

ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ДОПУЩЕНО до захисту
Завідувач кафедри, к.т.н., доц.

_____ І. А. Сєлівестров

" ____ " _____ 2026 р.

«Комп'ютеризована система управління якістю на підприємстві ТОВ «Блюберд
тех»

«Computerized quality management system at the enterprise LLC «Bluebird tech»

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Виконавець:

Студент групи 4а

(підпис, дата)

Кулеша О.О.

(П.І.П.)

Керівник

к.т.н., доц

(посада, звання)

(підпис, дата)

Сарафаннікова Н.В.

(П.І.П.)

Рецензент

к.т.н., доц

(посада, звання)

(підпис, дата)

Корніловська Н.В.

(П.І.П.)

XEPCOH 2026

Факультет	ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ
Кафедра	АВТОМАТИЗАЦІЇ, РОБОТОТЕХНІКИ І МЕХАТРОНІКИ

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри автоматизації, робототехніки
і мехатроніки

к.т.н., доц. Сєлівестров І.А.

« » 2026 p.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студентів

Кулеші Олександр Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Комп'ютеризована система управління якістю на підприємстві ТОВ «Блюберд тех» (Computerized quality management system at the enterprise LLC «Bluebird tech»)

Затверджена наказом по університету від « 23 » січня 2026 р. № 98-с.

2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи)

3. Вихідні данні до проекту (роботи)

Об'єкт проектування — процес управління якістю у відділі технічного контролю ТОВ «Блюберд тех». Виробничий процес підприємства включає вхідний контроль комплектуючих, SMT/DIP-монтаж, AOI- контроль, функціональне тестування, фінальний контроль і передавання продукції на склад.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)

Вступ. Оглядова частина: технічна характеристика об'єкта автоматизації, опис технологічного процесу та устаткування, аналіз процесу як об'єкта автоматизації, постановка задачі проєктування. Проєктна частина: формування вимог до системи, вибір структури та функціональних модулів, розробка інформаційного забезпечення, проєктування бази даних, алгоритм функціонування системи, вибір програмних засобів, опис інтерфейсу користувача, заходи захисту даних. Дослідницька частина: мета дослідження, методика оцінювання ефективності, аналіз очікуваних результатів, висновки і рекомендації. Охорона праці та безпека роботи користувача. Загальні висновки. Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Структурна схема комп'ютеризованої системи управління якістю ВТК.

Функціональна схема інформаційних потоків.

Схема бази даних системи управління якістю ВТК.

Алгоритм роботи системи при виявленні дефекту.

Форми інтерфейсу АРМ контролера ВТК та начальника ВТК.

6. Консультанти по проекту (роботі), із зазначенням розділів проекту, що стосується їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

Керівник _____
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання випускної роботи	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Отримання завдання, уточнення теми та вихідних даних	04.2026–04.2026	Виконано
2	Формування вимог до комп'ютеризованої системи	04.2026–04.2026	Виконано
3	Розробка структури системи, модулів і бази даних	04.2026–05.2026	Виконано
4	Розробка алгоритмів, інтерфейсу та заходів захисту даних	05.2026–05.2026	Виконано
5	Оцінювання ефективності впровадження системи	05.2026–05.2026	Виконано
6	Розробка графічних матеріалів і додатків	05.2026–05.2026	Виконано
7	Оформлення, перевірка та підготовка роботи до захисту	05.2026–05.2026	Виконано
8	Захист роботи		

Студент _____
(підпис)

Керівник проекту _____
(підпис)

РЕФЕРАТ

Випускна робота бакалавра на тему «Комп'ютеризована система управління якістю відділу технічного контролю на підприємстві ТОВ «Блюберд тех»» включає пояснювальну записку та графічну частину. Пояснювальна записка містить 67 сторінок формату А4, 1 таблицю, 16 використаних джерел, 5 плакатів формату А1, додатки.

Випускна робота присвячена розробці комп'ютеризованої системи управління якістю відділу технічного контролю на підприємстві ТОВ «Блюберд тех».

У роботі проаналізовано діяльність підприємства ТОВ «Блюберд тех», яке спеціалізується на проєктуванні та серійному складанні електронних модулів, контролерів керування і пристроїв бездротового зв'язку. Розглянуто діючі процеси вхідного, операційного, приймального та фінального контролю якості продукції.

Визначено основні проблеми функціонування відділу технічного контролю, пов'язані з розрізненістю інформаційних потоків, використанням Excel, 1С і паперових журналів, затримками в обробці даних та складністю формування звітності. Обґрунтовано доцільність створення десктопного застосунку для централізованого обліку результатів контролю, реєстрації дефектів, формування актів невідповідності, супроводу партій продукції та побудови статистичної звітності.

Запропоновано структуру програмної системи на основі Python та SQL, описано інформаційне забезпечення, логіку взаємодії основних модулів і спроектовано базу даних для зберігання відомостей про партії, перевірки, дефекти, користувачів та результати функціонального тестування.

У розділі «Охорона праці та безпека роботи користувача» розглянуто питання безпечної роботи користувача за персональним комп'ютером.

ВТК, ДЕФЕКТИ, ЕЛЕКТРОННІ МОДУЛІ, КОМП'ЮТЕРИЗАЦІЯ
ВИРОБНИЦТВА, КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА, КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ,
PYTHON, SQL, ДЕСКТОПНИЙ ЗАСТОСУНОК

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	9
ВСТУП.....	11
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТОВ «БЛЮБЕРД ТЕХ» ТА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ.....	13
1.1 Сфера діяльності підприємства ТОВ «Блюберд тех»	13
1.2 Технологічний процес виробництва	15
1.3 Системи і устаткування підприємства	18
1.4 Якісні показники на виробництві та їх забезпечення.....	20
1.5 Структура комп'ютеризованої системи управління якістю	23
2. ПРОЄКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ВТК.....	27
2.1 Формування вимог до комп'ютеризованої системи	27
2.2 Вибір структури та функціональних модулів системи.....	29
2.3 Розробка інформаційного забезпечення.....	33
2.4 Проєктування бази даних системи.....	36
2.5 Розробка алгоритму функціонування системи	40
2.6 Вибір програмних засобів реалізації	42
2.7 Опис інтерфейсу користувача	45
2.8 Заходи щодо захисту та збереження даних	50
3. ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ	54
3.1 Мета проведення оцінювання	54
3.2 Методика оцінювання ефективності системи.....	55
3.3 Аналіз очікуваних результатів впровадження	58
3.4 Висновки і рекомендації	63
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА РОБОТИ КОРИСТУВАЧА	64
ВИСНОВКИ	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	72
ДОДАТКИ	74

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

AOI – автоматична оптична інспекція.

APM – автоматизоване робоче місце.

АСУ – автоматизована система управління.

БД – база даних.

ВТК – відділ технічного контролю.

ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю.

DIP-монтаж – монтаж компонентів у отвори друкованої плати.

ESD – електростатичний розряд.

MS Office – пакет офісних програм Microsoft.

SMT-монтаж – поверхневий монтаж компонентів на друковану плату.

SQL – Structured Query Language, мова структурованих запитів до баз даних.

Yield – коефіцієнт виходу придатної продукції з першого пред'явлення.

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасних умовах розвитку промислового виробництва особливого значення набуває забезпечення стабільної якості продукції. Для підприємства якість є не лише технічною характеристикою виробу, а й важливим чинником конкурентоспроможності, довіри споживачів, зменшення виробничих втрат і підвищення загальної ефективності діяльності. Особливо актуальним це питання є для підприємств, що займаються розробленням, складанням і тестуванням електронних модулів, контролерів керування та пристроїв бездротового зв'язку. У таких výroбах навіть незначні відхилення параметрів комплектуючих, помилки монтажу, дефекти пайки або неповне функціональне тестування можуть спричинити відмову готового пристрою, збільшення частки браку та додаткові витрати на доопрацювання. Актуальність теми полягає в необхідності проєктування комп'ютеризованої системи управління якістю відділу технічного контролю (ВТК), яка забезпечить централізоване збереження, оброблення та аналіз інформації про результати контролю. Упровадження такої системи дасть змогу зменшити частку ручного введення даних, прискорити реєстрацію дефектів, покращити простежуваність партій, спростити формування звітності та підвищити оперативність прийняття управлінських рішень.

Метою роботи є проєктування комп'ютеризованої системи управління якістю ВТК на підприємстві ТОВ «Блюберд тех» у вигляді десктопного програмного застосунку з використанням Python та SQL.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання**:

- проаналізувати технічні особливості підприємства та чинну організацію контролю якості;
- розглянути технологічний процес виробництва електронних модулів як основу для впровадження комп'ютеризованої системи управління якістю;
- визначити основні недоліки наявної системи обліку, контролю та звітності;

– сформулювати вимоги до комп'ютеризованої системи управління якістю ВТК;

- обґрунтувати структуру системи та склад її функціональних модулів;
- розробити інформаційне забезпечення і структуру бази даних;
- описати алгоритм функціонування системи та інтерфейс користувача;
- визначити заходи щодо захисту й збереження даних;
- оцінити очікувану ефективність запропонованої системи;
- розглянути питання охорони праці та безпеки роботи користувача.

Об'єктом проєктування є процес управління якістю продукції у відділі технічного контролю підприємства електронного профілю.

