- аналіз впливу критичних навантажень на стійкість конструкції;
- термостатичний аналіз;
- аналіз електромагнітних впливів на стійкість конструкції;
- визначення довговічності конструкції;
- комп'ютерний аналіз механічних властивостей рідин і газів.
- COSMOSWORKS повністю інтегрований в CAD-систему SolidWorks

Використовуючи перевірену техніку швидкого і якісного аналізу конструкцій будь-якої складності, включаючи складання, вироби з листового металу і т.д.

AccuStress дає можливість керувати характеристиками звичайно-елементної моделі.

Проведення оптимізації геометричних параметрів моделі [3].

До аналізу оболонок з використанням даних SolidWorks, включаючи аналіз з використанням серединних поверхонь можна віднести:

- автоматичну генерацію сітки з об'єднанням різних компонентів у одну модель;
- аналіз збірок з урахуванням завершення і тертя;
- аналіз збірок з урахуванням великих нелінійних деформацій при контакті поверхонь і терті;
- аналіз інтерференції компонентів;
- навантаження і граничні умови.

Навантаження і граничні умови можуть бути додані в глобальній або локальній системі координат. COSMOSWORKS, що підтримує ортогональну, циліндричну і сферичну системи координат. Навантаження і граничні умови включають:

- вимушені коливання вузлів;
- постійні і змінні сили і моменти;
- постійний і змінний тиск;
- підшипникові навантаження;
- віддалені навантаження і закріплення;
- абсолютно міцне з'єднання компонентів в збірці;
- прискорення.

Для візуалізації результатів COSMOSWORKS підтримує тривимірну графіку, засновану на OpenGL. Постпроцесор дозволяє переглядати наступні дані, отримані при розрахунку конструкції:

- напруги, відносні і абсолютні деформації, деформований стан, енергія деформації, сили реакції;
- власні форми і частоти коливань;

- температура, градієнтів температури, теплові потоки;
- динамічне відображення перетинів і висновки ізоповірностей;
- майстер перевірки конструкції дозволяє визначати коефіцієнт безпеки;
- сторію оптимізації конструкції;
- графічне відображення зміни параметрів при Р-методі.

Підтримувані формати – HTML (для генерації звітів), AVI, VRML, XGL, Bitmaps, JPEG.

Solid Works Simulation (COSMOS WORKS) – універсальний інструмент для аналізу міцності методом кінцевих елементів.

Для виконання розрахунку деталі на міцність в COSMOSWORKS спочатку необхідно завантажити деталь до програмного продукту (див. рис. 2.1) і починати задавати вихідні дані для розрахунку. Кожний розрахунок в COSMOSWORKS виконано у вигляді операції [3].

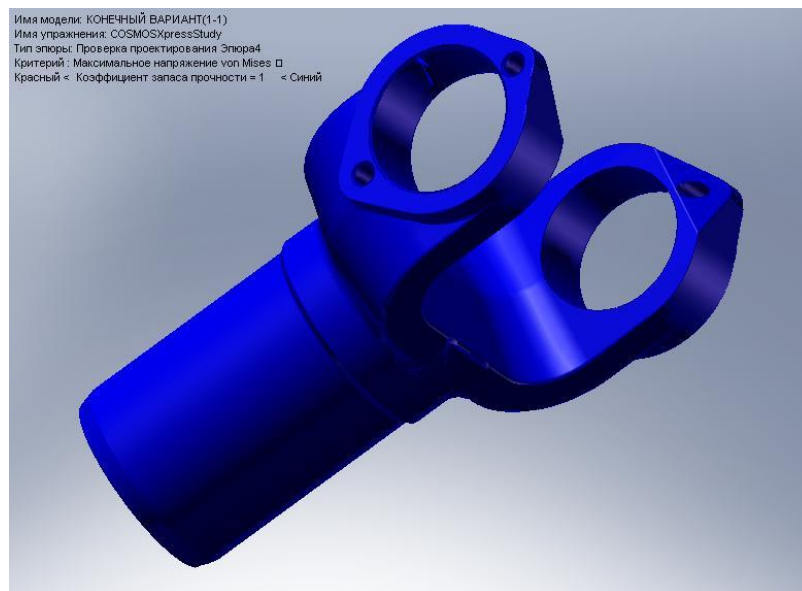


Рисунок 2.1 - Завантажуємо деталь

Починаємо вправу, вибравши команду COSMOSWORKS. Вибираємо тип навантаження сила (рис. 2.2).

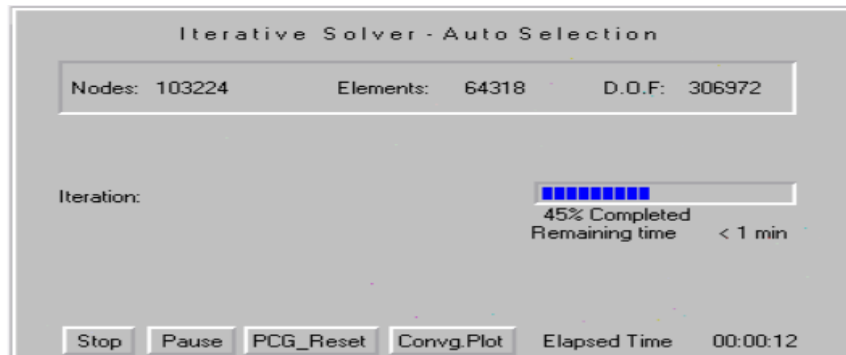


Рисунок 2.2 – Вибір типу навантаження

Для завдання навантаження, натискаємо лівою кнопкою миші на елементі далі у вікні Менеджера. Вибираємо поверхні (див. рисунок 2.3), перевіряємо відповідність установлених параметрів, задаємо силу 10000 N (розмірність Па), та виконуємо розрахунок запропонованої деталі на міцність

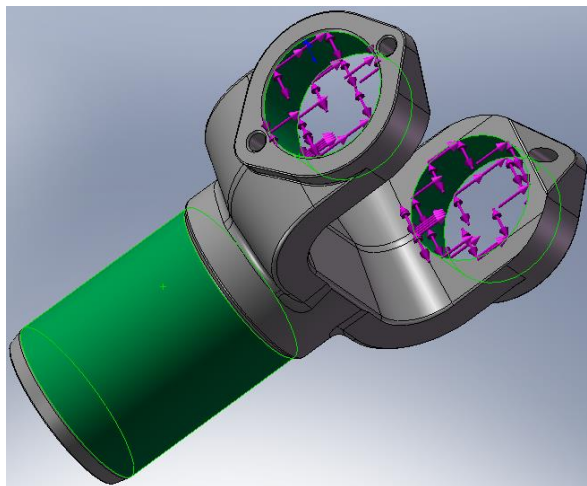


Рисунок 2.3 - Вибір поверхні для завдання навантаження та параметрів припустимого навантаження.

Далі необхідно виконати розрахунок на міцність. Для запуску розрахунку вибираємо команду COSMOSWORKS і команду **Запустити**. Починається процес розрахунку статичних вузлових напружень (рис. 2.4).

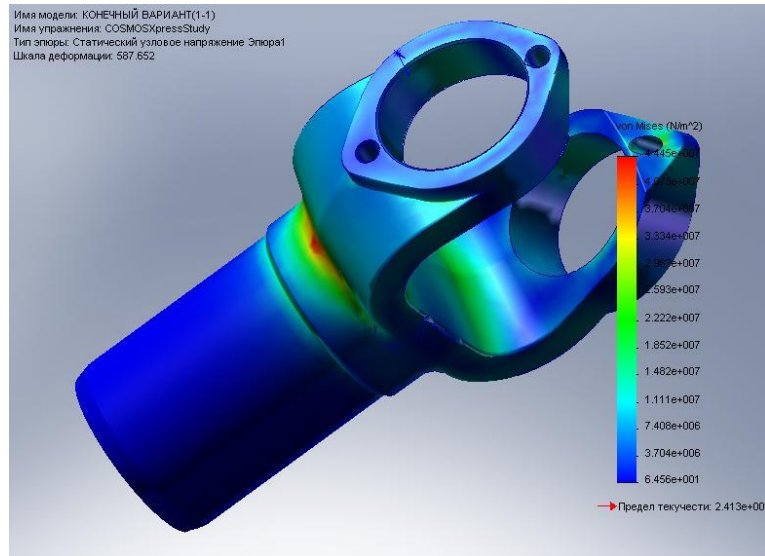


Рисунок 2.4 - Розрахунок статичних вузлових напружень

По закінченні розрахунку в дереві Менеджера COSMOSWORKS з'явилися додаткові елементи (див. рисунок 2.6), що ставляться до результатів розрахунку.

