

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ,
МЕХАТРОНІКИ І РОБОТОТЕХНІКИ
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра інформаційно-вимірювальних технологій
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи магістра

на тему:

**Комп'ютеризована система контролю та аналізу якості паперу на
виробництві**

Виконав: студент 2 курсу, групи ІВТ-2м
напряму Інформаційно-вимірювальні
технології

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Вовк Валентин Васильович
(прізвище та ініціали)

Керівник зав. каф.ІВТ

Подчашинський Ю.О.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

Житомир 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і
робототехніки

Кафедра інформаційно-вимірювальних технологій
Спеціальність 175 «Інформаційно-вимірювальні технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

інформаційно-вимірювальної техніки

д.т.н., професор Подчашинський Ю.О.

« ____ » _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу магістра

Вовк Валентин Васильович

1. Тема роботи: Комп'ютеризована система контролю та аналізу якості паперу на виробництві

Затверджена Наказом по університету від «14» листопада 2024 року № 654/С

2. Термін здачі закінченої роботи на кафедрі «23» грудня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи: Опис та порядок роботи системи контролю та аналізу якості паперу. Виробничі дані, отримані під час проходження практики.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, необхідні для дослідження):

- проведення аналізу виробництва паперу, принципів та методів вхідного контролю, контролю технологічних параметрів, діючої(их) автоматичної(их) систем(и), вихідного та приймального контролю якості готової продукції, формування специфікацій;

- дослідження систем управління бізнесом з модулем управління якістю та поняття ERP-системи;

- опис програмних модулів, які допомагають в системі управління технологічними процесами і досягнення якості;

- - дослідження методів аналізу якості на виробництві, можливостей їх застосування і покращення якості продукції;

- висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним визначенням обов'язкових креслень): візуалізація методів аналізу якості підприємства на прикладах паперового виробництва.

6. Консультанти з кваліфікаційної роботи бакалавра із зазначенням розділів роботи, що їх стосуються

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
	Подчашинський Ю.О.		
	Лугових О.О.		

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Затвердження технічного завдання	14.11.2024-18.11.2024	
2	Огляд та аналіз літературних джерел	18.11.2024-30.11.2024	
3	Збір матеріалів про системи управління якістю та технологічними процесами	01.12.2024-03.12.2024	
4	Огляд етапів та способів контролю якості	04.12.2024-08.12.2024	
5	Опис методів аналізу ефективності управлінням якістю на виробництві	09.12.2024-12.12.2024	
7	Висновки	13.12.2024-14.12.2024	
8	Оформлення пояснювальної записки та презентації	15.12.2024-22.12.2024	

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Дипломна робота магістра на тему «Комп'ютеризована система контролю та аналізу якості паперу на виробництві» містить 100 сторінок, 40 рисунків, 10 таблиць, 3 формули, 29 джерел.

В роботі висвітлюється актуальність постійного контролю якості на виробництві, в тому числі на паперовій фабриці.

Розглянуто доцільність впровадження комп'ютеризованих систем контролю якості на паперовому виробництві і проведено порівняння між поточним станом і можливостями у разі використання таких систем.

Проведений аналіз щодо наявних комп'ютеризованих систем контролю якості, описаний принцип роботи модулю якості ERP-системи.

Розкриті можливості і методи аналізу якості на підприємстві, в тому числі з використанням даних, введених у інформаційну систему підприємства.

Ключові слова: управління якістю, інформаційна система, параметри, вимірювання, статистичні дані, SAP QM.

ANNOTATION

The master's thesis on "Computerized information and measurement system for control of paper parameters" contains 100 pages, 40 figures, 10 tables, 3 formulas, 29 sources.

The paper highlights the relevance of continuous quality control in production, including at a paper mill.

The feasibility of implementing computerized quality control systems in paper production is considered and a comparison is made between the current state and the possibilities in the case of using such systems.

Existing computerized quality control systems are analyzed and the principle of operation of the quality module of the ERP system is described.

The possibilities and methods of quality analysis at the enterprise are disclosed, including using data entered into the enterprise's information system.

Keywords: quality management, information system, parameters, measurements, statistical data, SAP QM.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Контроль якості на виробництві проводиться для того, щоб гарантувати відповідність виробництва визначеним стандартам і забезпечувати якість продукції згідно із встановленими вимогами і очікуваннями замовників. Він охоплює широкий спектр функцій, від перевірки матеріалів і моніторингу виробничих процесів до перевірки готової продукції. В умовах жорсткої конкуренції тільки правильно організований контроль якості, системний підхід до виявлення дефектів, оцінки та виправлення проблем, здатні оптимізувати виробництво і задовольнити вимоги замовників.

Метою даної роботи є обґрунтування необхідності застосування сучасних комп'ютеризованих систем для контролю та аналізу якості продукції на виробництві, в тому числі на паперових фабриках, і продемонструвати переваги при їх впровадженні. У разі успішної інтеграції всіх етапів контролю якості у виробничий процес, покращується якість продукції та підвищується загальна ефективність виробництва. Системний підхід забезпечує надійний шлях до виробничої досконалості.

Для досягнення даної мети необхідно вирішити наступні задачі:

- вивчити наявний досвід контролю параметрів під час виробництва паперу із практичних даних і літературних джерел;
- зробити опис існуючих автоматизованих систем контролю якості та інших методів контролю виробництва;
- описати алгоритм роботи існуючих на паперовій фабриці процесів контролю якості;
- описати та обрати ефективні методи аналізу та оцінки стану управління якістю на підприємстві;
- продемонструвати можливість удосконалення системи контролю якості за рахунок використання сучасних інформаційних систем.

Об'єкт дослідження: система управління якістю на паперовому виробництві.

Предмет дослідження:

- документація системи якості, стандарти і вимоги до сировини, хімікатів, матеріалів, готової продукції;
- методи контролю якості в ході технологічного процесу виробництва паперу;
- методи аналізу якості на різних етапах виробництва.

Наукова новизна даної роботи полягає в застосуванні методів оцінки ефективності управління якістю на прикладах паперового виробництва.

Практична цінність даної роботи полягає в: виявленні ділянок неефективності або місць повторювальних проблем, що сприятиме безперервному вдосконаленню процесів. Оцінка реального рівня досягнень виробництва на паперовій фабриці за сучасними критеріями і визначення шляхів вдосконалення.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота представлена пояснювальною запискою в обсязі 80 сторінок формату А4, записка містить вступ, основну частину, що має 6 розділів, висновки, список використаних джерел та додатки. Темою роботи є “Комп’ютеризована система контролю та аналізу якості паперу на виробництві”.

За темою кваліфікаційної магістерської роботи були опубліковані 2 тези науково-практичної конференції:

1. Лугових О.О., Вовк В.В. Комп’ютеризована інформаційно-вимірювальна система контролю параметрів паперу. Тези Всеукраїнської науково-практичної онлайн-конференції аспірантів, молодих учених та студентів, присвяченої Дню науки, 15–19 травня 2023 року. Житомир : «Житомирська політехніка», 2023. С. 99-100. URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2023/06/2-tendentsiyi-rozvytku.pdf>
2. Лугових О.О., Вовк В.В. Інформаційно-вимірювальна система контролю параметрів паперу. Тези XIV Міжнародної науково-технічної конференції «Інформаційно-комп’ютерні технології – 2024», 28 – 29 березня 2024 р. Житомир : Житомирська політехніка, 2024. 234 с. С. 175-176. URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2024/05/povnyj-tekst.pdf>

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У Вступі представлено мету даного дослідження, актуальність теми, задачі, які необхідно виконати для досягнення поставленої мети.

У першому розділі описано стан целюлозно-паперової галузі і загальні відомості про виробництво паперу, існуючу систему контролю якості паперу, а також покроковий опис її роботи і порядок налаштування датчиків.

В другому розділі продемонстровані етапи та способи контролю якості на підприємстві, описані загальні бізнес-процеси управління якістю, види документації, надано опис параметрів контролю якості.

В третьому розділі проведено огляд існуючих ERP-систем. Більш детально описано програмний продукт SAP, який використовується на діючому паперовому виробництві, де проходив переддипломну практику. Розглянуто доцільність використання штучного інтелекту в системах управління бізнес-процесами.

У четвертому розділі на прикладі паперової продукції показано, як формується сертифікат якості – головний документ підтверджуючий якість, із застосуванням даних модуля управління якістю SAP.

У п'ятому розділі представлені методи оцінки ефективності управління якістю на підприємстві. Розділ включає концепцію варіації процесу, контрольні карти Шухарта, діаграми розсіювання, контрольні листи, діаграму Парето, гістограму, діаграму Ісікави, метод стратифікації. Приклади наведені з використанням вхідних даних технологічного процесу виробництва паперу.

У шостому розділі описаний метод SixSigma як критерій оцінки задоволення вимог та очікувань клієнта.

Висновки підсумовують важливість питання контролю якості на виробництві і окреслюють перспективи використання промислових комп'ютеризованих систем для управління якістю продукції.

В Додатках деталізовані вхідні дані для розрахунку таблиць і креслення діаграм в виконаній роботі, а також приведені блок-схеми функціонування модуля якості інформаційної системи підприємства.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	9
ВСТУП.....	10
1. СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ	12
1.1. Загальні відомості про виробництво паперу.....	12
1.2. Огляд існуючих QCS паперу та опис їх роботи	16
1.3. Покроковий опис роботи автоматичної системи.....	20
1.4. Експериментальні дослідження.....	22
2. СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ НА ПАПЕРОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ.....	23
2.1. Загальна інформація про використання систем контролю якості на виробництві.....	23
2.2. Етапи та способи контролю якості на виробництві.....	24
2.3. Бізнес-процеси управління якістю продукції.....	25
2.4. Документація.....	28
2.5. Опис параметрів контролю на паперовій фабриці.....	30
2.6. Порядок роботи модуля якості інформаційної системи.....	34
3. ОГЛЯД СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ БІЗНЕСОМ З МОДУЛЕМ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОДУКЦІЇ.....	35
3.1. Поняття ERP-системи	35
3.2. Огляд ERP-системи для виробництва UGLA, Україна	36
3.3. Огляд системи для виробництва MOPSsys, Швеція-Канада.....	38
3.4. Огляд інформаційної системи для виробництва Skyplanner APS, Фінляндія.....	43
3.5. Програмне забезпечення SAP, Німеччина.....	45
3.6. Аналіз використання ІІІ в системах управління бізнес-процесами.....	48
4. ФОРМУВАННЯ СЕРТИФІКАТУ ЯКОСТІ в SAP QM.....	51
5. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ.....	55
5.1. Концепція варіацій процесу.....	55
5.2. Контрольні карти Шухарта.....	57
5.3. Діаграма розсіювання (розкиду).....	63
5.4. Контрольний лист.....	65
5.5. Діаграма Парето.....	68
5.6. Гістограма.....	71
5.7. Діаграма Ісікави (“риб’ячої кістки”).....	75
5.8. Метод стратифікації (розшаровування).....	78
6. ШІСТЬ СИГМ: РОЗУМІННЯ КОНЦЕПЦІЇ І ПРИКЛАДИ.....	81
ВИСНОВКИ.....	87
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	88
ДОДАТКИ.....	91

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	Комп'ютеризована система контролю та аналізу якості паперу на виробництві	Літ.	Арк.	Аркшів
Розробив		<i>Вовк В.В.</i>						
		<i>Подчашинськ</i>					8	100
Рецензен						<i>Державний Університет «Житомирська політехніка», ІВТ-2м</i>		
Н. контр.								
Затверд.		<i>Подчашинськи</i>			Пояснювальна записка			

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АСКТП – автоматизована система керування технологічним процесом;
ДСТУ – Державний стандарт України
КМ – картоноробна машина;
КРІ – ключові показники ефективності;
ПЗ – програмне забезпечення;
ПрАТ “Вайдманн-МПФ” – Приватне акціонерне товариство “Малинська паперова фабрика-Вайдманн”;
ПРМ – папероробна машина;
ТК – Технічна карта;
ТУ – Технічні умови;
ШІ – штучний інтелект;
CD – поперечний напрям, MD – машинний напрям (про папір)
DPMO – дефект на мільйон можливостей (Defects Per Million Opportunities);
ERP – система планування ресурсів підприємства (enterprise resource planning system);
MSA – аналіз вимірювальної системи (Measurement System Analysis);
DMAIC – Визначення, Вимірювання, Аналіз, Покращення, Контроль (Define, Measure, Analyze, Improve and Control) в SixSigma;
SAP – назва компанії, системний аналіз и розробка програм (System Analysis Program Development);
SCADA – диспетчерське управління і збір даних (Supervisory Control And Data Acquisition), програмний пакет;
SPC – статистичний контроль процесу (Statistical Process Control);
QM – менеджмент якості (Quality Management);
QCS – автоматична система контролю якості (Quality control system).

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Адк.
						9
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		

ВСТУП

Контроль якості на виробництві проводиться для того, щоб гарантувати відповідність виробництва визначеним стандартам і забезпечувати якість продукції згідно із встановленими вимогами і очікуваннями замовників. Він охоплює широкий спектр функцій, від перевірки матеріалів і моніторингу виробничих процесів до перевірки готової продукції. Суть контролю якості полягає в системному підході до виявлення, оцінки та виправлення проблем, які можуть поставити під загрозу якість продукції.

Основні етапи процесу, який пронизує всі етапи виробництва:

- визначення стандартів якості та специфікацій продукту для забезпечення орієнтиру, за яким оцінюється вся продукція. Стандарти повинні відповідати очікуванням замовників або перевершувати їх, а також відповідати галузевим нормам;
- планування та проведення перевірок якості на заздалегідь визначених етапах – для вхідної сировини, під час виробництва і в кінцевому продукті. Регулярні перевірки можуть запобігти проходженню дефектної продукції через виробничу лінію і потраплянню до замовника;
- моніторинг і контроль в режимі реального часу. Будь-яке відхилення від заданих параметрів викликає негайне сповіщення, що дозволяє оперативно вжити коригувальних заходів. Такий контроль у режимі реального часу значно зменшує кількість відходів і підвищує ефективність виробництва;
- збір та аналіз даних. Проаналізовані дані є цінною інформацією про якість виробничих процесів і може допомогти виявити ділянки неефективності або місця повторювальних проблем, що сприятиме безперервному вдосконаленню процесів;
- коригувальні та попереджувальні дії. Відстежуючи першопричину проблем з якістю, можна розробити заходи для запобігання їх повторення в майбутньому;

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

– звітність та управління якістю допомагають у прийнятті рішень, плануванні та управлінні якістю на всіх рівнях організації, визначити сильні сторони і ті, що потребують вдосконалення.

У разі успішної інтеграції всіх етапів контролю якості у виробничий процес, це покращує якість продукції та підвищує загальну ефективність. Такий системний підхід забезпечує надійний шлях до виробничої досконалості.

Мета цієї роботи – обґрунтувати необхідність застосування сучасних комп’ютеризованих систем для контролю та аналізу якості продукції на виробництві, в тому числі на паперових фабриках, і продемонструвати переваги при їх впровадженні.

Задачі, які необхідно виконати для досягнення поставленої мети наступні:

- вивчити наявний досвід контролю параметрів під час виробництва паперу із практичних даних і літературних джерел;
- зробити опис існуючої автоматизованої системи контролю якості;
- описати алгоритм роботи наявних процесів контролю якості;
- продемонструвати можливість удосконалення системи контролю якості за рахунок використання сучасних інформаційних систем.

У бізнес-середовищі, яке постійно змінюється, процеси також потрібно час від часу змінювати. Це дослідження допоможе змінити підхід до управління якістю на краще (рис.)



Рис. Модель “Як є – як має бути”

1. СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ

1.1. Загальні відомості про виробництво паперу

Папір є вирішальним відкриттям людства – він грає велику роль у забезпеченні повсякденних потреб людини.

Папір – це листовий матеріал питомою масою до 250 г/м², який найчастіше складається з рослинних волокон, зв'язаних між собою силами поверхневого зчеплення, крім того містить хімічні речовини (наповнювачі, зміцнювальні смоли, речовини для поверхневої проклейки, барвники тощо).

Картон відрізняється від паперу лише більшою товщиною і питомою масою, він міцніший і жорсткіший за папір.

Не зважаючи на розвиток комп'ютерних технологій та інтернету, споживання паперу щорічно збільшується. А картон на сьогодні є основним екологічним матеріалом для виготовлення тари й упаковки.

Річна потужність вітчизняних підприємств целюлозно-паперової промисловості станом на 2022 рік становила майже 1,0 млн. т паперу і картону, а це – більше 20 кг на душу населення.

Незважаючи на численні проблеми та виклики сьогодення, галузь продовжує працювати, про що свідчать статистичні показники асоціації “Укрпапір”: в першому півріччі 2024 року порівняно з аналогічним періодом 2023 року на 13 провідних українських підприємствах виробництво упаковки з гофрокартону збільшилось на 19,4%, а паперу і картону – на 5,9% [4].

Виробництво паперу і картону є складним і багатоопераційним процесом з великими витратами теплової і електричної енергії, свіжої води, супроводжується утворенням виробничих відходів і стічних вод.

Підприємства по виготовленню цієї продукції складається щонайменше з двох основних частин: приготування паперової маси та виготовлення (відливу) паперу та картону на паперо- або картоноробній машині в безперервному режимі. Крім того, часто на такому виробництві існують відділення для приготування хімічних компонентів.

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Загальна технологічна схема виробництва паперу та картону представлена на рис.1.

На одному підприємстві можуть працювати одночасно декілька технологічних ліній, однотипних або різних за призначенням.

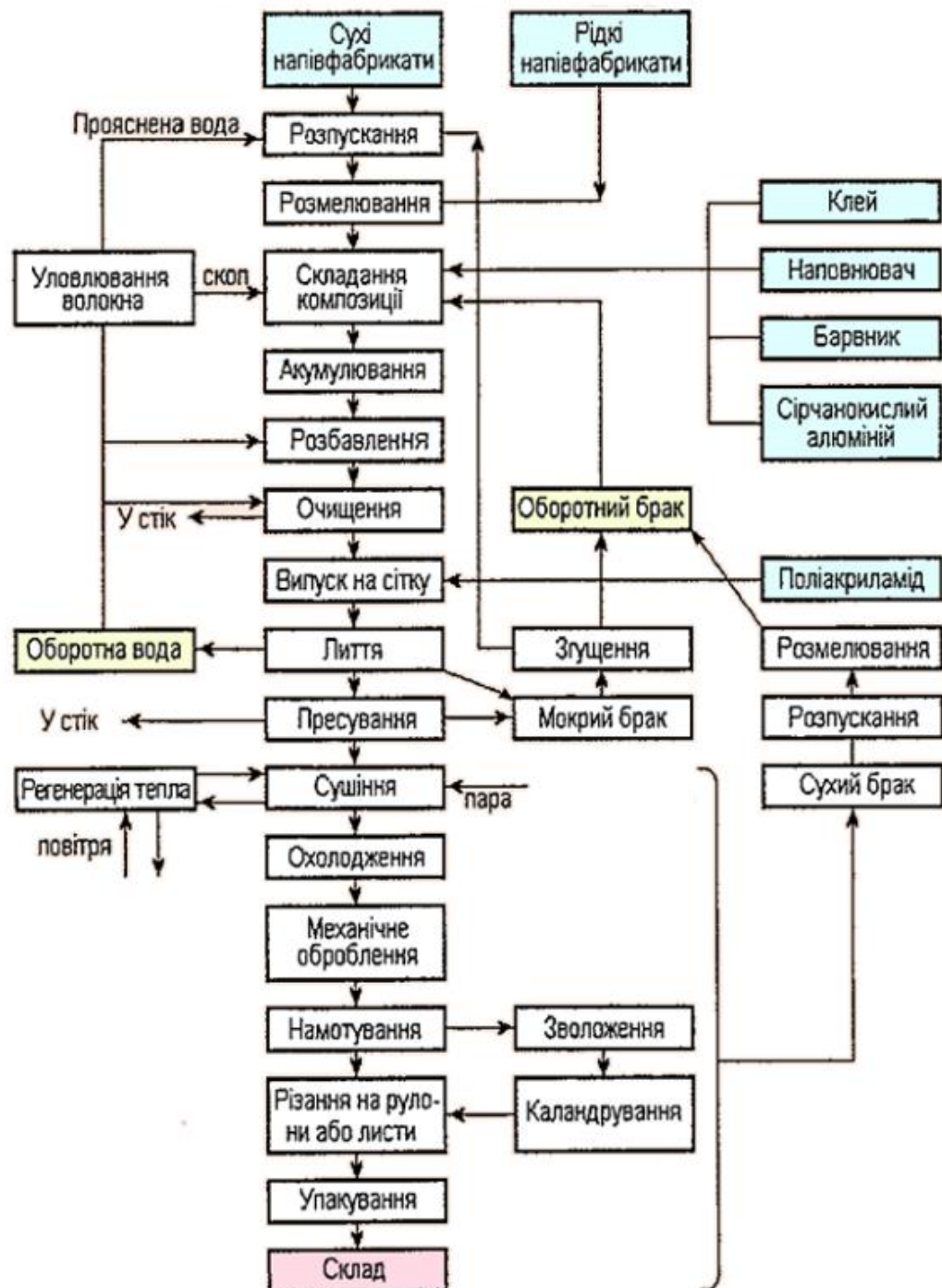


Рис.1.1. Загальна технологічна схема виробництва паперу та картону [2]

ПрАТ “Малинська паперова фабрика-Вайдманн” налічує шість технологічних ліній.

Виробничі потужності представлені наступним обладнанням:

- картоноробна машина (КМ) з дільницею для його порізки та пакування;
- папероробна машина (ПРМ) з плоскими сіточними столами, поздовжньо-різальними верстатами і перемотувальним обладнанням;
- дві крепувальні машини;
- дві папероробні машини з похилими сіточними столами;
- каландрувальні машини та суперкаландр;
- обладнання для виготовлення мікрофібрильованої целюлози;
- автоматизована лінія для виготовлення електроізоляційних виробів.

Основні види продукції (рис 1.2):

- Картон електроізоляційний трансформаторний, що має високу електричну міцність, середню і підвищену щільність, використовується для виготовлення деталей ізоляції трансформаторів з масляним заповненням та іншого електротехнічного обладнання;
- целюлозні електроізоляційні види паперу: кабельний, трансформаторний, намотувальний, крепований та інші спеціальні види електроізоляційного паперу з підвищеними механічними властивостями;
- електроізоляційний папір із синтетичних волокон підвищеного класу температурної стійкості;
- індустриальні види паперу, в т.ч. Overlay, Saturated kraft тощо;
- папір ФлізМал – основа для сучасних вінілових шпалер;
- на ПрАТ “Вайдманн-МПФ” виготовлялись також інші види паперу, в тому числі фільтрувальний, для друку, для художніх робіт тощо.

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		14



a)



b)



c)



d)



e)

Рис. 1.2. а) папір електроізоляційний, б) картон електроізоляційний; с) папір індустриальний; d) папір Overlay; e) папір для шпалер

Для успішного вирішення актуальних завдань розвитку целюлозно-паперової галузі та підвищення її ефективності кожне підприємство повинне приділяти особливу увагу контролю якості і попереджати всі випадки наближення параметрів до критичних значень.

Сучасною підприємствах оснащені автоматизованими системами керування технологічними процесами (АСКТП). Для паперового виробництва АСКТП охоплює весь технологічний процес – підготовку сировини, ПРМ, розрізання, сортування та пакування паперу. На окремих ділянках виробництва встановлюються автоматичні системи контролю якості (QCS). Одна з моделей QCS була представлена в кваліфікаційній роботі бакалавра і фактично функціонує на ПрАТ “Вайдманн-МПФ”.

