

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

Приладобудівний факультет
Кафедра виробництва приладів

«На правах рукопису»
УДК 519.682:621.7

«До захисту допущено»

(підпис)

(ініціали, прізвище)

« _____ » _____ 2018 р.

Магістерська дисертація

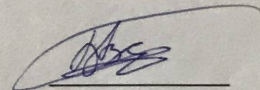
на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 151– Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології

на тему: «Ідентифікація об'єктів керування з використанням SCADA-
системи»

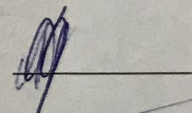
Виконав:

студент II курсу, групи ПБ-71мп
Бодашко Владислав Миколайович



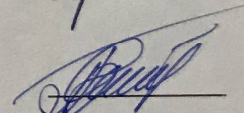
Керівник:

к.т.н., доцент Філіппова М.В.



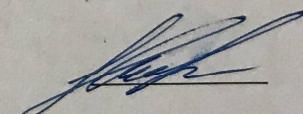
Консультант з стартап-проекту:

к.е.н., доцент Бояринова К.О.



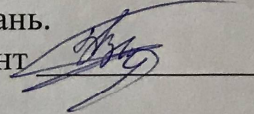
Рецензент:

к.т.н. каф. ПБ Д.Т.М. Курочка В.В.



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

Студент



Київ – 2018 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Приладобудівний факультет

Кафедра виробництва приладів

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність (спеціалізація) – 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» («Комп'ютерно-інтегровані технології виробництва приладів»)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«__» _____ 2018 р.

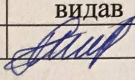
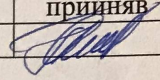
ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Бодашку Владиславу Миколайовичу

1. Тема дисертації «Ідентифікація об'єктів керування за допомогою SCADA системи», науковий керівник дисертації Філіппова Марина В'ячеславівна, к.т.н., доцент, затвержені наказом по університету від «09» листопада 2018 р. №4078-с
2. Термін подання студентом дисертації 13 грудня 2018 р.
3. Об'єкт дослідження : технологічний процес механічної обробки
4. Вихідні дані : ескіз триступеневого валу, точність виготовлення
5. Перелік завдань, які потрібно розробити: 1. Загальні питання ідентифікації параметрів технологічного процесу механічної обробки як об'єкту керування. 2. OPC стандарт обміну технологічними даними. 3. Використання SCADA-системи TRACE MODE для ідентифікації об'єкту керування. 4. Розробка стартап-проекту «Ідентифікація об'єктів керування з використанням SCADA-системи»
6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: презентація в Microsoft PowerPoint за результатами дисертаційного дослідження
7. Орієнтовний перелік публікацій статті та матеріали науково-технічних конференцій за результатами дисертаційного дослідження

8. Консультанти розділів дисертації

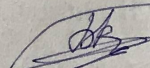
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Стартап-проект	Бояринова К. О., к.е.н., доцент		

9. Дата видачі завдання 11 вересня 2018 р.

Календарний план

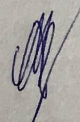
№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Ідентифікація параметрів технологічного процесу механічної обробки як об'єкту керування	25 вересня 2018 р.	
2	ОРС стандарт обміну технологічними даними	16 жовтня 2018 р.	
3	Методика ідентифікації параметрів технологічного процесу при імітаційному моделюванні	06 листопада 2018 р.	
4	Імітаційне моделювання технологічного процесу механічної обробки	27 листопада 2018 р.	
5	Оформлення пояснювальної записки	09 грудня 2018 р.	
6	Попередній захист магістерської дисертації	10-12 грудня 2018 р.	

Студент



В. М. Бодашко

Науковий керівник дисертації



М. В. Філіппова

АНОТАЦІЯ

Магістерська дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків списку наукових праць та акту впровадження. Основний текст налічує 81 сторінку, включає в себе 24 таблиці і 39 рисунків. У вступі обґрунтовані актуальність проблеми, сформовані мета і задачі роботи, наукова новизна та практична корисність. Приведена коротка характеристика роботи.

У першому розділі дисертації представлений огляд стану ідентифікації технологічних параметрів в сфері приладобудування. Розглянуто основні задачі ідентифікації: параметрична та структурна ідентифікації. Основні поняття та особливості проектування в SCADA-системі.

У другому розділі розглянуто OPC-стандарт обміну технологічними даними. OPC-сервер вводу/виводу SCADA-системи TRACE MODE. Налаштування OPC-серверу та інтеграція бази даних в систему моніторингу технологічного процесу в SCADA-системі TRACE MODE.

У третьому розділі детально досліджено використання SCADA-системи TRACE MODE для ідентифікації об'єкту керування. Розроблена методика ідентифікації параметрів технологічного процесу при імітаційному моделюванні та виконано імітаційне моделювання технологічного процесу механічної обробки.

У четвертому розділі проведено опис проекту, технологічний аудит ідеї проекту, також проведено аналіз конкурентів, аналіз сильних та слабких сторін проекту, аналіз ринкових можливостей запуску даного стартап-проекту та розроблення ринкової стратегії.

ABSTRACT

The master's dissertation consists of the introduction, four sections, conclusions, list of used literature and applications of the list of scientific works and the act of introduction. The main text consists of 81 pages, includes 24 tables and 39 drawings. The introduction substantiates the relevance of the problem, the purpose and tasks of the work, the scientific novelty and practical utility, the basic provisions that have been made for protection. A brief description of the work is given.

The first section of the dissertation presents an overview of the status of the identification of technological parameters in the field of instrument making. The main identification tasks are considered: parametric and structural identification. Basic concepts and design features in the SCADA system.

The second section deals with the OCR standard for the exchange of technological data. ORS server input/output SCADA system TRACE MODE. Configuring the ORS server and integrating the database into the process monitoring system in the SCADA system TRACE MODE.

The third section explores in detail the use of the SCADA system TRACE MODE to identify the control object. The method of identification of the parameters of the technological process in the simulation modeling is developed and the simulation modeling of the technological process of mechanical processing is performed.

In the fourth section of the startup project management, a description of the project, a technological audit of the project idea, an analysis of market opportunities for starting a startup project and the development of a market strategy of the project has been conducted.

Зміст

СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	9
Розділ 1. Загальні питання ідентифікації параметрів технологічного процесу механічної обробки як об'єкту керування.....	12
1.1 Ідентифікація параметрів технологічного процесу механічної обробки як об'єкту керування.....	12
1.2 Основні задачі ідентифікації параметрів технологічного процесу.....	14
1.3 Непараметрична ідентифікація.....	16
1.4 Параметрична ідентифікація.....	21
1.5 Основні поняття та задачі SCADA-систем.....	23
1.6 Особливості проектування АСУ ТП в SCADA-системі TRACE MODE.....	25
Висновки до розділу.....	27
Розділ 2. OPC стандарт обміну технологічними даними.....	28
2.1 Технологія OPC обміну даними.....	28
2.2 OPC-сервер вводу/виводу SCADA-системи TRACE MODE.....	32
2.3 Налаштування OPC-серверу та інтеграція бази даних в систему моніторингу технологічного процесу в SCADA-системі TRACE MODE.....	34
Висновок до розділу.....	42
Розділ 3. Використання SCADA-системи TRACE MODE для ідентифікації об'єкту керування.....	43
3.1 Метод ідентифікації параметрів технологічного процесу при імітаційному моделюванні.....	43
3.2 Імітаційне моделювання параметрів технологічного процесу механічної обробки.....	53
Висновок до розділу.....	65
Розділ 4. Розробка стартап-проекту «Ідентифікація об'єктів керування з використанням SCADA-системи».....	66
4.1 Опис ідеї проекту.....	66
4.2 Технологічний аудит ідеї проекту.....	69
4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	70
4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту.....	76
4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.....	78

Висновки до розділу	80
Загальні висновки за результатами магістерської дисертації.....	82
Список літератури	84
Додатки.....	88

СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВС – виробнича система;

ГВС – гнучка виробнича система;

ММ – математична модель;

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.

ВСТУП

Актуальність роботи. Розробка АСУ ТП для механічної обробки зазвичай обмежується застосуванням програмованого логічного контролера (ПЛК), де основним принципом дії є циклічна робота, у якій контролер виконує по черзі окремі команди у такій послідовності, в якій вони записані у програмі. На початку кожного циклу програма зчитує «картину» стану входів контролера та записує їх стани (таблиця стану входів процесу). Після виконання всіх команд і визначення (підрахунку) актуального для даної ситуації стану виходів, контролер вписує стани виходів до пам'яті, що є таблицею стану виходів процесу, а операційна система виставляє відповідні сигнали на виходи, котрі управляють виконавчими механізмами. Отже всі сигнальні комбінації подаються у вхідний модуль контролера, а програма відслідковує їх картину та реагує зміною станів виходів на основі закладеного алгоритму. Дана технологія не може забезпечити контроль і моніторинг всіх систем технологічного процесу, що можливо забезпечити застосував SCADA-системи, які збирають поточну інформацію про роботу устаткування з датчиків та контролерів, первинно перетворюють її та її зберігають, представлення поточної інформації у вигляді гістограм, таблиць, графіків. Також дана система дає змогу друку звітів і протоколів про роботу одиниць устаткування, передача і введення в пристрої керування команд диспетчера, використання поточної інформації для вирішення завдань управління виробництвом, організація зв'язку з пристроями, підключеними до інформаційної мережі.

Об'єкт дослідження: технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження: геометричні параметри деталі, яка виготовляється.

Мета роботи: підвищення ефективності аналізу технологічного процесу за рахунок ідентифікації геометричних параметрів деталі, яка виготовляється, на базі SCADA-системи Trace Mode.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- проаналізувати стан ідентифікації технологічних параметрів в сфері приладобудування;
- проаналізувати засоби математичного моделювання та ідентифікації;
- встановити принцип роботи OPC-технології для збору даних;
- налаштувати інтегрування OPC-серверу в SCADA-систему Trace Mode;
- створити імітаційну модель ідентифікації геометричних параметрів деталі;
- навести методику використання ідентифікації технологічних параметрів за допомогою SCADA-системи Trace Mode.

Наукова новизна роботи полягає в наступному:

- розроблено математичну модель контролю геометричних параметрів деталі, яка виготовляється;
- створено імітаційну модель контролю протікання технологічного процесу на основі математичної моделі контролю геометричних параметрів деталі, яка виготовляється.

Практична цінність дисертаційної роботи є:

- розроблено алгоритм методу імітаційного моделювання на базі SCADA-системи Trace Mode;
- запропонована пристрій контролю геометричних параметрів деталі, яка виготовляється, що дозволяє здійснювати контроль виконання технологічних операцій механічної обробки;

- розроблено систему ідентифікації геометричних параметрів технологічного процесу в SCADA- системі Trace Mode при виготовленні деталі.

Розділ 1. Загальні питання ідентифікації параметрів технологічного процесу механічної обробки як об'єкту керування

1.1 Ідентифікація параметрів технологічного процесу механічної обробки як об'єкту керування

Сучасні підприємства це великі і складні комплекси, які використовують науково- та ресурсномісткі технологічні процеси, що займають величезні площі та керуються висококваліфікованим персоналом. З кожним збільшенням і ускладненням підприємства, ускладнюються й системи управління, як технологічними процесами, так і всім підприємством в цілому. З кожним роком людині стає все складніше виконувати функції центральної ланки в багатьох системах управління на підприємстві. Особливо це чітко виражено в тих випадках, коли контроль потрібно виконувати протягом тривалого часу та максимально концентрувати свою увагу й проявляти неймовірні здатності при пошуку можливих причин збоїв та їх локалізації. Саме тому, з кожним роком, частину функцій людини бере на себе автоматика. Автоматичні та автоматизовані системи управління можна зараз зустріти не тільки на великих гігантах промисловості, а й на невеликих приватних підприємствах і фірмах. Автоматичні системи управління (без участі людини в процесі регулювання) поки поширені мало, й на об'єктах переважно низького та середнього рівня складності, тоді як автоматизовані системи (в яких людина виконує певні функції) поширені повсюдно. Причиною цього, дуже часто, є не стільки складність реалізації системи, скільки відповідальність за якість керування.

Технологічний процес механічної обробки є сукупністю операцій з обробки або перетворення сировини, що здійснені на спеціальному обладнанні з метою отримання продукту який відповідає споживчими

властивостями. Будь-який технологічний процес характеризується набором параметрів, за значеннями яких можна сказати про його протікання. Найчастіше це геометричні параметри, витрата сировини та енергії, тощо [1].

В [3] вказано, що теоретично при розробці нових технологічних процесів передбачається, їх протікання в стаціонарному режимі, тобто параметри процесу з часом не змінюються. Насправді стаціонарний режим забезпечити неможливо внаслідок зміни характеристик сировини, властивостей обладнання, тощо.

Взаємодію об'єкта з зовнішнім середовищем пояснює схема (рис. 1.1). Вплив навколишнього середовища на об'єкт зображений стрілками, які спрямовані до об'єкту. Об'єкт, в свою чергу, також впливає на навколишнє середовище. Цей вплив продемонстровано стрілкою, яка спрямована від об'єкта та позначена символом y . Величину y зазвичай називають вихідним впливом або вихідною величиною об'єкта. Сукупність цих дій на об'єкт можливо поділити на дві групи, які залежать від величини впливу середовища на змінні стану об'єкту. До першої групи входять впливи, які перетворюють змінні стану адитивно. Це означає, що сигнали, які пропорційні впливам, підсумовуються з сигналами, які пропорційними відповідним змінним стану [2].

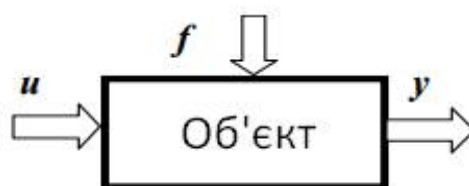


Рис.1.1. Схема взаємодії об'єкта з навколишнім середовищем

Ці дії є «вхідними» (зовнішніми) впливами. Зовнішні впливи можуть бути як корисними (сигналами u) так і перешкодами (впливами f). Інші впливи зовнішнього середовища перетворюють змінні стану об'єкта побічно. Ці дії призводять до зміни оператора об'єкта (системи) A , під яким зазвичай

передбачають закон зміни вхідних впливів у вихідні змінні об'єкту. Ця група впливів буде мати назву операторна, а впливи - операторні.

Вхідні та вихідні впливу в загальному випадку можуть бути описані функціями часу. Залежність між вхідною та вихідною функціями математично можливо записати у вигляді:

$$y(t) = A(f)u(t), \quad (1.1)$$

де $y(t)$ – це вектор вихідних координат об'єкта; $A(f)$ - оператор, який залежить від збурень (операторних впливів); $u(t)$ – вектор управління (входу). Оператор цього об'єкту являється математичною характеристикою, тобто є математичною моделлю об'єкта [4].

Математично оператори визначаються у відповідних просторах, тобто на множинах елементів, над якими проходять перетворення. Прикладами таких просторів є функції, що мають безперервні похідні до n -го порядку ($n > 0$). Множина вхідних та вихідних сигналів об'єктів і систем можуть визначатися як метричні простори. Формально оператор можна характеризувати структурою і параметрами. Таким чином, завдання ідентифікації здебільшого можна поставити як задачу визначення оператору об'єкта, який перетворює вхідні впливи у вихідні [5].

1.2 Основні задачі ідентифікації параметрів технологічного процесу

Як вже зазначалось, в загальному випадку задача ідентифікації параметрів технологічного процесу механічної обробки полягає у визначенні оператора об'єкту, який перетворює вхідний вплив у вихідний. Тому в зв'язку з цим визначають задачі (непараметричної) структурної та параметричної ідентифікації.

Структуру та вид оператора об'єкту, або іншими словами вид математичної моделі об'єкту визначають при структурній або

непараметричній ідентифікації. Після визначення математичної моделі об'єкту, проводять параметричну ідентифікацію, що є визначенням числових значень математичної моделі [5].

Задача структурної ідентифікації полягає в представленні реального об'єкту керування математичною моделлю. Від типу об'єкту залежить вибір математичної моделі. В якості математичних моделей технологічного процесу виготовлення виробів застосовують диференційні рівняння похідних. Задачу параметричної ідентифікації можливо подати в такому вигляді: нехай є спостережуваний і контрольований об'єкт, який задається рівнянням стану:

$$\begin{aligned} dx/dt &= Ax + Au, \\ y &= Cx, \\ X(t_0) &= x(0) \end{aligned} \quad (1.2)$$

де B – n -мірний стовпчик, а C – n -мірний рядок, A – матриця розмірністю $n \times n$. Елементи векторів – невідомі числа. Тому завданням ідентифікації є визначення цих чисел.

Далі під ідентифікацією будемо розглядати визначення параметрів технологічного процесу механічної обробки, приймаючи до уваги, що рівняння моделей є готовими, при цьому задаються за допомогою структурної схеми об'єкта (рис. 1.2), тобто розглядати параметричну ідентифікацію [6].

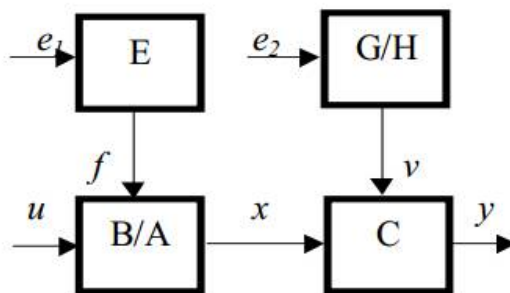


Рис. 1.2 Узагальнена структурна схема об'єкта

На схемі є наступні позначення:

- u та y – вхідний та вихідний сигнали, що спостерігаються при виконанні технологічного процесу;
- x – скрита змінна, що не спостерігається і оцінюється опосередковано по сигналам u та y , які отримують в результаті перетворення операторами A , B і H ;
- A , B , C , G , E та H – оператори, вид яких є відомим, але є невідомими значення параметрів.

Задачами ідентифікації являється:

1. визначення характеристик технологічного процесу механічної обробки (по значенням u та y знайти оператори A , B і C);
2. створення випадкових сигналів з відомими характеристиками, або знаходження характеристик сигналів (по значенню f та v визначить оператор E або G , H);
3. спостереження за прихованими змінними, або визначення змінних стану (по значенням u та y , відомим операторам A , B , C , E , G та H визначити значення x) [7].

Формально оператори характеризуються структурою та параметрами. Таким чином, задачу ідентифікації технологічного процесу механічної обробки можна поставити як задачу визначення оператору об'єкта, який перетворює вхідні впливи в вихідні.

1.3 Непараметрична ідентифікація

Широко використовується також рівняння зв'язку між входом та виходом типу інтегралу згортки (інтеграл Дюамеля):

$$y(t) = \int_0^t x(\tau)w(t-\tau)d\tau = \int_0^t w(\tau)x(t-\tau)d\tau \quad (1.3)$$

де $w(x)$ – функція ваги об’єкту, тобто реакція об’єкту на вхідний сигнал у вигляді функції:

$$\delta(t) = \begin{cases} 0, & \text{при } t \neq 0 \\ \infty, & \text{при } t = 0 \end{cases}; \quad \int_{-\infty}^{+\infty} \delta(t) dt = 1 \quad (1.4)$$

Диференційне рівняння (ДР) та передаточна функція є найбільш загальними формами зв’язку між змінними стану на вході та виході лінійної системи. Але в реальних умовах часто спостерігаються тільки сигнали керування та реакції системи, по яким необхідно отримати рівняння зв’язку.

Таким чином, за допомогою експерименту можливо отримати графік, який визначає частинний розв’язок при певному сигналі. Після апроксимації аналітичним вираженням отримані реалізації, можна побудувати ДР заданої структури і записати його в одній із форм, які приведені вище (тобто отримати модель об’єкту).