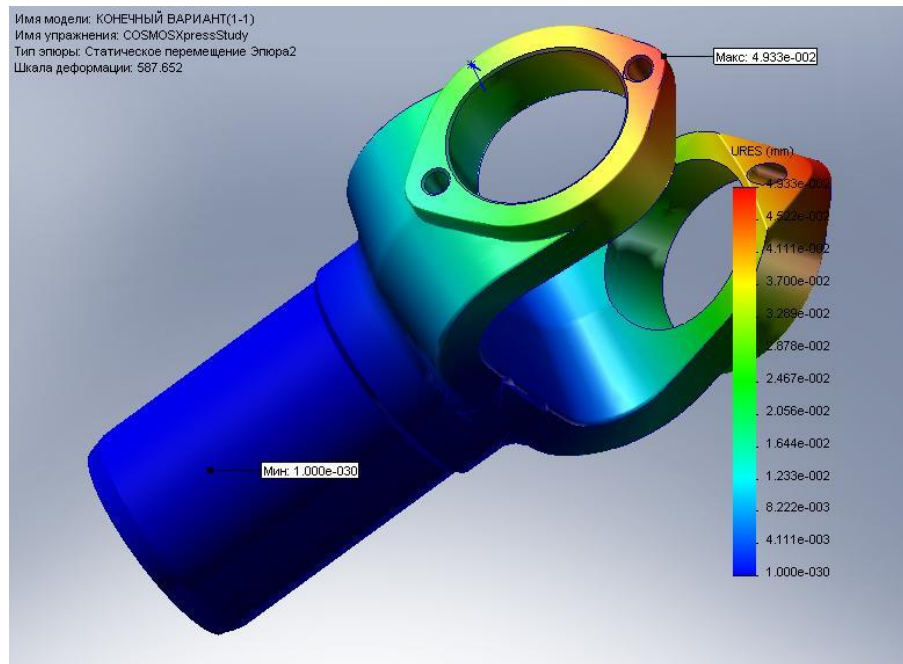


Рисунок 2.6 – Розрахунок статичних вузлових переміщень

Синіми кольорами відображаються точки з найбільшим запасом міцності, червоним – з найменшим. По роздвіченню деталі можна судити, чи зможе вона витримати прикладені навантаження.

При необхідності можливо зробити Звіт, який дозволяє одержати повний звіт про розрахунок на міцність деталі у вигляді HTML-файлу.

Сформувавши звіт, отримуємо результати перевірки проектування згідно з якими мінімальний коефіцієнт запасу міцності складає 1 при заданому навантаженню у 10000N.

Проаналізувавши отримані результати можна зробити висновок матеріал для виготовлення деталі нормально витримує навантаження. Отже можна спокійно ставити загрузку у 10000 N. Це оптимальне значення для деталі при якому запас міцності складає 9.8.

2.2 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі

Базовий технологічний процес налічує 10 фрезерних операцій, 25 свердлильних і 7 різьбонарізні операцій. Їх можна зробити за одну установку на 4х координатному обробному центрі або за 3 установки на 3х координатному. З точки зору даного виробництва технологічний процес не можна вважати технологічним, так як на виробництві є Верстат з ЧПК Модель VDL-500 який має:

- робочу поверхню столу, 700x320 мм;
- максимальне допустиме навантаження на стіл, 150 кг;
- переміщення по осі X, 450 мм;
- переміщення по осі Y, 350 мм;
- переміщення по осі Z, 380 мм;
- відстань від ліній центру шпинделя до поверхні направляючої стійки, 430 мм;
- відстань від шпинделя до поверхні столу, мм 140 ~ 520;
- тип напрямних X / Y / Z Лінійні;
- швидкість обертання, об / хв 60-8000;
- конус шпинделя BT40;
- максимальна швидкість подачі робочої по осях X / Y / Z, мм / хв 8000;
- швидкість швидких переміщень по осях X / Y / Z, м / хв 30/30/30;
- тип магазину поворот, плечі;
- час зміни інструменту, з 6-8;
- кількість місць у магазині, 12 шт;

- точність позиціонування, мм $\pm 0,005$;
- повторюваність позиціонування, мм $\pm 0,003$;
- сумарна потужність, що споживається, KVA 15;
- потужність двигуна приводу шпинделя номінальна / максимальна – 30 хв, 5,5 кВт / 7,5 кВт;
- габаритні розміри верстата (LxWxH), мм 2450x1590x2200;
- загальна маса верстата, кг 2000.

Цього цілком достатньо щоб обробляти деталь "Вилка злизування 700A.22.04.012" за 2 установки.

2.3 Розробка досконалого технологічного процесу обробки деталі

Розробка досконалого технологічного процесу полягає у впровадженні комп'ютерних технологій, застосування сучасних швидкорізальних інструментів і більш продуктивних стратегій обробки. Для розробки даного технологічного процесу я пропоную: Застосовувати систему Solidworks CAM. дана система дозволяє скоротити терміни розробки технологічного процесу і має бібліотеку верстатів та інструментів. Використовувати сучасні ріжучі інструменти такі як:

Торцева фреза Walter F4080 діаметром 160мм.

На фрезі типу F4080 (див. рисунок 13) використовуються економічні восьмигранні пластини, що випускаються в наступних геометріях:

A27 – міцна чорнова геометрія;

A57 – спеціальна геометрія для обробки чавуну;

D57 – універсальна геометрія для середніх умов;

F57 – чистова геометрія для хороших умов обробки;

Таким чином, сучасні фрези Walter дозволять скоротити виробничі витрати та знизити собівартість обробки деталей.

Спиральні свердла з твердого сплаву.

Конструктивно вони аналогічні спіральним свердлам зі швидкорізальної сталі, але сучасні марки твердих сплавів дозволяють цим свердлам працювати з продуктивністю, недосяжною для сталевих свердлів.

Частка твердосплавних свердел у загальній кількості свердлувального інструменту постійно збільшується. Порівняно зі звичними свердлами з швидкорізам, цільні свердла твердосплавні володіють наступними перевагами:

- збільшена твердість і опірність зносу;
- збільшена теплостійкість;
- більш гострі ріжучі кромки.

Завдяки цим властивостям свердла твердосплавні, як правило, дозволяють підвищити продуктивність праці і знизити собівартість деталі навіть незважаючи на те, що ціна таких інструментів набагато вище в порівнянні з їх аналогами зі швидкорізальної сталі.

Даний ріжучий інструмент дозволяє значно підвищити продуктивність обробки і знизити собівартість деталі.

2.4 Розробка керуючої програми для встаткування з ЧПК

2.4.1 Обґрунтування вибору стратегії обробки

Після імпортування моделі в програму PowerMill вибираю одну із запропонованих заготовок віртуальної деталі: блок, контур, модель, межа, циліндр. Я обрав блок. Виставляю допуск і припуск на заготовку деталі. Обов'язковим є налаштування системи координат моделі для кожної із стратегій. У цьому проекті я використав два розташування системи координат.

Далі треба визначитися з вибором інструментів і послідовністю їх використання, а також траєкторіями руху кожного з інструментів. У цьому проекті я використав 2 інструменти і 2 траєкторії. Оскільки деталь має отвори, то треба скористатися одним з підміну програми: 2D моделей. Це підміну дозволяє в

автоматичному режимі визначати отвори, пази, кишені, бобышки наявних на поверхні деталі.

Ця заготовля деталі має відносно не великі розміри, і я використав відповідні параметри інструментів. Також в проєкті я використав таке підміну як межі. Воно використовується якщо треба обмежити деяку частину деталі для ретельнішої обробки.

1. Вибірка растром кінцевою фрезою

Чорнова обробка.

Систему координат виставляю так, щоб вісь Z розташовувалася перпендикулярно осі фрези в цьому проєкті це СК Деталей 1

Параметри траєкторії :

- інструмент: торцева фреза, діаметром 50мм;
- крок фрези :40мм;
- припуск на доопрацювання: 0.3мм;
- вісь фрези : вертикально.

Припуск на доопрацювання задаю так, як фреза з цим діаметром не дасть потрібної точності обробки (рис. 2.7).

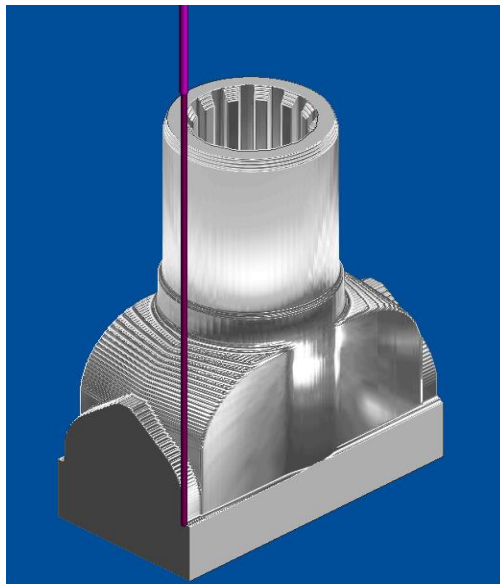


Рисунок 2.7 - Чернова обробка пропонованої деталі

Для другої траєкторії, яка служить доопрацюванням чорнової обробки деталі, залишаємо ту ж систему координат та встановлюємо інші параметри траєкторії :

- інструмент: кінцева фреза, діаметром 50 мм;
- крок фрези : 1мм;
- межа траєкторії : не визначена;
- припуск на доопрацювання: 0.3мм;
- вісь фрези : вертикально.

Припуск на доопрацювання задається як і для чистової обробки. На рисунку 2.8 наведено 3D – модель після виконання чистової обробки, а на рисунку 2.9 представлено фрагмент NCфайлу обробки деталі.