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дат		15

1.2. Огляд існуючих QCS паперу та опис їх роботи

QCS призначена для технологічного відображення результатів вимірювання і формування повідомлень про виміряні параметри технологічного процесу для передачі по системному послідовному інтерфейсу і стандартним сигналам в систему документування і систему регулювання.

Багато потужних компаній в світі пропонують комплексні системи контролю якості для забезпечення стабільної роботи папероробних підприємств. Провідні позиції у цьому напрямку займають:

- швецько-швейцарська транснаціональна корпорація ABB[18];
- американська корпорація Honeywell International [19];
- фінська компанія Valmet Oy [21];
- німецька компанія Voith Oy [22];
- японська компанія Yokogawa Electric Corporation [23];
- австрійський міжнародний концерн Andritz AG [24].

Українська компанія Trigla також є успішним представником цього напрямку [20].

Зазначені компанії спеціалізуються та впровадженні промислових систем контролю, керування технологічними процесами, а також захисту промислових установок від виникнення аварій та збоїв.

Діяльність зазначених вище компаній включає:

- розробку, модернізацію, впровадження АСКТП підприємств;
- розробку, збірку щитів та пультів управління;
- створення комп'ютеризованих диспетчерських пунктів з системами візуалізації технологічних процесів на базі SCADA-програм або панелей операторів різних фірм-виробників.

Особливе місце у впровадженні таких проектів в плані забезпечення якості продукції займає QCS, призначена для оперативного контролю та управління параметрами паперу в процесі його виробництва.

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Базові функції таких систем у всіх виробників аналогічні. Різниця полягає у додаткових можливостях щодо контролю спеціальних властивостей, характерних для певних видів паперу.

Існує можливість застосувати контроль в різних точках ПРМ за допомогою декількох сканерів, робити до 16 вимірювань одним сканером одночасно, проводити вимірювання в певній фіксованій точці рухомого полотна для досягнення найкращого результату. Для кожного виду продукції потрібно обрати оптимальний набір вимірювань, що забезпечуватиме надійну якість при найменшому інформаційному навантаженні для оператора.

Можливості автоматизованого контролю якості паперу на ПРМ представлено на прикладах відкритої інформації від провідних виробників (рис.1.3-1.8).

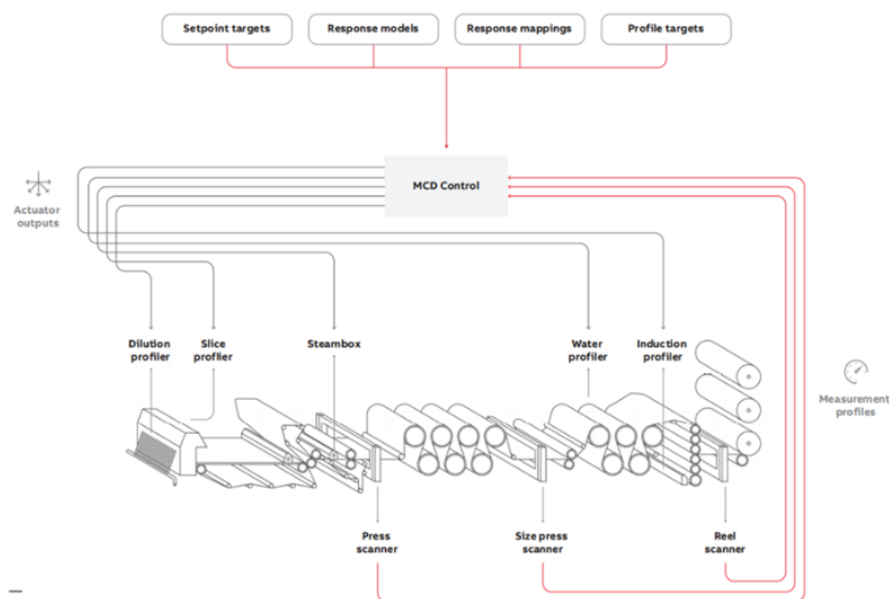


Рис. 1.3. Контроль якості на ПРМ від АВВ



Рис. 1.4. Сканери на ПРМ від Honeywell

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ док.м.	Підпис	Дат		17

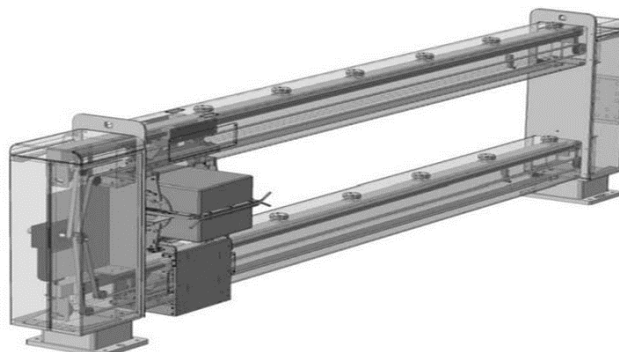


Рис. 1.5. Сканер на ПРМ від Trigla

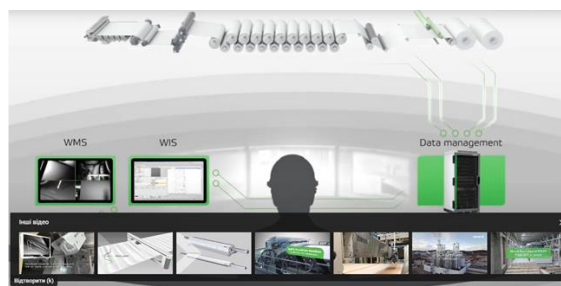


Рис. 1.6. Контроль якості на ПРМ від Valmet

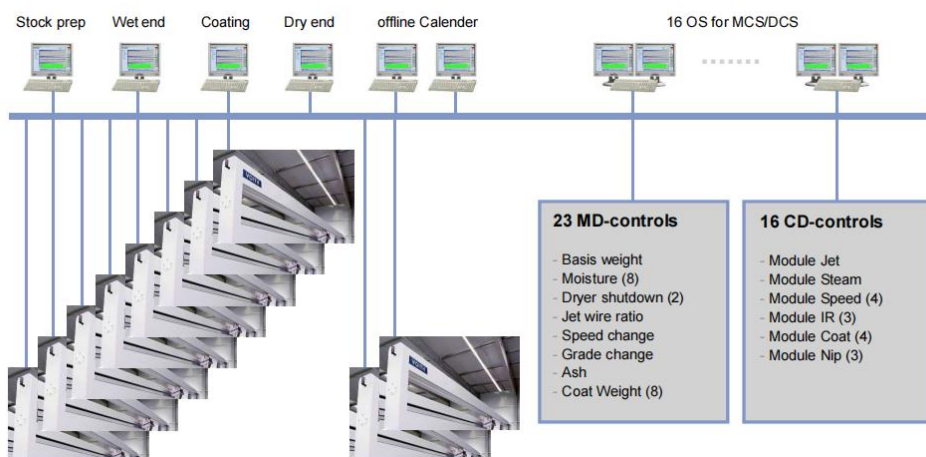


Рис. 1.7. Контроль якості на ПРМ від Voith

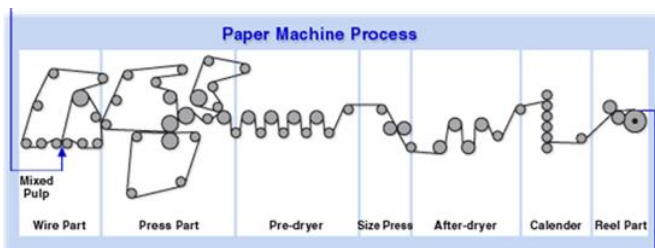


Рис. 2.10. Контроль якості на ПРМ від Yokogawa

За результатом вивчення QCS від різних виробників нижче представлено порівняльну таблицю 1.1 їх можливостей вимірювання параметрів паперу наявними датчиками.

Таблиця 1.1 Порівняння можливостей QCS різних виробників

Параметр	ABB	Honeywell	Trigla	Valmet	Voith	Yokogawa
Мокра частина ПРМ						
Профіль	+				+	+
Зольність				+		
Пресова частина ПРМ						
Вологість	+				+	
Поверхнева прокладка						
Вага покриття						+
Накат ПРМ						
Маса 1м ²	+	+	+	+	+	+
А.с. вага	+	+	+	+	+	+
Вологість	+	+	+	+	+	+
Зольність	+		+	+	+	+
Товщина	+	+	+	+	+	+
Гладкість						+
Вага покриття	+	+		+	+	+
Колір	+	+		+		+
Яскравість	+			+		
Непрозорість	+		+			
Глянець	+	+		+		+
Пористість		+		+	+	
Орієнтація волокон або профіль	+	+		+	+	+
Структура, формування	+	+		+		

В таблиці знаком «+» позначені датчики, якими опційно комплектується QCS. Як правило, функції вимірювання маси 1м² та вологості – головні. Опційні датчики підключаються відразу або в процесі удосконалення виробництва.

Фактично вибір автоматичної системи здійснюється за параметрами ПРМ. Скануючий пристрій повинен відповідати ширині паперового полотна в зоні його встановлення, а набір датчиків – задовольняти вимогам щодо контролю основних показників якості паперу.

Система універсальна і може використовуватися на ПРМ паперової фабрики для контролю вологості, маси паперового полотна та інших показників паперу на кінцевому етапі його виготовлення.

1.3. Покроковий опис роботи автоматичної системи

Перед тим як почати запускати машину з робочої станції оператора вводяться дані продукту, який буде виготовлятися.

Після того, як папероробна машина запустилася і відбулася подача паперової маси необхідно здійснити певні налаштування.

Каретка сканерів знаходиться в нульовому положенні перед запуском їх до роботи. По досягненні паперового полотна вони вмикаються.

Вихідні дані з датчиків – показники вологості, маси 1 м², температури від цього моменту виводяться на монітор в операторській кімнаті.

Для підтвердження точності вимірювань дані, отримані з датчиків сканерів, порівнюються з даними лабораторії. У разі виникнення розбіжностей між показниками виробничих і лабораторних приладів, в QCS вводяться відповідні коефіцієнти.

Датчик температури в процесі роботи не калібрується. Він проходить планову перевірку (згідно встановленого графіка) під час зупинки ПРМ.

У разі відхилення показників від встановлених значень починається регулювання параметрів за рахунок дії виконавчих механізмів.

При перевищенні температури під ковпаком сушильної частини і отриманні сигналу від ДТ вмикається частотний перетворювач ЧПЗ і запускається робота електродвигуна вентилятора для зменшення конденсату. Вентилятор працює поки температура перевищуватиме порогове значення.

					<i>ММІВТ 420.002.002- ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						<i>20</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докum.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

При відхиленні від заданого номінального значення маси 1м² паперу, яку вимірює ДВП в накаті, відбувається регулювання подачі паперової маси дозуючим насосом в мокрій частині ПРМ. Фактично регулювання продуктивності насоса є постійним, періоди сталої роботи дуже короткі, оскільки на показник маси 1м² паперу впливає багато чинників (концентрація паперової маси, ступінь помолу, дозування хімікатів, швидкість ПРМ та ін.).

При відхиленні від заданого номінального значення вологості паперу, яку вимірює датчик вологості в накаті, відбувається регулювання подачі виробничого пара на сушильні циліндри. Як і в випадку з датчиком вологості, регулювання клапана подачі пара фактично є постійним, оскільки номінальне значення вологості втримати неможливо.

Потрібно зауважити, що механізми регулювання вологості паперу будуть іншими, якщо на ПРМ працює вузол поверхневої проклейки і після досушуючої частини встановлено кондиціонер. В такому випадку керування вологістю здійснює кондиціонер.

Всі показники з датчиків в процесі роботи відображаються на моніторі оператора, і якщо вони виходять за межі, встановлені специфікацією продукту (введені перед початком роботи), QCS буде сигналізувати про це. Невідповідні значення будуть виділені на моніторі червоним кольором, а для швидкого реагування може бути виведена звукова або світлова сигналізація.

Під час роботи, при досягненні температури +40°C всередині сканеру вмикається обдув блоків вимірювачів стисненим повітрям для запобігання виходу з ладу робочих частин.

У разі аварійного обриву паперового полотна або при зупинці ПРМ папір перестає проходити через раму сканера. У такому випадку каретка сканера переміщується в нульове положення (гараж), як перед стартом роботи QCS.

Дані про роботу QCS з підключеним до неї обладнанням зберігаються в пам'яті системи і можуть бути відображені на моніторі та/або роздруковані у вигляді звітів встановленої форми.

					<i>ММІВТ 420.002.002- ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						21
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докum.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

1.4. Експериментальні дослідження

Експериментальні дослідження

Для налаштування роботи датчиків QCS в робочих умовах здійснюється порівняння:

- даних, отриманих з монітору станції оператора по факту онлайн перевірки паперу, який виготовляється на ПРМ і
- лабораторних даних, отриманих зі зразка цього паперу, проаналізованого повіреними лабораторними приладами.

Виконання лабораторного аналізу по визначенню маси 1 м² паперу проводиться згідно ДСТУ 2297 Напівфабрикати волокнисті, папір та картон. Метод визначення маси продукції площею 1 м².

Виконання лабораторного аналізу по визначенню вологості проводиться згідно ДСТУ EN ISO 287 Папір та картон. Визначення вологості. Метод висушування в сушильній шафі.

За результатами порівняння виробничих і лабораторних даних за потребою здійснюється калібрування QCS у відповідності до алгоритму, описаного виробником в технічному паспорті.

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

2. СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ НА ПАПЕРОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

2.1. Загальна інформація про використання систем контролю якості на виробництві

У 2020 році обсяг глобального ринку систем контролю якості паперу оцінювався в 268,5 мільйонів доларів США. Прогнозують, що з 2021 по 2028 рік він зросте на 6,2% у середньому (Джерело: дослідження Grand View).

Опитування у 2021 році, проведене Quality Control Systems, показало, що 65% паперових фабрик використовують QCS (Джерело: Quality Control Systems).

Згідно зі звітом MarketsandMarkets, очікується, що розмір ринку контролю якості у целюлозно-паперовій промисловості досягне 22,5 мільярдів доларів США до 2025 року, зростаючи на 4,5% протягом прогнозованого періоду (Джерело: MarketsandMarkets) [11].

Сучасні інформаційні системи з модулем управління якістю включають в себе процеси:

- планування якості (база даних щодо вимог до кожної стадії і компонента виробництва);
- контроль якості з фіксацією фактичних значень і виведенням сертифікатів продукції;
- повідомлення в режимі он-лайн про відхилення від заданих значень;
- можливість формування звітів різної конфігурації і наповнення на базі введених нормативних і фактичних даних.

Крім того, інформаційна система контролю якості на виробництві сприяє розвитку культури постійного вдосконалення. Вона заохочує збирати та аналізувати дані, щоб виявити сфери неефективності або невідповідності, що спонукає до відповідних коригувань і вдосконалення у виробничому процесі.

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Контроль якості на виробництві допомагає захистити виробничий процес від помилок, гарантуючи, що вироблені товари постійно відповідають або перевершують очікування замовників.

2.2. Етапи та способи контролю якості на виробництві



Контроль якості на виробництві проводиться для того, щоб гарантувати відповідність виробництва визначеним стандартам і забезпечувати якість продукції відповідно встановлених вимог. Він охоплює широкий спектр функцій, від перевірки матеріалів і моніторингу виробничих процесів до перевірки готової продукції. Суть контролю якості на виробництві полягає в системному підході до виявлення, оцінки та виправлення проблем, які можуть поставити під загрозу якість продукції.

Основні етапи контролю якості, який пронизує всі стадії виробництва:

- визначення стандартів якості та специфікацій продукту для забезпечення орієнтиру, за яким оцінюється вся продукція. Стандарти повинні відповідати очікуванням клієнтів або перевершувати їх, а також відповідати галузевим нормам;
- визначення методів контролю якості: на основі стандартів якості, визначених у першому кроці. Методи контролю якості, які будуть використовуватися для моніторингу та контролю виробничого процесу включають використання різного обладнання, наприклад QCS, датчиків, вимірювальних приладів, відеокамер, лабораторних приладів тощо.
- планування та проведення перевірок якості на заздалегідь визначених етапах – для вхідної сировини, під час виробництва і в кінцевому продукті. Регулярні перевірки можуть запобігти проходженню дефектної продукції через виробничу лінію і потраплянню до замовника;

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		24

- моніторинг і контроль в режимі реального часу. Будь-яке відхилення від заданих параметрів викликає негайне сповіщення, що дозволяє оперативно вжити коригувальних заходів. Такий контроль у режимі реального часу значно зменшує кількість відходів і підвищує ефективність виробництва;
- збір та аналіз даних. Проаналізовані дані є цінною інформацією про якість виробничих процесів і може допомогти виявити ділянки неефективності або місця повторювальних проблем, що сприятиме безперервному вдосконаленню процесів;
- коригувальні та попереджувальні дії. Відстежуючи першопричину проблем з якістю, можна розробити заходи для запобігання їх повторення в майбутньому;
- звітність та управління якістю допомагають у прийнятті рішень, плануванні та управлінні якістю на всіх рівнях організації, визначити сильні сторони і ті, що потребують вдосконалення.

У разі успішної інтеграції всіх етапів контролю якості у виробничий процес, покращується якість продукції і підвищується загальна ефективність. Такий системний підхід забезпечує надійний шлях до досягнення виробничої досконалості.

Загалом, впровадження контролю якості у виробництві паперу вимагає систематичного та структурованого підходу. Контроль якості є безперервним процесом, тому важливо постійно вдосконалювати його, щоб він залишався ефективним і актуальним.

2.3. Бізнес-процеси управління якістю продукції

Управління якістю продукції – це вид керівної діяльності, який забезпечує контроль якості процесів планування, проектування, виготовлення, реалізації та експлуатації продукції з метою задоволення вимог споживачів.

Процес – це сукупність пов'язаних між собою видів виробничої діяльності. Поняття процесу використовується в багатьох галузях.

					<i>ММІВТ 420.002.002- ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						25
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

Бізнес-процес – це набір повторюваних дій або завдань, які компанія виконує для досягнення певної мети або отримання конкретного результату. Вони є ключовим компонентом організаційної структури охоплюють різні аспекти діяльності, в тому числі і контроль якості. Елементи бізнес-процесу представлені на рис.2.1.

Власник процесу – посадова особа, яка має в своєму розпорядженні ресурси, необхідні для виконання процесу і несе відповідальність за результат.

Кожен бізнес-процес складається з входу, виходу і процесора. Входами бізнес-процесу є ресурси, необхідні для його реалізації, тобто для отримання виходу. Процесор призначений для перетворення входу у вихід.

Вхід бізнес-процесу – продукт, який в ході виконання процесу перетворюється в вихід. Вхід завжди має свого постачальника. До входів процесу може відноситися сировина, матеріали, напівфабрикати, документація, інформація, фінанси.

Вихід (продукт) – матеріальний або інформаційний об'єкт або послуга, що є результатом виконання процесу і споживаний зовнішніми по відношенню до процесу споживачами. Вихід процесу завжди має споживача. Якщо споживачем є інший процес, то для нього цей вихід є входом.

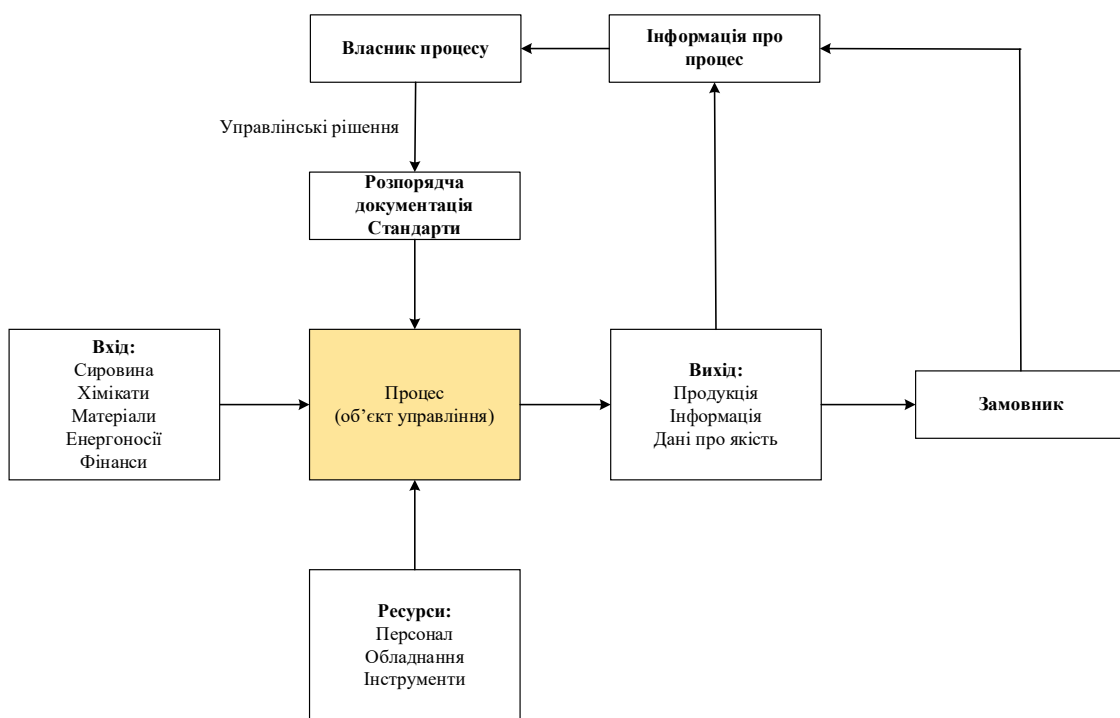


Рис. 2.1. Бізнес-процеси

Ресурс бізнес-процесу - матеріальний або інформаційний об'єкт, який використовується для виконання процесу, але не є входом процесу. До ресурсів відносять інформацію, персонал, обладнання, транспорт, зв'язок, програмне забезпечення та ін.

Система управління якістю продукції включає кілька окремих процесів. Їх продуктом є дані, що визначають подальші дії у виробничих процесах, а також у питаннях відносин з постачальниками та замовниками.

