

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»  
Навчально-науковий інститут електроенергетики  
(інститут)  
Електротехнічний факультет  
(факультет)  
Кафедра кіберфізичних та інформаційно-вимірювальних систем  
(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра**

здобувача вищої освіти Цикалов Денис Олександрович  
(П.І.Б.)

академічної групи 152-17-1.

(шифр)

спеціальності 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка  
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

(офіційна назва)

на тему Система автоматизованого дозування рідини затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 12.04.2021р. №201-с

(назва за наказом ректора)

Консультанти	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинг.	інституційною	
Керівник кваліфікаційної роботи	доц. Глухова Н.В.			
Провідний консультант	ас. Гальченко Ю.М.			
Вимірювальні перетворювачі	ас. Гальченко Ю.М.			
Метрологічне забезпечення	ас. Гальченко Ю.М.			
Економічна частина	ст. викл. Дементьєва Н.В.			
Охорона праці	проф. Чеберячко Ю.І.			
Рецензент				
Нормоконтролер	ас. Славінський Д.В.			

Дніпро  
2021

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач кафедри

кіберфізичних та інформаційно-

вимірювальних систем

(повна назва)

Ткачов В.В.

\_\_\_\_\_

(прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеню \_\_\_\_\_ бакалавра**  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Цикалову Денису Олександровичу академічної групи 152-17-1

(прізвище та ініціали)

(шифр)

спеціальності 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

за освітньо-професійною програмою «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»  
на тему Система автоматизованого дозування рідини

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 12.04.2021р. №201-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Стан питання та постановка завдання. Опис технологічного процесу і вибір контрольованих параметрів	Опис процесу існуючих систем автоматизованого дозування рідини і розгляд технологічного процесу, в якому використовується автоматизоване дозування рідини. Опис параметрів, що впливають на точність дозування рідини. Вибір контрольованих параметрів, що впливають на точність дозування рідини.	05.05.2021 – 10.05.2021
Обґрунтування вибору засобів вимірювальної техніки. Складання вимірювальної схеми	Вибір засобів вимірювальної техніки, що використовується для контролю обраних параметрів. Складання вимірювальної схеми.	08.05.2021 – 13.05.2021
Вимірювальні перетворювачі	Розробка віртуального приладу у середовищі Labview для дослідження статичної характеристики вимірювального перетворювача. Розрахунок нев'язок.	13.05.2021 – 20.05.2021
Метрологічне забезпечення	Розробка методики калібрування обраного вимірювального перетворювача для забезпечення метрологічної простежуваності вимірювань. Розробка віртуального приладу у середовищі Labview, що імітує процес калібрування обраного вимірювального перетворювача.	20.05.2021 – 30.05.2021
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Розрахунок капітальних інвестицій та експлуатаційних витрат	30.05.2021 – 06.06.2021
Економічна частина	Аналіз небезпечних і шкідливих чинників. Розробка заходів з охорони праці, пожежної профілактики, заходів з ергономіки.	30.05.2021 – 06.06.2021

Завдання видано

\_\_\_\_\_

Глухова Н.В.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі 05.05.2021

Дата подання до атестаційної комісії 18.06.2021

Прийнято до виконання

\_\_\_\_\_

Цикалов Д.О.

(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 61с, 29 рис, 27 табл., 1 додатків, 21 джерел.

ДОЗУВАННЯ РІДИНИ, ЛІНІЯ РОЗЛИВУ, МЕТОДИ ДОЗУВАННЯ, ДАТЧИК КОНТРОЛЮ ВАГИ, ТЕНЗОДАТЧИК, АПРОКСИМАЦІЯ, НЕВИЗНАЧЕНІСТЬ ВИМІРЮВАНЬ, БЮДЖЕТ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ.

Об'єкт розроблення – ліній розливу з високою точністю дозування в'язких продуктів.

Мета роботи - підвищення точності та швидкості дозування в'язких продуктів. Зменшення інструментальної похибки на виробництвах.

Результати та їх новизна – у роботі запропоновано метод дозування рідини з високою точністю, завдяки переобладнанню старої системи.

Сфера застосування розробки – дозування олії на середньомасштабних виробництвах за умов наявності застарілої лінії розливу або придбання таких.

Практична значимість кваліфікаційної роботи – оптимізація процесу дозування, підвищення швидкості продуктивності за допомогою тензодатчиків на яких засновано ваговий метод вимірювання продукції. Оскільки даний метод має велику точність на відміну від інших методів, то він дозволяє заощадити кошти на розливі.

## ЗМІСТ

Вступ.....	6
1. Опис технологічного процесу та вибір контрольованих параметрів.....	7
1.1 Виробництво соняшникової олії.....	7
1.2 Опис технологічного процесу.....	8
1.3 Параметри що впливають на точність розлиття.....	10
2. Вибір засобів вимірювальної техніки.....	11
2.1 Поршневий дозатори.....	11
2.2 Вагові дозатори.....	13
2.3 Дозування за рівнем.....	14
2.4 Вибір засобів вимірювальної техніки.....	15
2.5 Balluff BOS00ZC.....	15
2.6 Keli AMG-2kg.....	16
2.7 LPF-1000.....	17
2.8 Метод аналізу ієрархії.....	17
2.9 Розрахунок номінального навантаження для Keli AMG-2kg.....	22
3 Вимірювальні перетворювачі.....	23
3.1 Принцип дії тензOMETричних датчиків.....	23
3.2 Розробка віртуального приладу.....	25
3.3 Опис роботи програми та інтерфейс.....	26
4 Метрологічне забезпечення.....	34
4.1 Розробка методики калібрування.....	34
4.2 Розробка віртуального приладу.....	41
5 Економічна частина.....	43
5.1 Розрахунок капітальних інвестиції.....	43
5.2 Розрахунок амортизаційних відрахування.....	45
5.3 Розрахунок річного фонду заробітної плати.....	46
5.4 Єдиний соціальний внесок.....	48
5.5 Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт .....	48

5.6 Розрахунок вартості спожитої електроенергії.....	49
5.7 Інші витрати.....	49
5.8 Розрахунок експлуатаційних витрат.....	50
<b>6 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....</b>	<b>51</b>
6.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих чинників проектованого технологічного процесу, об'єкту, системи або пристрою.....	51
6.2 Інженерно-технічні заходи з охорони праці.....	51
6.3 Пожежна профілактика.....	52
6.4 Заходи з ергономіки.....	53
Висновок.....	55
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	57
Додаток А.....	60

## Вступ

Соняшникова олія - це нелетуча олія, відпресована з насіння соняшнику. Соняшникова олія зазвичай використовується в їжі як олія для смаження, а в косметичних складах - як пом'якшувальний засіб.

Соняшникова олія складається в основному з лінолевої кислоти, поліненасиченого жиру, та олеїнової кислоти, мононенасиченого жиру. Завдяки селективним процесам селекції та виробництва виробляються олії з різною часткою жирних кислот. Експелерне масло має нейтральний смаковий профіль. Олія містить велику кількість вітаміну Е.

Україна та Росія разом склали 53% світового виробництва соняшникової олії у 2018 році. Тому розглянемо виробництво та процеси які його супроводжують[1].

Такі масштабні виробництва слід супроводжувати високою точністю та продуктивністю, тому в кваліфікаційному проекті будуть розглянуті різні методи дозування та їх порівняння.

# 1 Опис технологічного процесу та вибір контрольованих параметрів

## 1.1 Виробництво соняшникової олії

Першим чином врожай соняшнику збирається та транспортується на завод, де відбирається насіння на пробу. Після відбору насіння потрапляє до лабораторії, на експертизу. Лаборанти проводять ручний відбір цілого насіння від пустої шкарлупи та сміття. Далі відібрані плоди засипають до спеціального приладу – аналізатору, який за допомогою радіо імпульсів розраховує скільки масла міститься у насінні.

У цей час насіння розвантажується та відправляється на вібросито – пристрій який відсіює велике сміття. Далі зерно треба очистити від шкарлупи, за допомогою рушально-вієчних автоматів. Спочатку, рушально-вієчний автомат, дробить насіння з шкарлупою після за допомогою повітря видуває шкарлупу повітрям, такий процес повторюється декілька разів для підвищення ефективності[2].

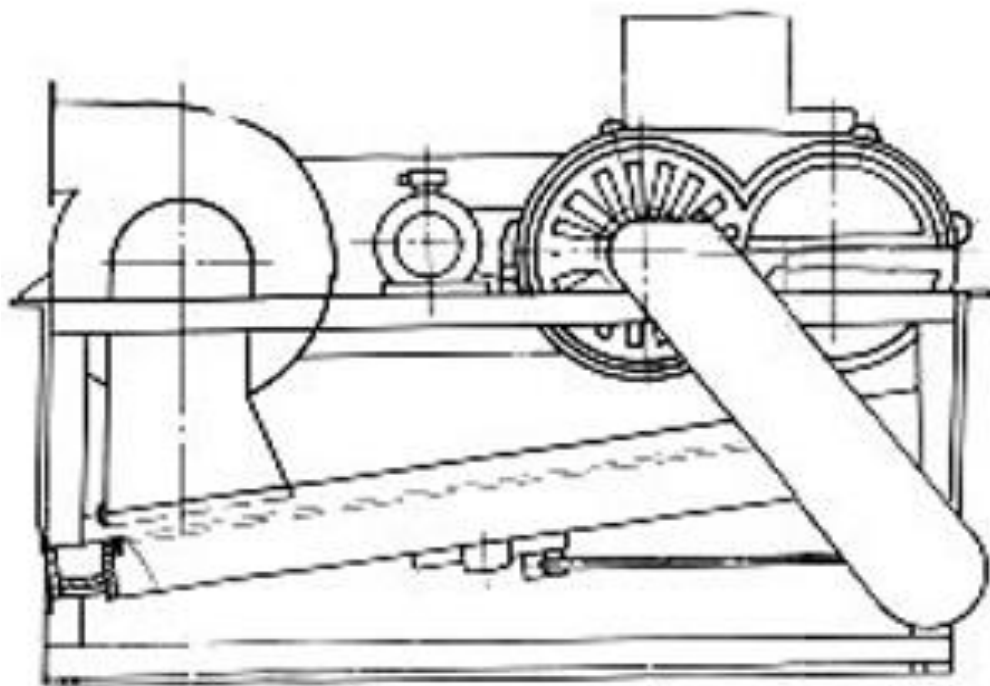


Рисунок. 1.1.1 - Рушально-вієчний автомат.

Для ефективного вилучення масла ядрам необхідно пройти через жаровню, після чого вони будуть готові для віджимання – пресуванню. У пресованій олії знаходяться речовини, які видаляються у процесі рафінації. Першим етапом видаляють фосфоліпіди за допомогою теплої води, не проходячи таку обробку, олія, при використуванні у кулінарії виділяє неприємний смак та запах. Очищена олія проходить процес відбілювання за допомогою глини при цьому з масла видаляють пігменти, важкі метали та пестициди. Наступним етапом видаляють віск який знаходився у зернах перед віджиманням, роблять це за допомогою охолодження. Кінцевим етапом буде видалення продуктів окислення, крім того зникає запах не рафінованої олії[3].

## 1.2 Опис технологічного процесу

Лінія розливу рослинного масла серії ЛР2 з продуктивністю 1000-1500 пляшок/годину. Призначена для розливу рослинного масла в скляну або ПЕТ-пляшку об'ємом від 0.5 до 1.0 літра, запакування пробкою – «прочуханки» і наклеюванням однієї або декількох клейких або паперових етикеток.

Розлив рослинної олії здійснюється за допомогою мірних циліндрів. Точність дозування – становить 0.5-1%. Лінія легко переналагоджується під інші розміри тари.

У склад лінії розливу входять:

- Накопичувальна ємність
- Автомат розливу
- Транспортер
- Напіваавтомат закупорювання пробкою
- Стіл накопичувач



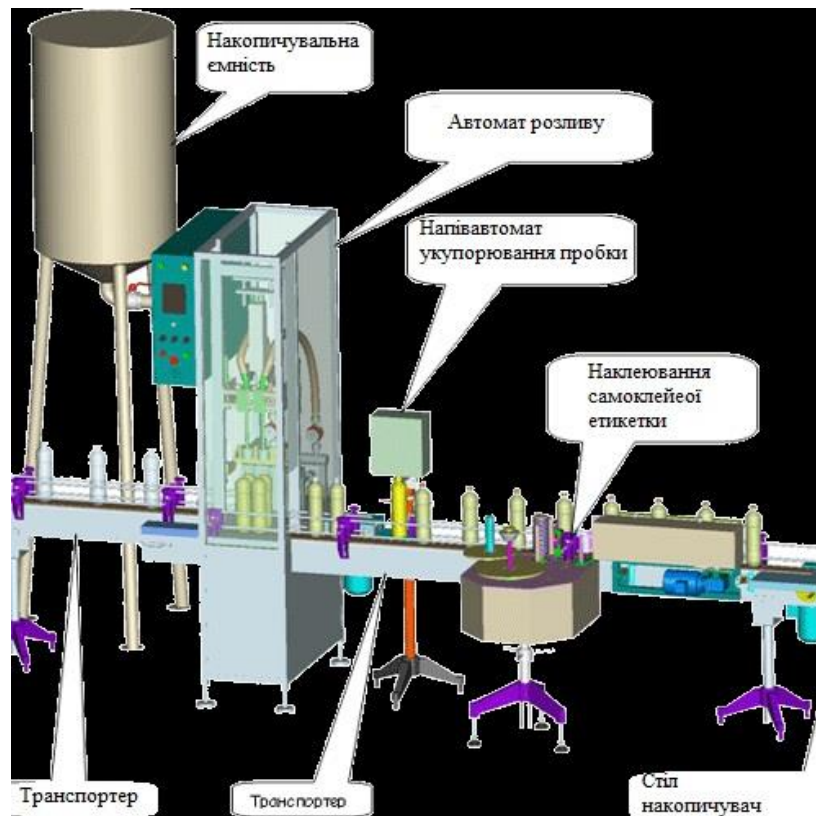


Рисунок 1.2.1 - Лінія розливу рослинного масла серії LP2

З накопичувальної ємності, у якій знаходиться масло, потрапляє до автомату розливу, де дозується у пляшки, які транспортуються за допомогою транспортеру. Дозування здійснюється за допомогою поршневого принципу дозування. Після наповнювання пляшки транспортер доставляє її до напівавтомата для закупорювання пробкою.

Лінія розливу має додаткові технічні рішення. Наприклад дієсна система «немає пляшки – немає наливу», за допомогою якої можливо відстежити та уникнути непередбачених втрат продукту. Або індивідуальний сенсор контролю положення пляшки.

Для підвищення точності вимірювання та продуктивності лінії розливу буде проведена модернізація конвеєрної стрічки, де буде впроваджено новий метод вимірювання. Для дозування рослинної олії потрібно знайти такий датчик, який би дозволяв робити дозування в тарі, в межах 1-го кілограму або 1000 грам[4].

### 1.3 Параметри що впливають на точність розлиття

Для розливу рідини на підприємствах працюючих у харчовій галузі використовують розливні автомати, принципи дії яких засновані на різних методах, далі у роботі вони будуть розглянуті. В залежності від типу, заданих технологічних вимог проведення процесу розливу, від властивостей рідини, яку розливають, їх можливо розділити на три групи: барометричні, зверхбарометричні та вакуумні.

Барометричний – працюють під дією гравітаційних сил при нормальному атмосферному тиску, що означає що в такому методі розливання рідини залежить від гідростатичному тиску рідини.

Зверхбарометричний – працює так само як і барометричний але й при надлишковому тиску в дозаторі, у такому випадку дозатор повинен мати герметичну дозуючу колбу.

