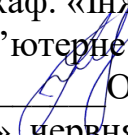


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Таврійський державний агротехнологічний університет**  
**імені Дмитра Моторного**  
**Механіко-технологічний факультет**

ЗАТВЕРДЖУЮ

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


доц.  Олександр ВЕРШКОВ  
« 13 » червня 2025 р.


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

на тему: «Спеціалізований програмний модуль проектування різальних  
інструментів для токарної обробки деталей»

**17 ПМД. 9685470.06.25/000000 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)

  
Віктор ПАРШИН  
(підпис)

Керівник доц.  Олександр ВЕРШКОВ  
(підпис)

Консультант доц. Михайло ЗОРЯ  
(підпис)

Консультант доц. Лариса БОЛТЯНСЬКА  
(підпис)

Нормоконтроль доц. Олександр МАЦУЛЕВИЧ  
(підпис)

Рецензент  Сергій ТКАЧЕНКО  
(підпис)

Запоріжжя - 2025 рік

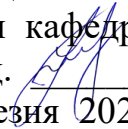
**ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Факультет: МТ

Кафедра: ІМКП

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**



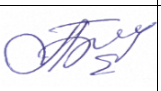

Завідувач кафедри ІМКП  
к.т.н, доц.  Олександр ВЕРШКОВ  
«18» березня 2025р.

**ЗАВДАННЯ**  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА  
**Паршина Віктора Олексійовича**  
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема кваліфікаційної роботи: «Спеціалізований програмний модуль проектування різальних інструментів для токарної обробки деталей», затверджена наказом по університету від 21 жовтня 2024 року за № 481-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 Вал відбору потужності А482
  - 4.2 Вибір програмного забезпечення
  - 4.3 Концептуальна модель предметної області
  - 4.4 Функціональна структура спеціалізованого програмного модулю розрахунку параметрів різального інструменту
  - 4.5 Розробка інформаційного забезпечення системи
  - 4.6 Програмна реалізація роботи спеціалізованого програмного модулю розрахунку геометричних параметрів різального інструменту для токарної обробки деталі «Вал відбору потужності А482»
  - 4.7 Порівняльний аналіз роботи програмного забезпечення.
  - 4.8 Проект робочого місця інженера-проектувальника та основні вимоги з охорони праці та безпеки життєдіяльності інженера-проектувальника

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  Віктор ПАРШИН

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва станів дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Перед проектне обстеження підприємства ПАТ «Гідросила МЗТГ»	08.05-10.05	виконано
2	Перевірка деталі на міцність	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 модуля розрахунку	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  Віктор ПАРШИН

(підпис)

Керівник роботи  Олександр ВЕРШКОВ

(підпис)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки, яка виконана на 77 сторінках. Пояснювальна записка містить 5 розділів, 18 рисунків, 11 таблиць, додатків та 27 джерел технічної та спеціальної літератури.

Мета роботи створення спеціалізованого програмного модуля розрахунку параметрів різальних інструментів для токарної обробки деталі «Вал відбору потужності А482» для ПАТ «Гідросила МЗТГ». За основу розрахунків прийнята підсистема технологічної підготовки виробництва публічного акціонерного товариства «Гідросила МЗТГ» (місто Мелітополь, Запорізька область)».

Для реалізації наміченої мети визначено, що ціна на розроблений програмний модуль складає 3400 грн., а очікуваний прибуток від його експлуатації становитиме 20749,2 грн.

В проекті запропоновано впровадження програмного модуля для вдосконалення підсистеми технологічної підготовки виробництва публічного акціонерного товариства «Гідросила МЗТГ».

Організаційні рішення дозволяють виконати запланований обсяг робіт.

В проекті був проведений аналіз робочого місця інженера – програміста та розроблені заходи з охорони праці. Було встановлено, що всі фактичні показники не перевищують нормативних.

Також було проведено аналіз досвідної експлуатації та можливих застосувань, який показав, що даний програмний модуль є ефективним і надійним. Наявність у програмному забезпеченні можливостей і функцій експорту та імпорту збережених проектів розрахунку режимів різання надають можливість скорочення термінів на технічну підготовку виробництва.







Доцільність запропонованих проектних рішень підтверджується техніко-економічною оцінкою. Для здійснення проекту потрібно 3400 грн. додаткових капітальних вкладень.

Проект може бути застосований для підсистеми технологічної підготовки виробництва.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ, ТЕХНІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА, ОХОРОНА ПРАЦІ, ЕКОНОМІЯ, ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ, ДОСЛІДНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ, ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АС	автоматизована система;
АСУ	автоматизована система управління;
АСУП	автоматизована система управління підприємством;
ВГК	відділ головного конструктора;
ВГМ	відділ головного металурга;
ЕОМ	електронно-обчислювальна машина;
ЖЦП	життєвий цикл продукції;
ІЗ	інформаційне забезпечення;
КТЕ	конструкторсько-технологічні елементи;
ЛЗ	лінгвістичне забезпечення;
ПЗ	програмне забезпечення;
ПК	персональний комп'ютер;
ПП	приватне підприємство;
САПР	система автоматизованого проектування;
СПВ	служба підготовки виробництва;
ТЗ	технічне забезпечення;
ТП	технологічний процес;
ТПВ	технологічна підготовка виробництва;
ЧПУ	числове програмне управління;

№ рядка	формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Номер листа	Примітки
1	A4	17 ПМД. 9685470.06.25/000 000 ПЗ	Розрахунково -			
2			пояснювальна записка			
3	A1	17 ПМД. 9685470.06.25/010 000	Вхідні дані щодо			
4			кваліфікаційної роботи	1	0	
5	A1	17 ПМД. 9685470.06.25/110 000	Модель організаційної			
6			структури підприємства	1	1	
7	A1	17 ПМД. 9685470.06.25/210 000	Концептуальна модель			
8			предметної області	1	2	
9	A1	17 ПМД. 9685470.06.25/220 000	Діаграма варіантів			
10			використання	1	3	
11	A1	17 ПМД. 9685470.06.25/310 000	Функціональна модель			
12			програмного модуля	1	4	
13	A1	17 ПМД. 9685470.06.25/320 000	Інтерфейс програмного			
14			модуля	1	5	
15	A1	17 ПМД. 9685470.06.25/330 000	Результати роботи			
16			програмного модуля	1	6	
17	A1	17 ПМД. 9685470.06.25/340 000	Результати тестування			
18			програмного модуля	1	7	
19	A1	17 ПМД. 9685470.06.25/410 000	Охорона праці	1	8	
20	A1	17 ПМД. 9685470.06.25/510 000	Економічна ефективність			
21			програмного модуля	1	9	
22						
23						
				<b>17 ПМД. 9685470.06.25/000000</b>		
Зм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		
Розроб.	Паршин В.О.			13.06	Літ	Лист
Перевір.	Вершков О.О.			13.06		1
Консул.	Зоря М.В.			13.06	<b>ТДАТУ, 2025</b>	
Консул.	Боляньська Л.			13.06		
Н.контр.	Мацулевич О.С.			13.06		
Затв.	Вершков О.О.			13.06		
					Спеціалізований програмний модуль проектування різальних інструментів для токарної обробки деталей	

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 РОЗДІЛ 1 ПОСТАНОВКА ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ВИМОГ ДО ПРОГРАМНОГО МОДУЛЯ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ РІЗАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ.....	11
1.1 Змістовний опис і аналіз предметної області.....	11
1.1.1 Короткі відомості про ПАТ «Гідросила МЗТГ».....	11
1.1.2 Аналіз предметної області дослідження.....	15
1.2 Огляд існуючих програмних продуктів для проектування різальних інструментів.....	17
1.3 Постановка задачі створення програмного модуля.....	19
Висновки до першого розділу .....	22
2 ПЕРЕЛІК ВИМОГ ДО ПРОГРАМНОГО МОДУЛЯ .....	23
2.1 Концептуальна модель використання спеціалізованого програмного модуля.....	23
2.2 Вимоги до функціональних характеристик .....	24
2.3 Вимоги до технічних засобів, сумісного використання та захисту інформації.....	25
2.4 Діаграма варіантів використання .....	26
2.5 Структура і функціональне призначення програмного модуля .....	27
Висновки по другому розділу.....	31
3 ОПИС РОЗРОБЛЕНОГО ПРОГРАМНОГО МОДУЛЯ .....	32
3.1 Опис функціонування спеціалізованого програмного модуля .....	32
3.2 Аналіз дослідної експлуатації та можливих застосувань.....	38
Висновки до третього розділу .....	41
4 ОХОРОНА ПРАЦІ .....	42
4.1 Аналіз умов праці .....	42

4.1.1 Організація робочого місця .....	43
4.1.2 Мікроклімат виробничих приміщень .....	44
4.1.3 Шкідливі речовини в повітрі робочої зони .....	45
4.1.4 Освітлення .....	46
4.1.5 Шум, вібрація, ультразвук, інфразвук .....	48
4.1.6 Виробничі випромінювання.....	50
4.1.7 Електробезпека .....	50
4.2 Розробка заходів з охорони праці.....	51
4.2.1 Нормалізація повітря робочої зони .....	52
4.2.2 Виробниче освітлення .....	53
4.2.3 Захист від виробничого шуму та вібрацій .....	54
4.2.4 Захист від електромагнітних полів і лазерних випромінювань .....	55
4.2.5 Захист від іонізуючих випромінювань .....	55
4.2.6 Електробезпека .....	55
4.2.7 Ергономіка, технічна естетика та організація робочого місця .....	57
4.3 Пожежна безпека .....	58
Висновки до четвертого розділу .....	60
5 ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	61
5.1 Визначення витрат на розробку програмного модуля .....	61
5.2 Визначення ціни ПП.....	65
5.3 Фінансовий план.....	67
Висновки до п`ятого розділу .....	73
ВИСНОВКИ .....	74
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ .....	78
ДОДАТКИ .....	80

## ВСТУП

Сучасне машинобудівне виробництво неможливо уявити без ефективної технічної підготовки виробництва, особливо при виготовленні складних деталей, таких як вал-шестерня коробки передач. Актуальність теми полягає в необхідності підвищення точності, якості та продуктивності на етапі проектування та виготовлення таких деталей, що вимагає впровадження сучасних засобів автоматизованого проектування.

Метою кваліфікаційної роботи є аналіз процесу технічної підготовки виробництва деталі «Вал-шестерня коробки передач ВШ–23.060.029» на підприємстві ПАТ «Гідросила МЗТГ» із використанням можливостей автоматизованого проектування, а також розробка комплексу необхідної технологічної документації.

Для досягнення мети в роботі були поставлені наступні завдання:

- проаналізувати предметну область і діяльність підприємства;
- вивчити існуючі програмні засоби проектування різального інструменту;
- визначити вимоги до програмного модуля для проектування;
- розробити структуру програмного модуля (теоретично);
- провести аналіз охорони праці на виробництві;
- здійснити економічне обґрунтування запропонованих рішень.

Об'єктом дослідження є процес технічної підготовки виробництва.

Предметом дослідження є застосування засобів автоматизованого проектування в процесі підготовки виробництва деталі «Вал-шестерня коробки передач».

Методи дослідження: аналіз технічної документації, порівняльний аналіз програмного забезпечення, техніко-економічні розрахунки, методи оцінки умов праці.

Робота складається з п'яти основних розділів, які висвітлюють теоретичні та практичні аспекти технічної підготовки виробництва в умовах сучасного машинобудівного підприємства.

## РОЗДІЛ 1 ПОСТАНОВКА ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ВИМОГ ДО ПРОГРАМНОГО МОДУЛЯ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ РІЗАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ.

### 1.1. Змістовний опис і аналіз предметної області

#### 1.1.1 Короткі відомості про ПАТ «Гідросила МЗТГ»

Публічне акціонерне товариство «Гідросила МЗТГ» є одним із провідних українських підприємств у сфері виробництва гідравлічного обладнання. Компанія входить до складу промислової корпорації «Гідросила ГРУП», яка спеціалізується на розробці та виготовленні компонентів для гідросистем мобільної техніки — тракторів, комбайнів, екскаваторів, навантажувачів та іншого спеціального транспорту.

Підприємство засноване в місті Кропивницький і має понад 70-річну історію розвитку у сфері машинобудування. Основна спеціалізація ПАТ «Гідросила МЗТГ» — виробництво гідравлічних насосів шестеренчастого типу, гідромоторів, а також розподільників і клапанної апаратури.

Ключові напрями діяльності підприємства:

- Проєктування, виготовлення та випробування гідроагрегатів для мобільної техніки;
- Постійна модернізація виробництва із залученням сучасного обладнання та технологій;
- Впровадження автоматизованих систем проєктування (CAD/CAE) та систем керування виробництвом (ERP/MRP);
- Розширення ринків збуту як в Україні, так і за кордоном компанія експортує продукцію до більш ніж 40 країн світу.

ПАТ «Гідросила МЗТГ» активно співпрацює з вітчизняними технічними університетами, надаючи базу для проходження виробничої та

переддипломної практики студентами. Також підприємство бере участь у науково-дослідних розробках у сфері підвищення ефективності гідравлічних систем.

Виробничі потужності підприємства включають сучасні верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК), ділянки для термообробки та складання, а також лабораторії для контролю якості. Завдяки цьому підприємство забезпечує високий рівень точності, надійності та відповідності міжнародним стандартам.

В даний час на ВАТ «Гідросила МЗТГ» впроваджуються нові методи підвищення якості продукції та культури виробництва, відомі під назвою «5S» - система наведення порядку, чистоти і зміцнення самодисципліни працівників.

На сьогоднішній день основна задача, розв'язувана колективом заводу – планомірне проведення поетапних реорганізаційних заходів у виробничій та соціальній сфері, розширення товарного ряду продукції, технічне переозброєння, розвиток оновленої інфраструктури заводу.

Схема організаційної структури підприємства представлена на рис. 1.1.

### 1.1.2 Аналіз предметної області дослідження

Предметна область дослідження охоплює процес технічної підготовки виробництва деталей типу «вал-шестерня», які є складовими механізмів передачі обертового моменту у коробках передач різних машин і механізмів. Від точності виготовлення таких деталей залежить ефективність роботи всієї трансмісійної системи, що визначає їх високу технологічну й економічну значущість.

У сучасному машинобудівному виробництві значна увага приділяється впровадженню методів автоматизованого проектування (САПР) та комп'ютерної інженерії (CAE), які дозволяють підвищити

точність проектування, скоротити час на розробку технологічної документації та мінімізувати помилки людського фактора. Застосування таких програм, як **SolidWorks**, забезпечує створення високоточних 3D-моделей, а **Mathcad** — проведення складних інженерних розрахунків для визначення параметрів обробки.