Предметом проєктування є методи, моделі та програмно-інформаційні засоби комп'ютеризації обліку, аналізу й супроводу процедур контролю якості на підприємстві ТОВ «Блюберд тех».

Практичне значення роботи полягає в тому, що запропонована система може бути використана як основа для подальшої програмної реалізації та впровадження у діяльність ВТК. Її застосування дозволить упорядкувати облік контрольних операцій, підвищити достовірність інформації, скоротити час формування звітів і створити умови для більш ефективного управління якістю продукції.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТОВ «БЛЮБЕРД ТЕХ» ТА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ

1.1 Сфера діяльності підприємства ТОВ «Блюберд тех»

ТОВ «Блюберд тех» можна охарактеризувати як виробничо-інжинірингове підприємство, діяльність якого пов'язана з розробленням, складанням і перевіркою електронних модулів, контролерів керування та пристроїв бездротового зв'язку. Основним напрямом роботи підприємства є виготовлення електронної продукції, якість якої залежить від правильності підбору комплектуючих, точності монтажу, дотримання технологічних режимів, результатів тестування та ефективності контролю на всіх етапах виробництва.

Виробничий процес підприємства охоплює кілька взаємопов'язаних етапів: приймання та підготовку комплектуючих, монтаж елементів на друковані плати, складання виробів у корпуси, програмування, функціональне тестування та фінальне приймання готової продукції. Кожен із цих етапів впливає на якість кінцевого виробу, тому система контролю має забезпечувати своєчасне виявлення відхилень, фіксацію результатів перевірок і прийняття відповідних рішень щодо подальшого руху продукції.

Специфіка виробництва електронних модулів полягає в тому, що якість готового виробу формується не на одному окремому етапі, а протягом усього технологічного циклу. Помилки під час приймання комплектуючих, неточності монтажу, порушення режимів пайки або неповне функціональне тестування можуть призвести до появи дефектів, які виявляються вже на завершальних стадіях виробництва. Тому контроль якості на підприємстві повинен бути системним, послідовним і охоплювати всі основні етапи руху продукції [1].

До основних матеріалів і комплектуючих, що використовуються на підприємстві, належать мікросхеми, резистори, конденсатори, роз'єми, друковані плати, корпусні елементи, кабельна продукція та допоміжні матеріали для

монтажу. Кожна з цих груп має власні вимоги до перевірки. Для друкованих плат важливими є відсутність механічних пошкоджень і відповідність геометричних параметрів, для електронних компонентів – справність, правильність маркування та відповідність технічній документації, а для готових модулів – стабільність роботи під час тестування.

Виробнича номенклатура ТОВ «Блюберд тех» включає електронні блоки й контролери, для яких важливими показниками є надійність, точність складання, стабільність електричних параметрів і відповідність технічній документації. У зв'язку з цим відділ технічного контролю (ВТК) виконує не лише функцію виявлення браку, а й забезпечує інформаційний супровід продукції. Для кожної партії або окремого виробу необхідно зберігати дані про результати перевірок, виявлені дефекти, відповідальних працівників і прийняті рішення.

Готова продукція підприємства супроводжується технічною документацією. До неї можуть входити паспорти якості, результати функціонального тестування, дані про комплектність, маркування та висновки контролерів. Такі документи мають важливе значення для підтвердження відповідності продукції встановленим вимогам, а також для швидкого пошуку причин повторних дефектів або рекламаций. Тому інформація про контроль якості повинна зберігатися впорядковано та бути доступною для подальшого аналізу [2].

Організаційна структура ВТК передбачає участь кількох категорій працівників. Начальник відділу контролює загальний стан якості, аналізує звітність і приймає управлінські рішення. Контролери на виробничих дільницях фіксують результати перевірок і реєструють виявлені дефекти. Інженери-тестувальники відповідають за перевірку функціональних параметрів готових пристроїв. Майстри виробничих дільниць можуть брати участь у процесах самоконтролю та усунення виявлених недоліків.

Наявна система обліку якості на підприємстві використовує різні джерела інформації: електронні таблиці, паперові журнали, окремі програмні засоби та внутрішню документацію. Такий підхід не завжди забезпечує швидкий доступ до

повної та актуальної інформації. Частина даних може дублюватися, частина – зберігатися окремо на різних робочих місцях. Через це ускладнюється формування звітів, аналіз причин браку та простеження історії конкретної партії продукції [3].

З погляду комп'ютеризації процес управління якістю на підприємстві має кілька важливих ознак. По-перше, контроль якості є багатостадійним і охоплює різні етапи виробництва. По-друге, він супроводжується значним обсягом даних. По-третє, у ньому беруть участь користувачі з різними функціями та рівнями відповідальності. По-четверте, результати контролю впливають на виробничі рішення, витрати підприємства та якість готової продукції.

У зв'язку з цим створення комп'ютеризованої системи управління якістю ВТК є доцільним напрямом удосконалення роботи підприємства. Така система повинна забезпечити централізоване збереження даних, зменшити кількість ручних операцій, підвищити достовірність обліку та спростити формування звітності. Крім того, вона має створити умови для швидкого аналізу дефектів, оцінювання роботи постачальників і прийняття обґрунтованих рішень щодо покращення виробничого процесу.

1.2 Технологічний процес виробництва

Технологічний процес на підприємстві ТОВ «Блюберд тех» побудований як послідовність взаємопов'язаних виробничих і контрольних операцій. Його особливість полягає в тому, що якість готового електронного виробу формується поступово: від моменту надходження комплектуючих до фінального приймання продукції перед передачею на склад. Тому кожен етап виробництва має не лише технологічне, а й інформаційне значення, оскільки супроводжується появою даних про стан матеріалів, результати перевірок, виявлені дефекти та прийняті рішення.

У загальному вигляді технологічний процес включає приймання комплектуючих, вхідний контроль, підготовку матеріалів до виробництва, монтаж компонентів на друковані плати, контроль якості монтажу, корпусне складання, програмування, функціональне тестування, фінальний контроль і оформлення готової продукції. Така послідовність є характерною для підприємств, що працюють з електронними модулями, оскільки помилка на будь-якому етапі може вплинути на працездатність виробу в цілому.

Початковим етапом виробничого процесу є надходження матеріалів і комплектуючих від постачальників. До них належать друковані плати, мікросхеми, пасивні компоненти, роз'єми, кабельна продукція, корпусні елементи та допоміжні матеріали. На цьому етапі працівники відділу технічного контролю (ВТК) перевіряють відповідність номенклатури супровідній документації, кількість отриманих позицій, зовнішній стан компонентів, правильність маркування, цілісність пакування та наявність видимих пошкоджень.

Вхідний контроль має важливе значення, оскільки дозволяє виявити невідповідності ще до запуску комплектуючих у виробництво. Якщо дефектна партія потрапляє на подальші етапи, витрати на її виявлення та усунення зростають. Це може призвести до повторного монтажу, додаткового тестування, затримки відвантаження готової продукції або списання частини виробів. Тому результати вхідного контролю мають фіксуватися у формі, зручній для подальшого аналізу та простеження історії партії [4].

Після приймання та перевірки матеріали передаються на виробничі дільниці. Одним із ключових етапів є монтаж компонентів на друковані плати. Для елементів поверхневого монтажу використовується технологія поверхневого монтажу (SMT), яка передбачає встановлення компонентів безпосередньо на поверхню плати. Для компонентів із виводами застосовується монтаж компонентів у отвори друкованої плати (DIP-монтаж). На якість цього етапу впливають точність позиціонування елементів, якість паяльної пасти, температурний режим пайки, стан плати та правильність підготовки компонентів.

Після монтажу вироби проходять операційний контроль. На цьому етапі перевіряється правильність встановлення компонентів, якість пайки, наявність або відсутність зміщень, містків між контактами, пропущених елементів чи механічних пошкоджень. Для цього може застосовуватися автоматична оптична інспекція (AOI), а також ручна перевірка контролером. AOI дає змогу швидко виявляти типові дефекти монтажу, однак її результати потребують подальшого збереження та зв'язку з конкретною партією продукції.

На практиці результати перевірок можуть залишатися в різних джерелах: у пам'яті обладнання, електронних таблицях, паперових журналах або окремих файлах. Через це начальнику ВТК складно швидко отримати повну інформацію щодо певної партії, повторюваності дефектів або проблемної виробничої дільниці. Така фрагментарність інформації знижує ефективність аналізу та ускладнює прийняття рішень щодо покращення виробничого процесу [5].

Після проходження операційного контролю придатні плати передаються на корпусне складання. На цьому етапі виконується встановлення плат у корпус, підключення інтерфейсних елементів, закріплення механічних вузлів, перевірка правильності з'єднань і загального зовнішнього стану виробу. Хоча цей етап є менш складним порівняно з монтажем електронних компонентів, він також впливає на якість готової продукції. Неправильне кріплення, пошкодження корпусу або помилки під час підключення можуть стати причиною відмови пристрою.

Наступним важливим етапом є програмування та функціональне тестування. Після складання пристрій підключається до відповідного стенда, завантажується програмне забезпечення, перевіряється запуск, стабільність роботи, реакція на вхідні сигнали, працездатність інтерфейсів і відповідність основним функціональним параметрам. На цій стадії можуть бути виявлені дефекти, які неможливо встановити лише візуально: нестабільність живлення, помилки у роботі мікросхем, некоректна реакція програмної логіки або відхилення електричних параметрів.

