

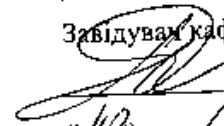
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Приладобудівний факультет
Кафедра виробництва приладів**

«На правах рукопису»
УДК 621.389:535.215

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

 Антонюк В. С.
«10» 12 20 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

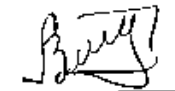
**за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерно-інтегровані
технології виробництва приладів»**

**зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології»**

**на тему: «Автоматизація проектування технологічних процесів валів
на основі методології SADT»**

Виконав:

студент (-ка) II курсу, групи ПБ-91мп
Федорчук Владислав Леонідович



Науковий керівник:

Доцент кафедри виробництва приладів, к.т.н., доцент,
Філіппова Марина В'ячеславівна



Консультант зі стартап-проекту:

д.е.н. доцент,
Бояринова К.О



Рецензент:

К.І.М., е.с. вист. РСНК Богдан Г.А



Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з
праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент

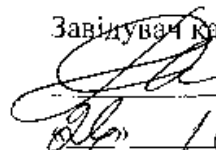


Київ – 2020 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Приладобудівний факультет
Кафедра виробництва приладів
Рівень вищої освіти - другий (магістерський)
Спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

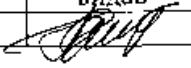
Завідувач кафедри

 Антошук В. С.
« 10 » 20__ р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту

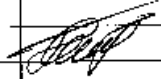
Федорчуку Владиславу Леонідовичу

1. Тема дисертації «Автоматизація проектування технологічних процесів валів на основі методології SADT», науковий керівник дисертації Філіппова Марина В'ячеславівна, к.т.н., доцент, затверджені наказом по університету від «05» 11 2020 р. №228с.
2. Термін подання студентом дисертації 07.12.2020р.
3. Об'єкт дослідження: технологічні процеси виготовлення виробів
4. Вихідні дані: технологічні процеси виготовлення валів
5. Перелік завдань, які потрібно розробити: розробка інформаційних моделей об'єктів та процесів предметної області проектування ТП валів, моделі представлення формалізованих знань про предметну область і методики формування цієї моделі, методів і алгоритмів прийняття рішень у задачах проектування маршрутів виготовлення виробів, принципів використання реляційних баз даних (БД) як засобу інформаційного забезпечення системи автоматизованого проектування ТП, концепції автоматизованого проектування ТП, що базується на застосуванні апарату обробки формалізованих знань.
6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: презентація за результатами магістерської дисертації.
7. Орієнтовний перелік публікацій: статті та доповіді на науко-технічних конференціях за результатами дисертаційного дослідження

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання я видав	завдання я прийняв
Стартап-проект	Бояринова К.О., д.с.п., доцент		

9. Дата видачі завдання 26.10.2020 року

Календарний план

з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Пр имітка
1	Вступ та літературний огляд		
2	Створення моделей роботи системи		
3	Розробка обчислювальної частини програми		
4	Розробка візуальної частини програми		
5	Описання роботи програми, теоретичне описання інших процесів		
6	Розробка стартап проєкту		
7	Написання висновків		

Студент

Науковий керівник



Владислав Федорчук

Марина Філіппова

АНОТАЦІЯ

Магістерська дисертація має: вступ, чотири розділи, висновки, перелік використаної літератури та додатки у вигляді тексту програм, технологічної документації, перелік наукових праць та акт вступу. Основний текст складається з 88 сторінок, включає 21 таблицю та 29 малюнків.

Вступ обґрунтовує актуальність проблеми, формує мету та завдання роботи, наукову новизну та практичну корисність, основні положення захисту. Також подано короткий опис роботи.

У першому розділі дисертації представлений огляд стану моделювання технологічних процесів шахт на основі методології SADT, концепції методології SADT та математичного моделювання складних систем, а також формулювання дисертаційного дослідження.

У другому розділі представлені особливості побудови та використання виробничих систем шахт на основі методології SADT, описані їх методи формалізації та вибір ефективного методу їх опису та моделювання.

У третьому розділі детально розглядається методологія SADT та особливості її застосування. Описано переваги та недоліки використання методології SADT.

Четвертий розділ описує практичне використання розробленої системи.

Етапи моделювання робочого місця механічного цеху при виготовленні валів та етап створення імітації виробничого майданчика складального цеху, що виробляє вали, а також результати комп'ютерного експерименту та рекомендації щодо описаного вдосконалення.

П'ятий розділ управління стартовим проектом описує проект, технологічний аудит проектної ідеї, аналіз ринкових можливостей для запуску стартап-проекту та розробку ринкової стратегії для проекту.

Ключові слова: SADT, ТП, імітаційне моделювання, вал, виробнича система, комп'ютерний експеримент, модель, складна система, система моделювання.

ABSTRACT

The master's dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusions, a list of references and appendices in the form of text programs, technological documentation, a list of scientific papers and an act of implementation. The main text consists of 88 pages, includes 21 tables and 29 figures.

The introduction substantiates the urgency of the problem, formed the purpose and objectives of the work, scientific novelty and practical usefulness, the main provisions of the defense. A brief description of the work is also given.

The first section of the dissertation presents an overview of the state of modeling of technological processes of shafts on the basis of SADT methodology, the concepts of SADT methodology and means of mathematical modeling of complex systems are considered, and also the statement of problems of dissertation researches is carried out.

The second section presents the features of construction and use of shaft production systems based on SADT methodology, describes their methods of formalization and the choice of an effective method of their description and modeling.

The third section examines in detail the methodology of SADT and the features of its application. The advantages and disadvantages of using the SADT methodology are described.

The fourth section describes the practical use of the developed system.

The stages of creating a simulation of the production site of a mechanical shop in the manufacture of shafts and the stage of creating a simulation of the production site of an assembly shop that produces shafts are described, as well as the results of a computer experiment and recommendations for improvement.

Keywords: SADT, TP, simulation, shaft, production system, computer experiment, model, complex system, modeling system.

ЗМІСТ

СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	9
ВСТУП.....	10
Актуальність роботи.....	10
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЗАСОБІВ ТА МЕТОДІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДИСЕРТАЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	15
1.1 Короткий опис технології SADT.....	15
1.2 Знайомство з сучасними методами проектування технологічних процесів.....	23
1.2.1 Метод прямого (документованого) проектування технологічних процесів.....	28
1.2.2 Метод синтезу.....	29
1.2.3 Метод аналізу.....	29
1.2.4 Структура САПР ТП.....	30
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ.....	42
РОЗДІЛ 2. СИСТЕМНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ВАЛІВ.....	43
2.1 Функціональна модель процесів технологічного проектування валів	43
2.2 Концептуальна модель підсистеми проектування маршрутів виготовлення валів.....	45
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ.....	47
РОЗДІЛ 3. МОДЕЛЬ РОБОТИ СИСТЕМИ СТВОРЕННЯ ТП ВАЛУ.....	48
3.1 Інформаційна модель роботи інтерфейсу програми RTPoST.....	48
3.2 Інформаційна модель роботи операційної частини програми RTPoST	50
3.3 Опис бази технологічних знань.....	54
3.2.1. Структура бази технологічних знань.....	54
3.2.2. Експоненціальна і інтенсіональна частини бази даних.....	55
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ.....	56
РОЗДІЛ 4. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ДОСЛІДНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ПІДСИСТЕМИ ПРОЕКТУВАННЯ МАРШРУТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛІВ.....	57
4.1. Блок-схема програмної реалізації підсистеми проектування маршрутної технології виготовлення валів.....	57
4.2. Програмна реалізація підсистеми проектування маршрутної технології виготовлення валів.....	59
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ.....	63
РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ «АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЕКТУВАННЯ ПРОЦЕСІВ ВАЛІВ НА ОСНОВІ МЕТОДОЛОГІЇ SADT».....	64

Цей розділ має на меті провести маркетинговий аналіз стартап-проекту, щоб визначити його доцільність на ринку та можливі сфери реалізації. ...	64
5.1 Опис ідеї проекту	64
5.2. Технічний аудит ідеї проекту	66
5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	67
5.4 Розроблення стратегії проекту на ринку	76
5.5 Розробка маркетингової програми стартапу	79
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ	84
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ	85
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	86
ДОДАТКИ	92
ДОДАТОК А Рисунок валу та технологічний процес його виг.....	92
ДОДАТОК Б Код програми	97
ДОДАТОК В Приклад розрахунку режимів різання і основного часу ..	99

СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВС – виробнича система;

ГВС – гнучка виробнича система;

АТСС – автоматизована транспортно-складська система;

ЧПК – числове програмне керування;

ЕОМ – електронно-обчислювана машина;

ГВМ – гнучкий виробничий модуль;

АСУ ТП – автоматизовані системи управління технологічними процесами;

ТП – технологічний процес;

ІМ – імітаційне моделювання;

ПЗ – програмне забезпечення;

БД – бази даних;

СМ – система моделювання;

САПР – система автоматизованого проектування;

ІМ – Імітаційне моделювання.

ВСТУП

Однією з умов успішного функціонування сучасного підприємства є автоматизація процесів проектування технологічних процесів різних компонентів, зокрема валів.

Актуальність роботи.

Заміна в цій сфері інтелектуальної праці людини машинним, науково-обґрунтованим розподілом функцій між людиною та комп'ютером в процесі управління технологією призводить до підвищення ефективності та якості прийнятих технологічних рішень, скорочення термінів їх реалізації, зниження затрат, та оптимальнішому використанню наявних можливостей виробничої системи підприємства, забезпечення максимального рівня оперативності та гнучкості, суттєвого обмеження чисельності інженерно-технічного персоналу і т.п.

Іншим значущим чинником, що стимулює застосування ЕОМ в автоматизації технологічних процесів, є те, що комп'ютеризація цієї галузі являється важливим фактором комплексної автоматизації виробництва в цілому.

Роль системи комп'ютерної підтримки в автоматизації технологічних процесів в умовах сучасного вітчизняного виробництва та з урахуванням факторів як політико-економічного, так і інформаційно-технічного характеру стає все більш і більш значущою. Обумовлено це цілим рядом причин, з яких можна виділити наступні:

- необхідність створення кращих зразків наукомісткої і новітньої технологічної продукції з мінімальними затратами;
- необхідність у формуванні загального інформаційного простору на всіх етапах циклів виробу;

- прагнення до підвищення рівня підготовки інженерно-технічного та управлінського персоналу в області сучасних інформаційних технологій.

З метою підвищення ефективності технологічних процесів в межах виробничих систем, зорієнтованих на випуск достатньо вузького кола продукції, необхідні розробка та впровадження таких систем комп'ютерної підтримки, які в повній мірі мали б можливість враховувати специфіку конкретного виробництва з його особливостями, неформальними суб'єктивними уподобаннями, традиціями тощо.

Істотним фактором, який впливає на формування образу сучасних систем автоматизації технологічних процесів, є помітна типова та групова технологія в загальній структурі виробництва.

При всьому різноманітті комп'ютерних систем всіх рівнів, що реалізують різні моменти автоматизації технологічних процесів, досить складно виділити такі, які в повній мірі задовольняли б названим умовам і враховували наведені фактори.

Тому створення комп'ютерних систем підтримки для автоматизації технологічних процесів, що поєднують доступність, простоту впровадження, універсальність, відкритість, здатність враховувати специфіку конкретної виробничої (технологічної) системи, орієнтацію на користувача з відносно низьким рівнем знань в інформаційних технологіях, а можливість ефективної реалізації обчислювальних засобів, які мають обмеження у своїй функціональності, є актуальним завданням.

Визначальним фактором при вирішенні даного завдання виступає розробка відповідного математичного забезпечення.

Серед суттєвих проблем, що мають місце під час створення нового математичного забезпечення і використанні вже існуючого з метою автоматизації технологічних процесів, є можливість виділити наступні:

- тяжкість ефективного обліку і відображення технологічних і не тільки особливостей виготовлення об'єкта виробництва що був змодельований;
- перебільшення більшості існуючих моделей, що може виявлятися в повній мірі при описанні виробничих систем, орієнтованих на здійснення типових або групових технологічних процесів;
- складність врахування особливостей конкретної виробничої системи, в рамках якої здійснюється автоматизація технологічних процесів;
- необхідність фахівців з хорошим рівнем підготовки в області інформаційних технологій.

Вирішення зазначених проблем в області формування математичного забезпечення є актуальним.

Останнім часом все більша увага приділяється питанням забезпечення якості продукції, що випускається на вітчизняних підприємствах, і управління ним. Традиційні методи підвищення якості, засновані на технічному контролі, вже не дають необхідних результатів. Одним з таких нових підходів, що дують можливість досягти бажаних значень параметрів якості, є розрахунок цих значень ще на етапах розробки конструкції виробу і технологій його виготовлення в поєднанні з вдосконаленням методів проектування і управління та застосуванням нових наукоємних та прогресивних технологій. Актуальним є розробка математичного забезпечення з можливістю реалізації систем комп'ютерної підтримки автоматизації технологічних процесів з прогнозуванням їх надійності.

Вирішенню поставлених завдань і присвячене дослідження, яке виконується у даній дисертаційній роботі.

Найбільш зручним мовою, яка використовується для моделювання процесів проектування валів, є методологія *SADT* (Structured Analysis and Design Technique - методологія структурного аналізу і проектування),

запропонована більш 20 років тому Дугласом Россом вона перевірена в роботі в період з 1960 по 1974 р. Методологія SADT забезпечує функціональне моделювання на базі методології структурного аналізу систем, на основі декомпозиції основних процесів діяльності на складові частини.

SADT-Методологія - це сукупність методів, правил і процедур, призначених для побудови функціональної структури складних ієрархічних систем у вигляді моделі, яка повинна дати відповідь на деякі задалегідь певні питання. В основі цього методу моделювання систем лежить опис системи, що створюється за допомогою природної мови, що дозволяє вільно описати функціонування модельованої системи. На основі графічних засобів SADT/IDEF0 дескриптивний опис системи забезпечується зображенням її моделі, яка практично повністю усуває можливу неоднозначність семантичного опису. SADT - це методологія, яка була створена для полегшення опису і розуміння штучної системи середньої складності і її середовища та визначення вимог до програмного продукту [1].

У цьому дисертаційному дослідженні ми застосуємо технологію SADT для автоматизації проектування валів, а також наведемо практичні приклади застосування цієї технології.

Об'єкт дослідження це технологічні процеси виготовлення виробів, а **предмет дослідження** – функціональні моделі технологічних процесів виготовлення валів.

Метою та задачами дослідження. Мета роботи є розробка методів та принципів автоматизування проектування ТП виготовлення валів, спрямована на покращення технологічної підготовки виробництва шляхом створення бази для наскрізної автоматизації проектування ТП. Для досягнення цього були поставлені наступні *цілі та задачі*, направлені на розробку:

- моделей процесів та об'єктів предметної області проектування тех. процесів валів

- моделей зображення формалізованої інформації про область і методики створення цієї моделі;

- моделей, методів та алгоритмів прийняття рішень у питаннях проектування ТП виготовлення виробів;

- принциповості застосування реляційних баз даних (БД) як способу інформаційного забезпечення систем автоматизованого проектування технологічних процесів;

- концепцій автоматизованого проектування тех. процесів, що базуватиметься на застосуванні систем обробки формалізованих знань.

Наукова новизна, заключається у адаптації методології SADT в роботі розробленого програмного забезпечення, яке створене для побудови проектування технологічних процесів виготовлення валів.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЗАСОБІВ ТА МЕТОДІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДИСЕРТАЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

В розділі розглядається технологія SADT, та її застосування для автоматизації проектування технологічних процесів. Також здійснюється постановка задачі дисертаційних досліджень.

1.1 Короткий опис технології SADT

SADT (вираз «Structured Analysis and Design Technique» - методологія структурного, структуризованого аналізу і проектування) - методологія, яка створена спеціально для того, щоб полегшити описання і розуміння різних систем, що потрапляють в розряд середньої тяжкості. Сама методологія SADT була утворена і протестована на практиці в період з 1960 по 1974 р. Вона виникла під сильним впливом PLEXIBLE, концепцій клітинних моделей людина-орієнтованих функцій Хорія, загальної теорії систем технології програмування і навіть кібернетики. З 1974 р широта її використання істотно збільшується для вирішення завдань, пов'язаних зі складними системами, такими, як проектування телефонних комунікаційовань в реальному часі, автоматизація виробництва (САМ), створення програмного забезпечення для командних і керуючих систем, підтримка боєготовності. Вона з успіхом тестувалася для опису великої кількості складних штучних складних систем з великого спектру областей (банківська справа, очищення нафти, планування промислового виробництва, системи наведення ракет, організація матеріального і технічного постачання, методологія планування, технологія програмування) [1]. Причиною успіху є те що SADT це повна методологія створення опису систем, заснованих на концепціях системного моделювання.

В базисі методології SADT лежать два основних принципи:

- САН-блоки, на базисі яких створюється ієрархічна багаторівнева модель, кожен рівень якої є закінченою системою (блок), яка підтримується та контролюваною системою (блоком), що знаходиться над нею (рис. 1.1).

- Декомпозиція. Використання цієї концепції дозволяє розділити кожен блок, як одне і теж, на свої складові, які були описані на більш інформативній діаграмі. Процедура декомпозиції проводиться до досягнення потрібного рівня детальності опису. Діаграма обмежується 2-6 блоками для того, що дозволяє поступово здійснювати деталізацію [2]. Замість однієї великої моделі використовується кілька невеликих зв'язаних під-моделей, значення яких доповнюють один одного, роблячи зрозумілою структуру загального об'єкта.

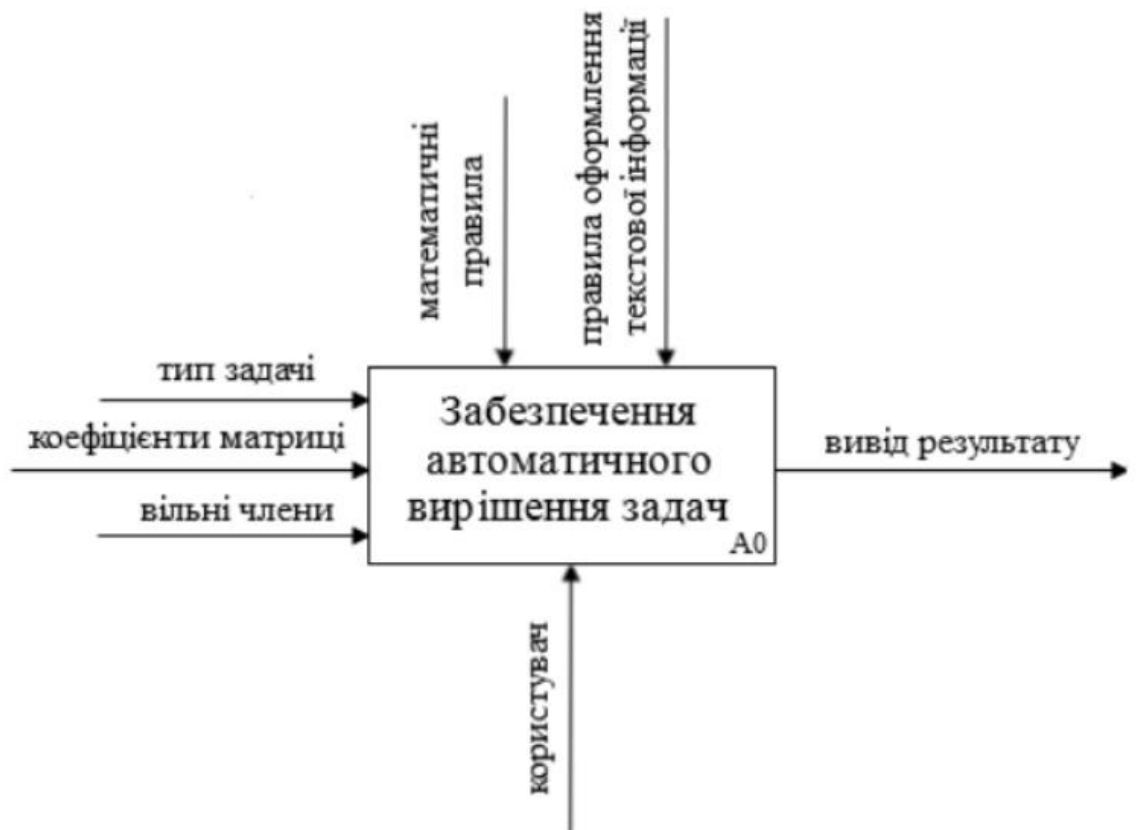


Рис. 1.1. Блок SA нульового рівня

Застосування SADT-методології засноване на формалізованому процесі створення системи, причому вона розбивається на наступні фази:

- аналіз - визначення того, що система буде робити;

- проектування - визначення підсистем та їх взаємодію;
- реалізація - розробка підсистем окремо;
- об'єднання - з'єднання підсистем в єдине ціле;
- тестування - перевірка роботи системи;
- установка - введення системи в дію;
- функціонування - використання системи.

Сама SADT-методологія використовується на різних етапах життєвого циклу інформаційної моделі [3].

SADT-модель [1] - це точний, повний та адекватний текстовий та графічний опис системи, що має конкретне призначення, виконаний у вигляді ієрархічно організованого набору діаграм, створених на основі стандартного подання даних. Це опис системи, в якій існує єдиний предмет, мета та одна точка зору з використанням методології SADT. Ця модель являє собою набір ієрархічно розташованих та взаємопов'язаних діаграм, організованих у вигляді дерева, де верхня діаграма є найбільш поширеною, а найнижча - найбільш детальною.

Моделі SADT використовують як природні, так і графічні мови. Для передачі інформації про певну систему джерелом природної мови є люди, які описують систему, а джерелом графічної мови - сама методологія SADT. Графічна мова SADT забезпечує структуру та точну передачу моделі семантики природної мови. Графічна мова SADT дуже чітко і однозначно організовує природну мову, завдяки чому SADT дозволяє описувати системи, які до недавнього часу не були адекватно представлені [4].

З точки зору методології, модель може зосередитись або на функціях системи, або на її об'єктах. Функціонально-орієнтовані моделі SADT називаються функціональними моделями, а об'єктно-орієнтовані моделі - моделями даних. Функціональна модель - це система функцій із необхідним ступенем деталізації, що, в свою чергу, відображає їх взаємозв'язок через об'єкти системи. Моделі даних є повторюваними

функціональними моделями і являють собою детальний опис системних об'єктів, пов'язаних із системними функціями. Повна методологія SADT підтримує створення багатьох моделей для більш точного опису складної системи [5]. Приклад функціональної моделі наведено на рис. 1.2.