Велике розповсюдження отримали методи ідентифікації детермінованих об’єктів шляхом визначення перехідної характеристики $h(t)$ по кривій розгону при ступінчатій зміні управління на вході.

$$h(t) = \frac{y(t) - y_0}{u - u_0}; \quad (1.5)$$

де $y(t)$ – зміна вихідної величини об’єкту при подачі на його вхід ступінчатого управління u (крива розгону), y_0 та u_0 усталені значення виходу та входу об’єкта до початку проведення експерименту.

Якщо об’єкт керування не допускає зміну вихідної координати, то на його вхід замість ступінчатого впливу подають одиничний імпульс або серію імпульсів.

При проведенні експерименту по зняттю кривої розгону необхідно ретельно ізолювати об’єкт від випадкових збурень, намагатися, як можна точніше відтворити задану форму обурення на вході, дублювати проведення

експериментів по зняттю кривої розгону для різних початкових значень y_0 та u_0 .

Розглянемо визначення передаточної функції об'єкту по кривій розгону логарифмічним методом. Перевага цього методу складається в тому, що результати ідентифікації виходять у вигляді аналітичного виразу, який добре піддається подальшій машинній обробці. Методика ідентифікації в цьому випадку [8] полягає в апроксимації перехідної характеристики аналітичним виразом типу:

$$h(t) = k_0 + \sum_{k=1}^n C_k e^{-p_k t}, \quad (1.6)$$

де $k = \frac{y(\infty) - y_0}{u - u_0}$ – коефіцієнт передачі об'єкту, $y(\infty)$ – встановлене значення вихідної величини об'єкту, що відповідає частинному рішенню його ДР і обумовлене вимушеним рухом під дією вхідного сигналу, інші складові визначають вільні рухи та представляють загальне рішення однорідного ДР об'єкту, C_k – постійні інтегрування.

Припустимо для визначеності, що в (1.6) є один дійсний корінь, два комплексно сполучених і два кратних корені. Якщо прологарифмувати (1.6), то отримаємо

$$z = \ln[h(t) - k_0] = \ln \left[\sum_{k=1}^n C_k e^{p_k t} \right] \quad (1.7)$$

Для стійкого об'єкту вільні рухи з плином часу йдуть до нуля, причому час перехідного процесу буде визначатися коренем, який має мінімальну дійсну частину (наприклад, дійсним коренем). Тоді починаючи з деякого моменту часу складові в (1.7), що мають великі дійсні частини можна знехтувати та приблизно записати

$$z = \ln[h(t) - k_0] \approx \ln C_1 + p_1 t \quad (1.8)$$

Якщо тепер в напівлогарифмічному масштабі побудувати графік рівняння (1.7), відкладаючи на осі абсцис час, а на осі ординат $z = \ln[h(t) - k_0]$, тоді невідомі коефіцієнти C_1 та p_1 легко визначити графічно, як показано на рис. 1.3

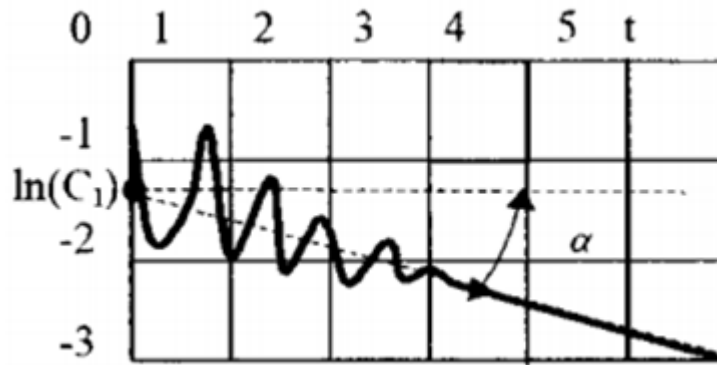


Рис.1.3. Графік кривої розгону в напівлогарифмічному масштабі

Ордината асимптоти при $t=0$ дорівнює $\ln(C_1)$, а $p_1 = \tan(\beta)$. Після чого з (1.8) можна виключити один доданок, який відповідає дійсному кореню, тоді:

$$z_1 = \ln(h(t) - k_0 - C_1 e^{p_1 t}) = \ln\left[\sum_{k=1}^4 C_k e^{p_k t}\right], \quad (1.9)$$

Аналогічно, починаючи з деякого моменту часу складовими в (1.9), які мають великі дійсні частини можна знехтувати та наближено записати:

$$h(t) - k_0 - C_1 e^{p_1 t} \approx C_2 e^{-\lambda t} \sin(\omega t + \varphi) \quad (1.10)$$

Якщо прологарифмувати, отримаємо:

$$z_1 = \ln[h(t) - k_0 - C_1 e^{p_1 t}] \approx \ln(C_2) - \lambda t + \ln[|\sin(\omega t + \varphi)|] \quad (1.11)$$

Рівняння прямої на графіку (рис.1.3), що проходить через точки в яких $\sin(\omega t + \varphi) = 1$ має вигляд:

$$z_1 \approx \ln(C_2) + \lambda t \quad (1.12)$$

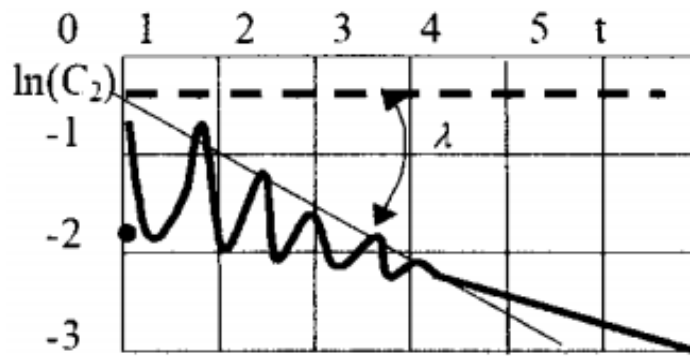


Рис. 1.4. Графік розгону кривої в напівлогарифмічному масштабі

Невідомі параметри C_2 та λ знаходяться, так як і в попередньому випадку. Кругову частоту C_0 і початкову фазу φ можна визначити із очевидної умови

$$\begin{aligned} \sin(\omega t + \varphi) &= \pm 1 \\ \frac{\pi}{2} + (i-1)\pi &= \omega t_i + \varphi, \end{aligned} \quad (1.13)$$

де t_i – значення часу, при якому ординати перехідної характеристики приймають екстремальні значення.

Якщо мінімізувати квадрат невязки (1.13) по C_0 та φ отримаємо систему алгебраїчних рівнянь для їх визначення.

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m t_i^2 f + \sum_{i=1}^m t_i b &= \frac{1}{4} \sum_{i=1}^m (2i-1) t_i \\ \sum_{i=1}^m t_i f + mb \frac{1}{4} \sum_{i=1}^m (2i-1), \end{aligned} \quad (1.14)$$

де $f = C_0 / 2t_i$ – невідома частота, $b = \varphi$ – відносна фаза, mb – число екстремальних значень перехідної характеристики.

Коефіцієнти останніх складових від коренів, що кратні двом, в рівнянні перехідної характеристики (1.5) отримують із виразу аналогічного (1.8):

$$z_2 = \ln[h(t) - k_0 - C_1 e^{p_1 t} - C_2 e^{-\lambda t} \sin(\omega t + \varphi)] = \ln \left[\sum_{k=1}^2 C_k e^{p_k t} \right] \quad (1.15)$$

Приблизно при великих t можна записати

$$z_2 \approx \ln(C_3) + \ln(t) + pt, \quad (1.16)$$

де $p=p_4=p_5 \sim$ корінь двійної кратності.

Асимптотою цього рівняння буде пряма, тангенс кута нахилу якого буде дорівнювати p .

Якщо тепер побудувати в логарифмічних координатах функцію $z_2 - pt$, то її асимптотою буде $\ln(C_3) + \ln(t)$. Тангенс кута нахилу асимптоти дає кратність кореня. Ордината асимптоти при $t=0$ дорівнює $\ln(C_j)$.

Знаючи корні виразу для перехідної характеристики неважко визначити і передаточну функцію через перетворення Лапласа.

$$W(p) = pL[h(t)] = p \int_0^{\infty} h(t) \cdot e^{-pt} dt \quad (1.17)$$

Задовільні результати при використанні цього методу виходять в тому випадку, якщо корні характеристичного рівняння стоять далеко один від одного. Бажано, щоб кожний наступний корінь був в 2-3 рази менше попереднього. Також необхідно враховувати, що якість ідентифікації знижують випадкові перешкоди, які спотворюють реакцію об'єкта і не точність апроксимації об'єкту лінійної моделі.

1.4 Параметрична ідентифікація

При моделюванні динамічних систем всі числові характеристики досліджуваного процесу можливо розбити на два класи: ті, що не змінюються під час процесу (константи), і відповідно ті, що змінюють своє значення (змінні). В свою чергу, в кожному з цих класів можна виділити ва підкласи: числові характеристики, які можуть бути виміряні лабораторними методами під час експерименту (вимірювані константи та змінні), та характеристики, які взагалі не можуть бути виміряні на сучасному рівні

розвитку науки, або їх вимірювання дуже трудомістке та дороге (не вимірювані константи та змінні).

На першому етапі побудови математичної моделі (ММ) будь-якого процесу необхідно вибрати загальну структуру моделі і клас рівнянь, якими передбачається описати необхідний процес, тобто вирішити так звану задачу **структурної ідентифікації**. Що стосується вибору структури моделі, то її складність визначається кінцевими цілями дослідження, теоретичними міркуваннями про механізм процесів і, не в останню чергу, можливостями вимірювань під час експерименту та можливостями забезпечення обробки результатів.

Коли структура моделі та клас рівнянь визначені, необхідно визначити числові значення констант, що увійшли в рівняння ММ.

На цьому етапі побудови ММ з'являється задача знаходження числових значень не вимірюваних констант по вже наявним експериментальним даним, тобто по значенням вимірюваних змінних (відгукам). Дана задача називається задачею **параметричної ідентифікації**.

Метою рішення задачі параметричної ідентифікації є підбір таких чисельних значень невідомих констант моделі, при яких рішення задачі відповідало би, в деякому сенсі, експериментальним даним, причому знайдені значення констант не повинні суперечити фізичному сенсу і теоретичним міркувань.

Загальна постановка задачі параметричної ідентифікації

Нехай математична модель процесу представлена у вигляді

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = f(t, x, a), x(0) = x_0 \\ y(t) = g(t, x) \end{cases}, \quad (1.18)$$

де t – незалежна змінна (час) $x(t) = (x_1(t), \dots, x_n(t))^T$ – внутрішні змінні моделі.

Необхідність вводу вектору спостережень y зв'язана з тим, що, як правило, математична модель процесу будується в термінах, які не завжди

піддаються прямому вимірюванню. Функція g виражає переміні, що піддаються вимірюванню (відгуки), через змінні, що приймають участь у побудові моделі. Інше кажучи, в термінах змінних x і функції f описується модель досліджуваного процесу, а в термінах змінних y і функції g описується модель вимірювань. Причому функція g необов'язково задає взаємно однозначну відповідність між внутрішніми змінними x та відгуками y .

Далі, нехай протягом часу $[0, T]$ проводились експериментальні спостереження за поведінкою досліджуваного процесу і в ході експерименту були отримані значення відгуків в деякі моменти часу була складена матриця спостережень

$$W = \begin{pmatrix} y_{11} & \dots & y_{1s} \\ \dots & \dots & \dots \\ y_{m1} & \dots & y_{ms} \end{pmatrix}_{m \times s}, \text{ де } y_{ij} = y_i(t_j), i = \overline{1, m}, j = \overline{0, s} \quad (1.19)$$

Задачу параметричної ідентифікації математичної моделі по експериментальним даним W можливо визначити як задачу пошуку таких числових значень параметрів при яких розрахункові значення відгуків моделі найкращим чином узгоджувалися б с експериментально отриманими. Систему рівнянь (1.17) можна переписати в операторній формі. Получимо:

$$y = M\alpha, \quad (1.20)$$

де оператор M являється суперпозицією функцій f , g та оператора інтегрування задачі Коші системи (1.17).

1.5 Основні поняття та задачі SCADA-систем

Використання SCADA-технологій дає змогу забезпечити високий рівень автоматизації на підприємствах, а саме в розробці систем керування, опрацювання, зберігання і показу інформації. Найбільш використовуване

розуміння SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерське керування та збір даних) – додатки до програмного комплексу, який забезпечує здійснення вказаних вище функцій, а також інструментальних засобів для створення цього програмного забезпечення. Але частіше SCADA-систему вважають як програмно-апаратні комплекси, які дають змогу створювати АСУ ТП в клієнт архітектурі [9].

Деколи до SCADA-систем також додається програмне забезпечення для можливості програмування промислових контролерів. Ці SCADA-системи мають назву інтегровані та додають приставку SoftLogic. Простота людино-машинного інтерфейсу програми (HMI/MMI (Human Machine Interface – людино-машинний інтерфейс; Man-Machine Interface – інтерфейс взаємодії людини з обладнанням)), що надаються SCADA-системами, зрозумілість та наочність інформації, простота керування, зручність в використанні допоміжних підказок – значно покращує взаємодію диспетчера з системою і зменшує критичні помилки в керуванні [10].

Потрібно зазначити, що основу SCADA-системи складає автоматизована розробка систем управління та дає змогу знайти рішення задачам, які тривалий час були без рішення: зменшення терміну розробки проектів по автоматизації та фінансові затрати на розробку.

На даний час SCADA є найперспективнішим методом автоматизованого керування динамічними системами. SCADA-системи – це програмне забезпечення, яке має напрямок на забезпечення інтерфейсу між диспетчером та системою управління [11].

Спектр функціональних можливостей вбудований майже у всіх пакетах SCADA-систем. Можемо перерахувати всі ключові засоби, що наявні в більшості систем з різницею тільки в особливостях реалізації:

- автоматизована розробка, яка надає змогу створити програмне забезпечення автоматизації без важкого програмування;

- засоби збору базової інформації з контролерів та пристроїв нижчого рівня;
- засоби керування та запису сигналів, що свідчать про аварійні ситуації;
- засоби збереження інформації з функцією пост-обробки;
- засоби прийняття та перетворення початкової інформації;
- засоби надання інформації у візуальному вигляді (графіки, діаграми, тощо).

SCADA-системами вирішують такі задачі:

1. Обмін інформацією з обладнанням, що забезпечує зв'язок, та об'єктом в реальному часі.
2. Можливість опарювання інформації в реальному часі.
3. Показ інформації в зрозумілому для людини вигляді (HMI).
4. Створення звітів про протікання технологічного процесу.
5. Мережевий зв'язок між SCADA та ПК.
6. Підтримка зв'язку зі сторонніми додатками [12].

1.6 Особливості проектування АСУ ТП в SCADA-системі TRACE MODE

Інструментальна система SCADA TRACE MODE дозволяє створювати проект АСУ ТП в ідеології єдиної лінії програмування, коли всі завдання проекту вирішуються єдиним інструментом, а всі дані зберігаються в єдиній СУБД розподіленого проекту. Інструментальні засоби включають: редактор представлення даних (РПД), редактор бази каналів (РБК) і редактор шаблонів звітів (РШ). Редактор представлення даних (РПД) - інструмент розробки екранних форм операторської інтерфейсу SCADA/HMI. У РПД під всі вузли проекту АСУ ТП будуються графічні екрани, формуються статичні мнемосхеми процесу та створюється їх динамізація [13].

Редактор бази каналів (РБК) – інструмент, що дає можливість розробки розподіленої бази даних реального часу проекту АСУ ТП. В РБК:

- підключаються вузли проекту TRACE MODE - операторські станції і контролери;
- відбувається налаштування контролерів та плат введення/виведення;
- до складу РБК входить бібліотека вбудованих безкоштовних драйверів PLC і плат УСО, що включає більше 1500 пристроїв;
- створюються технологічні кордони і повідомлення, проводиться програмування алгоритмів керування на мовах Techno FBD TechnoLD і Techno IL;
- можливість гарячого резервування серверів SCADA та налаштування зв'язку між базами даних та додатками [14, 15].

В системі TRACE MODE монітори реального часу обмінюються інформацією через локальну мережу; послідовний інтерфейс RS; радіоканал; мережі GSM. При цьому можуть з'явитися як вертикальні зв'язки (між рівнями), так і горизонтальні (між вузлами одного рівня). Наприклад, при необхідності зв'язку двох каналів різних вузлів по RS необхідно створити в вузлах компоненти СОМ-порт, задати для них необхідні параметри і вказати для каналу-приймача використовується інтерфейс зв'язку [16, 17].

Опублікована специфікація OPC – набір документів, що визначає правила для реалізації взаємодії. Досить багато програм-клієнтів може отримувати дані з різних джерел і робити їх доступними для драйверів різних розробників [18].

Технологія OPC має 2 класи програм: OPC-сервер (OPC server), який безпосередньо взаємодіє з апаратурою телемеханіки, і OPC-клієнт (OPC client), який одержує дані від OPC-сервера для подальшої обробки та передає в OPC-сервер команди керування [19].

Технологія OPC в промисловості має наступні плюси:

- Незалежність в застосуванні систем диспетчеризації від використовуваного в конкретному проекті обладнання.
- Розробники програмного забезпечення можуть не модифікувати свої продукти через оновлення устаткування.
- Замовник має вільний вибір між постачальниками обладнання, та може інтегрувати це обладнання в інформаційну систему підприємства, яка може охоплювати всю систему виробництва [20].

Висновки до розділу

Аналіз задач ідентифікації технологічного процесу показав, що задачею ідентифікації є визначення параметрів технологічного процесу, де основною задачею є структурна та параметрична ідентифікації. Вид математичної моделі об'єкту визначають при структурній ідентифікації, а при визначенні математичної моделі об'єкту, проводять параметричну ідентифікацію, що визначає числові значення математичної моделі.

Також аналіз особливостей проектування показав, що для швидкого переходу на нові стандарти виготовлення продукції, забезпечення гнучкості при виробництві використовують гнучкі комп'ютеризовані виробничі системи, недоліком яких є поділ завдань планування і управління виробництвом на два рівня. Інформаційна база цих завдань має бути єдиною. Клієнт-серверна технологія дозволяє розділити клієнтські частини завдань управління і планування виробництва на два рівня: підприємства і цеху. За допомогою використання SCADA-системи TRACE MODE можливо використовувати загальні сервери бази даних і додатків, а клієнтські місця розподілити по цехам і заводоуправлінню, тобто це дозволяє легко і зручно виконувати перехід на виробництво іншого виду продукції для механічної обробки.

Розділ 2. OPC стандарт обміну технологічними даними

2.1 Технологія OPC обміну даними

OPC (OLE for Process Control) — технологія зв'язування і впровадження об'єктів для систем промислової автоматизації. Технологія OPC визначає спосіб обміну даними між двома програмами. Розроблена міжнародною організацією OPC Foundation як промисловий стандарт для взаємодії програм, що обслуговують комплекси телемеханіки різних виробників. Опублікована специфікація OPC – набір документів, що визначають правила для реалізації взаємодії [21].

Досить багато програм-клієнтів можуть отримувати дані від різних джерел і робити їх доступними для драйверів розробників. Але при цьому виникають проблеми:

- Кожна програма диспетчеризації повинна мати драйвер для конкретного пристрою АСУ.
- Виникають конфлікти між драйверами різних розробників, що призводить до того, що деякі режими або параметри роботи обладнання не підтримуються всіма розробниками ПЗ.
- Модифікації обладнання можуть призвести до втрати функціональності драйвера.
- Конфлікти при зверненні до пристрою – різні програми диспетчеризації не можуть отримати доступ до одного пристрою одночасно через використання різних драйверів [22].

Виробники обладнання намагаються вирішити цю проблему за допомогою розробки додаткових драйверів. Але ці намагання зустрічають супротив розробників систем диспетчеризації, які повинні ускладнювати свої клієнтські протоколи.

OPC проводить чітку лінію між виробниками обладнання і розробниками драйверів. Дана технологія представляє механізм збору даних із різних джерел і передачу цих даних до будь-якої клієнтської програми незалежно від виду використовуваного обладнання. Це дозволяє розробникам зосередитись на продуктивності та оптимізації серверної частини, котра відповідає за збір даних.