Завершальним етапом технологічного процесу є фінальний контроль. Під час нього перевіряється комплектність виробу, зовнішній вигляд, правильність маркування, наявність супровідної документації, якість пакування та відповідність готової продукції вимогам замовлення. Якщо виріб відповідає встановленим вимогам, він допускається до передачі на склад. Якщо ж виявлено невідповідність, продукція може бути направлена на доопрацювання, повторну перевірку або списання залежно від характеру дефекту.

Отже, технологічний процес виробництва на підприємстві ТОВ «Блюберд тех» має багатостадійний характер і потребує контролю на всіх основних етапах. Кожна виробнича операція створює інформацію, яка має значення для подальшого аналізу якості. Тому процес управління якістю доцільно підтримувати за допомогою комп'ютеризованої системи, яка забезпечує фіксацію результатів перевірок, збереження даних про дефекти, простежуваність партій і формування єдиного інформаційного середовища для роботи ВТК.

1.3 Системи і устаткування підприємства

Для забезпечення стабільної якості електронної продукції на підприємстві ТОВ «Блюберд тех» використовуються виробничі, контрольні та інформаційні засоби, які супроводжують продукцію на всіх основних етапах технологічного процесу. До таких засобів належать обладнання для монтажу електронних компонентів, прилади для перевірки параметрів виробів, засоби візуального й функціонального контролю, персональні комп'ютери та програмні інструменти для ведення обліку результатів перевірок.

Основу виробничого процесу становить устаткування, призначене для підготовки комплектуючих, монтажу компонентів на друковані плати, пайки, корпусного складання, програмування та тестування готових виробів. На етапі поверхневого монтажу важливе значення мають точність позиціонування компонентів, якість нанесення паяльної пасти та дотримання температурних

режимів. Для компонентів із выводами застосовується монтаж у отвори друкованої плати, який також потребує подальшої перевірки якості з'єднань і правильності встановлення елементів.

Контроль якості монтажу здійснюється за допомогою автоматичної оптичної інспекції (AOI), цифрових мікроскопів і ручної перевірки контролером. AOI дає змогу виявляти типові дефекти монтажу: зміщення компонентів, відсутність елементів, порушення пайки, перемички між контактами або інші видимі невідповідності. Проте результати такої перевірки повинні не лише фіксуватися обладнанням, а й зберігатися у зручному для подальшого аналізу вигляді.

Для функціонального контролю готових електронних модулів використовуються програмувальні пристрої, стенди тестування, мультиметри, осцилографи, діагностичне програмне забезпечення та персональні комп'ютери. За допомогою такого устаткування перевіряється запуск пристрою, стабільність його роботи, реакція на вхідні сигнали, працездатність інтерфейсів і відповідність основним технічним параметрам. На цьому етапі можуть бути виявлені дефекти, які неможливо визначити лише шляхом зовнішнього огляду [6].

Окрему роль у роботі підприємства відіграють інформаційні засоби. Частина даних про результати контролю може зберігатися в електронних таблицях, локальних файлах, паперових журналах або окремих програмних середовищах. Таке зберігання інформації ускладнює пошук даних про конкретну партію, порівняння результатів перевірок і формування звітності. Унаслідок цього працівникам відділу технічного контролю доводиться витрачати додатковий час на зіставлення інформації з різних джерел.

Наявні системи й устаткування створюють технічну основу для контролю продукції, однак вони не забезпечують повного інформаційного супроводу процесу управління якістю. Обладнання може фіксувати окремі параметри або результати перевірок, але без єдиного інформаційного середовища ці дані залишаються розрізненими. Це знижує оперативність аналізу дефектів, ускладнює

простежуваність партій і не дозволяє швидко отримати узагальнену інформацію про стан якості продукції [7].

Для ефективної роботи підприємства важливо, щоб результати вхідного контролю, операційного контролю, функціонального тестування та фінального приймання зберігалися централізовано. Це дає змогу пов'язати кожну перевірку з конкретною партією або виробом, визначити відповідального працівника, простежити історію виявлених дефектів і сформувати необхідну звітність для начальника відділу технічного контролю.

Отже, системи й устаткування підприємства ТОВ «Блюберд тех» забезпечують виконання основних виробничих і контрольних операцій, однак потребують доповнення комп'ютеризованою системою управління якістю. Така система має об'єднати результати роботи обладнання, дані контролерів і звітну інформацію в єдиному програмному середовищі. Це дозволить підвищити достовірність обліку, скоротити час пошуку інформації, покращити простежуваність продукції та створити основу для подальшого аналізу якості.

1.4 Якісні показники на виробництві та їх забезпечення

Якість продукції на підприємстві ТОВ «Блюберд тех» визначається сукупністю показників, які характеризують відповідність електронних модулів, контролерів і пристроїв бездротового зв'язку встановленим технічним вимогам. Для підприємства електронного профілю важливими є не лише зовнішній вигляд виробу, а й правильність монтажу компонентів, стабільність електричних параметрів, працездатність програмного забезпечення, надійність функціонування та відповідність готової продукції супровідній документації.

До основних якісних показників на виробництві можна віднести рівень браку, кількість виявлених дефектів, частку продукції, що проходить контроль з першого пред'явлення, кількість виробів, направлених на доопрацювання, повторюваність дефектів, стабільність результатів функціонального тестування та

своєчасність виявлення невідповідностей. Ці показники дають змогу оцінити не тільки якість готової продукції, а й ефективність роботи окремих виробничих дільниць, постачальників і відділу технічного контролю.

Одним із важливих показників є рівень дефектності продукції. Він відображає кількість виробів або партій, у яких під час контролю були виявлені невідповідності. Зменшення рівня дефектності свідчить про стабільність технологічного процесу, правильну організацію контролю та ефективну роботу персоналу. Якщо ж кількість дефектів зростає або вони повторюються на однакових етапах виробництва, це вказує на необхідність додаткового аналізу причин і впровадження коригувальних заходів [8].

Важливе значення має також показник виходу придатної продукції з першого пред'явлення. Він характеризує частку виробів, які успішно проходять контроль без доопрацювання та повторної перевірки. Для підприємства цей показник є важливим, оскільки повторне тестування, ремонт або перероблення виробів збільшують витрати часу, навантаження на працівників і собівартість продукції. Тому підвищення цього показника є одним із завдань системи управління якістю.

Якість продукції забезпечується на всіх етапах технологічного процесу. Під час вхідного контролю перевіряється відповідність комплектуючих супровідній документації, цілісність пакування, маркування та відсутність видимих пошкоджень. На етапі монтажу контролюється правильність встановлення компонентів, якість пайки, відсутність зміщень, перемичок, пропущених елементів та інших дефектів. Під час функціонального тестування перевіряється працездатність виробу, стабільність його роботи, реакція на вхідні сигнали та відповідність основним технічним параметрам.

Окрему роль у забезпеченні якості відіграє фінальний контроль. На цьому етапі перевіряється комплектність виробу, зовнішній вигляд, правильність маркування, наявність супровідної документації та якість пакування. Якщо готова продукція відповідає встановленим вимогам, вона передається на склад. У разі

виявлення невідповідностей виріб направляється на доопрацювання, повторну перевірку або списання залежно від характеру дефекту.

Для ефективного забезпечення якості важливо не лише виявляти дефекти, а й накопичувати інформацію про них. Дані про тип дефекту, етап його виявлення, відповідальну ділянку, працівника, статус усунення та прийняте рішення мають зберігатися у впорядкованому вигляді. Це дозволяє аналізувати повторювані проблеми, визначати слабкі місця виробничого процесу, оцінювати якість роботи постачальників і своєчасно приймати управлінські рішення [9].

У чинній організації роботи частина інформації про якісні показники може зберігатися в різних джерелах: паперових журналах, електронних таблицях, локальних файлах або окремих програмних засобах. Такий підхід ускладнює швидке отримання повної інформації про стан якості продукції. Крім того, виникає ризик дублювання даних, помилок під час ручного перенесення записів і втрати частини важливої інформації.

Забезпечення якості на підприємстві потребує створення єдиного інформаційного середовища, у якому будуть зберігатися результати вхідного, операційного, функціонального та фінального контролю. Комп'ютеризована система управління якістю має забезпечити накопичення даних про партії, перевірки, дефекти, акти невідповідності та результати тестування. Завдяки цьому працівники відділу технічного контролю зможуть швидше отримувати необхідну інформацію, а керівництво — аналізувати динаміку якісних показників.

Отже, якісні показники на виробництві ТОВ «Блюберд тех» охоплюють рівень дефектності, частку придатної продукції, повторюваність дефектів, результати функціонального тестування та ефективність контролю на різних етапах виробничого процесу. Їх забезпечення можливе за умови системного контролю, своєчасної фіксації результатів перевірок і використання комп'ютеризованої системи, яка дозволить об'єднати дані про якість продукції в єдиному програмному середовищі.