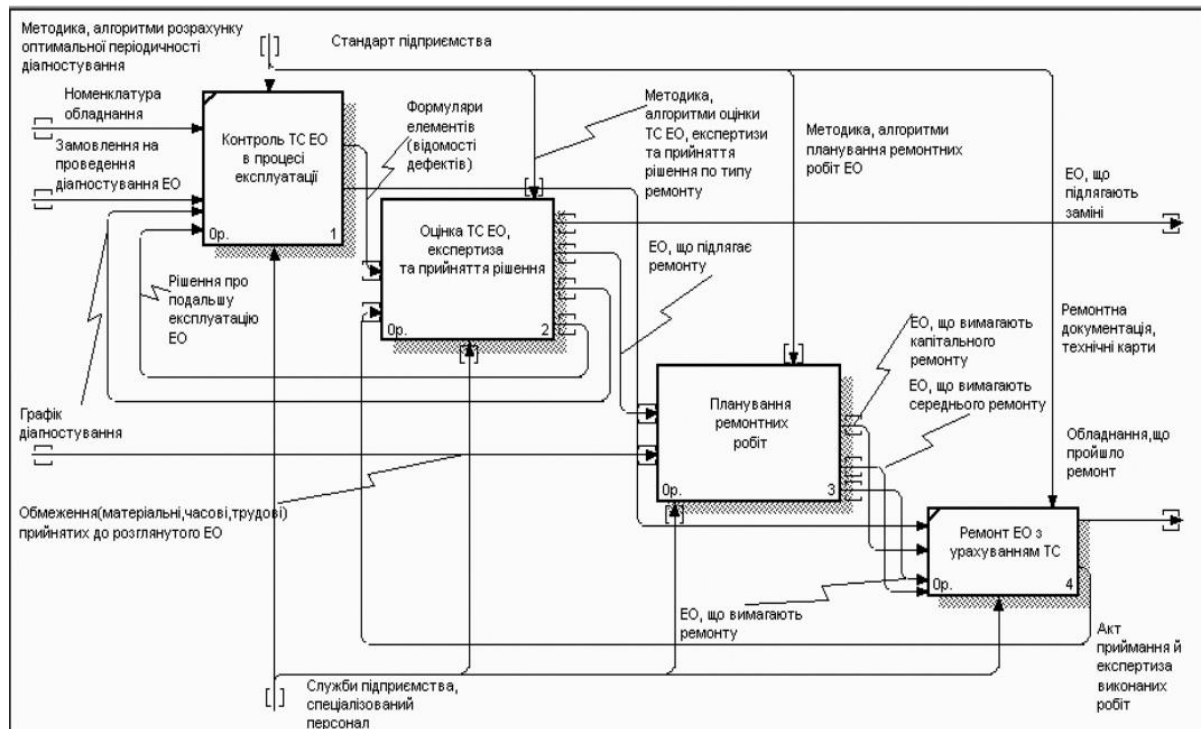


Рис. 1.2. Функціональна модель підприємства

Процес моделювання SADT, як процес створення несуперечливої і корисної системи описів, складається з чотирьох послідовних етапів:

- збір інформації про досліджувану область;
- документування отриманої інформації;
- подання її як моделі;
- перевірка моделі за допомогою інтерактивного рецензування.

Цикл, який застосовується в методології SADT дозволяє регулярно доводити до відома розробника зауваження до створеної моделі, й тим самим забезпечується безперервна перевірка її якості спеціально відібраними для цього читачами [6]. У SADT-методології визначені

обов'язки SADT-бібліотекаря, що забезпечують підтримку, як колективної діяльності, так і індивідуальну роботу кожного з розробників.

SADT виділяється серед сучасних методологій опису систем завдяки своєму широкому застосуванню, тому що SADT [1]:

- є єдиною методологією, легко відбиває подібні системні особливості, як управління і зворотній зв'язок і виконавців. Це пояснюється тим, що SADT спочатку виникла на базі проектування систем більш загального вигляду на відміну від інших структурних методів, що "зросли" з проектування програмного забезпечення [7];

- на додаток до наявних концепцій і стандартів для створення систем додані розвинені процедури підтримки колективної роботи;

- призначена для застосування на ранніх стадіях створення системи;

- можна поєднувати з іншими структурними методами. Це досягається використанням графічних SADT-описів в якості схем, що зв'язують воедино різні методи, застосовані для опису певних частин системи з різним рівнем деталізації.

Як уже зазначалося, модель SADT може зосередитись або на функціях системи, або на її об'єктах. Функціонально-орієнтовані моделі SADT називаються функціональними моделями, а об'єктно-орієнтовані моделі - моделями даних, функціональна модель - це система функцій з необхідним ступенем деталізації, що, в свою чергу, відображає їх взаємозв'язки через системні об'єкти [8]. Моделі даних є повторюваними функціональними моделями і являють собою детальний опис системних об'єктів, пов'язаних із системними функціями. Повна методологія SADT підтримує створення безлічі моделей для більш точного опису складної системи.

Модель, що відповідає на питання

Модель SADT забезпечує повний, точний та адекватний опис системи, яка має конкретне призначення. Ця мета, яка називається ціллю

моделі, впливає з офіційного визначення моделі в SADT: M - це модель системи S , якщо M можна використовувати для відповіді на питання S з точністю A .

Таким чином, метою моделі є отримання відповідей на певний набір питань. Ці проблеми є неявними (маються на увазі) у процесі аналізу, і тому вони направляють створення моделі та керують нею. Це означає, що сама модель повинна відповісти на ці запитання із заданим ступенем точності. Якщо модель не відповідає на всі питання або її відповіді були не зовсім точними, тоді можемо говорити, що модель не дійшла до своєї своєї мети. Визначаючи модель таким чином, SADT закладає базиси практичного моделювання [9].

Значення та тлумачення цього визначення мали значний вплив на практичне застосування SADT. В більшості питань для SADT-моделі формулюються на самих ранніх етапах проектування, і основна суть цих питань повинна бути виражена однією або двома фразами.

А тепер давайте задамося питанням, який ступінь точності прийнятний для моделі експериментального механіко-технологічного цеху? Оскільки модель буде використана для підготовки підручника, розумний ступінь точності буде досягнуто, якщо кожна функція експериментального цеху, описана в моделі, викладена в одному абзаці тексту. Така точність є досяжною та вимірюваною. Інші методи системного аналізу (альтернативні способи опису системи) не беруть до уваги цей критичний момент при визначенні головної мети моделі. Тільки зрозумівши, наскільки добре потрібно відповісти на запитання, ви можете визначити, коли процес моделювання можна вважати завершеним (тобто коли модель відповідатиме цілям) [10].

Модель, що має єдиний суб'єкт

Модель є деякою інтерпретацією системи. Тому предметом моделювання є сама система. Однак система, що моделюється, ніколи не існує ізольовано: вона завжди пов'язана із середовищем. І часто важко

сказати, де закінчується система, а починається середовище. З цієї причини методологія SADT наголошує на необхідності чітко визначити межі системи. Модель SADT завжди обмежує свого предмета, тобто модель встановлює, що є, а що не є предметом моделювання, описуючи, що є частиною системи, та враховуючи те, що лежить поза нею [11]. Обмежуючи предмет, модель SADT допомагає зосередитися на описаній системі та уникає залучення третіх сторін. Ось чому ми стверджуємо, що модель SADT повинна мати єдину сутність.

У моделі може бути тільки одна точка зору

Позиція, з якої спостерігається система та створюється її модель, тісно пов'язана з визначенням моделі. Оскільки якість опису системи різко погіршується, якщо вона не зосереджена ні на чому, SADT вимагає постійного перегляду моделі з тієї ж позиції. Ця позиція називається "точкою зору" цієї моделі [12]. На рис. 1.1 показано, як автор моделі експериментального механічного цеху перераховує заявників (механік, контролер), з точки зору яких можна було б описати механічний цех.

"Точку зору" найкраще уявити як місце (положення) людини або предмета, в якому вам потрібно бути, щоб бачити систему в дії. З цієї фіксованої точки зору ви можете створити послідовний опис системи, щоб модель не загубилася і не заважала описам, які не пов'язані між собою. Наприклад, якщо модель експериментального механічного цеху не фіксує певної точки зору, проблему обслуговування верстатів цеху легко сплутати з методами обробки деталі. Якщо це станеться, читач моделі зіткнеться з труднощами при визначенні конкретних обов'язків персоналу [13].

Іноді лише одна з багатьох можливих точок зору може дати опис, який задовольняє всю модель. Наприклад, щоб створити послідовну модель механічного цеху, ви можете дотримуватися точки зору як майстра, так і механіка або контролера, але жоден з них сам по собі не дасть моделі, яка дозволить вам скласти навчальний посібник для всіх персоналу. Тільки з посади начальника цеху видно всі види робіт, що виконуються в цеху. З

його точки зору, як зазначається в примітці, можна простежити взаємозв'язок відповідальності різних працівників. Точка зору керівника цеху дозволяє творцю моделі визначити роль кожного працівника в процесі виготовлення окремих деталей та описати координацію обов'язків персоналу.

Моделі як взаємозалежні набори діаграм

Після детального визначення предмета, точки зору на модель починається перша інтеграція процесів моделювання за методологією SADT. Об'єкт визначає, що включити в модель, а що виключити з неї. Точка зору організатора диктує автору моделі вибір необхідної інформації про предмет та форму його викладу. Мета стає критерієм для завершення моделювання [14]. Головним результатом цих процесів є набір взаємопов'язаних описів, починаючи з опису верхнього рівня всієї системи і закінчуючи докладним описом деталей або операцій системи.

Кожен з цих ретельно узгоджених описів називається діаграмою. Модель SADT поєднує та упорядковує діаграми в ієрархічні структури, в яких схеми над моделлю менш деталізовані, ніж діаграми нижчого рівня [15]. Іншими словами, модель SADT може бути представлена у вигляді дерева діаграм, де верхня діаграма є найбільш поширеною, а нижня діаграма є найбільш детальною.

Наявність власної графічної мови SADT та її більш широке використання перетворили SADT на повну методологію, яка може поліпшити якість продукції, створеної на ранніх стадіях розробки проекту.

Інтегрована програма комп'ютеризації виробничих процесів (ICAM), що використовується Міністерством оборони США, визнала корисність SADT, що призвело до стандартизації та публікації в 1993 році її частини (названої IDEF0_ як федеральний стандарт у США).

Методологія SADT, яка називається IDEF0, використовувалася тисячами фахівців у військових та промислових організаціях.

Моделі SADT використовують як природні, так і графічні мови. Для передачі інформації про певну систему джерелом природної мови є люди, які описують систему, а джерелом цієї графічної мови для неї - сама методологія SADT. Графічна мова SADT дає можливість забезпечити структуру та точну семантику природної мови моделі. Графічна мова SADT організовує природну мову чітко визначеним і однозначним чином, завдяки чому SADT дозволяє описувати системи, які до недавнього часу не були належним чином представлені [16].

1.2 Знайомство з сучасними методами проектування технологічних процесів

Сучасні методи автоматизованого проектування технологічних процесів (САПР ТП) передбачають в якості першої стадії проектування введення вихідної інформації про конструктивно-технологічні ознаки деталі, а в якості останньої стадії - оформлення необхідної технологічної документації відповідно до стандартів.

Проектуванням називають процес складання опису, необхідного для створення в заданих умовах ще не існуючого об'єкту, на основі первинного опису даного об'єкту (або) алгоритму його функціонування. Проектування - це складний творчий процес цілеспрямованої діяльності людини, що вимагає від неї глибоких знань і навичок у своїй професійній області і широкого використання практичного досвіду. Вхідною інформацією процесу проектування є мета проектування, що виражена у вигляді сукупності умов і вимог, яким повинен задовольняти проєктований об'єкт, і факторів, якими можна варіювати при проектуванні. Результатом процесу проектування є інформаційна модель проєктованого об'єкта, яка необхідна і достатня для досягнення мети проектування [17].

Методологічною основою реалізації процесу проектування є системний підхід об'єкту проектування.

Тут і далі процес проектування розглядається стосовно до розробки ТП виготовлення деталей машин і вирішення інших супутніх завдань

технологічного проектування [18]. Як об'єкт проектування в даному випадку будуть розглядатися ТП механічної обробки деталі, складання вузла або машини, що управляє програма обробки для верстату з ЧПУ, конструкція і ТП виготовлення спеціального ріжучого і допоміжного інструменту, технологічного оснащення.

ТП виготовлення деталі, як об'єкта проектування, може бути представлене як ієрархічна структура, розділена на кілька взаємопов'язаних рівнів. В результаті цієї ідеї процес проектування ТП зводиться до вирішення завдань різного ступеня деталізації на взаємопов'язаних рівнях: від формування структури і структури маршруту обробки до розрахунку взаємодіючих (проміжних) розмірів, режимів різання для обробки окремих поверхонь, ЧПУ [19].

У сучасній практиці технологічного проектування розрізняють неавтоматизоване і автоматизоване проектування.

Неавтоматизоване проектування - проектування, повністю здійснюване людиною.

Автоматизоване проектування - проектування, при якому окремі його етапи або завдання здійснюється взаємодією людини і електронно-обчислювальної машини (ЕОМ).

Автоматизоване проектування не можна трактувати як автоматичне, так як воно не виключає участі людини в процесі прийняття рішень з усіх проектним завданням, а лише дозволяє вирішувати за допомогою ЕОМ найбільш трудомісткі завдання проектування [20]. При цьому забезпечується розподіл функцій проектування між людиною і ЕОМ: людина вирішує проектні завдання творчого характеру, а ЕОМ - завдання, що допускають однозначне формалізоване опис процесу їх вирішення у вигляді алгоритму рутинного характеру. Таким чином, автоматизоване проектування засноване на формалізації процесу вирішення цілої низки завдань технологічного проектування.

Формалізація процесу вирішення завдань має на увазі обов'язкову розробку формальних алгоритмів рішення, які можна реалізувати за допомогою відомих математичних і логічних моделей і формул.

Автоматизація проектування ТП за допомогою ЕОМ дозволяє:

- забезпечити зберігання, швидкий пошук і обробку всього необхідного для проектування масиву інформації;
- прискорити розробку ТП, в тому числі при оновленні або збільшенні номенклатури виробів;
- забезпечити оптимальність проектних рішень за певними критеріями шляхом вибору їх з безлічі всіх можливих рішень;
- надати можливість проводити на ЕОМ моделювання процесів в технологічних системах із застосуванням універсальних, точних, адекватних і економічних математичних моделей;
- забезпечити оперативну видачу технологічної документації.

Таким чином, широке впровадження принципів і систем автоматизованого проектування в практику розробки ТП виготовлення виробів і рішення інших проектних завдань ТПП є суттєвим резервом скорочення термінів технологічної підготовки виробництва виробів, зниження трудомісткості технологічного проектування, підвищення якості розроблюваних ТП [21].

Системний підхід до автоматизованого процесу проектування ТП за допомогою ЕОМ базується на чотирьох основних принципах:

- розгляд структури ТП, як сукупності безлічі взаємопов'язаних і взаємообумовлених елементів і безлічі зв'язків між ними;
- розгляд процесу проектування ТП як сукупності взаємопов'язаних і взаємообумовлених етапів проектування;
- розгляд процесу проектування ТП як складного завдання, що складається із сукупності взаємопов'язаних приватних простих завдань;
- ухвалення оптимальних за обумовленим критерієм рішень.

Системний підхід до процесу проектування дозволяє систематизувати уявлення і використання знань в будь-якій області [22].

При автоматизованому проектуванні ТП на підставі системного підходу традиційні методи проектування поєднуються з методами, заснованими на сучасних досягненнях математики і системних наук (теорії множин, теорії графів, теорії оптимізації) і орієнтованими на проектування в комп'ютерному середовищі.

Методика проектування ТП і структура систем і підсистем, що здійснюють автоматизоване проектування, визначаються стратегією проектування. У практиці технологічного проектування використовуються п'ять основних стратегій:

- лінійна стратегія;
- циклічна стратегія;
- розгалужена стратегія;
- адаптивна стратегія;
- стратегія випадкового пошуку.

Лінійна стратегія проектування характеризується мінімальною трудомісткістю і максимальною надійністю, але вимагає завдання досить повної апріорної інформації про очікувані результати проектування.

Циклічна стратегія реалізує процес послідовного наближення до мети проектування шляхом поліпшення розробляються варіантів (ітераційний процес) [23].

Розгалужена стратегія характеризується наявністю паралельних етапів процесу проектування, що дозволяє скоротити терміни його реалізації.

У адаптивної стратегії заздалегідь задається тільки перша дія, а вибір кожного наступного дії залежить від результатів попереднього. Є найбільш перспективною стратегією для вирішення складних завдань, оскільки пошук рішення проводиться на основі найбільш повної інформації про результати попереднього етапу проектування.

Розподілена стратегія характеризується наявністю паралельних етапів процесу проектування, що дозволяє зменшити термін її реалізації [24].

У *адаптивної стратегії* заздалегідь задається тільки перша дія, а вибір кожної наступної дії залежить від результатів попереднього. Є найбільш перспективною стратегією для вирішення складних завдань, оскільки пошук рішення проводиться на основі найбільш повної інформації про результати попереднього етапу проектування.

Стратегія випадкового пошуку відрізняється абсолютною відсутністю плану і застосовується при розробці принципово новаторських ТП.

Реальна стратегія проектування може поєднувати в собі риси зазначених п'яти стратегій і деталізувати від одного рівня проектування до іншого [25]. На певних етапах проектування вводять методи управління стратегією.

В даний час найбільш прогресивною стратегією автоматизованого технологічного проектування вважається адаптивна, доцільними визнають також лінійну та розгалужену структури, разом з тим, намагаються уникати застосування циклічної стратегії проектування.

Проектування ТП виготовлення деталей є послідовним процесом прийняття проектних рішень по окремим технологічним завданням. Основними особливостями проектування ТП є багатоваріантність проектних рішень і низький ступінь формалізації багатьох окремих технологічних задач.

Окремі технологічні завдання в процесі технологічного проектування ділять на розрахункові та не розрахункові. Під час проектування ТП виготовлення деталей машин коло розрахункових технологічних задач вкрай обмежене [26]. Серед них виділяють наступні завдання:

- розрахунок припусків і міжопераційних (міжперехідних) розмірів;
- розрахунок режимів різання;
- нормування технологічного процесу.

Рішення розрахункових завдань формалізоване, тобто зводиться до виконання розрахунків згідно формальним алгоритмам з допомогою відомих математичних моделей і формул, що можуть легко реалізовуватися на ЕОМ.

Набагато більш широкую групу приватних технологічних задач складають нерозрахункові завдання (вибір виду заготовки, методів обробки, послідовності технологічних операцій в ТП та окремих переходів в операції, типу і моделі обладнання, технологічного оснащення, різального і допоміжного інструменту і т.п.) [27].

Формалізація рішення нерозрахованих завдань є проблемою, що вирішується в результаті вибору одного рішення з безлічі типових рішень (МТР) з урахуванням комплексу обмежень технологічного та організаційно-економічного характеру. Під МТР розуміють кінцевий набір відомих типових рішень (ТР). Формування МТР і побудова алгоритму вибору конкретного ТР з МТР є основою формалізації процесу вирішення нерозрахованих технологічних завдань при автоматизованому проектуванні ТП за допомогою ЕОМ. Набір ТР, що входять в МТР, а також умови, при яких може бути застосовано кожне з них (умови застосовності) заздалегідь описуються у вигляді бази даних і вводяться в пам'ять ЕОМ [28].

1.2.1 Метод прямого (документованого) проектування технологічних процесів

Метод прямого (задокументованого) проектування передбачає, що підготовка ТП (технологічного процесу) здійснюється користувачем, який вибирає ТА з бази даних у діалоговому режимі. База даних містить

інформацію про наявні на підприємстві заготовки, верстати, пристрої, інструменти тощо. і має структурований характер, тобто чітко розділений на розділи, підрозділи, сторінки, окремі поля (фрази). Користувачеві представлені меню на різних рівнях проектування для вирішення приватних технологічних проблем (вибір заготовок, операцій, верстатів, пристроїв, переходів, інструментів тощо). Інформація, обрана користувачем із бази даних, автоматично вводиться в стовпці та рядки шаблону карти процесів. Потім інформацію можна редагувати та друкувати у стандартному форматі, якщо потрібно.

1.2.2 Метод синтезу

Метод синтезу застосовується відповідно до наступної схеми:

- введення опису креслення деталі;
- синтез маршруту обробки для всіх поверхонь;
- формування етапів обробки відповідно до принципової схемою ТП;
- упорядкування операцій в маршруті;
- впорядкування переходів в операціях;
- доопрацювання за описом креслення деталі.

1.2.3 Метод аналізу

Цей метод заснований на тому, що структура окремого ТП не відтворюється, а визначається відповідно до складу та структури одного з уніфікованих ТП шляхом аналізу необхідності кожної операції та технологічного переходу з послідовним вдосконаленням усіх розчинів при розкладанні зверху вниз [29].

Цей метод в загальному випадку реалізує наступну схему проектування:

- введення опису креслення деталі;
- визначення конструкторсько-технологічного коду деталі;
- пошук по коду в БД прийнятного уніфікованого ТП;

- аналіз його структури;
- доопрацювання відповідно до опису креслення деталі;
- оформлення індивідуального ТП.

Застосуванню цього методу на стадії розробки або адаптації САПР передуює підготовча робота. З безлічі деталей вибираються групи, що мають спільні риси, методи обробки та типи заготовок. Для кожної групи деталей утворюється складна деталь (CD), яка включає все різноманіття поверхонь цієї групи. Для компакт-диску складається один ТР, який містить операції та обробку переходів усіх частин групи. Далі проводиться аналіз для коригування структури уніфікованого ТР CD: аналізується необхідність включення в індивідуальний процес кожної операції та переходу уніфікованого ТП. Таким чином, формується структура індивідуального ТП. Потім виконується параметричне регулювання: вибір обладнання та конструкцій, розрахунок режимів різання, норм часу, розрахунок розмірних характеристик тощо [10].

Метод аналізу є основним методом проектування ТП в роботі ДАІ. Застосування цього методу дає найбільший ефект при виробництві групових та стандартних ТП, оскільки не порушує існуючу спеціалізацію виробничих підрозділів, спрощує процес проектування.

1.2.4 Структура САПР ТП

Автоматизована система проектування (САПР) - це сукупність засобів автоматизації проектування, взаємопов'язаних з необхідними підрозділами проектної організації та командою спеціалістів (користувачів системи), яка виконує автоматизоване проектування (згідно з ГОСТ 22487-79). У разі використання технологічних процесів САПР (SAP TP) об'єктом автоматизованого проектування є виготовлення ТП.

САПР ТП здійснює вибір рішень окремих завдань технологічного проектування з сукупності ТР за допомогою формалізованих алгоритмів

розрахунку або вибору, створює на основі цього ТП виготовлення виробів, готує і видає відповідну технологічну документацію певної форми [31].

Слід визначити чотири основні принципи організації САПР ТП як системи.

1. САПР ТП - людино-машинна система, в якій для автоматизації діяльності інженера-технолога з проектування ТП використовується обчислювальна система. Обчислювальна система, будучи серцевиною САПР ТП, разом з тим, виступає по відношенню до неї як система нижчого рівня.