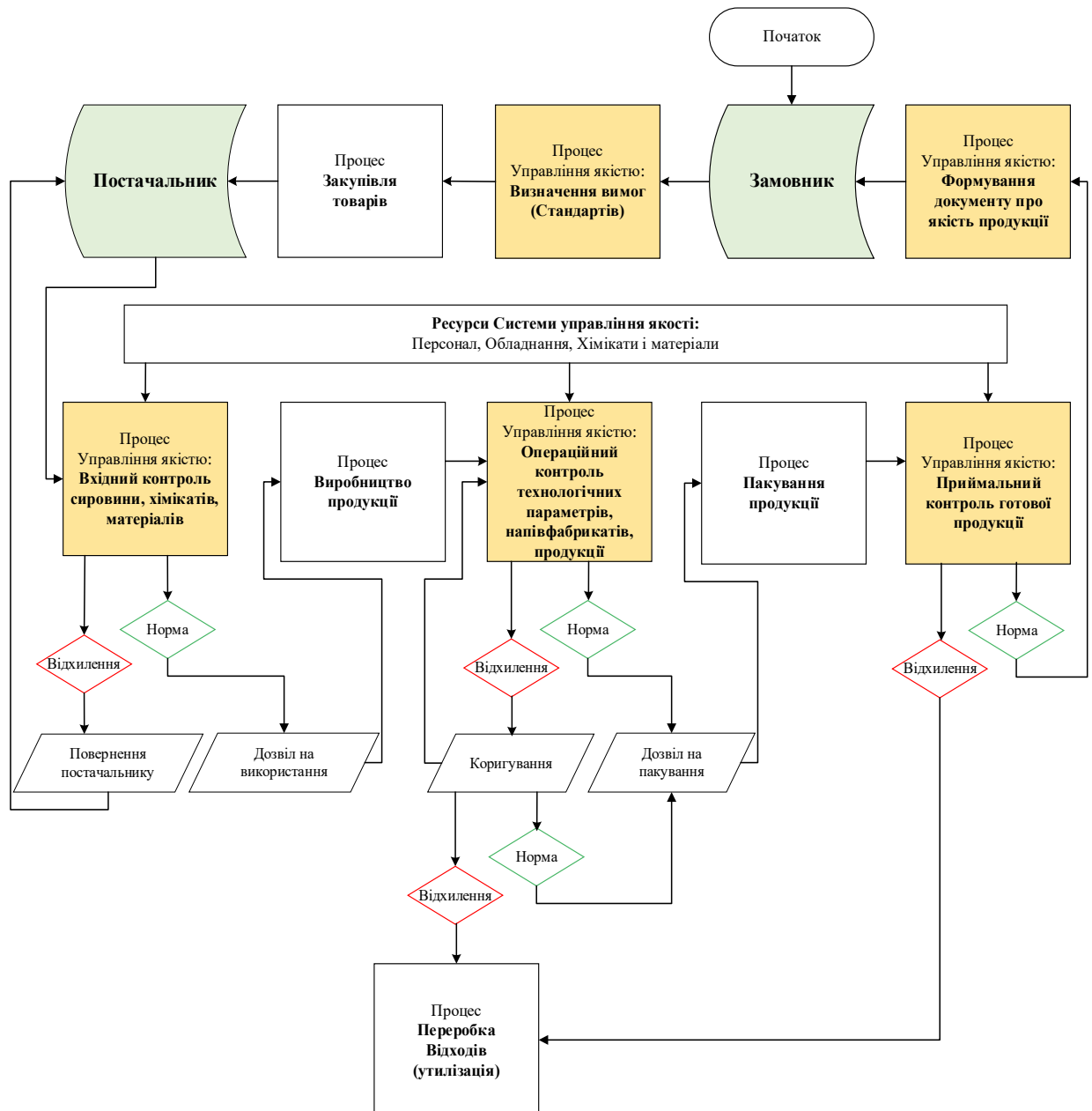


Рис. 2.2. Схема процесів управління якістю на підприємстві

На схемі, представлений на рис.2.2, виділені процеси управління якістю, які виконуються за діючими Стандартами підприємства. У подальших розділах розглянемо шляхи збільшення ефективності кожного з них, направлені на покращення якості, поглиблення аналізу, визначення напрямів корегування виробництва, уточнення вимог до постачальників сировини, хімікатів, матеріалів і задоволення очікувань замовників готової продукції.

2.4. Документація

Технологічний регламент (ТР) – це нормативний документ, у якому наведений детальний опис продукції, стандартів, обладнання та всієї сукупності виробничих процесів із зазначенням діапазону параметрів при виконанні кожної операції і частотою їх контролю. ТР спрямований на виготовлення продукції, що відповідає певним вимогам, за умови забезпечення вимог охорони праці і навколишнього середовища. Технологічний регламент є основним нормативним документом для виготовлення продукції відповідно до ДСТУ ISO 9001.

Стандарти якості та специфікації створюються та застосовуються для забезпечення орієнтиру, за яким оцінюється вся продукція. Вони надаються замовником продукції або розробляються виробником спільно із замовником. Для більшості видів паперу та картону широкого вжитку в Україні такими документами є ДСТУ або ТУ. У разі виготовлення продукції на експорт можуть використовуватися стандарти країни замовника.

Допускається виготовлення паперу або картону за узгодженими специфікаціями, якщо має місце разова партія або спеціальний вид продукції, який відповідає індивідуальним вимогам.

Стандартами якості для вхідних компонентів виробництва (сировини, хімікатів та матеріалів тощо) можуть бути міжнародні та вітчизняні стандарти (ISO, TAPPI, ДСТУ, ТУ тощо), в залежності від країни виробника, вимог договорів та супроводжувальних документів поставки.

					<i>ММІВТ 420.002.002- ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						28
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докum.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

На підприємстві всі Стандарти, які використовуються під час виробничого процесу або до його початку, обліковуються і вносяться в електронну базу документів. До цієї бази мають доступ безпосередні учасники виробничого процесу. Проте дані, зазначені в стандартах, зазвичай не мають взаємозв'язку з інформаційною системою, в якій здійснюється планування і облік продукції.

Показники вхідних компонентів виробництва паперу (сировина, хімікати, матеріали, виробнича вода тощо) контролюються з певною періодичністю і фіксуються відповідальною особою за здійснення перевірки. Як правило на підприємстві це робиться шляхом записів в паперових журналах (рис.1.4 а) і дублюючих електронних журналах (SAP QM), дані з яких відправляються за потребою зацікавленим підрозділам (відділ постачання, виробничі підрозділи, технологічний підрозділ, відділ якості).

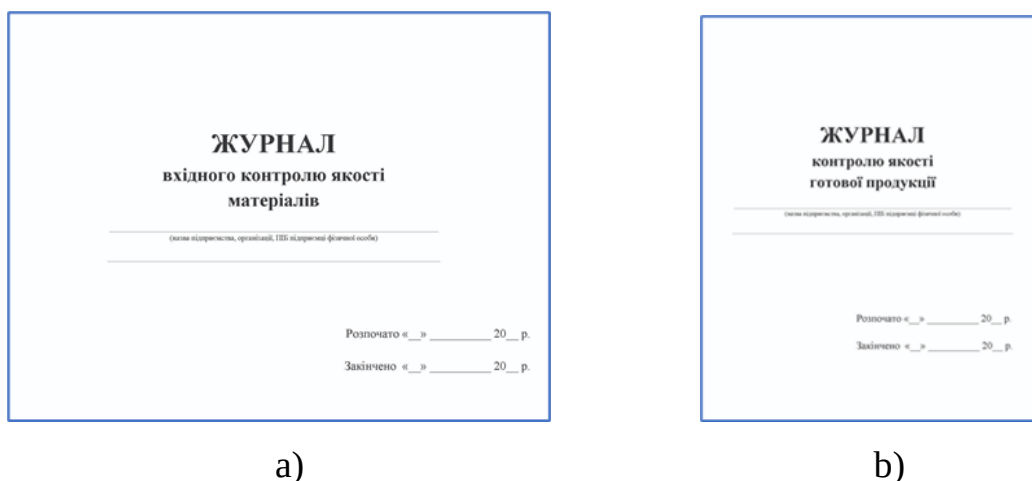


Рис. 2.3. Журнали контролю якості: а) вхідного контролю сировини, хімікатів, матеріалів; б) готової продукції

Для забезпечення якості готової продукції необхідно підтримувати нормативні параметри на стадіях технологічного процесу. Контрольні значення також фіксуються впродовж всього часу виготовлення продукції. Для цього використовуються робочі журнали на кожному етапі виробництва. Якщо процес або його частина оснащені автоматичними системами контролю, візуалізація ключових параметрів здійснюється в безперервному режимі на

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		29

екранах моніторів у вигляді цифрових значень, графіків, трендів, які можна зберігати в пам'яті системи, передавати, обраховувати і аналізувати (наприклад, QCS на PPM, див. розділ 1).

Показники готової продукції відразу після її виготовлення, до передачі її на дільницю обробки і пакування, також вносяться в журнали паперової (рис.1.4 б) та електронної форми (SAP QM). Дані доступні для перегляду технологічному персоналу для можливості контролю і корегування процесу виробництва продукції.

На підставі введених даних, в ручному режимі, проводиться обробка результатів і виводяться середні значення для сертифікатів готової продукції.

Періодично показники готової продукції перевіряються додатково на дільниці пакування, таким чином здійснюється контроль готової продукції. Значення показників, отримані на цьому етапі, є визначальними. Перевірки на дільниці пакування або в складі готової продукції можуть проводитися за бажанням замовника в присутності його представника, тоді вони вважаються інспекційними.

В умовах існування ізольованої інформації по кожному процесу Управління якістю моніторинг технологічного процесу ускладнений і займає певний час.

Ситуацію можна покращити, якщо використовувати загальну інформаційну систему підприємства, сумісну з автоматичними системами контролю на виробництві і наявним модулем управління якістю в складі інформаційної системи.

2.5. Опис параметрів контролю на паперовій фабриці

Параметри контролю на паперовій фабриці розглянемо на прикладі одного з видів паперу.

Вхідні дані.

Замовлення – Папір офісний

					<i>ММІВТ 420.002.002- ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						<i>30</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докum.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

Нормативний документ на готову продукцію – Специфікація паперу, надана замовником і погоджена виробником після оцінки можливості виконання всіх її умов.

Таблиця 2.1. Технічна специфікація паперу офісного

№	Найменування показника	Одиниця виміру	Значення показника	Метод випробування
1	Склад по волокну: деревинна целюлоза	%	100	-
2	Формат аркуша - довжина - ширина	мм	270±1 210±1	ДСТУ 3529
3	Маса паперу площею 1 м ²	г	70 ± 3	ДСТУ 2297
4	Розривна довжина в середньому за двома напрямками, не менше	м	3000	ДСТУ 2334
5	Білість, не менше	%	80	ДСТУ 2570
6	Стійкість до вищипування (по Денісону), з обох сторін не вищипується номером	од. Денісона	16	TAPPI 459
7	Поверхнева вбирність води під час однобічного змочування паперу (Кобб ₆₀), з обох сторін	г/м ²	20 – 40	ДСТУ 3549
8	Гладкість (за Бекком), з обох сторін	с	30 – 80	ДСТУ 3439
9	Зольність	%	6 – 10	ISO2144
10	Вологість	%	5,0 – 7,0	ДСТУ ГОСТ ISO 287
11	Засміченість, число смітинок у перерахунку на 1 м ² , не більше - площею від 0,3 до 1,0 мм ² - площею більше 1,0 мм ²	шт.	20 не допускаються	ГОСТ 13525.4
	Умови випробувань: - відносна вологість повітря - температура	% С	50±2 23±1	-

На підставі отриманих даних від замовника паперу формується потреба в сировині, хімікатах, матеріалах і вимоги до них.

Для виготовлення паперу потрібно придбати наступні компоненти:

- целюлоза з хвойних порід деревини білена;
- целюлоза з листяних порід білена;
- мінеральний наповнювач (каолін);
- зміцнювальна добавка (смола поліамідна);

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		31

- добавка гідрофобізуюча (АКД).
- пакувальний папір.

Зазначені компоненти перед подачею на виробництво проходять вхідний контроль. В таблиці нижче приведені в скороченому вигляді технічні вимоги до кожного з них.

Таблиця 2.2. Технічні вимоги до сировини, хімікатів і матеріалів

№	Найменування показника	Одиниця виміру	Значення показника
	Методи та умови випробувань		Відповідно до договору з постачальником та /або ТР
1	Деревинна целюлоза (хвойна і листяна)		
	Білість, не менше	%	87
	Вологість, не більше	%	20
	Засміченість, площа смітинок у перерахунку на 1 м ² , не більше	мм ²	7
2	Каолін		
	Білість, не менше	%	85
	Вологість, не більше	%	15
	Втрати під час прожарювання при 900 °С, не більше	%	15
3	Смола поліамідна		
	Зовнішній вигляд		Прозора рідина жовтуватого кольору
	Розчинність у воді		Розчинна у будь-яких співвідношеннях
	Вміст сухої речовини	%	19 – 26
	Густина при 20 °С	г/см ³	1,05 – 1,10
	В'язкість за Брукфільдом при 25 °С	сП	50 – 250
	рН		2,5 – 4,5
4	Добавка гідрофобізуюча алкілкетен дімер		
	Зовнішній вигляд		Емульсія білого кольору
	Вміст сухої речовини	%	14 – 16
	Густина при 20 °С	г/см ³	1,00 – 1,10
	В'язкість за Брукфільдом при 25 °С	сП	50 – 250
	рН		2,0 – 5,0
5	Пакувальний папір		
	Зовнішній вигляд		Без видимих дефектів як то складки, пориви, сміття тощо
	Маса паперу площею 1 м ²	г	100 – 120
	Вологість, не більше	%	8,0

Виходячи з вимог до готової продукції формуються технологічні карти, в яких зазначаються допуски параметрів на кожному етапі виробництва. Фактичні значення, отримані в результаті вимірювань в процесі виробництва, вносяться в електронні журнали відповідальною особою. У таблиці 2.3 наведені технологічні вимоги, частота контролю і відповідальні виконавці (у скороченому вигляді).

Таблиця 2.3. Технологічний, вихідний і приймальний контроль*

№	Найменування технологічного етапу / показника	Одиниця виміру	Значення показника	Виконавець / частота контролю
1	Розмелювання			
1.1.	Хвойна целюлоза			
	Навантаження при розмелюванні	кВт	80 – 120	лаборант, 2 рази на зміну
	Тривалість розмелювання	хв	10 – 15	
	Ступінь помолу	°ШР	40 – 50	
	Концентрація	%	3,5 – 4,5	
1.2.	Листяна целюлоза			
	Навантаження при розмелюванні	кВт	80 – 100	лаборант, 2 рази на зміну
	Тривалість розмелювання	хв	2 – 8	
	Ступінь помолу	°ШР	10 – 15	
	Концентрація	%	3,5 – 4,5	
2	Композиція паперової маси			
	Хвойна целюлоза	%	70 ± 5	розмелювач, кожна композиція
	Листяна целюлоза	%	30 ± 5	
	Каолін, по відношенню до загальної кількості а.с.целюлози	%	8 – 14	
	Ступінь помолу	°ШР	30 – 40	лаборант, 2 рази на зміну
	Концентрація	%	3,0 – 3,5	
3	Дозування хімікатів на ПРМ			
	Смола поліамідна, по відношенню до а.с.паперу	%	1,0 ± 0,3	машиніст ПРМ, фіксація значень з монітора 2 рази на зміну
	АКД, по відношенню до а.с.паперу	%	0,5 ± 0,2	
4	Показники паперу			
	згідно п.2 Специфікації			лаборант, 2 рази на зміну
	згідно п.п. 3 – 11 Специфікації			лаборант, кожний рулон
	згідно п.п. 2 – 11 Специфікації, приймальний контроль			інженер лабораторії, 1 раз на день
5	Показники паперу, що контролюються автоматичними системами			
	згідно п.п. 2,3,10,11 Специфікації			онлайн

*Методи та умови випробувань – відповідно до технологічного регламенту

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ докв.	Підпис	Дат		33

2.6. Порядок роботи модуля якості інформаційної системи

Модуль якості інформаційної системи може суттєво покращити контроль за процесами і надати вичерпні аналітичні матеріали.

Для цього потрібно виконати наступні дії:

- ввести в базу даних інформацію про види паперу, які виготовляються (присвоїти номер матеріалу, коротку і повну назву);
- ввести в базу даних кожний вид сировини, хімікату, матеріалу (присвоїти номер, зробити відмітку, що він повинен проходити вхідний контроль);
- створити загальний каталог ознак якості, які зустрічаються на кожному виді контролю (для всіх видів паперу, сировини, хімікатів, матеріалів);
- для якісних ознак (таких як зовнішній вигляд, колір, запах тощо) створити каталог характеристик, які відповідають даним ознакам (наприклад, прозора рідина, червоний колір, характерний запах тощо);
- створити технічні карти для кожного виду паперу, сировини, хімікатів, матеріалів, що проходить контроль на певній стадії, в технічних картах зазначити параметри контролю та їх нормативні значення.

При наявності всіх введених даних, перед початком виробництва кожного виду паперу система буде відображати тільки нормативні значення параметрів по всім контрольним точкам.

В процесі роботи інформаційної системи, після введення фактичних значень показників, буде зроблена перевірка параметрів на відповідність вимогам і виконана дія згідно запрограмованого алгоритму. Головне, що відхилення показників не залишиться непоміченим.

Тепер, коли зрозумілий принцип роботи модуля якості інформаційної системи, потрібно розглянути наявні у світі Системи управління для бізнесу (ERP), які здатні виконувати такі функції.

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

3. ОГЛЯД СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ БІЗНЕСОМ З МОДУЛЕМ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОДУКЦІЇ

3.1. Поняття ERP-системи

Планування ресурсів підприємства (ERP-система) (англ. enterprise resource planning system – Система планування ресурсів підприємства) – комплексна інформаційна система (KIC), призначена для автоматизації обліку й керування. Зазвичай ERP-системи будуються за модульним принципом і в тому або іншому ступені охоплюють всі ключові процеси діяльності компанії [1].

Системи ERP забезпечують виконання наступних задач:

- керування фінансами;
- керування виробництвом;
- керування запасами;
- керування реалізацією та маркетингом;
- керування постачанням;
- керування проєктами;
- керування сервісним обслуговуванням;
- керування процедурами забезпечення якості продукції.

Системи ERP об'єднують безліч бізнес-процесів і підтримують обмін даними між ними. Збираючи з різних джерел спільні дані про транзакції організації, ERP-системи усувають дублювання даних і забезпечують їхню цілісність із використанням єдиного джерела істини.

ERP необхідні для управління підприємств різного розміру в усіх галузях, наразі вони є такою ж необхідністю, як електрика, без якої не вмикається світло.

ERP – це локальні або хмарні інтегровані платформи для управління всіма аспектами виробничого або дистриб'юторського бізнесу, забезпечують прозорість усього бізнес-процесу, діють як центральний хаб бізнесу для всього робочого процесу та даних і надають доступ до них різним відділам [12].

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

ERP-системи розробляються на основі єдиної визначеної структури даних (схеми), яка зазвичай має спільну базу даних. Завдяки цьому інформація, що використовується на підприємстві, є нормалізованою і базується на спільних визначеннях та узгодженій взаємодії з користувачами. Потім ці основні конструкції пов'язуються з бізнес-процесами, якими керують робочі процеси, з'єднуючи системи та людей, які ними користуються. Це засіб інтеграції людей, процесів і технологій сучасного підприємства.

Ключовим принципом ERP є централізований збір даних для широкого розповсюдження. На відміну від кількох розрізнених баз даних із нескінченним переліком не пов'язаних між собою електронних таблиць, системи ERP впорядковують хаос, щоб усі користувачі – від генерального директора до простих працівників – могли створювати, зберігати та використовувати ті самі дані, отримані за допомогою спільних процесів.

3.2. Огляд ERP-системи для виробництва UGLA, Україна

Українська компанія ТОВ МОІ Тек була заснована у 2022 році в Києві з метою полегшення управління бізнес-процесами, підвищення продуктивності та конкурентоспроможності підприємств спеціалізується на розробці програмного забезпечення для управління та автоматизації бізнес-процесів.

“UGLA — комплексна ERP система нового покоління від ТОВ МОІ Тек, 100% український продукт, зручна та проста, здатна налагодити ефективну комунікацію між підрозділами компанії та клієнтами, звільняючи час для важливішого. UGLA буде надійний технологічний міст між компанією та клієнтами. Продукт UGLA доступний всім, гнучкий, легко адаптований для будь-якої галузі.[13]

Можливості єдиної інформаційної системи UGLA (рис.3.1):

– завдяки вбудованим інструментам автоматизації, UGLA спрощує та прискорює виконання рутинних операцій, таких як планування, обробка

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

заказів, логістика, облік кадрів, планування робочого часу та розвиток співробітників;

– вбудовані аналітичні інструменти та штучний-інтелект дозволяють приймати обґрунтовані управлінські рішення на основі достовірної та актуальної інформації. Бухгалтерський облік, фінансовий контроль та аналітика;

– прогнозування, закупівлі, управління складом та логістика. Планування, виробничий контроль, контроль якості та оптимізація виробничих процесів.

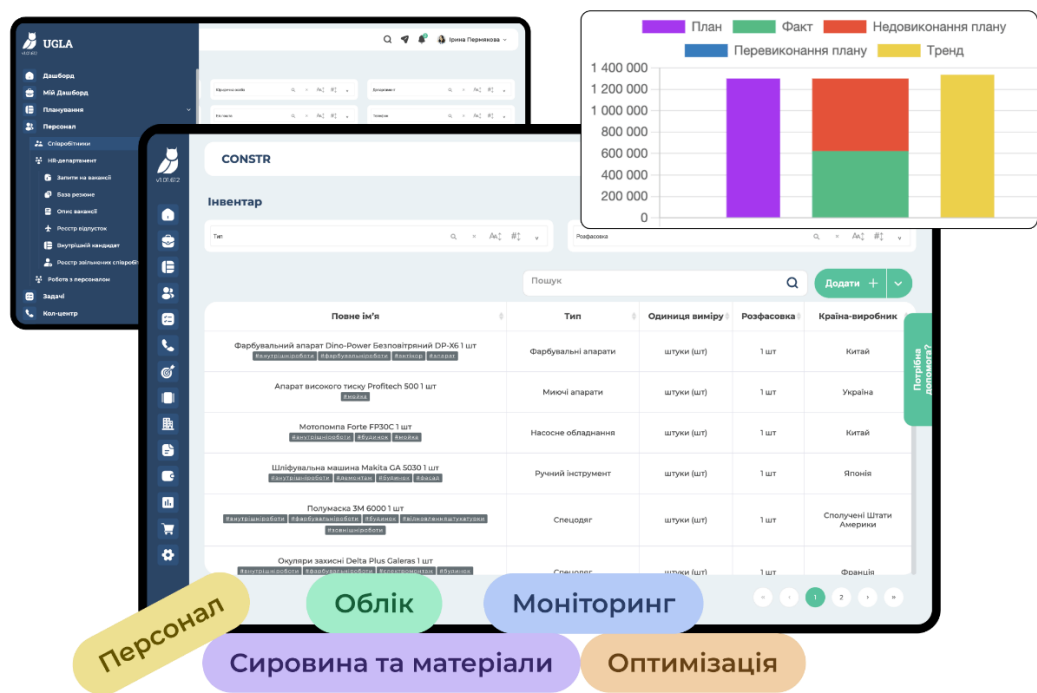


Рис. 3.1. ERP UGLA для промислового виробництва

Технологічні функції UGLA:

– система автоматично відстежує залишки сировини та матеріалів на складі, прогнозує потреби в закупівлі на основі попередніх замовлень та виробничих планів. Є можливість відслідковувати використання сировини по кожній партії продукції;

– відстеження робочого часу та витрат праці на виготовлення кожного виробу. Планування робочого часу працівників на виробництві на основі обсягів та термінів виконання замовлень;

- моніторинг та облік використання обладнання, планування та підтримка технічного обслуговування;
- відстеження якості сировини та готової продукції на кожному етапі виробництва, збір та аналіз даних для вдосконалення процесу виробництва.

На сайті компанії поки що відсутні дані щодо проектів, які впроваджені в паперовому виробництві.

3.3. Огляд системи для виробництва MOPSsys, Швеція-Канада

Історія MOPS починається початку 1980-х років, коли перше покоління систем MOPS було створено з різноманітних систем управління процесами для целюлозно-паперової промисловості, які раніше розробляла MoDo Chemetics і поставляла переважно на ринки Північної Європи та Північної Америки.

З тих пір лінійка продуктів MOPS розроблялась та виготовлялась різними власниками – AkerKvaerner і Tieto.