1.5 Структура комп'ютеризованої системи управління якістю

Комп'ютеризована система управління якістю на підприємстві ТОВ «Блюберд тех» призначена для впорядкування обліку результатів контролю, збереження інформації про партії продукції, фіксації дефектів, формування звітності та забезпечення простежуваності виробів на всіх етапах технологічного процесу. Необхідність створення такої системи зумовлена тим, що чинна організація роботи відділу технічного контролю (ВТК) передбачає використання різних джерел даних: паперових журналів, електронних таблиць, локальних файлів та окремих програмних засобів.

Основним завданням комп'ютеризованої системи є створення єдиного інформаційного середовища для роботи ВТК. У межах такого середовища повинні об'єднуватися дані про постачальників, комплектуючі, продукцію, партії, контрольні операції, дефекти, результати функціонального тестування, акти невідповідності та підсумкові рішення щодо готових виробів. Це дає змогу скоротити час пошуку інформації, зменшити кількість ручних операцій, підвищити достовірність обліку та забезпечити швидке формування звітів [10].

Структуру комп'ютеризованої системи управління якістю ВТК наведено в додатку А.

До складу системи доцільно включити кілька основних функціональних модулів: модуль довідників, модуль обліку партій, модуль вхідного контролю, модуль операційного контролю, модуль функціонального тестування, модуль фінального контролю, модуль обліку дефектів і невідповідностей, модуль звітності та модуль адміністрування користувачів. Кожен із цих модулів виконує окрему групу функцій, але всі вони працюють із єдиною базою даних.

Модуль довідників призначений для збереження постійної інформації, яка використовується в роботі системи. До такої інформації належать дані про продукцію, комплектуючі, постачальників, виробничі дільниці, типи дефектів, етапи контролю, працівників і ролі користувачів. Використання довідників

дозволяє уніфікувати введення даних і зменшити ймовірність помилок під час заповнення журналів контролю.

Модуль обліку партій забезпечує реєстрацію партій продукції або комплектуючих, які надходять на підприємство чи передаються між етапами виробництва. У ньому зберігаються номер партії, дата надходження, найменування продукції або матеріалу, кількість одиниць, постачальник, поточний статус і примітки. Завдяки цьому кожна партія отримує власну історію проходження контролю.

Модуль вхідного контролю використовується для фіксації результатів перевірки матеріалів і комплектуючих, що надходять від постачальників. У цьому модулі працівник ВТК вносить дату перевірки, відповідального контролера, результат огляду, виявлені невідповідності та рішення щодо подальшого використання партії. Якщо виявлено дефекти, інформація передається до модуля обліку невідповідностей.

Модуль операційного контролю призначений для обліку результатів перевірок після монтажу компонентів, пайки, автоматичної оптичної інспекції (AOI) та ручної перевірки. У ньому фіксуються відомості про якість монтажу, наявність зміщень, пропущених елементів, дефектів пайки, механічних пошкоджень або інших відхилень. Такі дані мають важливе значення для аналізу стабільності виробничого процесу.

Модуль функціонального тестування забезпечує внесення результатів перевірки працездатності готових електронних модулів. У ньому зберігаються дані про параметри тестування, висновки щодо придатності виробу, відповідального інженера-тестувальника та результат перевірки. Цей модуль дозволяє виявляти дефекти, які неможливо встановити лише під час зовнішнього огляду.

Модуль фінального контролю використовується на завершальному етапі виробництва. У ньому фіксується комплектність виробу, зовнішній вигляд, правильність маркування, наявність супровідної документації, якість пакування та

рішення щодо передачі продукції на склад. Якщо виріб не відповідає встановленим вимогам, він може бути направлений на доопрацювання, повторну перевірку або списання.

Модуль обліку дефектів і невідповідностей призначений для накопичення інформації про всі виявлені відхилення. У ньому зазначаються тип дефекту, етап його виявлення, відповідальна дільниця, ступінь критичності, статус усунення та прийняте рішення. На основі цих даних можуть формуватися акти браку або акти невідповідності. Такий модуль є важливим для аналізу повторюваних дефектів і визначення причин погіршення якості продукції [11].

Модуль звітності забезпечує формування узагальненої інформації для начальника ВТК і керівництва підприємства. За його допомогою можна отримувати звіти за періодами, партіями, типами дефектів, постачальниками, виробничими дільницями та відповідальними працівниками. Наявність такого модуля дозволяє швидше оцінювати якісні показники виробництва та приймати управлінські рішення.

Модуль адміністрування користувачів призначений для керування обліковими записами та правами доступу. У системі мають бути передбачені різні категорії користувачів: контролер ВТК, інженер-тестувальник, начальник ВТК та адміністратор. Контролер повинен мати можливість вносити результати перевірок і реєструвати дефекти, інженер-тестувальник – фіксувати результати функціональних випробувань, начальник ВТК – переглядати звіти й аналізувати статистику, а адміністратор – налаштовувати довідники та облікові записи.

Основою роботи системи є база даних (БД), у якій зберігаються всі відомості про партії, продукцію, перевірки, дефекти, акти, користувачів і результати тестування. Використання БД забезпечує централізоване збереження інформації та зв'язок між основними об'єктами системи. Завдяки цьому можна простежити повний шлях партії від надходження комплектуючих до фінального приймання готового виробу [12].

Функціональну схему інформаційних потоків комп'ютеризованої системи управління якістю ВТК наведено в додатку Б.

Інформаційні потоки в системі формуються послідовно. Спочатку до системи вносяться дані про партії, комплектуючі та постачальників. Далі фіксуються результати вхідного контролю, операційного контролю, функціонального тестування та фінального приймання. Якщо на будь-якому етапі виявлено дефект, інформація передається до модуля обліку невідповідностей. Після цього система дозволяє сформувати акт, змінити статус партії та відобразити відповідні дані у звітності.

Отже, структура комп'ютеризованої системи управління якістю ВТК має забезпечувати повний інформаційний супровід процесу контролю продукції. Її використання дозволить об'єднати розрізнені джерела даних, підвищити оперативність роботи працівників ВТК, покращити простежуваність партій, спростити формування звітів і створити основу для подальшого аналізу якості продукції на підприємстві ТОВ «Блюберд тех».

2. ПРОЄКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ВТК

2.1 Формування вимог до комп'ютеризованої системи

Після аналізу роботи відділу технічного контролю та обґрунтування необхідності комп'ютеризації процесів управління якістю доцільно визначити основні вимоги до майбутньої комп'ютеризованої системи. Ці вимоги визначають межі проєктування, склад функцій, структуру програмного забезпечення, принципи організації бази даних і порядок взаємодії користувача з програмою. Оскільки система призначена для використання у виробничому підрозділі, вона має бути функціонально достатньою, надійною та зручною для щоденної роботи персоналу.

Функціональні вимоги пов'язані з основними операціями, які виконуються у відділі технічного контролю (ВТК). Система повинна забезпечувати введення, редагування, збереження та перегляд даних про партії продукції, перевірки, дефекти, постачальників, результати тестування і прийняті рішення. Крім того, необхідно передбачити створення електронних актів, програмне формування звітів і пошук записів за різними ознаками. За своїм призначенням система має виконувати роль єдиного робочого середовища для фіксації та супроводу контрольних операцій [13].

До основних функціональних вимог комп'ютеризованої системи належать:

- ведення номенклатури продукції, комплектуючих і постачальників;
- реєстрація партій, які надходять у виробництво або передаються на контроль;
- внесення результатів вхідного контролю;
- фіксація результатів операційного контролю після SMT-монтажу, DIP-монтажу, пайки, AOI та ручної перевірки;

- реєстрація дефектів із зазначенням їх типу, місця виявлення, відповідальної ділянки та статусу усунення;
- ведення результатів програмування і функціонального тестування виробів;
- оформлення актів браку й невідповідності;
- формування звітів за вибраний період;
- накопичення статистики дефектів для подальшого аналізу;
- підтримка розмежування прав доступу між користувачами.

Інформаційні вимоги стосуються способу організації та збереження даних. Усі відомості в системі мають бути структурованими, логічно пов'язаними й несуперечливими. Для кожної партії або окремого виробу повинна зберігатися історія проходження контролю: від вхідної перевірки до фінального приймання. Дані про результати АОІ, функціональне тестування, дефекти та акти невідповідності не повинні існувати окремо одне від одного, оскільки зв'язок між цими записами забезпечує простежуваність продукції [14].

Вимоги до інтерфейсу користувача визначають зручність практичного застосування програми. Працівник ВТК повинен мати можливість швидко вносити результати перевірки або інформацію про дефект без зайвого ускладнення робочого процесу. Доцільно передбачити окремі форми для довідників, журналів перевірок, карток партій, журналу дефектів і звітності. Інтерфейс також має підтримувати фільтрацію записів за датою, номером партії, видом продукції, ділянкою, відповідальним працівником і результатом контролю.

Технічні вимоги передбачають можливість роботи системи на звичайних персональних комп'ютерах підприємства. Оскільки більшість операцій ВТК виконується на стаціонарних робочих місцях, десктопний формат є практичним для такого завдання. Програма повинна стабільно працювати без складної серверної інфраструктури, забезпечувати збереження бази даних, захист від випадкового видалення записів і можливість резервного копіювання.