Рисунок 2.8 - Чистова обробка пропонованої деталі

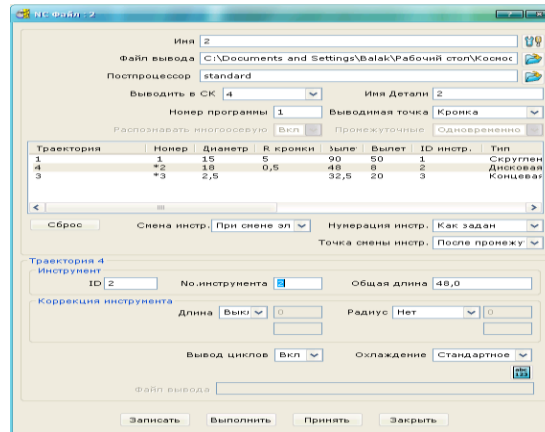


Рисунок 2.9 - СтворенняNC файлу

Висновки з другого розділу

Одним з найважливіших етапів виробничого процесу є технологічна(конструкторська) підготовка виробництва. Її рівень відбувається не лише на термінах виготовлення, але і на якості зробленої продукції, а, означає, її конкурентоздатності.

Нині на сучасних заводах широко застосовуються верстати з числовим програмним управлінням (ЧПУ) і особливо актуальним є завдання автоматизації формопобудови на цих верстатах. Адже використання різних геометричних форм лежить в основі створення необхідних для зборки сучасних механізмів деталей. Особливу складність в цьому процесі представляє розробка траєкторії оброблюваної поверхні, розрахунки необхідної точності, з урахуванням кінематичних особливостей верстата і геометрії різального інструменту.

Використання сучасної обчислювальної техніки в процесі проектування на виробництві – є етапом науково-технічного прогресу. Для розробки нових і удосконалення деталей, що вже випускаються, дуже важливі терміни і якість доиспытательных досліджень. Ще на етапі попереднього проектування важливо максимально точно оптимізувати параметри виробу, з урахуванням термінів і трудовитрат.

3 РОЗРОБКА СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ПРОГРАМНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТИПОВИХ ВИРОБІВ

3.1 Постановка задачі

Згідно із завданням, у кваліфікаційній роботі необхідно збільшити внутрішні розміри деталі, та в результаті розрахунків, отримати програмний модуль. Наочно зміни представлено у подальших дослідженнях.

3.2 Параметризація

Після завершення створення моделі у програмі Solidworks необхідно параметризувати отриману модель (рис.3.1). Для здійснення цього потрібно зробити наступне:

- 1) увійти в відповідний режим для завдання нових параметрів змінних;

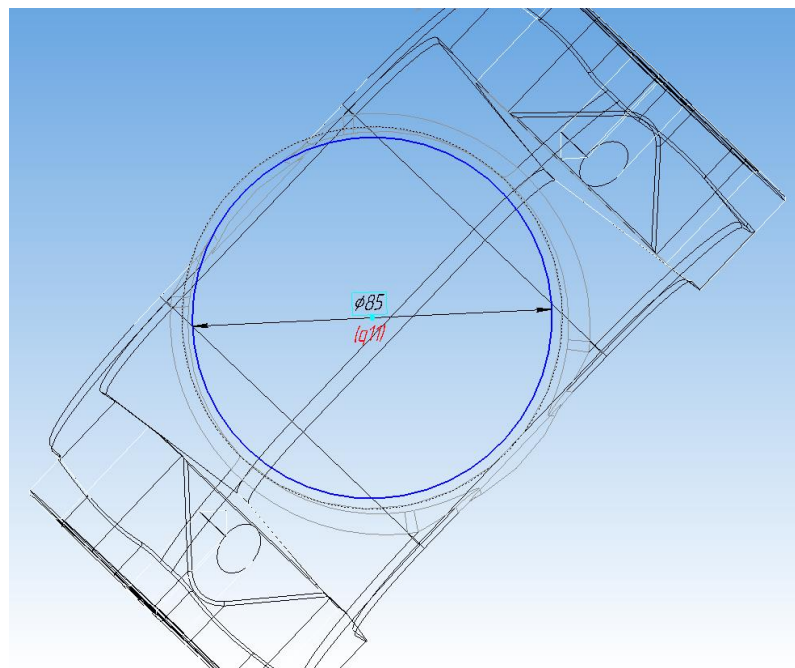


Рисунок 3.1 – Встановлені зовнішні розміри деталі

2) внести ім'я змінної в осередок «вираження» (рис. 3.2);

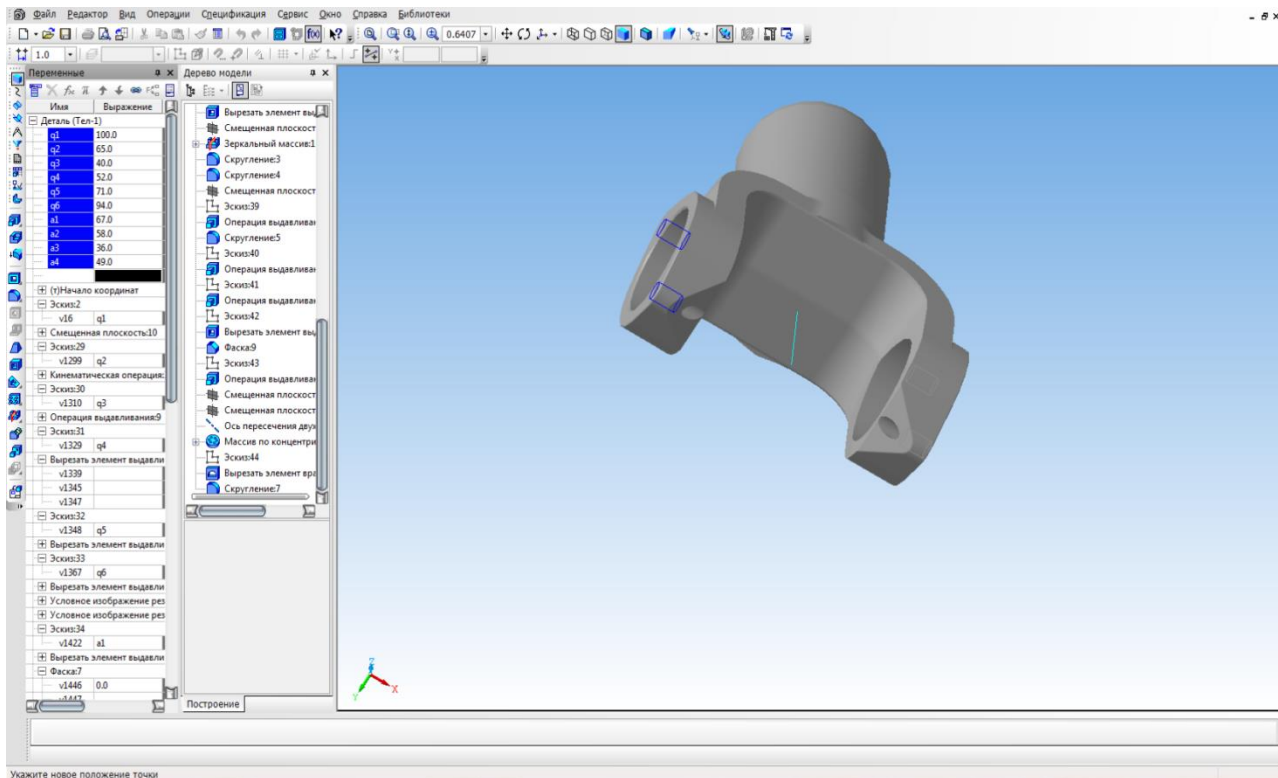


Рисунок 3.2 – Внесені змінні

3) після збереження відредагованої моделі змінена змінна з'явиться в списку і її необхідно занести у зовнішні змінні.

3.3 Розробка програмного забезпечення

Виконання розрахунків не представляє головну складність настільки, наскільки організація взаємодії розрахункового модуля і САПР. Додатково ускладнює управління ними з зовнішньої програми те, що більшість сучасних САПР не підтримують COM-технологію. Тому, як правило, таке управління здійснюється за допомогою технології API (Application Programming Interface). API-технологія надає програмісту набір процедур і функцій для управління САПР, але не дає прямого

доступу до властивостей і методів об'єктів всередині САПР, що робить код програми дещо більш громіздким і менш зрозумілим.

Для підключення програмного модуля до отриманої моделі, необхідно виконати наступні дії:

- відкрити проект модуля в Delphi;
- знайти рядок, що містить шлях і змінити в ній шлях до файлу моделі на свій;
- потім відкрити форму в Delphi (рисунок 3.3) і змінити всі назви змінних на свої. Змінні будуть йти в тому порядку, в якому вони йдуть в Solidworks.

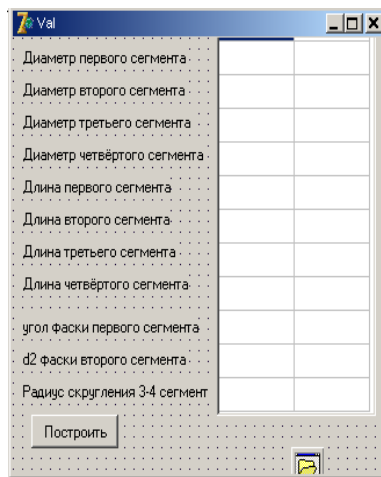


Рисунок 3.3 – Форма змінних в Delphi

По завершенню всіх перерахованих вище дій можна запустити проект. Програмний модуль Delphi прикладений в додатку В.

3.4 Вирішення контрольного прикладу

На рисунках 3.4 – 3.6 надані вихідні параметри і 3D – модель запропонованої деталі (рис. 3.4), перебудовану, за допомогою розробленого програмного модулю спеціалізованої САПР, 3D – модель (рис. 3.5), та фрагмент програмного коду запропонованої САПР (рис. 3.6).