2. САПР ТП - цілісна система, що характеризується системною єдністю.

3. САПР ТП - відкрита система, що розвивається з можливістю розширення використовуваного варіанту системи, оновлення та розвитку її технічного, інформаційного, програмного, математичного забезпечення.

4. САПР ТП заснована на ієрархічному (блочно-модульному) принципі побудови, який відноситься не тільки до алгоритмів рішень і програмних засобів, але і до технічних засобів системи.

5. САПР ТП заснована на використанні типових і уніфікованих елементів. Типізують і уніфікують елементи, орієнтовані на багаторазове використання.

6. САПР ТП складається з сукупності інформаційно-узгоджених підсистем, за допомогою яких можна отримати закінчені проектні рішення і відповідні цим рішенням документи. Ця можливість забезпечується функціонуванням окремих блоків обчислювальної системи в строго визначеної послідовності і тільки при наявності інформації від виконавців завдання на попередніх етапах проектування [32].

Сучасна САПР ТП базується на нових інформаційних технологіях. Як результат, вони характеризуються низкою особливостей:

1. Об'єктно-орієнтована взаємодія людина-комп'ютер. Користувач працює в режимі маніпулювання інформаційними об'єктами в режимі

реального часу. Маніпуляція заснована на програмуванні відповідних процедур, що виконуються комп'ютерами. Людина бачить інформаційні об'єкти, отримані шляхом виведення інформації, і впливає на них, вводячи інформацію [33].

2. Наскрізна інформаційна підтримка на всіх етапах обробки інформації на основі інтегрованої бази даних. База даних забезпечує єдину уніфіковану форму представлення, зберігання, пошуку, відображення, відновлення та захисту інформації.

3. Безпаперова обробка інформації. Усі проміжні результати проектування та числові дані, необхідні для роботи, записуються на електронні носії та передаються користувачеві через екран монітора. На папері фіксується лише остаточна версія документа: оперативна карта ТП, карта оперативних ескізів та інші.

4. Інтерактивний режим вирішення проблем, який виконується в режимі діалогу між користувачем та комп'ютером. Нові інформаційні технології вимагають високого інтелектуального рівня, професійної та психологічної підготовки користувача. Користувач повинен знати принципи САПР, його можливості, вміти вільно використовувати методи роботи з автоматизованим середовищем проектування, грамотно ставити завдання та розуміти результати рішення [34].

Складовими частинами САПР ТП є *підсистеми*. У кожній підсистемі вирішується функціонально закінчена послідовність завдань. За своїм призначенням підсистеми САПР ТП класифікують на дві групи:

- 1 проектуючі підсистеми;
- 2 обслуговуючі підсистеми.

Проекуючі підсистеми САПР ТП виконують проектні процедури і операції отримання нових даних. Залежно від ставлення до об'єкту проектування проектуючі підсистеми поділяють на об'єктні і інваріантні.

Об'єктні підсистеми САПР ТП виконують проектні процедури і операції, характер яких визначається об'єктом проектування. Прикладами

таких підсистем є підсистеми проектування типових ТП, спеціального технологічного оснащення, складного і фасонного ріжучого інструменту, підготовки керуючих програм для верстатів з ЧПУ та інші.

Інваріантні підсистеми САПР ТП виконують уніфіковані проектні процедури і операції. До них відносять підсистеми введення і коригування вихідних даних, документування проектних рішень. Виділення інваріантних проектуєть підсистем доцільно для САПР ТП середнього та високого рівня. Для САПР ТП низького рівня операції введення і коригування вихідних даних і документування є, як правило, вбудованими в об'єктні пакети прикладних програм (ППП) [35].

Обслуговуючі підсистеми САПР ТП мають загальносистемне застосування і використовуються для забезпечення функціонування проектних підсистем. З обслуговуючих підсистем слід особливо виділити підсистеми, які здійснюють пошук необхідної інформації (інформаційно-пошукові підсистеми).

Для об'єднання підсистем в САПР ТП використовують методи їх апаратного, програмного, інформаційного і лінгвістичного узгодження. При виконанні такого узгодження використовують інтерфейс - сукупність засобів і правил обміну інформацією для взаємодії двох або більше об'єктів або процесів. Склад і форми представлення результатів роботи кожної підсистеми (прикладної програми) повинні відповідати вимогам до складу і форм представлення вихідних даних для подальшої підсистеми (прикладної програми). Якщо такої відповідності немає, його необхідно забезпечити за допомогою спеціальної програми, яка виконує функції інтерфейсу. Якщо між підсистемами САПР ТП відсутній програмний зв'язок, то функції інтерфейсу може виконувати людина (наприклад, при кодуванні креслень деталей з метою подальшого автоматизованого проектування ТП їх виготовлення) [36].

Слід зазначити, що САПР ТП є системою автоматизованого, а не автоматичного проектування. Частина операцій технологічного

проектування в ній виконується людиною. У більш досконалих САПР ТП частка робіт, виконуваних людиною, буде меншою, але зміст цих робіт - більш творчим [37].

Слід виділити основні результати впровадження САПР ТП в практику технологічного проектування:

1. Зменшення кількості термінів ТПП при освоєнні виробництва нової продукції.
2. Зростання продуктивності праці інженера-технолога і зниження трудомісткості технологічного проектування.
3. Підвищення якості проектування ТП.
4. Зниження собівартості виготовлення деталей і підвищення конкурентоспроможності продукції, що випускається на ринку за рахунок дії факторів, зазначених у пунктах 1-3.

Кожна САПР ТП складається з технічних засобів, що організують системи, а також засобів забезпечення САПР ТП.

Виділяють наступні види забезпечення САПР ТП:

1. Інформаційне забезпечення;
2. Математичне забезпечення;
3. Програмне забезпечення;
4. Лінгвістичне забезпечення;
5. Організаційно-методичне забезпечення.

Технічні засоби САПР ТП іноді називають *засобами технічного забезпечення САПР ТП*.

Форму взаємодії САПР ТП, її технічних засобів і організуючої системи (обслуговуючого персоналу) називають *ергономічним забезпеченням* [38].

Технічні засоби САПР ТП утворюють комплекс взаємопов'язаних технічних пристроїв, які здійснюють роботу всіх проектуючих і обслуговуючих підсистем САПР ТП. У цей комплекс входять різні технічні засоби (hardware), які використовуються для виконання

автоматизованого проектування (ЕОМ, периферійні пристрої, мережеве обладнання), а також обладнання деяких допоміжних систем (наприклад, вимірювальних), що підтримують проектування.

Технічні засоби САПР ТП повинні забезпечувати:

- виконання всіх необхідних проектних процедур, для яких є відповідне програмне забезпечення (виконується при наявності в САПР ТП обчислювальних машин і систем з достатніми продуктивністю і ємністю пам'яті);
- взаємодію між проектувальниками і ЕОМ, підтримку інтерактивного режиму роботи (виконується за рахунок включення в САПР ТП зручних засобів введення-виведення даних і перш за все, пристроїв обміну графічною інформацією);
- взаємодію між членами колективу, які працюють над спільним проектом (обумовлює об'єднання апаратних засобів САПР ТП в обчислювальну мережу).

Загальна структура технічного забезпечення САПР ТП являє собою мережу вузлів, пов'язаних між собою середовищем передачі даних. Вузлами мережі (станціями даних) є робочі місця проектувальників, які часто називаються автоматизованими робочими місцями (АРМ) та робочими станціями (WS - Workstation), ними можуть також бути великі ЕОМ (мейнфрейми), окремі периферійні пристрої [39]. Саме в АРМ забезпечується інтерфейс користувача з ЕОМ. У загальному випадку до складу АРМ входять персональна ЕОМ з одним або декількома процесорами, дискової, оперативної та кеш-пам'яттю, приводами для компакт-дисків і гнучких дисків, звуковими та мережевими картами і шинами для взаємної зв'язку пристроїв, пристроями введення-виведення інформації (клавіатура, маніпулятор «миша», монітор (дисплей)), периферійними пристроями (принтер, сканер, плоттер, цифровий фотоапарата та відеокамера).

Середовище передачі даних представлено каналами передачі даних, що складаються з ліній зв'язку та комутаційного обладнання.

Канал передачі даних-засіб двостороннього обміну даними, що включає лінію зв'язку та апаратуру закінчення каналу даних (АКД) - наприклад, мережеву плату.

Лінія зв'язку - частина фізичної середовища, яка використовується для поширення сигналів в певному напрямку.

Канал зв'язку - засіб односторонньої передачі даних. У лінії можна утворити кілька каналів зв'язку, по кожному з яких передається своя інформація.

В якості ліній зв'язку можуть застосовуватися:

1 Витяг пара проводів (в реальності складається з чотирьох кручених пар в оплітці, дві пари використовуються для передачі інформації у взаємно протилежних напрямках, дві що залишилися - для передачі службових повідомлень по мережі, на практиці вони можуть не використовуватися).

2 Коаксіальний кабель (типу телевізійного).

3 Волоконно-оптична лінія зв'язку - ВОЛЗ (кварцова нитка в полімерній оплітці; передача інформації в ВОЛЗ виконується світловими випромінюваннями з різною довжиною хвилі, за рахунок чого утворюється ряд інформаційних каналів).

В САПР невеликих проектних організацій, що мають кілька десятків довколишніх комп'ютерів, широкого поширення набули локальні обчислювальні мережі (ЛОМ) або LAN (LocalArea Network). ЛВС в загальному випадку складається з робочих станцій, серверів, мережевий операційної системи, лінії зв'язку, мережевих карт і інших апаратних засобів. Кожна робоча станція і сервер в ЛВС повинні забезпечуватися спеціальною мережевою оболонкою або операційною системою. Слово «локальна» в назві мережі вказує на близькість розташування комп'ютерів. Протяжність лінії і число підключаються вузлів в ЛВС обмежені. Діапазон

дії ЛВС коливається від декількох метрів до 8-10 км. Топологія з'єднань вузлів ЛВС може бути шинною (bus), кільцевою (rink) або зоряною (star).

ЛВС надає користувачам наступні можливості:

- 1) обмін інформацією (файлами текстових документів, кресленнями, повідомленнями електронної пошти);
- 2) поділ ресурсів комп'ютерів, тобто спільне використання баз даних і програм, що зберігаються на одному з комп'ютерів мережі (як правило, на віддаленому потужному сервері з жорстким диском великої ємності);
- 3) вивід інформації на принтер або плоттер, підключений тільки до одного з комп'ютерів мережі.

У великих проектних організаціях з сотнями комп'ютерів організовують корпоративні мережі, що включають підмережі-ЛВС і засоби зв'язку ЛВС між собою (комутаційні сервери). Якщо комутаційні сервери об'єднані відділеними від ЛВС каналами передачі даних, вони утворюють окрему опорну (або транспортну) мережу.

При значній відстані будівель проектної організації один від одного, корпоративна мережа перетворюється в територіальну мережу -WAN (Wide Area Network). Територіальна мережа має магістральну мережу, яка пов'язана з ЛВС або використовує послуги магістральної мережі загального призначення, що надаються провайдером.

У типовій структурі великих корпоративних мереж САПР ТП (архітектура клієнт-сервер) один або декілька вузлів мережі, які називаються *серверами*, виконують керуючі або загальні для багатьох користувачів проектні функції, інші вузли (робочі місця), на яких працюють користувачі, називають *клієнтами*. У мережах архітектури клієнт-сервер використовують такі типи серверів:

- файл-сервери для зберігання файлів, що розділяються багатьма користувачами;
- сервери баз даних;

- сервери додатків для вирішення конкретних прикладних завдань;
- комутаційні сервери;
- спеціалізовані сервери (наприклад, сервери електронної пошти).

Підсистеми, прикладні програми та користувачі САПР ТП використовують велику кількість різних даних, сукупність яких узагальнено називають *інформаційним фондом САПР ТП*. До складу інформаційного фонду САПР ТП входять: формалізовано описана нормативно-довідкова інформація (державні та галузеві стандарти, керівні матеріали, відомості про типові і групових ТП, паспортні дані верстатів та інші); тимчасово записуються дані, які є результатом функціонування однієї з підсистем САПР ТП і потім можуть вводитися в іншу підсистему; програмні модулі окремих підсистем САПР ТП, підпрограми для розробки керуючих програм для верстатів з ЧПУ; креслення інструментів і пристосувань, операційні ескізи; шаблони для введення інформації і оформлення документів, наприклад, технологічних карт і т.п.

Інформаційне забезпечення САПР - це сукупність інформаційного фонду та засобів її ведення (тобто засобів створення, реорганізації даних, забезпечення доступу до них з використанням ЕОМ).

Відомі три підходи до організації інформаційного фонду:

- розміщення даних безпосередньо в тілі програми;
- запис даних в окремі файли;
- використання баз даних.

Всі три підходи можуть знайти своє застосування при обґрунтованому і кваліфікованому їх використанні в кожному конкретному випадку.

У випадку першого підходу та в разі необхідності модифікації даних (наприклад, видалення даних у випадку демонтажу верстату, даний підхід

має недолік - неминучість модифікації програми для поновлення або реорганізації даних.

При використанні другого підходу інформація записується на жорсткий диск окремо від програмного забезпечення. Це забезпечує відносну незалежність прикладної програми від даних і виключає зміну програми в разі поновлення даних. Якщо дані використовуються тільки конкретною прикладною програмою, то такий підхід цілком прийнятний. В іншому випадку, очевидний наступний недолік такого підходу. Часто одні і ті ж дані використовуються різними прикладними програмами, в яких вони мають різну структуру і тип уявлення, що призводить до їх необґрунтованого дублювання на диску. Ще один недолік розглянутого підходу полягає в тому, що до даних, розосередженим по безлічі файлів і організованим так, щоб задовольняти тільки запитах конкретних прикладних програм, не можна звертатися користувачеві в діалоговому режимі.

При організації інформаційного фонду з використанням запису даних в файли найбільш вигідним форматом представлення даних є таблиці. Для файлового представлення даних застосовують такі види таблиць:

- довідкові таблиці;
- таблиці рішень;
- алгоритмічні таблиці;
- таблиці відповідностей;
- логічні таблиці відповідностей.

Довідкові таблиці використовують для опису характеристик, які закладаються в систему ТП (даних про верстати, інструменти, технологічної оснастки та інші.), а також всієї нормативно-довідкової інформації. Структурна схема довідкової таблиці приведена на рис. 1.3.

		Π_1	...	Π_1	...	Π_1
P_1		X_{11}	...	X_{1j}	...	X_{1m}
...		...	...	...	...	...
P_i		$\downarrow X_{i1}$	...	$\downarrow X_{ij}$	...	$\downarrow X_{im}$
...		...	...	...	...	...
P_n		X_{n1}	...	X_{nj}	...	X_{nm}

Рис. 1.3. Структурна схема довідкової таблиці

Π_i - комплекс параметрів застосовності, P_i - множина типових рішень (МТР), x_{ij} - характеристика типових рішень (ТР)

Алгоритм читання таблиці полягає в пошуку по стовпцю ТР відповідного рядка і в подальшому зчитуванні характеристик ТР, які перебувають в цьому рядку.

Частина інформаційного забезпечення САПР ТП, що містить відомості про ТР і правила їх прийняття, називають технологічним забезпеченням. До нього пред'являють вимоги незалежності від алгоритмічного забезпечення (алгоритми не повинні містити характеристик ТР) і універсальності форми подання. Цим вимогам задовольняє подання у формі таблиць рішень (табличних алгоритмів). Виділяють односторонні та двосторонні таблиці рішень. Структурна схема односторонньої таблиці рішень наведена на рис. 1.4.

$$X_{11} \rightarrow X_{12} \rightarrow X_{13} \rightarrow X_{14} \rightarrow X_{15} \rightarrow X_{25} \rightarrow X_{16} \rightarrow \\ \rightarrow X_{46} \rightarrow X_{17} \rightarrow X_{27} \rightarrow X_{37} \rightarrow X_{47} \rightarrow P_7 \rightarrow 1$$

$\xrightarrow{\Pi_1}$		X_{11}	...	X_{1j}	...	X_{1m}
...		...	...	...	...	...
$\xrightarrow{\Pi_i}$		X_{i1}	...	X_{ij}	...	X_{im}
...		...	...	...	...	...
$\xrightarrow{\Pi_n}$		X_{n1}	...	X_{nj}	...	X_{nm}
		P_1	...	P_j	...	P_m

Рис. 1.4. Структурна схема односторонньої таблиці рішень

$|\Pi_i|_m$ - комплекс параметрів застосовності (КПП), $|P_j|_m$ - множина типових рішень (МТР), $|X_{ij}|_{nm}$ - характеристичні значення (межі інтервалів) параметрів застосовності

Приклад формалізованої односторонньої таблиці рішень наведений на рисунку 1.5.

	60	125	125	300	300	300	300	300	320	320	320	320	320	320	320	500	500	500	800	800
	8	1,5	6	1,5	2	6	6	8	1,5	1,75	2	2	6	6	8	1,75	2	8	2	8
	200	110	110	200	110	80	110	80	200	110	80	110	80	80	200	200	80	200	200	200
	35	35	35	35	35	17	35	17	35	35	17	35	17	35	35	35	17	35	35	35
	-	-	1	-	1	2	1	2	-	1	2	1	2	1	3	-	2	3	-	3

Рис. 1.5. Приклад формалізованої односторонньої таблиці рішень

У двосторонніх таблицях рішень КПП розбивається на два підкомплекси з відповідними множинами параметрів застосовності $|\Pi_k|_s$ та $|\Pi_q|_e$. Двосторонні таблиці рішень більш компактні, ніж односторонні. Структурна схема двосторонньої таблиці рішень наведена на рисунку 1.6. Процедура читання двосторонньої таблиці рішень реалізується повторним застосуванням алгоритму читання односторонньої таблиці. Спочатку здійснюється пошук в матриці потрібного рядка, потім - пошук в цьому рядку потрібного стовпчика.

					$\ddot{I}_1''$	X_{11}''	...	X_{1j}''	...	X_{1m}''
					...	...	...	...	...	...
					$\ddot{I}_q''$	X_{q1}''	...	X_{qj}''	...	X_{qm}''
					...	...	...	...	...	...
$\ddot{I}_1^\zeta$	...	$\ddot{I}_k^\zeta$	...	$\ddot{I}_s^\zeta$	$\ddot{I}_e''$	X_{e1}''	...	X_{ej}''	...	X_{em}''
X_{11}^ζ	...	X_{1k}^ζ	...	$X_{1s}^\square$		P_{11}	...	P_{1j}	...	P_{1m}
...	...	...	...	...		...	...	...	...	...
X_{i1}^ζ	...	$X_{ik}^\square$	...	X_{is}^ζ		P_{i1}	...	P_{ij}	...	P_{im}
...	...	...	...	...		...	...	...	...	...
X_{n1}^ζ	...	X_{nk}^ζ	...	X_{ns}^ζ		P_{n1}	...	P_{nj}	...	P_{nm}

Рис. 1.6. Структурна схема двосторонньої таблиці рішень

$|\Pi_k|_s$ та $|\Pi_q|_e$ - перший та другий комплекси параметрів застосовності, P_{ij} - множина типових рішень (МТР), x_{ij} - характеристичні значення (межі інтервалів) параметрів застосовності

У випадку, якщо число рішень невелика, а логічні залежності їх вибору складні (наприклад, при виборі моделі токарного верстата-автомата), для формального подання алгоритму вибору рішень використовують не таблиці рішень, а алгоритмічні таблиці. У цих таблицях крім характеристик типових рішень вказується тип умови (приймає одне з можливих рішень: =; $\neq$; <; >; $\leq$; $\geq$) і адреса (мітку) переходу a_{ij} .

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ

У розділі 1 розглядалася методологія SADT та сучасні методи проектування технологічних процесів, які можуть застосовуватися, наприклад, до процесів виготовлення валів.

У наступному розділі розглядається системне моделювання процесі автоматизованого технологічного проектування валів.

РОЗДІЛ 2. СИСТЕМНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ВАЛІВ

У цьому розділі розглянемо функціональну та концептуальні моделі технології проектування валів.

2.1 Функціональна модель процесів технологічного проектування валів

Методологія функціонального моделювання IDEF0 (Icam DEFinition), що є основною частиною програми ICAM (Integrated ComputerAided Manufacturing - інтегрована комп'ютеризація виробництва), широко використовується в CALS. З її допомогою створюється функціональна модель, відпрацьовано-лишнього процеси і функції системи, а також потоки інформації і матеріальних об'єктів. Дана модель може мати будь-яку необхідну глибину декомпозиції, аж до опису дій, виконуваних окремими фахівцями на конкретних робочих місцях, із зазначенням умов виконання і переліку використовуваних ресурсів. Опис бізнес-процесів у формі функціональних моделей має ряд переваг:

- модель є своєрідною «програмою управління» персоналом, оскільки визначає, хто, за яких умов і з використанням яких ресурсів виконує ті чи інші функції;
- модель визначає матеріальні потоки і документообіг і дозволяє встановити регламенти обміну результатами різних процесів;
- модель служить методичною основою для побудови прикладних програмних систем;
- модель є зручним засобом аналізу, придатним для пошуку шляхів вдосконалення організації та управління процесами [1]. Таким чином, використання методології IDEF0 дозволяє провести аналіз діяльності підприємства, виявити слабкі сторони державної або управлінської структур і знайти шляхи їх перебудови.

Організаційна та технологічна перебудова процесів, що в сукупності складають діяльність організації, називається реінжиніринг. Розглянемо метод формування функціональної моделі системи. Функціональна модель відображає структуру та функції системи, а також потоки інформації та матеріальні об'єкти, які перетворюються цими функціями. Модель описує, що відбувається в системі, як вона управляється, що вона перетворює, які інструменти вона використовує для виконання своїх функцій і що вона виробляє. Ці моделі базуються на методології моделювання IDEF. Методологія IDEF0 використовується для створення функціональної моделі, методології IDEF1 та IDEF2 використовуються для створення інформаційних та динамічних моделей [1].

На рисунках 2.11 і 2.12 наведена функціональна модель процесів технологічного проектування валів. Модель складається з двох діаграм: контекстної діаграми та декомпозиції декомпозиції.