Експлуатаційні вимоги охоплюють надійність, простоту супроводу, можливість оновлення та навчання персоналу. Система повинна бути побудована

так, щоб у майбутньому її можна було доповнювати новими довідниками, звітами або функціональними модулями без повної перебудови програмної архітектури. Це важливо, оскільки виробничі процеси можуть змінюватися, а вимоги до контролю якості можуть розширюватися.

Окремо слід урахувати вимоги до захисту інформації. Дані про результати контролю, дефекти, рішення щодо партій і відповідальних працівників мають бути доступні лише тим користувачам, які мають відповідні повноваження. Тому система повинна підтримувати авторизацію користувачів, розподіл ролей і обмеження доступу до окремих функцій. Такий підхід зменшує ризик несанкціонованого редагування або втрати важливої виробничої інформації [15].

Отже, сформовані вимоги визначають загальну логіку майбутньої комп'ютеризованої системи управління якістю ВТК. Вони створюють основу для вибору структури системи, програмних засобів, моделі бази даних та алгоритмів роботи. Майбутня система має забезпечити впорядкований облік контрольних операцій, збереження повної історії перевірок, швидкий пошук інформації та підготовку аналітичної звітності для ВТК.

2.2 Вибір структури та функціональних модулів системи

З урахуванням поставлених завдань і особливостей роботи відділу технічного контролю підприємства ТОВ «Блюберд тех» для розроблюваної комп'ютеризованої системи управління якістю доцільно застосувати модульну структуру. Такий підхід дає можливість поділити систему на окремі функціональні блоки, кожен із яких відповідає за конкретну групу операцій: ведення довідників, реєстрацію результатів контролю, облік дефектів, функціональне тестування, фінальне приймання продукції та формування звітності.

Модульна побудова є зручною для проєктування, подальшого супроводу та розширення програмного забезпечення. За потреби до системи можна буде додати нові довідники, звіти або функції без повної зміни її структури. Це важливо для

підприємства, оскільки вимоги до контролю якості можуть змінюватися залежно від номенклатури продукції, технологічного процесу та внутрішніх правил роботи ВТК [16].

Для розроблюваної системи доцільно передбачити трирівневу структуру: рівень користувацького інтерфейсу, рівень прикладної логіки та рівень зберігання даних. Такий поділ дозволяє відокремити роботу користувача з програмою, оброблення інформації та організацію бази даних. Це підвищує зручність супроводу системи і створює умови для її подальшого розвитку.

Рівень користувацького інтерфейсу забезпечує взаємодію працівників ВТК із програмою. На цьому рівні мають бути розміщені форми введення даних, журнали перевірок, картки партій, таблиці дефектів, вікна пошуку та звітності. Інтерфейс повинен бути побудований так, щоб користувач міг швидко знайти потрібну партію, внести результат контролю, зареєструвати дефект або переглянути історію перевірок без зайвого ускладнення робочого процесу.

Рівень прикладної логіки відповідає за оброблення введених даних і виконання правил роботи системи. На цьому рівні мають здійснюватися перевірка коректності записів, формування статусів партій, створення актів невідповідності, визначення прав доступу та підготовка даних для звітів. Наприклад, система повинна визначати, чи може партія перейти на наступний етап контролю, чи необхідне доопрацювання або повторна перевірка.

Рівень зберігання даних реалізується за допомогою SQL-сумісної бази даних. Його завданням є централізоване збереження інформації про продукцію, партії, перевірки, дефекти, користувачів, акти та результати тестування. Використання реляційної бази даних є доцільним, оскільки вона дозволяє встановлювати зв'язки між таблицями, забезпечувати цілісність інформації та простежувати історію проходження партії на різних етапах контролю.

Структурну схему комп'ютеризованої системи управління якістю ВТК наведено в додатку А. У складі системи доцільно передбачити такі основні модулі: модуль довідників, модуль обліку партій, модуль вхідного контролю, модуль

операційного контролю, модуль функціонального тестування, модуль фінального контролю, модуль обліку дефектів і невідповідностей, модуль звітності та модуль адміністрування користувачів.

Модуль довідників призначений для збереження нормативно-довідкової інформації. До нього належать довідники продукції, комплектуючих, постачальників, типів дефектів, виробничих дільниць, етапів контролю, користувачів і ролей доступу. Єдиний довідковий простір зменшує кількість помилок під час введення даних і забезпечує однаковий підхід до обліку.

Модуль обліку партій забезпечує реєстрацію продукції або комплектуючих, які надходять у виробництво чи передаються на контроль. У ньому мають зберігатися номер партії, дата надходження, найменування продукції або матеріалу, кількість одиниць, постачальник, поточний статус і примітки. Завдяки цьому кожна партія отримує власну історію проходження контролю.

Модуль вхідного контролю забезпечує реєстрацію результатів перевірки матеріалів і комплектуючих, що надходять від постачальників. У ньому мають фіксуватися дата перевірки, номер партії, постачальник, результат контролю, виявлені невідповідності та рішення щодо подальшого використання матеріалів. Це дає змогу не допустити передачу дефектних комплектуючих у виробництво.

Модуль операційного контролю використовується для обліку перевірок після монтажу, пайки, автоматичної оптичної інспекції (АОІ) та ручної перевірки. У цьому модулі реєструються дефекти, виявлені контролером або обладнанням, зазначаються місце їх виникнення, характер відхилення, відповідальна дільниця та необхідність доопрацювання.

Модуль функціонального тестування призначений для фіксації результатів програмування та випробувань електронних блоків. У ньому зберігаються параметри перевірки, результат тестування, дані про інженера-тестувальника та висновки щодо придатності виробу. Цей модуль є важливим, оскільки частина дефектів може бути виявлена лише під час перевірки працездатності пристрою.

Модуль фінального контролю забезпечує облік завершальної перевірки готової продукції. На цьому етапі фіксуються комплектність виробу, зовнішній стан, правильність маркування, наявність документації та якість пакування. Після проходження фінального контролю система повинна формувати рішення про передачу продукції на склад або повернення її на доопрацювання.

Модуль обліку дефектів і невідповідностей накопичує інформацію про всі зафіксовані відхилення. У ньому мають зберігатися тип дефекту, етап виявлення, ступінь критичності, відповідальна дільниця, статус усунення та прийняте рішення. Дані цього модуля використовуються для аналізу браку, пошуку повторюваних проблем і формування актів невідповідності.

Модуль звітності та аналітики призначений для формування узагальнених даних про стан якості продукції. Він повинен забезпечувати підготовку звітів за періодами, партіями, типами дефектів, постачальниками, дільницями та відповідальними працівниками. Завдяки цьому начальник ВТК і керівництво підприємства можуть швидше оцінювати динаміку браку та приймати управлінські рішення.

Модуль адміністрування користувачів забезпечує створення облікових записів, призначення ролей і розмежування прав доступу. У системі мають працювати контролери ВТК, інженери-тестувальники, начальник ВТК та адміністратор. Кожна категорія користувачів повинна мати доступ лише до тих функцій, які відповідають її посадовим обов'язкам.

Функціональну схему інформаційних потоків комп'ютеризованої системи управління якістю ВТК наведено в додатку Б. Запропонована структура забезпечує послідовний рух інформації від первинного введення до аналітичного опрацювання. Дані, внесені на етапі вхідного або операційного контролю, надалі використовуються для формування історії партії, аналізу дефектів і підготовки звітів. Це дозволяє уникнути дублювання записів і створити єдине інформаційне середовище для роботи ВТК.

Отже, модульна структура є найбільш придатною для розроблюваної комп'ютеризованої системи управління якістю, оскільки вона відповідає логіці роботи відділу технічного контролю, підтримує поетапне розширення функцій і забезпечує зв'язок між основними інформаційними об'єктами. Такий підхід дає змогу підвищити впорядкованість обліку, покращити простежуваність партій і спростити формування звітності щодо якості продукції.

2.3 Розробка інформаційного забезпечення

2.3 Розробка інформаційного забезпечення

Інформаційне забезпечення є важливою складовою комп'ютеризованої системи управління якістю, оскільки воно визначає склад даних, порядок їх зберігання, оброблення та подальшого використання. Для відділу технічного контролю підприємства ТОВ «Блюберд тех» інформаційне забезпечення має відображати реальний рух продукції у виробничому процесі: від надходження комплектуючих до фінального контролю готового виробу. Такий підхід дає змогу не лише фіксувати окремі результати перевірок, а й формувати повну історію контролю кожної партії продукції [13].

У межах розроблюваної системи інформацію доцільно поділити на чотири основні групи: нормативно-довідкову, оперативну, звітну та службову. Такий поділ спрощує побудову бази даних і дає змогу визначити, які відомості використовуються постійно, які формуються під час щоденної роботи, а які потрібні для аналізу, звітності та адміністрування системи.

Нормативно-довідкова інформація охоплює дані, що змінюються порівняно рідко, але використовуються під час більшості операцій у системі. До неї належать довідники продукції, комплектуючих, постачальників, типів дефектів, виробничих

дільниць, посад працівників, статусів контролю та видів перевірок. Наявність таких довідників зменшує кількість помилок під час введення даних і забезпечує однакове найменування об'єктів у різних модулях системи.