Вакуумний – спосіб працює, якщо розрядження вакууму створюється тільки в тарі, витікання рідини відбувається під дією різності тиску в розхідному баку та тарою.

Наповненням пляшки по рівню є найбільш розповсюдженим видом розливу, при якому заповнення пляшки відбувається до певного рівня. Такий розлив можливий якщо використані пляшки ідеально стабільні. Ці показники в свою чергу залежать від товщини стінок пляшки, зазвичай товщина стінок коливається в межах 1 мм, від висоти, цей показник більш стабільний. Тому, наприклад, пластикові пляшки мають відповідати достатньої стабільності.

Розлив рідини по об'єму має меншу популярність, бо із-за різних пляшок є ймовірність налити однакову кількість, але візуально різний об'єм. Це спонукає покупців обирати іншого виробника. Але основною причиною відказу від такого способу є те, що точність залежить від автомату який виконує розлив. Обираючи більш точні дозатори виробник повинен витратити більше грошей, а з часом технічні показники таких систем погіршуються[5]

## 2 Вибір засобів вимірювальної техніки

### 2.1 Поршневі дозатори

Механізм дозування заснований на поршковому принципі.

Принцип дії дозаторів даного типу заснований на зворотно-поступальних рухах, що здійснюються поршнем. В результаті поступального руху поршня в просторі під ним створюється розрядження. За допомогою всмоктувального водопроводу рідина заповнює порожнину.

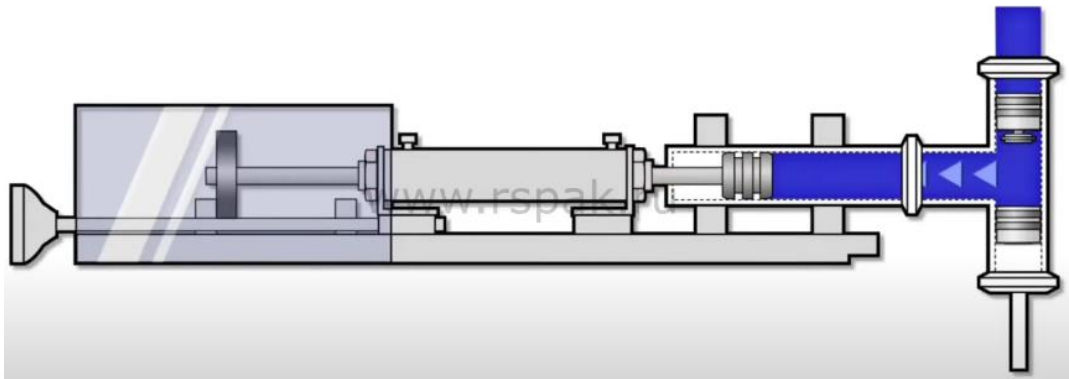


Рисунок 2.1.1 - Заповнення рідиною механізм дозування

Зворотний хід поршня призводить до закриття клапана 1 Рисунок 2.2 водопроводу, що виключає витікання рідини.

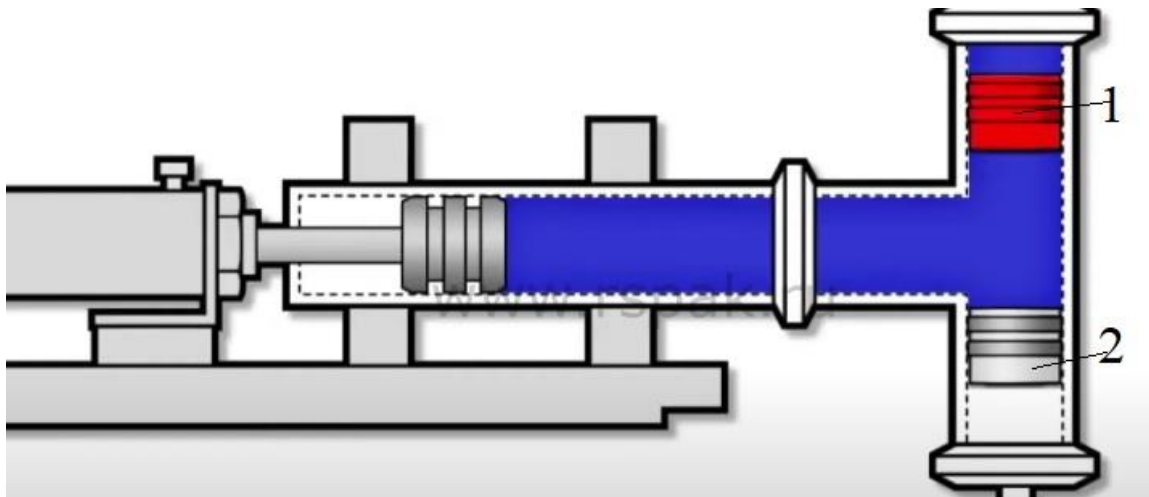


Рисунок 2.1.2 - Клапани

Одночасно з цим відкривається клапан нагнітального трубопроводу 2 мал. 4, і продукт під дією власної ваги витісняється з порожнини під поршнем[6].

Параметри що впливають на точність дозування:

На верхній площині станини розташовані:

- Пневмоциліндр, який переміщує поршень дозатора
- Вимірювальний циліндр, у кронштейні кріплення
- Клапани або зворотній кран, в залежності від моделі

На головному циліндрі розташовані органи керування. За допомогою механізму керування 3 Рисунок 2.3 оператор переміщує геркон 1 мал.5 по спеціальній шкалі 2 Рисунок 2.3, за допомогою якої є можливість встановити потрібні параметри об'єму.



Рисунок 2.1.3 - Головний циліндр, пневмоциліндр

На бічній стороні знаходиться манометр Рисунок 2.1.4, він показує тиск який штовхає поршень, змінювати тиск можна за допомогою регулювання компресору або у деяких моделях він регулюється на самому пристрої, для більш в'язких речовин слід збільшувати тиск.

Більшість поршневих дозаторів мають регулятори швидкості ходу поршня, але цей параметр не впливає на точність дозування[7].



Рисунок 2.1.4 - Манометр

## 2.2 Вагові дозатори

В залежності від сфери використання ваговий дозатор охоплює ряд різних реалізацій та призначень. Так, в залежності від форми виділяють:

Консольні – встановлюються при зважуванні контейнерів.

S-образні – використовують для зважування вантажів, що підіймаються.

Мембранні – використовуються в системах контролю з високою точністю вимірювання

Колонні – монтуються в обладнання з великою масою.



Рисунок 2.2.1 - Тензодатчик

Вагові дозатори працюють за допомогою тензодатчиків, який вимірює силу впливу маси тари та дозованого продукту. Тензодатчик відстежує

кількість продукту в тарі та по досягненню заданої величини ваговий контролер зупиняє подачу продукту.

Процес наповнення тари виглядає наступним чином:

- Тара розташовується на ваговимірювальну площадку.
- Відбувається зважування тари.
- Заповнення продуктом до заданої ваги.
- Закупорювання тари.

Основною перевагою дозування за вагою – це швидкість наповнення, дець від 2 до 5 секунд заповнюється літрова пляшка, при цьому точність дуже висока на відміну від поршневих дозаторів, ще датчик уникає контакту з продукцією, що розливає[8].

### 2.3 Дозування за рівнем

Дозування за рівнем продукту у тарі передбачає встановлення датчику у горлечко пляшки та наповнення відбувається до контакту з датчиком, або реагує на об'єм зовні. У першому випадку, встановлений всередині пляшки, є можливість дозувати електропровідні продукт. Рідини з низькою електропровідністю не можливо дозувати даним способом.

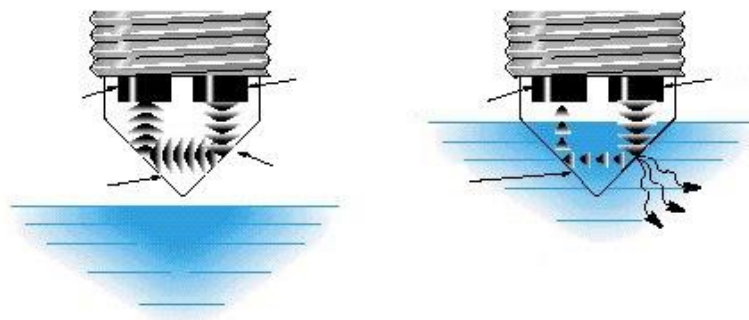


Рисунок 2.3.1 – Оптичний датчик

Даний спосіб дозування є найменш точним, тому що дуже сильний вплив має сама пляшка, в зв'язку з цим даний спосіб використовується для

розлиття не дорогих продуктів. Даний спосіб гарно підходить при ізобарному розливі, коли тиск в соплі дозатора та плящі рівні.

Переваги такого способу є те, що споживач має приємно однакову зовнішню кількість продукту[8].

## 2.4 Вибір засобів вимірювальної техніки

Таким чином є можливість використовувати датчики рівня які в залежності від методу вимірювання діляться на: вагові, поршневі та рівневі.

Для порівняння розглянуті такі представники: Balluff BOS00ZC, Keli AMG-2kg, LPF-1000.

## 2.5 Balluff BOS00ZC

Оптичний рівномір Balluff BOS00ZC – призначений для безконтактного вимірювання рівня рідини[9].



Рисунок 2.5.1 – Оптичний датчик Balluff BOS00ZC

Таблиця 2.5.1 - Технічні характеристики

Робочі температури	-20 - +50 °C
Відстань вимірювання	До 1,2 м
Гістерезис відстані	≥5%

## 2.6 Keli AMG-2kg

Тензодатчик Keli AMG-2kg - з найвищою точністю серед усіх, та має більш перспективну позицію серед усіх[10].



Рисунок 2.6.1 – Тензодатчик Keli AMG-2kg

Таблиця 2.6.1 - Технічні характеристики

Діапазон вимірювання	0 – 2 кг
Клас точності	C1
Номінальна чутливість	2.0±0.2 мВ/В
Робочі температури	-20 - +50 °С
Граничне навантаження	150%
Руйнівне навантаження	300%

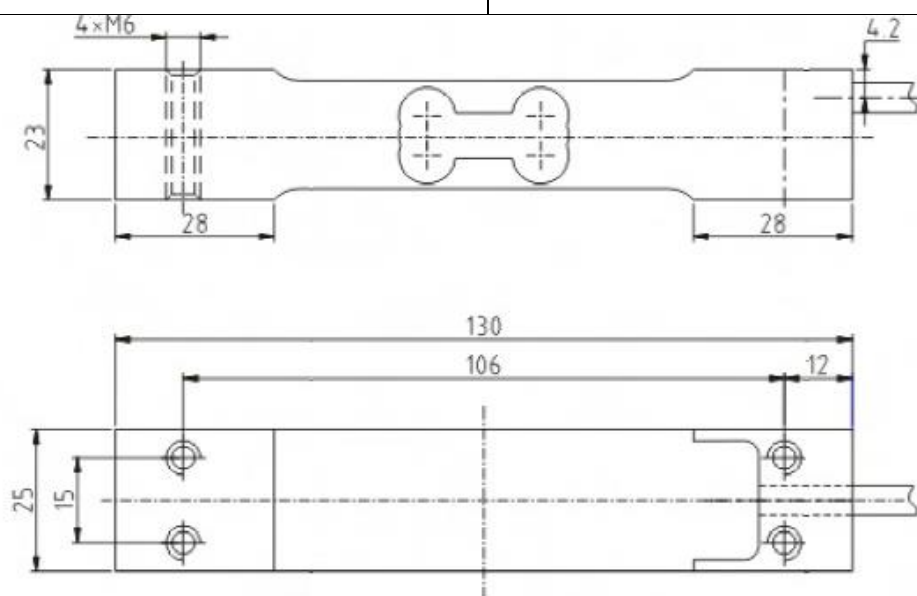


Рисунок 2.6.2 – Креслення тензодатчика



## 2.7 LPF-1000

Поршневий дозатор LPF-1000 – один з найпопулярніших дозаторів на малому виробництві з високим класом точності[11].



Рисунок 2.7.1 – Поршневий дозатор LPF-1000

Таблиця 2.7.1 - Технічні характеристики

Клас точності	1%
Тиск стислого повітря	0,4-0,9 МПа
Діапазон дозування	100 – 1000 мо

## 2.8 Метод аналізу ієрархії

Для підвищення продуктивності та точності лінії розливу слід знайти максимально ефективний спосіб дозування. Слід використати розповсюджений та ефективний спосіб, який допоможе виділити з трьох методів вимірювання та дозування найкращий, тому вдамося до метод аналізу ієрархії

Будуючи матриці і розставляючи пріоритетні коефіцієнти, допомагає знайти проблему, виділити мету, побудувати дерево ієрархії від мети до альтернативних варіантів та матриці попарного зрівняння. Такий метод

допомагає шукати найкращий спосіб вирішення проблеми, найкращим чином погоджує розуміння проблеми та вимоги до вирішення[12].

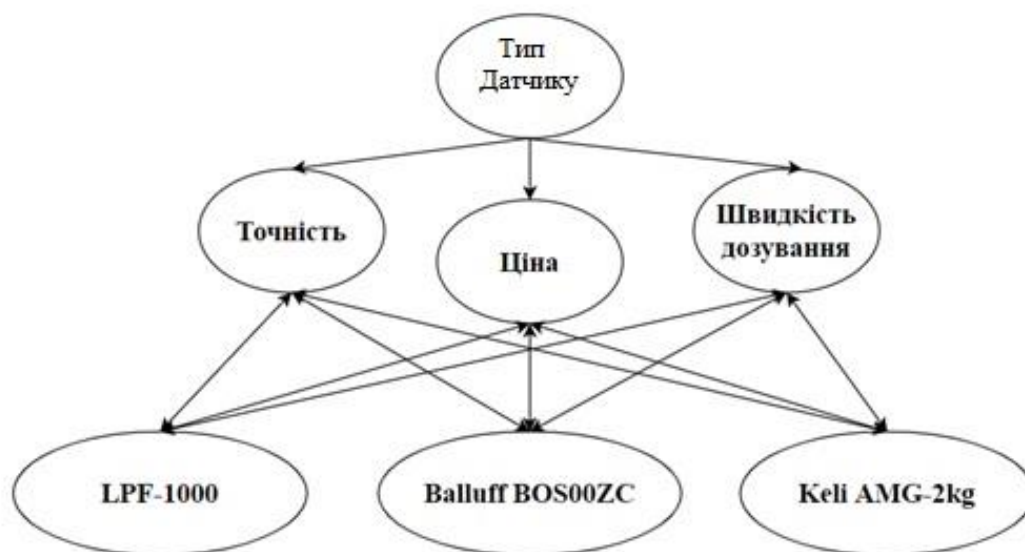


Рисунок 2.8.1 Дерево критеріїв та альтернатив

Таблиця 2.8.1 - Коефіцієнти та їх значення

1	Рівносільно ефективні якості
3(1/3)	Трохи кращі/гірші якості
5(1/5)	Кращі/гірші якості
7(1/7)	Набагато кращі/гірші якості
9(1/9)	Принципово кращі/гірші якості

Спочатку буде розглянуто більш пріоритетні якості дозування.

Складається матриця.