На початку 2010 року через Eurocon MOPSsys викупив права інтелектуальної власності від Tieto на продукт MOPS, який на той час називався TIPS Info. Зараз Eurocon MOPSsys виводить набір продуктів MOPS на наступний рівень і розробляє системи до 4-го покоління. Маючи сотні установок MOPS у 20+ різних країнах, MOPSsys є основним постачальником у своєму сегменті та стратегічною частиною контролю якості в целюлозно-паперовому виробництві.

У лютому 2018 року Constellation Software Inc. (CSI) із Торонто придбала 100% акцій Eurocon MOPSsys AB (Швеція) та Eurocon MOPSsys Inc. (Канада). Через зміну власника Eurocon MOPSsys працюватиме в рамках операційної групи CSI PERSEUS [14].

Інформаційна система якості паперу MOPS (рис.3.2) – це унікальне сховище інформації про виробництво, яке об'єднує дані, пов'язані з подіями або об'єктами, із даними лабораторії та процесу, що надходять із бази даних інших процесів (MOPS Historian або стороння база даних).

					<i>ММІВТ 420.002.002- ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докum.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		<i>38</i>

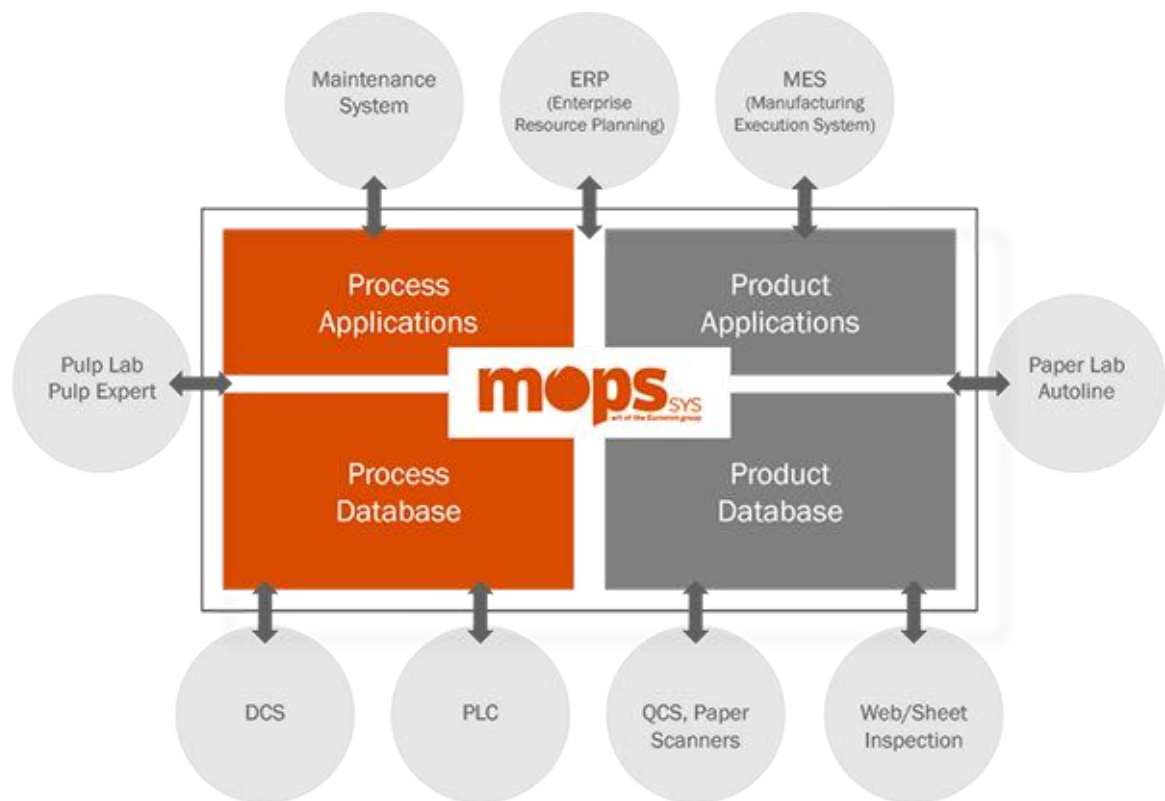


Рис. 3.2. MOPSSys для промислового виробництва

Програми Paper Quality Information System (PQIS) додають цінність системі якості, оскільки для подальшого покращення якості важливо розуміти умови процесу, які призвели до отримання продукту, що відповідає або не відповідає специфікаціям.

PQIS є менеджером інформації про якість паперу в усій системі MOPS. Це економить зусилля та час, пов'язані з визначенням повної інформаційної системи якості. Нижче наведено кілька прикладів деяких конкретних модулів, доступних у PQIS для виробників паперу, яким потрібні не просто дані, а корисна інформація.

PQIS BASIC – менеджер даних інформації про якість паперу в усій системі PQIS. Він створює великий масив даних, отримує параметри з багатьох джерел, виявляє події, обчислює статистику щодо партії продукції, виконує перевірку допусків і підтримує історичну базу даних про рулони паперу або паперову масу. Виведення обраної інформації може бути направлено в будь-яку систему.

На рис. показаний приклад графічних зображень, що виводяться на монітор в процесі роботи MOPSSys (рис.3.3)

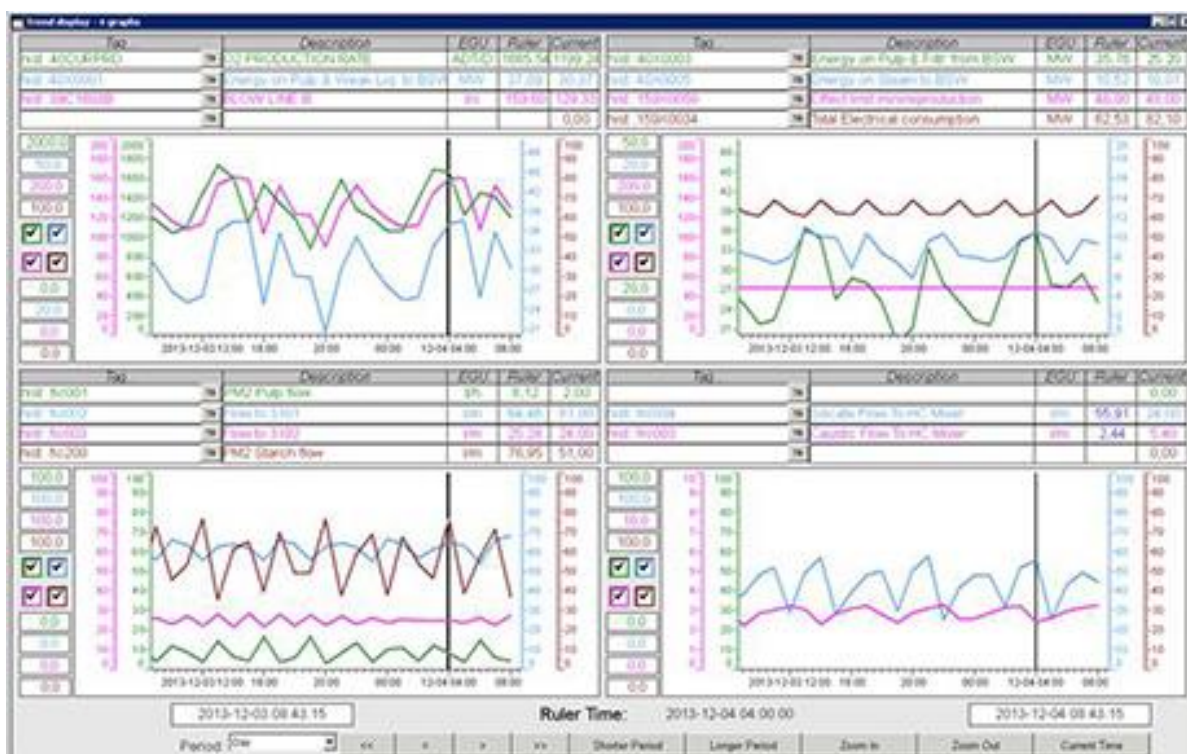


Рис3.3. Шаблон тенденції на 4 графіки з базою часу та лінійкою

PQIS CLASSIFICATION – розширена PQIS містить функції зв’язку між автоматичним контролем, лабораторними даними, даними процесу, профілями сканування, тощо. Враховуються межі специфікацій. Ця функція також підтримує функцію оптимізації із заміною рулонів і зміною шаблонів обрізки для оптимізації якості виходу готової продукції.

РЕЦЕПТ PQIS – модуль містить усі функції, необхідні для визначення та підтримки властивостей, оцінок, обмежень специфікації та прав доступу користувачів. Потужні функції спрощують створення нових або зміну існуючих специфікацій. Серед підтримуваних функцій: контроль версій і аудиту, дати створення й останнього використання. Підтримка специфікацій може здійснюватися за якістю або властивістю. Це дає змогу змінювати певну властивість у кількох оцінках одночасно.

PQIS REEL TRACKING – відстежує величезні рулони на всьому шляху від папероробної машини до намотувального пристрою на виробничій лінії з

кількома машинами, враховуючи поточні запаси між машинами. Ця функція фіксує ненормальну або ручну дію на рулоні паперу (наприклад, заplatки, зрощення, поділ тощо). Крім того, програма Reel Tracking також дозволяє заводу відстежувати ключові дані, такі як відходи на рівні відділу або лінії.

PQIS AUTOLAB – знаходиться в одному або кількох автономних ПК для керування всіма лабораторними даними, що надходять від автоматичних онлайн-датчиків або лабораторного обладнання. Користувач лабораторії вибирає, який рулон тестувати та на якому інструменті проводити тест. Система проводить користувача через послідовність тестування та повертає дані в систему PQIS після затвердження.

WinMOPS REEL DATA – використовуючи цей дисплей, оператор може переглядати дані про якість і технологічні процеси, включаючи розширені профілі. Він показує останні виготовлені рулони разом із довжиною паперу в рулоні, сортом та іншою важливою інформацією.

WinMOPS RUN DATA – використовуючи цей дисплей, оператор може переглядати якість, статистику даних процесу та знімки, що описують поточний цикл. Дисплей оновлюється в міру проходження циклу.

WinMOPS PROFILE – показує профілі сканування, намотування, встановлення та згортання. Профілі останнього, мінімального, максимального та стандартного відхилення можна розрахувати та відобразити серед інших статистичних даних. Профілі лабораторії можуть відображатися разом із сканованими профілями QCS.

Інформаційні панелі якості – це централізовані інструменти, які надають у реальному часі інформацію про ключові показники ефективності (KPI). Вони розроблені, щоб допомогти приймати розумніші та швидші рішення, виявляти тенденції, перш ніж вони стануть проблемами, і зрештою забезпечити постійну відповідність продуктів і послуг найвищим стандартам. На рис 3.4. представлений приклад вигляду інформаційної панелі якості від WinMOPS.

					<i>ММІВТ 420.002.002- ПЗ</i>	<i>Адк.</i>
						41
<i>Зм.</i>	<i>Адк.</i>	<i>№ докum.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		



Fig: Example of dashboard in WinMOPS

Рис.3.4. Приклад інформаційної панелі з KPI WinMOPS

Технології MOPSSys передові, і мета системи чітка – щоб виробники целюлози та паперу могли отримати найбільшу вигоду від своїх заводів і підприємств. Результати впровадження окупають систему місяцями, а не роками. Ось кілька ключових переваг, про які повідомляють численні користувачі MOPS:

- зниження варіативності продукту;
- зменшення кількості продукції, яка не відповідає специфікації;
- менші втрати матеріалів та хімікатів;
- вища ефективність процесу;
- вища ефективність персоналу;
- підвищення продуктивності;
- зменшення витрати електроенергії;
- посилений екологічний контроль.

Нажаль, продукти MOPSSys поки що не розповсюджені на українських целюлозно-паперових підприємствах.

3.4. Огляд інформаційної системи для виробництва Skyplanner APS, Фінляндія

“Людський мозок не призначений для планування сотень або тисяч завдань вручну на фабриці. Вони краще підходять для прогулянок на природі, ніж для планування виробництва” – слоган фінської компанії Skycode Oy.

Skycode Oy, була заснована в 1997 році, спеціалізується на індивідуальному програмному забезпеченні (ПЗ) для галузі та інтеграції ERP. Це стало чудовою основою для розробки SkyPlanner APS, який розпочався у 2016 році і поширюється по всьому світу.

Завдяки штучному інтелекту (ШІ) SkyPlanner APS є найсучаснішим програмним забезпеченням для планування виробництва на ринку. Його легко налаштувати та використовувати. Skyplanner APS — це автоматизоване програмне забезпечення для планування виробництва. Вбудований штучний інтелект SkyPlanner оптимізує виробництво на заводі за лічені секунди.

Немає значення, де у світі розташована компанія клієнта, у якій галузі він працює і який розмір компанії. Міжнародна партнерська мережа Skycode Oy надає надійні послуги, адаптовані до потреб будь-якої компанії. При бажанні можна використовувати SkyPlanner рідною мовою.

Ця спеціалізована система має багато переваг:

- оптимізовані операції: ці системи централізують та інтегрують різні виробничі процеси, від закупівель до відвантаження. Цей взаємозв'язок забезпечує безперебійний потік інформації, зменшуючи ручну роботу та неефективність, підвищуючи продуктивність;
- покращене прийняття рішень: завдяки можливостям збору та аналізу даних у режимі реального часу, ERP-система управління виробництвом надає точну інформацію про рівень запасів, темпи виробництва та обсяги продажів. Це дозволяє керівництву приймати обґрунтовані та своєчасні рішення на основі поточних даних;
- скорочення витрат: Оптимізуючи управління запасами, зменшуючи затримки у виробництві та мінімізуючи відходи, цей інструмент може

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		43

призвести до значної економії коштів. Крім того, покращене прогнозування зменшує ймовірність перевиробництва або дефіциту запасів, що може призвести до значних витрат;

– покращений контроль якості: виробничі ERP-системи часто включають модулі, які контролюють якість продукції, забезпечуючи узгодженість і дотримання стандартів. Система може автоматично позначати невідповідності, забезпечуючи оперативне вирішення проблем;

– оптимізація ланцюжка поставок: Виробнича ERP-система підвищує прозорість ланцюга поставок, сприяючи кращій координації з постачальниками, відстеженню матеріалів у режимі реального часу та своєчасним поставкам. Це забезпечує безперебійний виробничий процес, скорочує час виконання замовлень і допомагає швидко адаптуватися до змін попиту або перебоїв у ланцюгу поставок.

Роботу штучного інтелекту можна відстежувати та контролювати за допомогою наочної та зручної часової шкали GANTT. З ШІ легко отримати детальну інформацію про своє виробництво і заздалегідь вирішити виробничі проблеми та вузькі місця. Графік GANTT у SkyPlanner – це як заводський центр управління, який допомагає вам завжди бути в курсі вашого виробництва (рис.3.5).

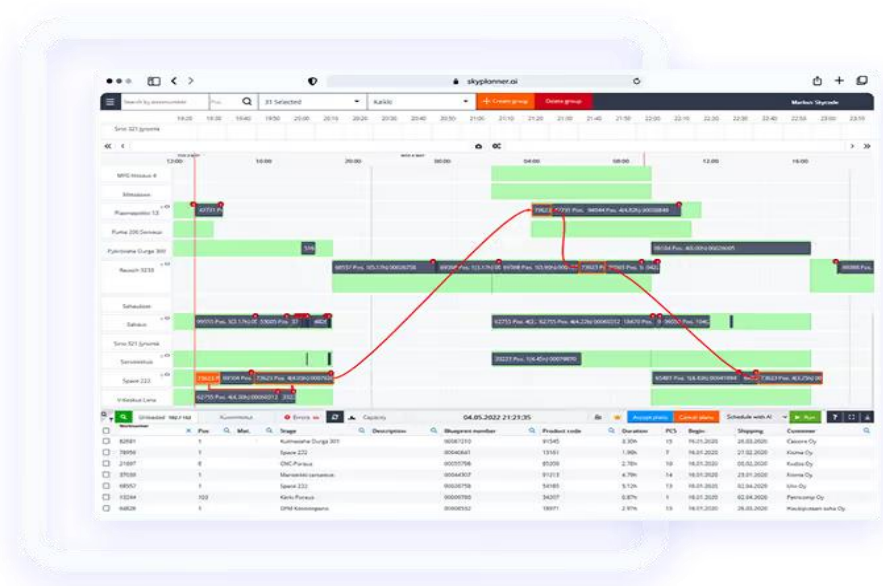


Рис.3.5. Графік GANTT у SkyPlanner

3.5. Програмне забезпечення SAP, Німеччина

Компанія SAP була створена п'ятьма колишніми співробітниками IBM під найменуванням System Analysis and Program Development у місті Вайнгайм (Німеччина). Перший офіс фірми знаходився в м. Мангаймі, яке розташоване в південно-західній частині Німеччини.

Станом на 2023 рік, штаб-квартира корпорації знаходиться у місті Вальдорфі, має регіональні відділення по всьому світу. SAP є найбільшим розробником корпоративного програмного забезпечення в Європі і четвертим за величиною розробником корпоративного програмного забезпечення у світі з 2009 року [1].

SAP Quality Management (QM) є компонентом SAP ERP, який допомагає компаніям впроваджувати та запускати процеси контролю якості. Він призначений для запобігання дефектам, забезпечення безперервного вдосконалення процесів і встановлення постійних програм контролю якості. Потенційні переваги для організації включають дотримання нормативів якості виробництва, зниження операційних витрат і підвищення рівня задоволеності споживачів [16].

SAP QM, функція SAP ECC і SAP S/4HANA, можна використовувати для впровадження системи управління якістю (QMS) для дотримання різноманітних стандартів. Одним із прикладів є ISO 9000, сімейство стандартів управління якістю, спрямованих на допомогу організаціям у покращенні якості їхніх продуктів і послуг.

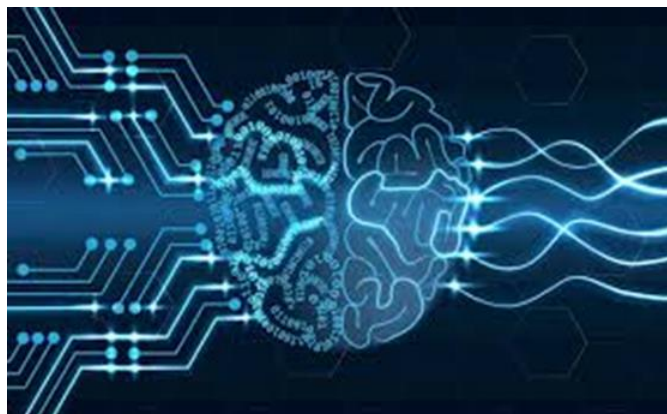


Рис.3.6. III

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		45

SAP демонструє нові додатки штучного інтелекту (рис.3.6) для бізнесу та продовжує аргументувати S/4HANA Cloud як майбутнє інновацій ERP на основі SaaS та цифрової трансформації.

SAP QM містить модулі, які допомагають компаніям покращити процеси управління якістю продукції. Основні модулі наступні (рис.3.7):

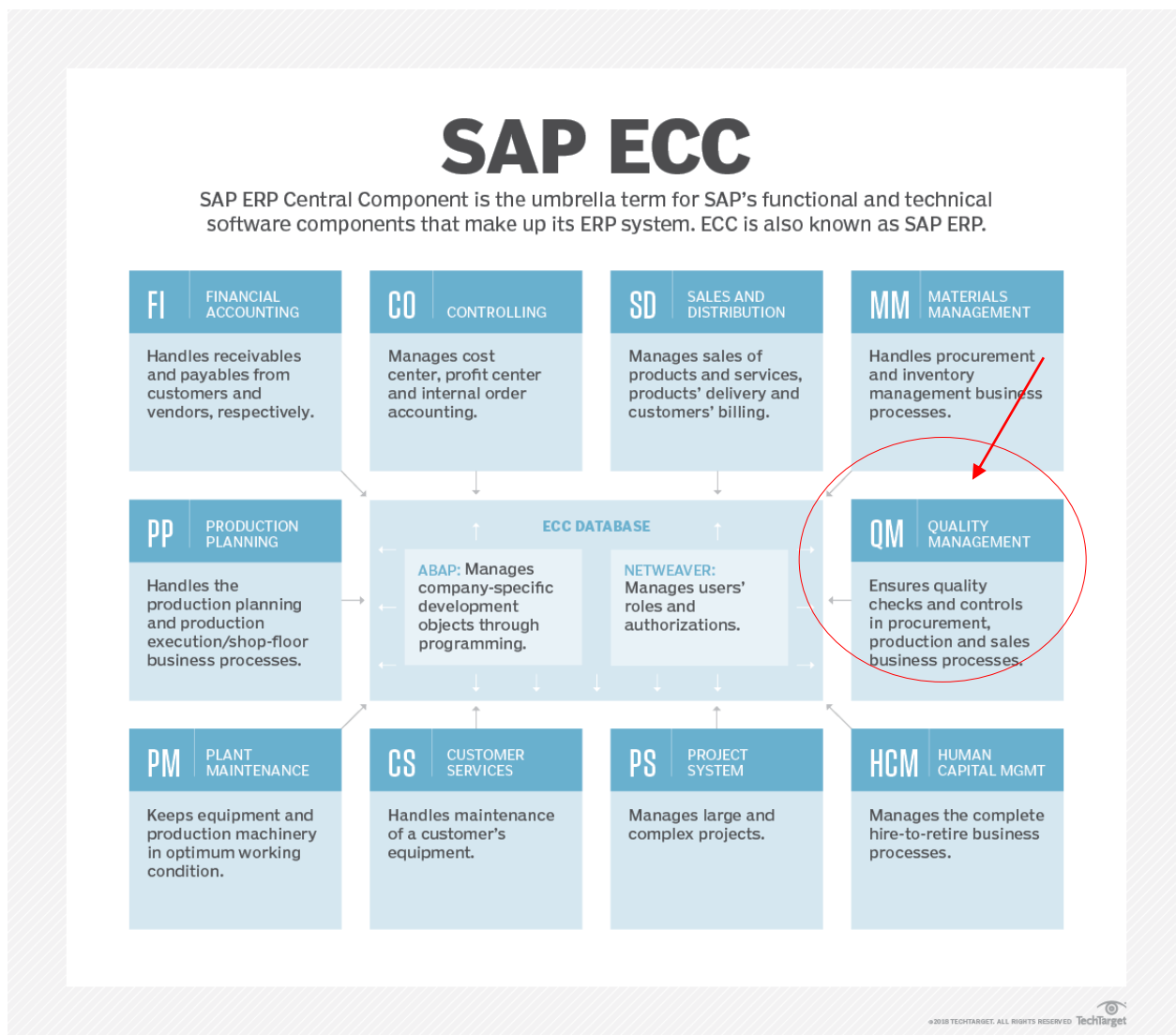


Рис.3.7. Модулі або компоненти SAP ERP, розбиті на бізнес-процеси

– основні дані (QM-PT-BD). Тут зберігаються часто використовувані дані про методи перевірки, каталоги, процедури відбору зразків, тощо. Використання основних даних як шаблону полегшує користувачам введення нових даних;

- планування інспектування (QM-PT-IP). Цей модуль надає списки завдань і специфікації матеріалів для визначення критеріїв виробництва, (що перевіряти, яке необхідне випробувальне обладнання тощо);
- планування візуального огляду (QM-PT-VP). За допомогою цього модуля користувачі можуть створювати плани перевірки з 3D-моделей, отримувати список завдань і визначати критерії перевірки, тому не потрібно отримувати дані 2D-малюнків або встановлювати додаткове програмне забезпечення для перетворення форматів файлів;
- аналіз режимів відмов та наслідків (QM-PT-FA). Модуль призначений для планування нових продуктів і процесів, він дозволяє завчасно визначати потенційні збої в продуктах і процесах і впроваджувати специфічні заходи для запобігання цим збоям;
- контроль в логістиці (QM-PT-RP) можна використовувати для інтеграції прикладного компонента QM у логістичні процеси, такі як управління матеріалами, виробництво, продажі та розподіл;
- сертифікати якості (QM-CA для автоматичного створення сертифікатів якості партій продукції);
- сповіщення про якість (QM-QN). За допомогою цього модуля підприємства можуть фіксувати проблеми, аналізувати їх, вносити виправлення та відстежувати стан подальший стан, щоб запобігти повторенню;
- витрати, пов'язані з якістю (QM-IM-IC). Тут спеціалісти з якості фіксують витрати на забезпечення якості (QA), щоб планувати та гарантувати якість продукції чи послуг.