Технологія OPC визначає 2 класи програм: OPC-сервер (OPC server), який безпосередньо взаємодіє з апаратурою телемеханіки, та OPC-клієнт (OPC client), якому приходять дані від OPC-сервера для опрацювання та передає назад в OPC-сервер команди керування.

Використовуючи специфікацію OPC, виробники апаратних засобів мають змогу розробити програму-сервер, яка забезпечує доступ до даних програмам-клієнтам різних виробників програмного забезпечення. В свою чергу, виробники ПЗ мають можливість отримувати дані для обробки від декількох різних систем по стандартному інтерфейсу.

Структурна схема взаємодії між обладнанням, серверним і клієнтськими програмами показана на рис. 2.1.

Як видно зі схеми, програма OPC-сервер виконує взаємодію з обладнанням, використовуючи апаратні інтерфейси, що забезпечують доступ до даних.

Програма OPC-клієнт отримує дані через інтерфейс серверу та виконує їх комплексну обробку — використовує для візуалізації, будує графіки, виводить на друк, зберігає на диску, тощо.

Програми можуть взаємодіяти по технології OPC на одній і тій ж ЕОМ, так і на різних, взаємодіючи через локальну мережу (при цьому OPC-сервер повинен працювати під ОС класу Windows NT).

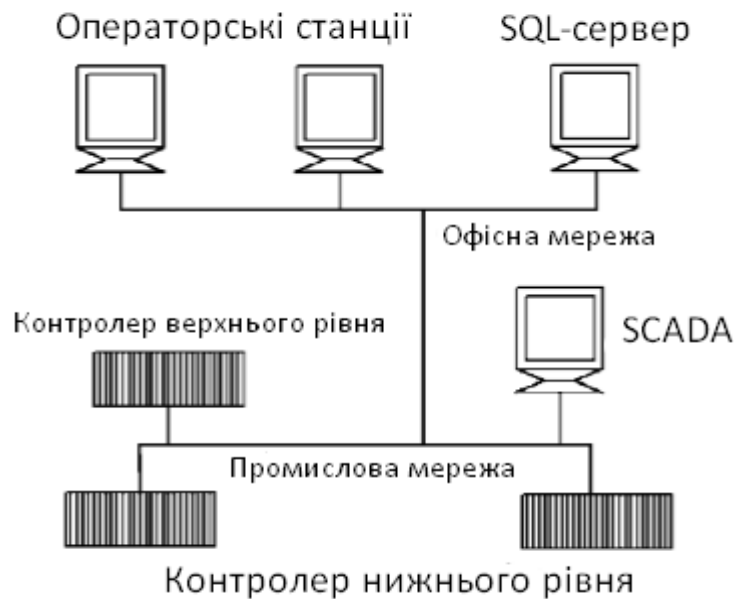


Рис.2.1. Структурна схема OPC взаємодії

OPC був розроблений для забезпечення доступу клієнтської програми до нижнього рівня технологічного процесу в найбільш зручній формі. Широке розповсюдження технології OPC в промисловості мають наступні переваги:

- Незалежність в використанні систем диспетчеризації від використовуваного в конкретному проекті обладнання.
- Розробники програмного забезпечення не повинні постійно модифікувати свої продукти через модифікації обладнання або випуску нових деталей.
- Замовник отримує свободу вибору між постачальниками обладнання, а також має можливість інтегрувати це обладнання в інформаційну систему виробництва, керування та логістики [23].

OPC – набір стандартів, де кожен стандарт має набір функцій конкретного значення. Поточні стандарти:

1. OPC DA (Data Access). Це основний і найбільш популярний стандарт. Описує набір функцій обміну даними в реальному часі ЧПК, ЛМІ, РСК та іншими пристроями.

2. OPC AE (Alarms & Events). Представляє функції повідомлення по запиту про різноманітні події: дії оператора, інформаційні та аварійні повідомлення, тощо.

3. OPC Batch. Представляє функції крокового та рецептурного керування технологічним процесом.

4. OPC DX (Data eXchange). Представляє функції організації обміну даними між OPC-серверами через мережу.

5. OPC HDA (Historical Data Access). Надає можливість доступу до даних, які змінюються в реальному часі. Дає доступ до уже збережених даних.

6. OPC Security. Надає права доступу для клієнтів до даних систем управління через OPC-сервер.

7. OPC XML-DA (XML-Data Access). Представляє гнучкий та керований правилами формат обміну даними через HTTP.

8. OPC UA (Unified Architecture). Нова специфікація, яка не базується на технології Microsoft COM, що представляє кросс-платформену сумісність.

Різновиди OPC-серверів:

- OPC поверх драйвера. Якщо є обладнання, наприклад плата АЦП (аналого-цифровий перетворювач), що управляється через драйвер на комп'ютері з Windows або іншою ОС, та підтримує COM/DCOM (Component Object Model, або Модель Складових Об'єктів / мережеве розширення DCOM Distributed COM, або Розподілена COM), це найголовніший кандидат на те, щоб безпосередньо поверх драйверу був реалізований OPC-сервер. Заміна пристрою не потребує зміни інших додатків: драйвер змінився, але OPC-інтерфейс поверх нього залишається попередній. Якщо пристрій управляється через який-небудь мережевий протокол, в цьому випадку доцільна реалізація OPC-

серверу, який отримує дані по цьому протоколу. Єдиний виняток в цьому випадку передбачити механізми відновлення зв'язку в разі збоїв.

- OPC для ОС. Декілька складніша схема, коли деякі керуючі додатки працюють на комп'ютері, де не працюють COM/DCOM. В цьому випадку можлива реалізація двох-компонентного OPC-серверу. На боці ОС, яка не має можливості підтримки технології COM, необхідно встановлювати мережевий модуль, який з однієї сторони зв'язаний з додатками, а з іншої через мережу з OPC-сервером. Мережевий модуль може бути стандартним, тоді необхідно розробляти тільки OPC-сервер.
- Ще один різновид OPC-сервера шлюз до мережі польової шини, такої як Profibus або Lonworks. З погляду реалізації це дуже схоже на попередні випадки. На комп'ютері з ОС Windows встановлений адаптер fieldbus-мережі, а OPC-сервер буде працювати з цією мережею через драйвер адаптера [24].

2.2 OPC-сервер вводу/виводу SCADA-системи TRACE MODE

В склад розглянутого раніше програмного комплексу TRACE MODE входять інструменти для формування та вимірювання складу серверу вводу/виходу, що забезпечує обмін даними з системами автоматики і телемеханіки та доступ до технологічної інформації по стандартному інтерфейсу OPC. OPC-сервер – технологічний сервер вводу/виводу, є обов'язковою частиною проекту автоматизації. Головною функцією серверу вводу/виводу інформації являється забезпечення обміну даними з системами автоматики і телемеханіки. OPC-сервер виконує безперервний контроль технологічного процесу, циклічно контролюючи системи автоматики та телемеханіки. Крім того, сервер вводу/виводу може виконувати контроль по протоколу пристроїв сторонніх виробників, які підключені до послідовного інтерфейсу комп'ютеру. Окрім цього технологічний сервер вводу/виводу

забезпечує отримання даних від сторонніх систем автоматизації. Якщо стороння система реалізує функції OPC-сервера, то технологічний сервер може обмінюватись з нею інформацією, зайнявши позицію OPC-клієнта. В інших випадках можливий обмін даними за допомогою файлів абстрактного формату. Також сервер вводу/виводу забезпечує логічну обробку технологічних даних, генерує повідомлення та веде журнал [25].

Основними функціями серверу вводу/виводу являється:

- збір даних від контролерів і передача керуючих впливів підлеглим пристроям;
- перерахунок значень, що отримуються з контролера, з фізичних одиниць вимірювань в інженерні;
- представлення доступу до всієї оперативної інформації по інтерфейсу OPC DA;
- обмін даними зі сторонніми OPC-серверами;
- відслідковування правдивості технологічних сигналів;
- логічна обробка технологічних сигналів;
- генерація повідомлень про події, що відбуваються в системі, трансляція в локальну мережу;
- ведення історичного журналу подій;
- збереження історії зміни технологічних сигналів;
- резервування серверів вводу/виводу зі синхронізацією історичних даних;
- резервування історичної інформації.

Склад серверу може змінюватися в залежності від призначення проекту автоматизації для кого він реалізовується. Така структура економічно вигідна, тому що, користувач вибирає тільки необхідні модулі. Розширення системи представляє собою тільки процес підключення необхідного модуля та його налаштування. Число клієнтських комп'ютерів, що підключаються до серверу необмежене. Сервер вводу/виводу функціонує в операційній

системі Microsoft Windows. Запуск, зупинку та конфігурацію серверу може здійснювати тільки користувач з правами адміністратора операційної системи.

2.3 Налаштування OPC-серверу та інтеграція бази даних в систему моніторингу технологічного процесу в SCADA-системі TRACE MODE

В SCADA-системі TRACE MODE використовується конфігурація блоку OPC-клієнтів в моделі, що визначає поведінку для OPC помилок та подій, а також установку в реальному часі. Під час моделювання, модель виконується в псевдо реальному часі, що автоматично сповільнює моделювання. Можливо використовувати конфігурацію блоку для визначення поведінки необхідно запускати симуляції більш повільними темпами в порівнянні з системними годинами.

OPC-сервер Data Access об'єднує наступні типи об'єктів: OPC-сервер, OPC-група та OPC-комірка. OPC-сервер забезпечує інформацією реальний сервер і являється сховищем всіх даних. OPC-група забезпечує інформацією учасників групи і представляє механізм оновлення і логічної організації OPC-комірок. OPC-комірки забезпечують зв'язок джерела даних з сервером. Це означає, що OPC-комірка не представляє реальне джерело даних, але містить відповідну адресу в конфігурації серверу [26].

Розглянемо приклад використання OPC Tool, графічного користувацького інтерфейсу (GUI) для реєстрації даних із OPC-серверу для аналізу та візуалізації:

Запуск OPC інструментів GUI. В GUI відображаються хости, сервери, інструментарій створених об'єктів. На наступному рисунку (рис. 2.2) показані основні компоненти із OPC інструментів GUI.

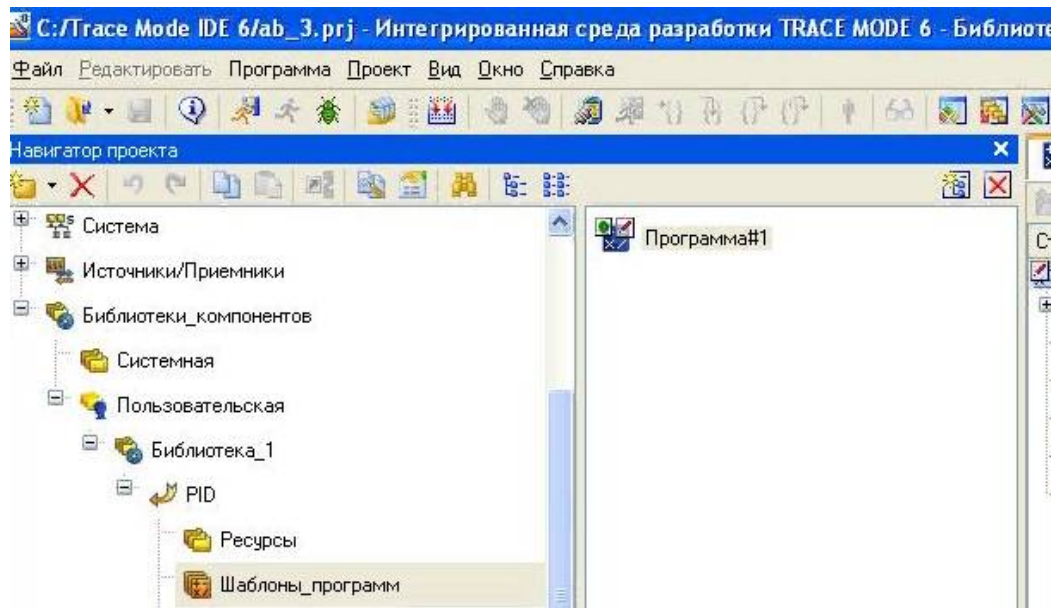


Рис.2.2. OPC інструмент графічного інтерфейсу користувача

Вказання OPC Server. На цьому етапі отримуємо дві частини інформації про те, що інструментарій повинен однозначно визначити OPC-сервер до якого хочемо отримати доступ. Можна використовувати цю інформацію при створенні OPC Data Access клієнту об'єкта (opeda). Перша частина інформації, що потрібна — це ім'я хосту серверу комп'ютеру. Ім'я хосту, що з'явилося, означає, що комп'ютер в мережі, та використовується OPC Data Access протоколом, який визначає наявні OPC-сервери на цьому комп'ютері, а також для підключення комп'ютера до серверу.

Друга частина інформації, яка потрібна — OPC-сервер. Хоча мережевий адміністратор зможе представити вам список ідентифікаторів серверу для хосту, можна запрошувати всі доступи OPC-серверу. Використання OPC інструментів GUI можливо переглядати використовуючи наступні кроки:

1. В панелі хости і OPC-сервери необхідно додати хост. Для цього необхідно ввести ім'я хосту. В цьому випадку можна використовувати «локальний» псевдонім. На ім'я буде додано до OPC мережи дерева, і

OPC серверів, що встановлені на хост, які будуть автоматично знайдені і добавлені в дерево.

2. Створення OPC Data Access клієнту об'єкта. Як тільки визначено ім'я та ID-серверу із OPC-серверу можна створити opcsda клієнт об'єкту. Клієнт контролює стан підключення до серверу (наприклад, повідомлення про зміну стану даних), в журналі подій. В opcsda клієнту об'єкт також містить деякі доступи до даних груп об'єктів, які створюються. З OPC інструментів GUI, можливо створювати клієнт безпосередньо без панелі хостів і OPC серверів.

3. Підключення до OPC Server. OPC Data Access клієнти об'єкту автоматично не підключені до серверу, якщо вони створені. Це дає змогу повністю налаштувати OPC інструменти об'єкту ієрархії (клієнт з групами та елементами) перед підключенням до серверу, або без серверу. Для підключення клієнту до серверу, можна використовувати OPC об'єкти панелі інструментів, як показано на рис. 2.3.

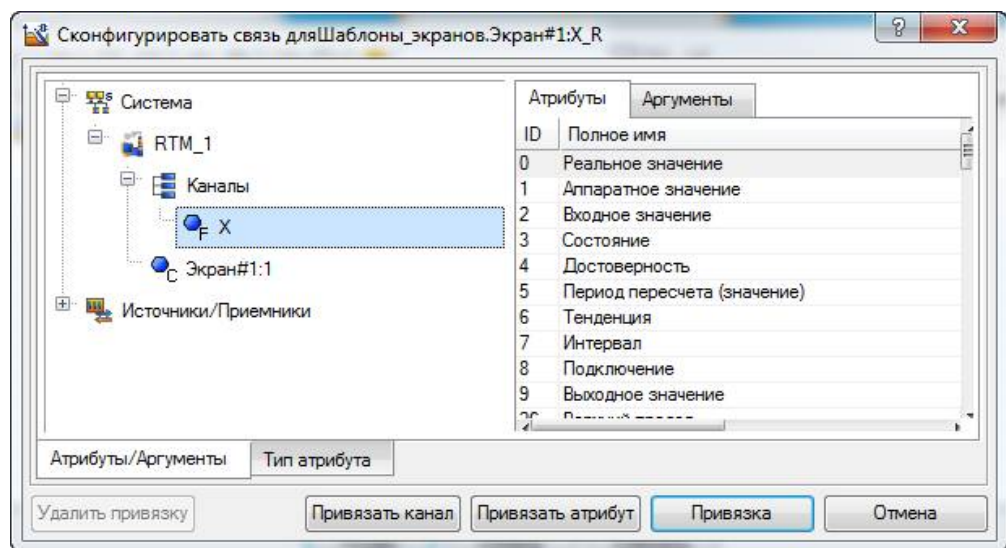


Рис.2.3. OPC об'єкти інструментів

Підключення в OPC об'єктів в панелі інструментів. Якщо клієнт має можливість підключення до серверу, тоді значок для цього клієнту в OPC

інструментів дерево буде змінюватись, щоб показати, що клієнт підключений. Якщо клієнт не може підключитись до серверу, з'являється повідомлення про помилку. При підключенні клієнту opcda об'єкту до серверу, що зв'язані з цим клієнтом, сервери вузда Hosts і OPC-сервера. Приклад зв'язку з клієнтом показаний на рис. 2.4.



Рис. 2.4. Приклад підключення клієнту до OPC Server

В OPC Server властивості мають таку діагностичну інформацію, як, наприклад, підтримка OPC Data Access інтерфейсів, час, коли сервер був запущений та поточний стан сервера.

4. Створення OPC Data Access груп об'єктів (рис. 2.5.). Створення Data Access груп об'єктів (об'єкти dagroup) для контролю і підтримки об'єктів із пункту Data Access (daitem об'єктів). Щоб створити dagroup об'єкт, необхідно додати групу в OPC об'єкти панелі інструментів. Група створена і автоматично названа.

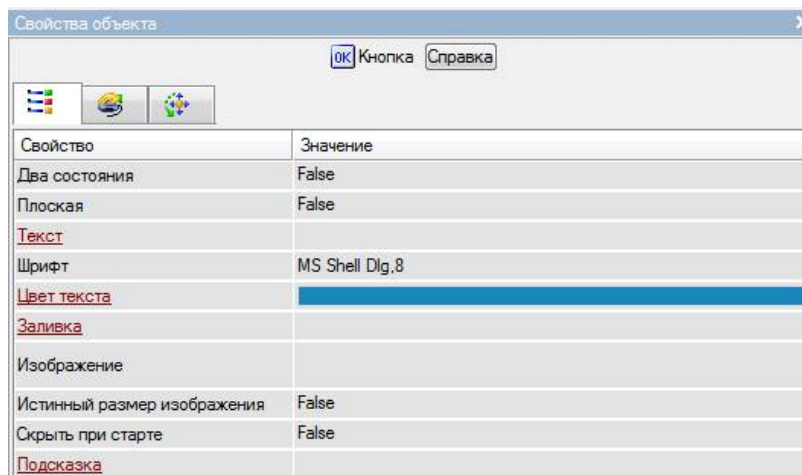


Рис. 2.5. Пример OPC Data Access

Після додавання елементів до цієї групи, можливо контролювати елементи, читати значення з серверу для всіх елементів в групі, а також реєструвати дані з використанням dagroup об'єкта.

SCADA система ТМ 6 як єдина інтегрована середовище розробки та диспетчеризації, яка об'єднує в собі більше 10 різних редакторів проекту АСУ ТП і АСУП, за своєю функціональністю давно вже переросла рамки традиційної SCADA: вбудована підтримка найбільш популярних програмних інтерфейсів- ODBC, OPC, DDE, що забезпечують інтеграцію із зовнішніми базами даних (БД) і іншими додатками; вбудований редактор SQL-запитів для полегшення налаштування взаємодії з базами даних, тощо. Стандарт ODBC дозволяє організувати взаємодію як з потужними реляційними СУБД, такими як Oracle або MS SQL Server, так і з популярною СУБД MS Access. До складу серверів ТМ 6 входить OPC-клієнт, що дозволяє отримувати дані з будь-якого OPC-сервера, що дозволяє підключати зовнішні додатки, об'єкти управління АСУ ТП і інші SCADA-системи до контролерів і ПК, що працюють під управлінням ТМ 6. Модель інтеграції БД ТМ 6 в систему моніторингу технологічного процесу механічної обробки представлена на рис. 2.6.