Таблиця 2.8.2 – Матриця попарних зрівнянь

	Точність	Швидкість	Ціна
Точність	1	5	3
Швидкість дозування	1/5	1	3
Ціна	1/3	1/3	1
Сума	1,533333333	6,333333333	7

Попарно зрівнюючи критерії оцінки слід віддавати пріоритет важливішим якостям керуючись таблицею 2.8.1, та сумувати кожен стовпчик за формулою (2.8.1).

$$S_j = a_{1j} + a_{2j} + \dots + a_{nj} \quad (2.8.1)$$

Таблиця 2.8.3 - Матриця по парних зрівнянь у вагових коефіцієнтах

	Точність	Швидкість	Ціна	Середнє значення
Точність	0,65	0,79	0,43	0,62
Швидкість дозування	0,13	0,16	0,43	0,24
Ціна	0,22	0,05	0,14	0,14

Ділимо всі елементи матриці на відповідну суму кожного стовпчика застосовуючи формулу (2.8.2). Та отримуємо середнє значення – це буде «вага» кожного критерію.

$$A_{ij} = \frac{a_{ij}}{s_j} \quad (2.8.2)$$

Дії що називаються нормовкою матриці відбуваються із-за формул – (2.8.1) і (2.8.2).

Таблиця 2.8.4 - Проміжний висновок

	Вага у долях	Вага у відсотках %
Точність	0,62	62
Швидкість дозування	0,24	24
Ціна	0,14	14

З таблиці 2.8.4 можна побачити, що най пріоритетним критерієм буде точність дозування – 62%, а найменший пріоритет буде у ціни – 14%.

Виконуємо вище показані дії для кожного з обраних датчиків.

Першою характеристикою для зрівняння буде точність кожного з дозаторів, побудуємо матриці та знайдемо «вагові» коефіцієнти.

Таблиця 2.8.5 – Матриця попарних зрівнянь критерію точності

Точність	LPF-1000	Balluff BOS00ZC	Keli
LPF-1000	1	5	1/3
Balluff BOS00ZC	1/5	1	1/7
Keli	3	7	1
Сума	4,2	13	1,48

Таблиця 2.8.6 - Матриця попарних зрівнянь критерію точності у вагових коефіцієнтах

Точність	Balluff BOS00ZC	Tedea	Keli	Среднее значение
LPF-1000	0,24	0,38	0,23	0,28
Balluff BOS00ZC	0,05	0,08	0,10	0,07
Keli	0,71	0,54	0,68	0,64

Таблиця 2.8.7 Проміжні висновки

Точність	Вага у долях	Вага у відсотках %
LPF-1000	0,28	38
Balluff BOS00ZC	0,07	7
Keli	0,64	64

Можемо зробити проміжний висновок, що найперспективнішим на даному етапі буде Keli AMG-2kg. Але треба зібрати більше інформації, та порівняти датчики за іншими характеристиками.

Таблиця 2.8.8 - Матриця попарних зрівнянь критерію ціни

Ціна	LPF-1000	Balluff BOS00ZC	Keli
LPF-1000	1	1/7	1/7
Balluff BOS00ZC	7	1	1
Keli	7	1	1
Сума	15,00	2,14	2,14

Таблиця 2.8.9 - Матриця попарних зрівнянь критерію точності у вагових коефіцієнтах

Ціна	LPF-1000	Balluff BOS00ZC	Keli	Середнє значення
LPF-1000	0,07	0,07	0,07	0,07
Balluff BOS00ZC	0,47	0,47	0,47	0,47
Keli	0,47	0,47	0,47	0,47

Таблиця 2.8.10 - Проміжні висновки

Ціна	Вага у далях	Вага у відсотках %
LPF-1000	0,7	7
Balluff BOS00ZC	0,47	47
Keli	0,47	47

На цьому етапі порівнювалась ціна, як бачимо на таблиці 2.8.10 LPF-1000 – має найменший відсоток «ваги».

Далі розглянемо останню характеристику – швидкість наливання.

Таблиця 2.8.11 - Матриця попарних зрівнянь критерію швидкості розливу

Швидкість розливу	LPF-1000	Balluff BOS00ZC	Keli
LPF-1000	1	1	1/3
Balluff BOS00ZC	1	1	1
Keli	3	1	1
Сума	5	3	2,33

Таблиця 2.8.12 - Матриця попарних зрівнянь критерію точності у вагових коефіцієнтах

Швидкість розливу	LPF-1000	Balluff BOS00ZC	Keli	Середнє значення
LPF-1000	0,2	0,33	0,14	0,23
Balluff BOS00ZC	0,2	0,33	0,42	0,32
Keli	0,6	0,33	0,42	0,45

Таблиця 2.8.13 Проміжні

Швидкість розливу	Вага у долях	Вага у відсотках %
LPF-1000	0,23	23
Balluff BOS00ZC	0,32	32
Keli	0,45	45

По критерію швидкості розливу більш пріоритетний датчик буде Keli AMG-2kg

Далі визначення ваги альтернатив, отримаємо матрицю з таблиць 2.8.7, 2.8.10, 2.8.13, яку в свою чергу помножимо на матрицю отриману з таблиці 2.8.4. Маємо:

$$\begin{pmatrix} 0,28; 0,07; 0,23 \\ 0,07; 0,47; 0,32 \\ 0,64; 0,47; 0,45 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0,62 \\ 0,24 \\ 0,14 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,23 \\ 0,20 \\ 0,57 \end{pmatrix}$$

У результаті можемо підвести висновки.

Таблиця 2.8.14 – Вагові альтернативи

	Вага у долях	Вага у відсотках %
LPF-1000	0,23	23%
Balluff BOS00ZC	0,20	20%
Keli	0,57	57%

[12]

Отже, таким чином, найперспективним засобом вимірювання було обрано Keli AMG-2kg.

Надалі буде розглянуто принцип його дії та розроблено методику калібрування.

## 2.9 Розрахунок номінального навантаження для Keli AMG-2kg

Датчики вимірюють як власну масу, так і чисте навантаження. Це необхідно враховувати при розрахунку номінального навантаження

тензометричних датчиків ваги. Важливо також розміщення вантажів на виробничих вагах. Не рекомендується використовувати тензодатчики більшого розміру, ніж необхідно для конкретного застосування, так як точність від цього падає. Для виробничих ваг, де вантажі зазвичай розташовуються по центру - справедлива формула:

$$C \geq sf * (TDL/4 + SC/2)$$

де,

$C$  – максимальне навантаження тензодатчику.

$TDL$  – повна власна вага.

$SC$  - максимальне навантаження ваг.

$sf$  - коефіцієнт запасу, зазвичай 1,25.

Отже маємо  $5 \geq 1,25 * (0,210/4 + 5/2)$ , то  $5 \geq 3,19$ . Враховуючи, що на лінії розливу олія фасується у ПЕТ пляшки об'ємом 0,5 л та 1 л, обираємо максимальне навантаження на тензодатчик 5 кг[13].

### **3 Вимірювальні перетворювачі**

#### **3.1 Принцип дії тензометричних датчиків**

Вимірювальний міст (Рисунок 3.1.1)– електрична схема для вимірювання електричного опору[14].

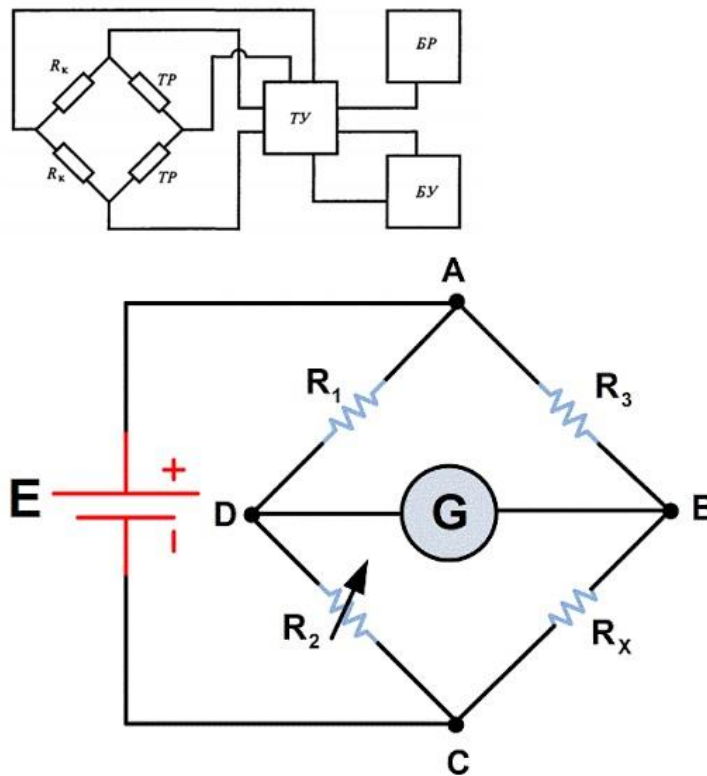


Рисунок 3.1.1 – Вимірювальний міст

Така схема використовується у вагових площадках куди розташовується тара і продукт. Отже в більшості випадків тензодатчик функціонує не від одного тензорезистору, а включає таку мостову вимірювальну схему. Як можна бачити у плечах моста,  $R_1, R_2, R_3, R_x$ , які знаходяться на гнучкій підкладці, що забезпечує деформацію у ході вимірювання[15].

Всі резистивні елементи тензодатчика підібрані таким чином, щоб забезпечити на виході нульове значення різниці потенціалів в точках  $D$  і  $B$  (Рисунок 3.1.1). Це означає що в ідеально навантаженому стані струм не буде протікати.

Як тільки до вимірювального органу, в нашому випадку площини з тарою, буде прикладена механічне навантаження, гнучкий піддон починає деформуватися, із-за чого змінює робочі параметри резисторів. В такому випадку відбувається попарне стиснення та розтягнення.(Рисунок 3.1.2)



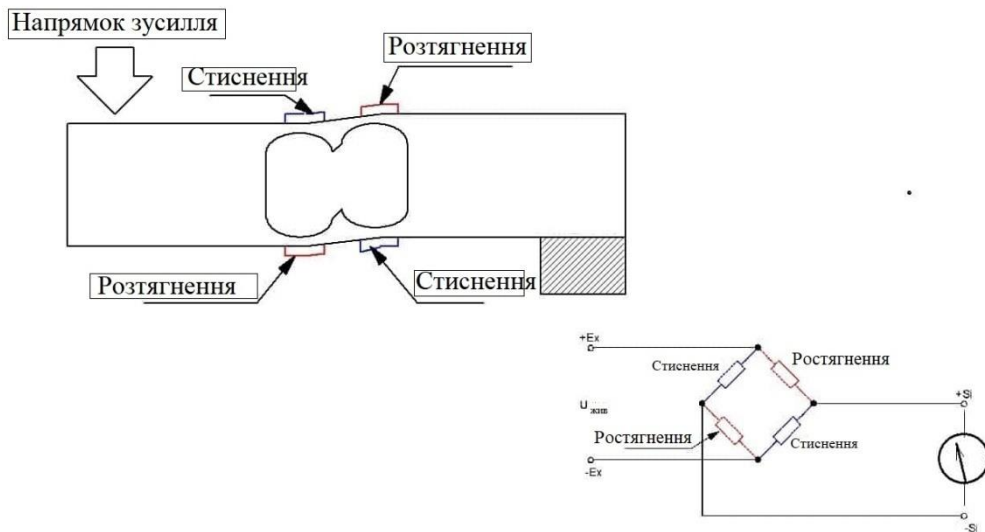


Рисунок 3.1.2 – Платформа датчику під навантаженням

Таким чином два резистори стискаються, а два розтягуються, тому трапляється спотворення мосту. Електричне коло виходить з рівноваги, вихід кола протікає струм та відхиляє стрілку гальванометру. Як тільки навантаження зникає гнучка пластина повертається в колишнє положення – вимірювальний міст знову у рівновазі[15].

### 3.2 Розробка віртуального приладу

Статистична характеристика вимірювального перетворювача – функція вимірювального перетворювача. Такі характеристики мають залежність між вхідними і вихідними величинами перетворювача. На вхідні величини діють інші величини, впливові фактори, такі як: температура, тиск, напруга живлення.

Датчики використовують таку функцію перетворення, яка є найкращим наближенням до неї. Присвоєну функцію називають – номінальною.

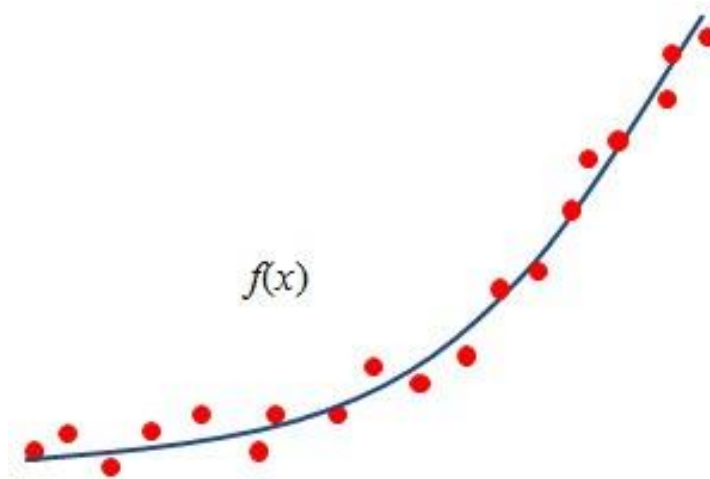


Рисунок 3.2.1 – Графічна ілюстрація усередненої залежності.

Для того що би побудувати графік і порахувати нев'язки потрібно, створити навантаження на датчик, будемо це робити за допомогою за допомогою калібрувальних гир[16].

### 3.3 Опис роботи програми та інтерфейс

Віртуальний стенд дозволяє виводити декілька видів апроксимації у графічному виді, розраховувати нев'язки та рівняння залежності.

У інтерфейсі програми маємо масиви вхідних та вихідних даних в ці масиви слід ввести навантажену вагу, яка була здійснена над тензодатчиком, та силу струму яку показував міліамперметр при цьому навантаженні. Далі програмне забезпечення на основі цих даних зможе побудувати графіки апроксимацій та розрахувати нев'язки, виділивши максимальну з них та їх корельовану суму.