Оперативна інформація формується безпосередньо в процесі роботи відділу технічного контролю (ВТК). Вона включає записи про партії продукції, результати вхідного контролю, дані операційного контролю, дефекти, результати автоматичної оптичної інспекції (AOI), функціональні випробування, фінальне приймання, повторні перевірки та рішення щодо доопрацювання або списання виробів. Ця група даних є основою для щоденної роботи працівників ВТК і подальшого аналізу якості продукції [14].

Звітна інформація створюється на підставі оперативних записів. До неї належать звіти про рівень браку за певний період, статистика дефектів за типами, звіти щодо якості роботи постачальників, показники по виробничих дільницях, результати повторного контролю та узагальнені дані для керівництва. У правильно побудованій комп'ютеризованій системі така інформація не повинна вводитися вручну, а має формуватися на основі даних, уже внесених до бази.

Службова інформація забезпечує стабільну та безпечну роботу системи. Вона містить дані про користувачів, їхні ролі, права доступу, дату створення й редагування записів, історію змін та інші технічні параметри. Такі відомості потрібні для контролю відповідальності користувачів і захисту даних від випадкового або несанкціонованого редагування.

Інформаційні потоки в системі мають будуватися послідовно. Спочатку до системи вносяться первинні дані про партії, матеріали, постачальників і результати контролю. Потім ці записи уточнюються, пов'язуються між собою та використовуються для формування актів, журналів і звітів. На виході користувач отримує впорядковану інформацію у вигляді карток партій, журналів перевірок, актів невідповідності, статистичних звітів і аналітичних підсумків.

Для подальшого проектування доцільно передбачити такі основні інформаційні документи системи:

- картка партії;
- журнал вхідного контролю;
- журнал операційного контролю;
- журнал дефектів;
- протокол функціонального тестування;
- акт браку;
- акт невідповідності;
- звіт про якість за період;
- статистичний звіт щодо дефектів.

Картка партії має містити номер партії, дату надходження, найменування продукції або комплектуючих, постачальника, кількість одиниць, поточний статус і примітки. Журнали контролю повинні фіксувати дату перевірки, відповідального працівника, результат контролю та виявлені відхилення. Протокол функціонального тестування має відображати параметри перевірки, висновок про працездатність виробу та дані інженера-тестувальника.

Акти браку й невідповідності потрібні для документального оформлення випадків, коли продукція або комплектуючі не відповідають установленим вимогам. У таких документах доцільно зазначати опис дефекту, етап його виявлення, відповідальну ділянку, рішення щодо подальших дій і статус усунення проблеми. Це підвищує прозорість роботи ВТК і полегшує аналіз причин браку [16].

Окреме значення має зв'язок інформаційного забезпечення з базою даних системи. Усі інформаційні об'єкти мають бути логічно пов'язані між собою, щоб забезпечити простежуваність продукції на всіх етапах контролю. Наприклад, запис про партію має бути пов'язаний із результатами перевірок, виявленими дефектами, актами невідповідності, відповідальними працівниками та підсумковим рішенням щодо подальшого руху продукції.

Отже, інформаційне забезпечення розроблюваної системи має охоплювати повний цикл роботи з даними: від первинної реєстрації результатів контролю до формування управлінської звітності. На його основі визначаються структура бази даних, зв'язки між таблицями, алгоритми оброблення інформації та логіка функціонування всієї комп'ютеризованої системи управління якістю ВТК.

2.4 Проєктування бази даних системи

База даних у комп'ютеризованій системі управління якістю відділу технічного контролю виконує роль основного сховища інформації. У ній мають накопичуватися відомості про продукцію, партії, перевірки, дефекти, результати тестування, користувачів і сформовані документи. Від правильності проєктування бази даних залежить не лише зручність роботи програми, а й достовірність обліку, швидкість пошуку інформації та можливість подальшого аналізу якості продукції.

Для системи ТОВ «Блюберд тех» доцільно використати реляційну модель даних. Вона дає змогу подати інформацію у вигляді взаємопов'язаних таблиць і чітко описати зв'язки між основними об'єктами: виробами, партіями, перевірками, дефектами, актами та користувачами. Такий підхід узгоджується з використанням SQL і є придатним для реалізації як у локальному десктопному застосунку, так і в мережевому варіанті системи [13].

Під час проєктування бази даних необхідно врахувати логіку роботи відділу технічного контролю (ВТК). Одна партія може проходити кілька етапів контролю, кожна перевірка може мати один або кілька зафіксованих дефектів, а кожен дефект може бути пов'язаний з актом невідповідності або рішенням щодо доопрацювання. Тому база даних повинна не просто зберігати окремі записи, а забезпечувати простежуваність усіх контрольних подій.

Схему бази даних системи управління якістю ВТК наведено в додатку В.

У структурі бази даних доцільно передбачити такі основні таблиці:

- Users: користувачі системи;

- Roles: ролі користувачів;
- Suppliers: постачальники;
- Products: види продукції;
- Batches: партії продукції або комплектуючих;
- ControlStages: етапи контролю;
- Inspections: записи про проведені перевірки;
- DefectTypes: класифікатор дефектів;
- Defects: конкретні випадки виявлених дефектів;
- Tests: результати функціональних випробувань;
- NonconformityActs: акти невідповідності;
- FinalControl: результати фінального контролю.

Таблиця Users призначена для збереження даних про працівників, які працюють із системою. Вона повинна містити ідентифікатор користувача, прізвище, ім'я та по батькові, логін, пароль або його захищене представлення, роль користувача та службові параметри. Таблиця Roles визначає права доступу для різних категорій персоналу: контролера, інженера-тестувальника, начальника ВТК та адміністратора. Такий поділ потрібний для обмеження доступу до критичних операцій і запобігання несанкціонованому редагуванню даних [15].

Таблиця Suppliers використовується для збереження інформації про постачальників комплектуючих і матеріалів. У ній доцільно передбачити назву постачальника, контактні дані, примітки та, за потреби, оцінку надійності постачання. Ця інформація може використовуватися під час аналізу повторюваних дефектів, пов'язаних із певними партіями матеріалів.

Таблиця Products містить номенклатуру продукції підприємства. До її полів можуть входити код виробу, назва, тип продукції, технічний опис і додаткові примітки. Таблиця Batches призначена для обліку партій продукції або комплектуючих. Вона має містити номер партії, дату створення або надходження,

посилання на продукцію чи матеріал, кількість одиниць, постачальника, поточний статус і службові коментарі.

Однією з центральних таблиць є Inspections. У ній фіксуються всі контрольні операції незалежно від етапу перевірки. Основними полями цієї таблиці є ідентифікатор перевірки, номер партії, етап контролю, дата перевірки, відповідальний користувач, результат, коментар і посилання на супровідні документи. Через цю таблицю формується історія проходження контролю для кожної партії.

Таблиця ControlStages потрібна для збереження переліку етапів контролю: вхідний контроль, операційний контроль, контроль після автоматичної оптичної інспекції (AOI), функціональне тестування, фінальний контроль тощо. Винесення етапів в окрему таблицю дозволяє гнучко змінювати або доповнювати структуру контролю без зміни основних таблиць бази даних.

Таблиця DefectTypes виконує роль класифікатора типових дефектів. До неї можуть входити такі позиції, як холодна пайка, місток між контактами, відсутність компонента, зміщення елемента, пошкодження мікросхеми, дефект корпусу, помилка маркування тощо. Таблиця Defects, на відміну від довідника типів дефектів, описує конкретні випадки невідповідностей. Вона повинна містити посилання на партію, перевірку, тип дефекту, місце виявлення, ступінь критичності, відповідальну дільницю, статус усунення та коментар.

Таблиця Tests призначена для збереження результатів функціонального тестування. У ній доцільно передбачити номер тесту, посилання на партію або виріб, дату перевірки, вид тесту, основні параметри, результат, відповідального інженера-тестувальника та примітки. Такі дані потрібні для підтвердження працездатності виробу та подальшого аналізу причин функціональних відмов.

Таблиця FinalControl використовується для фіксації результатів завершальної перевірки готової продукції. У ній можуть зберігатися дані про комплектність, зовнішній стан виробу, маркування, пакування, наявність

документації та рішення щодо передачі продукції на склад. Ця таблиця завершує інформаційний ланцюг контролю партії.

Для документального оформлення невідповідностей потрібна таблиця NonconformityActs. Вона має містити номер акта, дату створення, підставу для оформлення, опис проблеми, посилання на відповідний дефект, відповідальну особу, прийняте рішення та статус виконання. Наявність такої таблиці дозволяє пов'язати факт виявлення дефекту з офіційним управлінським рішенням.

Зв'язки між таблицями мають будуватися за принципом логічної підпорядкованості. Наприклад:

- Products 1:M Batches;
- Suppliers 1:M Batches;
- Batches 1:M Inspections;
- ControlStages 1:M Inspections;
- Inspections 1:M Defects;
- DefectTypes 1:M Defects;
- Users 1:M Inspections;
- Users 1:M Tests;
- Batches 1:M Tests;
- Defects 1:1 або 1:M NonconformityActs;
- Batches 1:M FinalControl.

Під час проєктування бази даних важливо дотримуватися принципів нормалізації. Це дозволяє зменшити дублювання інформації та уникнути логічних суперечностей. Наприклад, тип дефекту не доцільно щоразу вводити вручну в таблиці Defects, оскільки він має зберігатися в окремому довіднику DefectTypes. Аналогічно, відомості про постачальника, користувача або виріб повинні зберігатися в окремих таблицях і використовуватися через зовнішні ключі [13].