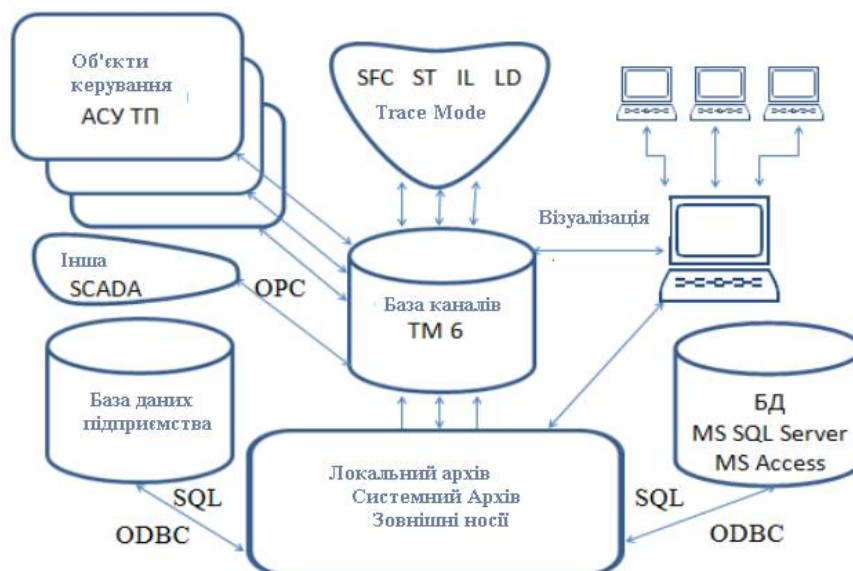


Рис 2.6. Модель інтеграції БД ТМ 6 в систему моніторингу технологічним процесом

В рамках створення інтелектуального моніторингу технологічного процесу в середовищі MS SQL розроблена БД, яка підключається до системи Trace Mode по протоколу ODBC3 (рис. 2.7).

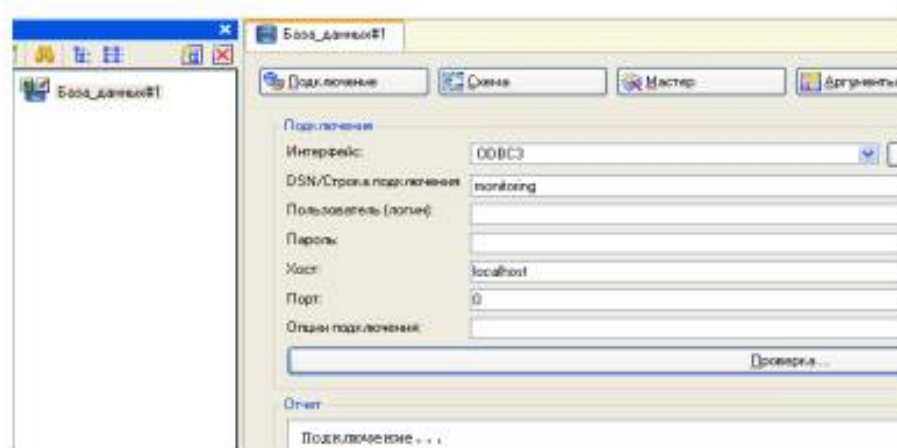


Рис. 2.7. Підключення до БД по протоколу ODBC3

У режимі реального часу через вхідні аргументи в SQL-запит передаються дані з каналів ТМ 6, виконуються запрограмовані транзакції

через стандартний інтерфейс ODBC, а потім отримані результати передаються через вихідні аргументи назад в канали (рис. 2.8)

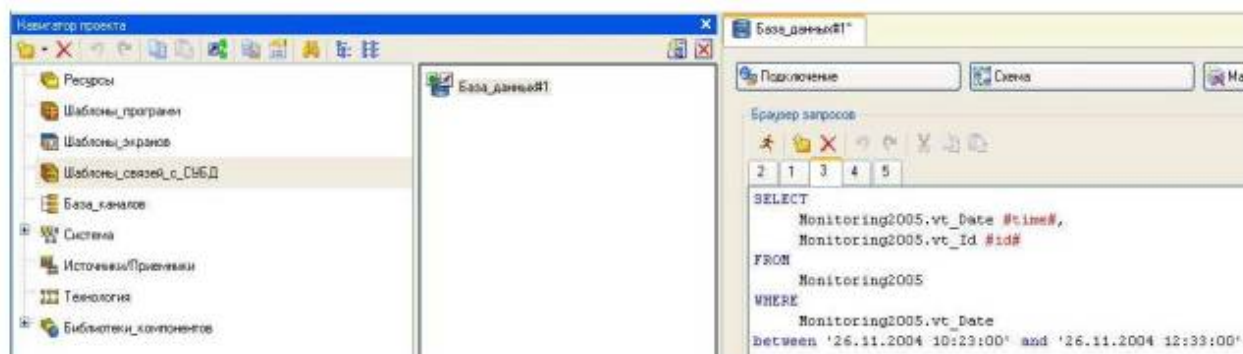


Рис. 2.8. Приклад вікна SQL-запиту

Розроблена БД містить номери цехів, верстатів (з прив'язкою до цехів), технологічні операції, номенклатуру виробів (довідкову інформацію про заводських номерах деталей), класифікатор дефектів деталей, класифікатор сукупності дефектів деталей (комплексна оцінка дефектів), класифікатор типів оброблюваних поверхонь, тощо. Структура БД забезпечує можливість формування бази описів дефектів по еталонним даними контролю якості деталей із заздалегідь визначеними і підтвердженими видами дефектів, багато параметричного відбору даних і фільтрації з використанням підключених довідників (довідкових таблиць), а також статистичної обробки чисельних значень в програмних оболонках ТМ 6 на базі розробленого логічного модуля системи керування технологічним процесом (рис. 2.9).

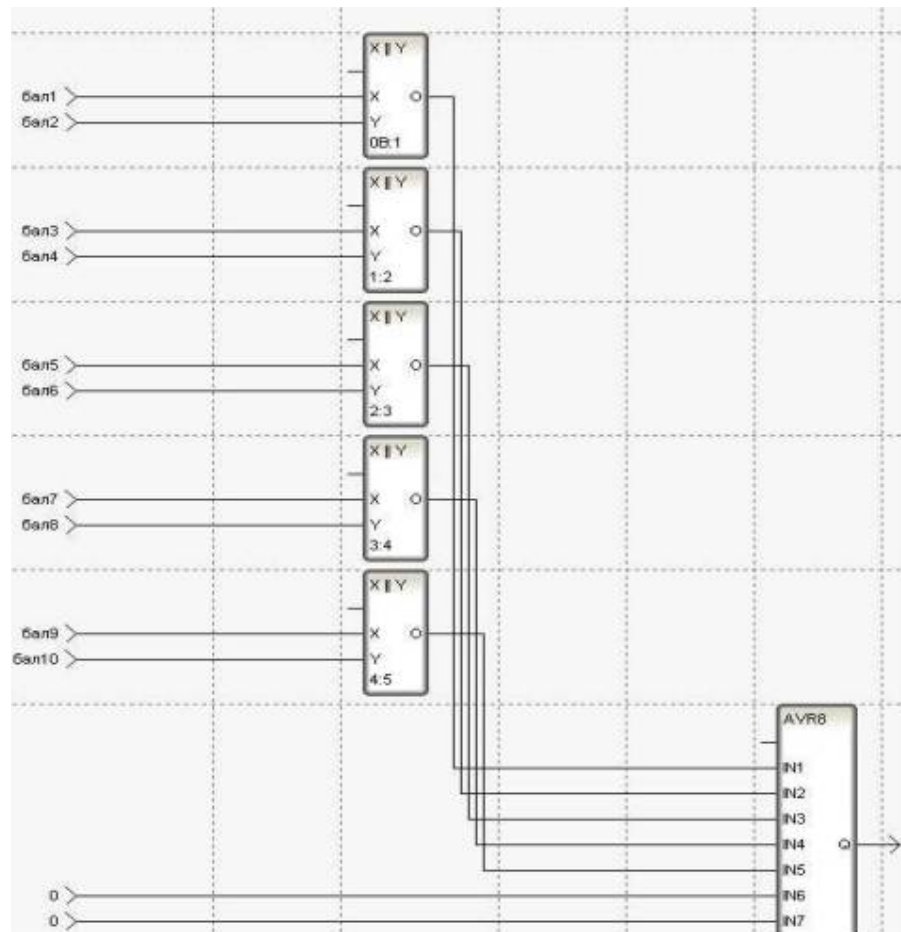


Рис. 2.9. Фрагмент логічного модуля системи керування технологічним процесом

Незважаючи на те, що ТМ 6 має ефективний людино-машинний інтерфейс, орієнтований на взаємодію з конкретним диспетчером складних об'єктів моніторингу та управління, таких як складна динамічна багатопараметрична система, наприклад динамічна система верстата, засобів, наданих традиційними SCADA-системами, стає недостатньо. Передача в реальному часі в систему моніторингу і накопичення в БД великої кількості параметрів точності заготовок, дефектів і оцінок динамічного стану верстата для прийняття рішення по управлінню якістю формоутворення роблять завдання важким і призводять до виникнення проблем інформаційної перевантаження, чого легко можна уникнути впровадженням інтелектуальної SCADA-системи, що функціонально включає, крім традиційних, ситуаційний

і логічний аналіз подій і станів, прогноз поведінки технологічного процесу в часі і оперативний вибір рекомендацій для персоналу при виникненні нештатних ситуацій [27].

Висновок до розділу

Корисність застосування OPC з точки зору інтеграції достатньо прозора і витікає з самого сенсу OPC. Це інтерфейс для обміну даними з обладнанням, якщо в системі замінюється якийсь компонент, то немає потреби коректувати інше програмне забезпечення, навіть при заміні драйвера поверх нього все рівно працює OPC. І якщо вам потрібно додати в систему нові програми, то немає необхідності встановлювати в них драйвера пристроїв, окрім OPC-клієнту.

Запропонована інтеграція БД дозволяє не тільки оперативно опрацювати великий обсяг інформації про технологічний процес, а й сформувати звітні документи як в електронній формі (включаючи можливість формування діаграм і графіків), так і у вигляді твердих копій для практичного використання при управлінні якістю продукції на різних рівнях єдиного інформаційного середовища підприємства, що дозволяє реалізувати інтелектуальний моніторинг, піднімаючи якість продукції, що випускається на більш високий рівень, і практично виключити брак при обробці деталей.

Розділ 3. Використання SCADA-системи TRACE MODE для ідентифікації об'єкту керування

3.1 Метод ідентифікації параметрів технологічного процесу при імітаційному моделюванні

З метою практичної апробації методики імітаційного моделювання технологічного процесу засобами SCADA-системи Trace Mode була розроблена модель технологічного процесу виготовлення деталей типу «тіла обертуту». Об'єктом ідентифікації технологічного процесу в нашому випадку є геометричні параметри деталей, які виготовляються за заданим технологічним процесом.

Поставлена технічна задача ідентифікації геометричних параметрів вирішується за допомогою контрольно-вимірального пристосування, виміряні значення з якого, подаються до загальної системи керування технологічним процесом. Тобто виконується вимір щупом, що рухається по поверхні деталі, накопичення в електронному пристрої масиву значень вимірних точок у вигляді радіус-векторів деталі і кутів повороту за повний оборот через рівні проміжки, визначення з використанням отриманого масиву відхилення форми і діаметрів від номінального значення шляхом перерахунку кутів і радіус-векторів контрольних точок щодо точки, прийнятої за геометричний центр деталі, відповідно одночасно вимірюють не менше двох перетинів деталі, причому один з перетинів є перетином базової поверхні, а інший - перетин вимірюваної поверхні, крім того, за геометричний центр приймають центр описаної для описаного або вписаного кола для внутрішньої поверхні для кожного з перетинів, при цьому параметри описаної або вписаного кола визначають в наступному порядку: через кожні три точки масиву виміряного перетину проводять окружність; створюють базу даних значень радіусів кіл, що охоплюють для зовнішніх,

або охоплених для внутрішніх поверхонь; з отриманої бази кіл вибирають коло мінімального радіуса - описану для зовнішніх або окружність максимального радіуса для внутрішніх поверхонь - вписану, причому подвоєні значення радіусу описаної або вписаного кола приймають за діаметр вимірюваної перетину [28].

Контрольно-вимірювальне пристосування, виконане за запропонованою схемою і налаштоване, наприклад, для контролю зовнішніх поверхонь (рис 3.1), включає підставку 1, на якій розміщена затискна частина, наприклад, центру 2. Поворот деталі відбувається відносно осі центрування 3 затискного пристосування і фіксується датчиком кутових збільшень 4, розташованого, наприклад, співвісно на одному з обертових центрів. У радіальному напрямку до осі деталі встановлено не менше двох датчиків лінійних збільшень: датчик 5 збирає дані з вимірюваного перетину деталі, а датчик 6 - з поверхні, прийнятої за базову поверхню деталі. Датчики 4, 5 і 6 за допомогою сполучних проводів 7 підключені до електронного пристрою 8, наприклад комп'ютера [32].

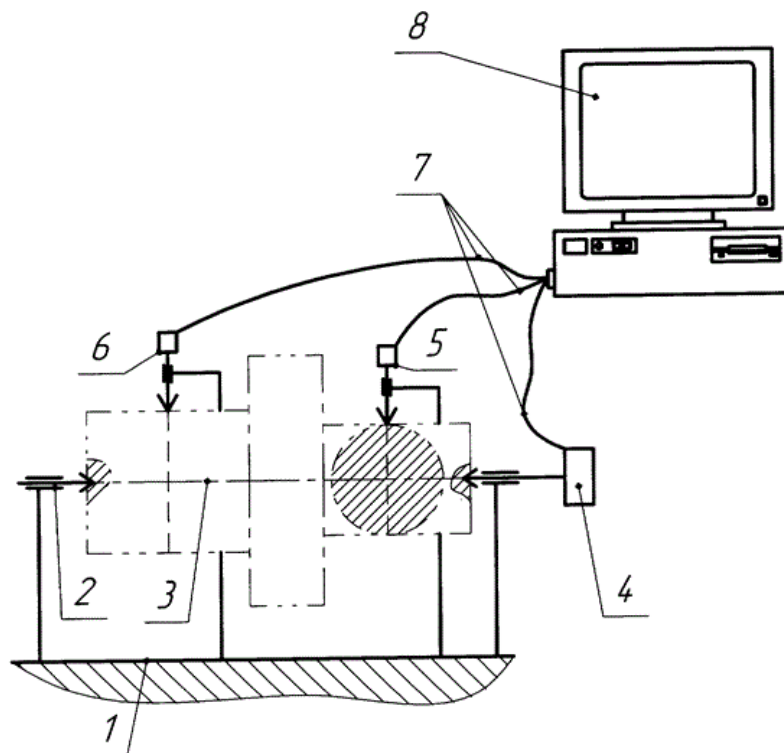


Рис.3.1. Принцип контролю деталей типу «тіла обертую»

Спосіб вимірювання полягає в наступному. При повороті деталі в центрах 2 щодо осі центрування 3 електронним пристроєм 8 від датчиків 4, 5 і 6 через з'єднувальні дроти 7 збирається масив даних наступних значень. Від датчика 4 надходять дані кута повороту φ , щодо початкового «нульового» положення деталі, а з датчика 5 - радіус-вектору ρ з вимірюваного перетину поверхні деталі (рис. 3.2).

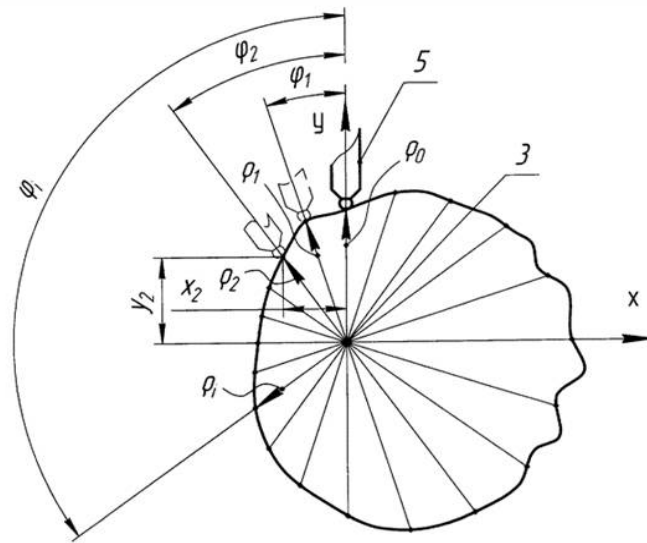


Рис. 3.2. Схема контролю перетину вимірюваної поверхні деталі

Одночасно з датчика 6 надходять дані радіус-вектора ρ з поверхні, прийнятої за базову, щодо осі центрування 3. Ці значення в електронному пристрої можуть бути перераховані, наприклад, в декартову систему координат. При цьому точці з координатами (ρ_2, φ_2) будуть відповідати значення (x_2, y_2) [32].

Через кожні три точки зібраного масиву даних $A_0(x_0, y_0)$, $A_1(x_1, y_1)$... $A_n(x_n, y_n)$ з датчика 5, контролюючого перетин вимірюваної поверхні деталі, проводиться окружність, що має певний радіус R_k і координати центру в точці $O_k(x_k, y_k)$ (рис. 3.3).

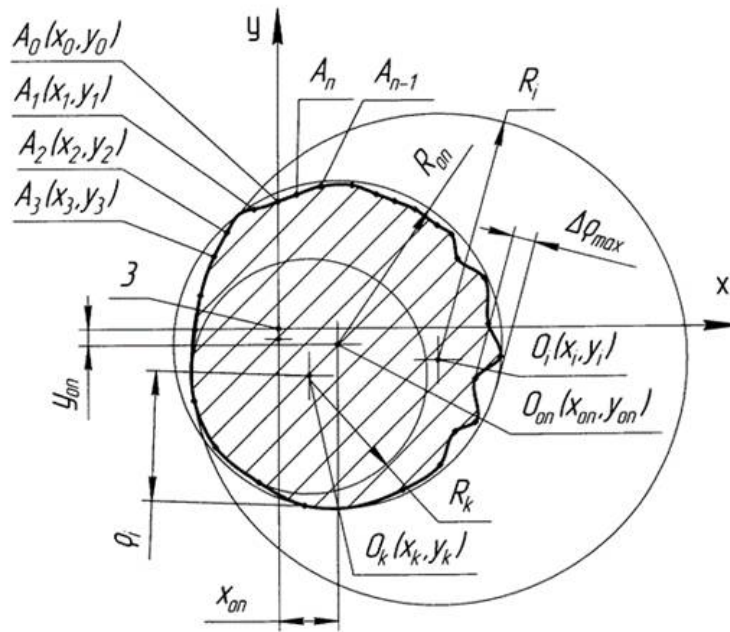


Рис. 3.3. Схема визначення описаного кола вимірюваного перетину деталі

Причому описаній окружності для даного перетину буде вважатися окружність з центром в точці $O_{on}(x_{on}, y_{on})$, що має найменший радіус - R_{on} , і охоплює всі точки перетину (що охоплює коло не містить виміряні точки за своїми межами). Відстань між віссю z і центром описаного кола з координатами $O_{on}(x_{on}, y_{on})$ визначає допуск співвісності, а максимальна відстань від точки контрольованого перетину до охоплює кола в напрямку радіус-вектора приймають за допуск круглості - $\Delta\rho_{max}$.

Аналогічно визначаємо радіус R_{on2} і координати центру $O_{on2}(x_{on2}, y_{on2})$ описаного кола перетину поверхні деталі, прийнятої за базову поверхню (рис. 3.4).