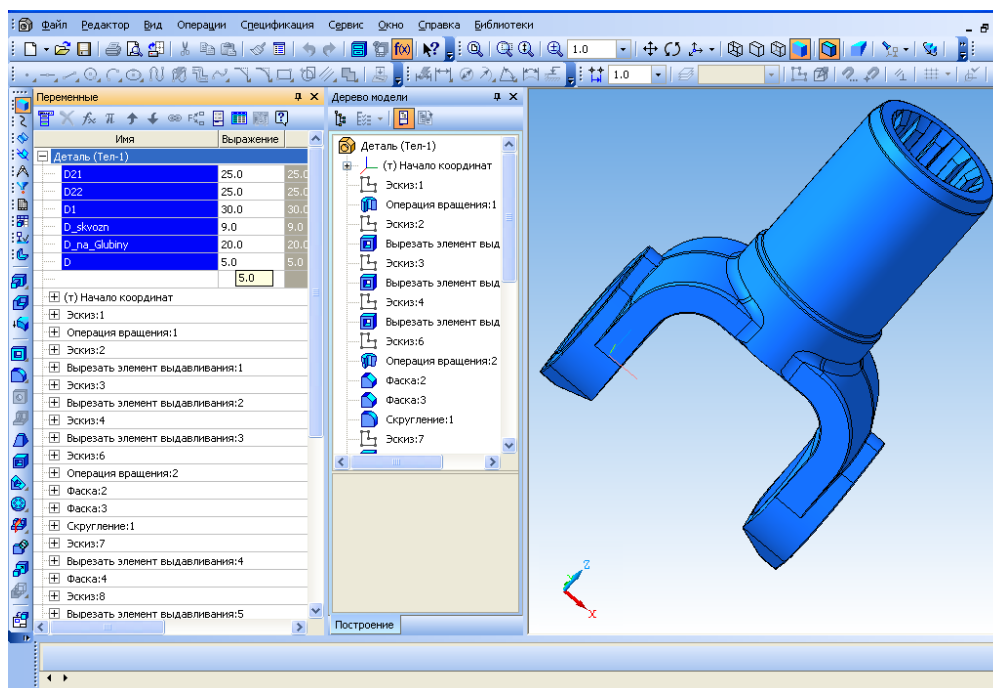


Рисунок 3.4 – Вихідні параметри і модель

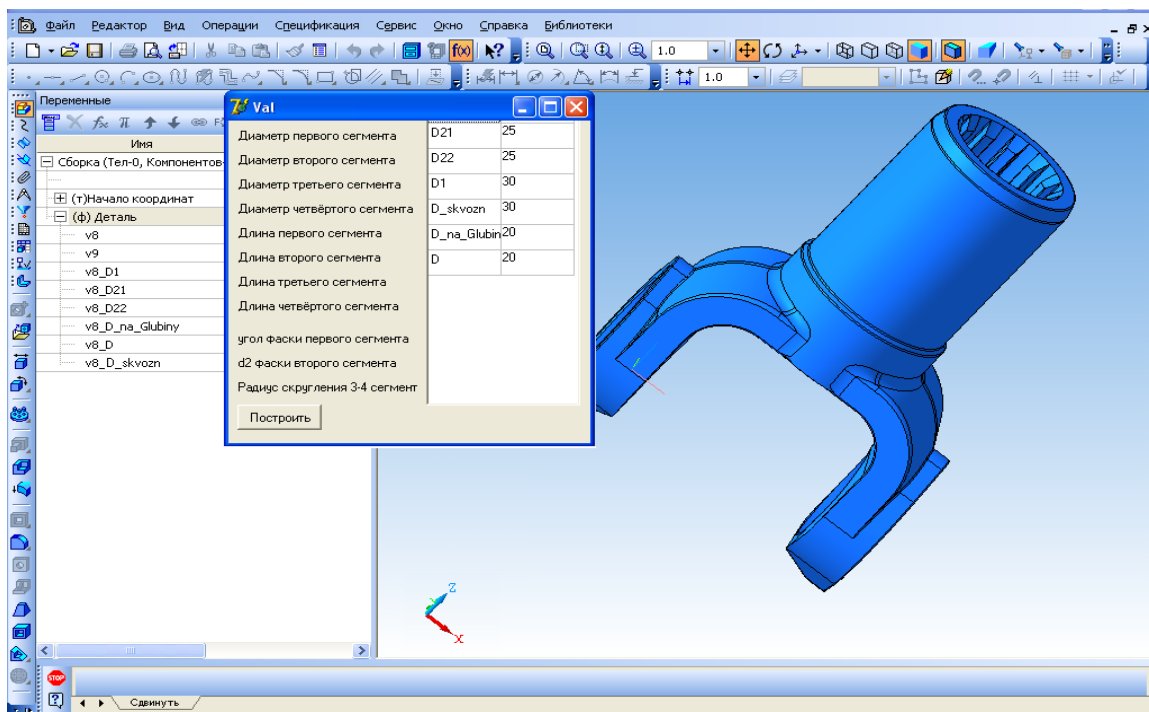


Рисунок 3.5 – Перебудована модель

```

Delphi 7 - Project1
File Edit Search View Project Run Component Database Tools Window Help <None>
Standard Additional Win32 System Data Access Data Controls dbExpress DataSnap BDE ADD InterBase
uMain.pas
uMain
TVal
Procedures
Types
Variables/Constants
Uses
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;
end;

```

Ри

Рисунок 3.6 – Фрагмент програмного коду

Висновок з третього розділу

Для вдосконалення і модернізації механізмів і деталей на виробництві використовуються сучасні програмні продукти. Для того, щоб автоматизувати моделювання і виробництво типових виробів одного класу, що проектуються по схожому алгоритму, технологи-програмісти створюють спеціалізовані програми, завдяки спільному використанню в САПР різних прикладних мов програмування (API).

Розробка спеціалізованих, з урахуванням заданих конкретних параметрів, модулів, дозволяє не лише скоротити час і витрати на виготовлення деталей, а також підвищити точність, і, відповідно, якість продукції, що випускається.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ. ЕРГОНОМІЧНІ ВИМОГИ

4.1 Охорона праці користувачів ПК. Ергономічні вимоги

Охорона праці – система законодавчих актів, постанов, організаційних, санітарних і технічних норм, що забезпечують безпечні для здоров'я умови праці на робочому місці. Науково-технічний прогрес вніс зміни в умови виробничої діяльності працівників розумової праці. Їхня праця стала більш інтенсивною, напруженою, потребує витрат розумової, емоційної і фізичної енергії. Це має пряме відношення і до фахівців, пов'язаних із експлуатацією автоматизованих систем проектування конструкторської документації.

На робочому місці інженера-конструктора створюються умови для високопродуктивної праці (оснащення персональними ЕОМ із графічними дисплеями, клавіатурами і принтерами). За рахунок цього оператор піддається впливу наступних несприятливих факторів:

- 1) недостатнє освітлення;
- 2) електромагнітне випромінювання;
- 3) виділення надлишку теплоти.

Тому необхідно розробити засоби захисту від цих шкідливих факторів. До даних засобів захисту відносяться: вентиляція, штучне освітлення, звукоізоляція. Існують нормативи, що визначають комфортні умови і гранично припустимі норми запиленості, температури повітря, шуму, освітленості. У системі заходів, що забезпечують сприятливі умови праці, велике значення приділяється естетичним факторам: оформлення виробничого інтер'єра, устаткування, застосування функціональної музики, які впливають на організм людини. Важливу роль грає фарбування приміщення, що повинне бути світлого кольору.

Розвитку стомлюваності на виробництві сприяють наступні фактори:

- 1) неправильна ергономічна організація робочого місця;

- 2) нераціональні зони розміщення встаткування по висоті від підлоги;
- 3) характер процесу праці.

Трудовий процес організований таким чином, що оператор змушений з перших хвилин робочого дня вирішувати найбільш складні і трудомісткі завдання, у той час як у перші хвилини роботи функціональна рухливість нервових кліток мозку є низькою. Важливе значення має чергування праці і відпочинку, зміна одних форм роботи іншими.

Питання, що відносяться до відповідальності за забезпечення охорони праці при роботі за комп'ютером регулюються законом «Про охорону праці».

Найбільш повним нормативним документом щодо забезпечення охорони праці користувачів ПК є «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами (ВДТ) електронно-обчислювальних машин» ДСанПіН 3.3.2.007-98.

Відповідно до закону «Про охорону праці» на керівника підприємства покладається обов'язок забезпечити:

- 1) безпеку працівників при експлуатації устаткування;
- 2) застосування засобів індивідуального захисту працівників;
- 3) відповідні вимоги охорони праці і відпочинку працівників;
- 4) навчання безпечним методам і прийомам виконання робіт;
- 5) інструктаж по охороні праці;
- 6) організацію контролю за станом умов праці на робочих місцях;
- 7) проведення атестації робочих місць за умовами праці;
- 8) інформування працівників про умови і охорону праці на робочих місцях, існуючому ризику пошкодження здоров'я і компенсаціях, що вважаються їм, і засобах індивідуального захисту.

Перш ніж придбати комп'ютери, необхідно відповідним чином підготувати приміщення, де вони будуть встановлені.

Об'ємно-планувальні рішення приміщень для роботи мають відповідати вимогам.

Не допускається розташовувати робочі місця для роботи на комп'ютері в підвальних приміщеннях.