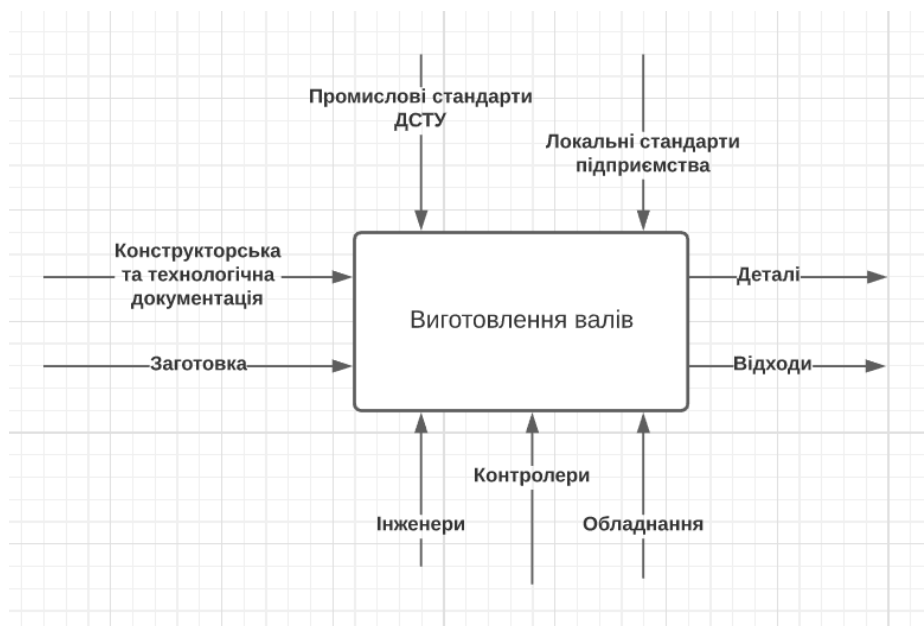


Рис. 2.11. Контекстна діаграма

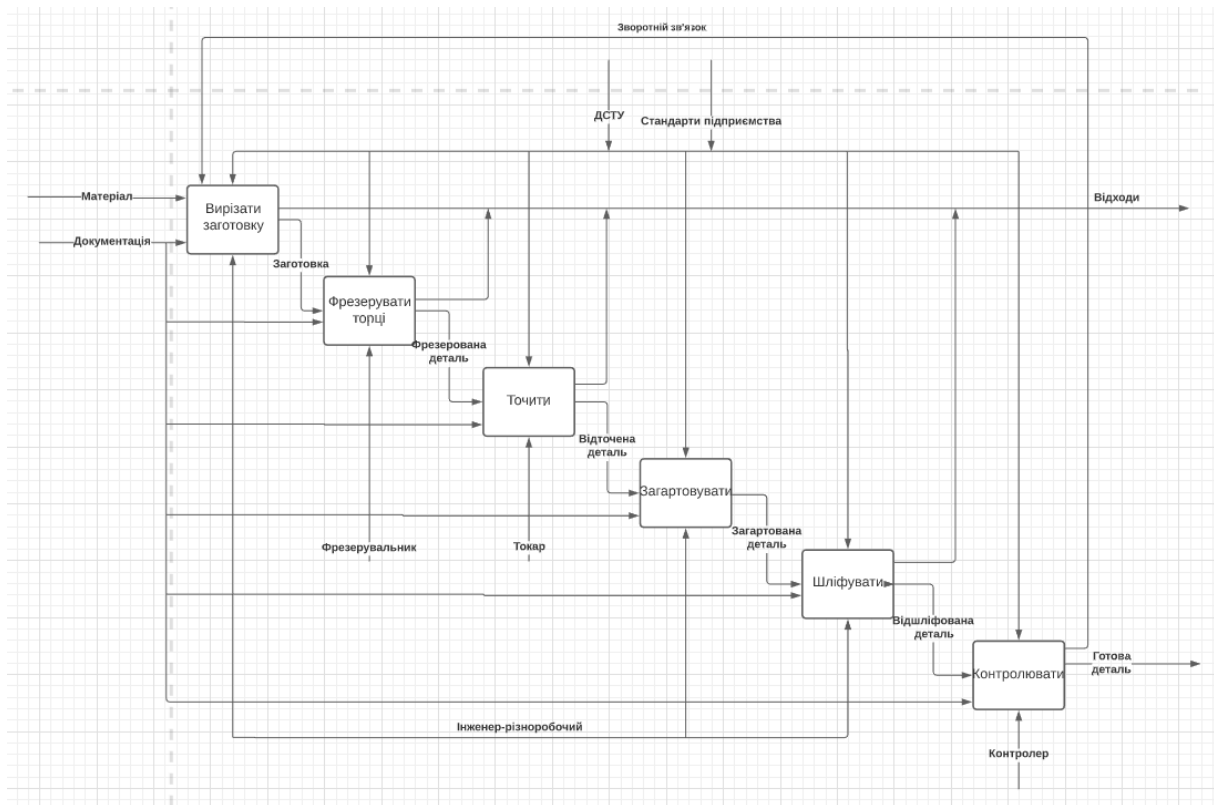


Рис. 2.12. Діаграма декомпозиції

2.2 Концептуальна модель підсистеми проектування маршрутів виготовлення валів

Актуальним завданням інноваційної економіки є необхідність скорочення термінів і вартості інженерної підготовки виробництва при одночасному підвищенні складності і якості розроблюваних інноваційних проектів. Вирішити це завдання можна тільки шляхом автоматизації інженерного проектування технологічної підготовки виробництва і впровадження систем автоматизованого проектування (САПР). Об'єктом дослідження є концептуальна модель технологічного процесу валів. Концептуальна модель включає в себе різні об'єкти, їх атрибути та зв'язки, процеси, а також обмеження, тому вона може використовуватися для виявлення і конкретизації причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей, що характеризують ці процеси, а також для систематизації та структуризації предметної області. Крім того, концептуальна модель в наочній і зручній для сприйняття формі достатньо

добре відображає структурні і функціональні елементи предметної області і відносини між ними. Частона етапі концептуального проектування виникають проблеми, пов'язані з різними аспектами предметної області.

Таким чином при створенні складної і комплексної концептуальної моделі необхідно передбачити можливість деталізації. Існують різні думки про рівень деталізації концептуальної моделі технічного об'єкта (ТО). Кожен рівень моделі являє собою мережу складної структури, тому кожен рівень може бути віднесений до породжуючої метасистеми. Це, в свою чергу, вимагає створення окремих підсистем, що виконують узгодження елементів синтезованих рішень. Рівень деталізації моделі повинен забезпечити подання всіх частин системи, що вивчається, які зберігають цілісність. При цьому в модель включаються всі елементи, що виконують технологічні операції по перетворенню речовини, енергії або інформації. Деталізація системи проводиться до такого рівня, щоб для кожного елементу були відомі або могли бути отримані залежності параметрів вихідних впливів елементу, істотних для функціонування системи і визначення її вихідних характеристик від параметрів впливів, які є вхідними для цього елементу. Концептуальна модель повинна відображати властивості не конкретних ТО, способів реалізації процесів управління їх станом і специфіку конструкції, а тільки загальносистемні властивості аналізованої предметної області. Причому ці властивості деталізуються до рівня, на якому будуть забезпечуватися можливості прикладного використання концептуальної моделі. Для деталізації концептуальної моделі прийнятий базовий метод функціонально-фізичного аналізу і синтезу.

Концептуальна модель підсистеми проектування маршрутів виготовлення валів складається із об'єктів та зв'язків між ними. Ця модель проілюстрована на рис. 2.13



Рис. 2.13. Концептуальна модель

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ

В розділі була розглянута математична модель технологічного проектування валів, функціональна модель процесів технологічного проектування валів, а також концептуальна модель підсистеми проектування маршрутів виготовлення валів.

РОЗДІЛ 3. МОДЕЛЬ РОБОТИ СИСТЕМИ СТВОРЕННЯ ТП ВАЛУ

В даному розділі буде описано та представлено модель роботи програми для створення ТП валів, а саме зчитування інформації з інтерфейсу програми, її обробка та формування на основі отриманих даних за допомогою шаблонних документів ТП (маршрутних та операційних карт).

3.1 Інформаційна модель роботи інтерфейсу програми РТРoST

Для виконання задачі зчитування інформації з інтерфейсу програми та запису її у необхідному форматі а також передача її для виконання наступних процесів була створена програма (форма). Вона полегшує роботу з самою програмою за рахунок візуального відображення та кнопок інтерфейсу, які потрібні для більш комфортної взаємодії з користувачем.

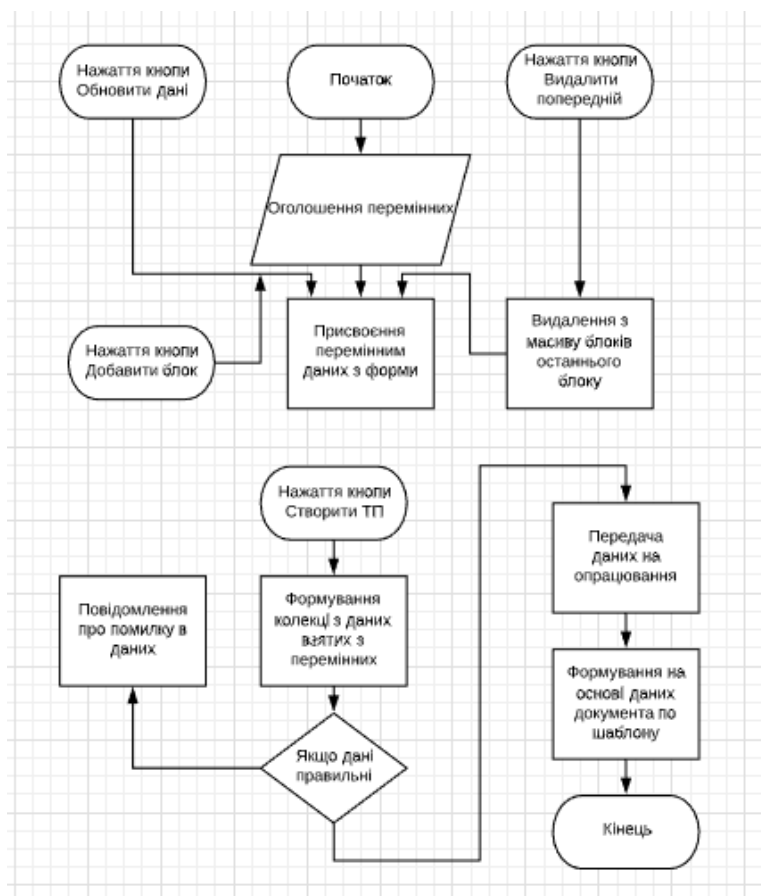


Рис. 3.1. Модель роботи інтерфейсної частини програми

Алгоритмічну модель роботи цього коду представлено на рисунку 3.1.

В алгоритмі присутні дві частини, верхня відповідає за збір та обробку інформації, також за реакцію при нажаті клавіш які відповідають да доповнення інформації, там же далі відбувається присвоєння змінним даних з форми. Друга частина відповідає за роботу програми при нажаті кнопки «Створити ТП», після чого зібрані дані програма інтегрує в колекцію даних певного формату і передає в роботу двох функцій. Перша функція виконує розрахунок даних для ТП, а друга розшифруванням та формуванням документації.

В роботі інтерфейсу також інтегровані різного виду перевірки для того щоб користувач був повідомлений про похибку при введенні даних, їх добре видно на рисунку 3.2, на якому відображено інтерфейс у вікні середовища розробки «Microsoft Visual Studio».

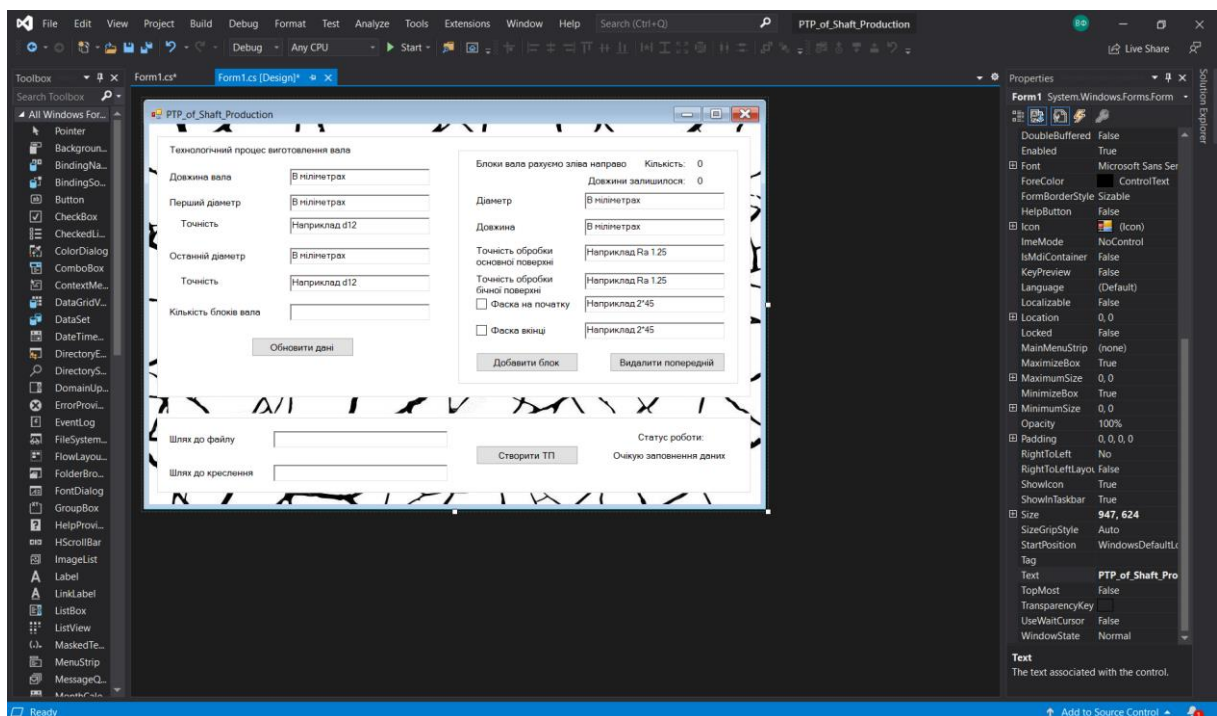


Рис. 3.2. Інтерфейс у вікні середовища розробки

Завдяки системі перевірення правильності введених даних, програма не пропускає невірні дані, та має високу якість роботи.

3.2 Інформаційна модель роботи операційної частини програми РТРoST

Для виконання операційної частини роботи в програмі створений метод основною функцією якого є обробка отриманих від основної програми даних. Сам метод інтегрований в окрему бібліотеку для комфортнішої роботи над ним. На рисунку 3.3 показаний основний алгоритм роботи.

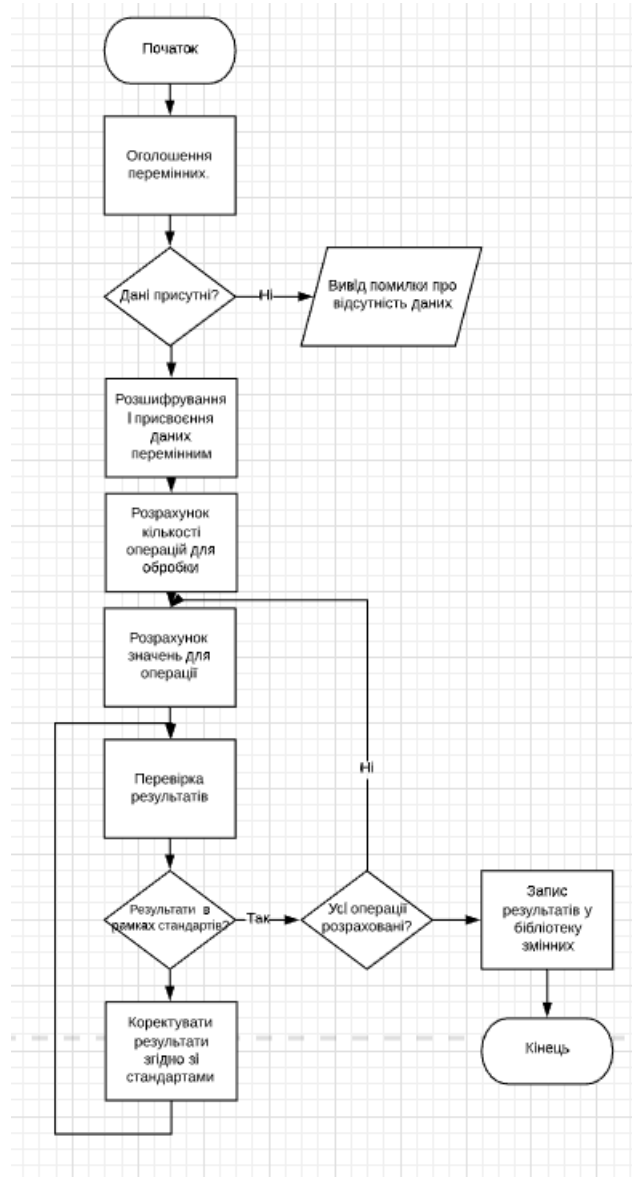


Рис. 3.3. Модель алгоритму роботи програми

Робота програми складається з таких дій як:

- початок роботи;
- оголошення перемінних;
- перевірка наявності усіх головних даних, у хибному випадку перевірки програма не виконує подальших дій і повертає основній програмі помилку, яка опрацювавши її виводить на екран користувачу у вигляді окремого вікна;

- у випадку якщо дані наявні, програма присвоює їх перемінним і починає основну частину роботи;
- наступним кроком роботи програми є визначення кількості операцій, переходів та інших елементів, які необхідні для складання загальної картини технологічного процесу надалі;
- блок «Розрахунку значень» має у собі ряд розрахунків параметрів, необхідних в подальшому для створення ТП за якими можна буде виготовляти вали;
- блок «Перевірка результатів» говорить про частину програми, де проводиться перевірка результатів розрахунків на попередньому кроці, де перевіряється наявність даних, які виходять за числові рамки установлених лімітів;
- якщо перевірка спрацювала, то програма коректує ці дані згідно із заданими обмеженнями і повертає їх знову на перевірку;
- якщо дані вірні, то програма переходить до умови циклу, у випадку якщо розраховані ще не всі операції, то переходить до наступної операції і подальшої роботи з нею;
- якщо всі операції розраховані, то програма записує їх у бібліотеку змінних, а саму бібліотеку повертає в основну частину програми.

Сам метод розроблений із застосуванням листів «HashSet», які майже не мають програмних надбудов, через що програма працює швидко.

В додатку Б можна поглянути на код програми.

Програма застосовує електронні бібліотеки технологічних, інженерних, та математичних знань, користуючись якими має можливість користуватися стандартами, правилами та схемами актуальними для користувачів, також ці бібліотеки можна буде доповнювати даними, та створити додаткову програму для їх доповнення, завдяки чому при роботі

будуть застосовуватися нові загальні або користувацькі стандарти та правила. Це значно розширює можливості програми в цілому та для кожного користувача окремо.

Програма має модуль оновлення, завдяки чому при реалізації створення сайту цієї програми, можна буде відправляти користувачам більш нові версії та не вимагатиме перевстановлення програм, що зазвичай і викликає масу проблем у такого роду програм.

3.3 Опис бази технологічних знань

База знань грає важливу роль в роботі програми та системи.

3.2.1. Структура бази технологічних знань

Структура бази технологічних знань проілюстрована на рис. 3.7.



Рис. 3.7. Структура бази технологічних знань

Система бази знань - це те, що дозволяє використовувати правильно подані знання за допомогою комп'ютера.

Компоненти Системи баз знань (СБЗ):

- база знань
- механізм отримання рішень
- інтерфейс

Механізм прийняття рішень (механізм висновків) - це безпосереднє використання знань із бази знань для вирішення проблем - тобто процедур

пошуку, планування та вирішення. Механізм рішення дозволяє отримати з бази знань відповіді на запитання, отримати рішення, сформульоване з точки зору понять, що зберігаються в базі даних.

Приклади запитів:

- знайти предмет, який задовольняє заданій умові;
- які дії потрібно виконати в такій ситуації та інше.

Інтерфейс - забезпечує роботу з базою знань та механізмом отримання рішень мовою високого рівня, близькою до професійної мови спеціалістів у галузі застосування, до якої належить SBZ.

Якщо уважно придивитися до того, що насправді зберігається в базі даних, можна побачити наявність трьох різних типів інформації. По-перше, саме інформація характеризує структуру даних користувачів (опис структурної частини схеми бази даних). Така інформація у випадку реляційної бази даних зберігається в системних каталогах і містить переважно назви основних посилань та імен, типи даних їх атрибутів. По-друге, це насправді набір даних користувача, що зберігаються у певних визначених користувачем відносинах. По-третє, існують правила, що визначають обмеження цілісності бази даних, тригери бази даних та вказані (віртуальні) з'єднання. У реляційних системах правила зберігаються в системних таблицях-каталогах, хоча плоскі таблиці не є ідеальними для цієї мети.

3.2.2. Експоненціальна і інтенсіональна частини бази даних

Інформація першого та другого роду разом чітко описує об'єкти (сутності) реального світу, змодельовані в базі даних. Іншими словами, це явні факти, надані користувачами для зберігання в базі даних. Ця частина бази даних називається розширеною.

Третій тип інформації використовується для керівництва базою даних при виконанні різних визначених користувачем операцій. Обмеження цілісності можуть блокувати операції оновлення бази даних, тригери викликають автоматичне виконання певних дій, коли виникають

задані умови, а подання викликають явну або непряму матеріалізацію представлених таблиць, коли вони використовуються.

Ця частина бази даних називається навмисною; він містить не прямі факти, а інформацію, що характеризує семантику предметної області. Як бачимо, в реляційних базах даних частина розширення є найбільш важливою, а навмисна частина виконує головним чином допоміжну роль. У системах баз даних, що базуються на правилах, ці дві частини принаймні рівні.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ

У цьому розділі було розглянуто принципи роботи моделі системи призначеної для створення ТП для виробництва валів, а також описано базу технологічних знань.

РОЗДІЛ 4. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ДОСЛІДНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ПІДСИСТЕМИ ПРОЕКТУВАННЯ МАРШРУТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛІВ

4.1. Блок-схема програмної реалізації підсистеми проектування маршрутної технології виготовлення валів

Для реалізації програмно-цільового підходу до проектування розроблена структура програмно-цільового дизайну. Він заснований на принципі доцільності розгалуження процесу на складові частини відповідно до найважливіших етапів існування об'єкта від появи ідеї його створення; до фізичного або морального погіршення об'єкта або втрати споживчого попиту. Типовий життєвий цикл обладнання та технології включає такі основні етапи, пов'язані з розробкою науково-технічних прогнозів: планування розвитку науки і техніки; складання заявок на розробку та розробку продукції; створення установок у процесі проведення дослідницьких, науково-дослідних і технологічних дослідно-конструкторських робіт; нарощування потенціалу; розробка та виробництво; експлуатація об'єкта; вдосконалення технологій та поліпшення якості продукції; виведення об'єкта з експлуатації. Покрокова проектна організація дозволяє визначити фактичний стан проекту, способи реалізації та терміни виконання конкретних робіт, іншими словами, вибрати стратегію проектування.

Один із можливих варіантів розподілу процесу проектування на етапи представлений у вигляді блок-схеми. Стрілки на схемі вказують факти прийняття рішень. Прийняті рішення не завжди задовольняють менеджера програми, і ви можете повернутися до попередніх етапів. Розглянутий варіант стосується типового випадку розробки нового об'єкта. Послідовність дій розробників може змінюватися в залежності від призначення та зовнішнього вигляду об'єкта чи характеру проектної

ситуації, наприклад, при вдосконаленні продукції або технічній реконструкції технологічного мегакомплексу або його елемента [43].