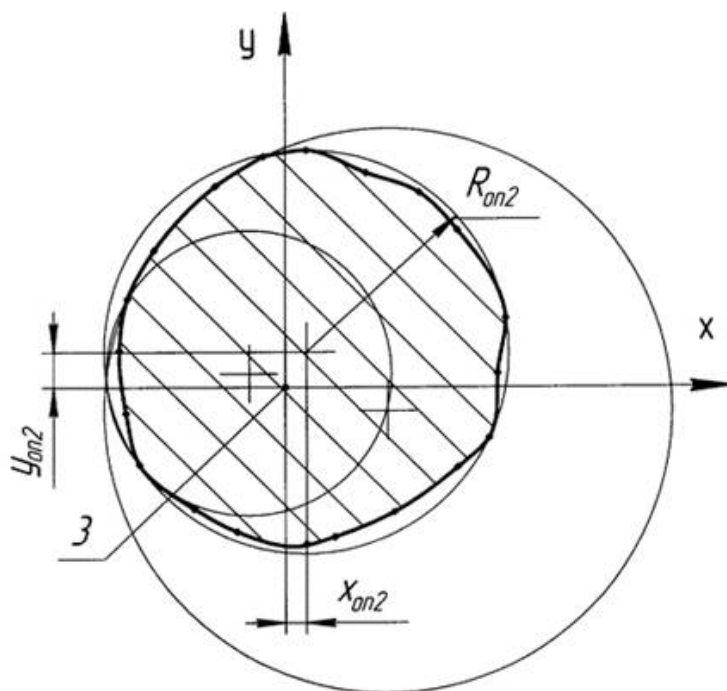


Рис.3.4. Схема визначення описаного кола перетину базової поверхні деталі

Конструкція контрольного пристосування для вимірювання внутрішніх поверхонь аналогічна конструкції, що показана на рис. 3.1, проте датчики лінійних збільшень 5 і 6 налаштовуються на вимір внутрішніх поверхонь. При контролі внутрішніх поверхонь через кожні три точки зібраного масиву даних $A_0(x_0, y_0)$, $A_1(x_1, y_1)$... $A_n(x_n, y_n)$ з датчика 5, контролюючого перетин вимірюваної поверхні деталі, проводиться окружність, що має певний радіус R_k і координати центру в точці $O_k(x_k, y_k)$. Причому вписаною окружністю для даного перетину буде вважатися окружність з центром в точці $O_{вп}(x_{вп}, y_{вп})$, що має найбільший радіус - $R_{вп}$, і всі крапки перетину повинні лежати за межами даної окружності або перебувати на ній (рис. 3.5).

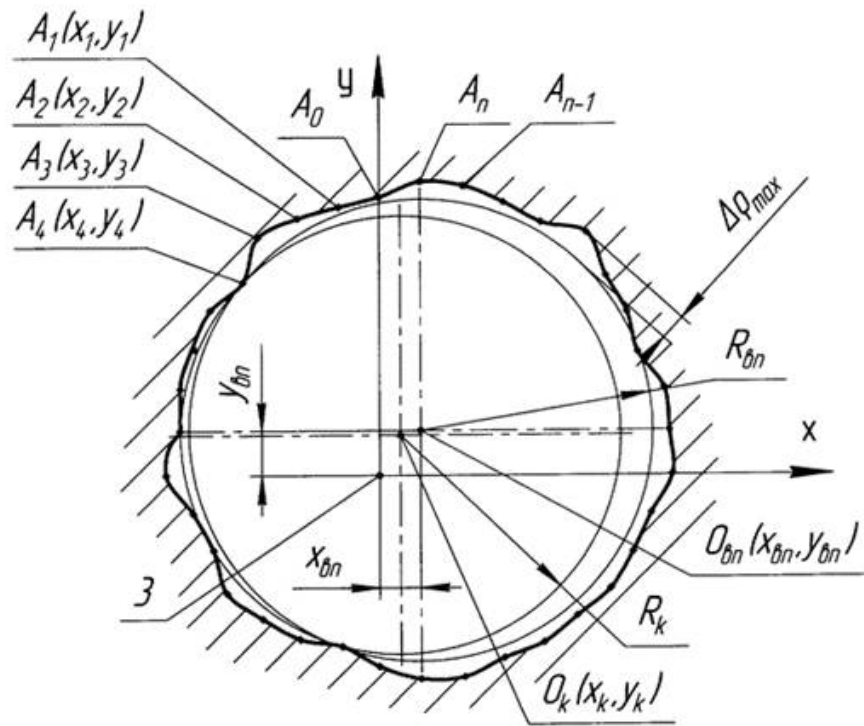


Рис.3.5. схема визначення вписаного кола вимірюваного перетину деталі

Відстань між віссю 3 і центром вписаного кола з координатами $O_{bn}(x_{bn}, y_{bn})$ визначає допуск співвісності, а максимальна відстань від точки контрольованого перетину до вписаного кола в напрямку радіус-вектору приймають за допуск круглості - $\Delta\rho_{max}$.

Аналогічно визначаємо радіус R_{bn2} і координати центру $O_{bn2}(x_{bn2}, y_{bn2})$ вписаного кола перетину поверхні деталі, прийнятої за базову поверхню (рис. 3.6) [32].

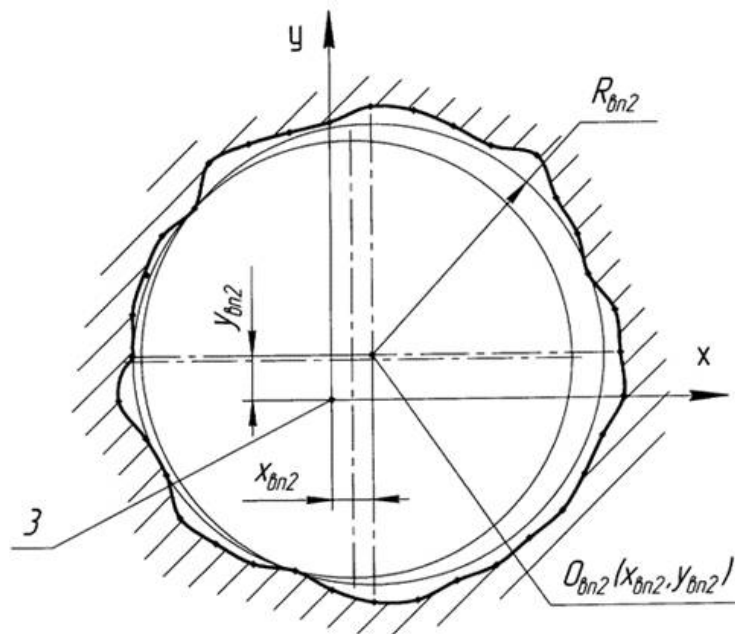


Рис.3.6. Схема визначення вписаного кола перетину базової поверхні деталі

В даний час для контролю точності розміру, форми і взаємного розташування поверхонь деталей типу «тіло обертання» використовуються або спеціальні пристосування, або контрольно-вимірвальні машини.

При використанні спеціальних пристосувань, наприклад для вимірювання допуску співвісності, однією циліндричної поверхні відносно іншої, базова поверхня деталі повинна закріплюватися в патроні, який повинен мати мінімальні величини биття настановних поверхонь, що технологічно досить важко забезпечити. Вимірювання ведуться при повороті деталі на 360° . Половина максимального коливання розміру приймається за допуск співвісності. Таке вимір не дає справжньої картини співвісності, так як на коливання розміру впливають форми перетину деталі. Співвісність повинна визначатися зміщенням центру описаного кола навколо перетину деталі щодо описаного кола базового діаметру [32].

При використанні контрольно-вимірвальних машин вісь перетину визначається за трьома точкам на поверхні деталі. Положення точок

випадково, тому коло, проведена через три точки, може і не бути описаною окружністю.

При контролі запропонованим пристроєм одночасно вимірюють перетини базової і вимірюваної поверхонь. Узгодження параметрів радіус-векторів і кута повороту утворюють масив даних, який використовується в подальшому для розрахунків, в результаті яких визначається справжня форма кожного з перетинів.

Для визначення описаного кола через кожні три точки перетину проводиться окружність і перевіряється, чи є ця окружність охоплює, тобто чи не лежать точки перетину за межами отриманої окружності. Здійснивши перебір точок перетину (по три), вибирається найменший діаметр охоплює окружності, яка і буде описаною окружністю для даного перетину. Для описаного кола знаходяться координати центру щодо осі повороту. Для визначення даних параметрів використовуються положення аналітичної геометрії [32].

Загальне рівняння кола має вигляд:

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 = R^2, \quad (3.1)$$

де x і y - поточні значення по осях X і Y відповідно; a й b - координати центру кола; R - радіус кола.

Після перетворення рівняння (3.2) можна записати у вигляді

$$x^2 + y^2 + Ax + By + C = 0 \quad (3.2)$$

де A і B - постійні при змінних x і y ($A = -2a$, $B = -2b$); C - постійна ($C = a^2 + b^2 - R^2$).

Коли відомі точки, через які проходить коло: $A_1 (x_1, y_1)$, $A_2 (x_2, y_2)$, $A_3 (x_3, y_3)$, то коефіцієнти в рівнянні (3.2) визначається з системи рівнянь:

$$\begin{cases} Ax_1 + By_1 + C = x_1^2 + y_1^2 \\ Ax_2 + By_2 + C = x_2^2 + y_2^2 \\ Ax_3 + By_3 + C = x_3^2 + y_3^2 \end{cases} \quad (3.3)$$

Для визначення коефіцієнтів А, В і С використовуємо матричне числення. Тоді визначник системи дорівнює

$$\Delta = \begin{vmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \end{vmatrix} = x_1 y_2 - x_1 y_3 + y_1 x_2 + x_2 y_3 - x_3 y_2 \quad (3.4)$$

Після перетворення отримаємо:

$$\Delta = x_1(y_2 - y_3) + x_2(y_3 - y_1) + x_3(y_1 - y_2) \quad (3.5)$$

$$\begin{aligned} \Delta_A &= \begin{vmatrix} (x_1^2 + y_1^2) & y_1 & 1 \\ (x_2^2 + y_2^2) & y_2 & 1 \\ (x_3^2 + y_3^2) & y_3 & 1 \end{vmatrix} = (x_1^2 + y_1^2)y_2 - (x_1^2 + y_1^2)y_3 + y_1(x_2^2 + y_2^2) + \\ &+ (x_2^2 + y_2^2)y_3 - (x_3^2 + y_3^2)y_2 = (x_1^2 + y_1^2)(y_2 - y_3) + (x_2^2 + y_2^2)(y_3 - y_1) + \\ &+ (x_3^2 + y_3^2)(y_1 - y_2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta_B &= \begin{vmatrix} x_1 & (x_1^2 + y_1^2) & 1 \\ x_2 & (x_2^2 + y_2^2) & 1 \\ x_3 & (x_3^2 + y_3^2) & 1 \end{vmatrix} = (x_1^2 + y_1^2)(x_3 - x_2) + (x_2^2 + y_2^2)(x_1 - x_2) + \\ &+ (x_3^2 + y_3^2)(x_3 - x_1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta_C &= \begin{vmatrix} x_1 & y_1 & (x_1^2 + y_1^2) \\ x_2 & y_2 & (x_2^2 + y_2^2) \\ x_3 & y_3 & (x_3^2 + y_3^2) \end{vmatrix} = (x_1^2 + y_1^2)(x_2 y_3 - x_3 y_2) + (x_2^2 + y_2^2)(x_1 y_3 - x_3 y_1) + \\ &+ (x_3^2 + y_3^2)(x_1 y_2 - x_2 y_1) \end{aligned}$$

Розрахувавши визначники, можна знайти необхідні значення невідомих коефіцієнтів А, В і С

$$A = \Delta_A / \Delta; B = \Delta_B / \Delta; C = \Delta_C / \Delta \quad (3.6)$$

За отриманими даними визначається радіус кола

$$R = \sqrt{A^2 + B^2 - 4C} \quad (3.7)$$

Координати центру даної окружності матимуть значення

$$x_0 = -\frac{A}{2}; y_0 = -\frac{B}{2} \quad (3.8)$$

Після визначення радіусу кола перевіряється, чи є отримана окружність охоплює, тобто чи не лежать точки профілю за межами даної окружності. Для цього визначається радіус-вектору кожної точки відносно центру отриманої окружності

$$\rho_1 = \sqrt{(x_{Ai} - x_0)^2 + (y_{Ai} - y_0)^2} \quad (3.9)$$

Отримана величина порівнюється з радіусом отриманої окружності. Якщо хоча б одна точка лежить за межами кола, тобто

$$\rho_1 > R \quad (3.10)$$

то така коло не може бути описаною і при подальших розрахунках не враховується. Якщо ж всі крапки лежать всередині кола, тобто вона є охоплює, то така окружність приймається за описану і її параметри запам'ятовуються:

$$R = R_{on}, x_0 = x_{on}, y_0 = y_{on} \quad (3.11)$$

Потім беруться такі три точки і розрахунки повторюються. У разі, якщо наступна окружність є охоплює, то радіус нової окружності порівнюється з описаної окружністю, отриманої на ранніх етапах. Якщо радіус отриманої окружності буде менше радіуса описаного кола, то його і приймають за радіус описаного кола і запам'ятовуються координати центру. Перевіривши всі поєднання точок, визначається охоплює коло з найменшим радіусом. Вона і буде описаної окружністю [32].

Аналогічно визначаються параметри описаного кола для другого перетину R_{on2}, X_{02}, Y_{02} .

При відомих параметрах описаних кіл визначається допуск співвісності:

$$\Delta_0 = \sqrt{(x_i - x_{(xon)})^2 + (y_i - y_{(xon)})^2} \quad (3.12)$$

Отримані дані дозволяють визначити також допуск круглості $\Delta_{кр}$, для чого для кожної точки визначається відхилення радіус-вектору щодо центру описаного кола

$$\Delta_{кр} = R - \sqrt{(x_i - x_{(xon)})^2 + (y_i - y_{(xon)})^2} \quad (3.13)$$

За аналогією проводять розрахунок вписаного кола для визначення параметрів точності внутрішніх поверхонь, що мають круглий перетин [29].

Таким чином, запропонований метод забезпечує визначення всіх основних параметрів перетинів, в тому числі і їх взаємне положення. Метод практично не має похибок вимірювання (зокрема, відсутні похибки базування). Комплексні результати вимірювання виводяться на дисплей в кінцевому вигляді або у вигляді таблиць, графіків, діаграм, тощо.

3.2 Імітаційне моделювання параметрів технологічного процесу механічної обробки

Відповідно з послідовністю операцій технологічного процесу на дільниці механічного цеху, де розміщені верстати механічної обробки, було створено схему імітаційної моделі з метою практичної апробації, а саме ідентифікації параметрів технологічного процесу. В нашому випадку під ідентифікацією параметрів технологічного процесу є контроль геометричних параметрів виготовлення деталей типу тіл оберту після проходження обробки на верстаті.

Для створення проекту необхідно запустити програму TRACE MODE. В діалоговому вікні потрібно вибрати стиль розробки (рис. 3.7)

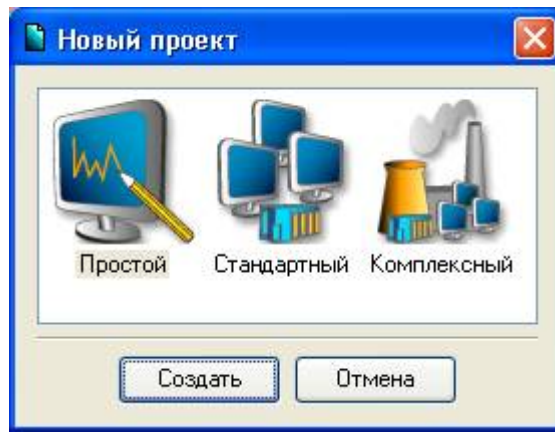


Рис.3.7. Экран с диалоговым окном выбора стиля разработки

Після створення в лівому вікні навігатора проекту відобразиться дерево проекту, що містить Ресурси, Система (зі створеним вузлом АРМ RTM_1), Джерела/Приймачі та Бібліотеки_компонентів. Створений проект має вигляд, що показаний на рис. 3.8.

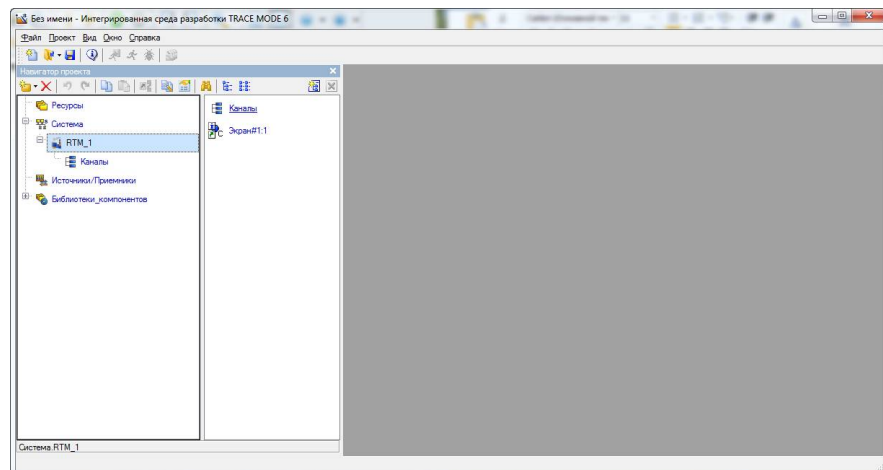


Рис.3.8. Новый проект Trace Mode

При відсутності навігатора проекту необхідно вибрати на рядку Навігатор проекту меню Вид. Збережений проект повинен в назві містити тільки латинські літери, і не повинен починатися з цифри.

Для створення каналу, в групі Канали потрібно виділити RTM вузла. В контекстному меню, що з'явилося, необхідно вибрати Створити компонент, серед компонентів вибрати Канал_Float (рис. 3.9)

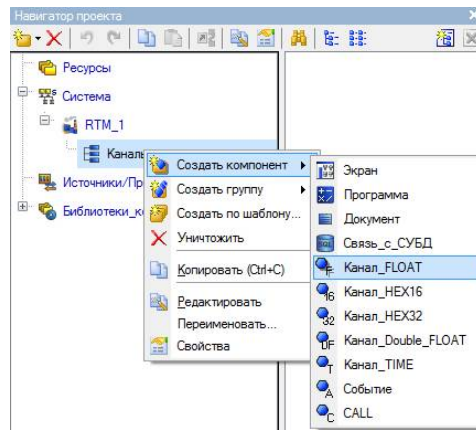


Рис. 3.9. Створення каналу

Редагування створеного каналу необхідно вибрати створений канал *Канал#2*, після цього відкриється вікно для редагування (рис. 3.10)

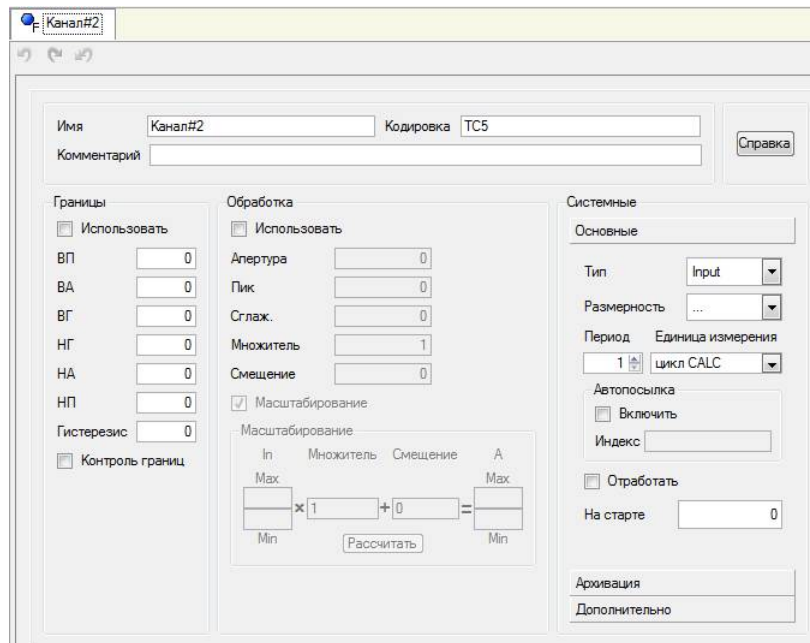


Рис. 3.10. Редагування каналу

В полі ім'я необхідно ввести ім'я каналу – Необхідна загрузка. Потрібно впевнитися, що тип каналу – Input. Після чого необхідно створити ще два канали Float типу Input, один канал з іменем Значення потрібної загрузки, інший з назвою Вимикач (рис. 3.11)

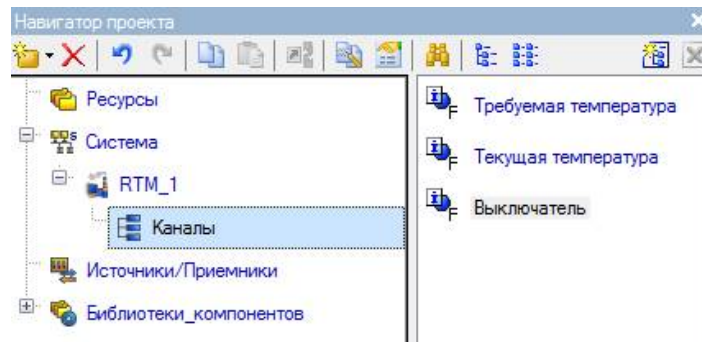


Рис. 3.11. Додавання каналів

Підключення контролерів через вбудований OPC-клієнт TRACE MODE для організації запиту від OPC-серверу даних в шарі Джерела/Приймачі необхідно створити групу компонентів-джерел OPC (рис. 3.12).