Площа на одне робоче місце для дорослих користувачів повинна бути не менше 6 квадратних метрів, а об'єм - не менше 20 кубічних метрів.

Для внутрішньої обробки приміщень повинні використовуватися дифузно-відображаючі матеріали з коефіцієнтом віддзеркалення від стелі – 0,7 – 0,8; для стін – 0,5 – 0,6; для підлоги – 0,3 – 0,5.

Приміщення для роботи на комп'ютерах повинні мати природне і штучне освітлення відповідно до ДСанПіН П-4-79.

Природне освітлення має здійснюватися через світлові прорізи, орієнтовані переважно на північ і північний схід, і забезпечувати коефіцієнт природної освітленості не нижче, ніж 1,5%.

Віконні отвори повинні бути обладнані регульованими жалюзі, завісами, зовнішніми козирками.

Поверхня підлоги в приміщеннях повинна бути рівною, без вибоїн, не слизького, зручного для очищення і вологого прибирання, мати антистатичні властивості.

Виробничі приміщення повинні обладнуватися:

- 1) шафами для зберігання документів, магнітних дисків, полицями, стелажми, тумбами тощо, з урахуванням вимог до площі приміщень;
- 2) аптечками першої медичної допомоги.

При робочих приміщеннях мають бути обладнані побутові приміщення для відпочинку під час роботи, кімната психологічного розвантаження. В кімнаті психологічного розвантаження слід передбачити встановлення пристроїв для

приготування і роздачі тонізуючих напоїв, а також місця для занять фізичною культурою (ДСанПін 2.09.04-87).

У приміщеннях слід щоденно робити вологе прибирання.

Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища включають вимоги до параметрів мікроклімату, освітлення, шуму і вібрації, рівнів електромагнітного та іонізуючого випромінювання.

У виробничих приміщеннях на робочих місцях мають забезпечуватись оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості й рухливості повітря (ГОСТ 12.1.005-88, СН 4088-86).

У приміщеннях, де експлуатуються комп'ютери, штучне освітлення повинне бути загальним і рівномірним. Проте якщо співробітники переважно працюють з документами, то допускається застосування комбінованого освітлення: окрім загального, встановлюються світильники місцевого освітлення, які не повинні створювати відблисків на поверхні екрану і збільшувати його освітленість до 300 люкс.

Освітленість поверхні столу в зоні розміщення робочого документа повинна складати 300-500 люкс.

Джерела освітлення слід встановлювати так, щоб вони не засліплювали, при цьому яскравість поверхонь що світяться (вікна, світильники) і знаходяться в полі зору, повинна бути не більше 200 кандел на квадратний метр.

Для забезпечення нормованих значень освітленості в приміщеннях слід не рідше за два рази на рік чистити стекла, віконні рами і світильники і своєчасно замінювати лампи, що перегоріли.

Рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях мають відповідати вимогам ДСанПін 3223-82.

Інтенсивність потоків інфрачервоного випромінювання має не перевищувати допустимих значень, відповідно до ДСанПін 3.3.6.042-99.

Інтенсивність потоків ультрафіолетового випромінювання не повинно перевищувати допустимих значень, відповідно до ДСанПін 4557-88.

4.2 Створення робочого місця проектувальника

Під час роботи часто виникають ситуації, у яких оператор ЕОМ повинен за короткий проміжок часу прийняти правильне рішення. Для успішної праці в таких умовах необхідне раціонально організоване навколишнє середовище, що захищає працівника від впливу сторонніх подразників, якими можуть бути похмуре фарбування ЕОМ і приміщення. Тому всіма засобами потрібно знижувати стомлення і напругу оператора ЕОМ, створюючи обстановку виробничого комфорту.

Робоче місце повинно бути зручним для роботи й ергономічно обґрунтованим. Нами визначено основні області роботи при яких місце розташування певних приладів буде оптимальним.

Монітор слід розміщувати на відстані 50-70 сантиметрів від ока працівника. Екран монітора повинен бути захищений від хвиль різної довжини й не має впливати на здоров'я людини. На екран не повинно падати пряме сонячне світло, монітор не повинен відсвічувати. Комп'ютер має бути розташований безпосередньо перед користувачем, що полегшить процес роботи.

Був розроблений проект робочого стола в програмі Autodesk 3ds Max, що відповідає всім ергономічним показникам, вимогам до зонування робочої поверхні. Висота робочої поверхні столу дорівнює 725 міліметра. Простір для ніг висотою 700 міліметрів, шириною - 600 міліметрів, глибина на рівні колін - 680 міліметрів.

Конструкція робочого столу припускає забезпечення оптимального розміщення на робочій поверхні використовуваного устаткування з урахуванням його кількості і конструктивних особливостей.

Моделювання столу. За допомогою інструмента **Box** вкладці **Create** → **Geometry** → **Box** (Створити → Геометрія → Коробки), ми створюємо прямокутну панель із заданими параметрами, вкладка **Create** → **Geometry** → **Box**. Там же зазначені в полях розміру дані величини після натискання піктограми **Create** у закладці **Keyboard Entry** (уведення із клавіатури), ми одержуємо нашу панель.

Надалі дану панель можна модифікувати за допомогою інструментів вкладки **Modifiers** (Модифікатори), а саме модифікаторам **Mesh Smooth**.

За допомогою кривих ліній і отриманих при їхньому використанні ескізів.

Для цього необхідно активізувати вкладку **Create** → **Shapes** (Створити → Криві). Скористаємося інструментом **Line** (Лінія) який перебуває **Create** → **Shapes** → **Line** (Створити → Криві → Лінія).. Створимо ескіз шляхом почергового уведення крапок з відповідними координатами **X** і **Y** до одержання прямокутника даного розміру після чого за допомогою вкладки **Modify** можемо задати скруглення в поле **Fillet** (скруглення) нашим кутам при необхідності.

Після завершення ескізу проведемо процес видавлювання для цього при виділеному ескізі активуємо команду **Extrude** (Видаввити) яка перебуває **Modifiers** → **Mesh Editing** → **Extrude** після вкладці, що з'явився, **Extrude** у поле глибини видавлювання задаємо необхідний параметр (рисунок 4.1).

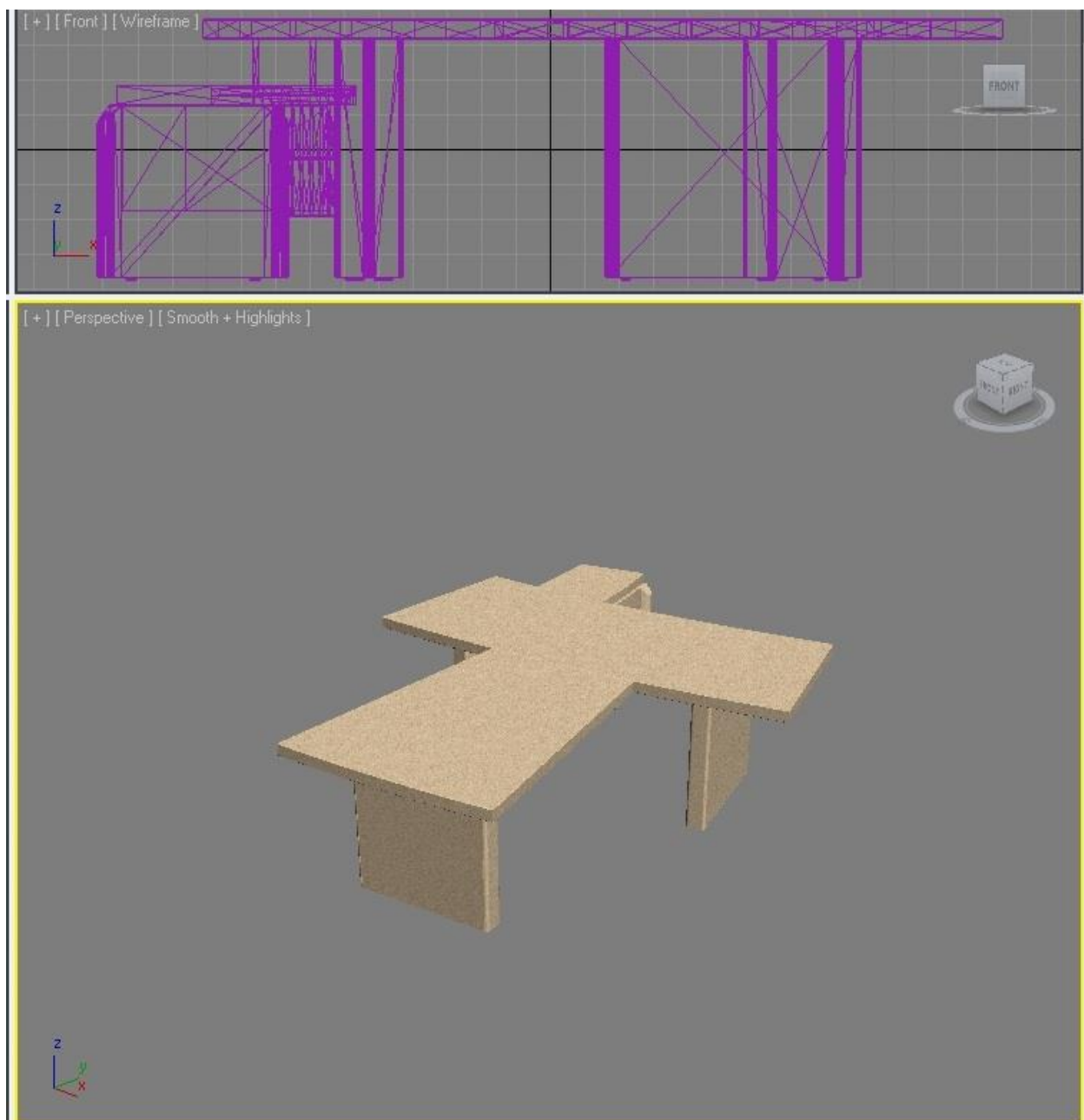


Рисунок 4.1 – Моделювання стола

Надання текстури столу. Для цього виділяємо частини столу. Далі ідемо во вкладку Material Editor- Maps –None, далі вказуємо адресу текстури. Завантажуємо текстуру Show Map in Viewport та Put Material to Scene (рисунок 4.2,4.3).