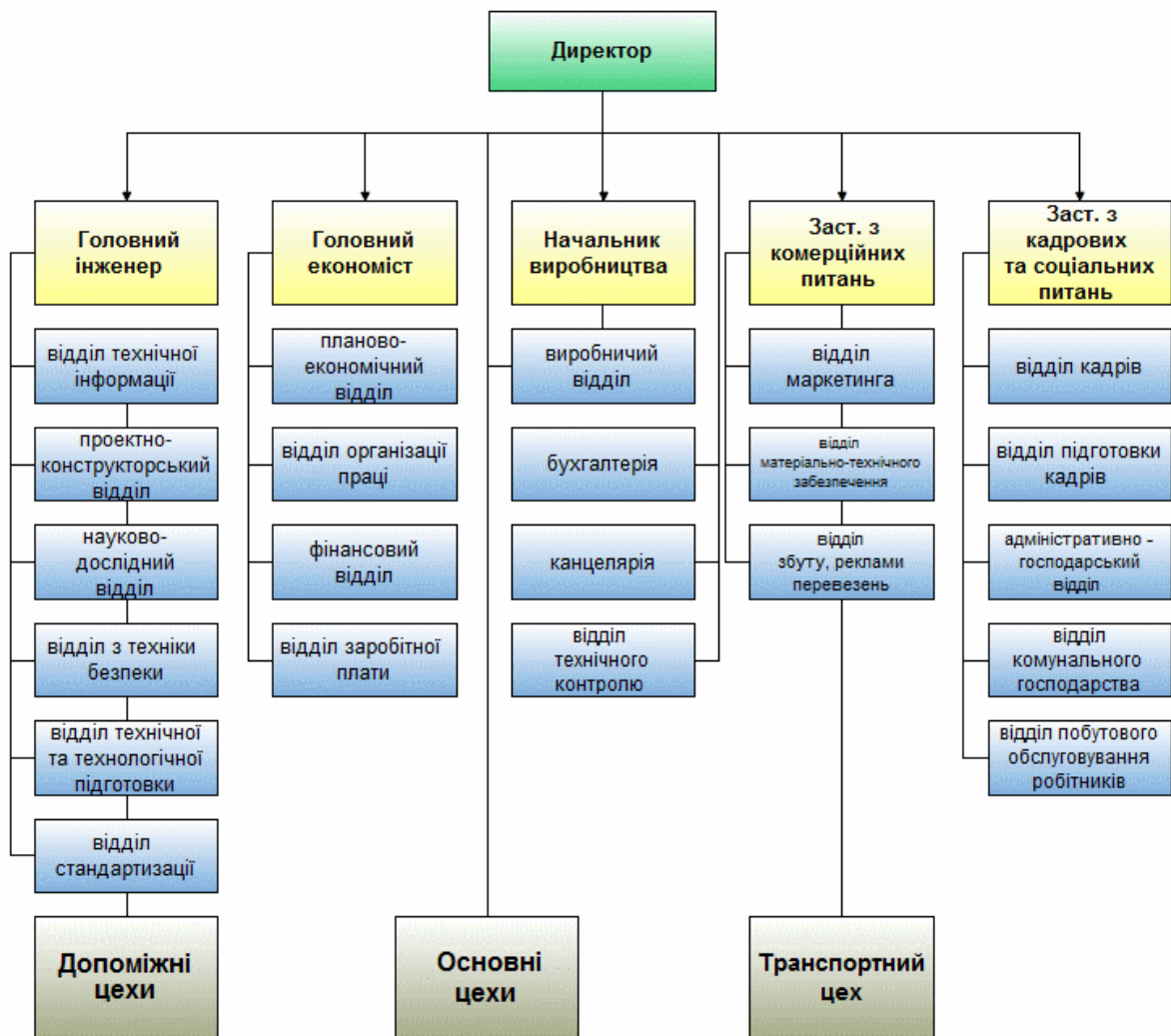


Рисунок 1.1 – Схема організаційної структури підприємства

Ключовими аспектами технічної підготовки виробництва є: аналіз вихідних вимог до деталі, вибір заготовки, визначення технологічного маршруту, вибір і розрахунок режимів різання, а також формування комплексу технологічної документації (операційні карти, ескізи, маршрутні карти тощо).

У предметній області також важливими є питання взаємодії програмного забезпечення з виробничим обладнанням, організація робочих місць та інтеграція з системами контролю якості. Використання автоматизованих підходів дозволяє підвищити рівень стандартизації, технологічності й конкурентоспроможності продукції.

## 1.2 Огляд існуючих програмних продуктів для проектування різальних інструментів

У сучасному машинобудуванні розробка різального інструменту є важливою складовою технічної підготовки виробництва. Високі вимоги до точності обробки, оптимізації режимів різання та скорочення часу проектування зумовлюють необхідність використання спеціалізованого програмного забезпечення. На сьогодні на ринку представлено низку потужних програмних продуктів, які дозволяють вирішувати завдання геометричного моделювання інструменту, розрахунку параметрів різання, перевірки міцності, вібрацій, теплових навантажень тощо.

Одним із найпоширеніших програмних рішень є Autodesk Inventor — система тривимірного параметричного моделювання, яка дозволяє створювати складні моделі інструменту з урахуванням матеріалу, форми, конструктивних особливостей. У програмі реалізовано модулі для зборок, симуляцій та інтеграції з САМ-системами.

Програма SolidWorks також активно застосовується для моделювання інструменту завдяки простому інтерфейсу та широким можливостям візуалізації. Інтегровані модулі Simulation дозволяють здійснювати розрахунок напружень, деформацій, температурних полів, що особливо актуально для інструменту, що працює в умовах високих навантажень.

Серед вузькоспеціалізованих програм для проектування саме різального інструменту варто відзначити:

- ToolStudio (Walter) — орієнтована на розробку твердосплавних фрез і свердел, з підтримкою геометричного аналізу та автоматизованого створення креслень.
- NUMROTOplus — система для проєктування і виготовлення інструменту з підтримкою моделювання процесу заточування, траєкторій обробки, а також візуалізації результатів.
- GrindTec та ANCA iGrind — програми, що інтегруються з верстатами для виготовлення і заточування інструментів, з підтримкою 3D-моделювання та симуляції.

Окрему категорію становлять САМ-системи, такі як PowerMill, NX CAM, EdgeCAM, які дозволяють проєктувати стратегії обробки, але часто використовуються спільно з САД-системами для повного циклу виготовлення інструменту.

Таким чином, сучасні програмні продукти забезпечують високий рівень автоматизації та точності у сфері проєктування різального інструменту. Їх застосування дозволяє зменшити кількість помилок, прискорити вивід виробу на ринок та підвищити ефективність технічної підготовки виробництва.

### **1.3 Постановка задачі створення програмного модуля**

На основі проведеного аналізу предметної області та огляду сучасних програмних засобів виникає потреба у створенні спеціалізованого програмного модуля, який дозволяє автоматизувати етапи технічної підготовки виробництва при проєктуванні деталей типу «вал-шестерня». Такий модуль повинен бути спрямований на підтримку інженера-конструктора або технолога у виконанні типових розрахунків, моделюванні та документуванні результатів у зручній формі.

Основною метою розробки програмного модуля є підвищення ефективності проектування технологічного процесу шляхом автоматизації рутинних операцій, зменшення кількості помилок при ручних розрахунках та покращення узгодженості даних, які використовуються в подальших етапах виробництва.

Задачами, що ставляться перед розроблюваним модулем, є:

- Створення зручного інтерфейсу користувача для введення геометричних параметрів деталі;
- Автоматичне виконання розрахунків параметрів різання (швидкість, подача, глибина різання) згідно з заданими умовами обробки;
- Можливість побудови спрощеної геометричної моделі деталі або елементів технологічного процесу;
- Формування текстових звітів з результатами розрахунків;
- Потенційна інтеграція з CAD-системами для подальшого моделювання або створення креслень.

Передбачається, що модуль реалізуватиметься з використанням засобів інженерного моделювання (наприклад, Mathcad) та інтегруватиметься з популярними CAD-системами, такими як SolidWorks. У рамках кваліфікаційної роботи реалізація повнофункціонального модуля не передбачається, проте виконано опис його концептуальної моделі, визначено вимоги до функціоналу та описано можливі сценарії використання.

Результатом цієї роботи є теоретичне обґрунтування доцільності створення програмного модуля та розробка його структурної моделі, що може бути використана як основа для подальшої практичної реалізації.

## Висновки до першого розділу

У першому розділі було проведено аналіз предметної області, в якій здійснюється технічна підготовка виробництва деталі типу «вал-шестерня». Наведено коротку характеристику підприємства ПАТ «Гідросила МЗТГ», визначено його основні напрями діяльності та місце у галузі машинобудування.

Аналіз предметної області засвідчив, що ефективність виготовлення деталей трансмісійних систем значною мірою залежить від точності розрахунків, вибору заготовок, технологічних режимів обробки та правильної організації процесу підготовки виробництва. Значну роль у цьому процесі відіграють сучасні програмні засоби, які дозволяють автоматизувати моделювання, розрахунки та документування.

Було здійснено огляд актуальних програмних рішень, що використовуються у сфері проектування різального інструменту, таких як SolidWorks, Mathcad, NUMROTOplus, ToolStudio, а також САМ-систем. Це дозволило виявити функціональні можливості та обмеження існуючих продуктів, що стало основою для формування задачі створення власного програмного модуля.

Сформульовано основну мету, задачі та функціональні особливості такого модуля, що спрямовані на підвищення ефективності технічної підготовки виробництва. Теоретичні положення, закладені у першому розділі, є підґрунтям для подальшого розгляду вимог до модулю, його структури та функціонального призначення.

## РОЗДІЛ 2 ПЕРЕЛІК ВИМОГ ДО ПРОГРАМНОГО МОДУЛЯ

### 2.1 Концептуальна модель використання спеціалізованого програмного модуля

Концептуальна модель програмного модуля визначає загальні принципи його застосування, місце в загальній структурі технічної підготовки виробництва, взаємодію з користувачем, а також з іншими програмними та апаратними компонентами виробничої системи.

Програмний модуль призначений для підтримки інженера-технолога або конструктора на етапах проєктування технологічного процесу виготовлення деталей типу «вал-шестерня». Його основним завданням є автоматизація розрахунків технологічних параметрів обробки, збереження результатів, формування звітної документації та, за потреби, передача даних у сумісні CAD/CAM-системи.

Ключовими елементами концептуальної моделі є:

- Користувач (інженер) — вводить вихідні дані (матеріал деталі, тип обробки, розміри, допуски тощо) та отримує результати розрахунків і рекомендації;
- Графічний інтерфейс — забезпечує зручне введення параметрів, перегляд результатів, можливість редагування даних;
- Математичний модуль — виконує необхідні обчислення: розрахунок швидкості різання, подачі, потужності, вибір інструмента тощо;
- База даних — містить довідкову інформацію про матеріали, режими обробки, типи інструментів, що використовуються в розрахунках;
- Модуль експорту — дозволяє формувати звіти у вигляді текстових документів або передавати дані до CAD/CAM-систем.

У концептуальній моделі передбачається, що користувач може виконувати кілька типових сценаріїв:

- Вибір деталі та умов обробки;
- Проведення розрахунку параметрів різання;
- Генерація звіту з результатами;
- Збереження та повторне використання типових налаштувань;
- Інтеграція з іншими програмами через стандартизовані формати обміну (наприклад, \*.txt, \*.csv, \*.dxf).

Концепція модуля орієнтована на простоту у використанні, швидке навчання персоналу та можливість подальшого масштабування функціоналу відповідно до змін у виробничому середовищі.

На рисунку 2.1 представлено концептуальну модель предметної області.

Основними концептами обраної у кваліфікаційній роботі предметної області виступають:

- інженер – програміст;
- інженер – конструктор;
- інженер – технолог;
- CAD – системи Autodesk Inventor та SolidWorks.

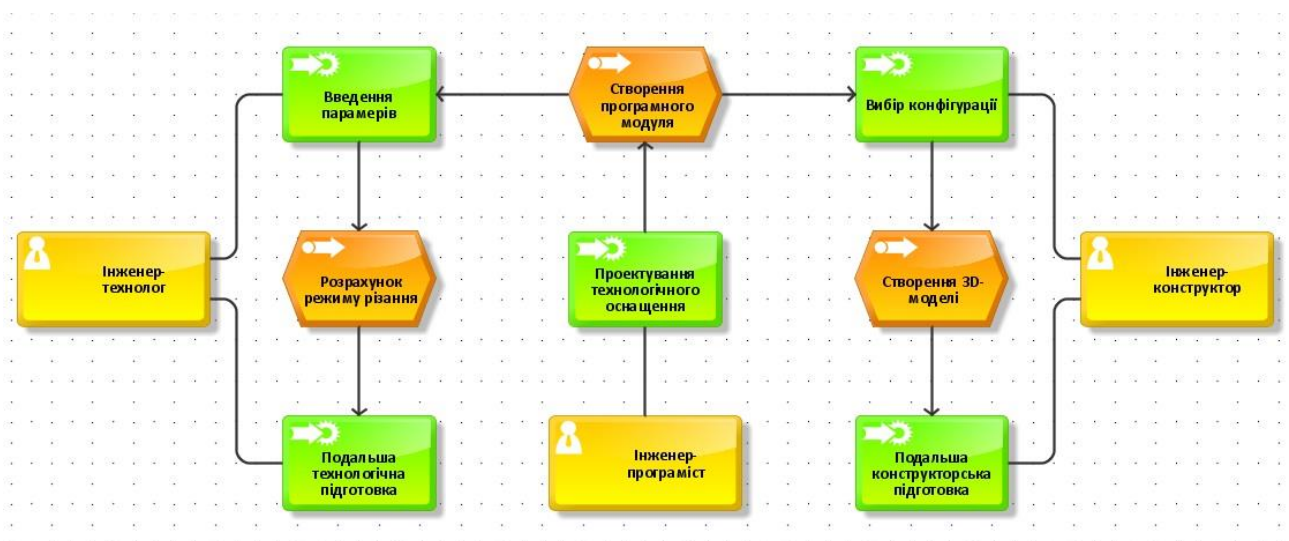


Рисунок 2.1. – Концептуальна модель предметної області

## 2.2 Вимоги до функціональних характеристик.

Функціональні характеристики програмного модуля визначають його можливості, необхідні для забезпечення коректного виконання поставлених задач з технічної підготовки виробництва. Дані вимоги формуються з урахуванням специфіки обробки деталей типу «вал-шестерня», а також потреб інженерів, які здійснюють проектування технологічного процесу.

До основних функціональних вимог належать:

1. Підтримка вводу вихідних даних користувачем  
Модуль повинен забезпечувати можливість введення основних параметрів обробки, включаючи:

- геометричні характеристики деталі (діаметри, довжина, форма канавок тощо);
- властивості матеріалу (марка сталі, твердість);
- умови обробки (тип операції: точіння, фрезерування, свердління);
- вимоги до точності та шорсткості поверхні.

2. Автоматизований розрахунок технологічних параметрів  
Модуль повинен розраховувати:

- швидкість різання;
- подачу;
- глибину різання;
- потужність, що витрачається на обробку;
- вибір типу різального інструмента відповідно до стандартів.

3. Формування текстових звітів

Необхідно забезпечити автоматичне створення звітів з усіма обчисленими параметрами у форматах, придатних для друку та збереження (\*.docx, \*.pdf, \*.txt).

4. Інтуїтивно зрозумілий графічний інтерфейс

Інтерфейс має бути простим для сприйняття, з логічною структурою меню,

підказками для користувача та можливістю швидкого переходу між етапами.

5. Підтримка редагування та збереження проєктів  
Користувач повинен мати змогу зберігати виконані проєкти, відкривати їх для редагування та продовження роботи.

6. Гнучкість і масштабованість. Програмний модуль повинен бути розроблений з урахуванням можливості розширення функціоналу (наприклад, додавання нових видів обробки чи баз даних інструментів).

7. Можливість інтеграції з іншими програмними системами  
Модуль повинен мати функції імпорту/експорту даних у стандартних форматах для забезпечення сумісності з CAD/CAM-середовищами (наприклад, SolidWorks, NX, AutoCAD).

Таким чином, програмний модуль має бути надійним інструментом для інженера-технолога, що поєднує простоту використання, точність розрахунків та адаптивність до умов виробництва.

### 2.3 Вимоги до технічних засобів, сумісного використання та захисту інформації

Для забезпечення стабільної та ефективної роботи програмного модуля важливо визначити вимоги до технічного й програмного забезпечення, а також до безпечного зберігання та обміну інформацією. Ці вимоги спрямовані на забезпечення сумісності з існуючими виробничими системами, захисту даних користувача та можливості багатокористувацького доступу.

Вимоги до апаратного забезпечення:

Програмний модуль має працювати на персональних комп'ютерах та робочих станціях середнього рівня, що використовуються в інженерних відділах.

#### Мінімальні технічні характеристики:

- процесор: не нижче Intel Core i3 або аналог;
- оперативна пам'ять: від 8 ГБ;
- вільне місце на диску: не менше 1 ГБ для встановлення і роботи програми;
- відеокарта з підтримкою OpenGL (для модулів з візуалізацією).

#### Вимоги до програмного забезпечення:

- операційна система: Windows 10 або новіше;
- встановлене середовище виконання (наприклад, .NET Framework або Java, залежно від реалізації);
- сумісність із CAD/CAM-системами: можливість обміну файлами у форматах .STEP, .IGES, .DXF, .CSV тощо.

#### Вимоги до сумісного використання:

- підтримка локального збереження файлів проєктів із можливістю відкриття іншими користувачами;
- можливість розміщення проєктів у внутрішній мережі підприємства (локальному сервері або в хмарному сховищі з обмеженим доступом);
- підтримка системи резервного копіювання даних для запобігання їх втраті.

#### Вимоги до захисту інформації:

- автентифікація користувачів (введення логіна й пароля для доступу до модуля або до окремих функцій);
- обмеження прав доступу (розмежування ролей користувача: перегляд, редагування, адміністрування);
- шифрування критично важливої інформації (наприклад, баз даних матеріалів, налаштувань підприємства);

- ведення журналу дій користувачів (логування операцій для відстеження змін у системі).

Загалом, запропоновані технічні вимоги забезпечують стабільну роботу програмного модуля в умовах виробничого середовища, безпечний обіг інформації та ефективну взаємодію з іншими програмними продуктами.