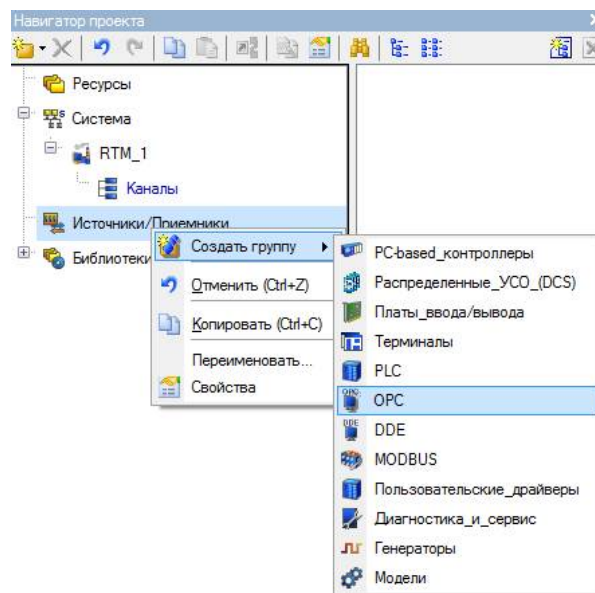


Рис.3.12. Створення групи компонентів-джерел OPC

В цій групі необхідно визначити специфікацію як OPC-сервер, для цього необхідно зайти в групу і за допомогою контекстного меню вибрати компонент OPC_1

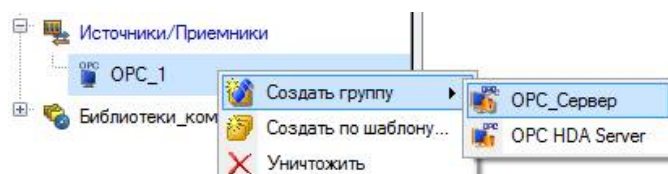


Рис.3.13. Вибір специфікації групи-джерел OPC

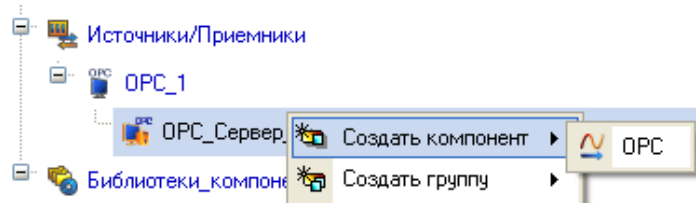


Рис.3.14. Створення компонентів-джерел OPC

Відкривши компонент на редагування, необхідно замінити ім'я на Поточний стан та вибрати режим ASYNC/DEVICE, напрям – Input, формат – Аналог. А для заповнення бланка Параметри необхідно за допомогою браузера OPC, знайти локальний сервер (встановлений на комп'ютері), розкрити групу тегів та вибрати тег з назвою Ch05, після чого відбудеться автоматичне заповнення бланка параметрів (рис. 3.15)

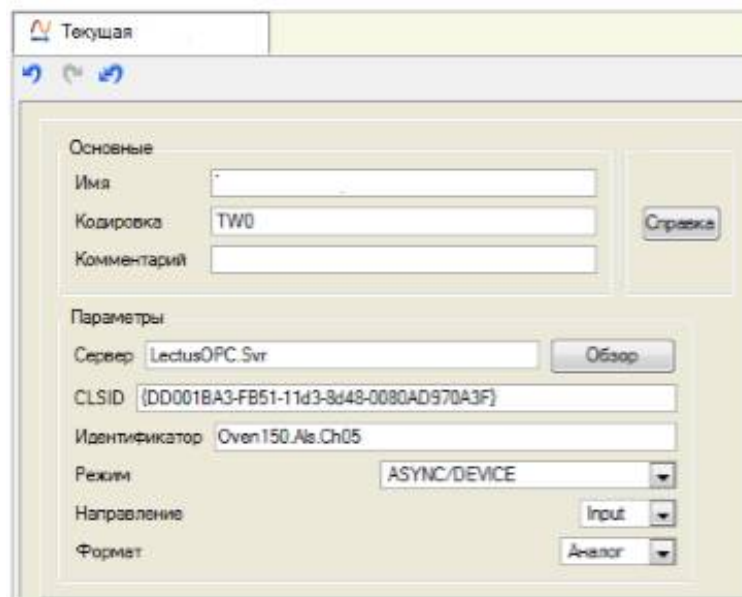


Рис.3.15. Редагування компонентів-джерела OPC

Прив'язка створеного джерела відбувається за допомогою навігатора проекту, необхідно вибрати групу Канали RTM вузла. Потім вибрати групу OPC – джерела/приймачі (рис. 3.16)

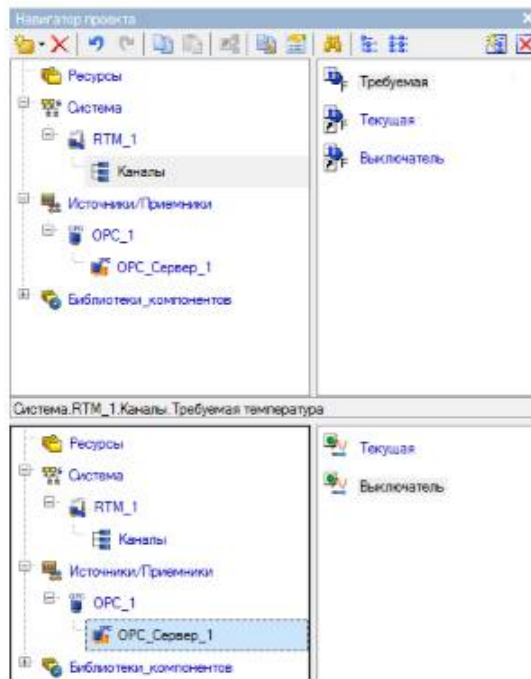


Рис. 3.16. Прив'язка джерела OPC до каналу

Створення статичного тексту відбувається після виділення об'єкту текст та введення каналу RTM вузла, в полі Вид динамізації потрібно обрати Значення (рис. 3.17), після чого встановити тип IN в створеному об'єкті. В правій частині вікна вибрати аргумент реальне значення (рис. 3.18). Вікно властивостей прив'язки буде мати вигляд, як показано на рис. 3.19.

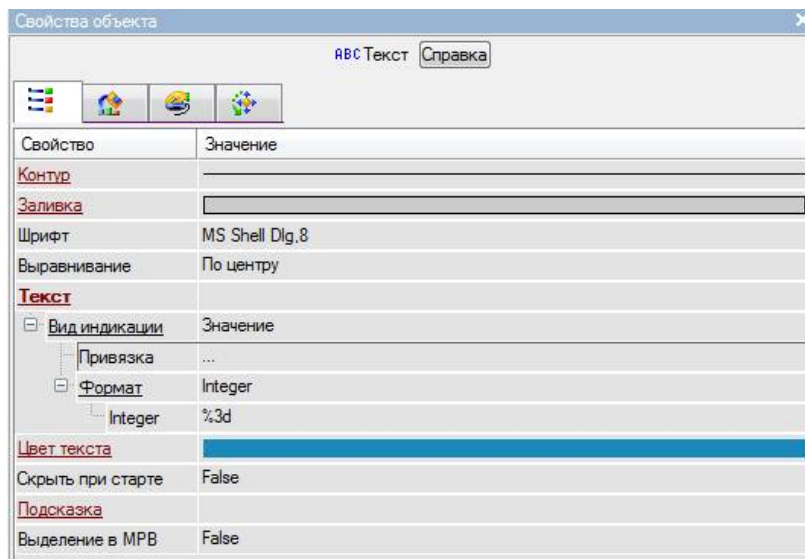


Рис. 3.17. Редагування об'єкту текст

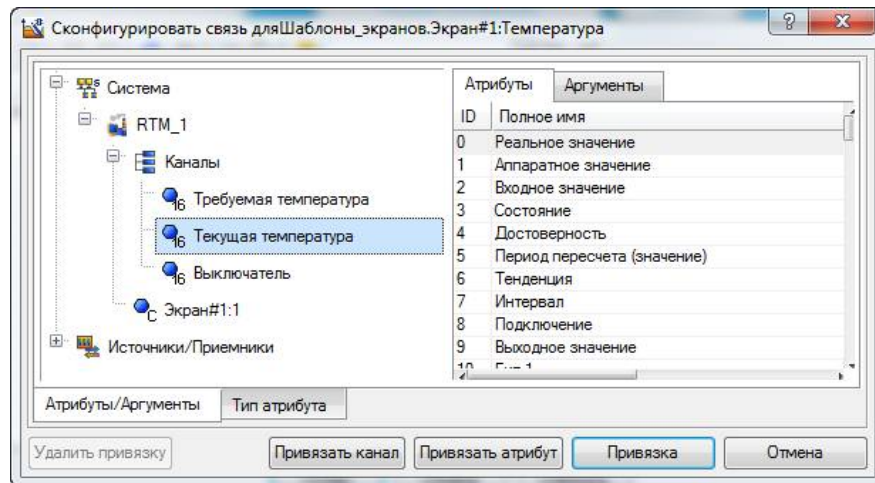


Рис. 3.18. Прив'язка тексту

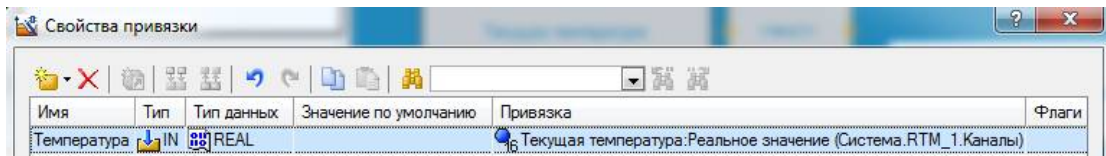


Рис. 3.19. Результат прив'язки

Після чого створюється функціональна схема алгоритму моделі виготовлення деталей тіл обертання, що складається з різних блоків (рис. 3.20).

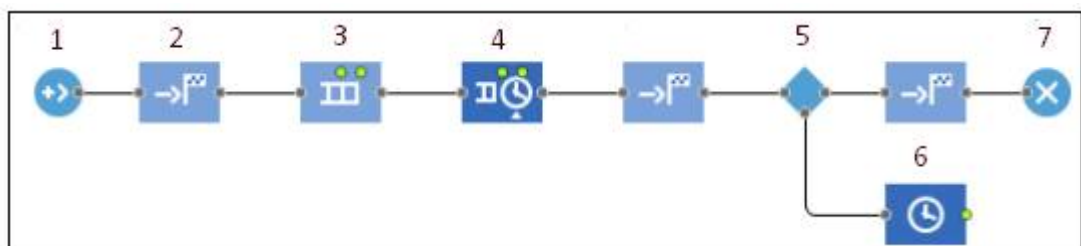


Рис. 3.20. Алгоритм моделі роботи дільниці механічного цеху

Кожен з блоків функціональної схеми виконує окрему роботу моделі, загальні характеристики наведено в таблиці 3.1.

Блок 1 відповідає за створення заявок заготовок деталей типу *val*. Заявки на створення запускаються кожні *t* хвилини в кількості *n*. Значення цих параметрів задаються в програмі. Змінні *val* завжди перебувають в

одному із декількох станів. В залежності від того в якому стані знаходиться заявка, програма визначає на якому етапі обробки знаходиться деталь, і приймає рішення про те, куди далі необхідно відправляти деталь.

Таблиця 3.1. Загальні характеристики блоків

Номер блоку	Характеристика блоку
Блок 1	Створює заявки
Блок 2	Переміщує заявку на необхідний етап виробництва
Блок 3	Моделює затримку або буфер заявок, що очікують перехід до наступного блоку
Блок 4	Зибирає для заявки задану кількість ресурсі, затримку на необхідний час, після чого віддає забрані ресурси на здійснення операції
Блок 5	Направляє заявки, що поступають на один з двох портів з заданою вірогідністю
Блок 6	Затримує заявки на заданий час
Блок 7	Видаляє завки, що надійшли

При створенні заявки (в блоці 1), вона знаходиться в стані st_1 , тобто в першому стані. Після обробки заявки та відправки на наступну операцію, наприклад, на обробку на першому верстаті, її стан змінюється на st_2 , і так далі. Для кожного стану відповідно є свій етап в виробничому процесі, в який необхідно перемістити оброблювану деталь, і відповідно для кожного стану є свій час обробки на необхідному устаткуванні.

Блок 2 відповідає за переміщення заявок. Коли в блок 2 прибуває заявка, то в залежності від того, який в неї стан, визначається наступний необхідний етап.

Блок 3 ставить в чергу заявки, якщо ресурс верстату перевантажений.

При переході заявки блок 4, в залежності від стану заявки, зчитується місце в черзі заявок, необхідний ресурс та час обробки заявки.

Після того як заявка оброблена в блоці 4, вона знову потрапляє в блок 2, який відправляє заявку в блок 5. Цей блок перевіряє стан заявки. Якщо заявка знаходиться в фінальному стані (наприклад, якщо в технологічному процесі 20 операцій, тобто 20 станів, та заявка має стан st_{20}), то заявка далі відправляється на вихід (в блок 7). Якщо заявка не в фінальному стані, тоді вона знову відправляється в блок 2 для завершення всіх операцій обробки.

Блок 6 не має змістовного навантаження, і створений для правильної роботи блоку 2 після розгалуження.

Для розроблення моделі ідентифікації параметрів технологічного процесу взято ідентифікацію геометричних параметрів ступеневого валу безпосередньо після обробки на верстаті для відслідковування протікання технологічного процесу (рис. 3.21)

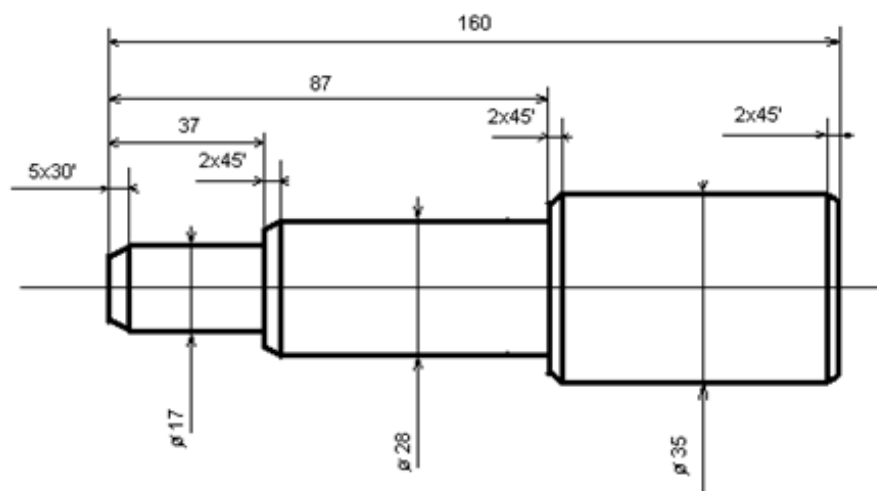


Рис. 3.21. Приклад деталі для ідентифікації геометричних параметрів

В області перегляду представлено частину дільниці цеху (рис. 3.22), де схематично зображено верстати та області прямокутників з назвами операцій, які відображають устаткування, що використовується при механообробці відповідно до технологічного процесу.

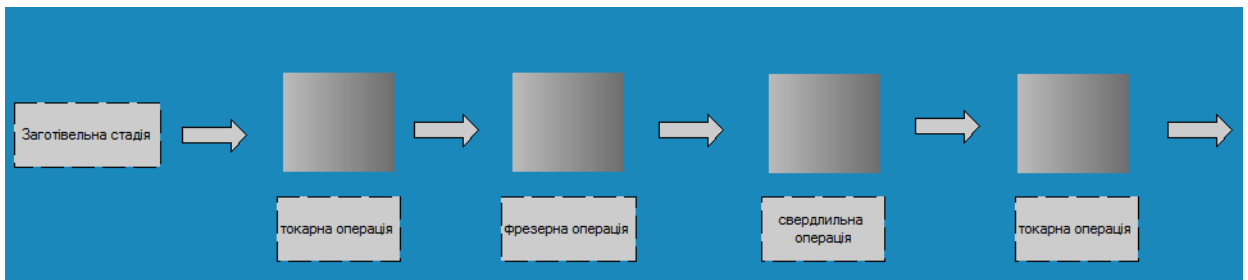


Рис. 3.22. Область перегляду створеної ділянки цеху

Представлена модель імітаційного моделювання механічної обробки та ідентифікації параметрів технологічного процесу надає результати геометричних параметрів деталей типу ступеневого валу, за якими можна відслідковувати протікання технологічного процесу.

Для того, щоб встановити необхідні параметри технологічного процесу необхідно натиснути на вибраний верстат, після чого відкриється вікно з вхідними параметрами технологічного процесу після чого, потрібно ввести параметри d_1 , d_2 , d_3 – номінальний діаметр оброблюваної деталі, та точність виготовлення для кожного діаметру обробки в залежності від потрібного квалітету точності. Також необхідно ввести частоту перевірки деталей через задану кількість деталей. (рис. 3.23)

The screenshot shows a software interface for parameter entry. On the left, a sidebar contains 'Заготівельна стадія' and 'токарна операція'. The main window is titled 'Протікання обробки' (Processing flow) and is divided into three columns: 'параметри виготовлення' (Manufacturing parameters), 'точність виготовлення' (Manufacturing accuracy), and 'виміряні значення' (Measured values). The 'параметри виготовлення' column has input fields for 'Діаметр d1', 'Діаметр d2', and 'Діаметр d3'. The 'точність виготовлення' column has input fields for 'Точність d1', 'Точність d2', and 'Точність d3'. The 'виміряні значення' column has three empty input fields. At the bottom, there is a label 'Через яку кіль-сть деталей робити контроль параметрів:' followed by an input field and a large empty box below it.

Рис. 3.23. Робоче вікно для введення технологічних параметрів

Після запуску моделювання технологічного процесу верстати підсвічуються зеленим кольором або червоним кольором. Якщо верстат підсвічується зеленим кольором, це означає що протікання технологічного процесу відповідає заданим параметрам технологічного процесу (рис. 3.24).