Визначення необхідності зміни ситуації. Дизайн починається з ідеї зміни ситуації і виражається у визначенні необхідності таких змін.

Необхідність зміни ситуації, і такою потребою може бути епідеміологічна ситуація, специфіка соціального статусу суспільства, запланована на певний період діяльності відомчих установ та підприємств, що визначають асортимент та обсяги кожного товару, орієнтовні рівні виробничих витрат і цін.

Лише після обґрунтування необхідності та можливості змін у поточній ситуації відбувається перехід до наступного етапу проектування.

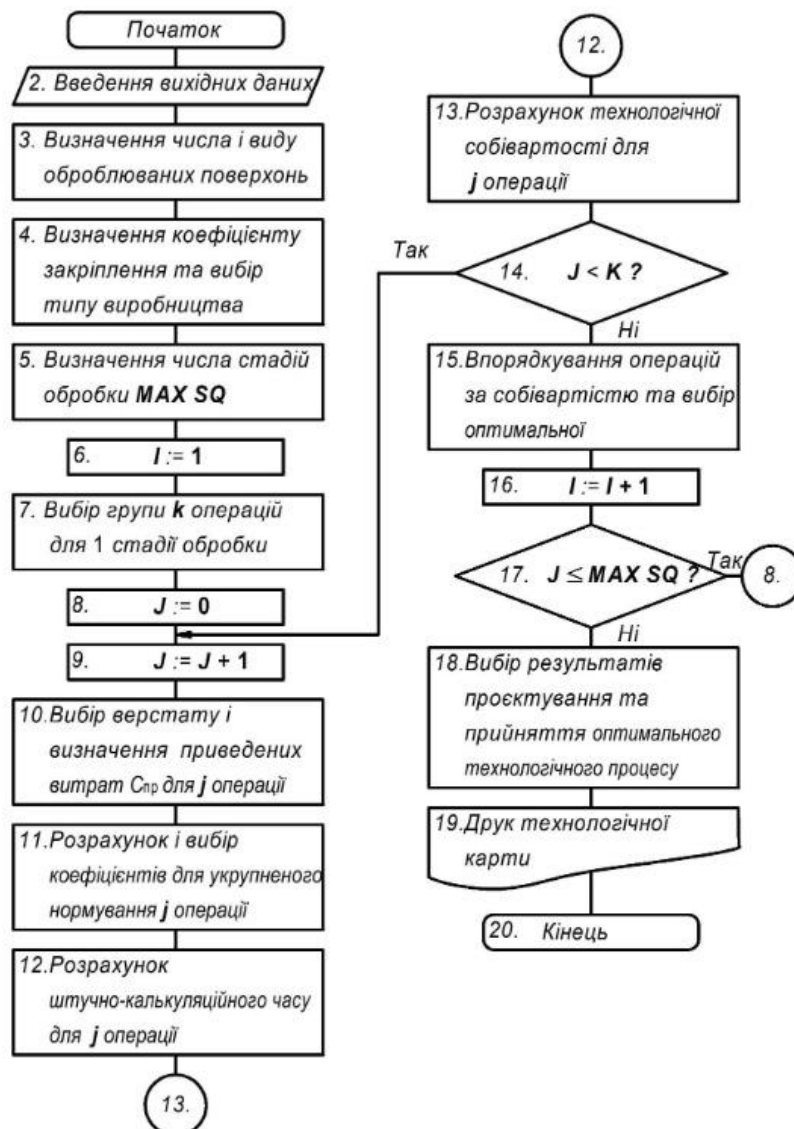


Рис. 4.1. Блок-схема програмної реалізації підсистеми проектування маршрутної технології виготовлення валів

Програмна реалізація алгоритму здійснюється на візуальній мові програмування, Акторний Пролог. Для створення висхідних SADT-діаграм можна застосовувати будь-які засоби побудови діаграм, які підтримують формат IDL (такі як BPwin (TM) PLATINUM technology, Inc. або Design/IDEF (TM) Meta Software Corporation). Інтерпретатор трансліює SADT-діаграми в текст на Акторному Пролозі. Крім того, на основі висхідних діаграм автоматично створюється графічний інтерфейс користувача стилі SADT.

Для побудови підсистеми проектування маршрутної технології виготовлення валів можна скористатися декількома програмами, зокрема програмою ARIS Express (<https://www.ariscommunity.com/aris-express>) [44].

4.2. Програмна реалізація підсистеми проектування маршрутної технології виготовлення валів

Для реалізації програмної підсистеми було вибрано мову програмування C#, та середовище Visual Studio. Сама робота програми базується на моделях та компонентах методології SADT. В даному випадку (рис. 4.2.) описує концептуальну модель роботи програми.



*Рис. 4.2. Концептуальна модель підсистеми (програми)
проектування маршрутної технології виготовлення валів*

Також на рисунку 4.2. можна побачити всі ланки які впливають на його роботу:

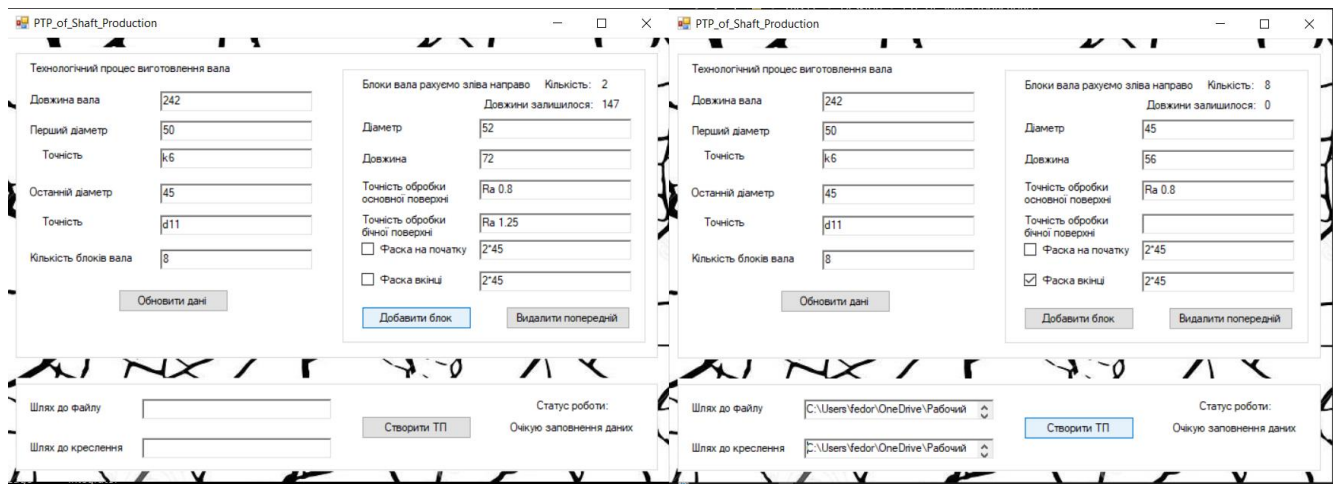
- зверху розташувалися документи, базуючись на іструкції яких програма реалізовує роботу;
- знизу розташувалися самі елементи які виконують роботу, для заповнення початкових даних інженер-технолог, або будь-який інший спеціаліст та неспеціаліст, програма дипломного проекту PTPoST (Програма для створення технологічного процесу виготовлення валів), та бібліотеки математичних і технологічних рішень;
- на вхід ідуть деталі замовлення та конструкторська документація, а на вихід тоговий ТП.

Саме програмне рішення було створене в першу чергу не тільки для покращення доступу малих підприємств України до інструментів для створення ТП, а для пониження порогу входу спеціаліста до роботи, хоч і довелося пожертвувати рівнем складності деталей [45]. Саме для цього у програмі створений максимально простий і нативний інтерфейс, який буде розглянуто далі в таблиці 4.3.

Рис. 4.3. Інтерфейс програми РТРоST

Саме простота програми дає їй перевагу для створення ТП для простих валів але будь-якої довжини (програма не підтримує свердління отворів поза основною віссю, та утворення валів з кількома осями).

Сам інтерфейс поділяється на 3 частини, зліва - частина для введення габаритних розмірів, крайніх діаметрів, рівня точності їх обробки, а також кількості блоків. Блок це частина валу з однаковим діаметром. Справа знаходиться частина заповнення інформації по кожному блоку по черзі, для уникнення випадкових помилок, є дві кнопки управління заповнення інформації, кнопка «Добавити блок» та кнопка «Видалити попередній», бажано видаляти лише останній блок. Також на панелі розміщені поля для заповнення діаметру, довжини блоку, точності обробки основної і бічної (внутрішньої сторони блоку), а також на вибір дві фаски на початку та вкінці його. Відлік рахується з лівої сторони на праву. З інформаційних показників також розміщено дві змінні, «Кількість» - показує скільки блоків було уже добавлено, а «Довжини залишилося» - довжина в мм, яку ще не заповнено блоками, базис береться показник з лівого поля інтерфейсу програми. Внизу розміщена панель створення ТП, там по бажанню можна вставити шлях до креслення у форматі картинки, та обов'язковим є вибір шляху до файлу у форматі «.doc». Також розміщено рядок статусу роботи та кнопка запуску розрахунку. У кожному полі по замовчуванню введено підказку по введенню інформації, в наступних версіях програми її можна буде оптимізувати як зі сторони інтерфейсу так і зі сторони рівня складності валів. А (рис. 4.4 а і б) дає можливість побачити приклад заповнення полів програми.



а)

б)

Рис. 4.4. Заповнені поля в інтерфейсі програми PTPoST

Далі буде розглянуто приклад результату роботи програми, надалі під час розробки він може відрізнятись, набираючи вигляду і адаптуючись спеціально для інженерів на виробництвах. В додатку А розглянуто простий варіант ТП для виготовлення введеного в програму валу. (На даний момент бібліотека тех. рішень має певні неточності у роботі, тому необхідне її вивчення та доопрацювання в умовах роботи програми).

Крім того що сама програма працює на методології SADT, є можливість додати налаштування для перетворення ТП з стандартного табличного вигляду в функціональну схему IDEF0 я показано в прикладі на рисунку 4.5.

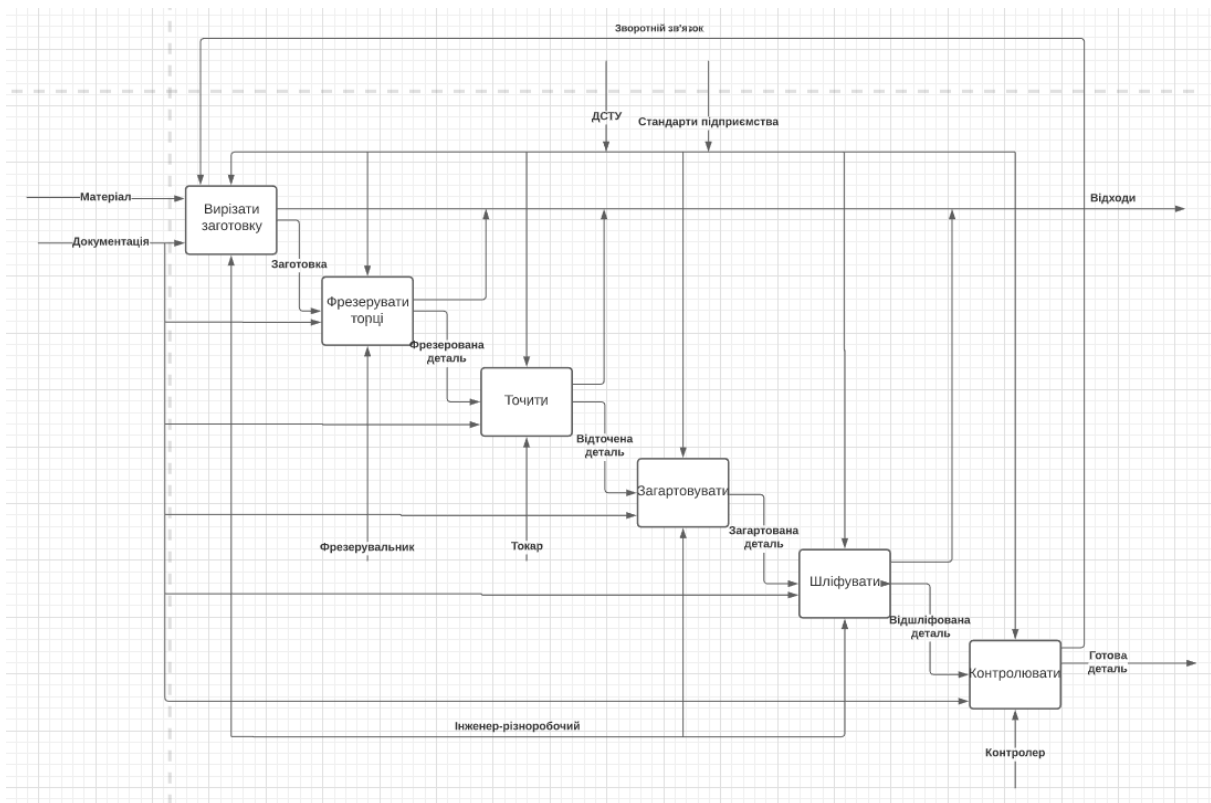


Рис. 4.5 Функціональна схема по методології IDEF0 ТП для введеного нами валу

В додатку Б розміщено код головного класу програми. Де відбувається отримання, перекодування та виклик:

- бібліотеки технологічних рішень з вибором необхідного обчислення та передачею інформації у необхідному форматі;
- виклик функції побудови документів «.doc» з декодуванням та структуризації отриманої інформації (бібліотека з даним рішенням являється частиною авторського продукту автора поза дипломним проектом. Продукт являється торгівельною одиницею, тому відповідно має авторські права як частина пакету програмних рішень «Perfect»).

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ

У даному розділі було розглянуто блок схему, інтерфейс, і приклад роботи програми RTRoST. Доведено до відома візуально про головні плюси програми, її дешевизну та простоту, а також функціональність у майбутньому.

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ «АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЕКТУВАННЯ ПРОЦЕСІВ ВАЛІВ НА ОСНОВІ МЕТОДОЛОГІЇ SADT»

Цей розділ має на меті провести маркетинговий аналіз стартап-проекту, щоб визначити його доцільність на ринку та можливі сфери реалізації.

5.1 Опис ідеї проекту

Розглянувши в попередніх розділах проектування процесів валів на основі методології SADT, було створено автоматизовану виробничу систему проектування валів на основі технології SADT. В даному розділі проведено глибокий аналіз стартап-проекту, який визначить змоги даного продукту вийти на ринок і конкурувати з продуктами, що вже зайняли на ньому своє місце [46].

Таблиця 5.1. Опис ідеї стартап-проекту

Суть ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Створення імітаційних моделей виробничих систем для проектувань технологічних процесів	1. Застосунок у всіх галузях (проектування, планування, налаштування, прогнозування тощо)	Маючи високу гнучкість, дозволяє адаптувати систему до умов різних виробництв а також дозволяє користуватися системою не маючи відповідних знань з області призначення даної системи
	2. Проектування технологічних процесів	Підвищення ефективності автоматизації технологічного проектування та якості отриманих технологічних процесів

Отже, пропонується нові напрямки проектування технологічних процесів, підвищення ефективності автоматизації технологічного проектування, що реалізовано шляхом комп'ютерної розробки виробничої системи, яка проводить імітацію процесу виробництва приладів та дозволяє покращити і підвищити ефективність налаштування виробничого процесу [47].

Далі проводиться аналіз потенційних технічних та економічних переваг ідеї порівняно з пропозиціями конкурентів [75]:

- виявити попереднє коло конкурентів (конкуруючі проекти) або замінити товари або подібні товари, які вже існують на ринку, та зібрати інформацію про важливість техніко-економічних показників для ідеї власного проекту та конкуруючих проектів відповідно до вищенаведеного переліку;
- проаналізуємо пропонований проект для власної ідеї щодо сильних, слабких та нейтральних характеристик порівняно з конкурентами (таблиця 5.2).

Такими конкурентами визначено:

Конкурент 1 – Автоматизація проектування процесів на основі системи SolidWorks;

Конкурент 2 – Автоматизація проектування процесів на основі системи AlphaCAM;

Конкурент 3 – Математична модель виробничих систем в N-See.

Таблиця 5.2. Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів				(слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		ідейний проект	Конкурент 1	Конкурент 2	Конкурент 3			
1.	Створення бібліотек		+	-	+			
2.	Необмежені потоки випадкових чисел		+	+	+			+
3.	Розробка власного інтерфейсу		-	-	-	+		
4.	Імпорт креслення		+	+	+		+	
5.	Використання спеціалізованих		-	-	-			+

	них мов програмування							
--	-----------------------	--	--	--	--	--	--	--

Після порівняння характеристик проекту з конкурентами був визначений перелік слабких, сильних та інших характеристик і особливостей ідеї потенційного товару, що являється підґрунтям для створення його конкурентоспроможності [48].

5.2. Технічний аудит ідеї проекту

В межах цього підрозділу проводяться аудити технологій, за допомогою яких можна реалізувати ідею стартап-проекту. Визначено технологічну здійсненність ідеї проекту, яка передбачає аналіз таких складових (таблиця 5.3):

Таблиця 5.3. Технологічна здійсненність ідеї проекту

/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
	Програмне розрахування параметрів для ТП	Технологія 1 (технологія на дання послуги)	Потрібно розробити	Доступні
		Технологія 2 (наявність бази інформації)	Наявні	Доступні
		Технологія 3 (база проведення досліджень)	Потрібно розробити	Доступні
		Технологія 4 (оформлення результатів досліджень)	Потрібно розробити	Доступні
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: Технологія 2				

Проаналізувавши таблицю можна зробити висновок, що даний проект можна реалізувати тому що всі необхідні технології реалізації даних ідей наявні.

5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Ми визначаємо ринкові можливості, які можна використовувати при реалізації проекту на ринку, та ринкові загрози, які можуть перешкоджати його реалізації.

Це дозволяє планувати розвиток проекту з урахуванням стану ринкового середовища та пропозицій конкуруючих проектів. Спочатку ми аналізуємо попит: наявність попиту, обсяг, динаміку розвитку ринку (таблиця 5.4), [75].

Таблиця 5.4. Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	3
2	Загальна кількість продажів, грн/ум. од.	750 0
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень на вхід	Мінімальна база ВС, швидкість обробки інформації, представлення результатів проекткування
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Не змінна
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	55%

За попереднім оцінюванням ринок має зростаючу динаміку і хороший попит на запропонований нами продукт, тому робимо висновок, що ринок є привабливим для входження, хоча на ньому вже існують вітчизняні і іноземні фірми, які працюють багато років і роблять продукцію хорошої якості, але за рахунок нової технології і переваг, які вона надає продукт є конкурентоспроможними [76].

Далі визначаємо потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формуємо перелік вимог до товару для кожної групи (таблиця 5.5).

Таблиця 5.5. Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
	Системи моделювання виробничих систем	Підприємства з виготовленням продукції технологічного призначення	- наповненість бази системи - ціна продукту - обслуговування	до продукції:- можливість доповнення та редагування; - заміна бібліотеки на свою; до компанії постачальника: - оновлення бібліотек
	Швидкість та ефективність	Підприємства з виготовленням продукції технологічного призначення	- швидкість обробки інформації - ефективність обробки інформації	до продукції: - простота використання;- можливість редагування; до компанії постачальника: - оперативність налаштування.
	Представлення результатів проектування	Підприємства з виготовленням продукції технологічного призначення	- використання людиною, яка не володіє відповідними знаннями; - наявність інтерфейсу;	до продукції: - простота використання; - доступний інтерфейс; до компанії постачальника: - оперативність налаштування та навчання.

Отже потенційною групою клієнтів продукту мають стати заводи, фірми з різною кількістю робочих центрів і з різною кількістю замовлень, які побачать економічну вигоду у виготовленні виробів за новою методикою.

При використанні цієї технології існують певні загрози. Для запобігання подібним ситуаціям необхідне якісне обладнання, і висококваліфіковані фахівці повинні працювати з такими програмами.

В таблиці 5.6 визначені загрози які перешкоджають ринковому впровадженню нашого проекту, а також можливу реакцію на фактор щоб звести до мінімуму його вплив [49].

Таблиця 5.6. Фактори загроз

п/п	Загроза	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
	Збут	Зацікавлений покупець визначає постачальників за ефективністю роботи розробленої системи	Необхідно пропонувати моделі виробничих систем в невеликі компанії, які не бажають тратити великі гроші на дані системи
	Конкуренція	Наявність більш великих та наповнених систем	Впровадити методику використання нашої системи впродовж певного часу безкоштовно для зацікавлення покупців
	Корисність	Може не відповідати вимогам певних підприємств	Пропонувати системи на підприємства, які зацікавлені в оновленні проектування
	Обладнання	Застаріле програмне забезпечення	Застосування нового наявного інформаційного та програмного забезпечення

Але поряд із загрозами існують і певні можливості (таблиця 5.7).

Таблиця 5.7. Фактори можливостей

п/п	Можливість	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
	Наукова новизна	Оновлення системи можна проводити на будь-якому етапі роботи з нею	Проводити оновлення та налаштування системи
	Корисність	Може бути важливим доповненням для проектування на певних підприємствах	Пропонувати системи на підприємства, які зацікавлені в оновленні проектування
	Метод проектування	Оптимальний та зрозумілий метод	Спробувати використовувати інші

	виробничих систем	проектування ВС	методи проектування ВС для порівняння результатів
	Попит	Потреба вчасне вдосконалення продукту	Модернізація продукту, розробка нових ідей
	Економічні	Політика протекціонізму; підтримка інноваційного виробництва	Підвищення/пониження ціни на продукт; зменшення податкового тиску

В таблиці 5.7 ми визначили фактори можливостей які сприяють ринковому впровадженню нашого продукту, а вигоди які компанія може отримати відповідно від реакції на той чи інший фактор [50].

У таблиці 5.8 наводиться аналіз конкуренції на ринку.