## 2.4 Діаграма варіантів використання

Діаграма варіантів використання (use case diagram) є важливою частиною моделювання програмного забезпечення, яка демонструє взаємодію користувача з системою через опис основних сценаріїв використання. У контексті розробки програмного модуля для технічної підготовки виробництва така діаграма дозволяє чітко визначити межі системи, ролі користувачів та функціональні можливості.

Основні учасники (актор) – Інженер-технолог / користувач — основний учасник, який працює з програмним модулем для виконання розрахунків та формування документації.

Основні варіанти використання системи:

1. Введення вхідних параметрів — користувач задає геометричні та технологічні характеристики деталі, умови обробки, вибирає тип операції.
2. Розрахунок параметрів обробки — система автоматично обчислює швидкість різання, подачу, глибину обробки та інші важливі показники.
3. Формування звітної документації — модуль генерує текстовий документ зі структурованими результатами розрахунків.
4. Збереження проєкту — можливість зберегти увесь проєкт для подальшої роботи або редагування.

5. Завантаження раніше збереженого проєкту — відкриття збережених даних з локального комп'ютера або внутрішнього сервера.
6. Експорт даних у САD-систему — підготовка даних у форматі, сумісному з програмами типу SolidWorks або AutoCAD (наприклад, .dxf або .csv).
7. Перегляд бази матеріалів та інструментів — використання довідкової інформації для вибору стандартних параметрів.

Додаткові сценарії:

- Редагування параметрів розрахунку;
- Налаштування модулю під особливості конкретного виробництва;
- Друк результатів;
- Вихід із системи.

У результаті побудови діаграми варіантів використання досягається краще розуміння структури майбутнього програмного забезпечення, а також забезпечується наочність для подальшого технічного й економічного обґрунтування проєкту. Така діаграма також полегшує комунікацію між розробником і кінцевим користувачем (Рисунок 2.2).

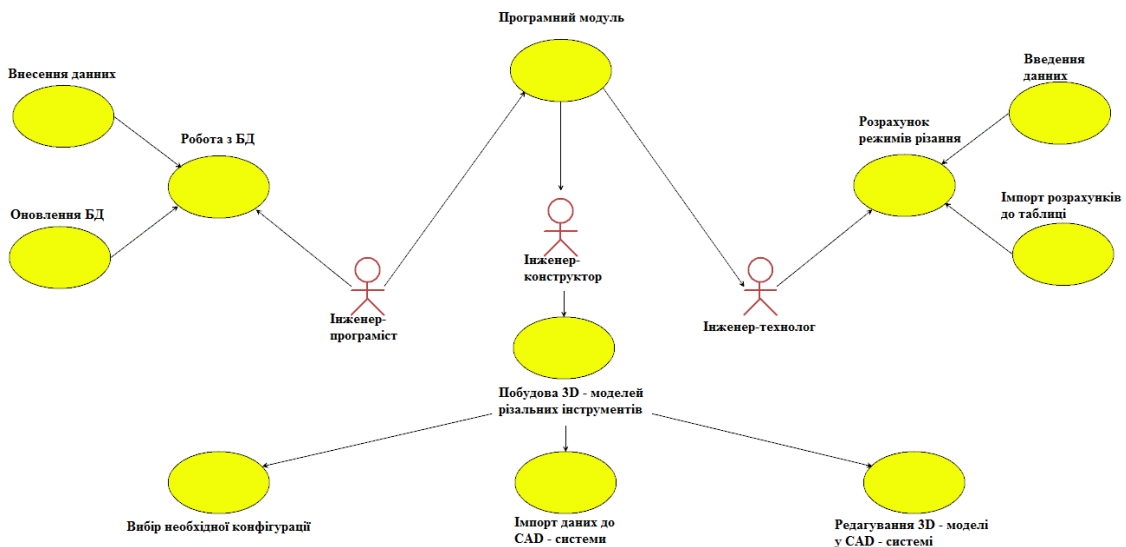


Рисунок 2.2. – Діаграма варіантів використання

## 2.5 Структура і функціональне призначення програмного модуля

Програмний модуль, що розробляється, має чітко визначену структуру, яка забезпечує зручність у використанні, логічну послідовність виконання дій та ефективне досягнення поставлених цілей. Його функціональне призначення полягає в автоматизації етапів розрахунків та підготовки технологічної документації для виготовлення деталей типу «вал-шестерня».

Структурні компоненти модуля:

1. Інтерфейс користувача (UI) відповідає за взаємодію користувача із системою. Має просту та інтуїтивну структуру, поділену на вкладки або секції: введення вихідних даних, розрахунки, результати, звіти. Передбачені підказки, випадаючі списки та валідація даних.

2. Математичне ядро (обчислювальний модуль) виконує основні інженерні розрахунки на основі введених параметрів.

Сюди входять:

- розрахунок режимів різання ( $V_c$ ,  $S$ ,  $t$ );
- визначення необхідної потужності;
- вибір оптимального інструменту та режимів роботи згідно з нормативами;
- оцінка зношування або ефективності інструменту (за потреби).

3. База даних (довідниковий блок) містить довідкову інформацію про:

- матеріали заготовок;
- типи інструментів (фрези, різці, свердла);
- режими обробки для різних груп матеріалів;
- стандартні допуски та припуски.

4. Модуль виводу результатів генерує звіти з результатами розрахунків у вигляді таблиць, графіків або текстових документів. Підтримуються формати \*.docx, \*.pdf, \*.csv.

5. Система збереження і завантаження проектів дозволяє зберігати виконані проекти з усіма параметрами, відкривати їх пізніше, редагувати або копіювати для інших деталей.

6. Модуль експорту формує вихідні дані у форматі, придатному для подальшого імпорту в CAD/CAM-програми, наприклад SolidWorks, AutoCAD, NX CAM.

Функціональне призначення модуля:

- Надання інженеру ефективного інструменту для виконання обґрунтованих технологічних розрахунків;
- Скорочення часу на підготовку виробництва;
- Зменшення ймовірності помилок у розрахунках завдяки автоматизації;
- Формування єдиної структури збереження та документування результатів;
- Підвищення точності та технологічності процесу обробки деталей.

## Висновки по другому розділу

У другому розділі були сформульовані вимоги до спеціалізованого програмного модуля, призначеного для автоматизації процесу технічної підготовки виробництва деталей типу «вал-шестерня». Розроблено концептуальну модель його використання, яка відображає основні взаємодії між користувачем і системою, а також визначено ключові функціональні сценарії.

На основі поставлених задач сформовано чіткі вимоги до функціональних характеристик модуля, зокрема: можливість введення вихідних даних, автоматизація розрахунків параметрів обробки, формування звітів, підтримка збереження проєктів і сумісності з іншими програмними продуктами.

Окрему увагу приділено технічним вимогам до апаратного та програмного забезпечення, організації сумісного використання даних і захисту інформації. Це важливо для забезпечення надійності, безпеки та стабільної роботи модуля у виробничому середовищі.

Описана діаграма варіантів використання допомогла візуалізувати основні дії користувача, а структурна модель — деталізувати внутрішню архітектуру програмного рішення. Усе це створює необхідне підґрунтя для подальшого опису реалізації програмного модуля, його функціонування та оцінки ефективності застосування.

## РОЗДІЛ 3 ОПИС РОЗРОБЛЕНОГО ПРОГРАМНОГО МОДУЛЯ

### 3.1 Опис функціонування спеціалізованого програмного модуля

Функціонування спеціалізованого програмного модуля базується на послідовному виконанні інженером-технологом або конструктором ряду дій, спрямованих на підготовку виробництва деталі «вал-шестерня» із дотриманням вимог точності, ефективності обробки та уніфікації технологічного процесу. Модуль працює як інтерактивний інструмент, що дозволяє не лише здійснювати розрахунки, але й вести документацію у зручному форматі.

Головне вікно програми наведено на рисунку 3.1.

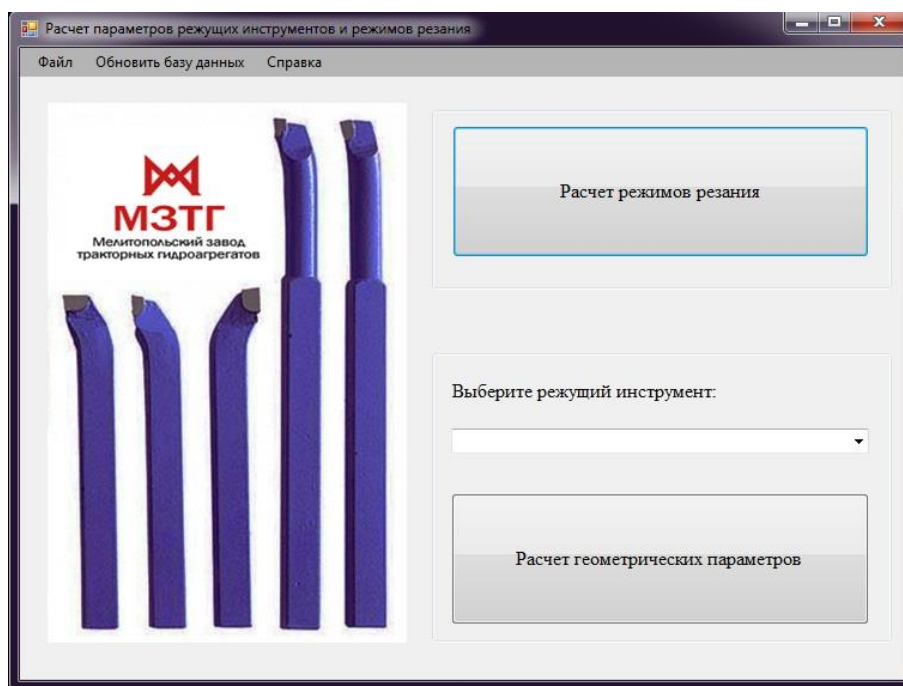


Рисунок 3.1 – Головне вікно програми

Етапи функціонування модуля:

1. Запуск програми та вибір типу обробки після запуску модуль пропонує обрати тип технологічної операції: точіння, свердління,

фрезерування тощо. Це впливає на доступні параметри введення та формули для розрахунків.

2. Введення вихідних даних користувач вводить (Рисунок 3.2):

- геометричні характеристики деталі (діаметр, довжина, кількість зубів, кут нахилу зуба тощо);
- матеріал заготовки (вибір із бази або введення вручну);
- вимоги до точності, шорсткості поверхні;
- тип інструмента (стандартний або спеціалізований).

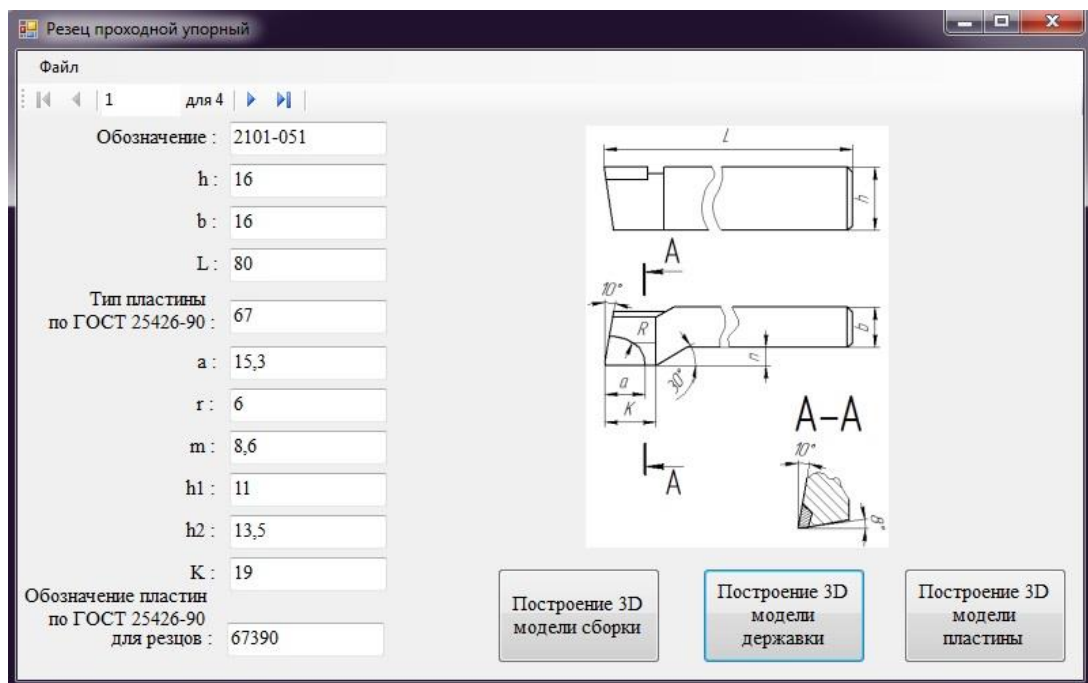


Рисунок 3.2 – Автоматично введені значення параметрів різального інструменту

3. Автоматизований розрахунок параметрів обробки програма виконує розрахунки за вбудованими алгоритмами:

- визначає оптимальну швидкість різання ( $V_c$ ), подачу ( $S$ ), глибину різання ( $t$ );
- розраховує час обробки, зусилля різання та споживану потужність;

- пропонує рекомендований інструмент і режим роботи відповідно до типу матеріалу.

4. Виведення результатів та формування документації  
Результати розрахунків виводяться на екран у табличній формі з можливістю редагування. Для вибору необхідної конфігурації необхідно натискати кнопки переходу, представлених на рисунку 3.3.



Рисунок 3.3 – Кнопки переходу між конфігураціями

Далі користувач може сформувати:

- текстовий звіт (\*.docx, \*.pdf);
- таблиці для вставки у технологічну документацію;
- креслення або ескіз у форматі \*.dxf (у разі інтеграції з CAD).

5. Збереження проекту усі параметри та результати можуть бути збережені у файлі з можливістю подальшого відкриття. Це дає змогу повторно використовувати типові налаштування або вносити корективи.

6. Експорт до суміжних систем за потреби модуль дозволяє експортувати дані до CAD/CAM-середовищ, що полегшує подальше 3D-моделювання або генерування траєкторій обробки на верстатах з ЧПК.

Особливості реалізації:

- Інтерфейс користувача реалізований у вигляді вкладок (вхідні дані → розрахунок → результати → звіт).
- У програмі реалізовано захист від помилок введення (валидація полів).
- Є можливість локалізації інтерфейсу під різні мови та налаштувань під конкретне виробництво.

Після розрахунку геометричних параметрів можна побудувати 3D моделі державки, ріжучої пластини або збірки (рисунок 3.4).

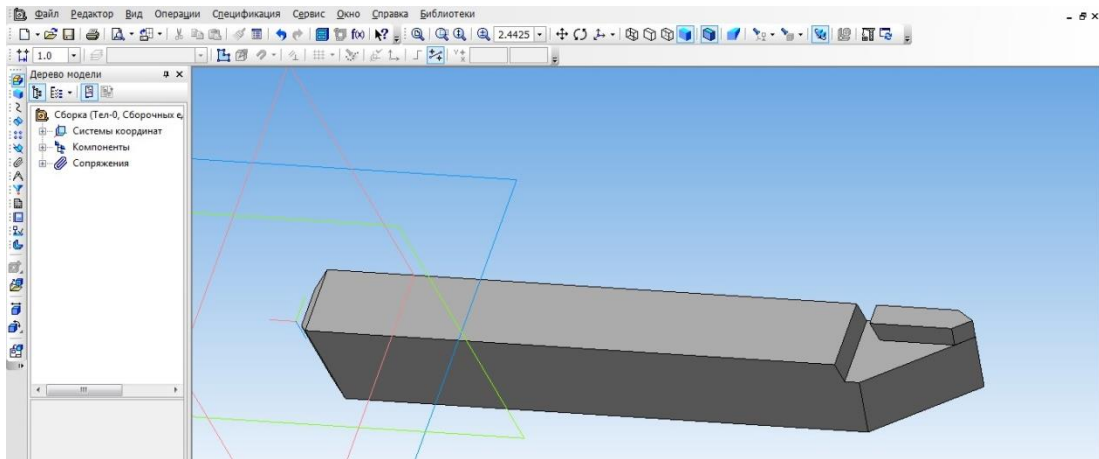


Рисунок 3.4 –Результат імпорту деталі із заданими параметрами

Пропонований програмний модуль дозволяє проводити розрахунки режимів різання.

Для початку вводяться параметри розрахунку довжини робочого ходу супорта (рисунок 3.5) та розрахунок подачі супорта на оборот шпинделя (рисунок 3.6).