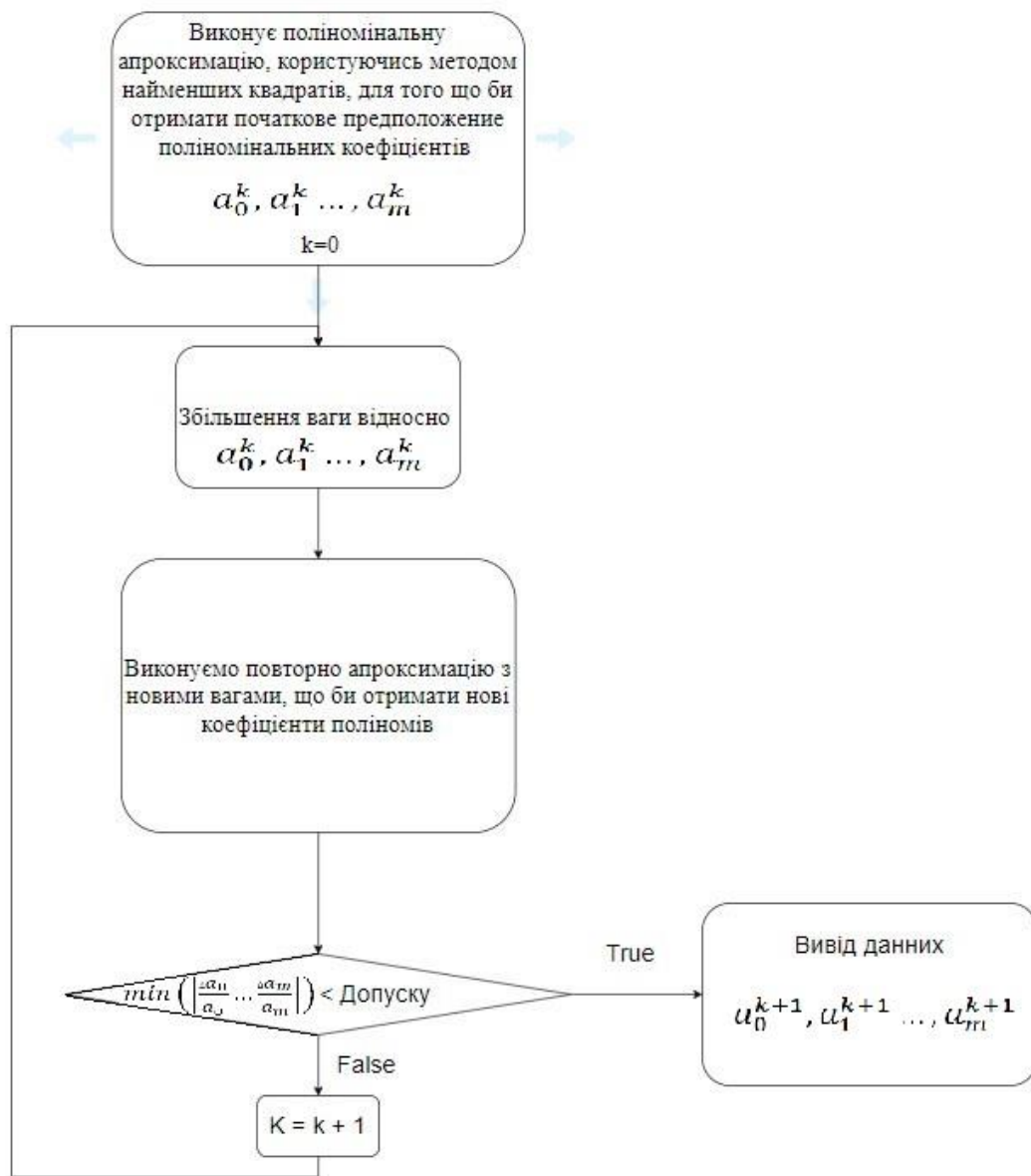


Рисунок 3.3.1 – Блок схема поліноміальної апроксимації Використовуючи метод біквадратних ваг (Bisquare width) для поліноміальної апроксимації, середовище розробки LabView отримує поліноміальні коефіцієнти за допомогою ітераційного процесу, на малюнку 3.3.1 обчислюється залишок за тією ж формулою що й метод найменших квадратів.

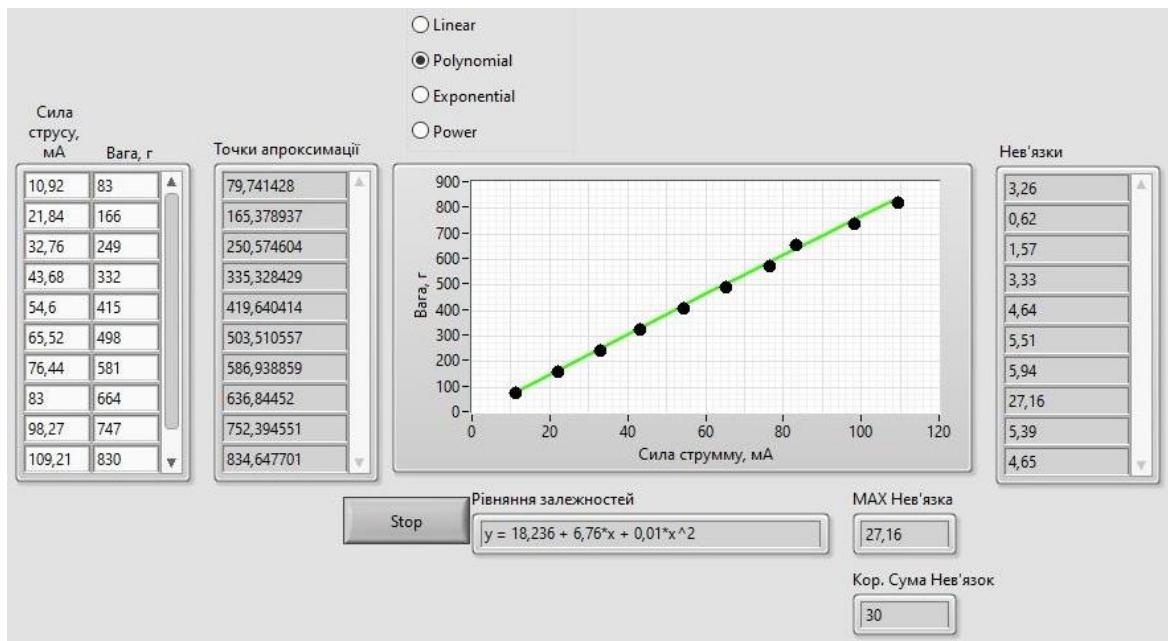


Рисунок 3.3.2 – Поліноміальна апроксимація

Використовуючи метод біквадратних ваг (Bisquare width) експоненціальної, середовище розробки LabView отримує амплітуду, степінь і зсув за допомогою ітераційного процесу, на малюнку 3.3.3 обчислюється залишок за тією ж формулою що й метод найменших квадратів.

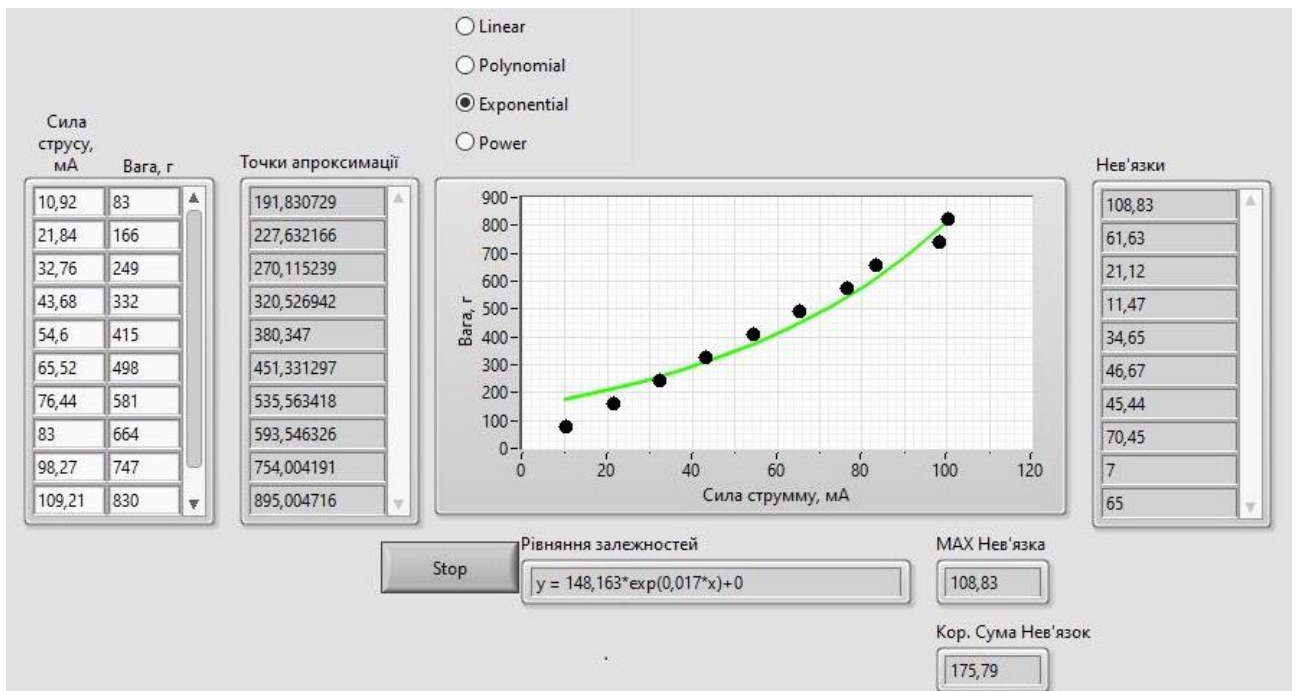


Рисунок 3.3.3 – Експоненціальної апроксимації

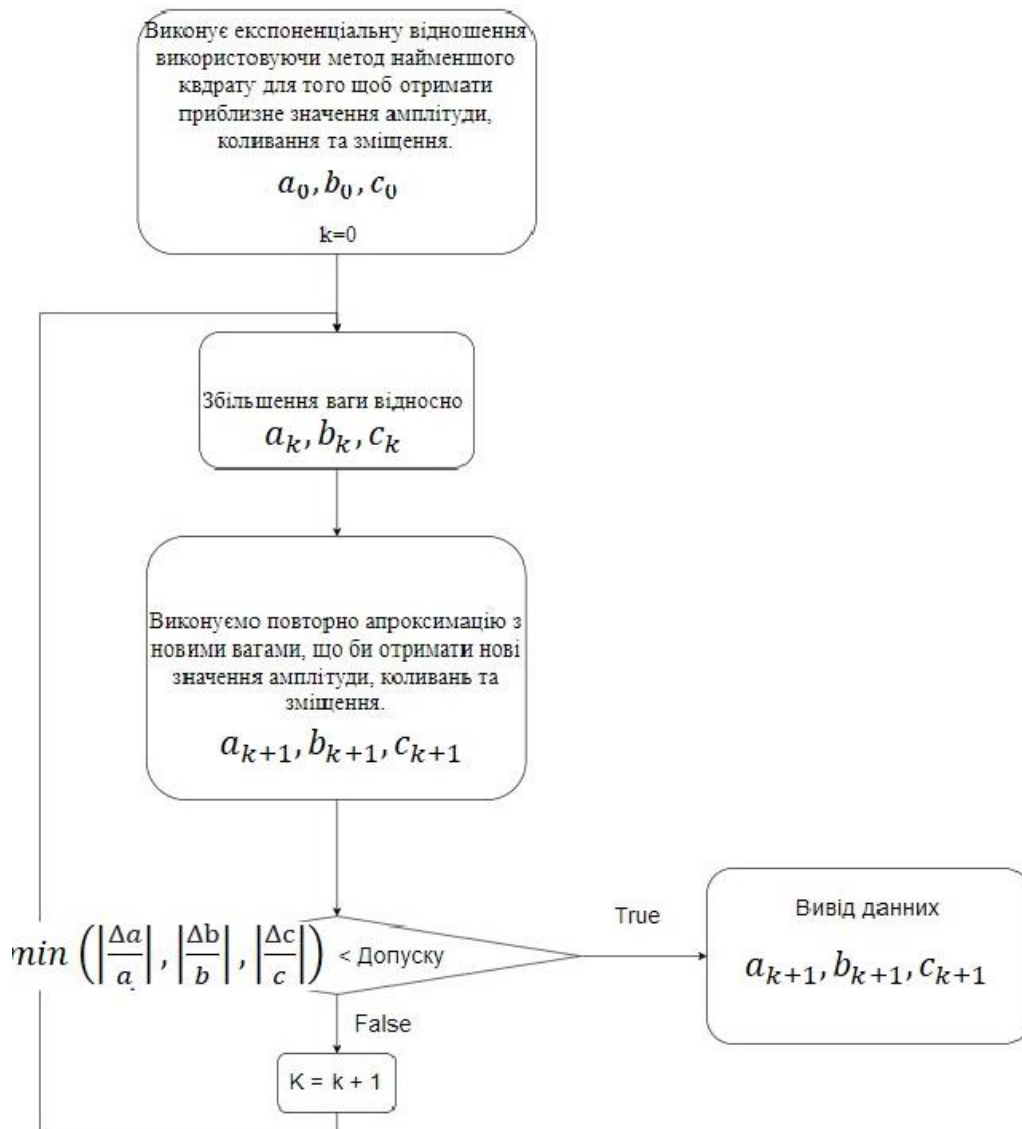


Рисунок 3.3.4 – Блок схема експоненціальної апроксимації

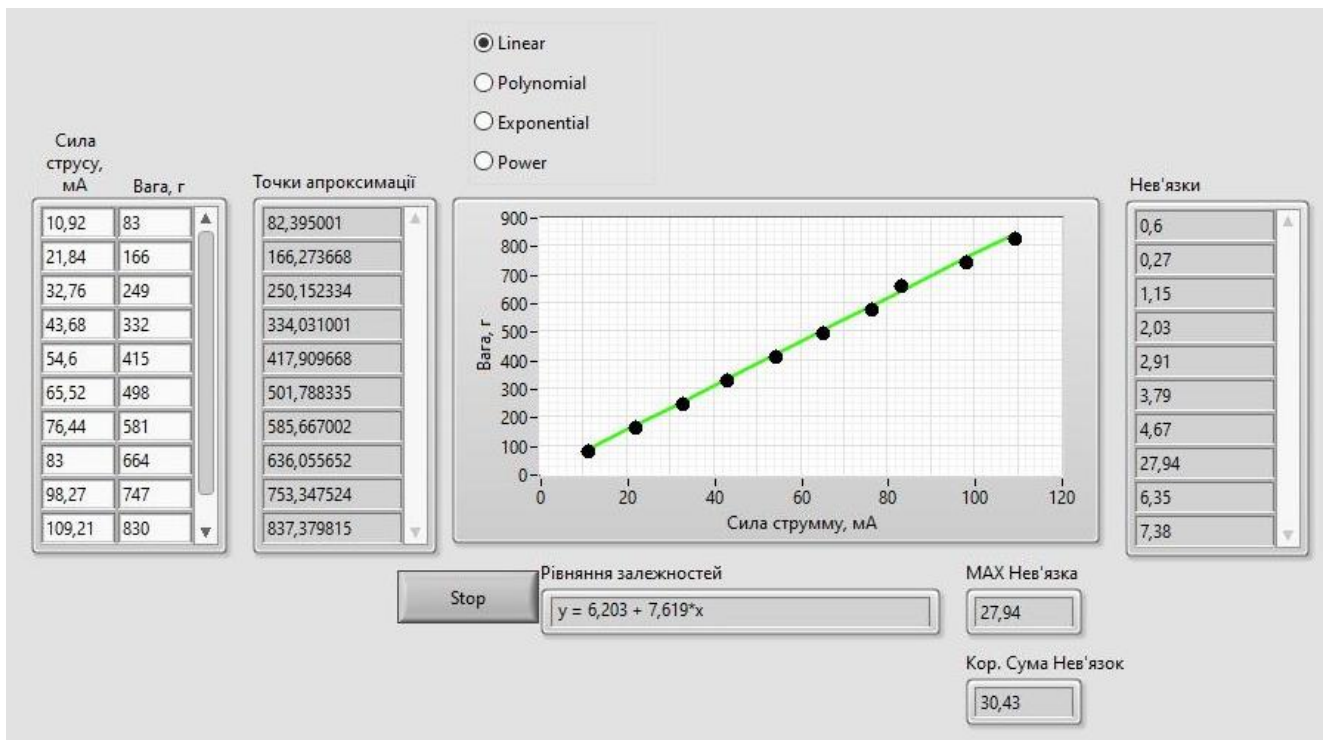


Рисунок – 3.3.5 Лінійна апроксимація

Використовуючи метод біквадратних ваг (Bisquare width) для лінійної апроксимації, середовище розробки LabView отримує кут та перетину коефіцієнти за допомогою ітераційного процесу, на малюнку 3.3.6 обчислюється залишок за тією ж формулою що й метод найменших квадратів.