Таблиця 5.8. Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Тип конкуренції - олігополія	Характеризується невеликою кількістю фірм (від 2 до 10), обгороджених бар'єрами, які перешкоджають вступу в галузь нових фірм, мають контроль над цінами, але при змові з іншими олігополістами. Головною рисою олігополії є те, що кількість фірм така мала відносно розмірів ринку, що кожна з фірм-олігополістів визнає тісний взаємозв'язок одна з одною	Пропонувати системи на підприємства, які зацікавлені в оновленні проектування, проводити оновлення та налаштування системи
2. За рівнем конкурентної боротьби - локальний	Характеризується місцем використання системи	Пропонувати різновиди наповнень бібліотек даних
3. За галузевою ознакою - внутрішньогалузева	Характеризується однією галуззю використання	Пропонувати різновиди наповнень бібліотек
4. Конкуренція за видами товарів: - товарно-родова	Характеризується товарами одного виду	Пропонувати різновиди наповнень бібліотек
5. За характером	Проводиться головним чином за допомогою	Спробувати використовувати інші методи

конкурентних переваг - нецінова	вдосконалення якості продукції, технології виробництва, інновацій та нанотехнологій, патентування і брендування і умов її продажу, «сервізації» збуту	проектування для порівняння результатів
6. За інтенсивністю - не марочна	Роль торгової марки незначна, хоча самі марки можуть бути присутніми на ринку	Створити (міні) бренд, який міг би легко запам'ятовуватися

В даній таблиці ми проаналізували ринок збуту нашого продукту і визначили загальні риси конкуренції на ньому.

Після аналізу конкуренції проведемо більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі [51].

Таблиця 5.9. Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	-SolidWorks -AlphaCAM -N-See	-GPSS -Extend sim	-США -Росія	Промислові підприємства	Системи побудовані за допомогою інших методів
Висновки :	Інтенсивність конкурентної боротьби з боку прямих конкурентів – є значною	- є можливості входу в ринок - є потенційні конкуренти Строки виходу їх на ринок – в цьому році	Постачальники диктують умови роботи на ринку: - відповідно оформлені системи; - дають високі гарантії.	Клієнти диктують умови роботи на ринку: - Відповідне наповнення бібліотек; - Простота інтерфейсу та роботи з системою	Обмеження для роботи на ринку через товари-замінники

Отже, відповідно до наведеного вище аналізу головними силами, які діють на конкуренцію в галузі є постачальники і споживачі. Також все більшого значення набуває інтенсивність конкуренції між існуючими конкурентами.

Отже, в рамках структурного підходу до аналізу конкуренції видом конкуренції є олігополістична конкуренція.

Після всіх аналізів визначено та обґрунтовано перелік факторів конкурентоспроможності. Поки проект не реалізований, це важко зробити точно, ви можете дати лише попередню оцінку конкурентоспроможності.

Таблиця 5.10. Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Оболонка	Оболонка є в наявності
2	Інтерпретатор	Здійснює перетворення інформації
3	Метод представлення ВС	Вибрано метод проєкцій
4	Рівень мови створення ВС	Використано SADT
5	Можливість редагування	В головному коді програми
6	Оновлення бібліотек	В головному коді програми, за нестачею інформації
7	Простота використання	Можна використовувати не будучи спеціалістом в даній предметній області

В таблиці 5.11 на основі аналізу проведеного в таблиці 5.10 визначили та обґрунтували фактори конкурентоспроможності нашого проекту [75].

Таблиця 5.11. Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін «назва проекту»

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	али 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з моделлю ВС						
			3	2	1		1	2	3
	Оболонка								
	Метод представлення								
	Підхід побудови алгоритмів в бібліотеках								
	Рівень мови придбання знань								
	Тип набутих знань								
	Можливість доповнення та редагування								

	Оновлення бібліотек	(							
	Простота використання	(							

Порівняльний аналіз сильних і слабких сторін показав, що надійність, довговічність і час роботи, за таку ж саму ціну на продукт, дає перевагу над іншими продуктами і тому проект може стати конкурентоспроможним на ринку.

Таблиця 5.12. SWOT- аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: - необмежені потоки випадкових чисел; - використання спеціалізованих мов програмування; - імпорт креслення.	Слабкі сторони: - розробка власного інтерфейсу; - нестача кількості навчених розробників.
Можливості: - корисність; - попит; - отримання нових замовлень на продукт; - збільшення продажів.	Загрози: - збут; - конкуренція; - втрата клієнтів через недостатню технічну підтримку; - поява якісніших технологій у конкурентів.

В таблиці 5.12 проводимо перелік сильних та слабких сторін проект [52]. А також ринкових загроз та ринкових можливостей який складаємо на основі факторів загроз і можливостей який ми складали раніше. Ринкові загрози та можливості на відміну від факторів ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення.

На основі SWOT-аналізу ми розробляємо альтернативи поведінці ринку для виведення на ринок початкового проекту та приблизного оптимального часу їх реалізації на ринку, враховуючи потенційні проекти конкурентів, які можуть бути виведені на ринок.

Визначені альтернативи аналізуються з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів.

Таблиця 5.13. Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
	Стратегія нейтралізації ринкових загроз сильними сторонами стартапу	84%	1 рік
	Стратегія компенсації слабких сторін стартапу наявними ринковими можливостями	67%	1 рік

Проводимо аналіз розроблених нами альтернатив ринкового впровадження і з зазначених альтернатив обираємо ту яка має найбільшу ймовірність отримання ресурсів, а також є найшвидшою в реалізації. Отже обираємо стратегію нейтралізації ринкових загроз сильними сторонами стартапу наявними ринковими можливостями.

5.4 Розроблення стратегії проекту на ринку

Розробка ринкової логіки першим кроком має бути визначення стратегії захоплення ринку: опис цільових груп споживачів [76].

Таблиця 5.14. Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Промислові підприємства	75%	92%	77%	19%
Цільові групи обрано: Стратегія концентрованого маркетингу					

За результатами аналізу потенційних груп споживачів ми обрали цільові групи, для яких будемо пропонувати свою програму для оптимізації робочих центрів та визначили стратегію охоплення ринку: стратегію концентрованого маркетингу.

Для роботи в обраному сегменті ринку необхідно сформувати базову стратегію розвитку.

Таблиця 5.15. Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
1	Стратегія спеціалізації	Стратегія спеціалізації	Говорить про концентрації на потребах кількох цільових сегментів, без прагнення охопити всі ринки. Основна ціль тут полягає в задоволенні потреби вибраних цільових сегментів більше, ніж конкуренти	Стратегія спеціалізації

Основною стратегією розвитку була стратегія спеціалізації, яка фокусується на потребах одного цільового сегмента, не прагнучи охопити весь ринок.

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (таблиця 5.16).

Таблиця 5.16. Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
1	Ні	Пошук нових споживачів	Так - методи та засоби - схожість систем - побудова алгоритму моделювання роботи ВС	Стратегія заняття конкурентної ніші

Основною стратегією конкурентної поведінки була стратегія зайняття конкурентної ніші, коли компанія вибирає в якості цільового ринку один або кілька невеликих сегментів ринку. Основним завданням компанії є постійне піклування про підтримку та розвиток своїх конкурентних переваг, формування лояльності та відданості споживачам та підтримку бар'єрів для входу.

Спираючись на вимоги споживачів від обраного сегмента до постачальника та товару, а також залежно від стратегії розвитку та стратегії конкурентної поведінки, ми розробляємо стратегію позиціонування, яка визначається формуванням ринкової позиції, за допомогою якої споживачі повинні ідентифікувати проект .

Таблиця 5.17. Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап- проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	База бібліотек	Стратегія спеціалізації	- Наукова новизна - Метод отримання знань	- Позиціонування за співвідношенням "ціна – якість" - Позиціонування за сферою застосування - Стратегія позиціонування за однією ознакою
2	Швидкість та ефективність	Стратегія спеціалізації	Корисність - Використання в наукових цілях	
3	Представлення результатів проектування	Стратегія спеціалізації	- Вид представлення	

Компанія за стратегію розвитку обрала спеціалізацію, і за цільові групи обрано промислові підприємства, хоча у них вже є постачальники, але за рахунок нової технології компанія буде забирати клієнтів у конкурентів, і підтримувати та реалізовувати розвиток своєї конкурентної переваги.

5.5 Розробка маркетингової програми стартапу

Під час розроблення маркетингової програми першим кроком є розробка маркетингової концепції товару, який отримає споживач. У таблиці 5.18 підсумовуємо результати аналізу конкурентоспроможності товару [75].

Таблиця 5.18. Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
	Висока якість	Висока якість	Підвищення якості поверхневого Покриття
	Висока точність	Вища точність вимірювання	Підвищена точність обробки

Визначивши основні переваги концепції товару перед конкурентами, було визначено, що система створення технологічного процесу виготовлення валів повністю задовольняє всі потреби споживачів, та має багато переваг перед конкурентами. В якості основних переваг є: підвищена якість, висока точність та швидке виготовлення продукції в порівнянні з конкурентами.

Була розроблена трирівнева маркетингова модель товару у якій описується ідея продукту, особливості процесу його створення, його фізичні складові (таблиця 5.19) [52].

У таблиці 5.19 створено та описано ТП виготовлення валів, сформованого системою створення ТП. Сформовано опис товару, визначено властивості товару, спосіб упаковки продукції, марку та засоби захисту від плагіату та копіювання [53].

Таблиця 5.19. Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові
I. Товар за задумом	Опис базової потреби споживача, яку задовольняє система, її основної функціональної вигоди
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики
	Можливість підвищення швидкості та якості створення ТП; Зниження вартості та доступність застосування системи;
	Підвищення ефективності застосування апаратури
III. Товар із підкріпленням	До продажу — рівень розробки
	Після продажу — низка методів та алгоритмів
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: захист інтелектуальної власності	

Наступним кроком є визначення цінових границь, якими треба керуватися при встановленні ціни на розроблений продукт, це передбачає аналіз цін товарів конкурентів, та доходів споживачів продукту (таблиця 5.20) [54].

Таблиця 5.20. Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари замітники	Рівень цін на товари аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	500 ум.од.	800 ум.од.	500 ум.од.	110-200 ум.од.

Враховуючи відсутність заміників розробленого продукту, та проаналізувавши рівень цін на аналоги, рівень доходів цільової групи, а також витрати на закупівлю потрібного обладнання та оплату роботи працівників, визначено, що для успішної реалізації товару та отримання прибутку - ціна на товар повинна знаходитись в межах від 110 до 200 гривень.

Наступним кроком є визначення оптимальної системи збуту, в межах якого буде прийнято рішення (таблиця 5.21) [55]:

- проводити збут власними силами чи залучати сторонніх осіб посередників (власна або залучена система збуту);
- вибір та обґрунтування оптимальної глибини каналу збуту;
- вибір та обґрунтування виду посередників.

Таблиця 5.21. Формування системи збуту

/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глиб ина каналу збуту	Оптимальна система збуту
	Мінімальна кількість посередників	Організовуват и мережу збуту товару	3	Непряма

По причині того, що для реалізації розробленого товару потрібні відповідні торгові прощадки, та планується високий попит - збут продукції вирішено проводити через посередників. Реалізація через посередників дає можливість сконцентруватися на вдосконаленні параметричних властивостей товару, збільшити кількість виробленого товару, виготовляти товар вищої якості. Це в умовах вибраної спеціалізації позитивно вплине на реалізацію продукції.

Останньою складовою частиною маркетингової програми є розробка концепції маркетингових комунікацій, що опирається на попередньо обрану основу для позиціонування (таблиця 5.22) [56].

Таблиця 5.22. Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфік а поведінки цілових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цілові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомленн я	Концепція рекламного звернення
1	Можливість самостійно го контролю показників виготовлен ня валів	Сфера виробництв промислове	Можливість самостійного контролю показників виготовлення валів	Донести переваги до потенційних користувачів	Основна ідея стартап проекту
2	Продуктив ність та точність визначення параметрів виготовлен ня ТП	Сфера виробництв промислове	Продуктивність та точність визначення параметрів виготовлення ТП	Донести переваги до потенційних користувачів	Основна ідея стартап проекту
3	Зниження вартості та доступність застосуван ня систем моніторинг у	Сфера виробництв промислове	Зниження вартості та доступність застосування систем моніторингу	Донести переваги до потенційних користувачів	Основна ідея стартап проекту

Розроблено маркетингову стратегію стартап проекту. Визначено переваги системи моніторингу фотоелектричних параметрів в порівнянні з фірмами – конкурентами. Аналіз переваг товару показав, що даний товар має достатню кількість унікальних властивостей, які сприяють вчасному та вдалому виходу товару на ринок. Описано трирівневу модель товару, де було проведено огляд характеристик товару, реалізації, торговельної марки та правового захисту виробу. Проаналізовано ціни на товарні-аналоги та собівартість продукції, визначено ціну для реалізації товару (100000-120000 гривень.). Проаналізовано попит на розроблену продукцію та розміри товару, та визначено, що збут здійснюватиметься через посередників. Посередники займатимуться – реалізацією, рекламою,

доставкою товару, що дозволить акцентувати увагу на виробництві товару, підвищенні якості та точності виготовлення ТП виробництва валів, а також модернізації виробничої лінії. Спираючись на обране позиціонування товару, було розроблено концепцію маркетингових комунікацій, за допомогою яких визначено канали комунікації цільових клієнтів, на основі цього було обрано канали розповсюдження рекламної продукції. Основними каналами було обрано: виставки, каталоги, інтернет ресурси, , презентації виробників, статті [57].

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ

Ринкова комерціалізація проекту описується на основі наявного опису, динаміки ринку та прибутковості роботи на ринку. Клієнти на цьому ринку беруть участь у групових закупівлях із поточними змінами, які передбачають придбання системи або змінних цін на неї, відповідно до цієї та розробленої поточної програми запуску, оскільки створення виробничої системи підвищує ефективність та покращує виробничий процес. підприємство, воно матиме кращі властивості при роботі в порівнянні з товарами конкурентів.

Покладання на особливу купівельну поведінку цільових споживачів та розвиток власної системи збуту є гарними перспективами виведення цього товару на ринок. Бар'єром для виходу на ринок є кількість таких товарів, але в порівнянні з ними ця виробнича система оптимізує продуктивність, є достатньою базою даних і можливістю швидко переналаштувати систему, щоб стати конкурентоспроможною на ринку.

Представляючи бренд, заснований на стратегії зміцнення конкурентної ніші, компанія, яка займається цільовим ринком якості, обирає один або кілька невеликих сегментів ринку.

Отже, перепродаж товару є доцільним через сильну сторінку товару та наявний опис на ринку.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Було розглянуто технологію SADT та особливості її застосування. Також розглянуті методи прямого (документованого) проектування, та методи аналізу і синтезу.

Було проаналізовано застосування цих методів та технології в процесів проектування технології валів.

2. Розглянуто функціональну модель процесів технологічного проектування валів та концептуальну модель підсистеми проектування валів.

3. Розглянуто математичну модель валу, а також структуру і зміст бази технологічних знань.

4. Розглянута методика проектування блок-схеми програмної реалізації підсистеми проектування маршрутної технології виготовлення валів та її рішення у вигляді програмного продукту.

5. Розроблено стартап-проект «Автоматизація проектування валів на основі методології SADT»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дэвид А. Марка, Клемент МакГоуэн. SADT-методология структурного анализа и проектирования. -М.: Метатехнология, 1993.
2. Костиков В.В. Повышение точности и производительности измерений диаметров цилиндрических поверхностей координатными информационно-измерительными системами: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.11.16- М.: Мосстанкин, 1988.-25с.
3. Марков Н.Н., Гипп Н.Б. Влияние отклонения от круглости поверхностей цилиндрических изделий на точность их центрирования. // Вестник машиностроения. 1979. - N5. - С. 14-17.
4. Сысоев Ю.С. Ориентация крупногабаритных цилиндрических изделий при их обработке// Вестник машиностроения.- 1996.- №3.- С.39-41.
5. Сысоев Ю.С., Маневич В.В. Установка крупногабаритных заготовок при их механической обработке// Вестник машиностроения.- 1998.- №6. С.14-19.
6. Рубинов А.Д. Контроль больших размеров в машиностроении. Справочник.-Л.: Машиностроение, 1982.- 214 с.
7. Koua Kimur Measuring on Large Machines // Technocrat vol.12 № 7 fill.1979. P. 41-48
8. Трутень В.А., Козловский Ю.В. А.с. 691684 СССР, МКИ G 01 В 7/28. Устройство для измерения формы полых крупногабаритных цилиндрических деталей.- №2594316/18-28; Заявл. 27.03.78; Опубл. 15.10.79, Бюл. №38// Открытия. Изобретения.- 1979.- №38.- С. 128.
9. Трутень В. А. Новые разработки и исследования в области контроля размеров крупногабаритных деталей// Новые средства контроля размеров в тяжелом машиностроении/ ИСХИ. КСХИ. Красноярск, 1973.- С.6-33.

10. Иванов Б.И. Измерение линейных размеров методом обкатывания роликом.- М.: Машиностроение, 1973.- 144с.

11. Воробьев В.А., Лосев Б.В., Магдеев В.Ш. Применение обкатных измерителей в энергомашиностроении// Энергомашиностроение.-1984.- №3.-С.44-45.

12. Орлов Ю.Е. Способ повышения точности при измерении больших диаметров// Измерительная техника. 1971.- №2.- С.33-34.

13. Нефедов Л.И. О способах повышения разрешающей способности приборов для автоматического измерения больших диаметров//Вопросы точности измерения размеров в тяжелом машиностроении.-Иркутский сельхоз. Институт.-1975.-С. 17-23.

14. Сысоев Ю.С. Алгоритмы выбора весовых характеристик при аппроксимации функций по методу наименьших квадратов// Измерительная техника.- 1996.-№8.-С.5-10.

15. Форсайт Дж., Малькольм М., Моулер К. Машинные методы математических вычислений.- М.: Мир, 1980.- 280с.

16. Темников Ф.Е., Афонин В.А., Дмитриев В.И. Теоретические основы информационной техники.- М.: Энергия.-1971.-424с.

17. Сысоев Ю.С. Координатные методы определения параметров средней окружности при анализе профиля реальной поверхности// Измерительная техника.- 1995.- №10.- С.22-25.

18. ГОСТ 17353-89 Приборы для измерений отклонений формы и расположения поверхностей вращения. Типы. Общие требования.- М.: Изд-во стандартов. 1991.- 21 с.

19. МИ 145-77. Методика аттестации мер цилиндричности.-М.: Издательство стандартов, 1978.- 24с.

20. МИ 103-76. Методика измерения линейных параметров поперечного сечения цилиндрических деталей с учетом отклонения формы сечения от круга.- М.: Изд-во стандартов, 1977.- 13с.

21. РТМ 2 Н20-17-86. Методика измерения отклонения формы и расположения поверхностей на координатных измерительных машинах и приборах, оснащенных вычислительной техникой. Термины, определения, основные требования к измерениям. М.: ВНИИТЭМР, 1987.- 24с.

22. РТМ 2 Н20-13-85. Методика измерения отклонений от круглости деталей на координатных измерительных машинах и приборах, оснащенных вычислительной техникой. М.: ВНИИТЭМР, 1986.- 19с.

23. Чихалов В.С. Об измерении взаимного расположения и формы поверхностей// Измерительная техника.- 1970.- № 12.- С. 14-16.

24. Чихалов В.С. Разработка и исследование методов измерения параметров спектров отклонений формы поверхностей деталей машин: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.11.01.- М.: Мосстанкин, 1970. -25 с.

25. Авдулов А.Н. Контроль и оценка круглости деталей машин.- М.: Изд-во стандартов, 1974.- 175 с.

26. Дунин-Барковский И.В. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения.-М.: Машиностроение, 1975.-352с.

27. Ляндон Ю.Н. Функциональная взаимозаменяемость в машиностроении.-М.: Машиностроение, 1967.-219с.-Reason R.E. Report on the Measurement of roundness.Rank Taylor Hobson, 1966.

28. Spragg R.C. Accurat Calibration of Surface Texture and roundness Measuring Instruments. "Proc. Inst. Mech. Engrs.", 1967-1968, v. 182, part 3k, p. 497.

29. Spragg R.C., Whitehouse D.J. New Unified Approach to Surface Metrology "Proc. Instr. Mech. Engrs.", 1970-1971, v.185,47-71.

30. Марков Н.Н. Вайханский С.М. Определение диаметра прилегающего цилиндра// Вестник машиностроения.-1983.- №2.- С.35-37.

31. Сысоев Ю.С. Методика определения оси и диаметра прилегающего цилиндра крупногабаритного корпусного изделия// Вестник машиностроения.-1992.-№ 1.-С. 37-39.г

32. Гебель И.Д. Инвариантные свойства отклонения профиля от круглой формы// Измерительная техника.-1978.- №11.-С.16-19.

33. Моденов П.С. Аналитическая геометрия.- М.: Изд-во МГУ, 1969.- 698с.

34. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т.3. М.: Изд-во физ.-мат. лит-ры. 1963.- 656 с.

35. Воробьев В.А., Говор В.М., 43. Магдеев В.Ш., Опыт организации, разработки и внедрения нестандартизированных средств измерений// Измерительная техника.- 1987.- №4.- С.62.

36. Сысоев Ю.С., Магдеев В.Ш. Методика определения параметров оси и размеров полый цилиндрической детали при анализе заготовки// Метрологическая служба в СССР.-1990.- №6.- С. 18-23.

37. Сысоев Ю.С., Магдеев В.Ш. Методика измерений отклонений 'от цилиндричности крупногабаритных деталей// Измерительная техника.- 1990.-№11.- С.27-29.

38. Магдеев В.Ш., Погрешность измерения координат точек поверхности крупногабаритных деталей двумя теодолитами// Измерительная техника.- 1991.- №5.- С.8-10.

39. Магдеев В.Ш., Исследование неравномерности частоты вращения планшайб токарно-карусельных станков// Станки и инструмент.- 1992.- №2.-С.26-27.

40. Сысоев Ю.С. Магдеев В.Ш., Маневич В.В. Дискретизация профилей крупногабаритных цилиндрических изделий при анализе отклонения формы с учетом оценок их кривизны// Измерительная техника.- 1997.- №1.-С.42-47.

41. Марков Н.Н. Основные направления развития и задачи автоматизации измерения линейных и угловых размеров в машиностроении// Механизация и автоматизация линейно-угловых измерений: Материалы семинара,-М.:МДНТП, 1985.-С.3-11.

42. Гебель И.Д. Выбор базовой окружности при измерении формы профиля тел вращения// Измерительная техника.-1971.- №10.- С.20-24.

43. Магдеев В.Ш. А.с. 1310622 СССР, МКИ G 01 В 7/28.Устройство для измерения формы крупногабаритных изделий.- №3909393/24-28; Заявл. 11.06.85; Оpubл. 15.05.87. Бюл. №18//Открытия. Изобретения.- 1987.-№18.- С.141.

44. Магдеев В.Ш., Автоматизированный измеритель формы деталей мод. АИФ-2, Информ. Листок №90-28 серия Р 90.27 Ростовского ЦНТИ, 1990г.

45. А.с. 1413413 СССР, МКИ 4 G 01 В 11/03. Способ измерения координат точки объекта относительно центра его вращения/ В.Ш. Магдеев (СССР).- № 4009448/24-28; Заявл. 28.01.1986; Оpubл. 30.07.1988, Бюл. № 28If Открытия. Изобретения. 1988.- № 28. - С. 166.

46. Отчет по НИР «Разработать и внедрить лазерную систему измерения элементов крупных деталей» 1985г. №гос.02850061746 п/з 02.15.3025.01 Заказ-наряд 67-3867.