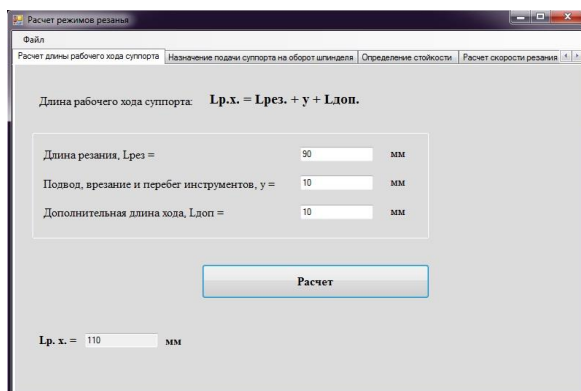


Рисунок 3.5 – Розрахунок довжини робочого ходу супорта

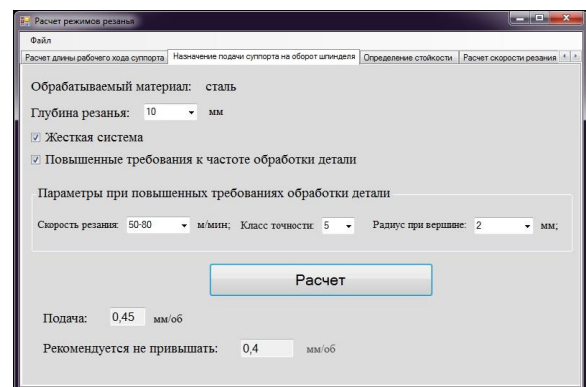


Рисунок 3.6 – Введення значень для розрахунку подачі супорта на оборот шпинделя

Для wyboru ріжучого інструмента за допомогою програмного модулю виконується розрахунок стійкості інструмента (рисунок 3.7) та розрахунок швидкості різання (рисунок 3.8).

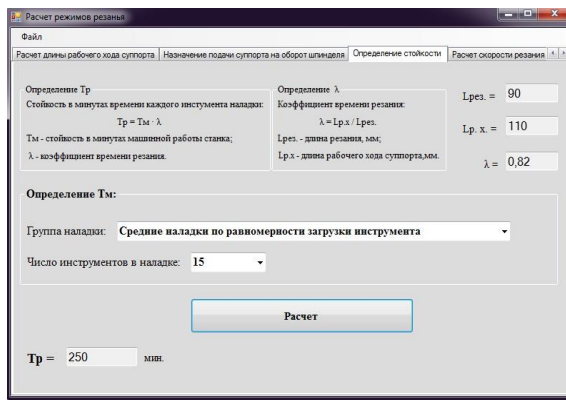


Рисунок 3.7 – Розрахунок стійкості інструмента

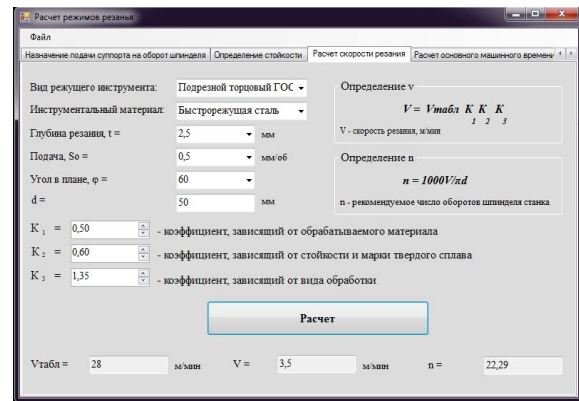


Рисунок 3.8 – Розрахунок швидкості різання

Останнім етапом є розрахунок основного машинного часу обробки. Причому дані заповнюються автоматично, оскільки беруться з раніше введених даних чи отриманих результатів розрахунків (рисунок 3.9).

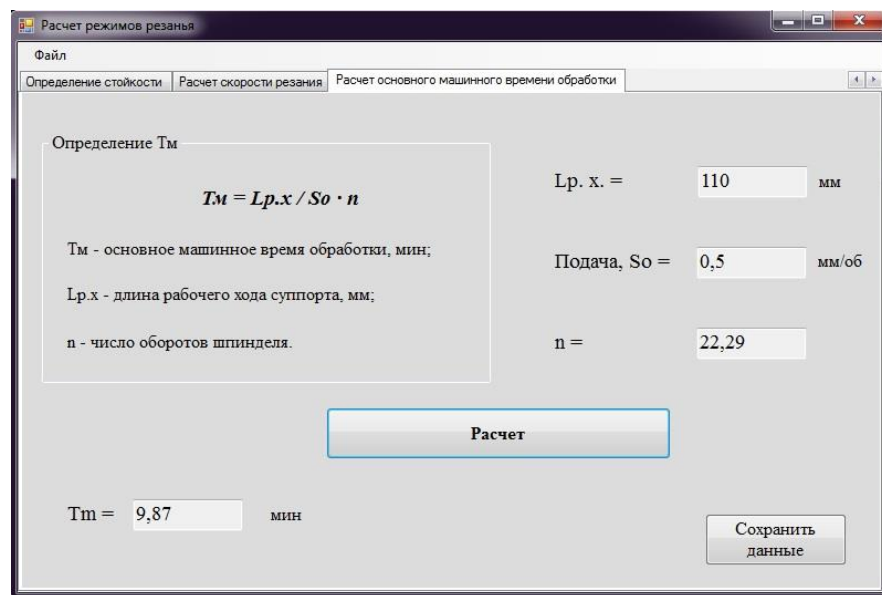


Рисунок 3.9 – Розрахунок основного машинного часу обробки

Спроектований програмний модуль має свою базу даних, що надає змогу користувачеві редагувати дані за умови змін у ДСТУ (рисунок 3.10).

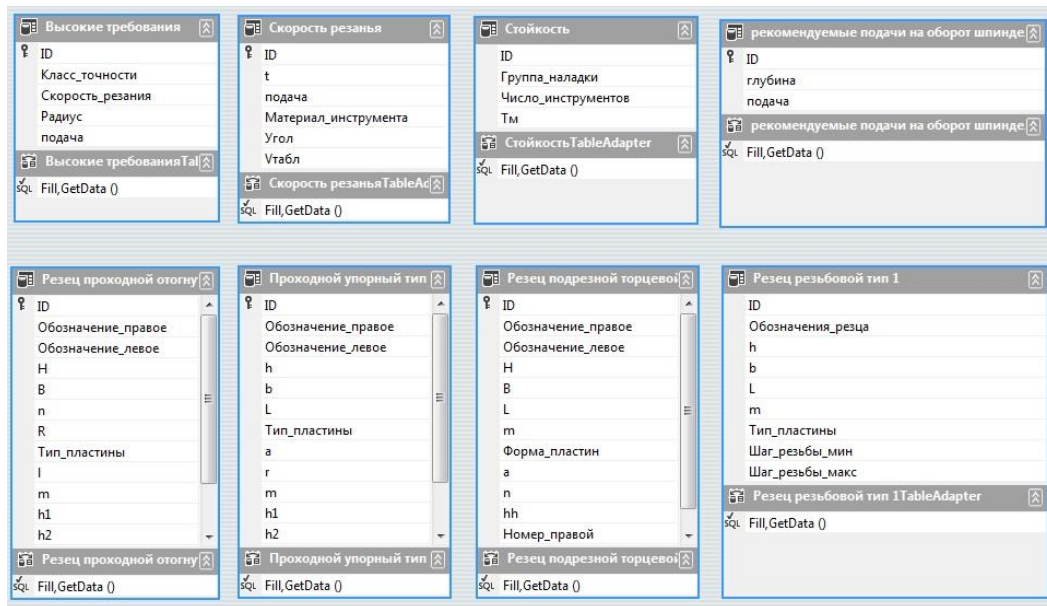


Рисунок 3.10 – База даних програмного модуля

Таким чином, модуль працює як інтегрована інженерна платформа для підтримки прийняття рішень при підготовці технологічного процесу, дозволяючи зекономити час і зменшити кількість помилок.

### 3.2 Аналіз дослідної експлуатації та можливих застосувань

У рамках дослідної експлуатації програмного модуля було перевірено його функціональність, зручність використання та відповідність поставленим вимогам. Тестування відбувалося на умовній виробничій задачі — проектування процесу обробки деталі типу «вал-шестерня» зі сталевий заготовки для умов серійного виробництва.

Результати дослідної експлуатації:

1. Коректність розрахунків. Усі розрахунки параметрів обробки (швидкість різання, подача, глибина, потужність) виконувалися відповідно до загальноприйнятих інженерних методик і показали високу точність порівняно з ручними обчисленнями. Результати були перевірені за допомогою стандартних довідників і не виявили відхилень.

2. Швидкість і зручність роботи. Використання модуля дозволило скоротити час підготовки проєктної документації приблизно вдвічі порівняно з традиційним ручним підходом. Завдяки інтуїтивно зрозумілому інтерфейсу, новий користувач зміг швидко опанувати функціонал модуля.

3. Уніфікація звітної документації. Автоматично сформовані звіти мали чітку структуру та відповідали стандартам оформлення технологічної документації. Це зменшує кількість помилок, що можуть виникати при ручному введенні даних.

4. Можливості інтеграції. Експорт результатів у форматах \*.csv і \*.dxf дозволив швидко перенести дані до суміжних CAD/CAM-систем, що особливо корисно при створенні креслень або передаванні завдань на ЧПК-обладнання.

Потенційні напрями застосування:

- У навчальному процесі — як інструмент для формування в студентів навичок технічних розрахунків, підготовки технологічних маршрутів та документів.
- На промислових підприємствах — для використання у відділах головного технолога або конструктора з метою підвищення ефективності підготовки виробництва.
- У наукових розробках — як базовий програмний каркас для впровадження нових алгоритмів розрахунку, штучного інтелекту або оптимізаційних моделей.

Обмеження:

У поточній реалізації модуль має низку функціональних обмежень:

- відсутня підтримка складних багатокоординатних операцій;
- не реалізовано повну базу інструментів (використано скорочений варіант);
- немає прямого підключення до реального обладнання для передачі даних (передбачається у майбутньому).

Таким чином, дослідна експлуатація показала, що модуль може ефективно використовуватись у типових задачах проектування. Він виконує поставлені функції, демонструє стабільну роботу та має високий потенціал для подальшого вдосконалення і впровадження у практику.

### Висновки до третього розділу

У третьому розділі було детально описано функціонування спеціалізованого програмного модуля, призначеного для підтримки процесу технічної підготовки виробництва деталей типу «вал-шестерня». Розглянуто логіку його роботи, основні етапи взаємодії з користувачем, структуру інтерфейсу та алгоритми виконання розрахунків.

На основі дослідної експлуатації модуля встановлено, що програмний продукт відповідає функціональним вимогам, має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та забезпечує високу точність результатів. Його використання дозволяє значно скоротити час на розробку технологічної документації та зменшити ймовірність помилок.

Проведено аналіз можливих напрямів застосування модуля в освітніх, виробничих та наукових цілях. Водночас було виявлено певні обмеження, які не впливають на якість базової функціональності, але можуть бути враховані при подальшому вдосконаленні системи.

Таким чином, розроблений модуль підтвердив свою ефективність і доцільність у контексті автоматизації окремих етапів підготовки виробництва та може служити основою для його подальшого впровадження або розвитку.

## РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Аналіз умов праці

Оцінка умов праці є важливою складовою під час впровадження нових технологічних процесів та розробки програмного забезпечення для виробництва. Вона дозволяє визначити рівень безпеки, комфорту та відповідності робочого середовища чинним нормам охорони праці, а також запобігти негативному впливу на здоров'я працівників.

У даній кваліфікаційній роботі аналіз умов праці проводиться стосовно робочого місця інженера-технолога, який працює за персональним комп'ютером у середовищі офісного або лабораторного типу.

Основні чинники, що оцінюються:

1. Організація робочого місця. Робоче місце має бути облаштоване ергономічно: зручне крісло з регулюванням висоти та спинки, стіл відповідної висоти, належне розташування монітора на рівні очей. Рекомендована відстань від очей до екрану — 50–70 см.

2. Мікроклімат приміщення. Відповідно до ДСН 3.3.6.042-99, оптимальні параметри мікроклімату в приміщеннях із ПК становлять:

- температура повітря: 20–24 °С;
- відносна вологість: 40–60%;
- швидкість руху повітря: до 0,1 м/с.. У разі відхилення цих параметрів зростає навантаження на організм, знижується працездатність.

3. Шкідливі речовини в повітрі. В офісному середовищі концентрації шкідливих речовин, як правило, мінімальні. Проте джерелом забруднення повітря можуть бути лазерні принтери, пил або погана

вентиляція. Рекомендується регулярно провітрювання та очищення повітря.

4. Освітлення. Вимоги до освітлення при роботі за комп'ютером:

- природне освітлення: бокове, переважно зліва;
- штучне: загальне (люмінесцентне або світлодіодне), з яскравістю 300–500 лк;
- локальне: настільна лампа з регульованим кутом нахилу.

5. Фізичні фактори: шум, вібрація, випромінювання. На робочому місці інженера рівень шуму зазвичай не перевищує допустимих норм (до 50 дБ). Вібрації — відсутні. Випромінювання від моніторів РК-технології мінімальні та не несуть суттєвої загрози за умови дотримання санітарних правил.

6. Психофізіологічні навантаження. Тривала робота за комп'ютером створює статичне навантаження на зір та опорно-руховий апарат. Рекомендується:

- перерви кожні 1–2 години на 10–15 хвилин;
- гімнастика для очей;
- зміна положення тіла під час роботи.

#### 4.1.1 Організація робочого місця

Раціональна організація робочого місця інженера-технолога, який працює з персональним комп'ютером, є ключовим чинником у забезпеченні високої продуктивності праці, зниженні втомлюваності та запобіганні професійним захворюванням. Робоче місце має відповідати ергономічним, санітарним і гігієнічним нормам.

Основні вимоги до робочого місця:

1. Розміщення обладнання. Комп'ютерне обладнання (монітор, клавіатура, мишка) повинно бути розташоване так, щоб забезпечити комфортне положення тіла. Монітор повинен знаходитися на відстані

50–70 см від очей, його верхній край — на рівні або трохи нижче рівня очей. Клавіатура повинна лежати на столі без нахилу, мишка — на одному рівні з клавіатурою.

2. Робочий стіл та крісло. Стіл має мати достатню площу для розміщення обладнання й документів. Оптимальна висота — 720–750 мм. Робоче крісло повинно мати регульовану висоту, спинку, підлокітники, а також забезпечувати підтримку поперекового відділу хребта. Висота сидіння повинна дозволяти ногам стояти на підлозі під прямим кутом у колінних суглобах.

3. Положення тіла під час роботи. Працівник повинен сидіти прямо, не нахиляючись уперед. Спина має щільно прилягати до спинки крісла. Відстань між грудною кліткою і столом — близько 10–15 см. Лікті мають бути розслаблені й знаходитися під кутом близько  $90^\circ$ .

4. Орієнтація на джерело світла. Джерело природного світла має бути розташоване зліва (для праворукої людини), щоб уникнути тіней. Не допускається пряме потрапляння сонячного світла на екран, що може призводити до відблисків і додаткового навантаження на зір.

5. Зона досяжності. Усі необхідні елементи (книги, документи, принтер, канцелярія) мають розташовуватися в межах зони досяжності руки без необхідності нахилятися чи вставати.

Правильно організоване робоче місце створює комфортні умови для інженера-технолога, зменшує ризик розвитку порушень постави, перевтоми очей і сприяє підвищенню ефективності виконання службових обов'язків.

На рисунку 4.1 показаний план робочого кабінету для інженера-програміста.

Розміри приміщення складають: довжина  $a=4,2$  м, ширина  $b=4$  м, висота  $h=3$  м, загальна площа дорівнює  $s=4,2 \cdot 4=16,8$  кв. м.

Головними елементами робочого місця інженера-програміста є стіл і крісло. Положення сидячи є основним робочим положенням.

Робочий стілець інженера-програміста повинен бути забезпечений підйомно-поворотним механізмом. Висота сидіння повинна регулюватися в межах 400 - 500 мм Глибина сидіння повинна становити не менше 380 мм, а ширина - не менше 400 мм Висота опорної поверхні спинки не менше 300 мм, ширина - не менше 380 мм, Кут нахилу спинки стільця до площини сидіння повинен змінюватися в межах 90 - 110 °. Організація робочого місця інженера – програміста в ізометрії представлена на рисунку 4.2.