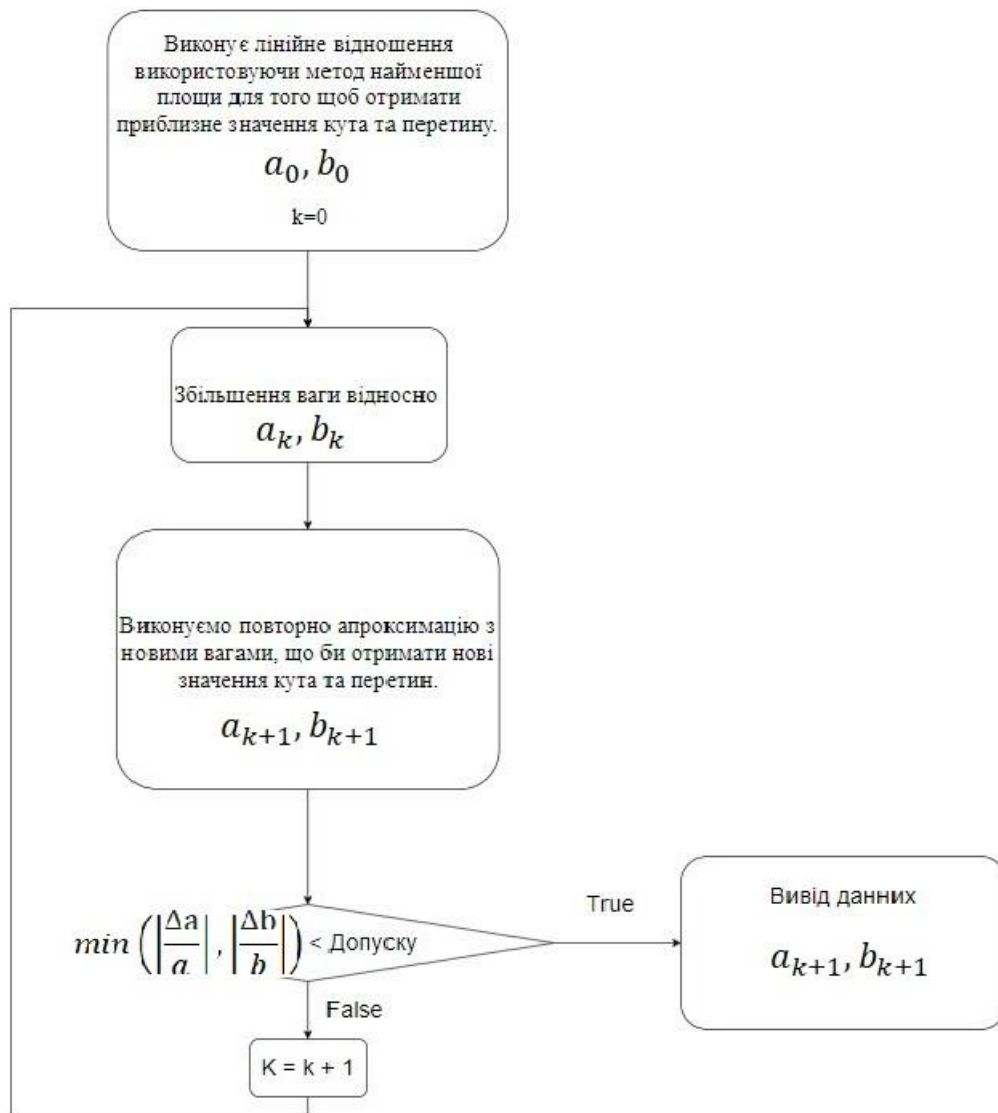


Рисунок 3.3.6 – Блок схема лінійної апроксимації

Використовуючи метод біквадратних ваг (Bisquare width) експоненціальної, середовище розробки LabView отримує амплітуду, степінь і зсув за допомогою ітераційного процесу, на малюнку 3.3.6 обчислюється залишок за тією ж формулою що й метод найменших квадратів.

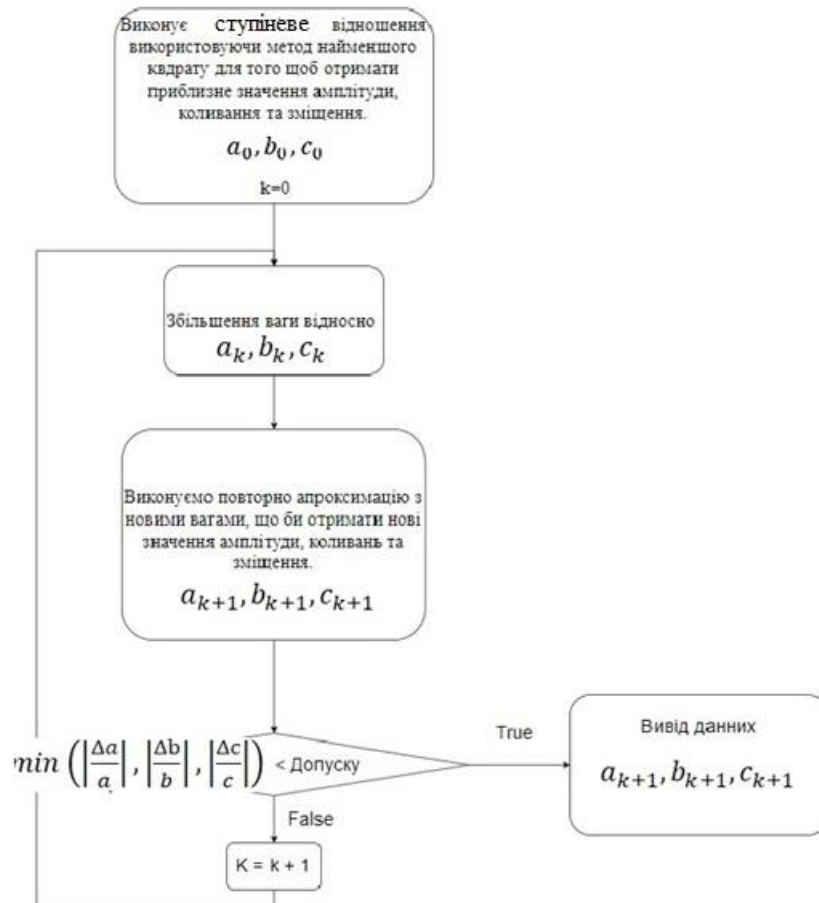


Рисунок 3.3.7 – Блок схема ступіневої апроксимації

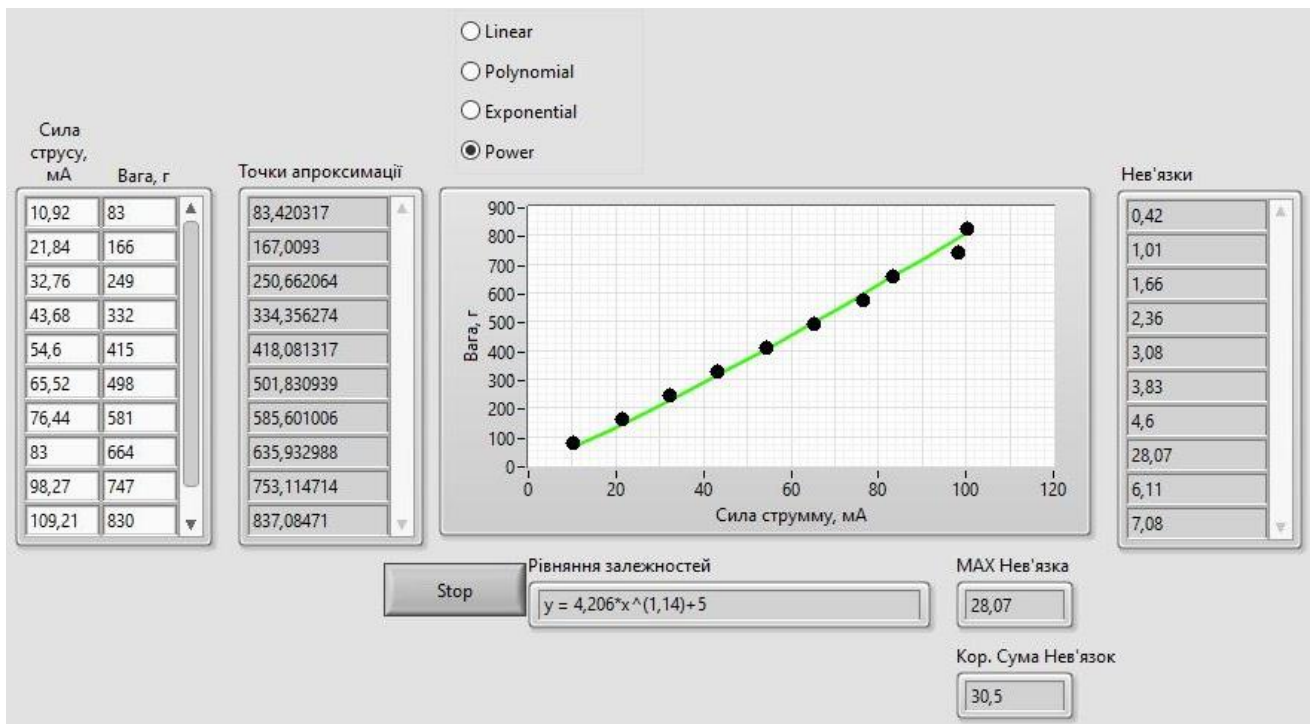


Рисунок 3.3.8 – Степенева апроксимація



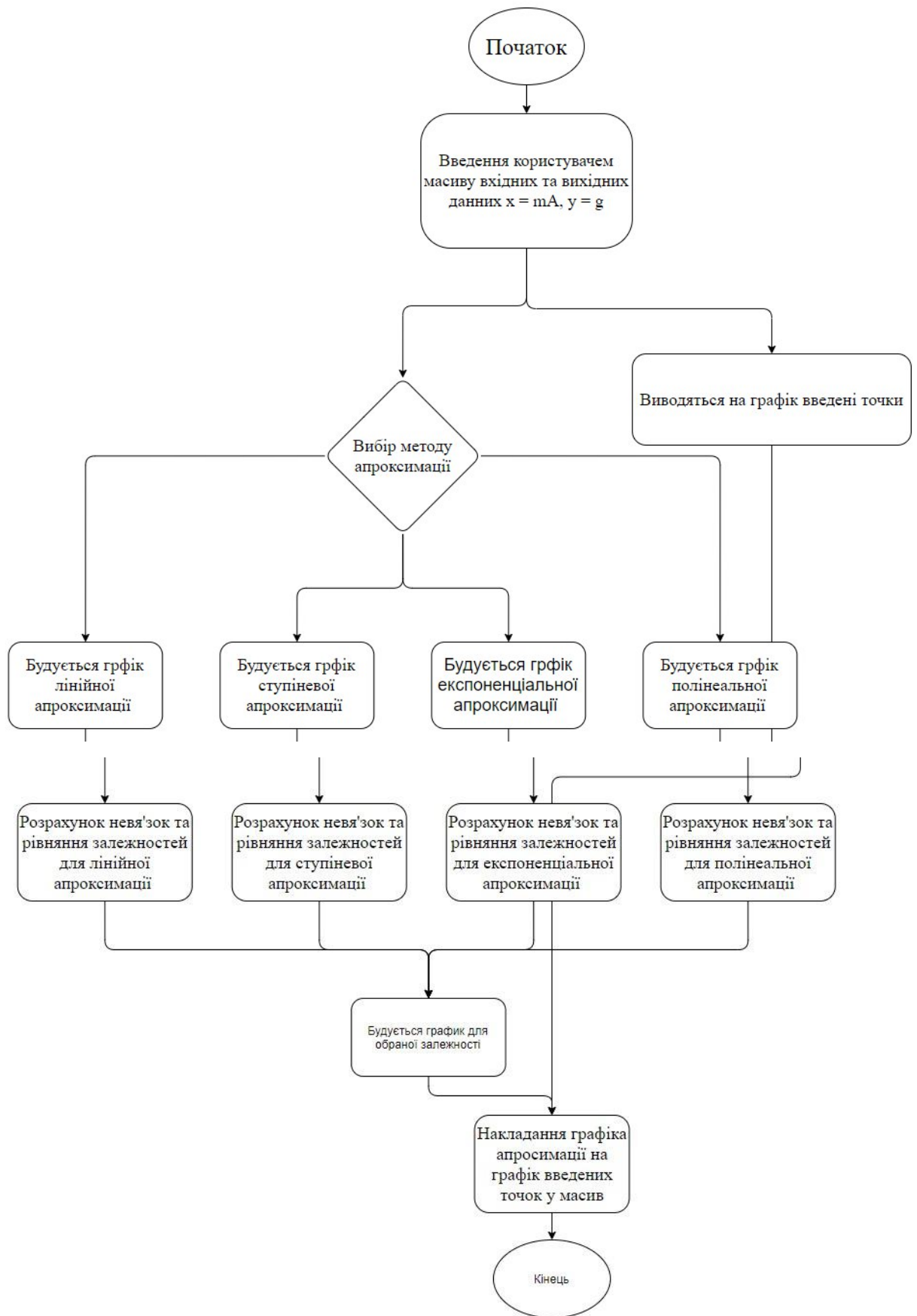


Рисунок 3.3.9 – Блок схема програми

У багатьох випадках одна вихідна величина сигналу пов'язана з одним вхідним, а значить що функція є одномірною, лінійною –  $y = a + S_x X$ , де  $a$  – постійна складова;  $S_x$  – тангенс нахилу прямої.

Крім лінійних зустрічаються нелінійні функції (Таблиця 3.3.1) логарифмічна, ступенева, експоненціальна. Більшість перетворювачів можна вважати лінійними в зазначеному діапазоні. Це означає, що можна розглядати статистичну характеристику відрізками, кількома прямими лініями – цей метод називається 34ус очно-лінійною апроксимацією[16].

Таблиця 3.3.1 Види нелінійних апроксимацій

Логарифмічна апроксимація	$y = a + s \ln(x)$
Експоненціальна апроксимація	$y = a + e^{sx}$
Сиупенева апроксимація	$y = a + bx^k$

Отже, маючи такі данні можемо зробити висновки зсилаючись на таблицю 3.3.2, та обрати апроксимацію з найменшою максимальною нев'язкою – це поліном другого степені.

Таблиця 3.3.2 Отримані залежності та нев'язки

Види апроксимації	Рівняння залежності	Максимальна нев'язка
Поліноміальна	$y = 18,236 + 6,76x + 0,01x^2$	27,16
Експоненціальна	$y = 148,163 * e(0,017x) + 0$	108,83
Лінійна	$y = 6,203 + 7,619x$	27,94
Ступенева	$y = 4,206x^{1,14} + 5$	28,07

## 4 Метрологічне забезпечення

### 4.1 Розробка методики калібрування

Дана методика поширюється на вимірювання ваги, що застосовується для дозування рідини за допомогою тензодатчиків. Методика калібрування

передбачає проведення калібрування методом прямих вимірювань за допомогою калібрувальних гир.

Перед калібруванням повинні бути виконані калібрувальні операції зазначені в таблиці 4.1.1.

Таблиця 4.1.1

№	Найменування операції калібрування
1	Підготовка до калібрування
2	Зовнішній огляд
3	Визначення опору ізоляції
4	Опробування
5	Проведення вимірювання та визначення метрологічних характеристик
6	Обробка результатів вимірювання та оцінка невизначеності вимірювань
7	Оформлення результатів калібрування

Для калібрування і розробки віртуального стенду було підготовлено калібрувальні гирі, за допомогою яких буде проводитися калібрування. Було обрано набір гир до 500 грам класу точності E1 відповідно ГОСТу 7328-2001[17,18].



Рисунок 4 - Вагові гирі.

В таблиці 4.1.2 представлені метрологічні характеристики еталонних гир.

Таблиця 4.1.2 – Опис калібрувальних гир

Найменування та тип еталону	Вимірювана величина	Діапазон вимірювання	Невизначеність вимірювання, коефіцієнт охоплення $k$ , рівень довіри $P_{дов}$
Калібрувальні гирі	Вага	1г – 500 г	Із сертифікату калібрування

До складу набору входять 12 гир від 1 грама до 500 грам:

Вага	Кількість
1 г	1 шт.
2 г	2 шт.
5 г	1 шт.
10 г	1 шт.
20 г	2 шт.
50 г	1 шт.
100 г	1 шт.
200 г	2 шт.
500 г	1 шт.