ПрАТ “Малинська паперова фабрика-Вайдманн” використовує програмне забезпечення корпорації SAP SE для своїх процесів. Удосконалення модуля SAP QM може надати додаткові можливості в плані забезпечення якості продукції і задоволення клієнтів.

У Додатках 2-4 зображені Блок-схеми SAP QM процесів перевірки вхідних матеріалів та готової продукції, створення сертифікатів [29].

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

3.6. Аналіз використання ШІ в системах управління бізнес-процесами

З моменту зростання економічного прогресу світової економіки, кількість викликів та проблем в управлінні та менеджменті бізнесу незмінно збільшується. Ринковий тип економіки, характерний для більшості країн, спонукає підприємства до використання штучного інтелекту і стає важливою складовою розвитку.

В останні десятиліття ШІ набув значного розповсюдження у різних сферах людської діяльності. Його потужність і можливості привернули увагу дослідників та практиків, що дозволяє провести аналіз його використання в системах управління бізнес-процесами.

Проаналізувати роль штучного інтелекту в управлінні бізнес-процесами та виявити переваги, які він може надати. Розглянути приклади успішного впровадження штучного інтелекту в сфері управління бізнес-процесами.

ШІ здатен аналізувати великі обсяги даних, виявляти складні залежності, робити прогнози та приймати рішення на основі об'єктивних алгоритмів. Однією з переваг використання ШІ є автоматизація рутинних та повторюваних завдань управління бізнес-процесами. Це дозволяє вивільнити людські ресурси від монотонної роботи та спрямувати їх на вирішення складних завдань, які вимагають творчого мислення та стратегічного підходу.

Розглядаючи природу розвитку та вдосконалення технологій штучного інтелекту, можна констатувати, що обсяг інвестицій з приватного сектору збільшується з кожним роком, за виключенням 2022 року. Якщо брати до уваги світові події 2022 року, як війна на території України і рецесивні тенденції на фоні підвищеної інфляції у країнах ЄС та змінної політичної ситуації, можна зробити висновок, що ШІ є одним з найбільш перспективних напрямків розвитку та інвестування, відповідно ШІ є одним з центральних нововведень до управління бізнес-процесами [17].

Штучний інтелект має переваги при використанні в системах управління підприємством. Він може автоматично виконувати завдання з обробки даних,

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

моніторингу процесів, прогнозування попиту, оптимізації та успішного використання для автоматичного контролю якості продукції. Ця система може розпізнавати дефекти продукції і відхилення технологічного процесу від заданих параметрів з високою точністю та швидкістю, що дозволяє знизити кількість браку та вплинути на якість продукції.

Крім того, використання програм з застосуванням штучного інтелекту знижує витрати, покращує якість прийняття рішень та сприяє інноваційному розвитку. ШІ є потужним інструментом для досягнення успіху в управлінні бізнес-процесами, враховуючи його можливості та обмеження.

На рис.3.8. представлений ріст обсягів приватних інвестицій у технології ШІ в 2013-2022 роках (Джерело: фінансовий статистичний сайт)

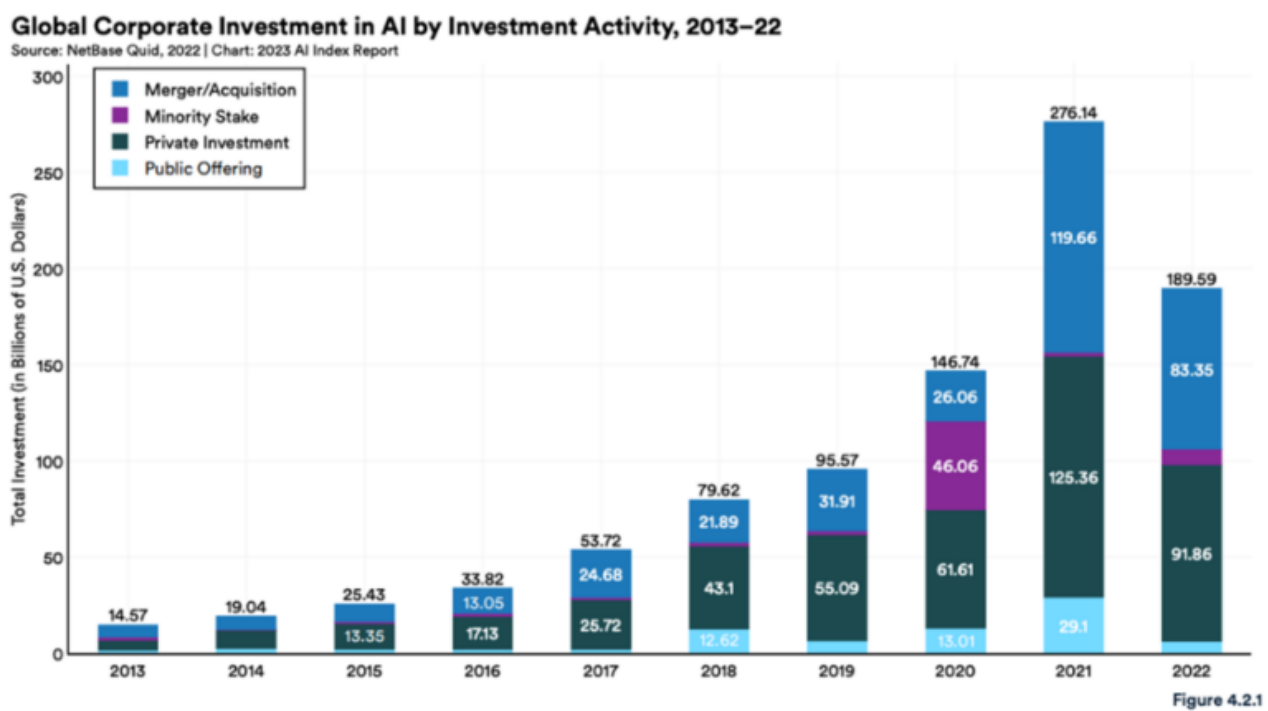


Рис 3.8. Обсяг приватних інвестицій у технології ШІ

Попри численні переваги, використання ШІ в системах управління бізнес-процесами супроводжується й певними недоліками та обмеженнями.

Для ефективного функціонування систем ШІ необхідна наявність великого обсягу якісних та репрезентативних даних. Брак або недостатня якість введених даних може призвести до недостовірних результатів та, як наслідок,

неправильних рішень. Якщо існує проблема інтеграції ІІІ з діючими на підприємстві системами управління, то у такому випадку потрібні значні затрати на заміну або модернізацію існуючої системи.

Проте, використання ІІІ в системах управління бізнес-процесами може призвести до зростання продуктивності завдяки автоматизації рутинних задач та швидкому аналізу великих обсягів даних.

Автоматизація бізнес-процесів та оптимізація ресурсного планування дозволяють зменшити витрати на робочу силу, скоротити час виконання завдань та знизити ймовірність помилок. ІІІ сприяє підвищенню якості прийняття рішень в управлінні бізнес-процесами, аналізувати багатofакторні дані та враховувати складні залежності, що дозволяє зробити об'єктивні та оптимальні рішення.

Отже, ІІІ має великий потенціал для використання в системах управління бізнес-процесами – забезпечує автоматизацію, підвищує ефективність, знижує витрати та покращує якість рішень. Однак, необхідно враховувати недоліки та обмеження, пов'язані з наявністю якісних даних та інтеграцією систем. Використання ІІІ вимагає обережного планування та аналізу, але може стати сильним інструментом для досягнення успіху в управлінні бізнес-процесами.

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

4. ФОРМУВАННЯ СЕРТИФІКАТУ ЯКОСТІ В SAP QM

Якість партії продукції підтверджується сертифікатом якості або іншим документом про відповідність. Сертифікат включає в себе текст, нормативні значення та фактичні значення показників, отримані в результаті перевірки. Крім того, сертифікат вміщує посилання на стандарти, за якими проводились вимірювання. Додатково можуть зазначатися мінімальні і максимальні значення показників в партії продукції, середньоквадратичне відхилення показників і дисперсію по виборці.

Автоматичне формування сертифікатів можливе у тому випадку, якщо під час виробництва кожний вимірювальний показник був віднесений до номеру рулону. В єдиній інформаційній системі підприємства це не проблема. Як тільки на виробництві фіксують новий номер рулону, лабораторія бачить його в системі.

Крім того, щоб побачити найменування стандарту, за яким проводилось вимірювання, потрібно внести ці дані в інформаційну систему перед початком виробництва. Для цього створюються Технічні карти (ТК) продукту.

Показники якості перевіряються з частотою, зазначеною у ТР. Мінливі показники контролюються для кожного рулону, або навіть декілька разів в процесі виготовлення рулону (наприклад, кожні 2 години). Стабільні показники можуть перевірятися рідше, наприклад, один раз на добу. В будь якому випадку, для партії паперу, яка відвантажується замовнику потрібен повний набір вимірянних значень показників із специфікації продукту. Якщо параметр не вимірювався, то він не відобразиться у сертифікаті.

У разі подальшого розрізання рулону на аркуші або рулони меншого формату і діаметру, кожна операція з рулоном відображається в інформаційній системі, і простежується зв'язок між готовою продукцією і номером початкового рулону.

Якщо перед пакуванням продукції був проведений повторний контроль (вихідний, приймальний, інспекційний), в інформаційну систему вносяться

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

додаткові значення перевірки. Значення перевірки перед пакуванням є основними для формування сертифікату. Якщо для рулону продукції відсутні дані вихідного контролю, використовуються дані поточних перевірок під час виготовлення паперу.

Таким чином, для формування сертифікату готової продукції береться для розрахунку максимальна кількість значень, але не більше одного значення з кожного рулону. У таблиці 4.1 продемонстрований принцип вибору даних для сертифікату якості готової продукції на прикладі одного з показників паперу офісного, описаного у розділі 2.

Таблиця 4.1 Вибір значень для формування сертифікату якості

Найменування показника	Одиниця виміру	Норма		Результати			№ рулону
		min	max	для рулону	приймальний контроль	в сертифікат	
Формат аркуша, довжина	мм	269,0	271,0	269,5		269,5	1
				269,0		269,0	2
				270,0		270,0	3
				269,0	269,2	269,2	4
				271,1		271,1	5
				270,0		270,0	6
				269,5		269,5	7
					269,5	269,5	8
				269,8		269,8	9
				270,1		270,1	10
				269,0		269,0	11
				269,3	269,1	269,1	12
				270,1		270,1	13
				270,7		270,7	14
				270,0		270,0	15
					271,0	271,0	16
				269,9		269,9	17
				269,6		269,6	18
				270,3		270,3	19
				270,2		270,2	20

Формат і зміст сертифіката якості плануються в шаблоні сертифіката на основі форми, затвердженої підприємством, з врахуванням вимог клієнтів.

SAP дозволяє вільно визначати формат і зберігати його як шаблон звіту. Додатково замовник може вимагати внесення в сертифікат, наприклад, мінімального та максимального значення по кожному показнику, стандартного відхилення, дисперсії тощо.

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		52

Стандартне відхилення (англ. standard deviation) або середнє квадратичне відхилення – у теорії ймовірностей і статистиці один із найпоширеніших показників розсіювання (розкиду) значень випадкової величини відносно її математичного сподівання, тобто центру розподілу. Має ту ж розмірність, що і випадкова величина. У літературі для позначення стандартного відхилення використовується літера грецької абетки сигма σ [1].

Стандартне відхилення можна виразити формулою

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i^N (X_i - \bar{X})^2}{N}} \quad (4.1)$$

де X_i – значення вибірки,

$\bar{X}$ – середнє по виборці,

N – кількість вимірювань,

Це звучить як корінь із суми квадратів різниць між елементами вибірки та середнім, поділеної на кількість елементів у вибірці. При розрахунку σ порівнюється кожна точка даних із середнім значенням усіх точок даних, а стандартне відхилення описує, чи точки даних знаходяться близько один від одного, чи вони розкидані. У сукупності, особливо разом із діапазоном, ці статистичні дані дають нам хорошу картину вибірки.

Низьке або мале стандартне відхилення вказує на те, що дані щільно згруповані навколо середнього значення, а високе або велике стандартне відхилення вказує на те, що дані більш розкидані.

На рис.4.1 зображена крива нормального розподілу (дзвіноподібна крива), де кожна вертикальна смуга має ширину, що дорівнює 1 стандартному відхиленню.

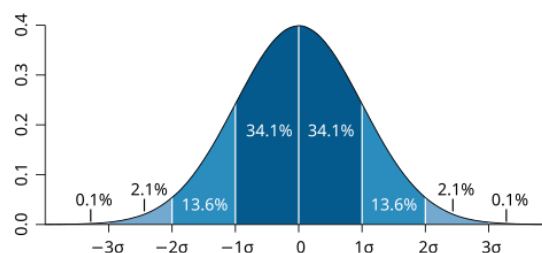


Рис.4.1. Крива нормального розподілу

В сертифікат якості із SAP підтягуються дані про назву продукту, замовника, відповідального виконавця та інша корисна інформація. В підсумку Сертифікат якості може виглядати так, як показано на рис.4.2. Для його автоматичного заповнення використовуються дані Специфікації паперу (табл.2.1) і фактичні значення вимірювань (Дотаток 1).

ПАПЕРОВА ФАБРИКА (назва підприємства) СЕРТИФІКАТ ЯКОСТІ ПАПІР ОФІСНИЙ ДСТУ EN 12281:2008, Специфікація замовника Дата виробництва: 14.12.2024 Номер партії: 20241214								
№	Найменування показника	Один. виміру	Норма		Фактичне значення			STD
			min	max	середнє	min	max	
1	Склад по волокну: деревинна целюлоза	%	100	100	100	100	100	0,000
2	Формат аркуша, довжина	мм	269,0	271,0	269,9	269,0	271,1	0,606
3	Формат аркуша, ширина	мм	209,0	211,0	210,1	209,2	210,8	0,444
4	Маса паперу площею 1 м ²	г	67,0	73,0	70,2	67,6	72,6	1,210
5	Розривна довжина в середньому за двома напрямками, не менше	м	3000		4280	3900	4600	209,259
6	Білість, не менше	%	80,0		81,6	80,8	82,5	0,563
7	Стійкість до вищипування (по Денісону), з обох сторін не вищипується номером	од. Ден.	16		18	16	18	0,733
8	Поверхнева вбирність води під час однобічного змочування паперу (Кобб ₆₀), в середньому з двох сторін	г/м ²	20	40	28	19	43	6,352
9	Гладкість (за Бекком), середня з двох сторін	с	30	80	45	32	63	9,190
10	Зольність	%	6,0	10,0	8	6	9	0,802
11	Вологість	%	5,0	7,0	6	5,3	6,8	0,403
12	Засміченість,число смітинок у перерахунку на 1 м2, площею більше 1,0 мм ²	шт.	0	0	0	0	1	0,224
13	Засміченість,число смітинок у перерахунку на 1 м2, площею менше 1,0 йбільше 0,5 мм ²	шт.	0	20	7	2	12	3,242
Начальник ВТК підпис								

Рис. 4.2. приклад Сертифікату якості офісного паперу

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ			Адк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дат				54

5. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ

5.1. Концепція варіацій процесу

Два об'єкти / продукти не є схожими ідеально за своєю природою. Різниця між ними пов'язана з варіаціями, присутніми в процесі. Щоб зрозуміти процес і покращити його, потрібно визначити наявні в процесі зміни, і для цього потрібні методи статистичного контролю процесу (SPC, Statistical Process Control).

Варіації процесу бувають двох видів:

а) Варіація загальної причини

У будь-якому виробничому процесі, незалежно від того, наскільки добре він спроектований або підтримується, певна кількість притаманних / природних / випадкових варіацій завжди буде існувати. Ця варіація зумовлена багатьма дрібними, звичайними неминучими причинами. Тому варіація називається варіацією загальної причини. Загальною причиною процесу є передбачуваний і стабільний результат. Експерти з процесу та керівництво можуть мінімізувати цей тип варіацій.

Приклади: незначна різниця в якості сировини, параметрах процесу, умовах навколишнього середовища, діях оператора, невеликі помилки вимірювань та перевірки тощо.

б) Варіація з особливої причини

Систематична варіація може час від часу, несподівано з'явитися на виході процесу, і цей тип варіації через причину, яка відрізняється від природної причини, називається особливою причиною або зміною причини, що призначається. Такий процес непередбачуваний і нестабільний. Цей тип варіації можуть усунути експерти на виробництві.

Приклади: великі коливання якості сировини, відмінності між партіями матеріалів, нестабільні налаштування, великі відмінності між використовуваними обладнанням та методиками, навички та досвід оператора, періодичні великі коливання значень параметрів процесу, знос інструменту,

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Адк.
						55
Зм.	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дат		

псування хімікатів у партії, великі похибки вимірювання внаслідок використання неточних інструментів і калібрів, великі коливання умов навколишнього середовища (температура, вологість, пил тощо).

Процес, вільний від особливої причини, містить лише загальну причину, є стабільним процесом. Стабільний процес має постійну схему, повторення, а якість майбутнього продукту передбачувана.

Що таке стабільність? Це послідовність. Чому стабільність? Тому, що процес передбачуваний. Як оцінити стабільність? Використовувати статистичні методи контролю.

Статистичні методи є засобами для перевірки стабільності процесу. Зібрані дані вимірювань можуть перевірятися за допомогою наступних статистичних інструментів:

контрольна карта (діаграма) Шухарта – інструмент для відстеження ходу протікання процесу;

діаграма розкиду – інструмент для визначення виду і тісноти зв'язку між парами відповідних змінних;

контрольний листок – інструмент, необхідний для отримання і упорядкування даних для спрощення подальшого застосування зібраної інформації;

діаграма Парето – це інструмент, що допомагає об'єктивно виявити і представити основні фактори, що впливають на проблему, яка досліджується, і перерозподілити зусилля для її ефективного вирішення;

гістограма – інструмент, за допомогою якого можна візуально оцінити розподіл статистичних даних, згрупованих за певною частотою їх попадання в заданий інтервал;

Діаграма Ісікави – інструмент, який допомагає виявити найбільш значимі фактори (причини), що відображаються на кінцевому результаті;

метод стратифікації – інструмент, за допомогою якого можна розділити дані на підгрупи за певною ознакою.

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Сім доволі простих методів контролю якості є достатніми і необхідними статистичними методами, застосування яких зможе допомогти вирішити 95% всіх проблем, виникаючих на виробництві.

Розглянемо можливість застосування зазначених методів на прикладах використання даних комп'ютеризованої інформаційної системи паперового виробництва.

5.2. Контрольні карти (діаграми) Шухарта

Традиційний підхід до виробництва раніше полягав у тому, щоб в процесі виготовлення і контролю якості продукту відсіяти елементи, що не відповідають специфікаціям. Це стратегія виявлення часто є марнотратною та неекономічною, оскільки передбачає перевірку після події, коли дефектний продукт вже виготовлений. Набагато ефективніше запровадити стратегію запобігання для уникнення утворення відходів. Це може бути зроблено шляхом збору інформації про процес та його аналізу, щоб можна було вчасно вплинути на сам процес.

У 1924 році Доктор Уолтер Шухарт розробив метод контрольної карти для контролю якості під час виробництва. Теорія контрольних діаграм визнає два види мінливості.

Перший вид – випадкова мінливість (природна / неконтрольована варіація), що виникає через випадкові / загальні причини, різноманітні і нелегко ідентифіковані. Випадкові причини постійно присутні, але кожна з них становить дуже невеликий компонент загальної мінливості. Тим не менш, сума їх піддається вимірюванню. Вважають, що це притаманно процесу.

Усунення або виправлення загальних причин при виділенні певних ресурсів може принципово змінити процес і систему.

Другий вид мінливості являє собою реальні зміни в процесі. Таку зміну можна віднести до деяких ідентифікованих причин, які невластиві процесу і які можуть, принаймні теоретично, бути усунені. Ці причини називаються

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Адк.
						57
Зм.	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дат		

невипадковою мінливістю (особлива / неприродна / систематична / контрольована варіація). Вони можуть бути обумовлені неоднорідністю сировини, пошкодженням інструментом, кваліфікацією виконавця, порушенням процедури, неправильною роботою обладнання або зміною середовища та пори року.

Вважають, що процес знаходиться «під контролем», якщо мінливість процесу виникає лише внаслідок випадкових (звичайних) причин. Як тільки рівень варіації процесу внаслідок випадкових причин визначено, будь-яке подальше відхилення слід розпізнати та усунути.

Статистичним інструментом, який використовується, є діаграма, яка є методом візуалізації та порівняння інформації на основі послідовності спостережень, що представляють поточний стан процесу порівняно з обмеженнями, встановленими після розгляду внутрішньої мінливості процесу. Такий метод спочатку допомагає оцінити, чи знаходиться процес в стані статистичного контролю («під контролем»). Якщо так, то проводиться подальше спостереження. Якщо ні – необхідний негайний пошук причин і вплив на ситуацію.

Контрольні діаграми Шухарта настільки важливі і розповсюджені серед методів статистичного контролю виробничого процесу, що вони описані міжнародним стандартом ISO 7870-2:2023(E) Control charts – Part 2: Shewhart control charts [23].

На контрольній діаграмі Шухарта у кожній підгрупі (приблизно через однаковий проміжок часу) проти номера підгрупи позначене вимірне значення. Графік складається з центральної лінії ЦЛ, яка зазвичай є середнім значенням статистичного показника, або може базуватися на минулому досвіді, коли процес знаходиться в стані статистичного контролю. Він також може базуватися на цільових значеннях продукту чи послуги. Контрольна діаграма має дві статистично визначені граничні лінії по обидва боки від центральної лінії, які називаються верхньою контрольною межею ВКМ і нижньою контрольною межею НКМ (рис. 5.1).