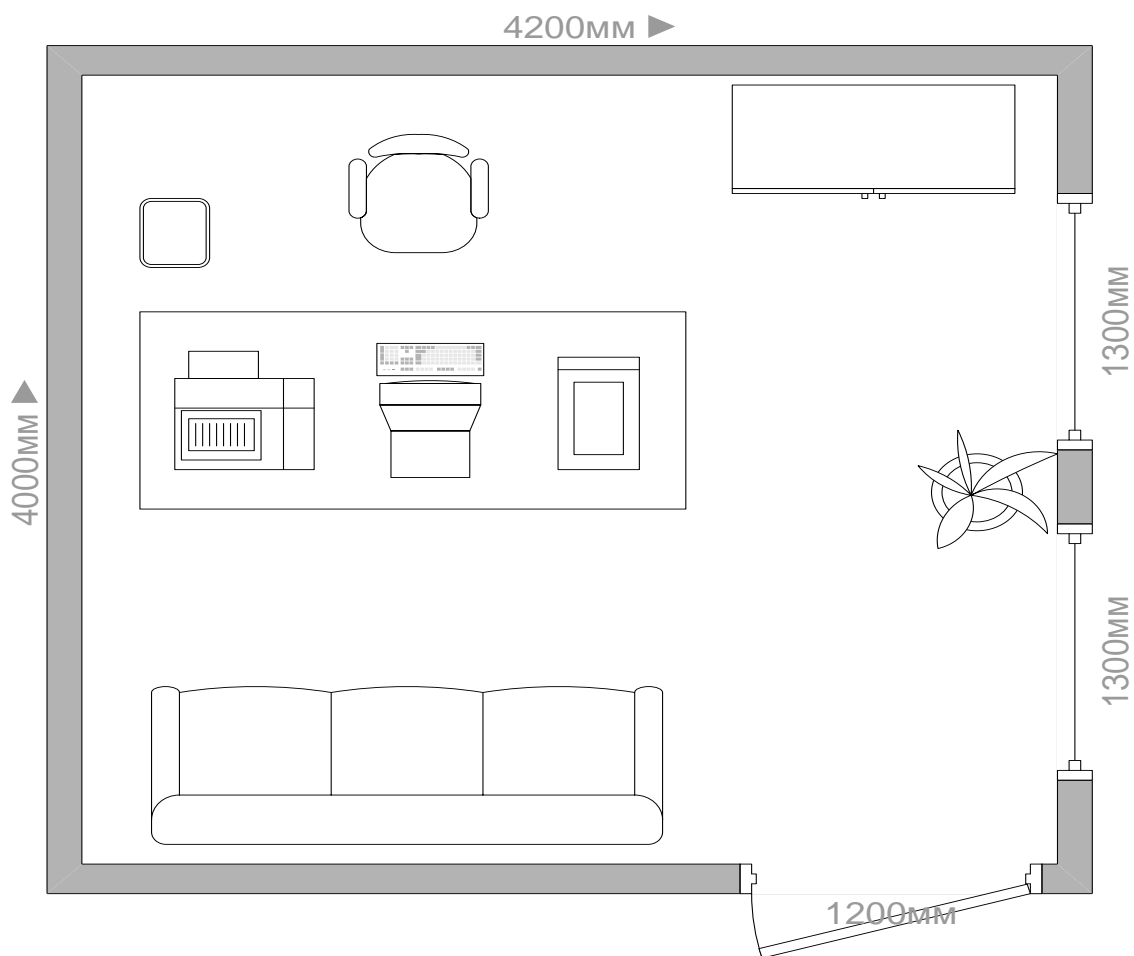


Рисунок 4.1 - Спрощений план робочого кабінету

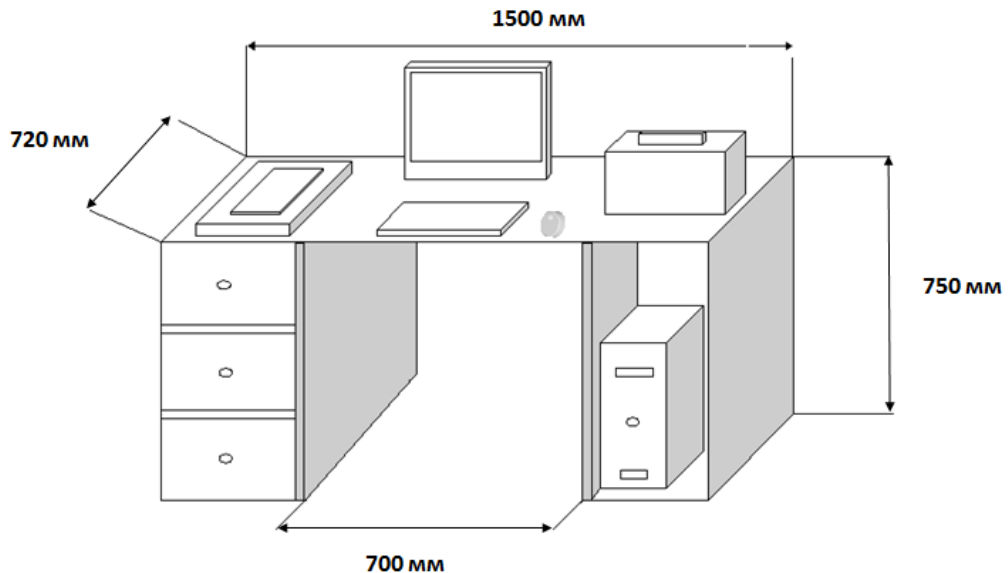


Рисунок 4.2 - Організація робочого місця інженера – програміста в ізометрії

#### 4.1.2 Мікроклімат виробничих приміщень

Мікроклімат виробничих приміщень визначається сукупним впливом на організм людини температури, вологості, швидкості руху повітря, теплового випромінювання нагрітих поверхонь. Мікроклімат різних виробничих приміщень залежить від коливань зовнішніх метеорологічних умов, часу дня, року, особливостей виробничого процесу та систем опалення та вентиляції.

Основні параметри мікроклімату:

1. Температура повітря. Оптимальною температурою в холодний період року для легких видів праці (включаючи розумову, роботу за ПК) є 20–24 °С, а в теплий період — 22–25 °С. Відхилення від цих меж може викликати дискомфорт, зниження концентрації уваги, головний біль та інші порушення самопочуття.

2. Відносна вологість. Допустимий діапазон вологості повітря становить 40–60%. За низької вологості можливе пересихання слизових

оболонки очей і дихальних шляхів, а підвищена вологість — сприяє розвитку мікроорганізмів і появи конденсату.

3. Швидкість руху повітря. В офісних приміщеннях не повинна перевищувати 0,1 м/с. Надмірна швидкість може створювати відчуття протягу, що веде до охолодження організму, особливо в зоні шиї та плечей.

4. Чистота повітря. Повітря повинне бути вільним від пилу, диму, парів хімічних речовин і запахів. При роботі обладнання (принтерів, кондиціонерів, ПК) можливе накопичення пилу та озону — потрібна вентиляція або застосування очищувачів повітря.

Забезпечення оптимального мікроклімату:

- використання систем вентиляції та кондиціонування;
- регулярне провітрювання приміщення;
- контроль за температурою і вологістю за допомогою термогігрометра;
- очищення фільтрів кондиціонерів та систем подачі повітря.

Дотримання вимог до мікроклімату дозволяє підтримувати комфортну атмосферу для праці, знижує ризик професійного стомлення та підвищує ефективність трудової діяльності.

#### 4.1.3 Шкідливі речовини в повітрі робочої зони

Чистота повітря в робочій зоні є важливим фактором безпечних умов праці. Наявність шкідливих речовин у повітрі може негативно впливати на здоров'я працівників, викликаючи алергічні реакції, подразнення слизових оболонок, головний біль, зниження концентрації уваги та інші симптоми.

У випадку інженера-технолога, який працює в офісному або лабораторному приміщенні з персональним комп'ютером, рівень

шкідливих речовин зазвичай не перевищує допустимих норм. Проте джерела незначного забруднення повітря все ж можуть бути присутніми.

Потенційні джерела шкідливих речовин:

1. Лазерні принтери та копіювальна техніка. У процесі друку можливе виділення дрібнодисперсного пилу, озону, органічних сполук (формальдегіду, бензолу), що утворюються внаслідок нагрівання тонера.

2. Побутова хімія та офісні меблі. Нові меблі, пластикові елементи, клеї та фарби можуть виділяти леткі органічні речовини (ЛОР), зокрема формальдегід.

3. Скупчення пилу. Вентиляційні отвори, системні блоки комп'ютерів, поверхні, які не регулярно очищуються, можуть накопичувати пил, що потрапляє в дихальні шляхи.

4. Погана вентиляція. Недостатній обмін повітря в приміщенні призводить до підвищення концентрації вуглекислого газу ( $\text{CO}_2$ ), що викликає втому, сонливість і зниження працездатності.

Заходи з мінімізації впливу:

- регулярне прибирання приміщення (вологе прибирання щонайменше 2 рази на тиждень);
- використання офісної техніки з сертифікованими фільтрами;
- встановлення кімнатних очищувачів повітря (рекомендовано для приміщень із поганою вентиляцією);
- провітрювання приміщення щонайменше 2–3 рази на день;
- контроль концентрацій шкідливих речовин відповідно до гігієнічних нормативів (ГДК — гранично допустимі концентрації).

Отже, хоча ризики впливу шкідливих речовин у таких умовах мінімальні, забезпечення належної вентиляції, чистоти та якості повітря залишається важливою умовою створення безпечного робочого середовища.

#### 4.1.4 Освітлення

Освітлення робочого місця є одним із головних чинників, що впливають на ефективність, безпеку та комфорт праці. Особливо це актуально для інженерів і працівників, які тривалий час працюють з документацією та за комп'ютером. Недостатнє або неправильно організоване освітлення може призводити до зорового перевантаження, головного болю, швидкої втомлюваності, зниження концентрації уваги.

Види освітлення:

1. Природне освітлення. Робоче місце повинно мати доступ до природного світла, переважно з лівого боку (для праворукої людини), щоб уникнути появи тіней на робочій поверхні. При цьому слід уникати прямого сонячного світла, що створює відблиски на моніторі.

2. Штучне загальне освітлення. Використовуються світильники з лампами денного світла (LED або люмінесцентні). Рівень освітленості має відповідати нормам ДБН В.2.5-28-2006 і становити не менше 300–500 лк для офісних приміщень, де ведеться робота з ПК.

3. Локальне освітлення. Для додаткового освітлення робочої поверхні застосовуються настільні лампи з регульованим напрямком світла. Вони повинні бути встановлені так, щоб уникати прямих світлових променів в очі та не створювати відблисків на екрані монітора.

Основні вимоги до освітлення:

- рівномірний розподіл світла без різких контрастів і тіней;
- відсутність мерехтіння світильників (особливо в люмінесцентних ламп);
- колірна температура світла в межах 4000–5000 К (нейтральне біле світло);
- коефіцієнт пульсацій освітлення — не більше 10%;
- відсутність відблисків на екрані монітора чи блискучих поверхнях.

Рекомендації щодо організації освітлення:

- використовувати комбіноване освітлення (загальне + локальне);
- встановлювати жалюзі або штори на вікнах для регулювання рівня природного світла;
- регулярно очищати світильники від пилу, що знижує яскравість освітлення;
- обирати лампи з високим індексом кольоропередачі ( $R_a \geq 80$ ).

Правильно організоване освітлення забезпечує збереження зору, знижує ризик перевтоми та підвищує загальну ефективність праці.

Висота підвісу світильника у даному випадку складає  $H_p = 3$  м (висота робочої поверхні приймаємо 0.8 м). Для світильників з люмінесцентними лампами, та невисоких приміщень ( $H = 3$ ) за таблицею приймаємо оптимальне відношення відстані між світильниками  $L$  до висоти підвісу світильника  $H_{\text{над}}$  робочою поверхнею рівним 0,8 та знаходимо  $L$ .

$$H_p = 0,8; L = 0,8 \cdot 3,2 = 2,56 \text{ м.}$$

Розрахуємо кількість світильників для прямокутного розміщення їх у приміщенні.

Кількість світильників по довжині цеху:

$$n_A = A / L = 8 / 2,56 = 3,125 \text{ шт. (приблизно)}$$

Кількість світильників по ширині цеху:

$$n_B = B / L = 6 / 2,56 = 2,34 \text{ шт. (приблизно)}$$

Загальна кількість світильників:

$$n = n_A \cdot n_B = 3,125 \cdot 2,34 = 8 \text{ шт. (приблизно)}$$

У розглянутому приміщенні, використовується система загального рівномірного висвітлення. У приміщенні мається вісім стельових світильників типу Л201-03, у кожному з яких знаходиться по дві люмінесцентній лампі ЛБ-40 потужністю 40 Вт (світловий потік 6400 лм) кожна.

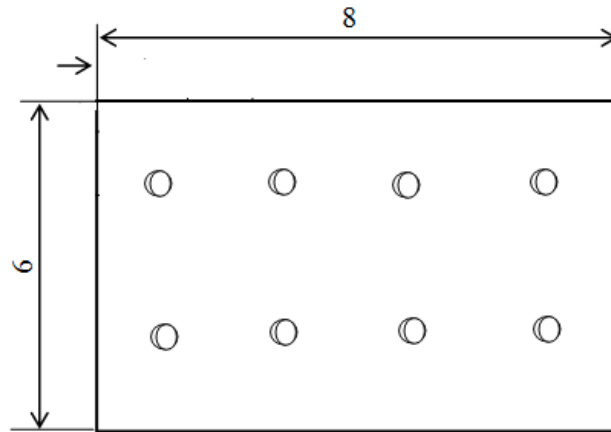


Рисунок 4.3 - Схема розміщення світильників

Для розрахунку штучної освітлення використовується формула :

$$E = \frac{N * \Phi * \eta}{S * K * Z} \quad (4.2)$$

$$E = (4 \cdot 11314 \cdot 0.33) / 48 \cdot 1.4 \cdot 1.1 = 211,41 \text{ лк}$$

де E - фактична освітленість робочої поверхні, лк;

$\Phi$  - світловий потік лампи.

#### 4.1.5 Шум, вібрація, ультразвук, інфразвук

Фізичні фактори, такі як шум, вібрація, ультразвук і інфразвук, можуть мати негативний вплив на організм працівника навіть при роботі в офісному або лабораторному середовищі. Тому їхній контроль і регламентація є важливою складовою забезпечення безпечних умов праці.

##### Шум

Шум — це сукупність звукових коливань різної частоти та інтенсивності, які викликають акустичний дискомфорт. Джерелами шуму в офісному середовищі можуть бути:

- системні блоки комп'ютерів (вентилятори, жорсткі диски);
- офісна техніка (принтери, сканери, кондиціонери);
- сторонні розмови та фонові звуки з інших приміщень.

Відповідно до ДСН 3.3.6.037-99, допустимий рівень шуму на робочих місцях із ПК не повинен перевищувати 50 дБА. Перевищення цього рівня може призвести до дратівливості, зниження уваги, головного болю, втоми.

### Вібрація

На робочих місцях інженера-технолога вібраційне навантаження, як правило, відсутнє або незначне. Вібрації можуть виникати лише при використанні нестійких меблів, неякісного обладнання або внаслідок роботи систем охолодження ПК. Хронічний вплив вібрації при перевищенні нормативів може призвести до порушень опорно-рухового апарату.

### Ультразвук

Ультразвукові коливання (частотою понад 20 кГц) можуть виникати під час роботи деяких електронних пристроїв або у виробничих зонах з ультразвуковими ваннами, зварювальними установками тощо. У стандартному офісному середовищі ці джерела практично відсутні, але варто враховувати можливість їхнього шкідливого впливу при поганому екраніруванні обладнання.

### Інфразвук

Інфразвук — низькочастотні коливання (до 20 Гц), які можуть виникати від роботи вентиляційних установок, кондиціонерів або великих електродвигунів. Хоча їхній рівень зазвичай незначний, тривалий вплив може викликати суб'єктивне відчуття дискомфорту, закладеність у вухах, зниження концентрації.

Заходи для зменшення впливу фізичних факторів:

- використання якісного обладнання з низьким рівнем шуму та вібрації;
- правильне встановлення ПК та офісної техніки на стабільних поверхнях;
- шумоізоляція приміщень або використання шумопоглинаючих матеріалів;
- регулярне технічне обслуговування обладнання для уникнення вібраційних дефектів;
- контроль рівня шуму і вібрацій спеціалізованими приладами при підозрі на перевищення.

При наявності великої кількості джерел шуму еквівалентне значення шуму  $L_{ЭКВ}$ , дБА розраховують по наступній формулі:

$$L = 10 \cdot \lg \left( \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n \left( t_i \cdot 10^{0.1 \cdot L_i} \right) \right) \quad (4.3)$$

де  $L_i$  – рівень шуму  $i$ -го джерела (пристрою),

$t_i$  – час роботи  $i$ -го джерела (пристрою),

$T$  – загальний час роботи,

$n$  – кількість джерел шуму даного типу;

Для даного приміщення необхідні змінні складають:

Загальний час роботи – робітник день, тобто  $T=8$  годин.