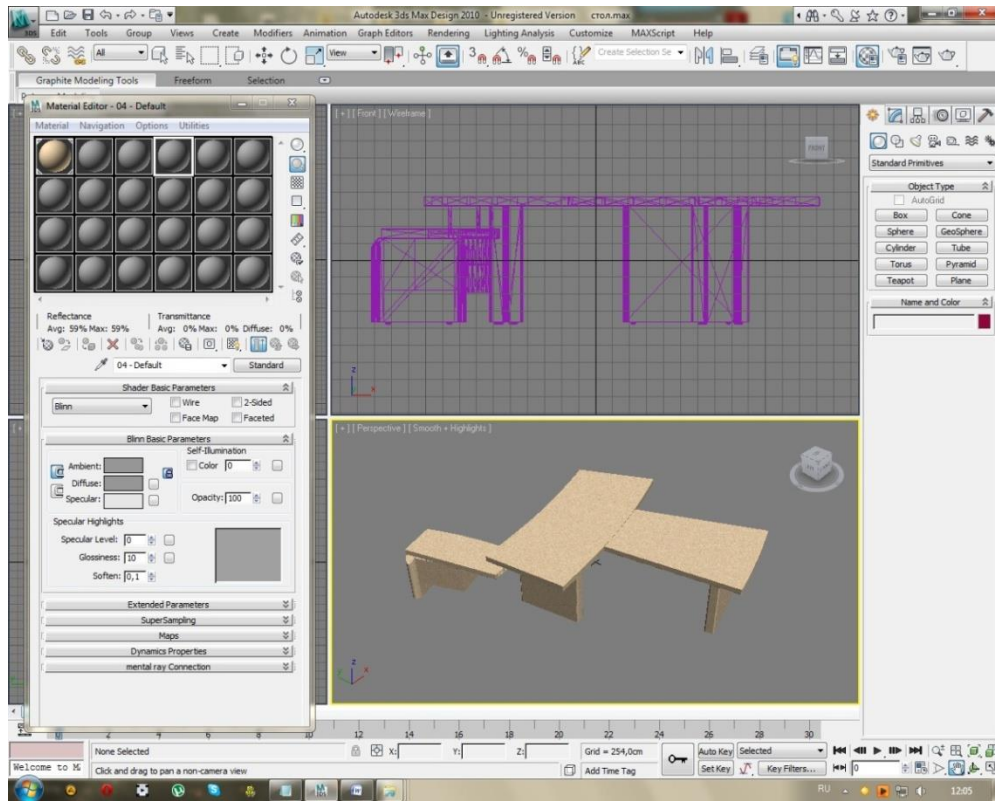


Рисунок 4.2 – Надання текстури столу

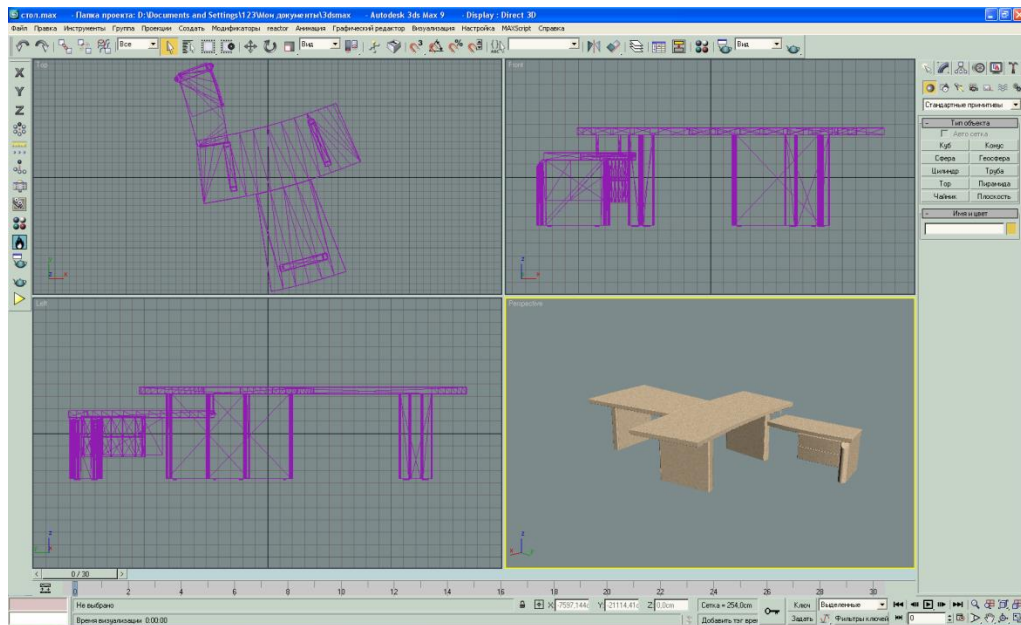


Рисунок 4.3 – Підсумковий результат робочого місця

Моделювання стільця. Конструювання робочих сидінь охоплює широку область від створення простої лави або стільця до розробки складного сидіння з ретельною системою підгонки. Хороше сидіння може знизити стомлюваність і підвищити продуктивність оператора; воно може заощадити час і енергію людини. Погане сидіння може привести до поганого самопочуття оператора, фактично перешкодити оптимальному управлінню устаткуванням і знизити продуктивність оператора.

За останній час була проведена велика робота в області конструювання робочих сидінь. Свідомством її є покращувані стільці для секретарів і креслярів, крісла для пілота літака і так далі рекомендації, що Приводяться нижче, не слід розглядати як остаточні, вони дають лише відправні крапки для розробки хорошого робочого сидіння.

Принципи конструювання:

- 1) метою конструювання робочого сидіння має бути створення опорної структури, що підтримує людське тіло в процесі виконання людиною певного виду роботи.
- 2) сидіння повинно бути зручним для виконання запланованих робочих операцій. Воно повинно мати необхідні розміри і допускати регулювання не тільки по висоті, але і по положенню, коли його застосування вимагає рухливості.
- 3) сидіння повинно належним чином підтримувати тіло та не допускати неправильної пози. Для рівномірного розподілу ваги тіла по поверхні сидіння можна застосовувати подушки.
- 4) слід передбачити підлокітники, якщо вони не заважають виконанню робочого завдання. Для збереження оптимального відстані між сидінням і ступнями ніг можна використовувати спеціальні підніжки.

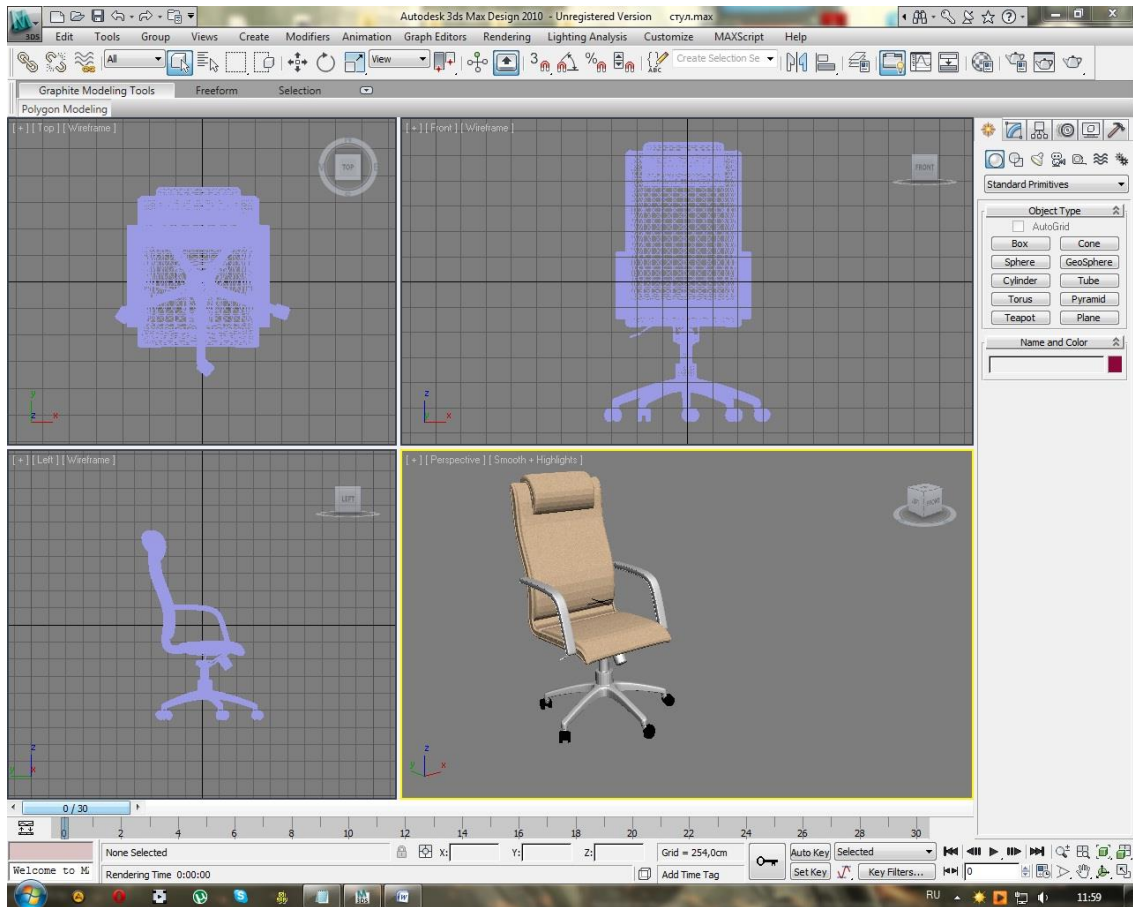


Рисунок 4.4 – Підсумковий результат моделювання стільця

Конструкція робочого стільця забезпечує підтримку раціональної робочої пози, дозволяє змінювати її з метою зниження статистичної напруги м'язів шийно-плечової області і спини для попередження стомлення (рисунок 4.4).