					<i>ММІВТ 420.002.002- ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						<i>58</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докum.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

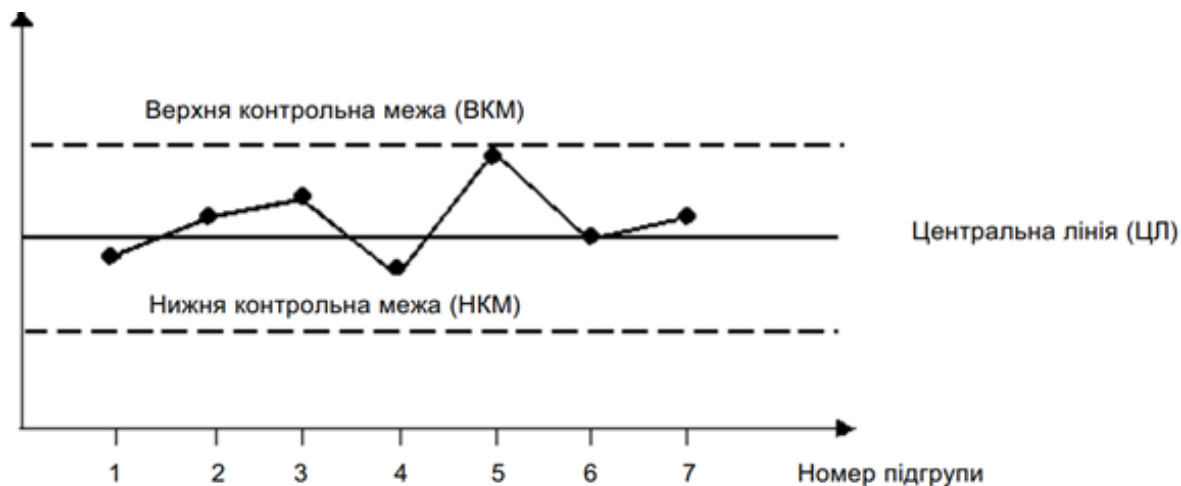


Рис.5.1. Вид контрольної карти

Верхня та нижня контрольні межі на контрольній діаграмі зазвичай розміщуються на відстані 3σ від центральної лінії. Розміщення обмежень надто близько до центральної лінії призведе до багатьох пошуків неіснуючих проблем, а розміщення обмежень занадто далеко збільшить ризик невиявлення проблем, коли вони існують. Межа 3σ показує, що приблизно 99,73 % значень статистики потрапить у межі визначеного “коридору”.

Розглянемо на рис.5.2 побудову контрольної діаграми на прикладі показника вологості паперу із отриманих фактичних даних.

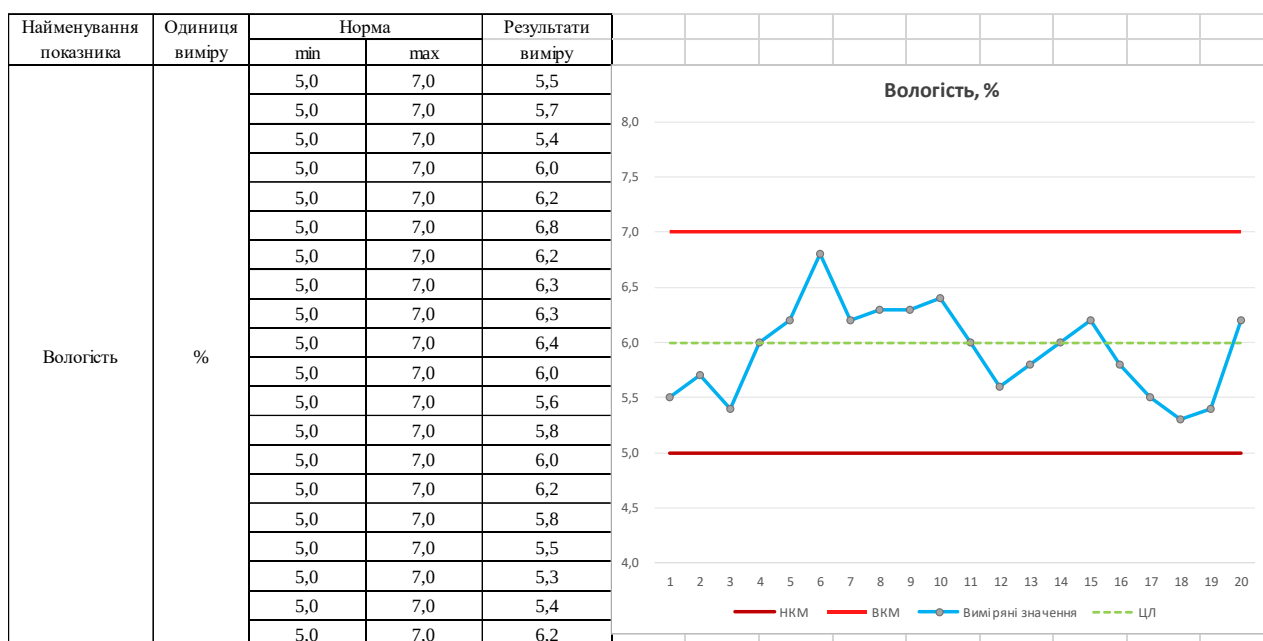


Рис.5.2. Контрольна карта вологості паперу

Дана карта показує, що всі виміряні значення знаходяться у межах випадкової мінливості, тенденція наближення до критичних значень не спостерігається.

Контрольні карти Шухарта бувають двох типів:

для кількісних даних, а саме

а) середніх арифметичних значень $\bar{X}$ і розмахів R , або стандартних відхилень s ;

б) індивідуальних значень X і ковзних діапазонів R ;

в) медіан Me і розмахів R ;

та альтернативних даних, а саме

а) p -діаграма частки невідповідних елементів (дефектної продукції), коли розмір вибірки непостійний;

б) діаграма np для кількості невідповідних елементів (дефектної продукції), коли розмір вибірки постійний.

Для кожної контрольної карти зустрічаються дві ситуації: коли стандартне значення (відповідно до конкретних вимог) задано або не задано. Слідуючи порядку, описаному в ISO 7870-2:2023(E), можна підібрати оптимальні види контрольних карт для різних виробничих ситуацій.

Мета карт – виявити, чи є відхилення значень досліджуваної характеристики лише випадковими.

Призначення системи керування процесом полягає в отриманні статистичного сигналу про наявність невикладкових (особливих) причин варіацій. Систематичне усунення особливих причин надмірної мінливості приводить процес в стан статистичної керованості. Якщо процес знаходиться в такому стані, якість продукту можна передбачувати, і процес придатний для задоволення вимог, встановлених в нормативних документах.

Але така стабільність існує не завжди. Під час виробництва паперу може бути присутня велика кількість невикладкових впливів, зазначених вище.

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дат		

У цьому випадку приходить на допомогу сучасна QCS, яка при наближенні до критичних значень починає діяти спільно із виконавчими механізмами, як це описано в розділі 1.3.

Контрольна карта, яка відображається на екрані монітора оператора, використовується для забезпечення безперервного запису характеристик якості в процесі виробництва (приклади представлені на рис.5.3-5.4), і може бути доступна для перегляду не тільки на робочому місці оператора, а в будь-якій зоні доступу інформації з QCS.



Рис 5.3. Контроль і регулювання параметрів на ПРМ (CD та MD профіль)

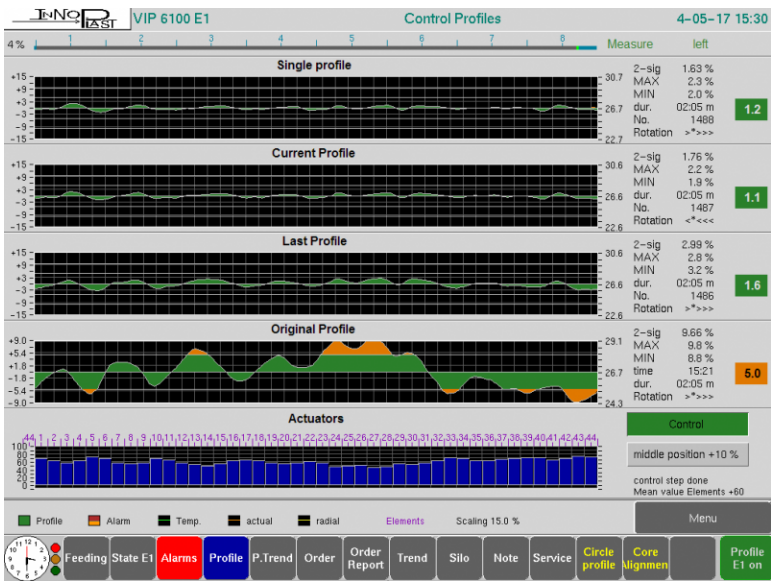


Рис 5.4. Профіль товщини – вимірювання та контроль

Як керівництво до дій за допомогою статистичного контролю та поліпшення процесу виробництва можна використати процедуру, схематично представлену на рис.5.5 [23].

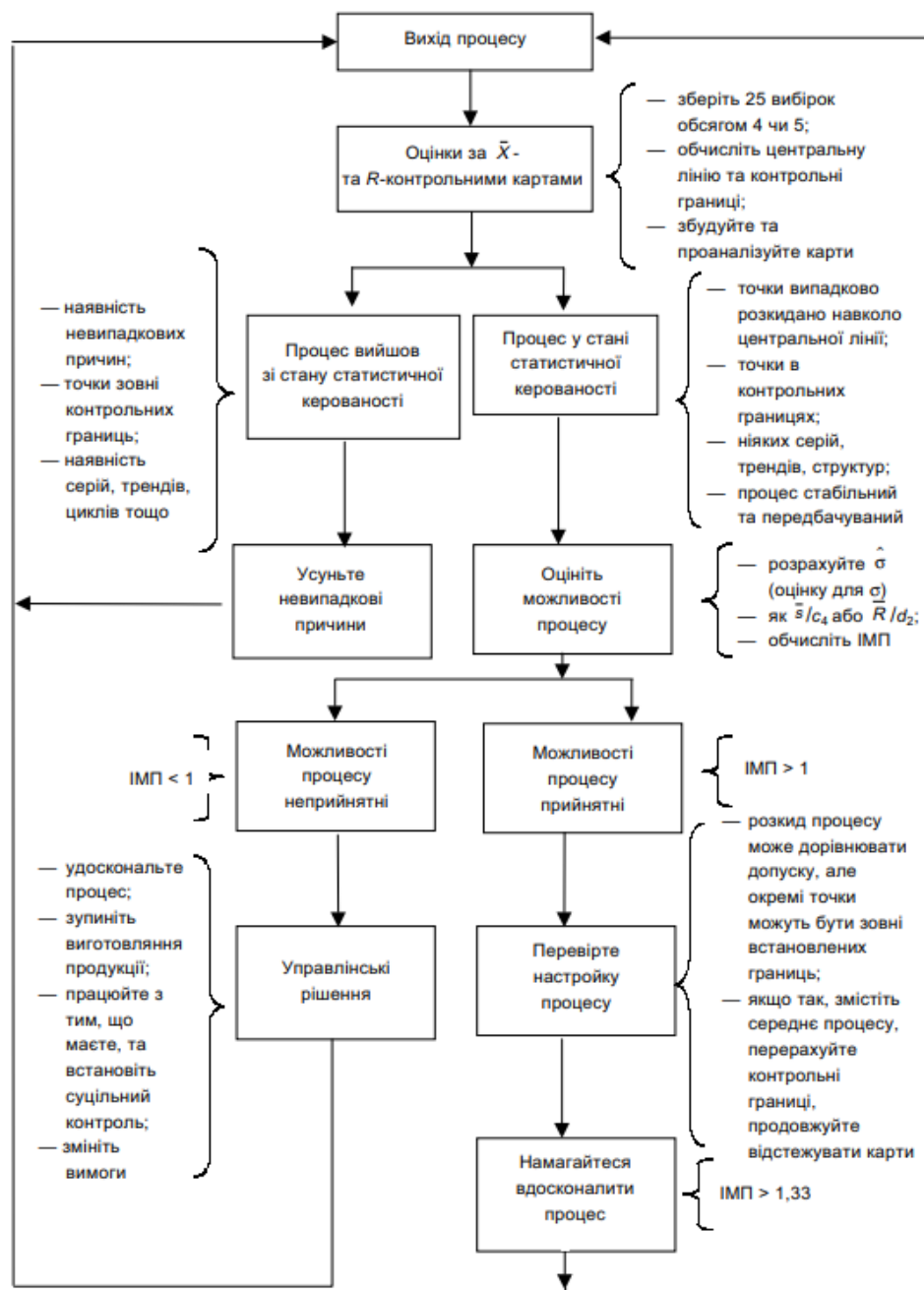


Рис. 5.5 Стратегія удосконалення процесу

Існує кілька інших типів статистичних методів, які можна використовувати в різних ситуаціях. Далі Коротко представлено деякі додаткові матеріали, які узгоджуються з підходом Шухарта, такі як використання попереджувальних меж, аналіз тенденцій і можливостей процесу.

5.3. Діаграма розсіювання (розкиду)

Лінійні графіки забезпечують відмінний спосіб відображення даних. Точкові графіки схожі на лінійні в тому, що вони починаються з нанесення кількісних точок даних. Різниця полягає в тому, що в точковому виконанні окремі значення не з'єднуються між собою безпосередньо, але формують певну тенденцію. Цю тенденцію можна побачити безпосередньо через розподіл точок або з додаванням лінії регресії.

Точкові діаграми можна використовувати для аналізу двох змінних, щоб визначити, чи існує якась форма зв'язку між ними. Якщо зв'язок виявлений, то виникає ймовірність того, що однією змінною можна керувати шляхом зміни іншої. Сила діаграми розсіювання полягає в простоті, однак важливо, щоб усі інші потенційні змінні в рамках процесу були зрозумілі, контрольовані та відстежені, щоб гарантувати, що результати, отримані в результаті будь-яких експериментів або інтерпретації діаграми, не будуть скомпрометовані.

Точкові діаграми також відомі як діаграми розсіювання (розкиду), або діаграми XY [25].

Оскільки точки являють собою реальні дані, зібрані в лабораторних або виробничих умовах, а не теоретично розраховані значення, то вони будуть відображати всі відхилення, властиві такому процесу збору. Регресійна лінія може бути використана для статистичного опису тенденції точок в графіку розсіювання, щоб допомогти зв'язати дані назад до теоретичного ідеалу. Ця лінія регресії виражає математичний зв'язок між незалежною і залежною змінною. Залежно від використовуваного програмного забезпечення для створення лінії регресії, можна отримати константу, яка має вигляд прямої або кривої лінії. Тобто, в якійсь мірі можна сказати, що ця лінія дійсно описує тенденцію в даних.

Розглянемо на рис.5.6 побудову діаграми розсіювання на прикладі показника зольності паперу. Простежимо залежність між показниками:

- дозування наповнювача в басейн паперової маси – зольність;
- ступінь помолу маси – зольність.

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

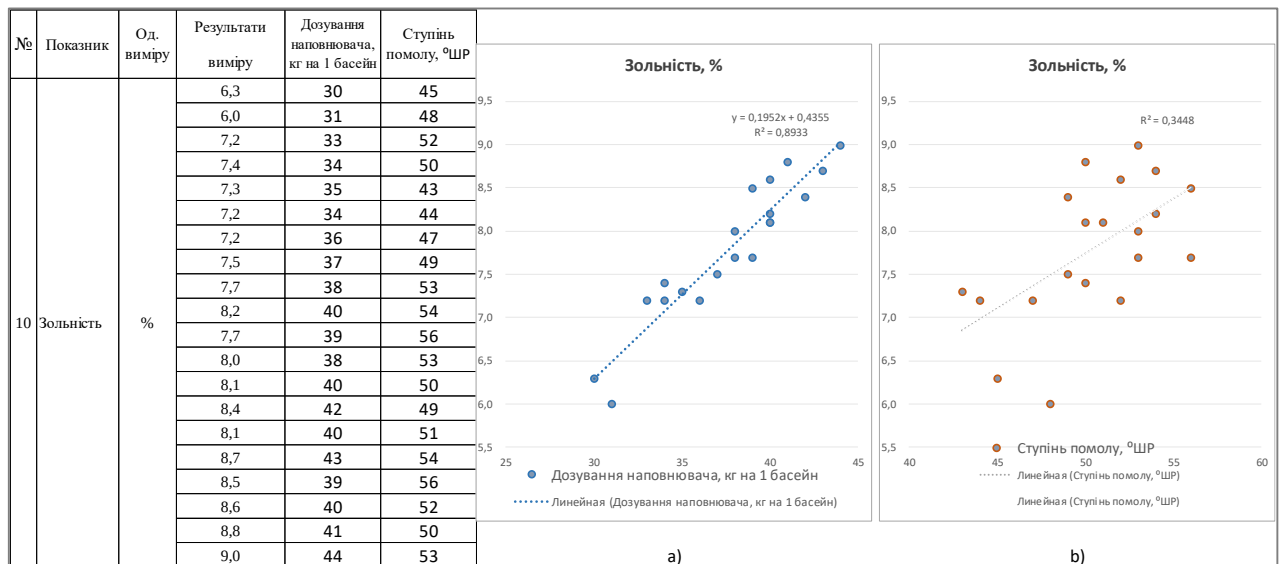


Рис.5.6. Діаграма розсіювання: а) дозування наповнювача – зольність;
б) ступінь помолу маси – зольність

На графіках осі у – виміряні значення зольності паперу, по осі х – відповідні значення інших технологічних параметрів, вплив яких на зольність визначається в даному аналізі.

Розташування точок на рис 5.6. а) чітко відображає залежність показника зольності паперу від дозування наповнювача. Лінійна залежність описується графіком функції, розрахованим Excel:

$$y = 0,1952x + 0,4355 \quad (5.1)$$

За отриманими даними можна розрахувати дозування наповнювача задля досягнення бажаного значення зольності паперу.

Розташування точок на рис 5.6. б) свідчить про те, що ступінь помолу паперової маси у виміряному діапазоні практично не має впливу на показник зольності.

Таким чином, діаграма розсіювання є інструментом, який дозволяє визначити вид і тісноту зв'язку між двома параметрами, виявлення причинно-наслідкового зв'язку показників якості і факторів, які на неї впливають.

В процесі побудови графіку можливі різноманітні варіанти скупчення точок, які характеризують пряму або зворотну кореляційну залежність, відсутність кореляційного зв'язку або криволінійну кореляцію. В кожному конкретному випадку така залежність описується певним видом рівняння.

Кількісна оцінка тісноти зв'язку визначається через розрахунок коефіцієнту кореляції. Якщо $r = 0$, то зв'язок відсутній; якщо r наближається до 1, то зв'язок є прямим; якщо ж r наближається до -1, то зв'язок є зворотним. При умові наявності зв'язку, відхилення по одному з параметрів можливо усунути, впливаючи на інший.

У виробництві паперу існує велика кількість зав'язків, що можуть поєднувати показники якості між собою, з параметрами роботи обладнання, обсягами виробництва, факторами зовнішнього середовища тощо. Моніторинг зав'язків можна здійснювати вручну, за допомогою автономних програм або автоматичних систем контролю якості, під'єднаних до загальної інформаційної системи підприємства. Перевага і перспектива, безумовно, за останніми.

5.4. Контрольний лист

Контрольний лист – це форма для збору даних та автоматичного їх упорядкування з метою полегшення подальшого використання зібраної інформації.

Контрольний листок представляє собою паперовий бланк, на якому заздалегідь надруковані назви та діапазони контрольованих показників для запису даних вимірювань та впорядкування їх для подальшого використання. Він використовується для отримання відповіді на запитання «Як часто зустрічаються події, що вивчаються?».

Застосовуються такі види контрольних листків:

- для реєстрації вимірюваного параметра в процесі виробництва;
- для реєстрації видів невідповідностей;
- для оцінки відтворюваності технологічного процесу.

Передбачаються наступні етапи виконання збору даних із використанням контрольних листків:

- формулювання питань щодо конкретних вимог якості;
- вибір методів аналізу даних та підтвердження їх ефективності;

					<i>ММІВТ 420.002.002- ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						65
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докum.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

- позначення точок збору даних;
- призначення відповідального за збір даних;
- розробка форми бланків для збирання даних (контрольних листків).

Форма контрольного листка розробляється відповідно до конкретної ситуації. У будь-якому випадку в ньому зазначаються:

- об'єкт вивчення (наприклад, найменування продукції, параметр процесу чи обладнання);
- таблиця реєстрації даних про контрольований параметр;
- місце контролю (цех, дільниця);
- посаду та прізвище працівника, який реєструє дані;
- дата та час збирання даних.

У реєстраційній формі у відповідній графі проставляються точки, рисочки, хрестики або інші умовні знаки, що відповідають кількості подій, що спостерігаються.

Приклад заповнення контрольної карти в табл.5.1.

Табл.5.1. Сводна таблиця результатів збору інформації

Найменування відхилень середніх значень, зафіксованих при поточному контролі	ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	НД	Загальна кількість	
								разів	%
Формат	### ///	###	### //	### /	///	###	### /	41	35%
Маса паперу площею 1 м2	///	///	//	///	/	//	///	18	15%
Розривна довжина, не менше								0	0%
Білість	/		/			//		4	3%
Стойкість до вищипування (по Денісону)								0	0%
Поверхнева вбирність води під час однобічного змочування	###	///	///	///	//	///	/	22	19%
Гладкість (за Бекком)	/	///	//	/	///	/	///	14	12%
Зольність	/				/			2	2%
Вологість	/	/	/	//	/	/	/	8	7%
Засміченість	/							1	1%
Інші дефекти	//	/	//		/		/	7	6%
ВСЬОГО, разів	23	17	19	15	13	15	15	117	100%
ВСЬОГО, %	20%	15%	16%	13%	11%	13%	13%	100%	

За допомогою контрольного листа можна аналізувати несправності в роботі обладнання або дефекти продукції – будь-які відхилення, що виникають під час виробництва. Так, в приведеному прикладі з 117 виявлених дефектів 35% припадає на відхилення від специфікації формату аркушів, 19% – на невідповідність поверхневої вбирності води під час однобічного змочування паперу (Кобб 60), 15% – на відхилення маси паперу площею 1м² тощо.

Виробництво, оснащене автоматичними системами контролю, здатне звести до мінімуму кількість дефектів продукції, і насправді приведений приклад фактично є перебільшенням в плані виявлених дефектів, але він наочно показує одну з форм обробки даних.

У сучасних умовах, коли для контролю та (або) управління виробничими процесами використовуються комп'ютери, контрольні листки переважно заповнюються безпосередньо в пам'яті комп'ютера, відмовившись від паперових бланків.

Заповнення контрольних листків є допоміжним методом для використання інших методів. Контрольні листки як правило не застосовуються, якщо на підприємстві перевірка проводиться після кожної зробленої операції у вигляді малої вибірки. Контролер ВТК, який перевіряє показники відповідно до специфікації, на основі вибірки робить наступні висновки: якщо хоча б один показник в рулоні паперу не відповідає вимогам специфікації, рулон відправляється на повторну перевірку на зменшених виборках, і при підтверженні відхилення – у відходи.

Переваги методу контрольного листа:

- простота заповнення;
- наочність;
- простота застосування.

Недоліки методу контрольного листа:

- недостатня універсальність, велика різноманітність їх форм та розмірів.

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

5.5. Діаграма Парето

Діаграма Парето - це графічний інструмент для ранжирування причин, від найбільш значущих до найменш значущих. Він заснований на принципі Парето, названому на честь економіста 19-го століття Вільфредо Парето, і припускає, що більшість дефектів залежать від відносно небагатьох причин – 80% наслідків походять від 20% можливих причин. Цей принцип також відомий як правило 80/20, або принцип розрідженості факторів.

Діаграми Парето служать виробникам для точного визначення найпоширеніших причин дефектів продукції або факторів, які найбільше впливають на виробничі проблеми. Компанії можуть багато чого досягти, звернувшись до того, що лише кілька причин можуть призвести до майже всіх проблем.

Коли використовувати діаграму Парето:

- під час аналізу даних про частоту проблем або причин у процесі;
- коли проблем або причин багато і потрібно зосередитися на найбільш суттєвих;
- аналізуючи широкі причини, дивлячись на їхні конкретні компоненти;
- під час спілкування з іншими щодо ваших даних.

Компоненти діаграми Парето

Діаграма Парето складається з шести окремих елементів, які разом створюють детальну таблицю даних, допомагаючи менеджерам визначити основні фактори, що впливають на результат або проблему:

Вісь X на діаграмі Парето відображає різні категорії досліджуваних факторів. Це можуть бути будь-які аспекти, пов'язані з проблемою, як то типи дефектів продукту, збоїв в роботі обладнання, причини скарг клієнтів або причини затримок проекту.