47. Магдеев В.Ш. Повышение разрешающей способности приборов дляизмерения диаметров с обкатным роликом., Измерительная техника, 1990, №4, с.13-14.

48. А.с. 1298521 СССР, МКИ 4 G 01 В 7/12. Устройство для измерения диаметров изделий/ В.Ш. Магдеев, В.А. Воробьев, В.В. Чугуев (СССР). № 3978315/24-28; Заявл. 25.11.1985; Оpubл. 23.03.1987, Бюл. №11// Открытия. Изобретения. - 1987. - № 11.- С. 166.

49. А.с. 1460597 СССР, МКИ 4G 01В 7/12. Устройство для измерения диаметров крупногабаритных изделий/ В.А. Воробьев, Г.В. Машкин,

50. В.Ш. Магдеев (СССР). № 4253095/24-28; Заявл. 02.06.1987; Оpubл. 23.02.1989; Бюл. №7// Открытия. Изобретения. - 1989. - № 7. - С. 226.

51. А.с. 1446457 СССР, МКИ 4 G 01 В 7/12. Способ измерения диаметров изделий измерительным роликом/ В.Ш. Магдеев, В.А. Воробьев

(СССР). № 4241882/24-28; Заяв. 11.05.1987; Оpubл. 23.12.1988; Бюл. № 47// Открытия. Изобретения. - 1988. - Ш 47.- С. 187.

52. А.с. 1441182 СССР, МКИ 4 G 01 В 7/12. Способ измерения диаметров изделий измерительным роликом/ В.Ш. Магдеев, В.А. Воробьев (СССР). № 4241837/24-28; Заяв. 11.05.1987; Оpubл. 30.11.1988; Бюл. № 44// Открытия. Изобретения. - 1988. - № 44. - С. 177.

53. РТМ 108.004.56-80 Выбор и назначение средств измерений линейных размеров и отклонений от прямолинейности и плоскостности. Л.: НПО ЦНТИ, 1981.-72с.

54. Тюрин Н.М. Введение в метрологию.- М.: Издательство стандартов, 1976.-304с.

55. Гипп Н.Б. Исследование погрешности измерения отклонений от круглости и погрешности центрирования крупногабаритных цилиндрических деталей. Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.11.01.- М: Мосстанкин, 1982.-28с.

56. Гавриш О.А., Бояринова К.О., Копішинська К.О. Розробка стартап-проектів. Конспект лекцій: навчальний посібник для студентів спеціальностей 151 - «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» та 152 - «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»; КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Електронні текстові дані (1 файл: 2,88 Мбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019, 188 с: URL: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/29447>.

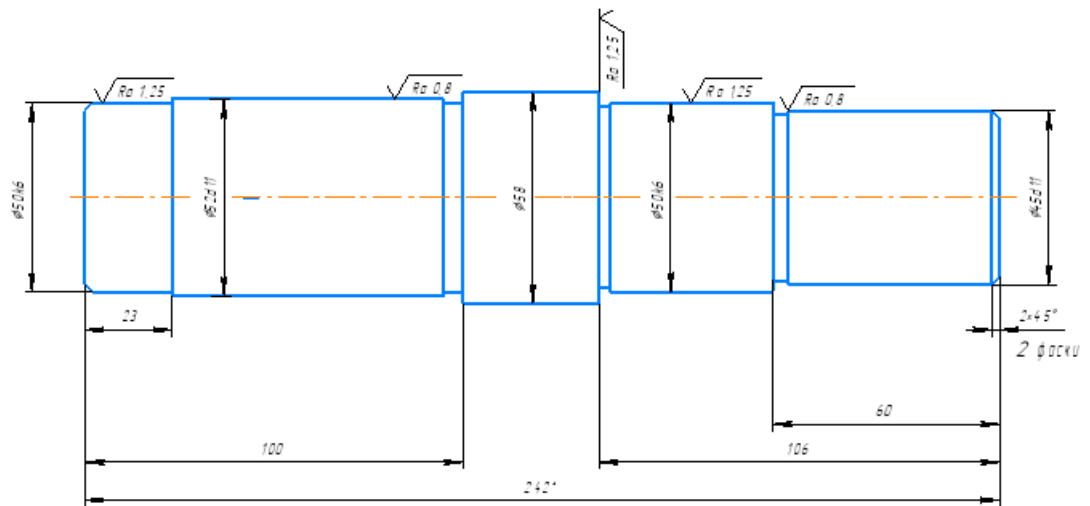
57. Гавриш О.А., Бояринова К.О., Копішинська К.О. Розробка стартап-проектів: практикум: ннавчальний посібник для студентів спеціальностей 151 - «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» та 152 - «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»; КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Електронні текстові дані (1 файл: 2,88 Мбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019, 188 с: URL: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/29447>.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А Рисунок валу та технологічний процес його виготовлення

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛУ



Операційні карта

[illegible][illegible]

[illegible][illegible]

Маршрутні карти

[illegible][illegible]

ДОДАТОК Б Код програми

```
namespace WindowsFormsApp1
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        public Form1()
        {
            InitializeComponent();
        }
        Main main = new Main();

        private void AddBlock_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            try
            {
                if ((int.Parse(LengthRealCount.Text) - int.Parse(Length.Text)) < 0)
                {
                    MessageBox.Show("Довжина блоків перевищила довжину всього валу", "Помилка",
                    MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);
                }
                else if ((int.Parse(BlocksMaxCount.Text) == (int.Parse(BlockRealCount.Text))))
                {
                    MessageBox.Show("Кількість блоків перевищила загальну кількість валу", "Помилка",
                    MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);
                }
                else
                {
                    LengthRealCount.Text = ((int.Parse(LengthRealCount.Text)) -
                    (int.Parse(Length.Text))).ToString();
                    main.TempItem = ("{" + int.Parse(Dia.Text) + "," + int.Parse(Length.Text) + "," +
                    PrecisionGen.Text + "," + PrecisionNotGen.Text + (BoolChamferStart.Checked == true ? ", 1:" +
                    ChamferStart.Text : "") + (BoolChamferEnd.Checked == true ? ", 2:" + ChamferEnd.Text : "") + "}");
                    TempText.Text = main.TempItem;
                    Text1.Text += (main.TempItem) + ",";
                    BlockRealCount.Text = (int.Parse(BlockRealCount.Text) + 1).ToString();
                }
            }
            catch (Exception)
            {
                MessageBox.Show("Невірний формат даних", "Помилка", MessageBoxButtons.OK,
                MessageBoxIcon.Error);
            }
        }
        private void Start_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            if (main.CountBlock > main.count)
            {
                MessageBox.Show("Не усі блоки були заповнені", "Помилка", MessageBoxButtons.OK,
                MessageBoxIcon.Error);
                return;
            }
            label4.Text = "Обробляю...";
            string List = Text1.Text;
            try
            {
```

```

        main.DATA = "[" + ShaftInfo + "{" + int.Parse(ObjLength.Text) + "," + int.Parse(ObjFirstDia.Text)
+ "(" + ObjFirstDiaPrecision.Text + ")," + int.Parse(ObjEndDia.Text) + "(" + ObjEndDiaPrecision.Text + ")}",
+ "]" + ShaftBlockInfo + List + "]";

Fedorchuk.MyDirectory.CreateWordFileWithShablon(PTechnology.Shaft.CreateTechniqueProject(main.DATA)
, RoadtoFile.Text, RoadtoPhoto.Text);
        label4.Text = "Готово";
    }
    catch (Exception)
    {
        MessageBox.Show("Невірний формат даних", "Помилка", MessageBoxButtons.OK,
        MessageBoxIcon.Error);
    }
}
private void DeleteBlock_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (Text1.Text.Contains(TempText.Text))
    {
        Text1.Text = Text1.Text.Replace(TempText.Text, "");
        BlockRealCount.Text = (int.Parse(BlockRealCount.Text) - 1).ToString();
        LengthRealCount.Text = (int.Parse(LengthRealCount.Text) + int.Parse(Length.Text)).ToString();
    }
}
private void UplGenData_Click(object sender, EventArgs e)
{
    try
    {
        LengthRealCount.Text = ObjLength.Text;
        main.FirstDiametr = int.Parse(ObjFirstDia.Text);
        main.LastDiametr = int.Parse(ObjEndDia.Text);
        BlocksMaxCount.Text = BlockCount.Text;
    }
    catch (Exception)
    {
        MessageBox.Show("Невірний формат даних", "Помилка", MessageBoxButtons.OK,
        MessageBoxIcon.Error);
    }
}
private void RoadtoPhoto_MouseDown(object sender, MouseEventArgs e)
{
    OpenFileDialog open = new OpenFileDialog();
    open.Title = "";
    open.InitialDirectory = "";
    if (open.ShowDialog() == DialogResult.OK && File.Exists(open.FileName))
    {
        RoadtoPhoto.Text = open.FileName;
    }
}
private void RoadtoFile_MouseDown(object sender, MouseEventArgs e)
{
    SaveFileDialog open = new SaveFileDialog();
    open.Title = "";
    open.InitialDirectory = "";
    if (open.ShowDialog() == DialogResult.OK && File.Exists(open.FileName))
    {
        RoadtoFile.Text = open.FileName;
    }
}
}
}

```

ДОДАТОК В Приклад розрахунку режимів різання і основного часу

Операція 005 Заготівельна

Загальний час: 0,835 хв

Операція 010 Фрезерно-центрувальна

Початкові дані:

Станок МР71-М, пристосування – для фрезерування.

Матеріал ріжучої частини фрези Т15К6.

Глубина різання максимальна: $t_{\max} = 2,2$ мм.

1. Переходи:

1). Закріпити, встановити. Зняти деталь;

2). Фрезерувати два торці одночасно;

3). Свердлити два центрувальні отвори одночасно.

Перехід 2. Фрезерування торців 1, 19.

Розрахунок режимів різання:

1) Вибір подачі:

$S_{zm} = 0,1$ мм/зуб.

2) Швидкість різання:

$V_{\text{таб}} = 266$ м/хв; $K_{M_V} = 0.89$; $K_{n_V} = 1.0$; $K_{\phi_V} = 1.0$; $K_{u_V} = 0.94$.

$V = V_{\text{таб}} \cdot K_{M_V} \cdot K_{n_V} \cdot K_{\phi_V} \cdot K_{u_V} = 266 \cdot 0.89 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0.94 = 222$ м/хв.

3) Частота обертів шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 222}{3,14 \cdot 100} = 707 \text{ об/хв.}$$

Коректуємо за паспортними даними станка. Приймаємо $n = 700$ об/хв.

4) Потужність, необхідна для різання:

$N_{\text{таб}} = 2,3$ кВт.

5) Хвилинна подача:

$S_m = S_{zm} \cdot n \cdot Z_{\phi} = 0,1 \cdot 700 \cdot 8 = 560$ мм/хв

Коректуємо хвилинну подачу по паспорту станка. Приймаємо $S_m = 530$ мм/хв.

6) Знаходимо фактичну швидкість різання:

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 530}{1000} = 166,42 \text{ м/}$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

Уточнюємо подачу на зуб:

$$S_z = \frac{S_m}{Z_{\phi} \cdot n} = \frac{530}{8 \cdot 700} = 0,094 \text{ мм / зуб.}$$

7) Розрахована довжина фрезерування:

$L = l + l_1$;

$l = 42$ мм;

$l_1 = 7,5$ мм

$L = 42 + 7,5 = 49,5$ мм

8) Розрахунок основного часу на фрезерування:

$i = 1$.

$$T_{o1} = \frac{L}{S_m} \cdot i = \frac{49,5}{530} \cdot 1 = 0,1 \text{ хв.}$$

$$V_\Phi = \frac{3,14 \cdot 4 \cdot 1125}{1000} = 14,13 \text{ м / мин.}$$

7) Визначаємо довжину робочого ходу:

$$L = l + l_{n.в} + l_{пер};$$

$$l = 6 \text{ мм,}$$

$$l_{n.в} = (0,5 \dots 2) + 0,3 \cdot D = 1 + 0,3 \cdot 4 = 2,2 \text{ мм;}$$

$$l_{пер} = 1 \dots 3 \text{ мм, приймаємо } l_{пер} = 0 \text{ мм.}$$

$$L = 6 + 2,2 + 0 = 8,2 \text{ мм.}$$

8) Розрахунок основного часу:

$$T_{o2} = \frac{L}{S_m} \cdot i = \frac{8,2}{56} \cdot 1 = 0,14 \text{ хв.}$$

9) Розрахунок часу на фрезерно-центрувальну операцію:

$$T_o = T_{o1} + T_{o2} = 0,1 + 0,14 = 0,24 \text{ мин.}$$

Операція 015-025 Токарна

Початкові дані:

Модель станка – Токарно-гвинторізний 1К62 ГОСТ 17-70;

Матеріал ріжучої частини різця Т15К6;

Переходи:

1. Встановити, зняти заготовку;
2. Точити циліндричні поверхні начорно;
3. Точити циліндричні поверхні начорно;
4. Точити циліндричні поверхні начисто;
5. Точити канавки;
6. Точити циліндричні поверхні начисто;
7. Точити канавки;

Перехід 2.

Й. Точіння чорнове

1) Знаходимо табличні значення подачі: [7. с. 48]

$$S_{от} = 0,61 \text{ мм/об } t = 1,0 \text{ мм}$$

2) Знаходимо фактичну подачу з урахуванням поправочних коефіцієнтів

$$S_\Phi = S_T \cdot K_{su} \cdot K_{sp} \cdot K_{sg} \cdot K_{sh} \cdot K_{sm} \cdot K_{sy} \cdot K_{sn} \cdot K_{s\phi} \cdot K_{sj}$$

$$K_{su} = 1,0; K_{sp} = 1,0; K_{sg} = 1,0; K_{sh} = 1,0; K_{sm} = 0,8; K_{sy} = 0,9; K_{sn} = 1,0; K_{s\phi} = 1,0; K_{sj} = 1,0.$$

$$S_\Phi = 0,61 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,44 \text{ мм/об}$$

3) Знаходимо табличну швидкість і потужність різання

$$V_T = 153 \text{ м/хв}$$

$$N_T = 10,0 \text{ кВт}$$

$$V = V_m \cdot K_{vu} \cdot K_{vc} \cdot K_{vo} \cdot K_{vj} \cdot K_{vm} \cdot K_v \cdot K_{v\phi} \cdot K_{VT} \cdot K_{Vж}$$

$$K_{vu} = 0,8; K_{vm} = 1,0; K_{vc} = 0,8; K_{v\phi} = 1,0$$

$$K_{vo} = 1,0; K_{VT} = 1,0; K_{vj} = 1,0; K_{Vж} = 0,8$$

$$V = 153 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 83 \text{ м/мин.}$$

4) Визначаємо частоту обертання шпинделя по формулі:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}; n_{\min} = \frac{1000 \cdot 83}{3,14 \cdot 42} = 629 \text{ об / мин}; \quad n_{\max} = \frac{1000 \cdot 83}{3,14 \cdot 30,0} = 881 \text{ об / мин}$$

Приймаємо $n_{\max} = 881 \text{ об/хв}$; $n_{\min} = 629 \text{ об/хв}$.

$$n_{cp} = \frac{n_{\max} + n_{\min}}{2} = \frac{881 + 629}{2} = 755 \text{ об/хв.}$$

5) Знаходимо фактичну швидкість різання:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 42 \cdot 755}{1000} = 99 \text{ м / мин}$$

6) Визначаємо фактичну потужність різання:

$$N_{\phi} = N_T \cdot K_N \cdot \frac{V_{\phi}}{V_T}$$

$$K_N = 1,0$$

$$N_{\phi} = 10,0 \cdot 1,0 \cdot \frac{99}{153} = 6,5 \text{ кВт}$$

7) Знаходимо хвилинну подачу:

$$S_M = S_{\phi} \cdot n_{\text{ср}}$$

$$S_{M \text{ max}} = 0,61 \cdot 755 = 460 \text{ мм/хв.}$$

Розрахунок основного часу:

$$T_{\text{ца}_1} = T_{O_1} + T_{O_2};$$

$$T_{O_1} = \frac{L_{P.X.}}{S_M} = \frac{282}{460} = 0,613 \text{ хв.}$$

$$T_{O_2} = \frac{L_{X.X.}}{S_{X.X.}} + T_{\text{ци}} \cdot K = \frac{386}{2000} + 0,08 \cdot 1,0 = 0,273 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{ца}_1} = 0,613 + 0,273 = 0,886 \text{ хв.}$$

Перехід 3.

Й. Точіння чорнове

1) Знаходимо табличне значення подачі:

$$S_{\text{от}} = 0,61 \text{ мм/об } t = 1,0 \text{ мм}$$

2) Знаходимо фактичну подачу з урахуванням поправочних коефіцієнтів

$$S_{\phi} = S_T \cdot K_{su} \cdot K_{sp} \cdot K_{sg} \cdot K_{sh} \cdot K_{sm} \cdot K_{sy} \cdot K_{sn} \cdot K_{s\phi} \cdot K_{sj}$$

$$K_{su} = 1,0; K_{sp} = 1,0; K_{sg} = 1,0; K_{sh} = 1,0; K_{sm} = 0,8; K_{sy} = 0,9; K_{sn} = 1,0; K_{s\phi} = 1,0; K_{sj} = 1,0.$$

$$S_{\phi} = 0,61 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,44 \text{ мм/об}$$

3) Знаходимо табличну швидкість і потужність різання

$$V_T = 153 \text{ м/хв} \quad N_T = 10,0 \text{ кВт}$$

$$V = V_m \cdot K_{vu} \cdot K_{vc} \cdot K_{vo} \cdot K_{vj} \cdot K_{vm} \cdot K_v \cdot K_{v\phi} \cdot K_{vt} \cdot K_{v\kappa}$$

$$K_{vu} = 0,8; K_{vm} = 1,0; K_{vc} = 0,8; K_{v\phi} = 1,0$$

$$K_{vo} = 1,0; K_{vt} = 1,0; K_{vj} = 1,0; K_{v\kappa} = 0,8$$

$$V = 153 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 83 \text{ м/мин.}$$

4) Визначаємо частоту обертання шпинделя по формулі:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}; n_{\text{min}} = \frac{1000 \cdot 83}{3,14 \cdot 42} = 629 \text{ об / мин}; \quad n_{\text{max}} = \frac{1000 \cdot 83}{3,14 \cdot 25} = 1057 \text{ об / мин}$$

$$\text{Приймаємо } n_{\text{max}} = 1057 \text{ об/хв}; n_{\text{min}} = 629 \text{ об/хв.}$$

$$n_{\text{ср}} = \frac{n_{\text{max}} + n_{\text{min}}}{2} = \frac{1057 + 629}{2} = 843 \text{ об/хв.}$$

5) Знаходимо фактичну швидкість різання:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 42 \cdot 843}{1000} = 111 \text{ м / мин}$$

6) Визначаємо фактичну потужність різання:

$$N_{\phi} = N_T \cdot K_N \cdot \frac{V_{\phi}}{V_T}$$

$$K_N = 1,0$$

$$N_{\phi} = 10,0 \cdot 1,0 \cdot \frac{111}{153} = 7,2 \text{ кВт}$$

7) Знаходимо хвилинну подачу:

$$S_M = S_\Phi \cdot n_{cp}$$

$$S_{M \max} = 0,61 \cdot 843 = 514 \text{ мм/хв.}$$

Розрахунок основного часу:

$$T_{ca_2} = T_{o_3} + T_{o_4};$$

$$T_{o_3} = \frac{L_{P.X.}}{S_M} = \frac{292}{514} = 0,56 \text{ хв.}$$

$$T_{o_4} = \frac{L_{X.X}}{S_{X.X}} + T_{cu} \cdot K = \frac{512}{2000} + 0,08 \cdot 1,0 = 0,336 \text{ хв.}$$

$$T_{ca_2} = 0,56 + 0,336 = 0,896 \text{ хв.}$$

Перехід 4.

Точіння чистове.

1) Знаходимо табличне значення подачі: $S_T = 0,17 \text{ мм/об}$; $t = 0,14 \text{ мм}$.

2) Знаходимо фактичну подачу з урахуванням поправочних коефіцієнтів

$$S_\Phi = S_T \cdot K_{su} \cdot K_{sp} \cdot K_{sg} \cdot K_{sh} \cdot K_{sm} \cdot K_{sy} \cdot K_{sn} \cdot K_{s\phi} \cdot K_{sj}$$

$$K_{su} = 1,0; K_{sp} = 1,0; K_{so} = 1,0; K_{sh} = 1,0; K_{sm} = 1,0; K_{sy} = 1,0; K_{sn} = 1,0; K_{s\phi} = 1,0; K_{sj} = 1,0$$

$$S_\Phi = 0,17 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,17 \text{ мм/об}$$

3) Знаходимо табличну швидкість різання:

$$V_T = 350 \text{ м/хв}$$

$$V = V_m \cdot K_{V_u} \cdot K_{V_c} \cdot K_{V_o} \cdot K_{V_j} \cdot K_{V_M} \cdot K_V \cdot K_{V\phi} \cdot K_{VT} \cdot K_{V_{жс}}$$

$$K_{V_u} = 0,9; K_{V_M} = 1,0; K_{V_c} = 0,85; K_{V\phi} = 1,0$$

$$K_{V_o} = 1,0; K_{VT} = 0,7; K_{V_j} = 0,9; K_{V_{жс}} = 1,0$$

$$V = 350 \cdot 0,9 \cdot 0,85 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 1,0 = 169 \text{ м/мин}$$

4) Визначаємо частоту обертання шпинделя по формулі:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 169}{3,14 \cdot 30,27} = 1157 \text{ об / мин}$$

Приймаємо $n = 1150 \text{ об/хв}$;

5) Знаходимо хвилинну подачу

$$S_M = S_\Phi \cdot n$$

$$S_{M \max} = 0,17 \cdot 1150 = 302 \text{ мм/хв.}$$

Розрахунок основного часу:

$$T_{ca_3} = T_{o_5} + T_{o_6};$$

$$T_{o_5} = \frac{L_{P.X.}}{S_M} = \frac{102}{302} = 0,33 \text{ хв.}$$

$$T_{o_6} = \frac{L_{X.X}}{S_{X.X}} + T_{cu} \cdot K = \frac{337}{2000} + 0,08 \cdot 1,0 = 0,25 \text{ хв.}$$

$$T_{ca_3} = 0,33 + 0,25 = 0,58 \text{ хв.}$$

Перехід 5.

Точіння канавок.