Робочий стілець є підйомно-поворотним, його висота і кути нахилу сидіння і спинки, а також відстань спинки від переднього краю сидіння легко регулюються і мають надійну фіксацію. Поверхня сидіння, спинки і інших елементів стільця є напівм'якою з нековзними і повітропроникним покриттям, що забезпечує легке очищення від забруднень.

Рекомендоване робоче місце інженера-технолога показано на рисунку 4.5.



Рисунок 4.5 – Робоче місце інженера-технолога

У даній роботі передбачено збільшення робочого простору за рахунок різного рівня столу та поличок. Для вечірньої роботи передбачене стаціонарне освітлення відповідно до ДСТУ 12.4.026-76

Висновок до четвертого розділу

Однією з характерних особливостей сучасного розвитку суспільства є зростання сфер діяльності людини, в яких використовуються інформаційні технології. Широке розповсюдження отримали персональні комп'ютери. Однак їх використання загострило проблеми збереження власного і суспільного здоров'я, вимагає удосконалення існуючих та розробки нових підходів до організації робочих місць, проведення профілактичних заходів для запобігання розвитку негативних наслідків впливу ПК на здоров'я користувачів.

Недотримання вимог безпеки призводить до того, що через деякий час роботи за комп'ютером співробітник починає відчувати певний дискомфорт: у нього виникають головні болі і різь в очах, з'являються втома і дратівливість. У деяких людей порушується сон, погіршується зір, починають хворіти руки, шия, поясниця і т.д.

В зв'язку з цим спроектовано робоче місце інженера-технолога в програмі Autodesk 3ds Max з дотриманням норм ДСТУ по ергономіці та безпеці життєдіяльності:

- 1) спроектована робоча поверхня столу;
- 2) спроектований рухомий стілець;
- 3) площа і об'єм виробничого приміщення задовольняє нормам;
- 4) вимоги, що пред'являються до температури і вологості працюючих приміщень в нормі згідно;
- 5) досягнутий високий рівень освітленості в приміщеннях і на робочих поверхнях апаратури;
- 6) зменшили рівень низькочастотних магнітних полів від моніторів.

5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ

5.1. Техніко-економічні показники проекту

У САПР потенційно закладений позитивний ефект, який реалізується при її впровадженні. Таке твердження базується на тому, що метою САПР є:

- підвищення якості досліджень, розрахунків і документування;
- зниження матеріальних витрат на проектування;
- скорочення тривалості створення нової техніки;
- запобігання подальшому зростанню чисельності працівників, зайнятих проектуванням, при об'ємах, що об'єктивно збільшуються, і складності проектування.

САПР ефективна, якщо вона виконує функції, визначувані цілями створення системи. Проте дане положення вимагає підтвердження у кожному конкретному випадку створення САПР, оскільки різні системи можуть давати різні результати при одних і тих же витратах на їх отримання, і навпаки, тобто порівняльна економічна ефективність варіантів САПР може розрізнятися залежно від складу і способу виконання систем. Крім того, вона істотно залежить від вибору класу об'єктів проектування, для якого створюється САПР.

Оцінка економічної ефективності САПР включає в себе:

- 4) визначення витрат сукупної суспільної праці, обумовлених створенням системи, включенням її в організаційну систему підприємства;
- 5) розрахунок економічного ефекту функціонування САПР, створюваного на всіх стадіях життєвого циклу виробу;
- 6) облік впливу САПР на якість проєктованих виробів і процесів.

В результаті визначається інтегральний показник, що дозволяє оцінити сукупний економічний ефект від створення і функціонування САПР.

Економічний ефект функціонування САПР формується на всіх стадіях життєвого циклу виробу (дослідження і проектування, виготовлення і експлуатації).

Основними чинниками, що визначають економічний ефект САПР є можливість комплексного вирішення всіх завдань технічної підготовки виробництва в автоматизованому режимі а також можливість створення і дослідження математичної моделі проєктованого об'єкту. Проте важливу роль грає і людський чинник – фахівці, які реалізують в САПР свої ідеї і творчі здібності. В цьому відношенні успіх залежить від правильності підбору і розстановки кадрів, їх кваліфікації, а також від ретельності опрацювання організаційно-системних питань функціонування САПР.

Підвищення якості проєктних рішень і технічної документації формує умови для створення в САПР нового виробу підвищеної якості, що забезпечує отримання економічного ефекту на стадіях його виготовлення і експлуатації. У таблиці 2 представлені критерії оцінки економічної ефективності САПР і чинники, що її визначають.

Таблиця 2 – Критерії оцінки економічної ефективності САПР і чинники, що її визначають

Критерії оцінки ефективності САПР	Складові економічної ефективності САПР	Чинники, що визначають економічну ефективність САПР
1	2	3
Якість проєктування, зокрема якість технологічних рішень і якість технологічної документації	Економічний ефект від застосування нового виробу підвищеної якості. Економія за рахунок зниження, ліквідації браку технологічної документації, зменшення	Застосування САПР. Обґрунтована раціональна організація процесу техніко-економічного проєктування в умовах САПР. Забезпечення необхідності і

Продовження таблиці 2

1	2	3
	витрат на її доопрацювання і дублювання.	достатності документації, оперативності і точності підготовки.
Терміни створення нової техніки, зокрема терміни проектування і терміни застосування нового виробу	Економічний ефект від скорочення циклу «дослідження – виробництво» збільшення терміну морального зносу нового виробу Економія за рахунок скорочення потреби в оборотних коштах в результаті прискорення їх оборотності Ефект пріоритетної новизни створення нового виробу, його конкурентоспроможності.	Організація використання можливостей скорочення термінів розробки при визначенні і виконанні процесу «дослідження – виробництво», зменшення об'ємів «незавершеного виробництва» на всіх стадіях даного процесу Організація оптимального застосування нового виробу (підготовка споживачів, реклама і ін.) по прогнозній кривій попиту.
Витрати на проектування	Економія капітальних витрат на виконання досліджень і проектування за рахунок зниження капітальних витрат на одиницю.	Організація уніфікованих АРМ фахівців, що дозволяють методами математичного і імітаційного моделювання замінити дорогі натурні випробування.

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

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

де E_p – річна економія у користувача після впровадження проекту;

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

E_n визначається по формулі:

$$E_n = 1/T_{\text{нок}}, \quad (2)$$

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

K_a – повні одноразові витрати на створення спроектованої системи.

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

де K_n – витрати на розробку системи;

K_k – капіталовкладення в комплект програмних і технічних засобів.

K_n визначається по формулі:

$$K_n = 3_n \cdot T_n \quad (4)$$

де 3_n – місячна плата праці розробника проекту (розраховується як сума оплати праці розробника);

T_n – тривалість проектування ($T_n = 1,5$ – тривалість виконання дипломного проекту).

K_k визначається по формулі:

$$K_k = \Pi_T + \Pi_{\Pi}, \quad (5)$$

де Π_T – витрати на придбання (або модернізацію) комплексу технічних засобів (розраховується, як сума ринкових цін на технічне забезпечення);

Π_{Π} – витрати на придбання (або модернізацію) комплексу програмних засобів (розраховується, як сума ринкових цін на програмне забезпечення).

$$\dot{A}_d = \dot{I}_2 - \dot{I}_1, \quad (6)$$

де Π_1 , – витрати на проектні роботи до впровадження системи, що розробляється;

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

$$P_1 = B_1 - ПСП_1, \quad (7)$$

$$P_2 = B_2 - ПСП_2, \quad (8)$$

де $ПСП_1$ – виробнича собівартість проекту до впровадження системи;

$ПСП_2$ – виробнича собівартість проекту після впровадження системи;

B_1 – вартість проектів до впровадження системи, що розробляється;

B_2 – вартість проектів після 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_1 – кількість проектів до впровадження системи, що розробляється;

m_2 – кількість проектів після 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 $ФОТ_1$ – річний фонд оплати праці до впровадження системи, що розробляється;

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

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

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

M_2 – річна вартість матеріалів, що витрачаються, і оплата електроенергії 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;

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

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

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

H_1 – накладні витрати ($H=0,4 \cdot \Phi OT_1$) до впровадження системи, що розробляється;

H_2 – накладні витрати ($H=0,4 \cdot \Phi OT_2$) після 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 B_i – число виконавців робіт i -ї кваліфікації і спеціальності до впровадження системи (число проектувальників при ручному проектуванні вище), що розробляється;

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

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

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

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

C_a – вартість використання 1 м²;

B_1 – число проєктувальників до впровадження системи (число проєктувальників при ручному проєктуванні вище), що розробляється;

B_2 – число проєктувальників після впровадження системи, що розробляється;

$$T_{\text{фок}} = K_a / E_p, \quad (17)$$

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

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

З вище приведених формул виберемо змінні вхідних даних, які нам потрібні для розрахунку і зведемо їх до таблиці 3.