Вісь Y діаграми Парето відображає значення кількості або частоти проаналізованих факторів, надаючи візуальне уявлення про те, як часто виникає кожен фактор або величину його впливу.

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Вертикальні смуги – ці стовпчики є значеннями, що відповідають кожному фактору, зазначеному на осі X, і зазвичай розташовані в порядку спадання.

Накопичувальна лінія – кумулятивна лінія на діаграмі Парето є ключовим елементом, який відрізняє її від стандартної гістограми. Цей рядок представляє кумулятивний відсоток загального впливу або частоти факторів, перелічених на осі X, що дозволяє глядачам побачити, який вплив на загальну проблему вносить комбінація факторів. Якщо рухатися по діаграмі зліва направо вздовж осі X, кумулятивна лінія додає відсотковий внесок кожного фактору. Він починається з 0% на крайньому лівому факторі та поступово зростає, зрештою досягаючи 100%, коли всі фактори враховані.

Вторинна вісь (за наявності) у правій частині діаграми відображає кумулятивне відсоткове значення факторів відносно загальної суми.

Діаграма Парето може містити додаткові компоненти, наприклад, контрольну лінію знизу для вимірювання висоти вертикальних смуг, заголовки, умовні позначення [26].

Загалом основною перевагою діаграми Парето є її здатність швидко визначати 20% першопричин, які дають 80% результатів, що дозволяє цілеспрямовано вирішувати проблеми.

Для підприємств діаграми Парето відіграє важливу роль в управлінні продуктивністю.

Етапи створення діаграми Парето:

- визначення проблеми, яку потрібно вирішити. Ця проблема стане назвою діаграми та основою для визначення причин;
- збір та аналіз даних, точний і вичерпний;
- креслення діаграми Парето, спочатку визначається значення та частота кожної проблеми, а потім значення розташовуються у порядку спадання;
- нанесення кумулятивної кривої;
- аналіз діаграми.

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Арк.
						69
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Оскільки паперове виробництво найчастіше працює в безперервному режимі, суттєвий вплив на показники якості оказують позапланові зупинки. При кожному пропуску ПРМ, до виходу на задані параметри, утворюється значна кількість відходів. Таким чином знижується вихід готової продукції.

SAP PP (планування виробництва) - це SAP модуль, спеціально розроблений для інтеграції різних відділів, які беруть участь у виробництві. Він містить різні компоненти, такі як центр обробки даних, специфікація матеріалів, робочий центр тощо. При роботі спільно з модулем SAP PM (техобслуговування та ремонт обладнання), який автоматизує процеси ремонту обладнання, дозволяє планувати планово-попереджувальні ремонти з подальшим контролем, можна використовувати інформацію про планові та аварійні зупинки виробництва та аналізувати їх причини.

Для побудови діаграми Парето проаналізуємо реальний сценарій можливих втрат за рахунок простою обладнання.

Створимо таблицю причин простоїв обладнання за рік роботи із зазначенням годин простою (табл.5.2), розмістимо значення у порядку зменшення.

Табл.5.2. Перелік річних простоїв обладнання

№№	Причини простою	Години простою	№№	Причини простою	Години простою	Кумулятивний відсоток
1	Несвоєчасна поставка сировини, матеріалів	24	1	Збої в роботі обладнання по механічній частині	192	43%
2	Збої в роботі обладнання по механічній частині	192	2	Збої в роботі обладнання по електрочастині	120	27%
3	Збої в роботі обладнання по електрочастині	120	3	Збої в роботі автоматики	40	9%
4	Збої в роботі автоматики	40	4	Низький тиск виробничої води	26	6%
5	Позапланові технологічні зупинки	10	5	Несвоєчасна поставка сировини, матеріалів	24	5%
6	Відсутність електроенергії	8	6	Перебої з подачею пари	16	4%
7	Перебої з подачею пари	16	7	Інше	12	3%
8	Низький тиск виробничої води	20	8	Позапланові технологічні зупинки	10	2%
9	Інше	18	9	Відсутність електроенергії	8	2%
	ВСЬОГО	448		ВСЬОГО	448	100%

На рис. 5.7. зображена Діаграма Парето, побудована в Excel за даними таблиці, наданої вище

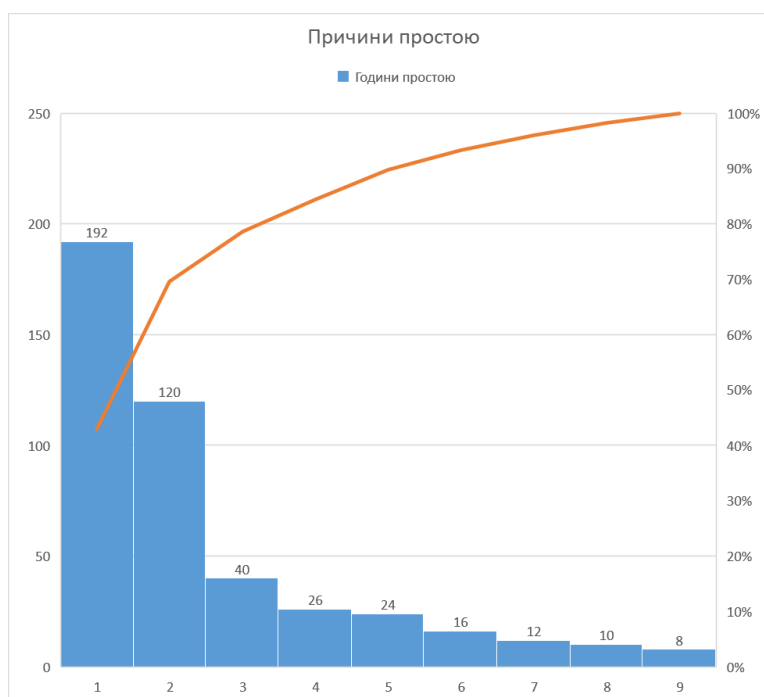


Рис. 5.7. Діаграма Парето

Розшифровка діаграми наочна і зрозуміла. Найбільша кількість незапланованих простоїв відбувається по причині механічних поломок обладнання і збоїв по електрочастині. У такому випадку, шляхом усунення є оновлення обладнання. Для визначення першочерговості можна доцільно провести додатковий аналіз.

5.6. Гістограма

Візуалізація даних за допомогою гістограм є чудовим варіантом аналізу будь-яких кількісних даних. Гістограми були одним із найперших типів візуалізації даних, згадки про їх використання датуються 19 століттям. Гістограми не є стовпчастими діаграмами – метою цих графіків є візуалізація форми (розподілу) даних для однієї кількісної змінної.

Похідні від латинського кореня слів, що означають «намальовані паркани», гістограми зазвичай складаються з ряду суміжних вертикальних

стовпців однакової ширини, намальованих так, що між стовпцями немає місця. Стовпці відповідають «бінам», які разом охоплюють діапазон даних. Висота кожного стовпчика відповідає кількості точок даних, що потрапляють у кожен «бін». Чим вище стовпчик, тим більше точок даних потрапляє в діапазон.

Наочним прикладом використання діаграм для контролю технологічного процесу є аналізатор волокна (рис.5.8).



Рис.5.8. Аналізатор волокна Valmet FS5

Рутинна робота в лабораторії та дослідження стають простими аналізатором волокна. Повний аналіз займає всього кілька хвилин. Підвищена швидкість аналізу та автоматична робота дозволяє уникнути ймовірності процедурних помилок, додатково економлячи час. Прилад легко програмувати відповідно до вимог та властивостей волокна.

Використовуючи найновіші розробки в технології обробки зображень і запатентовану обробку зображень, Valmet FS5 дозволяє виробникам целюлози та паперу бачити більше інформації про волокна ніж будь-коли [27]. Прогрес у обробці зображень створює нові можливості для отримання інформації і оптимізації технологічних операцій (рис.5.9).

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Адк.
						72
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		

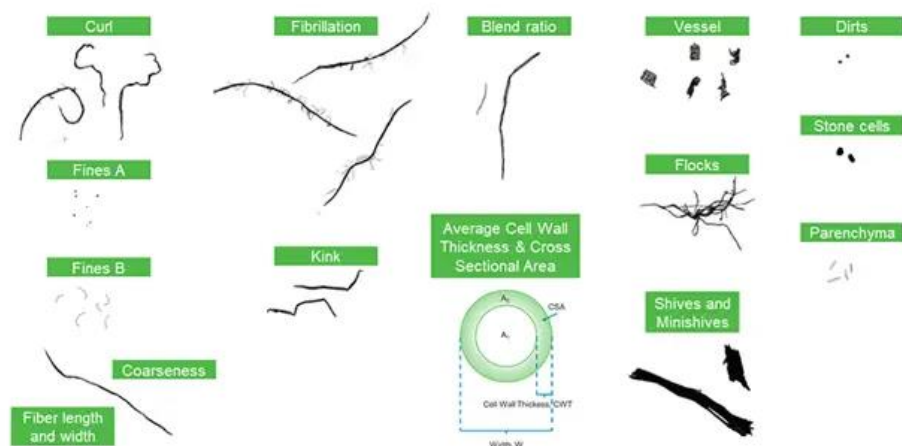


Рис.5.9. Форми волокон, що розпізнаються на Valmet FS5

Підвищена точність, надійність і швидкість вимірювання волокна відкривають двері до нових шляхів підвищення конкурентоспроможності. Характеристики волокон є важливими для управління процесом розмелювання паперової маси і якості кінцевого продукту. Valmet FS5 має автоматичне самоочищення та діагностику. Це – доступність і висока надійність від Valmet, в тому числі як відомого виробника QCS для ПРМ.

На прикладах розглянемо реальні результати вимірювань різних видів волокон з візуалізацією у вигляді таблиць і діаграм (рис.5.10-5.12).

Для вимірювання довжини волокон в лабораторному експерименті використовується близько 12 000 волокон. Для порівняння показані дані для волокон каліброваної довжини і промислових зразків хвойної та листяної целюлози. Подібний аналізатора, встановлений в технологічному потоці, за 3-5 хвилин може тестувати більше 100 000 волокон паперової маси.

Назва	довжина волокна, мм		кількість волокон		
	від	до	шт	wghtd%	wcum%
синтетичні волокна визначеної довжини 2,0±0,3 мм	0	0,2	40	0,01	0,01
	0,2	0,4	15	0,02	0,03
	0,4	0,6	10	0,02	0,05
	0,6	0,8	5	0,01	0,07
	0,8	1	8	0,03	0,09
	1	1,2	15	0,07	0,16
	1,2	1,4	25	0,13	0,29
	1,4	1,6	40	0,24	0,53
	1,6	1,8	250	1,69	2,22
	1,8	2	1550	11,74	13,96
	2	2,2	8200	68,65	82,61
	2,2	2,4	1400	12,84	95,45
	2,4	2,6	400	3,99	99,44
	2,6	2,8	30	0,32	99,77
	2,8	3	10	0,12	99,88
	3	3,2	5	0,06	99,94
	3,2	3,4	2	0,03	99,97
	3,4	3,6	1	0,01	99,98
	3,6	3,8	0	0,00	99,98
	3,8	4	1	0,02	100,00

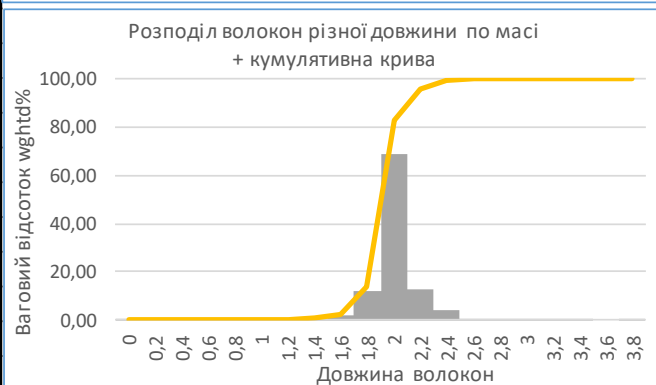
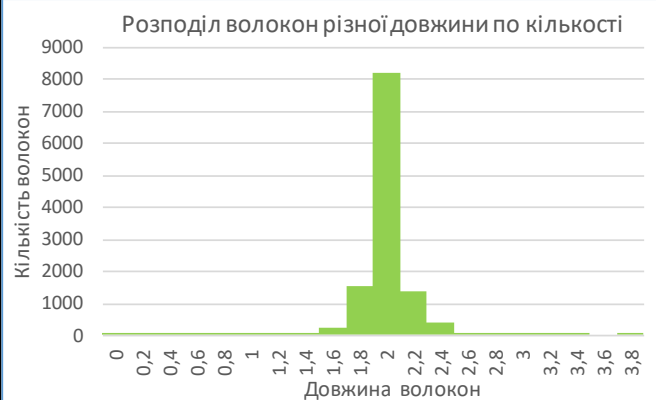


Рис.5.10. Гістограма розподілу довжини синтетичних волокон

Назва	довжина волокна, мм		кількість волокон		
	від	до	шт	wghtd%	wcum%
хвойна целюлоза 50°ШР 35дг середня довжина 1,0 мм	0	0,2	2288	2,75	2,75
	0,2	0,4	2480	9,61	12,36
	0,4	0,6	2100	13,75	26,11
	0,6	0,8	1811	16,70	42,81
	0,8	1	1507	17,92	60,73
	1	1,2	887	12,92	73,65
	1,2	1,4	446	7,69	81,34
	1,4	1,6	243	4,84	86,17
	1,6	1,8	178	4,02	90,19
	1,8	2	104	2,63	92,82
	2	2,2	64	1,79	94,61
	2,2	2,4	55	1,68	96,29
	2,4	2,6	37	1,23	97,52
	2,6	2,8	31	1,11	98,63
	2,8	3	14	0,54	99,18
	3	3,2	11	0,45	99,63
	3,2	3,4	4	0,18	99,81
	3,4	3,6	2	0,09	99,90
	3,6	3,8	1	0,05	99,95
	3,8	4	1	0,05	100,00

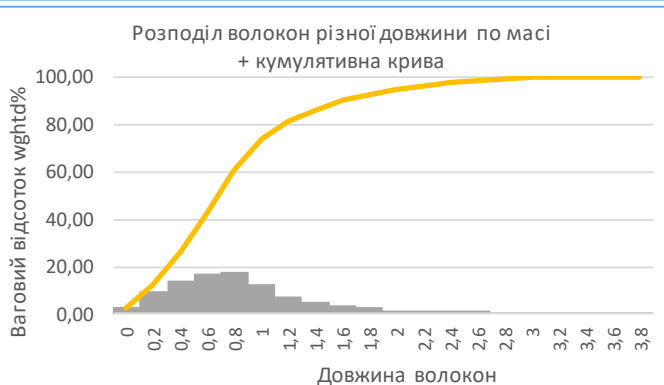
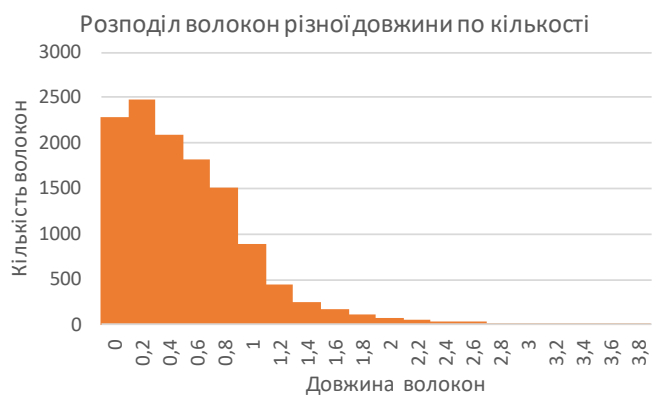


Рис.5.11. Гістограма розподілу довжини волокон хвойної целюлози

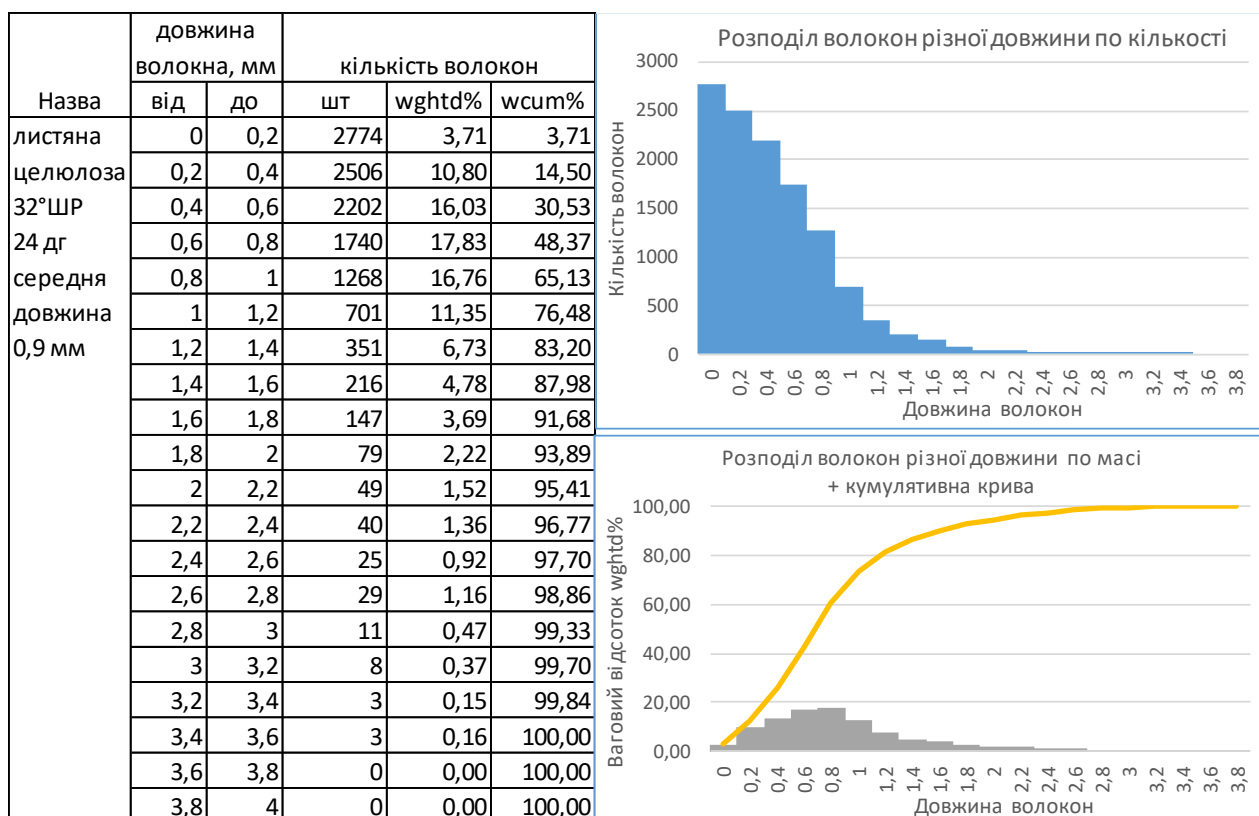


Рис.5.12. Гістограма розподілу довжини волокон листяної целюлози

На паперовому виробництві гістограми можуть використовуватися для контролю інших технологічних параметрів, аналізу дефектів тощо. Гістограми бути доповненням до контрольних листів (розділ 5.4) або інших методів аналізу якості.

5.7. Діаграма Ісікави (“риб’ячої кістки”)

Метод аналізу першопричини – це структурований і організований підхід, який використовується для виявлення та вирішення проблем в організації.

Цей метод використовує спеціальні підходи для виявлення основних причин проблем. Це виходить за рамки чинників поверхневого рівня, щоб дістатися до кореня проблеми. Використовуючи цю техніку, організації можуть визначити основні фактори, що сприяють виникненню проблем, і розробити ефективні рішення.

Діаграма Ісікави (“риб’ячої кістки”), або діаграма причинно-наслідкових зв’язків – це візуальне представлення, яке допомагає класифікувати та досліджувати потенційні причини проблеми (рис.5.13).

Його структура нагадує скелет риби, а «кістки» представляють різні категорії, такі як люди, процеси, обладнання, середовище тощо. Цей інструмент заохочує до цілісного вивчення різних факторів для виявлення першопричини, надаючи комплексне уявлення про проблему.

Процес включає спільні сеанси мозкового штурму, під час яких члени команди додають можливі причини в кожній категорії. Візуально організовуючи ці вхідні дані, команда отримує уявлення про взаємозв’язки між різними факторами, сприяючи більш цілеспрямованому підходу до аналізу першопричин [24].

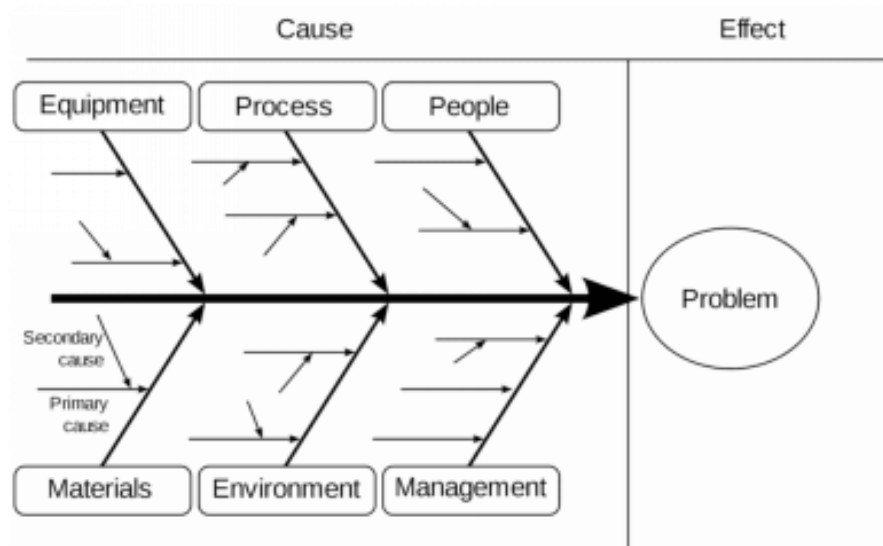


Рис. 5.13.Діаграма риб'ячої кістки -Метод аналізу першопричини

Діаграма Ісікави складається із показника якості, який характеризує результат і факторні показники. Факторні показники об’єднуються в окремі групи, які залежать від об’єкту аналізу і контролю. Переважно, діаграма Ісікава включає такі основні фактори (компоненти), які впливають на якість:

- машини/обладнання;
- персонал;
- сировина;
- методи організації і управління;

- вимірювання/оцінка;
- оточуюче середовище.

Для кожної із означених груп факторів необхідно визначити чинники вторинного порядку, які впливають на головний. Зокрема, для компонента „персонал”, такими чинниками можуть бути: система мотивації персоналу; рівень кваліфікації працівників; стаж роботи; рівень безпеки та умови праці; соціальнопсихологічний клімат колективу, форми оплати праці; навчання.

Для компонента „машини/обладнання” чинниками, які їх визначатимуть, можуть бути: рівень фізичного і морального зношення; марка обладнання; його конструкція; фірма-виготовлювач.

На компонент „сировина” суттєвий вплив здійснюють чинники, пов’язані з якістю вхідної сировини, властивістю матеріалів, типом та асортиментом сировини.

Фактор „методи організації та управління” залежить від процесу виробництва; системи управління виробництвом; стилю управління; технології виробництва.

Компоненту „вимірювання” визначають чинники, пов’язані з методами вимірювання; типами вимірювального приладу; точністю і достовірністю вимірювання.