1) Знаходимо табличне значення подачі

$$S_T = 0,33 \text{ мм/об}$$

2) Знаходимо табличну швидкість і потужність різання [7. с. 58]

$$V_T = 203 \text{ м/хв}$$

$$N_T = 7,5 \text{ кВт}$$

$$V = V_m \cdot K_{vu} \cdot K_{vc} \cdot K_{vo} \cdot K_{vj} \cdot K_{vm} \cdot K_{v\phi} \cdot K_{VT} \cdot K_{V\kappa}$$

$$K_{vu} = 1,0; K_{vm} = 0,75; K_{vc} = 1,1; K_{v\phi} = 1,0$$

$$K_{vo} = 1,0; K_{VT} = 1,0; K_{vj} = 0,7; K_{V\kappa} = 1,0$$

$$V = 203 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 117 \text{ м/мин.}$$

4) Визначаємо частоту обертання шпинделя по формулі:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 117}{3,14 \cdot 29,5} = 1263 \text{ об / мин}$$

5) Знаходимо фактичну швидкість різання

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 29,5 \cdot 1263}{1000} = 117 \text{ м / мин}$$

6) Визначаємо фактичну потужність різання:

$$N_\phi = N_T \cdot K_N \cdot \frac{V_\phi}{V_T} K_n = 1,0$$

$$N_\phi = 7,5 \cdot 1,0 \cdot \frac{117}{203} = 4,3 \text{ кВт}$$

7) Знаходимо хвилинну подачу:

$$S_M = S_\phi \cdot n_{cp}$$

$$S_{M \max} = 0,33 \cdot 1263 = 416 \text{ мм/хв.}$$

Розрахунок основного часу:

$$T_{\Sigma 4} = T'_{o7} + T'_{o8} + T_{o8};$$

$$T'_{o7} = \frac{L_{P.X.}}{S_M} = \frac{9,8}{416} = 0,023 \text{ хв.}$$

$$T'_{o8} = \frac{L_{X.X.}}{S_M} = \frac{90}{416} = 0,21 \text{ хв.}$$

$$T_{o4} = \frac{L_{X.X.}}{S_{X.X.}} + T_{cu} \cdot K = \frac{237}{2000} + 0,08 \cdot 1,0 = 0,198 \text{ хв.}$$

$$T_{\Sigma 4} = 0,023 + 0,21 + 0,198 = 0,431 \text{ хв.}$$

Перехід 6.

Й. Точіння чистове.

1) Знаходимо табличне значення подачі: $S_T = 0,17 \text{ мм/об};$

2) Знаходимо фактичну подачу зважаючи на поправочні коефіцієнти

$$S_\phi = S_T \cdot K_{su} \cdot K_{sp} \cdot K_{sg} \cdot K_{sh} \cdot K_{sm} \cdot K_{sy} \cdot K_{sn} \cdot K_{s\phi} \cdot K_{sj}$$

$$K_{su} = 1,0; K_{sp} = 1,0; K_{sg} = 1,0; K_{sh} = 1,0; K_{sm} = 1,0; K_{sy} = 1,0; K_{sn} = 1,0; K_{s\phi} = 1,0; K_{sj} = 1,0$$

$$S_\phi = 0,17 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,17 \text{ мм/об}$$

3) Знаходимо табличну швидкість різання:

$$V_T = 350 \text{ м/хв}$$

$$V = V_m \cdot K_{vu} \cdot K_{vc} \cdot K_{vo} \cdot K_{vj} \cdot K_{vm} \cdot K_v \cdot K_{v\phi} \cdot K_{VT} \cdot K_{V\kappa}$$

$$K_{V_u} = 0,9; K_{V_M} = 1,0; K_{V_C} = 0,85; K_{V_\varphi} = 1,0$$

$$K_{V_o} = 1,0; K_{V_T} = 0,7; K_{V_j} = 0,9; K_{V_{жс}} = 1,0$$

$$V = 350 \cdot 0,9 \cdot 0,85 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 1,0 = 169 \text{ м/мин}$$

4) Визначаємо частоту обертання шпинделя по формулі:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 169}{3,14 \cdot 25,16} = 1428 \text{ об / мин}$$

Приймаємо $n = 1400 \text{ об/хв}$;

5) Знаходимо хвилинну подачу

$$S_M = S_\Phi \cdot n$$

$$S_{M \max} = 0,17 \cdot 1400 = 357 \text{ мм/хв.}$$

Розрахунок основного часу:

$$T_{цз_5} = T_{o_9} + T_{o_{10}};$$

$$T_{o_9} = \frac{L_{P.X.}}{S_M} = \frac{118,5}{357} = 0,33 \text{ хв.}$$

$$T_{o_{10}} = \frac{L_{X.X.}}{S_{X.X.}} + T_{cu} \cdot K = \frac{351}{2000} + 0,08 \cdot 1,0 = 0,26 \text{ хв.}$$

$$T_{цз_5} = 0,33 + 0,26 = 0,59 \text{ хв.}$$

Перехід 7.

Й. Точіння канавок.

1) Знаходимо табличне значення подачі

$$S_T = 0,33 \text{ мм/об}$$

2) Знаходимо табличну швидкість і потужність різання [7. с. 58]

$$V_T = 203 \text{ м/хв}$$

$$N_T = 7,5 \text{ кВт}$$

$$V = V_m \cdot K_{V_u} \cdot K_{V_C} \cdot K_{V_o} \cdot K_{V_j} \cdot K_{V_M} \cdot K_{V_\varphi} \cdot K_{V_T} \cdot K_{V_{жс}}$$

$$K_{V_u} = 1,0; K_{V_M} = 0,75; K_{V_C} = 1,1; K_{V_\varphi} = 1,0$$

$$K_{V_o} = 1,0; K_{V_T} = 1,0; K_{V_j} = 0,7; K_{V_{жс}} = 1,0$$

$$V = 203 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 117 \text{ м/мин.}$$

4) Визначаємо частоту обертання шпинделя по формулі:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 117}{3,14 \cdot 24,5} = 1520 \text{ об / мин}$$

5) Знаходимо фактичну швидкість різання

$$V_\Phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

$$V_\Phi = \frac{3,14 \cdot 24,5 \cdot 1520}{1000} = 117 \text{ м / мин}$$

6) Визначаємо фактичну потужність різання:

$$N_\Phi = N_T \cdot K_N \cdot \frac{V_\Phi}{V_T} K_n = 1,0$$

$$N_{\phi} = 7,5 \cdot 1,0 \cdot \frac{117}{203} = 4,3 \text{ км}$$

7) Знаходимо хвилинну подачу:

$$S_M = S_{\phi} \cdot n_{\text{ср}}$$

$$S_{M \text{ max}} = 0,33 \cdot 1520 = 502 \text{ мм/хв.}$$

Розрахунок основного часу:

$$T_{\phi a_6} = T'_{o_{11}} + T'_{o_{12}} + T_{o_{12}};$$

$$T'_{o_{11}} = \frac{L_{P.X.}}{S_M} = \frac{12}{502} = 0,024 \text{ хв.}$$

$$T'_{o_{12}} = \frac{L_{X.X.}}{S_M} = \frac{56}{502} = 0,11 \text{ хв.}$$

$$T_{o_{12}} = \frac{L_{X.X.}}{S_{X.X.}} + T_{\text{ци}} \cdot K = \frac{290}{2000} + 0,08 \cdot 1,0 = 0,225 \text{ хв.}$$

$$T_{\phi a_6} = 0,024 + 0,11 + 0,225 = 0,359 \text{ хв.}$$

$$T_o = T_{\phi a_1} + T_{\phi a_2} + T_{\phi a_3} + T_{\phi a_4} + T_{\phi a_5} + T_{\phi a_6} \quad T_o = 0,886 + 0,896 + 0,58 + 0,431 + 0,59 + 0,359 = 3,742 \text{ хв}$$

Операція 030 Загартування

242 мм, довжина оброблюваної поверхні

Основний час роботи:

3,425 хв

Загальний час на операцію:

3,425 хв

Операція 035 Круглошліфувальна

Переходи:

1. Зняти, встановити і закріпити заготовку
2. Шліфувати поверхню попередньо

Початкові дані:

Матеріал заготовки – сталь 45;

Метод шліфування – з безперервною радіальною подачею (автоматичною)

Діаметр до обробки $d_1 = 30,27 \text{ мм}$

Діаметр після обробки $d_2 = 30,1 \text{ мм}$

Станок круглошліфувальний мод. 3Б12

Вибір характеристик шліфувального круга

1) Розміри шліфувального круга:

Діаметр $D_k = 250 \text{ мм}$ (по паспорту станка)

Висота (ширина) $B_k = 60 \text{ мм}$ (по паспорту станка)

2) Прийнята форма круга – ПП (прямого профілю)

Матеріал – 24А (електрокорунд білий)

3) Характеристики круга:

Зернистість – 25 [З.с. 245, табл. 161]

Твердість – С1 [З.с. 249]

Номер структури – 5 [З.с. 249, табл. 167]

Зв'язка – керамічна К5 [З.с. 247]

Допустима оберտальна швидкість $V_k = 35 \text{ м/с}$

Повне позначення круга

ПП 250Ч60 24А 25Н С1 5 К5 35 м/с 1 кл. А ГОСТ 2424–83

Таблиця 2.11. Розрахунок режимів різання

D	L	t	i	S	n	V _{м/с}	T _о
$\frac{250}{60}$	0,085	-	1	$\frac{1,31}{0,005}$	$\frac{2340}{263}$	30,6	0,169

1. Розрахунковий діаметр круга $D = D_k = 250$ мм

Розрахункова частота обертання круга:

$$n_{кр} = \frac{v_k \cdot 60 \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{35 \cdot 60 \cdot 1000}{3,14 \cdot 250} = 2675 \text{ об / мин}$$

Приймаємо по паспорту станка $n_{кр} = 2340$ об/хв

Фактична швидкість різання:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n_k}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 2340}{60 \cdot 1000} = 30,6 \text{ м / с}$$

2. Розрахунковий діаметр заготовки $D_3 = d_1 = 30,27$ мм

Таблична обертальна швидкість заготовки:

$$V_3 = 20 \dots 40 \text{ м/хв [З. с. 301, табл. 55]}$$

Приймаємо $V_3 = 25$ м/хв

Частота обертання заготовки:

$$n_3 = \frac{1000 \cdot V_3}{\pi \cdot D_3} = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 30,27} = 263 \text{ об / мин (знаходиться в паспортних межах)}$$

3. Таблична врізна (радіальна) подача на 1 обертання заготовки:

$$S_{рад} = 0,001 \dots 0,005 \text{ мм/об}$$

Приймаємо радіальну подачу:

$$S_{рад} = 0,005 \text{ мм/об}$$

Швидкість хвилинної врізної подачі:

$$S_m = n_3 \cdot S_{рад} = 263 \cdot 0,005 = 1,31 \text{ мм / мин (знаходиться в паспортних межах)}$$

4. Діаметри до и після обробки (по початковим даним):

$$d_1 = 30,27 \text{ мм}, d_2 = 30,1 \text{ мм}$$

Припуск на шліфування (на сторону):

$$h = \frac{d_1 \cdot d_2}{2} = \frac{30,27 - 30,1}{2} = 0,085 \text{ мм}$$

Розрахункова довжина ходу $L = h = 0,03$ мм

5. Число робочих ходів $i = 1$

Коефіцієнт, який бере до уваги час на виходжування:

$$K = 1,2 \dots 1,3$$

Приймаємо $K = 1,3$

6. Основний час на операцію:

$$To_{1,2} = \frac{L}{S_m} \cdot k = \frac{0,03}{0,47} \cdot 1,3 = 0,07 \text{ мин}$$

$$To_3 = \frac{L_{х.х}}{S_{х.х}} = \frac{58}{2000} = 0,029 \text{ мин}$$

$$To = To_1 + To_2 + To_3 = 0,07 + 0,07 + 0,029 = 0,169 \text{ мин}$$

Операція 040 Технічний контроль

Загальний час: 1 хв.

ДОДАТОК Г Список публікацій

Список

Форма 26

наукових праць Федорчука Владислава Леонідовича

№ з/п	Назва	Видавництво, журнал (назва, номер, рік) чи номер авторського свідоцтва	Кількість друкованих сторінок	Прізвища співавторів
1	2	3	4	5
1	Економічна ефективність методів контролю якості приладів на основі електромагнітного методу	XV Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність інженерних рішень у приладобудуванні», 10-11 грудня 2019 року, м. Київ, Україна ПБФ,КПІ ім. Ігоря Сікорського, С. 191–193.	3	Шевченко В. В.
2	Оцінка якості інформаційної системи виробничих процесів за показниками надійності	XV Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність інженерних рішень у приладобудуванні», 10-11 грудня 2019 року, м. Київ, Україна ПБФ,КПІ ім. Ігоря Сікорського, С. 151–154.	4	М. В. Філіппова, М'який А.М
3	Використання методології Idef0 в проектуванні виробничих процесів	XVI Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність інженерних рішень у приладобудуванні», 8-8 грудня 2020 року, м. Київ, Україна, ПБФ,КПІ ім. Ігоря Сікорського,	4	М. В. Філіппова

Автор

Федорчук В.Л.

В.О. завідувача кафедри

Антонюк В.С.



НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ. І. СІКОРСЬКОГО»

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВАЛІВ НА ОСНОВІ МЕТОДОЛОГІЇ SADT

Виконав:
Студент 2 курсу
Групи ПБ-91мп
Федорчук В. Л.
Науковий керівник:
к.т.н., доцент Філіппова М.В.

МЕТА ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Мета роботи - розробка методів та принципів автоматизування проектування ТП виготовлення валів, спрямована на покращення технологічної підготовки виробництва шляхом створення бази для наскрізної автоматизації проектування ТП.

Для досягнення цього були поставлені наступні **задачі створення**:

- моделей процесів та об'єктів предметної області проектування тех. процесів валів
- моделей зображення формалізованої інформації про область і методики створення цієї моделі;
- моделей, методів та алгоритмів прийняття рішень у питаннях проектування ТП виготовлення виробів;
- принциповості застосування реляційних баз даних (БД) як способу інформаційного забезпечення систем автоматизованого проектування технологічних процесів;
- концепцій автоматизованого проектування тех. процесів, що базуватиметься на застосуванні систем обробки формалізованих знань.

2

ОБ'ЄКТ ТА ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єкт дослідження - технологічні процеси виготовлення виробів

Предмет дослідження – функціональні моделі технологічних процесів виготовлення валів.

3

НАУКОВА НОВИЗНА

На основі використання методології SADT розроблено функціональну та концептуальні моделі проектування технологічних процесів виготовлення валів

Розроблено алгоритм проектування технологічних процесів виготовлення валів, який закладено в розроблене програмне забезпечення автоматизованої системи

ПРАКТИЧНА ЦІННІСТЬ

Програмне рішення «РTPoST» в основі якого було закладено розроблені функціональні та концептуальні моделі створені з використанням методології SADT, що дозволило при простоті у використанні програми, низькому рівні входу для користувачів, та високій швидкості роботи самої програми, досягти високого рівня якості розробки технологічних процесів

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ

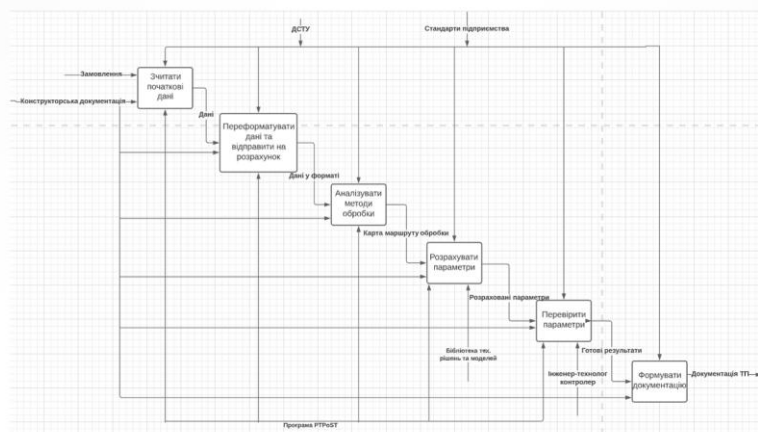
Однією з умов успішного функціонування сучасного приладобудівного підприємства є автоматизація процесів проектування технологічних процесів різних компонентів, зокрема валів.

Заміна в цій сфері інтелектуальної праці людини машинним, науково-обґрунтованим розподілом функцій між людиною та комп'ютером в процесі управління технологією призводить до підвищення ефективності та якості прийнятих технологічних рішень, скорочення термінів їх реалізації, зниження витрат, більш повному використанню наявних резервів виробничої системи підприємства, забезпечення максимального рівня оперативності та гнучкості, суттєвого обмеження чисельності інженерно-технічного персоналу та інші.

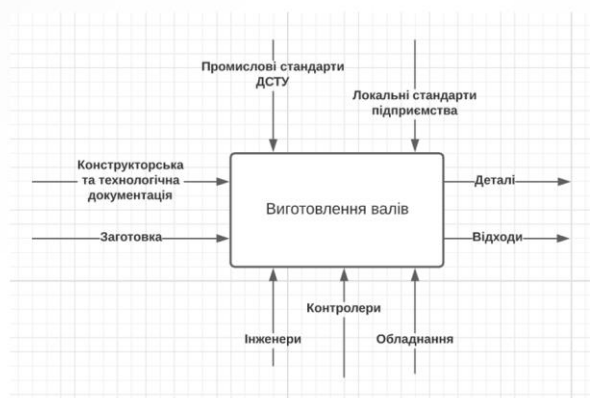
КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИГОТОВЛЕННЯ



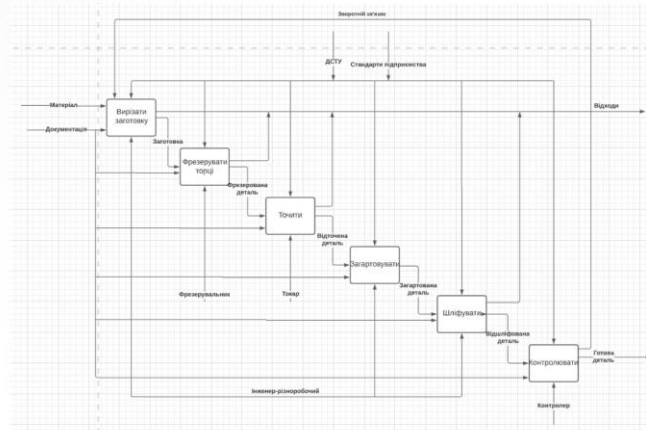
ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ



КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛІВ

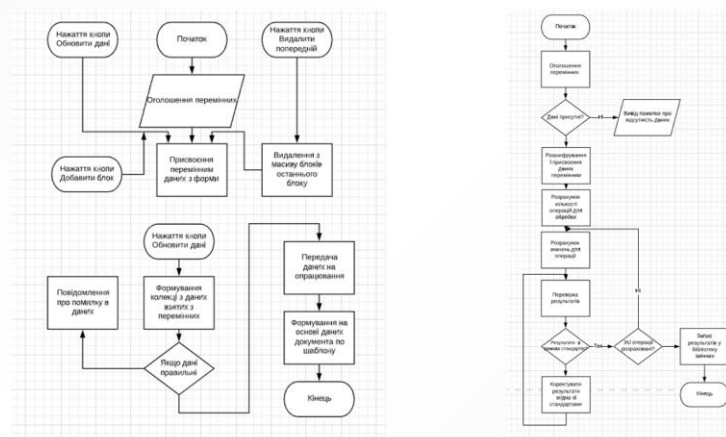


ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛІВ



10

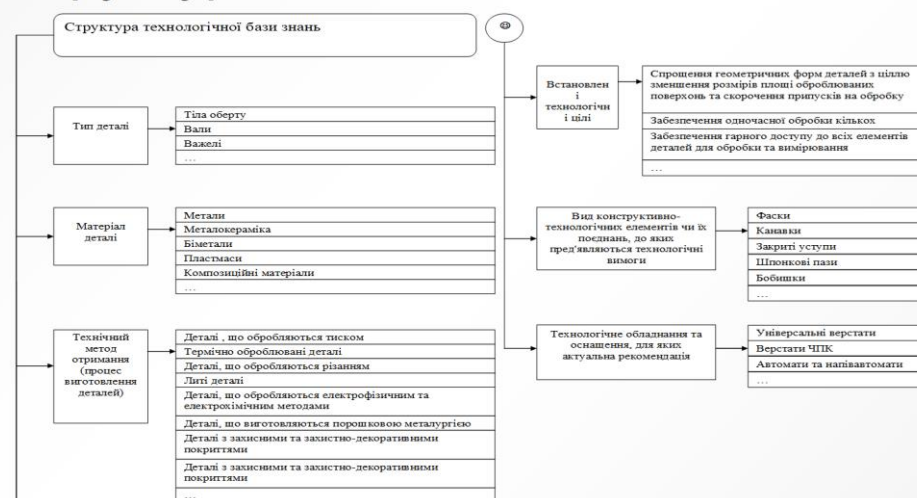
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛІВ



Алгоритми роботи системи

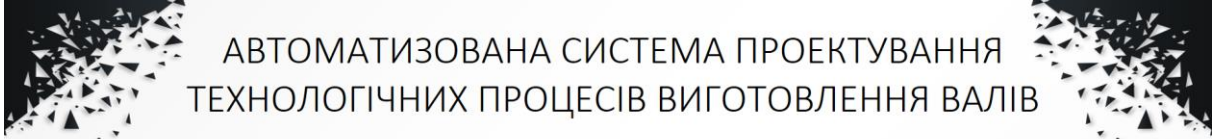
11

Структура технологічної бази знань



12

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПРОЕКТУВАННЯ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛІВ



АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПРОЕКТУВАННЯ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛІВ

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПРОЕКТУВАННЯ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛІВ

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛІВ

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛІВ

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛІВ

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛІВ

ВИСНОВКИ

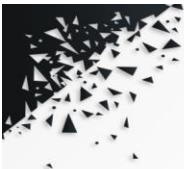
- ✓ На основі проведеного дисертаційного дослідження розроблено функціональні та концептуальні моделі проектування технологічних процесів виготовлення виробів
- ✓ Розроблено структуру технологічної бази знань для системи автоматизованого проектування, блок-схему програмної реалізації підсистеми проектування маршрутної технології виготовлення валів
- ✓ На основі створеної технологічної бази знань та з використанням алгоритму програмної реалізації проектування маршрутної технології розроблено програмне забезпечення автоматизованої системи проектування технологічних процесів виготовлення валів, надані рекомендації щодо його використання
- ✓ Розроблено стартап-проект реалізації програмного рішення як самостійного продукту на ринку.

- ## ПУБЛІКАЦІЇ
- Оpubліковано статтю у збірнику XII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Погляд у майбутнє приладобудування», м. Київ, НТУУ «КПІ», 15-16 травня 2019р.
 - Оpubліковано дві статті у збірнику XV Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність інженерних рішень у приладобудуванні», м. Київ, НТУУ «КПІ», 10-11 грудня 2019р.
 - Оpubліковано статтю у збірнику XVI Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність та Автоматизація інженерних рішень у приладобудуванні», м. Київ, НТУУ «КПІ», 8-9 грудня 2020р.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛІВ

- # АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛІВ

[illegible]



ДЯКУЮ ЗА УВАГУ