Таблиця 3 – Вхідні дані

Вхідні дані	Змінна	Значення
1	2	3
Місячна оплата праці розробника проєкту, грн.	z_n	0
Витрати на придбання (або модернізацію) комплекту технічних засобів, грн.	C_T	53000
Витрати на придбання (або модернізацію) комплекту програмних засобів, грн.	C_P	117750
Кількість проєктів до впровадження системи, що розробляється, шт.	m_1	3
Кількість проєктів після впровадження системи, що розробляється, шт.	m_2	6
Нормативні відрахування від фонду оплати праці, %.	$O_{TЧ}$	0,365
Річна вартість матеріалів до впровадження, грн.	M_1	2500

Продовження таблиці 3

1	2	3
Річна вартість матеріалів після впровадження, грн.	M_2	700
Річні витрати на обслуговування комплексу технічних засобів до впровадження, грн.	C_1	2000
Річні витрати на обслуговування комплексу технічних засобів після впровадження системи, грн.	C_2	500
Число виконавців робіт і-ої кваліфікації і спеціальності до впровадження, чол.	B_i	1
Число виконавців робіт і-ої кваліфікації і спеціальності після впровадження, чол.	B_i	1
Необхідна площа для розміщення проектувальників, кв.м.	S	20
Число проектувальників до впровадження системи, чол.	B_1	1
Число проектувальників після впровадження системи, чол.	B_2	1
Річна оплата праці виконавців до впровадження, грн.	Z_{ni}	18300
Річна оплата праці виконавців після впровадження, грн.	Z_{nj}	20000
Повні одноразові витрати на створення системи, грн.	K_a	170750

Для полегшення розрахунку вище приведені формули були зведені до таблиці Microsoft Office Excel 2007. В цій програмі і був проведений розрахунок річної економії від функціонування пропонованої модернізації.

Висновки до п'ятого розділу

САПР ефективна, якщо вона виконує функції, визначувані цілями створення системи. Проте дане положення вимагає підтвердження у кожному конкретному випадку створення САПР, оскільки різні системи можуть давати різні результати при одних і тих же витратах на їх отримання, і навпаки, тобто порівняльна економічна ефективність варіантів САПР може розрізнятися залежно від складу і способу виконання систем. Крім того, вона істотно залежить від вибору класу об'єктів проектування, для якого створюється САПР.

Підвищення якості проектних рішень і технічної документації формує умови для створення в САПР нового виробу підвищеної якості, що забезпечує отримання економічного ефекту на стадіях його виготовлення і експлуатації.

Оцінка економічної ефективності САПР є основним критерієм нашого проекту. Необхідними даними для визначення даного критерію є витрати на модернізацію та обслуговування програмних і технічних засобів, річна оплата праці робітників, різниця кількості проектів до впровадження та після.

ВИСНОВОКИ

В процесі виконання кваліфікаційної роботи були поставлені наступні задачі розробка удосконаленого комплекта технічної документації в системі автоматизованого проектування, створення керуючої програми для верстата з ЧПУ на виробництво деталі.

Для вирішення поставлених задач було проведено комплекс аналітичних робіт та виконані необхідні економічні розрахунки на базі приватного підприємства «Завод Двигун».

Аналіз підприємства проводився в період преддипломної практики. У процесі предпроектного обстеження ПП «Завод Двигун» була розглянута його організаційна структура, сфера діяльності, технічна база підприємства та процес обміну інформацією між технічними підрозділами. отримана інформація свідчить про те що на підприємстві відсутня будь-яка автоматизована система для створення технологічних процесів.

Підприємство має досить розвинену обчислювальну техніку та забезпечує технічним устаткуванням всіх працівників, які її потребують. На ПП «Завод Двигун» є недосконала комп'ютерна мережа топології «шина», яка потребує удосконалення. Однак вона дозволяє швидко обмінюватись інформацією між технічними підрозділами та контролювати процес виробництва на всіх його етапах.

Все це свідчить про непоганий потенціал підприємства та можливість його подальшого розвитку.

Але, оскільки існуючий технологічний процес на обробку пропонованої деталі є недосконалим та потребує змін, після доробки було отримано новий, більш досконалий, технологічний процес, який був розроблений в програмі ВЕРТИКАЛЬ-Технологія. Сформований технологічний процес відповідає всім вимогам єдиної системи технологічної документації.

Наступним етапом було проектування кабінету інженера – технолога з урахуванням усіх стандартів і вимог безпеки життєдіяльності та ергономічних

показників. Приміщення було поділено на робочу зону та зону відпочинку, крім того був створений стіл та стілець, що відповідає всім ергономічним показниками.

Останнім етапом став розрахунок річної економії при впровадженні розробленого комплекта технічної документації на підприємстві. Впровадження нової технології є обґрунтованим, тому що собівартість обробки виробу на рік значно зменшиться за рахунок скорочення часу обробки деталі та, як наслідок, зниження затрат на електроенергію.

Проект є економічно обґрунтованим і в майбутньому дозволить ефективніше використовувати ресурси підприємства.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Освітлення промислових об'єктів: Навч. посібник / Укл. Говоров П.П., Пилипчук Р.В., Токань А.І. та ін.– Тернопіль: Джура, 2008. – 388 с.
2. Електропостачання промислових підприємств: посібник до курсового та дипломного проектування/ Шестеренко В.Є., Шестеренок О.В. – Київ, 2013. – 424 с.: іл., табл.
3. Павлицев, В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин [Текст]: підручник / К. : Вища школа, 1993. - 556 с.
4. Бедрій Я.І. Безпека життєдіяльності // К.: Кондор, 2004.
5. Гетун Г.В. Основи проектування промислових будівель: Навч.посіб. – К.: Кондор, 2009. – 210 с.
6. Проектування та виробництво заготовок деталей машин. Литі заготовки. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 199 с.
7. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. - Київ, 2000.
8. ДНАОП 003-3.06-80 Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських приміщень №2152-80 - К., 2009.
9. Краснов М.А., Чигишев Ю.Д. Unigraphics для професіоналів: Львів.: Поліграф LTD, 2004-320с.
10. Ніколайчук В.М., Стрілець В.М. – Теорія механізмів і машин та деталі машин. Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2012. – 277 с.
11. Чумак М.Г. – Матеріали та технології машинобудування: Підручник. – К.: Либідь, 2000. – 368 с.
12. Вісловух А.М. Охорона праці користувачів персональних комп'ютерів (ПК): Навчальний посібник.– К.: ПК ДСЗУ, 2007. – 55с.
13. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин (ДСан ПіН 3.3.2.007-98). – К., 1998.

14. Мовчан О.Є. Розробка спеціалізованого програмного модуля для проектування типових елементів карданних передач/ Матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конференції молодих учених (Запоріжжя, 05-29 лютого 2024 р.) / ТДАТУ: ред. кол., С. В. Кюрчев, В. М. Кюрчев, В. Т. Надикто, О. Г. Складар [та ін.]. – Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. – С. 130-132

15. www.autodesk.com

16. www.cad.com

17. www.delcam.edu.ua

18. www.sapr.ua

ДОДАТКИ

Додаток А

Фрагмент програмного коду IP модулю

```
unit Disk;

interface

uses

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

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;
        Label5: TLabel;
        LError: TLabel;
        GroupBox2: TGroupBox;
        Label3: TLabel;
        Label4: TLabel;
        Label6: TLabel;
        Label7: TLabel;
        Label8: TLabel;
        Label9: TLabel;
```

```

Label10: TLabel;
Label11: TLabel;
Label12: TLabel;
Image1: TImage;
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;
  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
  {$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;
    end
  end
end

```



```
VarValue:=univar.value
end
end
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
// proverka, 4to v stroke 4islo
if (str[i] = MasReal[j]) then
begin
z := 0;

```

```

    break;
end;
// проверка, что после запятой не более 1 знака
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({'НАРБАНИЕ FIJLA'}{'C:\Temp\Вал
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;

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;
      end;
```

```
procedure TVal.StringGrid1Click(Sender: TObject);
var i: integer;
    z: byte;
begin
try
// priem proverki opredelennoj (1) ja4ejki
if ((StrToFloat(StringGrid1.Cells[1,2]))<(StrToFloat(StringGrid1.Cells[1,1])))
then CheckArray[2] := 1;
except
end;
// proverka dopyspimosti raboti
z := 0;
for i := 0 to Length(CheckArray)-1 do
if (CheckArray[i] = 1) then
begin
z := 1;
break;
end;
if (z = 0) then
begin
BitBtn1.Enabled := TRUE;
LError.Visible := FALSE;
end else
begin
BitBtn1.Enabled := FALSE;
LError.Visible := TRUE;
```