Для фонового шуму (вентиляторів):

$L_1= 35$  дБА,  $T_1= 8$  годин,  $n_1=15$  (  $5 \times 3$ );

Для лазерного принтера HP LaserJet 1100:

$L_2 = 48$ дБА,  $T_2 = 1$  година,  $n_2=1$ , для сканера =  $46$ дБА,  $T_3 = 1$

година.

Підставляємо отримані величини у формулу:

$$L_{\hat{Y}\hat{E}\hat{A}} = 10 \cdot \lg \left( \frac{1}{8} \cdot \left( 15 \cdot 8 \cdot 10^{0.1 \cdot 35} + 1 \cdot 1 \cdot 10^{0.1 \cdot 48} + 1 \cdot 1 \cdot 10^{0.1 \cdot 46} \right) \right) = 41,6$$

Еквівалентний рівень шуму в приміщенні становить за робочий день  $L_{экв} = 41,6$  дБА, тобто не перевищує норму 50 дБА.

Таким чином, хоча фізичні фактори у звичайному офісному середовищі не є критично небезпечними, їхній контроль і мінімізація дозволяють покращити умови праці та знизити професійні ризики.

#### 4.1.6 Виробничі випромінювання

У процесі виконання службових обов'язків, особливо при роботі з комп'ютерною технікою та електронним обладнанням, працівники можуть піддаватися впливу різних видів випромінювання. Навіть при низькому рівні інтенсивності ці фактори можуть впливати на функціональний стан організму, особливо при тривалому та щоденному навантаженні.

Основні типи випромінювань, що можуть мати місце:

1. Електромагнітне випромінювання (ЕМВ). Виникає від екранів моніторів, системних блоків, бездротових мереж (Wi-Fi, Bluetooth), блоків живлення тощо. Сучасні ПК- та LED-монітори мають мінімальний рівень випромінювання, який не перевищує допустимі норми. Згідно з санітарними нормами, рівень електромагнітного поля на робочому місці не повинен перевищувати 25 В/м у діапазоні до 2 МГц.

2. Інфрачервоне випромінювання (ІЧ). Може випромінюватися від нагрівальних елементів офісної техніки (наприклад, лазерних принтерів або копіювальної апаратури), але не має значного впливу при звичайних умовах використання.

3. Ультрафіолетове випромінювання (УФ). В офісному середовищі зустрічається рідко. Потенційним джерелом можуть бути бактерицидні лампи або спеціальні освітлювальні прилади. Їхнє використання повинно бути регламентоване та контрольоване.

4. Іонізуюче випромінювання. У середовищі роботи інженера-технолога і при використанні стандартного комп'ютерного обладнання

іонізуюче випромінювання (рентгенівське, гамма-випромінювання) відсутнє. Його наявність характерна для спеціалізованих галузей (медицина, ядерна енергетика).

Заходи для зменшення впливу виробничих випромінювань:

- використання сучасного обладнання, що відповідає нормам радіаційної безпеки та має відповідні сертифікати;
- правильне розміщення техніки (не ближче ніж 50 см від користувача);
- регулярне технічне обслуговування пристроїв;
- використання екранів або фільтрів для моніторів (за необхідності);
- обмеження тривалості безперервної роботи за екраном.

Загалом, у типових умовах праці інженера-технолога рівень виробничих випромінювань є безпечним і не становить ризику для здоров'я, проте важливо дотримуватись рекомендованих норм і гігієнічних вимог.

#### 4.1.7 Електробезпека

Електробезпека є критично важливим аспектом забезпечення безпечних умов праці в будь-якому виробничому або офісному середовищі. Інженер-технолог, який працює з комп'ютерною та офісною технікою, постійно перебуває в зоні дії електричних пристроїв, тому має бути захищеним від можливих уражень електричним струмом.

Потенційні джерела небезпеки:

- комп'ютерна техніка (системні блоки, монітори, периферійні пристрої);
- офісна оргтехніка (принтери, сканери, ламінатори);
- подовжувачі, мережеві фільтри, розетки з перевантаженням;

- електропроводка, що вийшла з ладу або має пошкоджену ізоляцію.

Основні заходи електробезпеки:

1. Заземлення обладнання. Усі стаціонарні електропристрої повинні мати захисне заземлення. Це забезпечує відведення напруги у випадку короткого замикання або пробоя ізоляції.

2. Використання справних електричних мереж. Робоче місце повинно бути підключене до електромережі через справні розетки з наявністю заземлювального контакту. Забороняється використання несправних або пошкоджених подовжувачів.

3. Автоматичне відключення електроживлення. Рекомендується застосування автоматичних вимикачів або УЗО (пристроїв захисного відключення) для запобігання ураженню електричним струмом.

4. Контроль стану обладнання. Регулярне технічне обслуговування комп'ютерної техніки, перевірка кабелів, розеток та вилок на наявність пошкоджень. Усі несправності повинні бути негайно усунуті.

5. Обмеження доступу до небезпечних елементів. Користувачі не повинні мати прямого доступу до внутрішніх частин електроприладів без відповідної кваліфікації.

6. Проведення інструктажів та навчання. Працівники мають проходити первинний, повторний і цільовий інструктажі з електробезпеки. Вони повинні знати правила поведінки при виникненні аварійних ситуацій (замикання, іскріння, запах гару тощо).

Класифікація приміщення:

Робоче місце інженера-технолога, що працює з комп'ютером, класифікується як приміщення без підвищеної небезпеки, однак у ньому має бути забезпечено:

- відсутність підвищеної вологості;
- нормальна температура повітря;

- наявність діелектричних килимків під ногами при використанні потужних електропристроїв (за потреби).

Отже, дотримання правил електробезпеки є запорукою збереження здоров'я персоналу та безперебійної роботи обладнання.

#### 4.2 Розробка заходів з охорони праці

На основі проведеного аналізу умов праці (розділ 4.1) встановлено, що робота інженера-технолога передбачає тривале перебування у приміщенні з електронною технікою, виконання розрахункових та конструкторських завдань за комп'ютером, а також користування офісним обладнанням. Незважаючи на те, що такі умови класифікуються як праця легкої категорії, вона супроводжується впливом низки шкідливих і небезпечних виробничих факторів — шум, електромагнітне випромінювання, недостатнє освітлення, сухість повітря, статичне навантаження на опорно-руховий апарат тощо.

З метою створення безпечного та комфортного середовища, а також зменшення професійних ризиків, у дипломному проєкті запропоновано комплекс заходів з охорони праці, які передбачають:

- нормалізацію мікроклімату робочої зони (температура, вологість, вентиляція);
- забезпечення нормативного рівня природного та штучного освітлення;
- зниження рівнів шуму, вібрації, електромагнітних і теплових випромінювань;
- впровадження засобів електробезпеки;
- покращення ергономіки робочого місця;
- забезпечення пожежної безпеки.

Реалізація цих заходів дозволяє не лише дотриматись вимог чинного законодавства (КЗпП, Закон «Про охорону праці», ДСанПіН

тощо), а й забезпечити працівникам належний рівень комфорту, знизити ризики профзахворювань і підвищити загальну ефективність трудової діяльності.

У наступних підрозділах розглянуто конкретні напрями впровадження таких заходів, зокрема нормалізацію повітряного середовища, освітлення, захист від шуму, вібрації та випромінювань, електробезпеку, а також організаційно-естетичні аспекти праці.

#### 4.2.1 Нормалізація повітря робочої зони

Якість повітря у робочій зоні безпосередньо впливає на самопочуття, працездатність і здоров'я працівників. У приміщеннях, де здійснюється робота з комп'ютерною технікою, необхідно забезпечити відповідність параметрів повітря чинним нормативам. Це особливо важливо з огляду на тривале перебування працівників у сидячому положенні в умовах закритого середовища.

Основні напрямки нормалізації повітря:

1. Забезпечення вентиляції. Робочі приміщення повинні бути обладнані природною або механічною вентиляцією.

- Природна вентиляція (через вікна, фрамуги) має забезпечувати постійний приплив свіжого повітря.
- Механічна витяжна вентиляція повинна працювати ефективно у всіх зонах офісу, особливо в глибоких або внутрішніх приміщеннях без вікон.

2. Регулярне провітрювання. Рекомендується провітрювати робоче приміщення не рідше ніж 2–3 рази на день по 10–15 хвилин, особливо у теплу пору року. В холодний період — короткочасне провітрювання з перекриттям тепловтрат.

3. Використання очищувачів повітря. У приміщеннях із поганою вентиляцією або великим скупченням техніки доцільно встановлювати

побутові очищувачі повітря, які фільтрують пил, алергени, шкідливі гази та неприємні запахи.

#### 4. Контроль температури та вологості

- Температура повітря має становити 20–24 °С (у холодну пору) і 22–26 °С (у теплу пору року).
- Відносна вологість повітря повинна бути в межах 40–60%. За потреби використовуються зволожувачі або осушувачі повітря.

5. Запобігання накопиченню шкідливих речовин. У разі використання лазерних принтерів або іншої техніки, що виділяє дрібнодисперсні частинки або запахи — техніка повинна розміщуватись подалі від робочої зони або в окремих приміщеннях.

6. Контроль вмісту CO<sub>2</sub>. Концентрація вуглекислого газу в повітрі має бути не вище 1000 ppm (частин на мільйон). При перевищенні цього рівня спостерігається сонливість, головний біль і зниження продуктивності праці.

Рекомендації:

- Проводити періодичний моніторинг параметрів повітря за допомогою термогігрометрів та CO<sub>2</sub>-датчиків.
- Використовувати озеленення (кімнатні рослини) для покращення мікроклімату.
- Не допускати одночасної роботи кількох лазерних принтерів в одному приміщенні.

Забезпечення якісного повітряного середовища — це не лише санітарна норма, а й вагомий фактор підвищення ефективності праці та зниження професійних ризиків.

#### 4.2.2 Виробниче освітлення

Раціональна організація освітлення на робочому місці інженера-технолога є одним з ключових елементів охорони праці. Неналежне

освітлення може призвести до перевтоми зорового апарату, погіршення концентрації, зниження продуктивності праці, головного болю та довготривалого впливу на зір.

Вимоги до виробничого освітлення:

Відповідно до ДБН В.2.5-28:2006, освітленість робочої поверхні при виконанні точних інженерних робіт за ПК повинна становити не менше 400–500 лк. Рівномірне та стабільне освітлення досягається завдяки поєднанню природного та штучного освітлення.

1. Природне освітлення. Забезпечується через віконні прорізи, розташовані з лівого боку робочого місця (для праворуких). Світлові прорізи не повинні створювати прямих відблисків на моніторі. Рекомендується використання жалюзі або штор для регулювання інтенсивності світла.

2. Штучне загальне освітлення. Використовуються люмінесцентні або світлодіодні світильники з розсіяним світлом. Освітлення має бути м'яким, без пульсацій та тіней. Колірна температура — 4000–5000 К (нейтрально-біле світло), індекс кольоропередачі  $Ra \geq 80$ .

3. Локальне освітлення. Настільна лампа з регульованим кутом нахилу дозволяє освітлювати конкретні ділянки робочого простору — документи, креслення тощо. Світильник повинен мати антибліковий екран і бути встановлений так, щоб світло не потрапляло в очі.

Заходи щодо покращення освітлення:

- Розміщення джерел світла відповідно до розміщення робочих поверхонь і техніки;
- Регулярна заміна ламп, очищення плафонів від пилу;
- Усунення блискучих поверхонь, що створюють відблиски;
- Використання матових екранів для моніторів або спеціальних фільтрів.

Очікувані результати:

- зниження навантаження на органи зору;
- підвищення точності виконання інженерних завдань;
- зменшення втоми та підвищення працездатності;
- дотримання вимог санітарних норм та охорони праці.

Таким чином, оптимальне поєднання природного та штучного освітлення сприяє підвищенню безпеки, комфорту та ефективності інженерної праці.

#### 4.2.3 Захист від виробничого шуму та вібрацій

Наявність шуму та вібрацій у робочій зоні є поширеним явищем навіть в умовах офісного середовища. Вони можуть негативно впливати на працездатність працівника, викликати дратівливість, втому, головний біль, а при тривалому впливі — стати причиною хронічних захворювань слуху, нервової системи та опорно-рухового апарату.

Джерела шуму і вібрацій на робочому місці інженера:

- вентилятори системного блоку, блоки живлення;
- принтери, сканери, інша оргтехніка;
- кондиціонери, системи вентиляції;
- сторонні звуки з суміжних приміщень (розмови, телефонні дзвінки, рух меблів тощо).

Нормативи:

Згідно з ДСН 3.3.6.037-99, рівень шуму на робочих місцях з ПК не повинен перевищувати 50 дБА. Рівень вібрацій — у межах нормативів ДСН 3.3.6.039-99, але в стандартних офісних умовах зазвичай не є суттєвим.

Заходи захисту від шуму:

1. Використання малошумного обладнання. Сучасні моделі техніки мають знижений рівень шуму. Вибір якісних систем охолодження та безшумних вентиляторів істотно знижує акустичний дискомфорт.

2. Установка шумоізоляційних матеріалів. Застосування шумопоглинаючих панелей на стінах, килимових покриттів, м'яких перегородок або акустичних панелей допомагає зменшити відлуння та зовнішній шум.

3. Розміщення джерел шуму на відстані. Принтери, сканери та інше обладнання доцільно розміщувати у спеціально відведених зонах або нішах.

4. Обмеження часу роботи шумної техніки. Якщо обладнання створює шум під час друку чи обробки, його слід використовувати періодично, з дотриманням режиму тиші.

Заходи захисту від вібрацій:

- встановлення обладнання на віброізолюючі прокладки (гумові підставки, антивібраційні килимки);
- регулярне технічне обслуговування техніки — вібрація може свідчити про несправність або знос елементів;
- надійне кріплення обладнання на робочих поверхнях.

Очікувані результати:

- зниження загального шумового фону до нормативного рівня;
- зменшення дратівливості та втоми працівників;
- підвищення рівня зосередженості;
- профілактика професійних захворювань, пов'язаних з шумом і вібрацією.

Таким чином, реалізація комплексного захисту від шуму та вібрацій дозволяє створити сприятливе середовище для високоефективної праці інженерно-технічного персоналу.

#### 4.2.4 – Захист від електромагнітних полів і лазерних випромінювань?

У сучасних умовах праці інженерно-технічного персоналу, особливо при інтенсивному використанні комп'ютерної техніки, присутній постійний вплив електромагнітних полів (ЕМП). Також, хоча рідше, можлива присутність лазерних випромінювань, наприклад, від лазерних принтерів чи вимірювального обладнання. Надмірний або тривалий вплив цих факторів може негативно вплинути на здоров'я, зокрема нервову систему, зір, серцево-судинну систему.

Електромагнітні поля:

ЕМП утворюються під час роботи таких пристроїв, як:

- монітори (особливо застарілі моделі CRT);
- системні блоки, блоки живлення;
- бездротові пристрої (роутери, Wi-Fi адаптери, Bluetooth гарнітури);
- лазерні принтери.

Допустимі значення напруженості ЕМП на робочих місцях регламентуються ДСанПіН 3.3.2.007-98:

- у діапазоні до 2 МГц: не більше 25 В/м;
- для частот Wi-Fi (2,4–5 ГГц): дотримання інструкцій із техніки безпеки.

Заходи захисту від електромагнітних полів:

1. Використання сертифікованої техніки. Усі електронні пристрої повинні мати сертифікати відповідності та відповідати нормам електромагнітної безпеки.

2. Встановлення монітора на безпечній відстані. Відстань від очей до екрана має бути не менше 50 см, а до задньої частини інших моніторів — не менше 120 см.

3. Раціональне розміщення бездротових пристроїв Wi-Fi маршрутизатори бажано розміщувати на відстані не ближче ніж 1,5 м від постійного місця перебування працівника.

4. Екранування обладнання. За потреби можуть використовуватись захисні фільтри, антиблікові екрани або корпуси з екрануючих матеріалів.

Лазерне випромінювання:

Джерелами лазерного випромінювання можуть бути:

- лазерні принтери;
- лазерні покажчики або вимірювальні прилади;
- оптичні компоненти спеціалізованого обладнання.

Лазерні пристрої поділяються на класи небезпеки (від 1 до 4). У офісах зазвичай використовуються пристрої 1 або 2 класу, які є безпечними за умови дотримання правил експлуатації.