„Оточуюче середовище” характеризується умовами роботи, рівнем конкуренції, впливом виробництва на зовнішнє середовище.

Дослідження причин відхилень параметрів продукції від стандартних вимог закінчується тоді, коли вона лежить в площині компетенції інших організацій (органів управління, суміжників, партнерів).

Причинно-наслідкова діаграма має універсальне застосування і використовується для виявлення проблемних ситуацій у всіх сферах діяльності організації. Діаграма може розроблятися як індивідуально, так і колективно. Найбільш ефективним є груповий метод аналізу причин, в основу якого закладається метод „мозкової атаки”. „Мозкова атака” дозволяє залучити в процес виявлення проблем забезпечення якості кваліфікованих спеціалістів,

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Арк.
						77
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

фахівців, безпосередніх керівників процесом виробництва. На основі аналізу даних групою експертів виробляються ідеї, які дозволяють здійснити керівництву підприємства заходи щодо покращення якості продукції, ліквідації причин її зниження та попередження виникненню дефектів.

Хоча діаграма Ісікави не є в чистому вигляді програмним або автоматичним методом контролю, він є дуже цікавим, наочним, заохочуючим для персоналу. Якщо діаграму розмістити в холі, то працюючі зможуть пропонувати ідеї, додаючи записи до “кісточок” скелету риби, а якщо надати сітьовий доступ до електронного варіанту, пропозиції персоналом підприємства зможуть надаватися онлайн.

5.8. Метод стратифікації (розшаровування)

Метод стратифікації – інструмент, за допомогою якого можна розділити дані на підгрупи за певною ознакою. Він призначений для виявлення закономірностей в масиві даних за рахунок їхнього поділу. Даний метод використовується для покращення виробничих процесів та підвищення якості продукції, разом з іншими методами та інструментами управління якістю.

Стратифікація дозволяє виділити основні причини відхилень та визначити, які дії потрібно вжити для виправлення ситуації. Інструмент допомагає встановити пріоритети у роботі, виділити найбільш значущі чинники, що впливають на якість продукції, оцінити ефективність вжитих заходів.

Відповідно до цього методу вводять розшаровування статистичних даних, тобто групують дані залежно від умов їх отримання і аналізують кожну групу даних окремо. Дані, розділені на групи відповідно до їх особливостей, називають шарами (стратами), а процес поділу на шари (страти) – розшаровуванням (стратифікацією).

Як фактор можуть бути обрані будь-які параметри, що визначають особливості умов їх виникнення та отримання даних:

– обладнання або групи обладнання;

					<i>ММІВТ 420.002.002- ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						78
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докum.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

- виробничі бригади, дільниці, цехи, окремі працівники тощо;
- час збору даних (по днях тижня, місяцях, періоду доби);
- різні види сировини, хімікатів, матеріалів;
- засоби вимірювання тощо.

Наприклад, при аналізі причини дефектів продукції, в умовах використання різних марок сировини та хімікатів, що поставляються підприємству декількома постачальниками, доцільно як фактор вибрати постачальників і провести стратифікацію дефектної продукції за постачальниками. Порядок виконання методу (графічне зображення показане на рис.5.14) наступний:

- визначаються фактори, за якими проводитиметься стратифікація. (час, люди, обладнання, умови, матеріали, засоби вимірювання);
- визначається число страт (наприклад, 4 бригади, 7 днів тижня 5 станків і т.п.);
- обирається необхідний інструмент якості для графічного представлення статистичних даних. Як правило, використовують діаграму розкиду, контрольні карти, або гістограми. Графічні методи є наочними і дозволяють швидко визначити причини виникнення дефектів;
- визначається кількість статистичних даних, які потрапляють у кожен страту. Для отримання ефекту, необхідно дотримуватись двох правил. По-перше, відмінності між значеннями випадкової величини всередині страти має бути якнайменше, порівняно з відмінністю її значень у вихідній сукупності даних. По-друге, відмінності між стратами мають бути якнайбільше. Кількісно цю відмінність можна визначити з різниці середніх значень випадкової величини у кожній страті;
- на обраний графічний інструмент якості наносяться дані із зазначенням належності цих даних до кожної страти. Для відокремлення даних один від одного, можна використовувати найпростіший метод – колірну індикацію даних;
- проводиться аналіз даних, для кожної страти окремо.

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Арк.
						79
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дат		

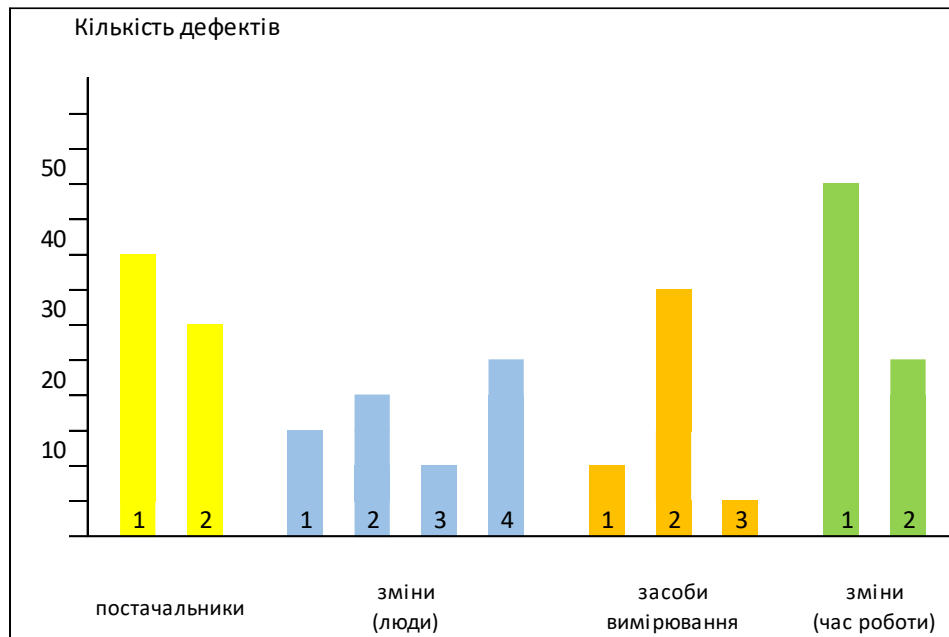


Рис.5.14 Приклад методу стратифікації

Застосування стратифікації дозволяє також зменшити кількість відбраковування та неправильно виконаних завдань, збільшити продуктивність та знизити витрати на виробництво. Важливо, що стратифікація є важливою частиною процесу безперервного поліпшення, оскільки дозволяє виявляти відхилення та знаходити способи їх усунення.

6. ШІСТЬ СИГМ: РОЗУМІННЯ КОНЦЕПЦІЇ І ПРИКЛАДИ

Методологія 6 сигм (SixSigma) – це популярна концепція управління процесами, в тому числі на виробництві. Вперше вона була запропонована компанією «Motorola» наприкінці 80-х років минулого сторіччя. Методологія здобула світову популярність після того, як її впровадили у компанії «General Electric», де SixSigma стала корпоративною релігією і залишається такою до сьогодні.

Мета SixSigma – забезпечити повне задоволення вимог та очікувань клієнта при мінімумі витрат за рахунок ефективного та максимально безпомилкового перебігу всіх бізнес-процесів.

Суть всіх заходів, що проводяться за цією методологією, зводяться до одного питання: що потрібно зробити, щоб забезпечити бездефектну роботу?

За реалізацію плану дій відповідає спеціально підібрана команда досвідчених професіоналів певного рангу, який визначається за аналогією з бойовими мистецтвами за кольором пояса (рис.6.1). У методології SixSigma існують такі звання, що відображають рівень компетенцій людини в цій галузі [22].

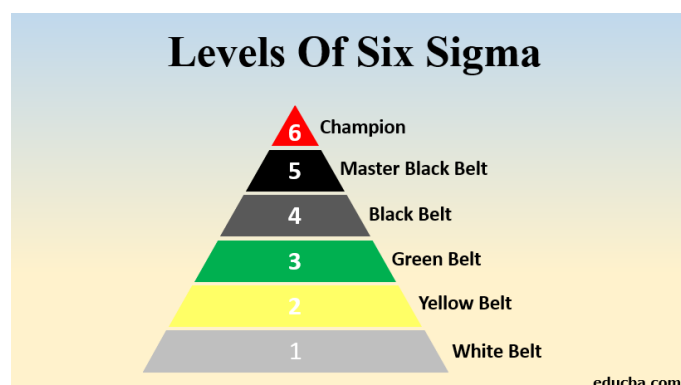


Рис.6.1. Рівні сертифікації професіоналів в SixSigma

Сигма (σ) – це грецька літера, що означає у статистиці середньоквадратичне відхилення і демонструє величину відхилень для певної вибірки (вимірювання результатів процесу за різних вихідних даних).

Графічно це представлено на рис.6.2

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Адк.
						81
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		

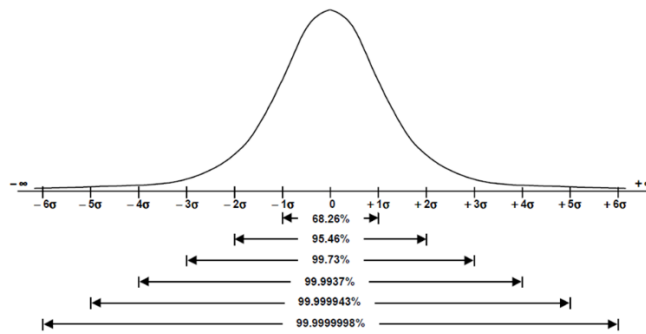


Рис.6.2 Графік SixSigma

Значення від 1 σ до 6 σ – показник безпомилковості виробничого процесу. 6 σ відповідає процесу, в якому може бути не більше 3,4 помилок на мільйон можливостей її вчинення. Саме шостий рівень Motorola визначила як кінцеву мету, і це дало назву всієї методології.

Кожен рівень сигми відповідає певному значенню DPMO (скорочення від Defects Per Million Opportunities), кількісному вираженню кількості дефектів на мільйон можливостей і конкретного рівня дефектів, що ілюструє ймовірність виникнення дефекту в процесі. Ось зв'язок між рівнями Sigma та DPMO:

- 1 σ (одна сигма): DPMO = 691 462 (69,1% вихід; 30,9% рівень дефектів);
- 2 σ (Дві сигми): DPMO = 308 538 (93,1% вихід; 6,9% рівень дефектів);
- 3 σ (три сигми): DPMO = 66 807 (99,3% вихід; 0,7% рівень дефектів);
- 4 σ (чотири сигма): DPMO = 6210 (99,98% вихід; 0,02% рівень дефектів);
- 5 σ (п'ять сигм): DPMO = 233 (99,977% вихід; 0,023% рівень дефектів);
- 6 σ (шість сигм): DPMO = 3,4 (99,99966% вихід; 0,00034% браку).

DPMO є життєво важливим показником управління якістю. У наборі інструментів і показників, які використовуються в Six Sigma, дефекти на мільйон можливостей (DPMO) займають важливе місце, слугуючи критичним показником ефективності та якості процесу. DPMO забезпечує кількісне вимірювання кількості дефектів у процесі на мільйон можливостей, пропонуючи розуміння ефективності та результативності процесу. Цей показник діє як компас, дозволяючи організаціям орієнтуватися на шляху

вдосконалення якості, визначаючи області, які потребують вдосконалення, і впроваджуючи коригувальні дії для пом'якшення дефектів.

Six Sigma – це метод, заснований на даних, який покращує якість процесу шляхом виявлення та усунення причин дефектів, зменшуючи варіативність у виробництві. Цей метод фокусується на зменшенні помилок і забезпеченні узгодженості. Мета - наблизитися до нуля дефектів, наскільки це можливо.

Six Sigma використовує дуже структурований процес, який називається DMAIC (за англійською аббревіатурою), зображений на рис.6.3.



Рис.6.3 DMAIC – дорожня карта для проектів Six Sigma

Ось як він працює:

D – Визначення – визначення проблеми і чого потрібно досягти;

M – Вимірювання – збір інформацію про те, як все працює, щоб зрозуміти, на якому етапі перебуває процес;

A – Аналіз – дослідження даних, щоб виявити першопричину дефектів або проблем;

I – Покращення – впровадження рішень щодо усунення дефектів та покращення продуктивності процесу;

C – Контроль – відстеження вдосконалення для забезпечення довготривалого результату.

Розглянемо застосування методу SixSigma на прикладі окремих процесів паперового виробництва. Six Sigma у дії можна побачити на прикладі паперової

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		83

фабрики, яка виявляє дефекти в одному зі своїх продуктів. Використовуємо процес DMAIC, щоб виправити це. По-перше, ідентифікуємо проблему, вивчаємо види дефектів, за якими спостерігаються скарги споживачів, і які зустрічаються на приймальному контролі. Потім рахуємо кількість дефектів в кожній групі, аналізуючи дані останніх виробничих циклів. Проаналізувавши дані, знаходимо першопричину. Після цього покращуємо ситуацію, повторно налаштовуючи регулярні перевірки. Зрештою контролюємо, регулярно спостерігаючи за процесом, щоб переконатися, що проблеми не повернуться.

Зі збільшенням рівня Sigma DPMO зменшується, що означає вищу якість і менше дефектів. Досягнення вищих рівнів Sigma передбачає зменшення DPMO шляхом виявлення та усунення джерел варіації та дефектів. Рівень Sigma є еталоном для порівняння продуктивності різних процесів або організацій і встановлення цілей покращення якості. Нижчий DPMO (вищий рівень Sigma) зазвичай відповідає вищому рівню задоволеності споживача завдяки меншій кількості дефектів і вищій якості продуктів або послуг.

Показник «сигма» використовується для того, щоб побачити, наскільки добре чи погано виконується процес, а також для вироблення єдиного критерію якості процесів. У табл. 6.1. наведено рівні сигм і прийнята класифікація організацій за критерієм рівня конкурентоспроможності за показником якості (табл.6.1) [28].

Табл.6.1. Класифікація організацій за критерієм рівня конкурентоспроможності у відповідності концепції Six Sigma

Відстань між центром розподілу і межею допуску	Число дефектів на мільйон	% відходів	Рівень конкурентоспроможності
1σ	691 462		Неконкурентоспроможний
2σ	308 538	30-40	
3σ	66 807	20-30	Середній рівень по галузі
4σ	6210	15-20	
5σ	233	10-15	Світовий рівень
6σ	3,4	<10	

Щоб обчислити DPMO, потрібно знати такі три змінні:

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Арк.
						84
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

D: кількість дефектів, виявлених у процесі.

U : кількість вироблених або оброблених одиниць.

O : кількість можливостей для дефекту на одиницю.

$$DPMO = (D/(U \times O)) \times 1\,000\,000 \quad (6.1)$$

Розглянемо реальний рівень досягнень виробництва на паперовій фабриці. Кроки для розрахунку:

Визначаємо одиниці (U): підрахуйте загальну кількість вироблених або оброблених одиниць. Приймаємо 1000 рулонів паперу

Визначаємо дефекти (D): підраховуємо дефекти, виявлені в процесі виробництва. Приймаємо для розрахунку 30 рулонів

Визначаємо можливості (O): визначте кількість можливостей виникнення дефекту на одиницю. Окреслюємо 4 можливості (невідповідність показників вимогам специфікації (8), зовнішні дефекти паперу (16), відхилення формату (4), пошкодження упаковки (2))

Використовуємо формулу DPMO:

$$DPMO = (30 / (1\,000 \times 4)) \times 1\,000\,000$$

$$DPMO = 7500$$

Отже, враховуючи вказаний виробничий процес виготовлення паперу з чотирма згаданими можливостями дефектів, DPMO становить 7500 дефектів на мільйон можливостей. Процес оцінюється на рівні 3-4σ, що відповідає середньому рівню по галузі.

Значення DPMO в удосконаленні процесу. DPMO служить критичним показником, що дозволяє організаціям кількісно оцінити продуктивність і якість своїх процесів, тим самим полегшуючи ідентифікацію та виправлення областей, які потребують вдосконалення.

Методологія Six Sigma закономірно завершує дослідження питання контролю якості та аналізу на паперовому виробництві. Проведений розрахунок рівня процесу є відштовхуючою точкою до розроблення плану вдосконалення.

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Арк.
						85
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

План буде містити конкретні цілі, часові рамки та показники для вимірювання успіху.

Впровадження плану вдосконалення буде реалізовуватися за допомогою структурованого підходу, такого як “Плануй-Виконуй-Перевірй-Дій” (PDCA), який лежить в основі методології Six Sigma.

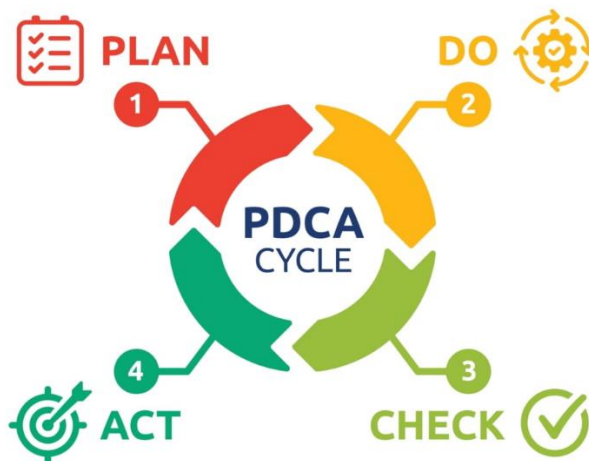


Рис.6.4. структурований підхід “Плануй-Виконуй-Перевірй-Дій”

План буде включати тестування та перевірку вдосконалень у невеликому масштабі перед їх впровадженням у виробничий процес.

Відстеження та вимірювання результатів вдосконалень можливе за допомогою встановлених KPI (ключові показники ефективності). Після цього – аналіз даних, щоб визначити, чи відповідають удосконалення цілям і чи потрібні подальші коригування.

Підтримка вдосконалення відбудеться за допомогою встановлених стандартних робочих процедур, навчання співробітників і постійного контролю з вимірюванням ефективності, щоб визначити можливості для подальшого вдосконалення.

ВИСНОВКИ

Целюлозно-паперова промисловість в Україні після періоду спаду почала новий розвиток, але щоб вітчизняній продукції утриматися на рівні світових стандартів, потрібно приділяти особливу увагу системі управління якістю.

Автоматичні системи контролю якості охоплюють лише частину технологічних процесів, решта проходить контроль в ручному режимі. Більшість вимірюваних параметрів не потрапляють в єдину інформаційну систему підприємства, оскільки відсутні модулі управління якістю.

Етапи та способи контролю якості на підприємствах паперової промисловості аналогічні іншим галузям промисловості, і включають вхідний, поточний, вихідний і приймальний (інспекційний) види контролю. Порядок вимірювань визначається стандартами та методиками.

Огляд існуючих в світі ERP-систем показує, що вони добре працюють на паперових виробництвах, і їх доцільно використовувати для збільшення ефективності та задоволення вимог клієнтів. Програмний модуль QM цілком підходить для удосконалення на фабриках, де підключена система SAP.

Методи оцінки ефективності управління якістю на підприємстві, представлені в роботі, є дуже корисними в плані пошуку причин дефектів і вибору напрямків вдосконалення.

Розрахунок рівня задоволення вимог клієнтів за методом SixSigma показує середній рівень конкурентоспроможності паперової фабрики, тому існують перспективи росту до світового рівня.

Удосконалення системи управління якістю за рахунок впровадження сучасних інформаційних систем істотно вплине на ефективність виробництва при відносно невеликих витратах. Наприклад, теоретично, ПрАТ “Малинська паперова фабрика-Вайдманн”, може використовувати єдину інформаційну систему SAP QM для обслуговування шести технологічних ліній.

					<i>ММІВТ 420.002.002- ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						87
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докum.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Wikipedia [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://en.wikipedia.org>
2. О.М. Мовчанюк, А.А. Остапенко, Технологія приготування паперової маси, Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022
3. Трігла, Інструкція з експлуатації системи, 2023
4. ГІ-07-08/2024 – Гофроіндустрія. Журнал-онлайн [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://web.gofromagazine.com/2024/08/27/>
5. ПрАТ “Малинська паперова фабрика-Вайдманн” [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.weidmann-mpm.com>
6. Контроль якості виробництва паперу - вичерпний посібник [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.deskera.com/blog/paper-manufacturing-quality-control-a-comprehensive-guide/>
7. Особливості ERP-систем для промислового виробництва - SoftInform [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.softinform.com.ua/news/osoblyvosti-erp-system-dlia-promyslovoho-vyrobnystva/>
8. Безкоштовна бібліотека підручників [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.info-library.com.ua/books-text-9637.html>
9. Управління якістю продукції на основі бізнес-процесів Підручники для студентів онлайн [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://stud.com.ua/117923/menedzhment/upravlinnya_yakistyu_produktsiyi_osnov_i_biznes_protseviv#414
10. Омеляненко Т. В. Операційний менеджмент: презентаційний курс: навч. посіб. / К. : КНЕУ, 2016, 197 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ir.kneu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/1d0c1fc2-98ef-48dd-bce2-4474400b139e/content>

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Арк.
						88
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

11. Deskera ERP - Автоматизація бізнес-процесів | Підвищення ефективності [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.deskera.com/erp>
12. Oracle Ukraine | Cloud Applications and Cloud Platform [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.oracle.com/ua/>
13. Сучасна українська ERP UGLA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ugla.ua/>
14. MOPSSys AB [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mopssys.com/>
15. SPC | Statistical Process Control - Quality Assist [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://qualityengineerstuff.com/>
16. What is SAP Quality Management (QM)? | Definition from TechTarget [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.techtarget.com/searchsap/definition/SAP-Quality-Management-QM>
17. Аналіз використання штучного інтелекту в системах управління бізнес-процесами: переваги та недоліки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://fti.dp.ua/conf/2023/05247-0555/>
18. Pulp and paper | ABB [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://new.abb.com/pulp-paper/abb-in-pulp-and-paper>
19. Sensors [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://process.honeywell.com/us/en/products/control-and-supervisory-systems>
20. Унікальні рішення по автоматизації систем управління | Трігла. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.trigla.com.ua/en/qcs-paper-belt-quality-control-system-based-on-scanning-device.html>
21. Valmet: technologies, services and automation to pulp, energy and paper industries [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.valmet.com/automation/quality-management/quality-control-system-qcs>

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Адк.
						89
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		

22. Levels of Six Sigma | Explore the Different Levels of Six Sigma [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.educba.com/levels-of-six-sigma/>

23. INTERNATIONAL STANDARD ISO 7870-2:2023(E) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.iso.org/>

24. Метод аналізу першопричини | Визначення, переваги та 5 найкращих інструментів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ahaslides.com/uk/blog/root-cause-analysis-method/>

25. Scatter Diagram : PresentationEZE [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.presentationeze.com/blog/scatter-diagram/>

26. Розуміння діаграми Парето: правило визначення пріоритетів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://resources.rework.com/pareto-chart>

27. Аналізатор зображень волокон Valmet для автоматизованих вимірювань волокон [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.valmet.com/automation/analyzers-measurements/analyzers/fiber-image-analyzer-for-external-fibrillation-fiber-length-measurement/>

28. Методика застосування 6 сигм в системі управління якістю підприємства, Вісник Хмельницького національного університету. Серія економічні науки. Т.1. – 2014. –№4. – С.22-27

29. SAP ERP Pics - One Stop for SAP ERP Flowcharts, Process Cycles [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://erp.pics/>

					ММІВТ 420.002.002- ПЗ	Адк.
						90
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		