Окрему увагу потрібно приділити цілісності даних. У системі мають використовуватися первинні ключі для унікальної ідентифікації записів і зовнішні ключі для встановлення зв'язків між таблицями. Це дасть змогу уникнути

ситуацій, коли перевірка існує без відповідної партії, дефект не пов'язаний із перевіркою або акт невідповідності не має підстави для створення.

Запроектована база даних створює основу для подальшої реалізації програмного застосунку. Вона забезпечує централізоване збереження інформації, підтримує простежуваність партій, дає змогу швидко отримувати історію перевірок і формувати звіти. Завдяки такій структурі система може виконувати не лише облікові, а й аналітичні функції, що є важливим для підвищення ефективності роботи ВТК.

2.5 Розробка алгоритму функціонування системи

Після визначення структури програмного комплексу та проєктування бази даних необхідно описати алгоритм роботи комп'ютеризованої системи управління якістю відділу технічного контролю. Алгоритм має відображати порядок руху інформації в системі: від моменту введення первинних даних до формування звітів, актів і рішень щодо подальшого руху продукції. Такий опис потрібний для розуміння внутрішньої логіки програми та подальшої реалізації її основних функцій [13].

Робота системи починається з авторизації користувача. Працівник вводить логін і пароль, після чого програма перевіряє облікові дані та визначає роль користувача. Від ролі залежить набір доступних функцій. Контролер ВТК отримує доступ до журналів перевірок і форм реєстрації дефектів, інженер-тестувальник — до розділу функціональних випробувань, начальник ВТК — до аналітичних звітів, а адміністратор — до налаштування довідників і користувачів. Такий підхід забезпечує розмежування прав доступу й підвищує захищеність інформації.

Після входу до системи користувач обирає потрібний модуль роботи. Якщо виконується вхідний контроль, до бази даних вносяться відомості про партію матеріалів або комплектуючих, постачальника, дату надходження, кількість позицій і результат перевірки. Якщо матеріали відповідають вимогам, партія

отримує статус допущеної до виробництва. Якщо виявлено невідповідність, система створює запис про дефект і, за потреби, формує акт невідповідності із зазначенням причини та прийнятого рішення [14].

На етапі операційного контролю користувач обирає партію або виріб, зазначає етап перевірки та вносить результат контролю. У разі виявлення дефекту система фіксує його тип, місце виникнення, ступінь критичності, відповідальну ділянку та статус усунення. Якщо дефект можна усунути, партія або виріб переводиться у статус доопрацювання. Після виконання необхідних дій система передбачає повторний контроль, результат якого також зберігається в історії партії.

Функціональне тестування виконується після монтажу, складання або програмування виробу. На цьому етапі інженер-тестувальник обирає відповідну партію чи виріб, вносить параметри перевірки, результат тестування та висновок щодо працездатності. Якщо тест пройдений успішно, запис додається до загальної історії контролю. Якщо виявлено несправність, система формує запис про невідповідність і пов'язує його з відповідною перевіркою або тестом.

Фінальний контроль завершує маршрут продукції в системі. Працівник ВТК перевіряє комплектність виробу, правильність маркування, зовнішній стан, наявність документації та якість пакування. За позитивного результату система змінює статус партії на готову до передачі на склад. Якщо виявлено зауваження, партія повертається на доопрацювання або отримує інший статус відповідно до прийнятого рішення.

Узагальнений алгоритм функціонування системи можна подати так:

1. Авторизація користувача.
2. Визначення ролі користувача та доступних функцій.
3. Вибір потрібного модуля роботи.
4. Пошук або створення запису про партію чи виріб.
5. Внесення результатів перевірки.
6. Перевірка наявності дефектів або невідповідностей.
7. Реєстрація дефекту за потреби.

8. Формування акта або рішення щодо подальших дій.
9. Оновлення статусу партії чи виробу.
10. Збереження даних у базі.
11. Використання накопиченої інформації для звітності та аналізу.

Алгоритм роботи системи при виявленні дефекту наведено в додатку Г.

Особливістю запропонованого алгоритму є те, що кожна контрольна дія не існує окремо, а пов'язується з конкретною партією, користувачем, етапом перевірки та результатом. Завдяки цьому система формує повну історію проходження продукції через етапи контролю. Такий підхід забезпечує простежуваність, зменшує ризик втрати інформації та створює основу для подальшої аналітичної обробки даних [16].

Накопичені записи можуть використовуватися для формування звітів про кількість дефектів, повторюваність невідповідностей, результати роботи окремих дільниць, якість постачання та динаміку браку. У перспективі алгоритм може бути розширений імпортом даних із суміжних систем або обладнання, зокрема автоматичної оптичної інспекції, облікових програм чи виробничих журналів. Це дозволить зменшити частку ручного введення даних і підвищити оперативність роботи ВТК.

Отже, розроблений алгоритм функціонування комп'ютеризованої системи управління якістю забезпечує послідовне виконання основних операцій: авторизацію користувача, вибір модуля, внесення результатів контролю, реєстрацію дефектів, формування актів, оновлення статусів партій і підготовку звітності. Його використання дає змогу впорядкувати роботу ВТК, забезпечити централізоване збереження інформації та створити умови для оперативного аналізу якості продукції.

2.6 Вибір програмних засобів реалізації

Для реалізації комп'ютеризованої системи управління якістю відділу технічного контролю у межах випускної роботи доцільно використати мову програмування Python та реляційну базу даних із підтримкою SQL-запитів. Такий вибір пояснюється доступністю засобів розроблення, зручністю створення прикладних програм, підтримкою роботи з базами даних і можливістю подальшого розширення функціоналу системи [13].

Python належить до мов програмування загального призначення й активно використовується для створення прикладних інформаційних систем. Однією з його переваг є простий і зрозумілий синтаксис, що полегшує розроблення та супровід програмного коду. Крім того, Python має значну кількість готових бібліотек для роботи з графічними інтерфейсами, файлами, базами даних, статистичною обробкою інформації та формуванням звітів [15].

У межах розроблюваної системи Python доцільно використовувати для реалізації прикладної логіки програми. За його допомогою можуть бути створені механізми авторизації користувачів, перевірки коректності введених даних, оброблення результатів контролю, формування статусів партій, реєстрації дефектів і створення звітів. Крім того, Python дає змогу організувати взаємодію між графічним інтерфейсом і базою даних, що є важливим для побудови цілісної десктопної системи.

Окремою перевагою Python є можливість швидкого внесення змін до програмного коду. Це має практичне значення для системи управління якістю, оскільки в майбутньому може виникнути потреба в додаванні нових довідників, типів звітів або функціональних модулів. Гнучкість мови дозволяє адаптувати систему до змін виробничих процесів без повного перепроєктування програмного забезпечення.

Для побудови графічного інтерфейсу доцільно використати бібліотеки настільної розробки Python. Найбільш придатними для такого завдання є PyQt або Tkinter. Вони дозволяють створювати вікна, форми введення, таблиці перегляду даних, меню, кнопкові елементи та діалогові вікна. У межах цієї роботи достатньо

передбачити використання таких засобів для створення зручного десктопного інтерфейсу, придатного для роботи працівників відділу технічного контролю.

Інтерфейс програми повинен бути орієнтований на користувачів, які не мають спеціальної ІТ-підготовки. Тому важливими вимогами є простота навігації, зрозуміле розташування елементів керування та швидке виконання типових операцій. Форми введення мають забезпечувати зручну реєстрацію результатів контролю, а таблиці – швидкий пошук і фільтрацію інформації за датою, партією, типом дефекту або відповідальним працівником.

Для зберігання даних доцільно використати реляційну базу даних із підтримкою мови SQL. Реляційна модель добре підходить для систем, у яких між інформаційними об'єктами існує значна кількість взаємозв'язків: між партіями, перевітками, дефектами, користувачами, актами невідповідності та результатами тестування [13].

У межах навчального проєкту як систему керування базами даних доцільно обрати SQLite. Вона не потребує окремого серверного програмного забезпечення, легко інтегрується з Python і забезпечує підтримку основних можливостей SQL. SQLite є зручним рішенням для локальної десктопної системи, оскільки база даних може зберігатися у вигляді одного файлу. Це спрощує резервне копіювання, перенесення системи між робочими місцями та її подальше обслуговування.

Для більш масштабованих рішень можуть використовуватися MySQL або PostgreSQL, однак у межах даної роботи їх застосування є менш доцільним через потребу у складнішому адмініструванні та налаштуванні серверної частини. Оскільки система орієнтована переважно на локальне використання у відділі технічного контролю, SQLite забезпечує достатній рівень функціональності при відносно простій реалізації.

SQL використовується для створення таблиць бази даних, формування зв'язків між сутностями, вибірки інформації, сортування, фільтрації та побудови звітів. За допомогою SQL-запитів система може отримувати статистику дефектів,

формувати перелік партій за певний період, визначати кількість невідповідностей або аналізувати результати роботи постачальників [16].

Комплекс Python і SQL має низку практичних переваг:

- відносну простоту реалізації програмного застосунку;
- невисокі вимоги до апаратного забезпечення;
- підтримку структурованої роботи з даними;
- зручність супроводу та подальшого розширення системи;
- можливість створення графічного інтерфейсу для настільного застосунку;
- придатність для локального використання у виробничому підрозділі.