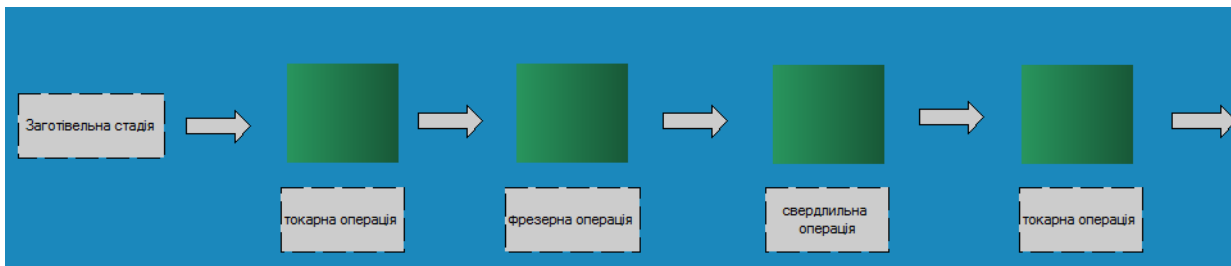


Рис. 3.24. Імітація роботи технологічного процесу без виникнення помилок

Якщо розраховані параметри не відповідають встановленим параметрам точності виготовлення, тоді станок підсвічується червоним кольором (рис. 3.25).

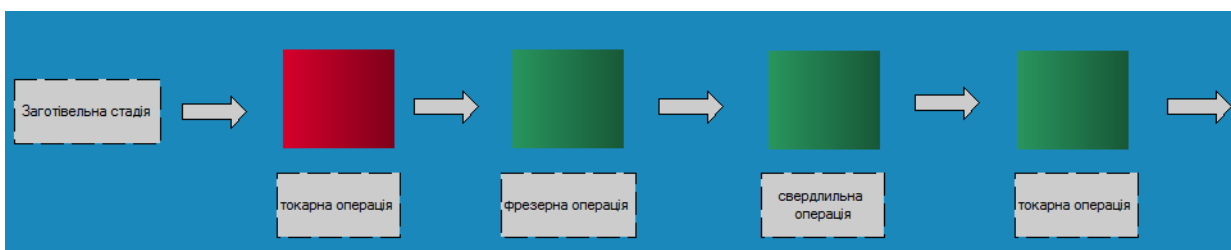


Рис. 3.25. Імітація роботи технологічного процесу при виникненні помилок

Якщо виготовлена деталь пройшла контроль геометричних параметрів та значення не перевищують задану точність виготовлення, тоді в області перегляду вимірювання значення підсвічуються зеленим полем та висвічується повідомлення, що технологічні параметри знаходяться в нормі. (рис. 3.26)

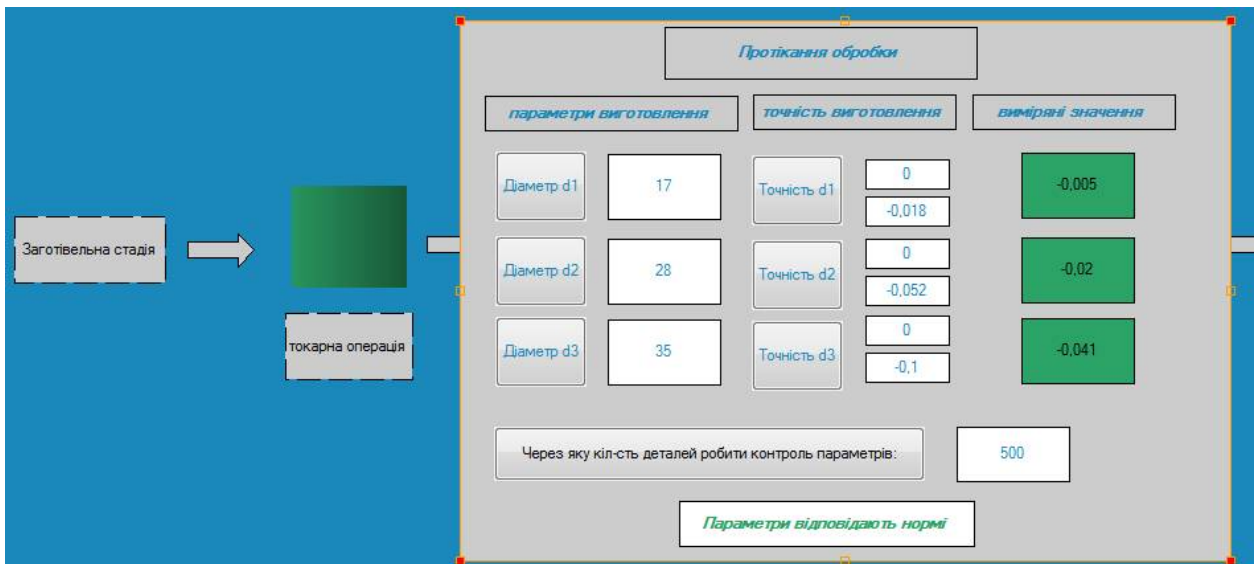


Рис. 3.27. Результат виконання програми без виникнення помилок

Якщо виготовлена деталь пройшла контроль, але геометричні параметри не відповідають нормі, тоді ті значення, які перевищують задані параметри підсвічуються червоним та виводиться повідомлення про те, що параметри технологічного процесу перевищують норму і необхідні зміни в технологічному процесі. (рис. 3.28).

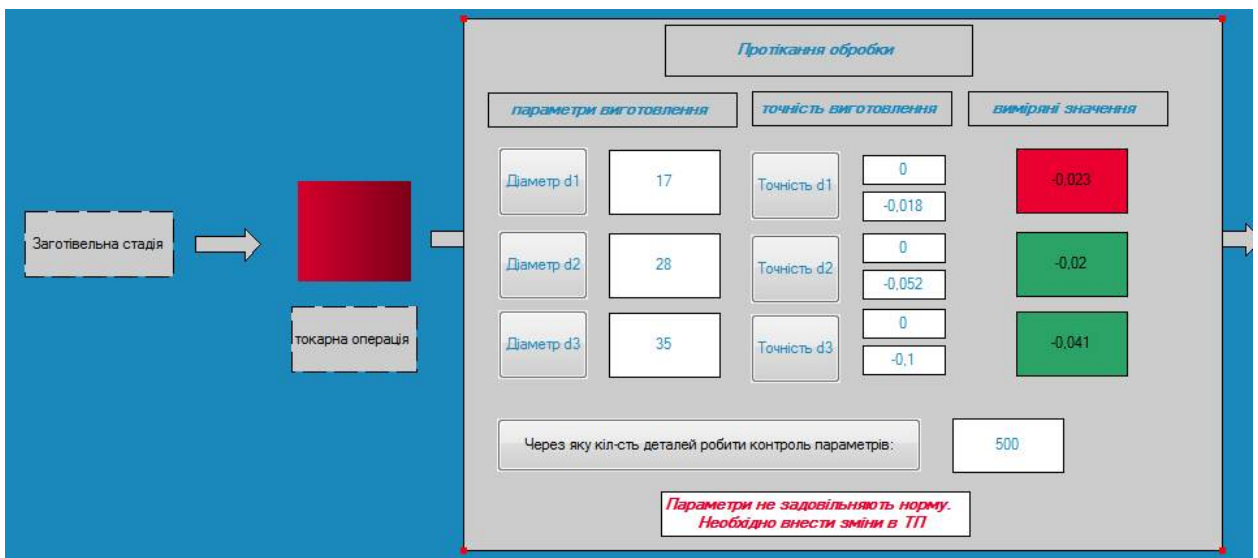


Рис. 3.28. Результат виконання програми при виникненні помилок

Проведений експеримент дає змогу оцінити протікання технологічного процесу через контроль технологічних параметрів виготовлення деталей.

Висновок до розділу

Ідентифікація параметрів технологічного процесу на базі SCADA-системи Trace Mode дозволило ефективно проконтролювати геометричні параметри деталей, що виготовляються, та порівняти їх з заданими параметри, що дало змогу оцінити стан протікання технологічного процесу в реальному часі. Всі сигнали подаються у вхідний модуль контролера, а розроблене програмне забезпечення відслідковує їх картину та реагує зміною станів виходів на основі закладеного алгоритму. Дана технологія дає можливість забезпечити контроль та моніторинг всіх систем технологічного процесу, які збирають поточну інформацію про роботу устаткування з датчиків та контролерів, первинно перетворюють її та зберігають. Представлення поточної інформації в зручному графічному інтерфейсі. Використання даної технології дозволяє підвищити ефективність виробництва деталей на приладобудівних підприємствах.

Розділ 4. Розробка стартап-проекту «Ідентифікація об'єктів керування з використанням SCADA-системи»

4.1 Опис ідеї проекту

Розглянувши в попередніх розділах застосування ідентифікації параметрів технологічного процесу механічної обробки як об'єкту керування, було створено модель виробничої системи імітації протікання технологічного процесу в SCADA-системі Trace Mode. В цьому розділі буде проведено аналіз стартап-проекту, який визначить змогу впровадження SCADA-системи для ідентифікації параметрів технологічного процесу на виробничих ділянках і конкурувати з продуктами, що вже зайняли на ньому своє місце.

У таблиці 4.1 зображено зміст ідеї та можливі базові потенційні ринки, в межах яких потрібно шукати групи потенційних клієнтів [30].

Таблиця 4.1. Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Створення імітаційної моделі виробничої системи для ідентифікації параметрів технологічного процесу за допомогою SCADA-системи	Аудит робочих місць	Прискорення розрахунків
	1. Застосування в різних галузях (управління, проектування, прогнозування)	Маючи високу адаптивність, дозволяє інтегрувати до умов різних виробництв, а також користуватись системою без відповідних знань з області призначення даної системи.
	2. Ідентифікація параметрів технологічного процесу	Підвищення ефективності ідентифікації об'єкту керування технологічним процесом

Отже, пропонується новий спосіб ідентифікації параметрів технологічного процесу механічної обробки, що реалізовано шляхом комп'ютерного моделювання виробничої системи, яка проводить імітацію протікання технологічно процесу та дозволяє покращити ефективність виробничого процесу.

Далі проводимо аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї порівняно із пропозиціями конкурентів:

– визначаємо попереднє коло конкурентів (проектів-конкурентів) або товарів-замінників чи товарів-аналогів, що вже існують на ринку, та проводимо збір інформації щодо значень техніко-економічних показників для ідеї власного проекту та проектів-конкурентів відповідно до визначеного вище переліку;

– проводимо аналіз показників: для власної ідеї щодо сильних (S), слабких (W) та аналогічних (N) значень (табл. 4.2) [30].

Такими конкурентами визначено:

Конкурент 1 – SCADA-система InTouch (Wonderware);

Конкурент 2 – SCADA-система Citect (CI Technology);

Конкурент 3 – SCADA-система FIX (Intellution).

Таблиця 4.2. Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів				W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Мій проект	Конкурент1	Конкурент2	Конкурент3			
1.	Наявність вбудованих бібліотек	+	+	-	-		+	
2.	Розробка власного інтерфейсу	+	+	+	+			+
3.	Підтримка драйверів	+	+	+	+	+		
4.	Використання популярних мов програмування	+	-	+	+		+	
5.	Підтримка сучасних технологій (WEB, GSM)	+	+	-	-			+

Після порівняння проекту з конкурентами був визначений перелік слабких, сильних та нейтральних характеристик та властивостей ідеї потенційного товару, що є основою для формування його конкурентоспроможності.

4.2 Технологічний аудит ідеї проекту

В межах даного підрозділу проводимо аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею створення проекту.

Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз складових які вказані в таблиці 4.3 [30].

Таблиця 4.3. Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1.	Проектування моделі ідентифікації параметрів технологічного процесу	Традиційні мови програмування	Наявні, але потребують значних знань в програмуванні	Доступні
2.	Проектування моделі ідентифікації параметрів технологічного процесу	Вбудований програмний інструментарій (вбудовані бібліотеки)	Наявні, але потребують доопрацювань	Частково доступні (більшість демо-версії)
3.	Проектування моделі ідентифікації параметрів технологічного процесу	Готові виробничі системи у вигляді «оболонки», які не містять виробничих баз	Наявні, але потребують доопрацювань	Частково доступні (більшість демо-версії)

Проаналізував наведену таблицю можна зробити висновок, що проект можливо реалізувати тому що є всі необхідні технології для реалізацій поставлених ідей, але через недосконале знання системи можливі обмеження в їх реалізації. Тому для реалізації цього проекту необхідно залучати спеціалістів, які є професіоналами в даній сфері.

4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначимо ринкові можливості, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкові загрози, які можуть перешкодити його реалізації.

Це дозволяє спланувати напрями для розвитку проекту із врахуванням стану ринкового середовища.

Спочатку проведемо аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку (таблиця 4.4) [30].

Таблиця 4.1. Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	3
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	487 000
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Невелика база технологічного процесу
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Не змінна
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	55%

За попередньою оцінкою ринок має динаміку та добрий попит на запропонований продукт. Тому можливо зробити висновок, що ринок є привабливим для входження, хоча є компанії, які вже довгий час працюють на цьому ринку і мають якісну продукцію, але за рахунок нових технологій, продукт може бути конкурентоспроможним.

Надалі визначаємо потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формуємо орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (табл. 4.5) [30].

Таблиця 4.2. 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
1	Системи моделювання ідентифікації параметрів технологічного процесу	Підприємства з виготовленням продукції технологічної спеціалізації	наявність бази системи; ціна продукту; обслуговування та підтримка продукту	до продукту: можливість редагування; заміна стандартних бібліотек; до компанії: оновлення бібліотек
2	Швидкість та ефективність роботи	Підприємства з виготовлення продукції технологічної спеціалізації	швидкість обробки інформації та ефективність обробки інформації;	до продукції: простота експлуатації; можливість редагування; до компанії постачальника: оперативність налаштування
3	Представлення результатів проектування системи	Підприємства з виготовлення продукції технологічної спеціалізації	простота використання; наявність зрозумілого інтерфейсу;	до продукції: доступний інтерфейс; до компанії: налаштування продукту

Отже, потенційними клієнтами продукту можуть стати підприємства з різною кількістю робочих центрів та різною величиною замовлень, які побачать вигоду в налагодженні технологічного процесу за допомогою даного продукту.

При застосуванні даної технології є деякі загрози. Для їх попередження необхідне якісне обладнання, а також професійні фахівці для роботи з даною програмою. Також, потрібне своєчасне обслуговування та технічна підтримка даного продукту (таблиця 4.6) [30].

Таблиця 4.3. Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1.	Збут	Покупець визначає роботу продукту за ефективністю	Необхідно пропонувати продукт в малі компанії, які не витрачають багато коштів
2.	Конкуренція	Наявність більш вдосконалених систем	Впровадити безкоштовне використання протягом перших місяців
3.	Корисність	Не відповідність вимогам клієнтів	Пропонувати системи на підприємства, які зацікавлені в оновленні проектування
4.	Обладнання	Програмне забезпечення, що не підтримується	Використання нового наявного інформаційного та програмного забезпечення

В таблиці 4.6 ми визначили фактори загроз, які перешкоджають впровадженню проекту на ринок, а також можливі заходи щодо загроз, щоб звести їх до мінімуму.

Але поряд із колом загроз існують і певні можливості (таблиця 4.7).

Таблиця 4.4. Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1.	Наукова новизна	Оновлення системи можна проводити будь коли	Вносити оновлення та нові налаштування системи
2.	Корисність	Може стати найважливішим елементом при проектуванні	Пропонувати на ті підприємства, де зацікавлені в оновленні проектування
3.	Метод проектування	Оптимальний та зрозумілий метод ідентифікації параметрів технологічного процесу	Використовувати інші методи ідентифікації для порівняння результатів
4.	Попит	Своєчасне оновлення продукту	Модернізація продукту
5.	Економічні	Підтримка інновацій	Пониження ціни

В таблиці 4.7 визначено фактори тих можливостей, які можуть посприяти впровадженню продукту, а також, в залежності від реакції, вигоди, які компанія може отримати.

В таблиці 4.8 [30] наведено ринок збуту продукту та визначено загальні ризики конкуренції.

Таблиця 4.5. 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), які перешкоджають з'явленню нових фірм, мають контроль над цінами, але при змові з іншими конкурентами. Головною рисою є те, що кожна з фірм-олігополістів має тісний взаємозв'язок одна з одною.	Пропонувати системи на підприємства, в яких цікавляться в оновленні, проводити оновлення системи.
2. За рівнем конкурентної боротьби-локальний	Характеризується місцем використання системи	Пропонувати різновиди наповнень бібліотек даних
3 За галузевою ознакою – внутрішньогалузева	Характеризується місцем використання систем	Пропонувати різновиди вже вбудованих бібліотек
4 Конкуренція за видами товарів: товарно-родова	Характеризується товарами одного виду	Пропонувати різновиди вбудованих бібліотек
5 За характером конкурентних переваг - нецінова	Проводиться перш за все за допомогою вдосконалення якості.	Використовувати інші методи для зрівняння результатів

Після аналізу конкуренції проведемо більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі.

Таблиця 4.6. Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	InTouch Citect FIX	Genesis Factory Link	Америка Росія	Машинобудівні, приладобудівні 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	Постачальники диктують умови роботи на ринку	Клієнти диктують умови роботи: відповідне наповнення бібліотек; простота інтерфейсу програми	Обмеження на ринку через схожу продукти

Отже, головними силами, що впливають на конкуренцію є постачальники та споживачі. Все більше має значення інтенсивність конкуренції між існуючими продуктами.

Після всіх аналізів визначається перелік факторів конкурентоспроможності. Поки проект не впроваджено, можливо дати тільки попередню оцінку.

Таблиця 4.7. 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	Оновлення бібліотек	В кодї програми
4	Рівень мови створення	Використано Trace Mode
5.	Можливість реагування	В кодї програми

Таблиця 4.8. Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін «моделі ідентифікації»

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з моделлю ВС						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Оболонка	16					+		
2	Інтерпретатор	15				+			
3	Оновлення бібліотек	17			+				
4	Рівень мови створення	19					+		
5.	Можливість реагування	14						+	

З таблиць 4.10 та 4.11 бачимо, що фактори конкурентоспроможності є суттєвими та мають свій внесок при впровадженні нового програмного забезпечення. Основною перевагою є якість продукту, технічна підтримка та обслуговування на протязі всього терміну використання.

Таблиця 4.9. SWOT- аналіз стартап-проекту

<p>Сильні сторони:</p> <ul style="list-style-type: none"> - необмежені потоки; - використання популярних мов програмування; - розробка зручного інтерфейс; 	<p>Слабкі сторони:</p> <ul style="list-style-type: none"> - недостача кількості навчених розробників - невелика популярність
<p>Можливості:</p> <ul style="list-style-type: none"> - корисність для клієнта; - попит програми; - отримання нових замовлень на продукт; 	<p>Загрози:</p> <ul style="list-style-type: none"> - збут; - конкуренція;; - поява якісніших технологій у конкурентів;

На основі SWOT-аналізу розробляємо можливі варіанти ринкової поведінки для виведення стартап-проекту та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації дивлячись на проекти конкурентів, що можуть з'явитися.

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

Таблиця 4.10. Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Стратегія нейтралізації ринкових загроз сильними сторонами стартапу	85%	1,5 року
2	Стратегія компенсації слабких сторін стартапу наявними ринковими можливостями	63%	1,5 року

Проводимо аналіз альтернатив ринкового впровадження і з зазначених можливостей обираємо найбільш доступною і найшвидшою в реалізації. Отже обираємо стратегію нейтралізації ринкових загроз сильними сторонами стартапу наявними ринковими можливостями.

4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів.

Таблиця 4.11. 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	Приладобудівні підприємства	75%	83%	81%	16%
Які цільові групи обрано: стратегія концентрованого маркетингу					

За результатами аналізу обрали цільові групи, для яких будемо пропонувати свій продукт для ідентифікації технологічних параметрів та визначили стратегію: стратегію концентрованого маркетингу.

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

Таблиця 4.12. Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
	Стратегія спеціалізації	Стратегія спеціалізації	Концентрація на потребах тільки цільового сегменту, без прагнення зайти на весь ринок. Мета полягає в задоволенні потреб вибраного сегменту	Стратегія спеціалізації

За базову стратегію розвитку взято стратегію спеціалізації, що передбачає собою концентрацію тільки на потребах конкретного сегменту, без бажання вийти на весь ринок.

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (табл. 4.16) [30].