Такий набір виготовляється і калібрується на сучасному обладнанні за допомогою високоточних електронних компараторів

Допоміжне обладнання та засіб вимірювальної техніки, що застосовуються в процесі калібрування та представлені в таблиці 4.1.3 та повинні мати діючі свідоцтва про калібрування.

Таблиця 4.1.3 – Допоміжне обладнання

Найменування ЗВТ	Тип засобів вимірювання	Діапазон вимірювань	Межі допустимої основної похибки
Гігрометр	ВИТ-2	$t_{серед} = (15...40)$ мм	$\pm 0,5^\circ \text{C}$

психрометричний		$f_{\text{серед}} = (20...90)$ мм	
Барометр-анероїд	БАММ-1	$P_{\text{ат}} = (80...106)$ кПа	$\pm 5\%$

При проведенні калібрування необхідно дотримуватися умов, які представлені в таблиці 4.1.4

Таблиця 4.1.4

Параметр	Нормальне значення ( нормальна область значень)	Допустиме відхилення від нормального значення при калібруванні*
Температура навколишнього повітря, °C	20	$\pm 10$ °C
Відносна вологість навколишнього повітря, %	25-80	-
Атмосферний тиск , кПа	84 - 106,7	-
Напруга живлення мережі, В	220	$\pm 4,4$ В

Перед калібруванням слід:

- Ознайомитися з нормативно-технічною документацією;
- Підготувати прилади відповідно з настановами з експлуатації;
- Якщо передбачено інструкцією з експлуатації еталону, необхідно провести тестування еталону;

Проведення зовнішнього огляду на відсутність перерахованих нижче несправностей:

- Незадовільне кріплення електричних з'єднувачів для підключення зовнішніх ланцюгів;
- Грубі механічні пошкодження зовнішніх частин;
- Неясність маркування;

Слід провести опробування в яких перевіряють справність перемикачів та інших комутуючих пристроїв.

Проведемо вимірювання та визначимо метрологічні характеристики. Визначення дійсних значень ваги на тензодатчику. Встановлюються нульові значення на тензодатчику та роблять вимірювання початкової ваги. Кілька разів переміщуючи важіль, знов встановлюються на нульові положення і повторюють вимірювання. Таким чином робимо десять вимірювань.

Далі розраховуємо середнє значення початкової ваги за формулою:

$$\overline{m_H} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} m_{Hi}$$

де  $m_{Hi}$  - виміряне значення початкової ваги, г;

$i$  - номер вимірювання.

На тензодатчик, що калібрують, встановлюють обрані еталонні гирі відповідно.

Під час калібрування слід проводити по десять спостережень на кожній з трьох точок, досить рівномірно розподілених по площини вимірювального стенду.

Далі проводимо обробку результатів вимірювань і оцінку невизначеності вимірювань.

$m_x = \overline{m_e} + \Delta m_{BE} + \Delta m_{\text{ВІДЛ}} + \Delta m_{\text{ЕТ}}$  (4.1.1) – математична модель

каліброваної величини  $m_x$ ,

де  $\overline{m_e}$  – величина еталону;

$\Delta m_{BE}$  – сумарна поправка, яка враховує вплив на еталон. Поправка зумовлена впливом температури, вологості навколишнього середовища і тиску. Так як калібрування проводять у приміщенні лабораторії, де підтримуються необхідні умови вказані у таблиці 4.1.4. Таким чином, вплив цієї дорівнює нулю.

$\Delta m_{\text{ВІДЛ}}$  – поправка, яка враховує відхилення через найменшу зміну вимірювальної величин, яка є причиною зміни сигналу на виході засобу вимірювальної техніки, еталону, визначається за формулою (2).

$$m_{\text{ВІДЛ}} = \frac{q}{2} \quad (4.1.2)$$

$\Delta m_{\text{ЕТ}}$  – поправка, яка враховує вплив еталону на вимірювання.

Далі використовуючи отримані данні при зважуванні, для кожної каліброваної точки розраховують середнє арифметичне за формулою[19]:

$$\overline{m}_E = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n m_{Ei} \quad (4.1.3)$$

де  $m_{Ei}$  – результат і-го вимірювання в каліброваній точці;

$\overline{m}_E$  – середнє арифметичне для кожної точки;

$n$  – число вимірювань для кожної каліброваної точки.

Для обчислення невизначеності вимірювання визначають стандартну невизначеність. Тому розрахуємо середньо-квадратичне відхилення, СКВ:

$$S(\overline{m}_E) = \sqrt{\frac{1}{n-1} [\sum_{i=1}^n (m_{Ei} - \overline{m}_E)^2]} \quad (4.1.4)$$

Дисперсія СКВ розраховується за даною формули:

$$s(\overline{m}_E)^2 = \frac{S(\overline{m}_E)^2}{n} \quad (4.1.5)$$

Далі з вищенаведеного, розрахуємо стандартну невизначеність вимірювання.

$$s(\overline{m}_E) = \frac{S(\overline{m}_E)}{\sqrt{n}} \quad (4.1.6)$$

Наступним кроком буде розрахунок внесків невизначеності кожної вхідної величини  $u(m_i)$  у невизначеність вимірювання величини  $u_i(m)$  визначаємо за формулою:

$$u_i(m) = c_i * u(m_i) \quad (4.1.7)$$

Тоді, розширена невизначеність вимірювань в загальному виді буде мати вигляд:

$$U = k * u(m) = k * \sqrt{c_1^2 u^2(m_1) + c_2^2 u^2(m_2) + \dots + c_i^2 u^2(m_i)} \quad (4.1.8)$$

де  $k$  - коефіцієнт охопту при визначеній імовірності.

Наступним етапом – розрахунок число ступенів свободи за формулою Велча-Саттерсвейта:

$$v_{eff} = \frac{u^4(m)}{\sum_{i=1}^m \frac{u_i^4(m)}{v_i}}$$

де  $v_i$  – число ступенів свободи  $i$ -ї вхідної величини. при відсутності внесків невизначеності типу А формула Велча-Саттерсвейта дає нескінченність, тому коефіцієнт охоплення формально повинен дорівнювати коефіцієнту Стюдента від нескінченності для ймовірності 0,95, тобто  $k = t_{0.95}(\infty) = 2,0$ [19].

Таблиця 4.1.5

Вхідна величина $X_i$	Оцінка вхідної величини $x_i$	Стандартна невизначеність $u(x_i)$	Число ступенів свободи	Коефіцієнт чутливості	Внесок невизначеності
$\bar{m}_E$	$\bar{m}_E = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n m_{Ei}$	$s(\bar{m}_E) = \frac{S(\bar{m}_E)}{\sqrt{n}}$		1	Значення $u(\bar{m}_E)$
$\Delta m_{BE}$	0	Значення	$\infty$	1	Значення $u(\Delta m_{BE})$
$\Delta m_{ВДЛ}$	0	$u(\Delta m_{ВДЛ}) = \frac{q}{2\sqrt{3}}$	$\infty$	1	Значення $u(\Delta m_{ВДЛ})$
$m_{ET}$	0	$u(\Delta m_{ET}) = \frac{U(m_{ET})}{2}$	$\infty$	1	Значення $u(m_{ET})$
Вимірювана величина	Вимірне значення	Сумарна стандартна невизначеність	Ефективне число ступенів свободи	Коефіцієнт охоплення	Розширена невизначеність $U(m_{ET})$



$m_E$	$\overline{m}_E = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n m_{Ei}$	$u(m) =$	$v_{eff} =$	$k =$	Значення (8)
-------	--	----------	-------------	-------	--------------

Останнім етапом стане складання таблиці 4.1.5 - бюджет невизначеності, результат вимірювання і всі складові.

#### 4.2 Розробка віртуального приладу

Віртуальний прилад, розроблений командою інженерів програмного забезпечення, у середовищі програмного забезпечення LabVIEW. Це програмне забезпечення розраховує та складає бюджет невизначеностей, що допомагає максимально швидко і ефективно калібрувати вимірювальні пристрої.

Інтерфейс складається з масиву 1, куди вводиться вага яку показує тензодатчик. Масиву 2, куди записується вага еталонної гирі (Рисунок 4.2.1). Та числових індикаторів, що показують розраховані значення.

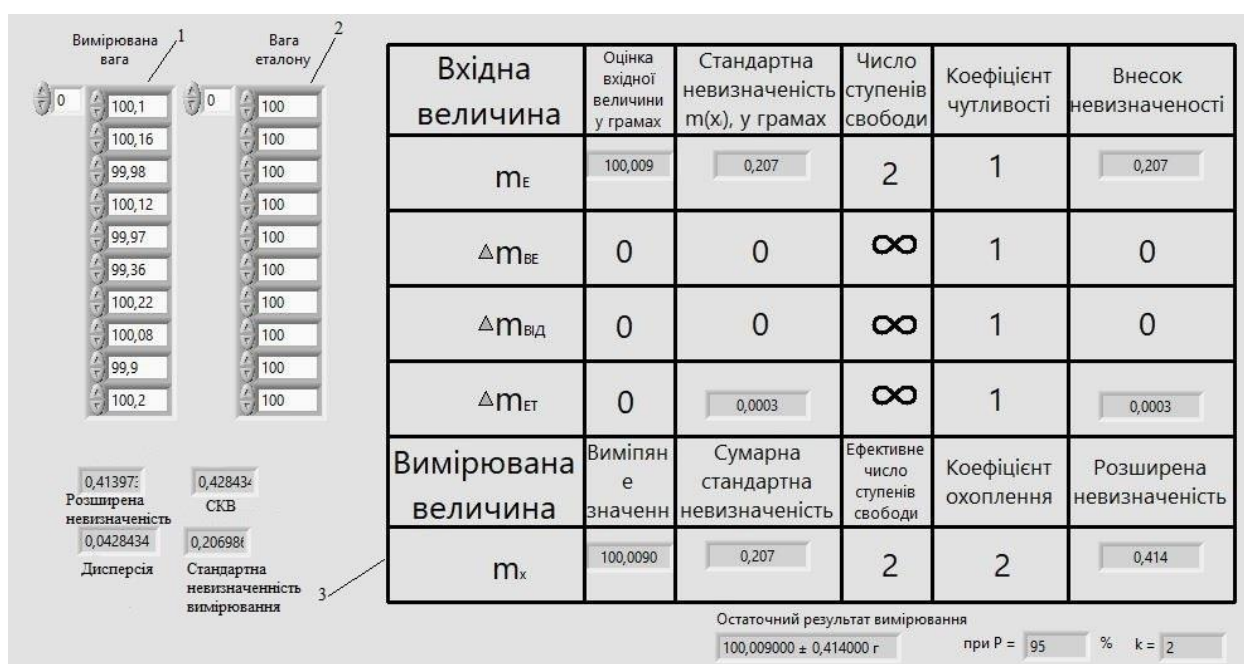


Рисунок 4.2.1 - Інтерфейс програми в LabVIEW, бюджет невизначеності. Після чого результати невизначеностей будуть оброблені та занесені до таблиці 3 (Рисунок 4.2.1).

Складемо бюджет невизначеності для калібрувальних гир вагою : 100 г, 200 г, 300 г, 400 г та 500 г(Додаток А).

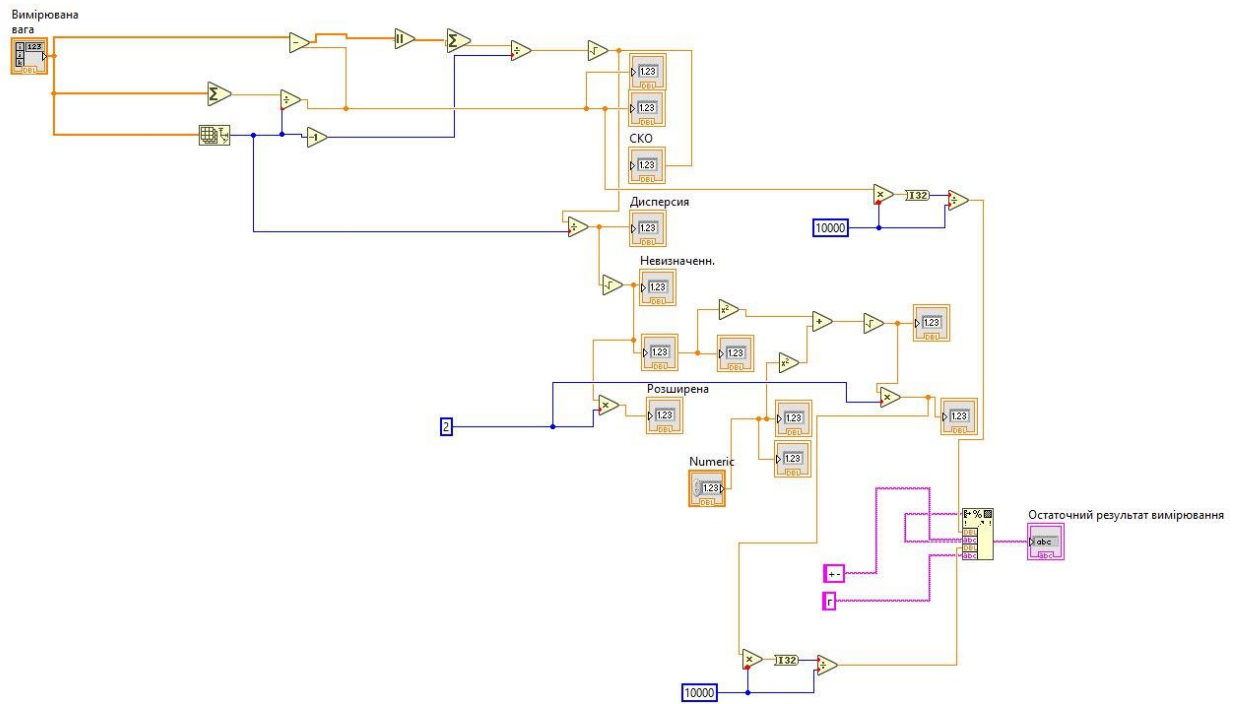


Рисунок 4.2.2 - Блок-діаграма програми

Побудуємо графік на якому можливо побачити розкид розширеної невизначеності в залежності від вимірної ваги(Рисунок 4.2.3).