Заходи захисту від лазерного випромінювання:

- не дивитись на джерело лазерного світла впритул або під кутом;
- не відкривати корпус лазерних пристроїв без дозволу або кваліфікації;
- розміщувати принтери на відстані від робочого місця;
- уникати використання лазерних покажчиків без потреби.

Очікувані результати:

- мінімізація впливу ЕМП на організм;
- зменшення ризику функціональних розладів нервової системи;
- безпечне використання лазерних пристроїв у межах допустимих норм.

Таким чином, виконання простих профілактичних заходів дозволяє ефективно контролювати вплив ЕМП і лазерного випромінювання, дотримуючись вимог сучасних стандартів охорони праці.

#### 4.2.5 Захист від іонізуючих випромінювань

Іонізуючі випромінювання — це види радіації, які мають достатню енергію для іонізації атомів або молекул речовини. До них належать рентгенівське, гамма-випромінювання, а також випромінювання, що виникає під час радіоактивного розпаду. Цей фактор є особливо небезпечним для здоров'я людини, оскільки впливає на клітини організму на молекулярному рівні.

Ймовірність дії іонізуючого випромінювання в офісному середовищі

У типовому офісі або інженерно-технічному кабінеті ризик дії іонізуючого випромінювання є вкрай низьким або взагалі відсутнім. Джерелами такого типу випромінювання можуть бути:

- обладнання з рентгенівськими трубками (медичні або технічні прилади);
- радіоізотопні джерела, які застосовуються у спеціалізованому виробництві;
- старе електронне обладнання (наприклад, ЕПТ-монітори, що практично виведені з ужитку).

У рамках дипломного проєкту та умов роботи інженера, який використовує сучасну комп'ютерну техніку, іонізуюче випромінювання відсутнє або перебуває в межах фонових значень, які не несуть загрози здоров'ю.

Нормативне регулювання

Захист від іонізуючого випромінювання в Україні регламентується:

- Законом України «Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання»;
- Нормами радіаційної безпеки України (НРБУ-97).

Допустима ефективна доза опромінення для населення не повинна перевищувати 1 мЗв/рік, для працівників з професійним ризиком — 20 мЗв/рік.

Заходи захисту (на випадок роботи зі спеціалізованим обладнанням):

- використання свинцевих екранів, захисних бар'єрів, контейнерів;
- дистанційне керування джерелами випромінювання;
- дотримання принципів захисту: час – відстань – екранізація;
- індивідуальний дозиметричний контроль;
- регулярна перевірка рівня фонові радіації приладами типу ДКГ-АТ1123 або аналогами.

Висновок:

У межах даної кваліфікаційної роботи ризик впливу іонізуючого випромінювання відсутній, тому потреби у спеціальних заходах захисту немає. Однак знання принципів радіаційної безпеки є необхідним для загальної інженерної культури та при можливій роботі в умовах, де застосовуються джерела ІВ.

#### 4.2.6 Електробезпека

Електробезпека — один із найважливіших напрямів у системі охорони праці, що має на меті запобігти ураженню електричним струмом, пошкодженню обладнання та виникненню пожеж. В умовах інженерного або офісного середовища, де постійно використовується комп'ютерна та офісна техніка, дотримання вимог електробезпеки є обов'язковим.

Потенційні загрози:

- пошкоджені кабелі або штекери;
- перевантаження електромережі;
- відсутність заземлення;

- порушення правил експлуатації подовжувачів і мережевих фільтрів;

- несанкціоноване втручання в обладнання.

Заходи забезпечення електробезпеки:

1. Організаційні заходи

- Проведення інструктажів з електробезпеки: первинного, повторного, цільового;
- Забезпечення допуску до роботи з електропристроями лише осіб, які пройшли навчання;
- Ведення журналу реєстрації інструктажів та техогляду обладнання.

2. Технічні заходи

- Обладнання робочих місць захисними заземленнями;
- Встановлення пристроїв захисного відключення (УЗО) для запобігання ураженню струмом;
- Регулярна перевірка справності розеток, вилок, кабелів, подовжувачів;
- Використання сертифікованих мережевих фільтрів із захистом від перевантаження;
- Установлення попереджувальних знаків на електроцитах і розподільних коробках.

3. Профілактичні заходи

- Заборона використання саморобних або пошкоджених пристроїв;
- Розміщення обладнання так, щоб виключити контакт із водою або вологими поверхнями;
- Регулярне технічне обслуговування обладнання із залученням кваліфікованого персоналу;
- Огляд робочого місця перед початком і після завершення роботи на предмет пошкоджень електропроводки.

Засоби індивідуального захисту (за потреби):

- діелектричні килимки під ногами;
- ізольовані інструменти;
- діелектричні рукавички при роботі з відкритими електромережами.

Очікувані результати:

- нівелювання ризику ураження електричним струмом;
- зменшення кількості інцидентів, пов'язаних з коротким замиканням;
- підвищення загального рівня електротехнічної культури персоналу.

Таким чином, впровадження комплексу організаційних і технічних заходів дозволяє ефективно забезпечити електробезпеку на сучасному робочому місці.

#### 4.2.7 Естетичні та організаційні аспекти праці

Окрім технічних та безпекових факторів, важливим елементом створення сприятливих умов праці є організаційні та естетичні аспекти, які безпосередньо впливають на психологічний стан працівника, його настрої, продуктивність і задоволення від роботи. Гармонійне, чисте та впорядковане робоче середовище сприяє зосередженості, зниженню стресу й підвищенню мотивації.

Естетичне оформлення робочого місця:

1. Колірна гама приміщення. Стіни та меблі бажано виконувати в нейтральних, спокійних тонах (бежевий, сірий, світло-зелений, блакитний), які не викликають зорового перевантаження та сприяють зосередженості. Яскраві контрастні кольори слід уникати.

2. Освітлення. Освітлення має бути м'яким, розсіяним. Яскравість і температура світла повинні забезпечувати приємне візуальне

сприйняття без відблисків та мерехтіння. Важливо поєднувати природне та штучне освітлення.

3. Рослини в інтер'єрі. Кімнатні рослини не лише покращують повітря, а й створюють враження затишку, підвищують рівень психологічного комфорту. Їх наявність рекомендована на робочому місці.

4. Порядок і чистота. Робоче місце має бути чистим, організованим і позбавленим зайвих предметів. Систематичне прибирання, акуратне зберігання документації, мінімалізм у дизайні — усе це формує позитивну атмосферу.

Організаційні аспекти:

1. Раціональне планування простору. Розташування меблів і техніки повинно забезпечувати вільне переміщення, доступ до обладнання та оптимальне використання площі приміщення.

2. Гнучкий робочий графік (за потреби). У випадках інтенсивної розумової праці або роботи за ПК — рекомендовані регламентовані перерви кожні 1,5–2 години по 10–15 хвилин для відновлення.

3. Зона відпочинку (якщо передбачена). За можливості, варто організувати куточок відпочинку зі зручними стільцями, водою, журналами або кімнатними рослинами — це сприяє зниженню емоційного напруження.

4. Психологічний клімат. Доброзичлива атмосфера у колективі, чітко сформульовані посадові обов'язки, мотивація працівників позитивно впливають на загальний стан і продуктивність.

Очікувані результати:

- покращення психоемоційного стану працівників;
- зниження рівня стресу та перевтоми;
- підвищення залученості, відповідальності та якості виконуваних завдань;
- створення позитивного іміджу робочого середовища.

Таким чином, естетичні й організаційні заходи є важливою складовою комплексної системи охорони праці й повинні впроваджуватися нарівні з технічними та санітарно-гігієнічними засобами.

#### 4.3 Пожежна безпека

Пожежна безпека — це система організаційних, технічних і профілактичних заходів, спрямованих на запобігання виникненню пожеж, обмеження їх розповсюдження та мінімізацію наслідків. В офісних і інженерно-технічних приміщеннях пожежна безпека має надзвичайно важливе значення, особливо через велику кількість електроприладів, кабельних з'єднань та документів, що є легкозаймистими.

Потенційні джерела пожежі:

- коротке замикання в електропроводці;
- перегрів або іскріння в подовжувачах і розетках;
- несправність комп'ютерного або офісного обладнання;
- неправильне зберігання паперових носіїв, засобів побутової хімії;
- паління в заборонених місцях.

Нормативна база:

- Правила пожежної безпеки в Україні (НАПБ А.01.001-2004);
- Кодекс цивільного захисту України;
- ДСНС інструкції щодо дій у разі пожежі.

Основні заходи пожежної безпеки:

1. Організаційні заходи
  - Призначення відповідального за пожежну безпеку;
  - Розробка інструкції з пожежної безпеки для конкретного приміщення;
  - Проведення первинного та періодичного інструктажу для всіх працівників;

- Проведення навчань щодо евакуації та використання вогнегасників.
2. Технічні заходи
- Оснащення приміщення вогнегасником (порошковим або вуглекислотним типу ВП-5 або ВВК-2);
  - Наявність плану евакуації, який розміщується у видимому місці;
  - Вільний доступ до виходу, двері не мають бути заблоковані;
  - Забезпечення справності електромережі та заземлення обладнання;
  - Заборона використання побутових нагрівальних приладів без терморегуляції;
  - Регулярний огляд приміщення на наявність легкозаймистих предметів біля розеток або техніки.
3. Засоби пожежогасіння
- Вогнегасники мають проходити перевірку та перезарядку щонайменше раз на рік;
  - У приміщенні має бути чітко визначене місце для зберігання вогнегасника;
  - Застосування систем виявлення пожежі (пожежні датчики, автономні сигналізатори диму) підвищує ефективність реагування.

Поведінка в разі пожежі:

- негайне повідомлення до ДСНС (101);
- відключення електроенергії у приміщенні (аварійний вимикач);
- евакуація персоналу згідно з планом;
- гасіння вогню за допомогою вогнегасника лише за умови відсутності загрози життю.

Очікувані результати:

- зменшення ймовірності виникнення пожеж;

- оперативне реагування в аварійних ситуаціях;
- збереження життя, здоров'я працівників та матеріальних цінностей;
- дотримання чинного законодавства з пожежної безпеки.

Таким чином, реалізація заходів пожежної безпеки — невід'ємна частина безпечної організації інженерної діяльності та обов'язкова складова системи охорони праці.

Висновки до четвертого розділу.

Дослідивши дане приміщення, організацію робочих місць, розрахувавши показники освітлення, шуму та вібрації, параметри мікроклімату, пожежну безпеку, було встановлено, що всі фактичні показники не перевищують нормативних.

Також були розроблені заходи з охорони безпеки, що включають в себе нормалізацію повітря робочої зони, виробниче освітлення, захист від виробничого шуму та вібрацій, захист від електромагнітних полів і лазерних випромінювань, захист від іонізуючих випромінювань, електробезпеку. Також було врахована ергономічна, технічна естетика та організація робочого місця, що теж є одним із найважливіших показників, і, насамперед, пожежна безпека.

## РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

### 5.1 Вибір варіанту розробки програмного модуля

Перш ніж здійснювати економічне обґрунтування проєкту, необхідно визначити оптимальний варіант реалізації програмного модуля, який би забезпечував необхідний функціонал, мінімізував витрати та відповідав технічним вимогам.

У рамках кваліфікаційної роботи розглядаються три можливі варіанти розробки програмного модуля:

Варіант 1. Розробка з нуля власними силами (індивідуальна реалізація)

Переваги:

- повна свобода у виборі мови програмування, архітектури, дизайну;
- можливість глибокої адаптації під конкретні потреби виробництва;
- низька вартість розробки (без витрат на стороннє ПЗ чи розробників).

Недоліки:

- потребує багато часу та ресурсів;
- висока залежність від рівня кваліфікації розробника;
- відсутність технічної підтримки та оновлень.

Варіант 2. Модифікація готового програмного рішення (наприклад, Mathcad, Excel VBA, Python + бібліотеки)

Переваги:

- швидша реалізація;
- можливість використання готових бібліотек або шаблонів;
- гнучка адаптація без повної розробки з нуля.

Недоліки:

- обмеження функціоналу за межами базової структури ПЗ;
- залежність від ліцензійних умов і можливостей стороннього продукту;
- можлива неузгодженість з корпоративними стандартами.

Варіант 3. Замовлення розробки спеціалізованому ІТ-відділу або фірмі

Переваги:

- професійна реалізація з урахуванням усіх вимог;
- документованість, тестування, підтримка, оновлення;
- відповідальність виконавця згідно з договором.

Недоліки:

- найвищі витрати;
- тривалі терміни узгодження технічного завдання;
- потреба у взаємодії з третьою стороною

Обґрунтування вибору. З урахуванням масштабу проєкту, обмеженого бюджету та академічного характеру розробки, оптимальним є варіант 2 — модифікація готового середовища (наприклад, Mathcad або Python з бібліотеками). Цей підхід дозволяє швидко реалізувати основний функціонал, використовуючи наявні інструменти, забезпечити достатню гнучкість та відповідність вимогам, водночас уникнувши великих витрат і складної реалізації з нуля.

## 5.2 Розрахунок витрат на розробку програмного модуля

Для оцінки доцільності розробки програмного модуля важливо проаналізувати склад і обсяг витрат, пов'язаних із його створенням. У межах даного проєкту приймається, що розробка виконується інженером

або студентом власноруч із використанням готових рішень, що значно знижує загальну вартість.

Для визначення витрат на розробку необхідно визначити чи задати трудові витрати на розробку ПП  $T$  (люд.-дн., люд.-год.),

$$T = T_{fn} + T_{cm} + T_a + T_c + T_n + T_{np} + T_d, \quad (5.1)$$

де  $T_{fn}$  – витрати на вивчення опису задачі та формулювання постановки;

$T_{cm}$  – витрати на побудову структурної моделі;

$T_a$  – витрати на розробку алгоритму;

$T_c$  – витрати на розробку схеми алгоритму;

$T_n$  – витрати на розробку програми;

$T_{np}$  – витрати на налагодження програми;

$T_d$  – витрати на оформлення документації.

Розрахунок трудових витрат на розробку ПП за весь період розробки наведено у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 Основні статті витрат

№	Стаття витрат	Од. виміру	Кількість	Вартість за одиницю, грн	Сума, грн
1	Робота розробника (погодинна оплата)	год	80	150	12 000
2	Використання програмного забезпечення (Mathcad Academic, SolidWorks – умовна ліцензія)	ліцензія	1	1 500	1 500
3	Електроенергія для ПК	кВт·год	40	2,5	100
4	Знос обладнання (амортизація ПК)	міс	1	500	500
5	Інші витрати (інтернет, друк матеріалів, канцтовари)	комплект	1	400	400
	Разом				14 500

*Примітка:* Витрати є орієнтовними та сформовані для умов навчального проєкту.

### 5.3 Економічна ефективність впровадження програмного модуля

Оцінка економічної ефективності — це важливий етап, що дозволяє визначити доцільність розробки та впровадження програмного модуля на підприємстві або в проєктній організації. Вона ґрунтується на співвідношенні витрат на розробку і впровадження з тими вигодами, які отримає організація в результаті його використання.

Основні напрями економічної вигоди:

1. Скорочення часу на технічну підготовку виробництва. За рахунок автоматизації розрахунків і формування звітної документації, тривалість підготовки одного технологічного маршруту може зменшитися в середньому на 30–40%.

2. Зменшення кількості помилок. Програмний модуль дозволяє уникнути помилок у розрахунках, що зменшує витрати на виправлення технологічної документації або повторну обробку деталей.

3. Оптимізація витрат на обробку. Точні інженерні розрахунки режимів різання дозволяють оптимізувати використання інструменту, зменшити витрати на електроенергію, знос верстатів та витратні матеріали.