Таблиця 4.13. 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*
	Ні	Пошук нових клієнтів	методи та засоби - схожі системи - побудова Алгоритму роботи	Стратегія зняття конкурентної ніші

За базову стратегію конкурентної поведінки прийнята стратегія зайняття конкурентної ніші. Тобто коли в якості ринку вибирається один (декілька) цільових сегментів невеликого розміру. Головне завдання компанії – це постійна турбота про клієнтів та підтримка своєї конкурентної переваги, формування лояльності і підтримка вхідного бар'єру.

На основі вимог споживачів з цільового сегменту до постачальника і продукту, а також в залежності від стратегії розвитку та стратегії конкурентної поведінки розробляємо стратегію позиціонування, яка визначається у формування ринкової позиції, за яким споживачі мають ідентифікувати проект

Таблиця 4.14. Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувану комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	Бібліотеки	Стратегія спеціалізації	- Наукова новизна продукту - Метод отримання знань	- Позиціонування за відношенням ціни та якості - Позиціонування за сегментною групою
2	Швидкість та ефективність	Стратегія спеціалізації	Корисність - застосування в наукових потребах	

Результатом даного підрозділу є рішення про ринкову поведінку компанії, визначає куди буде рухатись компанія

4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Першим кроком є розробка маркетингової концепції товару, який отримує споживач. У таблиці 4.18 підсумовуємо результати аналізу конкурентоспроможності товару [30].

Таблиця 4.15. Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Оболонка	Оболонка є в наявності	Можливе покращення оболонки
2	Інтерпретатор бібліотек	Швидке та якісне перетворення інформації	+
3	Пошук інформації в бібліотеках	Послідовний ланцюг міркування	+
4	Простота використання	Можна використовувати не будучи спеціалістом	+

За рахунок ключових переваг та наданню товару важливих властивостей для споживача за такою ж ціною що і у конкурентів буде розроблено маркетингову програму.

Таблиця 4.16. Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові	
I. Товар за задумом	Створення технологічного процесу	
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	Size
	1. Комп'ютерна програма 2. Оригінальний код програми	10 mb
	Якість: стандарти, нормативи, довідники, бібліотеки	
	Пакування: програмне забезпечення записане на диск.	
	Марка: Trace Mode	
III. Товар із підкріпленням	До продажу: доставка, налаштування, тех. підтримка	
	Після продажу: обслуговування продукту	
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: за рахунок наявності авторського права.		

В таблиці 4.19 [30] створено модель нашого товару, де представлені задум товару, його основні вигоди та характеристики, спосіб пакування товару та захисту від плагіату.

Наступним кроком є визначення ціни, це передбачає аналіз цін товарів конкурентів та доходів споживачів (табл. 4.20).

Таблиця 4.17. Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	630 грн	8850 грн	3460 грн	1220 – 3350 грн

В таблиці проаналізовано ринкові ціни на аналогічні товари, а також мінімальний рівень доходів користувачів. За цими даними буде встановлена верхня та нижня межа ціни.

Таблиця 4.18. Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Купівля з деяким змінами, що передбачає придбання дещо змінених товарів або зміну ціни на товар.	Доставка товару, встановлення, налаштування та подальше обслуговування	Канал нульового рівня	Виробник продає товар клієнту, використовуючи декілька способів: - Торгівля через інтернет - Посилкова торгівля - Торгівля через магазин

Аналізуючи специфіку закупівельної поведінки було обрано власну систему збуту, коли виробник сам продає товар клієнту через різні джерела. За глибину каналу збуту взято канал нульового рівня, тому що компанія хоче збільшити клієнтську базу.

Таблиця 4.19. Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Бути на зв'язку	- електронна пошта - моб. телефон	Ідентифікація технологічних параметрів	Зацікавлення	«Контролювати та запобігати залиш нам»

Головною концепцією товару є якомога швидше виготовлення виробів з високою якістю, за рахунок чого він є конкурентоспроможним. Аналізуючи специфіку поведінки клієнтів було вибрано власну систему збуту товарів.

Висновки до розділу

Підсумовуючи здійснений аналіз стартап-проекту можна зробити висновок, що ринкова комерціалізація проекту підтверджена наявним попитом. Клієнти на цьому ринку займаються звичною купівлею з деякими змінами, які передбачають придбання змінених товарів, зміну ціни, саме на це і розрахований даний стартап-проект, так як через створений продукт відбудеться покращення технологічного процесу виготовлення виробів на підприємствах, і цей продукт буде мати кращі властивості порівняно із продуктами конкурентів.

Аналізуючи специфіку поведінку клієнтів і зробивши власну систему збуту є великі перспективи заходу даного продукту на ринок. Перепоною заходження на ринок є немала кількість аналогічних товарів, але порівняно із ними дана система має містку базу даних і можливість швидкого налаштування системи, через це вона може бути конкурентоспроможною.

На основі стратегії зайняття конкурентної ніші розроблено входження на ринок з вибором цільового сегменту майбутні користувачів.

Отже, подальше просування продукту є доцільним через сильні сторони продукту і наявності попиту.

Загальні висновки за результатами магістерської дисертації

В процесі роботи була проведена ідентифікація технологічних параметрів з використанням SCADA-системи Trace Mode за допомогою пакету розширення OPC та отримані наступні результати:

1. Виконаний аналіз стану ідентифікації технологічних параметрів в сфері приладобудування, що представлено в великій кількості джерел. Це дало змогу визначити основні напрямки для вдосконалення процесу ідентифікації технологічних параметрів.

2. Проаналізовано засоби математичного моделювання та ідентифікації за допомогою яких можна здійснювати ідентифікацію технологічних параметрів з використанням програмних засобів.

3. Аналіз сучасних засобів моделювання продемонстрував, що для впровадження структурної та параметричної ідентифікації найбільш придатною являється SCADA-система Trace Mode, яка дозволяє створювати проект АСУ ТП в ідеології єдиної лінії програмування, коли всі завдання проекту вирішуються єдиним інструментом, а всі дані зберігаються в єдиній СУБД розподіленого проекту.

4. Встановлено, що OPC проводить чітку лінію між виробниками обладнання і розробниками драйверів. Дана технологія представляє механізм збору даних із різних джерел і передачу цих даних до клієнтської програми незалежно від виду обладнання, яке використовується. Це дозволяє розробникам зосередитись на продуктивності та оптимізації серверної частини, яка відповідає за збір даних.

5. Наведений приклад роботи динамічних систем на основі ідентифікації параметрів технологічного процесу показав ефективність використання системи Trace Mode для таких цілей.

6. Налаштовано інтегрування OPC-серверу в SCADA-систему TRACE MODE, де використовується конфігурація блоку OPC-клієнтів в моделі, що визначає поведінку для OPC помилок та подій, а також установку в реальному часі.

7. Створено імітаційну модель ідентифікації геометричних параметрів, за допомогою контрольно-вимірального пристосування, виміряні значення з якого, подаються до загальної системи керування технологічним процесом.

8. Наведена методика використання ідентифікації технологічних параметрів за допомогою SCADA-системи Trace Mode, що включає в себе моделювання технологічного процесу виготовлення ступного валу та ідентифікацію геометричних параметрів безпосередньо на виробничій лінії для моніторингу протікання технологічного процесу.

9. Створено стартап-проект за темою роботи, що дає змогу визначити можливість виходу розробленого продукту на ринок.

Список літератури

1. Бодашко, В. М. Переваги реалізації АСК ТП механічної обробки деталей за допомогою SCADA-системи в порівнянні з DCS- ТА PLC-системами / В. М. Бодашко, М. В. Філіппова // XI Науково-практична конференція студентів та аспірантів «Погляд у майбутнє приладобудування», 15-16 травня 2018 р., м. Київ, Україна : збірник статей / КПІ ім. Ігоря Сікорського, ПБФ. – Київ : Центр учбової літератури, 2018. – С. 195–198.
2. Бодашко, В. М. Ідентифікація параметрів технологічного процесу механічної обробки як об'єкту керування / В. М. Бодашко, В. Л. Федорчук// XIV Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ У ПРИЛАДОБУДУВАННІ», 04-05 грудня 2018 р., м. Київ, Україна : збірник статей / КПІ ім. Ігоря Сікорського, ПБФ. – Київ: Центр учбової літератури, 2018. – С. 150–154.
3. А. О. Бобух. Автоматизовані системи керування технологічними процесами: Навч. посібник. — Харків: ХНАМГ, 2006. — 185 с.
4. Деменков Н.П. SCADA-системы как инструмент проектирования АСУ ТП: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. — 328 с.
5. Щагин, А. В. Основы автоматизации техпроцессов: учеб. пособие / А. В. Щагин, В. И. Демкин, В. Ю. Кононов, А. Б. Кабанова. — М.: Высшее образование, 2009. — 163 с.
6. Касьянова Е.Н. SCADA-СИСТЕМА КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСУ ТП / Научное сообщество студентов: МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: сб. ст. по мат. II междунар. студ. науч.-практ. конф. № 3, 2016. – 45с.
7. Финаев В.И. Модели принятия решений: Учебное пособие. - Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. – 118 с.
8. Алиев Р.А. Принцип инвариантности и его применение для

проектирования промышленных систем управления. – М.:«Энергоиздат», 1985. — 258 с.

9. Пьявченко Т.А. Проектирование АСУТП в SCADA-системе. Таганрог: ТТИ ЮФУ, 2007. - 276 с.

10. Lange T. Intelligent SCADA Systems // Engineer IT. Automation and Technical Control. April, 2007. P. 26-30.

11. Aarts E., Harwig R., Schuurmans M. Ambient Intelligence//The Invisible Future: The Seamless Integration of Technology into Everyday Life/ ed. by P.J. Denning. New York: McGraw-Hill Companies, 2001, 218 p.

12. Самойлова Е.М., Игнатьев С.А. Интеллектуальный мониторинг качества механической обработки деталей // Контроль. Диагностика. 2013. № 4. С. 68-72.

13. Игнатьев А.А., Самойлова Е.М., Игнатьев С.А. Интеллектуализация мониторинга технологического процесса производства деталей точного машиностроения. Саратов: СГТУ, 2013. – 120 с.

14. Самойлова Е.М., Игнатьев А.А. Интеллектуализация проектирования и мониторинга технологического процесса на основе применения SCADA-системы // Вестник СГТУ. 2011. № 3 (58). С. 241-244.

15. Самойлова Е.М., Игнатьев А.А. Предпосылки интеллектуализации SCADA-систем в структуре мониторинга технологических процессов // Материалы и технологии XXI века: сб. ст. XII Междунар. науч.-техн. конф. Пенза: ПДЗ, 2014. – 133-136 с.

16. Руководство пользователя Трейс Моуд. Версия 5.0. М.: AdAstra Research Group, Ltd. 2000. – 814 с.

17. Пьявченко Т. А. Автоматизированные системы управления технологическими процессами и техническими объектами: Учебное пособие. Таганрог: изд-во ТРТУ. 1997. – 128 с.

18. Капустин, Н. М. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учеб. для вузов / Под ред. Н. М. Капустина. — М.:

Высшая школа, 2012. — 415 с.

19. Воройский, Ф. С. Информатика. Энциклопедический систематизированный словарь-справочник. (Введение в современные информационные и телекоммуникационные технологии в терминах и фактах). — М.: Физматлит, 2009. — 760 с.

20. Меньков А.В. Теоретические основы автоматизированного управления/А.В. Меньков, В.А. Острейковский. — Учебник для вузов. — М.: Издательство Оникс, 2005. — 640 с.: ил.

21. Гальперин М. В. Автоматическое управление: учебник. — М.: ИД «ФОРУМ» ИНФРА-М, 2007. — 224 с.: ил. — (Профессиональное образование).

22. Пантелеев В.Н. Основы автоматизации производства: учеб. пособие для проф. образования / В. Н. Пантелеев, В. М. Прошин. — М.: Издательский центр «Академия», 2008. — 192 с.

23. Управление техническими системами: учеб. пособие / Е. Б. Бунько, К. И. Меша, Е. Г. Мурачев и др.; под ред. В. И. Харитонов. — М.: ФОРУМ, 2010. — 384 с.: ил. — (Профессиональное образование).

24. Солодовников В. В., Плотников В. Н., Яковлев А. В. Теория автоматического управления техническими системами: Учеб. пособие. — М.: Изд-во МГТУ, 1993. — 492 с., ил.

25. Советов, В.В. Цехановский, В.Д. Чертовской, — М.: Высш. шк., 2006. — 463 с.: ил.

26. Теория автоматического управления: Учеб. для машинно-строит. спец. вузов/В.Н. Брюханов, М.Г. Косов, С.П. Протопопов и др.; Под ред. Ю.М. Соломенцева. — 2-е изд., испр. — М.: Высш. шк., 1999 — 268 с.: ил.

27. Брюханов, В.Н. Автоматизация производства: Учеб. для сред. проф. учеб. заведений/ В.Н. Брюханов, А.Г. Схиртладзе, В.П. Вороненко; Под ред. Ю.М. Соломенцева. — М.: Высш. шк., 2005. — 367 с.: ил

28. Кижаяев С.А. Аналитические методы синтеза систем

автоматического управления Самара: Изд-во «Научно-технический центр», 2006. - 98 с.: ил.; табл.

29. Востриков, А.С. Теория автоматического регулирования: Учеб. Пособие для вузов/А.С. Востриков, Г.А. Французова. — 2-е изд., стер. — М.: Высш. шк., 2006.— 365 с.: ил.

30. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс]: Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О. А. Гавриша. – Київ: НТУУ «КПІ», 2016. – 28с.

31. Пат. на винахід 2348006 Російська Федерація, МПК G01B 5/08 (2006/01). Способ размерного контроля поверхностей деталей, имеющих круглые сечения / Чиненов С.Г., Максимов С.П., Грачев В.Ф., Чиненова Т.П., Висогорец Я.П.; заявник і патентовласник Чиненов С.Г., Максимов С.П., Грачев В.Ф., Чиненова Т.П., Висогорец Я.П.- №2007126311/28; заявл. 10.07.2017; опубліковано 22.02.2009, Бюл. № 6. – 14 с.: іл. 7

Додатки

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ТОВ "Екстудер"
Україна Бабченко В.В.
« 2018 р.



АКТ
про впровадження результатів магістерської дисертації
студена групи ПБ-71мп
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Бодашка Владислава Миколайовича

Комісія в складі голови – директора Бабченка Василя Васильовича і членів: головного конструктора Бабченка Олександра Васильовича і головного технолога Попова Євгена Віталійовича, склали дійсний акт про те, що результати магістерської дисертації «Ідентифікація об'єктів керування за допомогою SCADA-системи», зокрема:

- методи і засоби ідентифікації параметрів технологічного процесу механічної обробки;
 - система керування точністю геометричних параметрів ступеневих валів на верстатах з ЧПК;
 - програми автоматизованого контролю технологічних процесів механічної обробки;
- використані в при обробці відповідальних нежорстких ступеневих валів в службі головного технолога Попова Є.В.

Впровадження в технологічний процес обробки результатів магістерської роботи дозволило підвищити ефективність моніторингу технологічного процесу виготовлення ступеневих валів за рахунок ідентифікації геометричних параметрів безпосередньо на виробничій лінії. Визначення геометричних параметрів деталей дало змогу відслідковувати протікання технологічного процесу та вносити відповідні корекції в керуючу програму обробки деталі на верстаті ЧПК з числовим програмним керуванням. В результаті підвищено якість оброблюваної деталі та продуктивність виготовлення в цілому.

ГОЛОВА КОМІСІЇ:

Директор

ЧЛЕНИ КОМІСІЇ:

Головний конструктор

Головний технолог

Бабченко В.В.

Бабченко О.В.

Попов Є.В..



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан приладобудівного факультету

_____ Г. С. Тимчик
(підпис) (ініціали, прізвище)

« _____ » _____ 201_ р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

магістранта Бодашко Владислава Миколайовича

на тему

«Ідентифікація об'єктів керування за допомогою SCADA системи»

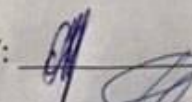
Комісія у складі:

Голова комісії: - заст. декана з навч.-метод. роботи, к.т.н., доцент Філіппова М.В.

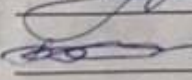
Члени комісії: - д.т.н., професор Антонюк В.С.

- к.т.н., доцент Вислоух С.П.

цим актом засвідчую те, що результати магістерської дисертаційної роботи Бодашка Владислава Миколайовича на тему «Ідентифікація об'єктів керування за допомогою SCADA системи», а саме розробка програмного забезпечення для автоматизованого контролю технологічних процесів механічної обробки виконана в програмному комплексі класу SCADA TRACE MODE, використовується викладачами кафедри виробництва приладів приладобудівного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського при проведенні комп'ютерних практикумів з дисципліни «Інформаційні та інтелектуальні системи».

Голова комісії:  Філіппова М.В.

Члени комісії:  Антонюк В.С.

 Вислоух С.П.

СПИСОК

наукових та навчально-методичних праць

Боdashка Владислава Миколайовича

№ п/п	Найменування праць	Рукописні або друкovanі	Назва видавництва, журналу (номер, рік), або номер диплома на винахід	Кількість друкованих аркушів або сторінок разом	Співавтори
1	2	3	4	5	6
1	Переваги реалізації АСК ТП механічної обробки деталей за допомогою SCADA-системи в порівнянні з DCS- та PLC-системами	Друк.	XI Науково-практична конференція студентів та аспірантів «Погляд у майбутнє приладобудування», 15-16 травня 2018 р., м. Київ, Україна : збірник статей / КПІ ім. Ігоря Сікорського, ПБФ. – Київ : Центр учбової літератури, 2018. – С. 195–198.	4	Філіппова М.В.
2	Ідентифікація параметрів технологічного процесу механічної обробки як об'єкту керування	Друк.	XIV Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність інженерних рішень у приладобудуванні», 04-05 грудня 2018 р., м. Київ, Україна : збірник статей / КПІ ім. Ігоря Сікорського, ПБФ. – Київ: Центр учбової літератури, 2018. – С. 150–154.	4	Філіппова М.В. Федорчук В.Л.
3	Электропатрон для закрепления сверла	Друк.	Новые направления развития приборостроения : материалы 10-й международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов, Минск, 26–28 апреля 2017 г. : в 2 т. / Белорусский национальный	1	Подолян О.О.

			технический университет ; редкол.: О. К. Гусев [и др.]. – Минск, 2017. – Т. 1. - С. 160.		
1	Патрон для закріплення свердла	Друк.	Патент № 115734 Україна, МПК В23В 31/00. заявник і власник патенту Подолян О.О. (UA); Бодашко В.В., (UA); Філіппова М.В. (UA); – № u201611339 від 09/11/2016 р. Опубл. 25.04.2017 р., Бюл. № 8/17 с. 6	6	Подолян О.О.
2	Магнітний патрон для закріплення свердла	Друк.	Патент № 115735 Україна, МПК В23В 31/00. заявник і власник патенту Подолян О.О. (UA); Бодашко В.В., (UA); Філіппова М.В. (UA); – № u201611340 від 09/11/2016 р. Опубл. 25.04.2017 р., Бюл. № 8/17 с. 6	6	Подолян О.О.
3	Електромагнітний патрон для закріплення свердла	Друк.	Патент № 115736 Україна, МПК В23В 31/00. заявник і власник патенту Подолян О.О. (UA); Бодашко В.В., (UA); Філіппова М.В. (UA); – № u201611342 від 09/11/2016 р. Опубл. 29.04.2017 р., Бюл. № 8/17 с. 6	6	Подолян О.О.
4	Електропатрон для закріплення свердла	Друк.	Патент № 115737 Україна, МПК В23В 31/00. заявник і власник патенту Подолян О.О. (UA); Бодашко В.В., (UA); Філіппова М.В. (UA); – № u201611343 від 09/11/2016 р. Опубл. 29.04.2017 р., Бюл. № 8/17 с. 6	6	Подолян О.О.

Декан ПБФ

(підпис)

Тимчик Г.С.

(ініціали, прізвище)

Студент

(підпис)

Бодашко В.М.

(ініціали, прізвище)