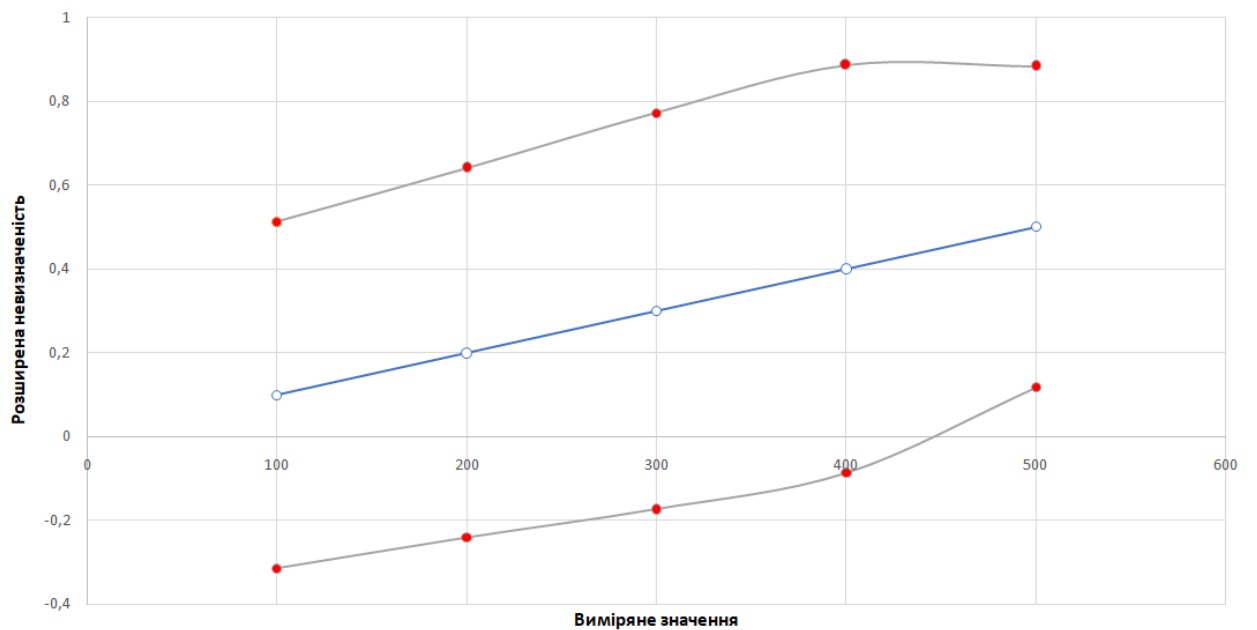


Рисунок 4.2.3 - Графік остаточного результату вимірювання

## 5. Економічна частина

Для дозування рідини у сучасному світі, підприємства використовують дуже точні системи але похибка є не тільки в пристроях але й в тарах, банках, тюрбиках і всіх інших об'єктах куди є можливість щось налити. Це питання має важливу складову, бо якщо точність вимірювання буде зневажено можуть зрости або витрати, або репутація торгівельної марки може забруднити своє ім'я.

Таким чином, з більш гнучким налаштуванням та різними додатковими можливостями, які можуть заощадити кошти зменшивши витрати масла.

Отже після модернізації лінії розливу підвищиться точність дозування рідини та зменшити втрати на похибці. Після впровадження нової технології отримаємо не тільки підвищену точність, а й швидкують та заощадження коштів на електроенергії.

### 5.1 Розрахунок капітальних інвестицій

Капітальні інвестиції – це кошти, призначені для створення і придбання основних фондів і нематеріальних активів, що підлягають амортизації.

Капітальні інвестиції з реалізації проєктного технічного рішення можуть включати:

- Витрати на придбання обладнання, техніки, технології, технічних засобів контролю та обліку витрачення ресурсів, приладів діагностики стану обладнання тощо;
- витрати, пов'язані з виконанням будівельно-монтажних робіт;
- витрати, пов'язані з виконанням монтажних-налагоджувальних робіт;
- витрати фінансових коштів на проведення

Проєктні капітальні інвестиції в устаткування і будівельно-монтажні роботи визначаються на основі цін, наведених у прайс-листах оптових цін на

електроустаткування, та інших довідкових матеріалів або за фактичними витратами підприємства.

При визначенні величини проектних капіталовкладень (5.1.1) можна скористатися формулою:

$$K_{\text{пр}} = K_{\text{об}}(\sum C_i) + Z_{\text{тзс}} + Z_{\text{м}} + Z_{\text{н}} + Z_{\text{пр}} \quad (5.1.1)$$

де  $K_{\text{об}}$  - вартість придбання електрообладнання;

$Z_{\text{тзс}}$  - транспортно-заготівельні і складських витрат;

$Z_{\text{м}}$  - витрати на монтажні роботи;

$Z_{\text{н}}$  - витрати на налагоджувальні роботи;

$Z_{\text{пр}}$  - інші одноразові вкладення грошових коштів;

Таблиця 5.2.1 - Зведення капітальних інвестицій

№	Найменування технічних засобів (комплектуючих виробів)	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
1	Тензодатчик Keli AMG-2kg	8	940	7520
2	Ваговий термінал Zemic A6	1	1500	1500
	ВСЬОГО			9020

Вартість транспортно-заготівельних і складських витрат визначається з:

- відстані доставки обладнання від Києву до Дніпру складає 600 кілометрів;
- маса та габарити повного комплекту устаткування 4,7 кг та 200 см<sup>2</sup>;
- вантажівка з вантажопідйомністю 2 тони та витратою палива 10 літрів на 100 км;
- транспортний тариф складає 4 грн./км[21];
- вантажно-розвантажувальні роботи входять у вартість транспортного тарифу;
- витрати на складські роботи входять у вартість транспортного тарифу;

$$Z_{\text{тзс}} = 4 * 600 = 2400 \text{ грн.}$$

Витрати на монтажні  $Z_M$  та на налагоджувальні роботи  $Z_H$  можна визначити наступним чином (5.2.2):

$$Z_{M(H)} = \sum (Ч_i + a_i + t_i) * K_d * K_{CM} * K_{пр} \quad (5.1.1)$$

де  $Ч_i$  - чисельність працівників  $i$ -го розряду;

$a_i$  - тарифна ставка працівника.

$t_i$  - час необхідний на виконання роботи

$K_d$  - коефіцієнт доплати

$K_{CM}$  - коефіцієнт єдиного соціального внеску

$K_{пр}$  - коефіцієнт інших витрат

Згідно з фінансовою звітністю підприємства монтажньо-налагоджувальні роботи будуть складати [20]:

$$Z_{M(H)} = (105 * 8 + 55 * 8) * 1,22 = 1561.6 \text{ гривень}$$

Одноразових вкладень грошових коштів  $Z_{пр}$  не потребується, таких як:

- демонтаж застарілого обладнання;
- проведення проектно-конструкторських робіт;
- підготовка персоналу;
- готове програмне забезпечення;

Таким чином загальні капітальні витрати на здійснення проектного рішення складуть:

$$K_{пр} = 940 * 8 + 1500 + 2400 + 1561.60 = 12981,6 \text{ грн.}$$

## 5.2 Розрахунок амортизаційних відрахування

Амортизація об'єкта основних засобів нараховується виходячи з терміну його корисного використання. Строк корисного використання об'єктів основних засобів і не матеріальних активів визначається підприємством самостійно, виходячи з очікуваних економічних вигод, технічних і якісних характеристик основного засобу, морального і фізичного

знос, а також інших факторів, які можуть вплинути на можливість використання.

Вартістю основних засобів і нематеріальних активів, що амортизується, є первісна або переоцінена вартість основних засобів і нематеріальних активів за вирахуванням їх ліквідаційної вартості:

$$\Phi_a = \Phi_{\Pi} - Л,$$

де  $\Phi_{\Pi}$  – первісна вартість об'єкта основних засобів;

Л - розрахункова ліквідаційна вартість основних засобів.

При прямолінійному методі амортизації ліквідаційна вартість прирівнюється до нуля.

Норма амортизації при прямолінійному методі постійна протягом усього амортизаційного періоду і дорівнює

$$H_a = \frac{\Phi_{\Pi} - Л}{\Phi_{\Pi} \cdot T_{\Pi}} * 100\% \quad (5.2.1)$$

де  $T_{\Pi}$  - термін корисного використання.

Тоді амортизаційні відрахування АО за прямолінійним методом:

$$AO = \frac{\Phi_{\Pi} \cdot H_a}{100} \quad (5.2.2)$$

Результатами розрахунків буде:

$$H_a = \frac{230129 - 0}{230129 * 5} * 100 = 20\%$$

Знайдемо амортизаційні відрахування за формулою:

$$AO = \frac{230129 \cdot 20}{100} = 46025 \text{ грн.}$$

### 5.3 Розрахунок річного фонду заробітної плати

Розрахунок річного фонду заробітної плати здійснюється за категоріями персоналу, що обслуговує об'єкт проектування, відповідно до їхньої чисельності, режиму роботи, за погодинними тарифними ставками, посадовими окладами, формами і системами оплати праці і преміювання, що застосовуються на підприємстві.

При визначенні основної заробітної плати необхідно знати погодинну тарифну ставку робітника відповідного розряду та розрахувати номінальний річний фонд робочого часу робітника.

$$F_{\text{н робітника}} = (D_{\text{к}} - D_{\text{св}} - D_{\text{вих}}) * T_{\text{зм}} \quad (5.3.1)$$

де  $D_{\text{к}}$  – кількість календарних днів;

$D_{\text{св}}$  – кількість святкових днів;

$D_{\text{вих}}$  – кількість вихідних;

$T_{\text{зм}}$  – тривалість годин за зміну.

$S_{\text{см}}$  – кількість змін.

Обліковий склад персоналу з урахуванням змінності роботи розраховується за допомогою коефіцієнта облікового складу:

$$k_{\text{ос}} = F_{\text{н підпр}} / F_{\text{н робітника}} \quad (5.3.2)$$

де

$$F_{\text{н підпр}} = (D_{\text{к}} - D_{\text{св}} - D_{\text{вих}} - D_{\text{відп}}) * T_{\text{зм}} \quad (5.3.3)$$

Згідно з звітністю підприємства розрахуємо номінальний річний фонд робочого часу оператора лінії розливу [20]:

$$F_{\text{н робітника}} = (365 - 11 - 104 - 24) * 8 = 1808 \text{ год.}$$

$$F_{\text{н підпр}} = (365 - 11 - 104) * 8 = 2000 \text{ год.}$$

$$k_{\text{ос}} = \frac{2000}{1808} = 1,106$$

Таблиця 5.5.1 Розрахунок річного фонду основної заробітної плати обслуговуючого персоналу

№	Найменування професії робітників	Явочний штат у зміну, осіб	Обліковий склад з урахуванням змінності роботи, осіб	Годинна тарифна ставка або денна заробітна плата, грн.	Номінальний річний фонд робочого часу, годин	Усього основна зарплата, грн.
1	Оператор лінії розливу	1	1,106	62,5	1808	124978

Загальнувеличина річного фондуслюсара-електромонтажника за рік за формулою (5.5.4):

$$C_з = Z_{осн} + Z_{дод} \quad (5.3.4)$$

де  $Z_{осн}$  – основна заробітна плата;

$Z_{дод}$  – додаткова заробітна плата (10% від основної).

$$Z_{осн} = 1808 \cdot 105 = 189840 \text{ грн.}$$

$$Z_{дод} = 189840 \cdot 0,1 = 18984 \text{ грн.}$$

$$C_з = Z_{осн} + Z_{дод} = 189840 + 18984 = 208824 \text{ грн.}$$

Річний фонд, виділений на оператора лінії розливу буде складати 208824 грн.

#### **5.4 Єдиний соціальний внесок**

Єдиний соціальний внесок – це обов'язкова платіжна користь системи загально обов'язкового державного соціального страхування. Він стягується з метою забезпечення виплат за різними видами державного соцстрахування.

Чинний процент єдиного соціального внеску складає 22% від заробітної плати.

Сума єдиного соціального внеску розраховується за формулою (5.4.1):

$$C_c = C_з \cdot 22\% \quad (5.4.1)$$

$$C_c = 208824 \cdot 0,22 = 45941,28 \text{ грн.}$$

Єдиний соціальний внесок складає 45941,28 гривні на рік.

#### **5.5 Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт**

Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт електротехнічного обладнання включають витрати на матеріал, запасні



частини, заробітну плату ремонтним робітникам і можуть за фактичними даними підприємства.

Згідно зі звітністю підприємства річна плата ремонтним робітникам складає 1200 грн. Річні витрати на запасні деталі складають 320,23 грн.

Повірка устаткування проводиться один раз на рік і складає 3200 грн.

Таким чином річне обслуговування складає  $C_m = 4720,23$  грн. [20].

## 5.6 Розрахунок вартості спожитої електроенергії

Вартість електроенергії, споживаної об'єктом проектування протягом року визначається виходячи з його встановленої потужності, річного фонду робочого часу об'єкта проектування та втрат на електроенергії за формулою:

$$C_э = W_p \cdot C_e \text{ грн} \quad (5.6.1)$$

де  $W_p$  – кількість спожитої за рік електроенергії, кВт на годин;

$C_e$  - тариф на електроенергію станом на 10.06.2021 складає 3,10 грн/кВт\*год.

Згідно з звітністю підприємства, лінія розливу використовує 50 кВт на годину, отже річні витрати електроенергії без врахування тензодатчику [20]:

$$C_{э \text{ ЛР}} = 365 \cdot 8 \cdot 50 \cdot 3,10 = 452600 \text{ грн.}$$

Тензодатчик використовує 4 кВт на годину, а отже річні витрати складають:

$$C_{э \text{ дат}} = 365 \cdot 8 \cdot 4 \cdot 3,10 = 36208 \text{ грн.}$$

Разом:

$$C_э = 36208 + 452600 = 488808 \text{ грн.}$$

## 5.7 Інші витрати

Інші витрати по експлуатації об'єкта проектування включають витрати з охорони праці, на спец одяг та ін. Згідно з практикою ці витрати

визначаються у розмірі 4% від річного фонду заробітної плати обслуговуючого персоналу. Та складає

$$(C_3 + C_c) * 4\% = (45941,28 + 208824) * 0,04 = 10190 \text{ грн.}$$

## 5.8 Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати – це поточні витрати на експлуатацію та обслуговування об'єкта проектування за визначений період, що виражені у грошовій формі.

До основних статей експлуатаційних витрат по електромеханічному устаткуванню та енергомережам відносяться:

- автоматизовані відрахування  $C_a$ .
- заробітна плата обслуговуючого персоналу  $C_3$ .
- єдиний соціальний внесок  $C_c$ .
- витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування та мереж  $C_m$ .
- вартість електроенергії, що буде спожито об'єктом проектування або витрат на електроенергію  $C_e$ .
- інші витрати  $C_{ін}$ .

Таким чином, річні експлуатаційні витрати по об'єкту проектування складуть:

$$C = C_a + C_3 + C_c + C_e + C_m + C_{ін} \text{ грн.}$$
$$C = 46025 + 208824 + 45941,28 + 4720,23 + 488808 + 10190 =$$
$$804508,51 \text{ грн.}$$

## **6 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях**

### **6.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих чинників проектованого технологічного процесу, об'єкту, системи або пристрою**

Під час написання кваліфікаційної роботи, при розгляданні технологічних процесів було зауважено високий негативний вплив на людину при надзвичайній ситуації або необачному відношенню до небезпечних елементів лінії розливу та виготовленню масла.

Лінія розливу масла має багато рухомих елементів, наприклад, конвеєр або рухомі сопла які спускаються до тари. Так як весь процес автоматизовано знаходження біля працюючої установки може призвести до негативних наслідків, не тільки фізичних пошкоджень, а й контакт з електричним струмом. Під час обробки масла, воно піддається обробці високим температурам, при аналізі, не до кінця обробленого або гаряче масло може потрапити на шкіру або очі що спричинить травмо небезпечні наслідки.

У технологічному процесі приймає участь очистка зерна від шкарлупи за допомогою рушально вієчних машин створює багато шуму і вібрацій, що погано впливає слухову, опорно-рушійну, серцево-судинну та нервову систему.

### **6.2 Інженерно-технічні заходи з охорони праці**

Ураження електричним струмом виникає:

- При одночасному торканню двох з неголених електричних дротів.
- При торканні одного з неголеного дроту , якщо людина знаходиться у мокрій, вологій землі

Для уникнення небезпечних наслідків слід:

- Спорядити робочій персонал засобами захисту.
- Проведення інструктажу з техніки безпеки.

- Проведення планової перевірки всіх відкритих та легко доступних.
- електричних елементів.
- Розвісити попереджаючі таблички у зонах підвищеної небезпеки

Підприємство має передбачати та своєчасно змінювати старі засоби захисту такі як: діелектричні рукавиці, взуття, інструменти та окуляри.

Не менш травмо небезпечними для людини є рухомі елементи, конвеєр та рушально-вісчний автомат, які знаходяться у близькій відстані від робочих місць працівників. Для запобігання вірогідності травмування слід переобладнувати місця з підвищеною травмо небезпекою, вішати таблички з зазначення дій яких треба уникати та дій, яких треба запобігати при надзвичайній ситуації. Інсталювати кнопки аварійної зупинки робочих елементів.