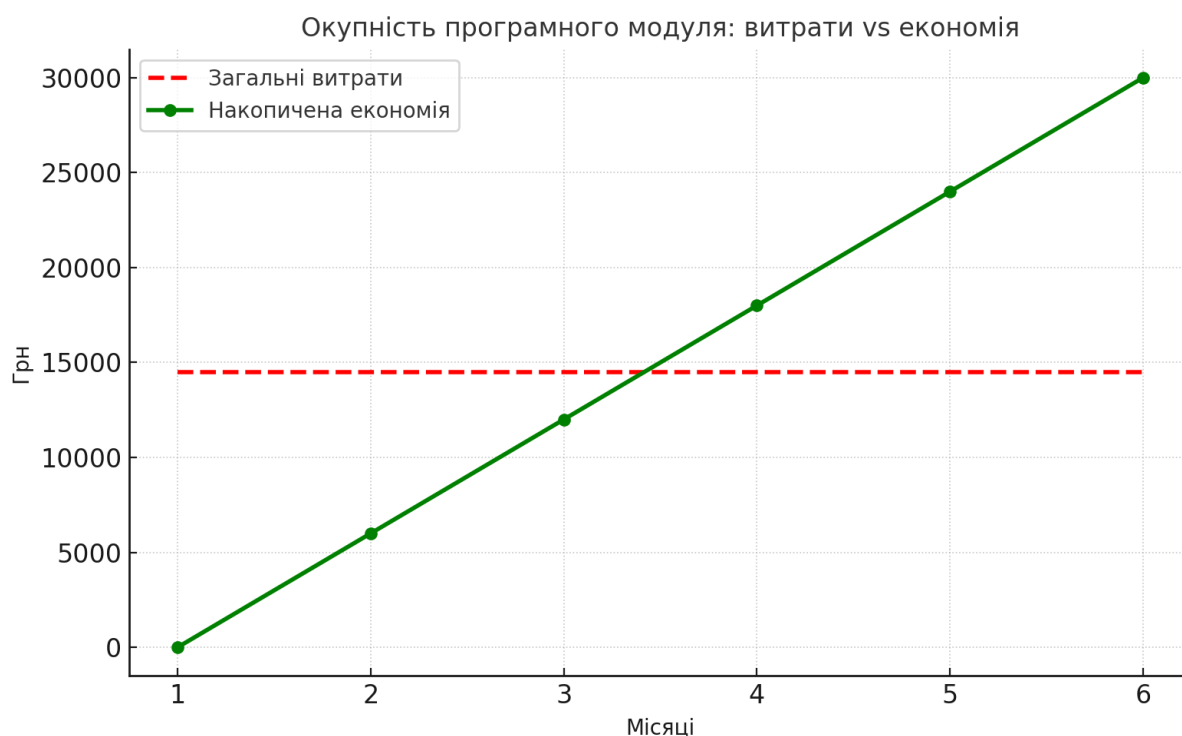
4. Підвищення продуктивності інженерів. Один інженер за допомогою модуля зможе обробляти більше завдань за той самий проміжок часу, що знижує потребу в додатковому персоналі.

Слід відмітити, що для розрахунку витрат на розробку програмного продукту необхідно враховувати також малоцінні та швидкозношувані предмети ( $V_{\text{мшп}}$ ): диски, папір, канцелярські товари (Таблиця 5.2).

Таблиця 5.2 Розрахунок економії

Показник	До впровадження	Після впровадження	Економія
Час на підготовку одного технологічного процесу	10 год	6 год	4 год
Кількість завдань на місяць	10	10	—
Загальна економія часу на місяць	—	—	40 год
Умовна вартість 1 години роботи інженера	—	—	150 грн
Місячна економія	—	—	6 000 грн

Таким чином, окупність витрат у 14 500 грн досягається приблизно за 2,5 місяці активного використання модуля.



Висновки до 5 розділу.

Загальна сума витрат на розробку програмного модуля орієнтовно становить 14 500 грн. Найбільшу частку складають затрати на роботу розробника, що є обґрунтованим з огляду на інтелектуальну складність завдання. Використання умовно-безкоштовного або академічного ПЗ дозволяє значно зменшити витрати на ліцензії.

Отже, запропонований проєкт є економічно доцільним у межах академічного середовища або для впровадження у невеликому виробництві, де не передбачено великих фінансових інвестицій у програмні розробки.

Незважаючи на відносно невеликі стартові витрати, він дозволяє досягти суттєвої економії часу, трудових ресурсів та матеріальних витрат.

У довгостроковій перспективі модуль сприятиме підвищенню ефективності та конкурентоспроможності підприємства.

## ВИСНОВКИ

Технічний прогрес в машинобудуванні характеризується не тільки поліпшенням конструкцій виробів, але і безперервним вдосконаленням технології їх виробництва. В даний час важливо якісно, при мінімальних витратах і в задані терміни виготовити виріб, застосувавши сучасне високопродуктивне обладнання, технологічне оснащення, засоби механізації та автоматизації виробничих процесів.

На сучасному етапі розвитку машинобудування вирішальними засобами істотного підвищення ефективності виробництва є автоматизація виробничого процесу, яка звільняє людину від ряду функцій управління і одночасно підвищує його роль як організатора і керівника виробництва.

Метою даної кваліфікаційної роботи є створення спеціалізованого програмного модуля розрахунку параметрів різальних інструментів для токарної обробки деталі «Вал відбору потужності А482».

Об'єктом дослідження є підсистема технологічної підготовки виробництва публічного акціонерного товариства «Гідросила МЗТГ» (місто Мелітополь, Запорізька область)».

Предметом дослідження є спеціалізований програмний модуль розрахунку параметрів різальних інструментів для токарної обробки деталі «Вал відбору потужності А482».

Для досягнення поставленої мети в проекті вирішені наступні задачі:

- проведено аналіз предметної області;
- розроблено вимоги до програмного модулю;
- виконано опис розробленого програмного модулю;
- розроблено алгоритм використання розробленого програмного модулю;

- розроблено спеціалізований програмний модуль розрахунку параметрів різальних інструментів для токарної обробки деталі «Вал відбору потужності А482»;
- проведено тестування і налагодження розробленого модуля;
- проведено аналіз умов праці інженера – програміста та розробити заходи з охорони праці;
- проведено розрахунки економічних показників розробленого програмного модуля.

У першому розділі містяться короткі відомості про підприємство та аналіз предметної області дослідження. Виявлено, що автоматизація проектування технологічного оснащення дозволяє підвищити продуктивність праці та облегшити проектування деталей – аналогів.

Також у розділі поставлені задачі створення програмного модуля, які виконуються згідно з усіма вимогами та обмеженнями.

Другий розділ присвячений переліку вимог до програмного модуля. Розроблена концептуальна модель, на основі якої було також розроблено діаграму варіантів використання.

Основними концептами обраної у кваліфікаційній роботі предметної області виступають:

- інженер – програміст;
- інженер – технолог;
- інженер – конструктор.

Також у розділі наведені вимоги до функціональних характеристик та вимоги до технічних засобів, сумісного використання та захисту інформації. Спроектований програмний модуль відповідає всім зазначеним вище вимогам.

У третьому розділі проведено опис розробленого модуля. Розроблений програмний модуль проектування різальних інструментів

надає можливість автоматизувати процес проектування різальних інструментів для токарної обробки деталі «Вал відбору потужності A482» та розрахунку режиму різання металів. Він створений таким чином, що дозволяє проектувальнику значно скоротити процес проектування та заздалегідь визначити ціну майбутнього виробу.

У четвертому розділі проведено аналіз робочого місця інженера – програміста та розроблені заходи з охорони праці. Встановлено, що всі фактичні показники не перевищують нормативних. Також розроблені заходи з охорони безпеки, що включають в себе нормалізацію повітря робочої зони, виробниче освітлення, захист від виробничого шуму та вібрацій, захист від електромагнітних полів і лазерних випромінювань, захист від іонізуючих випромінювань, електробезпеку. Також врахована ергономічна, технічна естетика та організація робочого місця, що теж є одним із найважливіших показників, і, насамперед, пожежна безпека.

У п'ятому розділі виконані економічні розрахунки при впровадженні спроектованого програмного модуля у виробництво. При проведенні розрахунку враховані витрати на розробку модуля, визначено ціну на програмний продукт та складено фінансовий план. Після проведеного економічного дослідження впливає, що ціна на розроблений програмний модуль складає 3400 грн., а очікуваний прибуток від його експлуатації становитиме 20749,2 грн.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 2223-93. Система технологічної документації. Основні положення. – [Чинний]. – К.: Держспоживстандарт України, 1993. – 17 с.
2. Пашков Є. В., Смирнов В. О. Основи проектування технологічних процесів обробки деталей. – К.: Освіта України, 2020. – 312 с.
3. Верещагін О. Г. Технологія машинобудування: навч. посіб. – Харків: ХНАДУ, 2021. – 226 с.
4. ГОСТ 14.004-83. Система технологічної документації. Терміни та визначення. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1983. – 20 с.
5. Хомутецький Є. М. Проектування технологічних процесів: навч. посіб. – Львів: ЛНУ, 2019. – 248 с.
6. Mathcad Prime 8.0. Офіційна документація. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://support.ptc.com>
7. SolidWorks Help. Офіційна документація з проектування. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://help.solidworks.com>
8. ISO 2768-1:1989. General tolerances – Part 1: Tolerances for linear and angular dimensions without individual tolerance indications. – Geneva: ISO, 1989.
9. Закон України "Про охорону праці" № 2694-ХІІ від 14.10.1992 р. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua>
10. ДБН В.2.5-28:2006. Природне і штучне освітлення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2006. – 68 с.
11. ДСН 3.3.6.042-99. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. – К.: МОЗ України, 1999. – 31 с.
12. НРБУ-97. Норми радіаційної безпеки України. – К.: МОЗ України, 1998. – 112 с.
13. Левченко В. О. Економіка підприємства: підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2022. – 320 с.

14. ISO 13399 – Cutting tool data representation and exchange. – Geneva: ISO, 2020.
15. Наказ ДСНС № 141 від 05.04.2019 р. «Правила пожежної безпеки в Україні». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dsns.gov.ua>

## ДОДАТКИ

## ДОДАТОК А

## Фрагмент коду програми

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
namespace ZP
{
public partial class Tarify : Form
    {
        public Tarify()
        {
            InitializeComponent();
        }

        public static DataTable ToDataTable(DataGridView dataGridView, string
tableName)
        {
            DataGridView dgv = dataGridView;
            DataTable table = new DataTable(tableName);
            for (int iCol = 0; iCol < dgv.Columns.Count; iCol++)
            {
                table.Columns.Add(dgv.Columns[iCol].Name);
            }
        }
    }
}
```

```
}  
foreach (DataGridViewRow row in dgv.Rows)  
{  
    DataRow datarw = table.NewRow();  
    for (int iCol = 0; iCol < dgv.Columns.Count; iCol++)  
    {  
        datarw[iCol] = row.Cells[iCol].Value;  
    }  
    table.Rows.Add(datarw);  
}  
return table;  
}  
private void radioButton1_CheckedChanged(object sender, EventArgs e)  
{  
    if (radioButton1.Checked)  
    {  
        dataGridView1.Enabled = true;  
        label1.Enabled = false;  
        label2.Enabled = false;  
        textBox1.Enabled = false;  
        textBox2.Enabled = false;  
        D.sametarif = false;  
    }  
}
```

```
private void radioButton2_CheckedChanged(object sender, EventArgs e)
{
    if (radioButton2.Checked)
    {
        dataGridView1.Enabled = false;
        label1.Enabled = true;
        label2.Enabled = true;
        textBox1.Enabled = true;
        textBox2.Enabled = true;
        D.sametarif = true;
    }
}

private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
{
    this.Close();
}

private void Tarify_Load(object sender, EventArgs e)
{
    dataGridView1.DataSource = D.tarifs;
    dataGridView1.AutoSizeColumnsMode(DataGridViewAutoSizeColumnsMode.All
Cells);
}

private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (radioButton1.Checked)
    {
```

```
D.sametarif = false;

int errors = 0;

for (int r = 0; r < dataGridView1.Rows.Count; r++)
{
    if (Convert.ToString(dataGridView1.Rows[r].Cells[1].Value) !=
string.Empty & (Convert.ToString(dataGridView1.Rows[r].Cells[2].Value) ==
string.Empty || Convert.ToString(dataGridView1.Rows[r].Cells[3].Value) ==
string.Empty))
    {
        errors++;
    }
}

if (errors == 0)
{
    D.tarifs = ToDataTable(dataGridView1, "tarifs");
    D.status = "Статус: Тарифы и Производительность изменены";
    D.oktarif = true;
    this.Close();
}

else
{
    MessageBox.Show("Заполнены не все ячейки!", "Ошибка!",
MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Warning);
}

}

else
{
```

```
D.sametarif = true;

if (textBox1.Text == string.Empty || textBox2.Text == string.Empty)
{
    MessageBox.Show("Введите значения!", "Ошибка!",
    MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Warning);
}
else
{
    D.tarstav = Convert.ToDouble(textBox1.Text);
    D.izdeliy = Convert.ToInt32(textBox2.Text);
    D.oktarif = true;
    D.tarifs = ToDataTable(dataGridView1, "tarifs");
    for (int r = 0; r < D.tarifs.Rows.Count; r++)
    {
        D.tarifs.Rows[r][2] = D.tarstav;
        D.tarifs.Rows[r][3] = D.izdeliy;
    }
    D.status = "Статус: Тарифы и Производительность изменены";
    this.Close();
}
```

...

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
```

```
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
namespace ZP
{
    public partial class Sotrudniki : Form
    {
        public Sotrudniki()
        {
            InitializeComponent();
        }
        public object datasrc
        {
            get { return dataGridView1.DataSource; }
            set { dataGridView1.DataSource = value; }
        }
        private void Sotrudniki_Load(object sender, EventArgs e)
        {
            dataGridView1.AutoSizeColumns(DataGridViewAutoSizeColumnsMode.All
Cells);
        }
    }
    ...
using System;
```

```
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using System.Data.OleDb;
namespace ZP
{
    public partial class Normy : Form
    {
        public Normy()
        {
            InitializeComponent();
        }
        private void radioButton1_CheckedChanged(object sender, EventArgs e)
        {
            if (radioButton1.Checked)
            {
                label1.Enabled = true;
                button1.Enabled = true;
            }
            else
            {

```

```
        label1.Enabled = false;
        button1.Enabled = false;
    }
}
private void radioButton2_CheckedChanged(object sender, EventArgs e)
{
    if (radioButton2.Checked)
    {
        label2.Enabled = true;
        textBox1.Enabled = true;
    }
    else
    {
        label2.Enabled = false;
        textBox1.Enabled = false;
    }
}
private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (radioButton2.Checked & textBox1.Text == string.Empty)
    {
        MessageBox.Show("Необходимо ввести значение или загрузить
его из файла", "Ошибка!", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Warning);
    }
    else if (radioButton3.Checked)
```

```
{
    D.status = "Статус: Нормы времени изменены";
    D.oknormy = true;
    double t = 12;
    D.time = t;
    this.Close();
}
else
{
    D.status = "Статус: Нормы времени изменены";
    D.oknormy = true;
    double t = 0;
    Double.TryParse(textBox1.Text, out t);
    D.time = t;
    this.Close();
}
}
private void button3_Click(object sender, EventArgs e)
{
    this.Close();
}
private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    OpenFileDialog dialog = new OpenFileDialog();
    dialog.Filter = "Файл Excel|*.XLSX;*.XLS";
```

```

try
{
    if (dialog.ShowDialog() ==
System.Windows.Forms.DialogResult.OK)
    {
        OleDbConnection connection = new
OleDbConnection(string.Format("Provider=Microsoft.ACE.OLEDB.12.0;Data
Source={0};Extended Properties=\\Excel 12.0 Xml;HDR=YES\\";",
dialog.FileName));

        connection.Open();

        DataTable dt = connection.GetSchema("Tables");

        string firstSheet = dt.Rows[0]["TABLE_NAME"].ToString();

        OleDbDataAdapter adapter = new OleDbDataAdapter("SELECT *
FROM [" + firstSheet + "BD15:BD16]", connection);

        DataTable tab = new DataTable();

        adapter.Fill(tab);

        textBox1.Text = tab.Rows[0].ItemArray[0].ToString();
    }

    MessageBox.Show("Файл успешно считан!");

    D.status = "Статус: Файл успешно считан!";
}

catch (Exception ex)
{
    MessageBox.Show("Ошибка: " + ex.Message, "Ошибка при
считывании excel файла");

    D.status = "Статус: Ошибка при считывании excel файла";
}

```

```
}  
  
private void textBox1_TextChanged(object sender, EventArgs e)  
{  
}  
  
private void label2_Click(object sender, EventArgs e)  
{  
}  
  
private void label1_Click(object sender, EventArgs e)  
{  
}  
  
private void groupBox1_Enter(object sender, EventArgs e)  
{  
}  
  
private void Normy_Load(object sender, EventArgs e)  
{  
}  
  
private void checkBox7_CheckedChanged(object sender, EventArgs e)  
{  
}  
  
private void radioButton3_CheckedChanged(object sender, EventArgs e)  
{  
    if (radioButton3.Checked)  
    {  
        groupBox1.Enabled = true;  
    }  
}
```

```
else
{
    groupBox1.Enabled = false;
}
}
private void button4_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Param form_param = new Param();
    form_param.ShowDialog(this);
}
}
```

## ДОДАТОК Б

Слайди