### **6.3 Пожежна профілактика**

Дотримуючись загальних умов пожежної безпеки, п. 4-7, Закону України «Про пожежну безпеку». Слід дотримуватися не тільки правил пожежної безпеки у будівлі, а й на території виробництва та прилеглих житлових будинків.

Під пожежною профілактикою розуміють навчання технічної безпеки. Так як більшу частину часу більшість працівників проводять у будівлі, більшість уваги приділяється забезпеченню пожежної безпеки будівлі. Для виникнення пажери необхідно наявність трьох основних складових: горючі матеріали, тепло, та кисень. Поєднання цих трьох елементів у вогні викликає некеровану ланцюгову реакцію.

Заходи з пожежної профілактики поділяються на організаційні, технічні, режимні та експлуатаційні.

Організаційні заходи: передбачають правильну експлуатацію техніки, внутрішньозаводського транспорту, правильного утримання будівель, територій, протипожежний інструктаж.

Технічні заходи: передбачають дотримання правил і норм при проектуванні будівлі, при налаштуванні електропроводів та обладнання, опалення, вентиляція, освітлення, правильне розташування обладнання.

Режимні заходи – передбачають заборону куріння, заборону зварювальних та інших вогненебезпечних робіт.

Експлуатаційні заходи – своєчасна профілактика, огляди, ремонти і випробування технологічного обладнання.

Завдання пожежної профілактики можна розділити на три широких, але тісно пов'язаних комплексу заходів:

Навчання - тобто поширення знань про пожежобезпечну поведінку. Про необхідність установки домашніх індикаторів задимленості і зберігання запальничок та сірників в місцях, недоступних дітям.

Пожежний нагляд, який передбачає розробку державних норм пожежної безпеки і будівельних норм, а також перевірку їх виконання.

Забезпечення обладнанням і технічні приладдя, установка переносних вогнегасників і виготовлення запальничок безпечного користування.

#### **6.4 Заходи з ергономіки**

Ергономіка дозволяє розглянути проблеми гігієни розумової праці працівників, а також підтримання високого рівня працездатності і здоров'я.

Робоче місце – це зона, у якій працівник або група працівників проводить більшу частину часу, вони бувають індивідуальні, колективні, спеціалізовані. При проектуванні робочих місць слід дотримуватися загальних вимог:

- достатньо робочого простору.
- комфортне положення людини.
- достатній зв'язок людини та системи якою вона керує, зоровий, слуховий або фізичний.
- наявність засобів захисту.

Робочі місця можуть будувати оснащені засобами адміністративного зв'язку і сигналізації. Важливим чинником являється фарбування, деякі кольори викликають втому та дратують, а інші знижують несприятливий вплив навколишнього середовища на працю.

Раціональна освітленість робочого місця знижує стомлюваність і підвищує продуктивність праці. Тому важливо, щоб приміщення де працюють з паперами мали максимальну площу віконних прозорів. Можливо використання люмінесцентних ламп, їхнє світло близьке за спектром до сонячного.

Для нагрівання приміщень у холодний період року використовують різні системи опалення: центральні та місцеві. До систем центрального опалення належать: водяне, парове, панельне, повітряне та комбіноване. До місцевого опалення належать пічне та повітряне опалення, а також опалення місцевими газами та електричними пристроями.

Вентиляція - це організований повітрообмін, що забезпечує видалення забрудненого повітря і подання на його місце свіжого.

Вентиляція може бути природною і механічною залежно від способу переміщення повітря. Механічна вентиляція – це примусове видалення з приміщень забрудненого повітря і заміна його на свіже за допомогою вентиляційних агрегатів. Природна вентиляція відбувається внаслідок різниці температури повітря в приміщенні і зовні, а також у результаті дії вітру.

## Висновок

Похибки дозування рідини на виробництві можуть завдати економічної або репутаційної шкоди виробнику, а споживач не отримає свого продукту в повній мірі. Тому кожен виробник намагається підвищити якість, як продукції так і її дозування. Розглядаючи це питання було проведено досконало вивчено методи і способи вимірювання рідни, а в частості рослинної олії.

Після випробувань було виключено деякі невідповідні вимогам сенсори, як наприклад оптичний. Такий сенсор гарно підходить для розливання однакових оку пляшок, але усі пляшки різні і мають своє відхилення від норми, товщина стінок, гнучкість або висота. Що дає передумову, що оптичний сенсор не дасть відповідного результату. Його важко дослідити на наявність статичних характеристик, та практично не можливо дізнатися його похибок. Наступним сенсором який дослідили, був дозатор поршневого типу. Його показники були кращі від попереднього, але все ще не давали гарного результату. Велика похибка та не можливість точного контроль вимірюваного об'єму сказилися на його точності.

Одним з важливих критеріїв виробників – є швидкість наповнювання тари. Най гірший показник у швидкості був поршневий дозатор. Його конструктивні особливості не давали йому можливості швидко наповнювати пляшки, а у купі з низькою точністю та високою ціною він не міг конкурувати з іншими представниками. Дослідження показали, що такий метод краще підійде для маленьких виробництв де не потрібна велика швидкість та точність. На відміну від поршневого дозатору, оптичний сенсор не може контролювати швидкість наливу, бо показує тільки наявність рідини або її відсутність. Тому швидкість в ньому залежить від зовнішнього методу розливу.

Най перспективнішим виявився ваговий дозатор заснований на тензодатчику. Що дозволяє йому максимально точно і швидко, у реальному

часі відстежувати кількість наливої рідини. Хоча швидкість наливу від нього теж не залежить, але дає можливість виробникам відміряти потрібну кількість продукту з високою точністю. Побічною вигодою такого методу стало те що він не так швидко зношується, має більш різноманітні способи використання тому підійде не тільки в харчовій промисловості.

Таким чином виробник не тільки підвищує якість обслуговування свого клієнта, так і швидкість свого виробництва, що дозволяє йому заощаджувати кошти та мати попит на ринку.



## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Соняшникова олія URL:  
[https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B4%D1%81%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%B5%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B5\\_%D0%BC%D0%B0%D1%81%D0%BB%D0%BE](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B4%D1%81%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%B5%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BC%D0%B0%D1%81%D0%BB%D0%BE) (дата звернення 01.06.2021)
2. Як виготовляється соняшникова олія? URL:  
[https://www.youtube.com/watch?v=DOSwOqt4qzg&ab\\_channel=%D0%9E%D0%BB%D0%B5%D0%B9%D0%BD%D0%B0%D0%9D%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F](https://www.youtube.com/watch?v=DOSwOqt4qzg&ab_channel=%D0%9E%D0%BB%D0%B5%D0%B9%D0%BD%D0%B0%D0%9D%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F) ( дата звернення 01.06.2021)
3. Соняшникова олія URL:  
<https://www.youtube.com/watch?v=fi1rzdCIFMQ> (дата звернення 03.06.2021)
4. Лінія розливу рослинного олії URL:  
<http://ubvsrv004.mypsx.net/product/liniya-rozлива-rastitelnogo-masla-serii-lr-2-proizvoditelnost-1-000-1-500-butchas/> (дата звернення 04.06.2021)
5. Фактори, що впливають на точність дозування рідин автоматами розливу URL:  
<https://cyberleninka.ru/article/n/factory-vliyayuschie-na-tochnost-dozirovaniya-zhidkostey-avtomatami-rozлива> (дата звернення 07.06.21)
6. [https://www.youtube.com/watch?v=Y4YT8B3OCOW&ab\\_channel=%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F%D0%A0%D0%9E%D0%A1%D0%9F%D0%90%D0%9A](https://www.youtube.com/watch?v=Y4YT8B3OCOW&ab_channel=%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F%D0%A0%D0%9E%D0%A1%D0%9F%D0%90%D0%9A)
7. Як працює поршневий дозатор URL:  
[https://www.youtube.com/watch?v=ZVr03llm-Nk&ab\\_channel=%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F%22%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D1%80](https://www.youtube.com/watch?v=ZVr03llm-Nk&ab_channel=%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F%22%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D1%80)

[%D0%BE%D0%BD-](#)

[%D0%92%22%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F%22%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%BD-%D0%92%22](#) (дата звернення 07.06.2021)

8. Як працюють автоматичні дозатори вагового розливу ?  
URL:<https://dozaplus.ru/sposoby-dozirovania-gidkostey> (дата звернення 10.06.2021)
9. Оптичний датчик URL:<https://trade-control.com.ua/products/balluff-bos00zc-bos-2k-ns-pr10-02> (дата звернення 11.06.2021)
10. Тензодатчик URL:[https://svc.zip.ru/tenzodatchiki/keli\\_datchiki/keli\\_amg/tenzodatchik\\_keli\\_amg\\_2kg](https://svc.zip.ru/tenzodatchiki/keli_datchiki/keli_amg/tenzodatchik_keli_amg_2kg)  
(дата звернення 11.06.2021)
11. Поршневий дозатор URL:<https://stan-upakovka.ru/magazin/product/porshnevoy-doзатор-razlivochnaya-mashina-ppf-1000-1> (дата звернення 11.06.2021)
12. Метод аналізу ієрархії URL:<https://www.hse.ru/mirror/pubs/share/204810376> (дата звернення 13.06.2021)
13. Розрахунок номінального навантаження URL:[https://www.mt.com/ru/ru/home/products/Industrial Weighing Solutions/AutomPrecision/load-cell-and-weigh-module.html](https://www.mt.com/ru/ru/home/products/Industrial_Weighing_Solutions/AutomPrecision/load-cell-and-weigh-module.html) (дата звернення 13.06.2021)
14. Забезпечення процесу дозування харчової середовища URL:[https://nomnoms.info/obespechenie-protsessy-dozirovaniya-pischevoy-sredy/#Vesovoj\\_elektrozometriceskij\\_doзатор\\_dla\\_melkostucnyh\\_izdelij](https://nomnoms.info/obespechenie-protsessy-dozirovaniya-pischevoy-sredy/#Vesovoj_elektrozometriceskij_doзатор_dla_melkostucnyh_izdelij) (дата звернення 14.06.2021)
15. Принцип дії тензодатчику URL:<https://www.asutpp.ru/tenzodatchik.html> (дата звернення 14.06.2021)

16. [https://do.nmu.org.ua/pluginfile.php/208238/mod\\_resource/content/1/%D0%97%D0%B0%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%92%D0%B8%D0%BC%D1%96%D1%80%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D1%87%D1%962020.pdf](https://do.nmu.org.ua/pluginfile.php/208238/mod_resource/content/1/%D0%97%D0%B0%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%92%D0%B8%D0%BC%D1%96%D1%80%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D1%87%D1%962020.pdf)
17. ДЕРЖАВНИЙ                      СТАНДАРТ                      ГОСТ                      7328-2001  
URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200027324>                      (дата звернення  
14.06.2021 )
18. Гирі                                      класу                                      точності                                      Е1  
URL: <https://technowagy.com.ua/ru/products/giri-klassa-tochnosti-e1/>  
(дата звернення 14.06.2021)
19. Виробнича                      практика.                      Методичні                      рекомендації.                      Ю.М.  
Гальченко, Н.В. Глухова
20. Звітність                      підприємства                      URL: <https://www.work.ua/ru/jobs/3900725/>  
(дата звернення 15.06.2021)
21. Вантажоперевезення                      Україна                      URL: <https://transdx.com.ua/tseni-na-perevozki-gruzov-po-ukraine> (дата звернення 15.06.2021)

**Вимірювана вага**

0

- 200,19
- 200,15
- 199,8
- 200,2
- 199,98
- 199,7
- 199,89
- 200,9
- 200,15
- 200,1

**Вага еталону**

0

- 200
- 200
- 200
- 200
- 200
- 200
- 200
- 200
- 200
- 200

Вхідна величина	Оцінка вхідної величини у грамах	Стандартна невизначеність $m(x)$ , у грамах	Число ступенів свободи	Коефіцієнт чутливості	Внесок невизначеності
$m_E$	200,106	0,2203	2	1	0,2203
$\Delta m_{BE}$	0	0	$\infty$	1	0
$\Delta m_{BD}$	0	0	$\infty$	1	0
$\Delta m_{ET}$	0	0,0004	$\infty$	1	0,0004
Вимірювана величина	Виміряне значення	Сумарна стандартна невизначеність	Ефективне число ступенів свободи	Коефіцієнт охоплення	Розширена невизначеність
$m_x$	200,1060	0,2203	2	2	0,4406

Остаточний результат вимірювання  
200,106000 ± 0,440600 г
при P = 95 % k = 2

0,440600 Розширена невизначеність

0,0485341 Дисперсія

0,485341 СКВ

0,220304 Стандартна невизначеність вимірювання

**Вимірювана вага**

0

- 300,19
- 300,14
- 299,6
- 300,18
- 299,99
- 300,54
- 299,84
- 300,04
- 299,06
- 300,1

**Вага еталону**

0

- 300
- 300
- 300
- 300
- 300
- 300
- 300
- 300
- 300
- 300

Вхідна величина	Оцінка вхідної величини у грамах	Стандартна невизначеність $m(x)$ , у грамах	Число ступенів свободи	Коефіцієнт чутливості	Внесок невизначеності
$m_E$	299,968	0,2363	2	1	0,2363
$\Delta m_{BE}$	0	0	$\infty$	1	0
$\Delta m_{BD}$	0	0	$\infty$	1	0
$\Delta m_{ET}$	0	0,0014	$\infty$	1	0,0014
Вимірювана величина	Виміряне значення	Сумарна стандартна невизначеність	Ефективне число ступенів свободи	Коефіцієнт охоплення	Розширена невизначеність
$m_x$	299,9680	0,2363	2	2	0,4727

Остаточний результат вимірювання  
299,968000 ± 0,472700 г
при P = 95 % k = 2

0,472682 Розширена

0,055857 Дисперсія

0,55857 СКВ

0,236341 Невизначенн.

Продовження додатку А

**Вимірювана вага**

0

**Вага еталону**

0

Розширена  SKO

Дисперсія  Невизначенн.

Вхідна величина	Оцінка вхідної величини у грамах	Стандартна невизначеність $m(x)$ , у грамах	Число ступенів свободи	Коефіцієнт чутливості	Внесок невизначеності
$m_E$	400,012	0,2433	2	1	0,2433
$\Delta m_{BE}$	0	0	$\infty$	1	0
$\Delta m_{BD}$	0	0	$\infty$	1	0
$\Delta m_{ET}$	0	0,0014	$\infty$	1	0,0014
Вимірювана величина	Виміряне значення	Сумарна стандартна невизначеність	Ефективне число ступенів свободи	Коефіцієнт охоплення	Розширена невизначеність
$m_x$	400,0120	0,2433	2	2	0,4867

Остаточний результат вимірювання  
 при P =  % k =

**Вимірювана вага**

0

**Вага еталону**

0

Розширена  SKO

Дисперсія  Невизначенн.

Вхідна величина	Оцінка вхідної величини у грамах	Стандартна невизначеність $m(x)$ , у грамах	Число ступенів свободи	Коефіцієнт чутливості	Внесок невизначеності
$m_E$	400,012	0,2433	2	1	0,2433
$\Delta m_{BE}$	0	0	$\infty$	1	0
$\Delta m_{BD}$	0	0	$\infty$	1	0
$\Delta m_{ET}$	0	0,0014	$\infty$	1	0,0014
Вимірювана величина	Виміряне значення	Сумарна стандартна невизначеність	Ефективне число ступенів свободи	Коефіцієнт охоплення	Розширена невизначеність
$m_x$	400,0120	0,2433	2	2	0,4867

Остаточний результат вимірювання  
 при P =  % k =