Окремо необхідно обґрунтувати вибір десктопного застосунку. У межах цього проєкту веборієнтована система не є обов'язковою, оскільки основні користувачі працюють на стаціонарних робочих місцях відділу технічного контролю. Десктопний формат забезпечує швидкий доступ до програми без необхідності складної мережевої інфраструктури або постійного підключення до вебсервера.

Крім того, створення окремого програмного застосунку дозволяє реалізувати спеціалізовані функції контролю якості без обмежень, характерних для типових облікових систем підприємства. Наприклад, система може містити власну структуру дефектів, алгоритми аналізу невідповідностей, маршрути проходження контролю та спеціалізовані форми звітності для ВТК.

Отже, використання Python та SQL є технічно обґрунтованим для реалізації комп'ютеризованої системи управління якістю ВТК. Обраний комплекс засобів забезпечує необхідний рівень функціональності, підтримує роботу з реляційними даними, дозволяє створити зручний графічний інтерфейс і залишається достатньо простим для впровадження та подальшого супроводу.

2.7 Опис інтерфейсу користувача

Інтерфейс користувача є важливою складовою комп'ютеризованої системи управління якістю відділу технічного контролю, оскільки через нього працівники виконують більшість щоденних операцій: реєструють результати перевірок, фіксують дефекти, переглядають інформацію про партії, вносять результати тестування та формують звіти. Для виробничого підрозділу інтерфейс має бути не лише функціональним, а й зручним у практичному використанні. Якщо програма має складну навігацію або надмірну кількість зайвих дій, це збільшує час роботи з нею та підвищує ймовірність помилок під час введення даних [13].

Під час проєктування інтерфейсу необхідно враховувати, що користувачами системи будуть працівники з різними функціональними обов'язками. Контролер відділу технічного контролю (ВТК) переважно працюватиме з журналами перевірок і формами реєстрації дефектів, інженер-тестувальник – із результатами функціональних випробувань, начальник ВТК – зі звітами та аналітичними показниками, а адміністратор – із довідниками й обліковими записами користувачів. Тому інтерфейс повинен забезпечувати доступ до функцій відповідно до ролі користувача, не перевантажуючи його зайвими розділами.

Початковим елементом інтерфейсу має бути форма авторизації. У ній користувач вводить логін і пароль, після чого система визначає його роль і відкриває відповідний набір функцій. Такий підхід потрібний не лише для зручності, а й для захисту даних. Наприклад, контролер може вносити результати перевірок, але не повинен мати доступу до налаштування ролей або видалення критичних записів. Начальник ВТК, навпаки, повинен мати доступ до перегляду узагальненої інформації та звітності.

Після входу до системи користувач потрапляє до головного вікна програми. У ньому доцільно розмістити меню основних модулів, панель швидкого доступу та робочу область. Основними розділами можуть бути: «Вхідний контроль», «Операційний контроль», «Функціональне тестування», «Фінальний контроль», «Дефекти», «Довідники», «Звіти» та «Користувачі». Така структура відповідає

логіці роботи ВТК і дозволяє швидко переходити між основними операціями без складного пошуку потрібної функції.

Робоча область головного вікна повинна змінюватися залежно від обраного модуля. Наприклад, при відкритті журналу вхідного контролю користувач бачить перелік партій і результати їх перевірки, а при переході до модуля дефектів – список зафіксованих невідповідностей. Такий принцип організації інтерфейсу зменшує кількість відкритих вікон і робить роботу з програмою більш послідовною.

Основною формою подання даних у системі мають бути таблиці. Табличне представлення зручне для журналів перевірок, переліку партій, списку дефектів і результатів тестування. У журналі перевірок доцільно відображати дату контролю, номер партії, назву виробу, етап перевірки, результат, відповідального працівника та короткий коментар. Для зручності користувача записи можна сортувати за датою, статусом, типом продукції або відповідальною особою.

Для детального перегляду окремого запису необхідно передбачити картки. Картка партії може містити номер партії, дату надходження, найменування продукції, кількість одиниць, постачальника, поточний статус і історію проходження контролю. Картка перевірки повинна відображати етап контролю, результат, зафіксовані дефекти, коментар відповідального працівника та посилання на пов'язані документи. Такий підхід дозволяє поєднати загальний перегляд інформації з детальним аналізом конкретного випадку.

Форма реєстрації дефекту має бути максимально зручною для швидкого введення інформації. У ній доцільно передбачити поля для вибору партії, етапу контролю, типу дефекту, місця виявлення, ступеня критичності, відповідальної ділянки, статусу усунення та коментаря. Частина полів краще реалізувати у вигляді випадаючих списків, що заповнюються з довідників. Це зменшує кількість ручного введення та знижує ризик появи різних варіантів написання однакових значень [15].

Для інженера-тестувальника необхідна окрема форма функціонального тестування. Вона повинна містити дані про партію або виріб, дату перевірки, вид тесту, основні параметри випробування, результат, відповідального працівника та примітки. Якщо під час тестування виявлено несправність, із цієї форми має бути можливість створити запис про дефект або невідповідність. Це забезпечить зв'язок між результатами випробування і загальною історією контролю партії.

Форма фінального контролю повинна бути орієнтована на завершальну перевірку готової продукції. У ній доцільно передбачити поля для перевірки комплектності, зовнішнього стану, маркування, наявності документації, якості пакування та підсумкового рішення. За результатами фінального контролю система повинна змінювати статус партії на «готова до передачі на склад», «потребує доопрацювання» або «відхилена».

Для начальника ВТК важливим елементом інтерфейсу є модуль звітності й аналітики. У ньому мають відображатися узагальнені показники за вибраний період: кількість проведених перевірок, кількість виявлених дефектів, частка браку, найпоширеніші типи невідповідностей, розподіл дефектів за виробничими дільницями, постачальниками та відповідальними працівниками. Також доцільно передбачити можливість формування звітів у табличному вигляді для друку або експорту [16].

Окремо слід реалізувати пошук і фільтрацію даних. Працівник ВТК повинен мати змогу швидко знайти потрібну партію за номером, датою, видом продукції, постачальником або статусом. У журналі дефектів доцільно передбачити фільтри за типом дефекту, дільницею, ступенем критичності, етапом виявлення та статусом усунення. Це особливо важливо для оперативного аналізу повторюваних проблем і підготовки звітності.

Важливою частиною інтерфейсу є система повідомлень. Після успішного збереження запису програма повинна повідомляти користувача про виконання операції. Якщо користувач намагається видалити запис, змінити статус партії або внести зміни до важливих даних, система має запитувати підтвердження. Також

необхідно передбачити повідомлення про помилки, наприклад у разі незаповнення обов'язкових полів або введення некоректних значень.

Для зменшення кількості помилок інтерфейс повинен містити елементи контролю введення. Обов'язкові поля можна позначити окремим символом або підписом, а помилково заповнені поля – підсвічувати. Наприклад, система не повинна дозволяти зберегти запис про перевірку без номера партії, дати контролю або відповідального працівника. Такий підхід підвищує якість даних і зменшує потребу в подальшому виправленні записів.

У загальному вигляді інтерфейс системи повинен містити такі основні форми:

- форма авторизації;
- головне вікно програми;
- форма ведення довідників;
- журнал вхідного контролю;
- журнал операційного контролю;
- форма реєстрації дефекту;
- форма функціонального тестування;
- форма фінального контролю;
- форма перегляду історії партії;
- модуль формування звітів;
- форма керування користувачами.

Форми інтерфейсу автоматизованого робочого місця (АРМ) контролера ВТК та начальника ВТК наведено в додатку Д.

Отже, інтерфейс розроблюваної системи має бути побудований з урахуванням реальних потреб працівників ВТК. Він повинен забезпечувати швидке введення даних, зручний перегляд історії контролю, простий пошук інформації, формування звітів і зменшення ризику помилок. Така організація програмного середовища робить систему придатною для практичного

використання на підприємстві та створює основу для подальшого розширення її функціональних можливостей.

2.8 Заходи щодо захисту та збереження даних

Оскільки комп'ютеризована система управління якістю відділу технічного контролю працює з виробничою інформацією, результатами перевірок, записами про дефекти, актами невідповідності та службовими даними користувачів, питання захисту і збереження даних має важливе значення. Інформація, що накопичується в системі, використовується не лише для поточного обліку, а й для аналізу якості продукції, формування звітності та прийняття управлінських рішень. Тому втрата або спотворення таких даних може призвести до помилкових висновків щодо стану виробництва та причин виникнення браку [13].

Першим рівнем захисту є авторизація користувачів. Кожен працівник повинен входити до системи під власним обліковим записом, що дає змогу ідентифікувати особу, яка створила або змінила певний запис. Для цього у програмі передбачається використання логіна і пароля. Паролі не доцільно зберігати у відкритому вигляді, тому в практичній реалізації бажано використовувати їх захищене представлення. Це знижує ризик несанкціонованого доступу до системи.

Важливим елементом захисту є розмежування прав доступу. Функції системи повинні відкриватися користувачу відповідно до його ролі. Наприклад, контролер відділу технічного контролю (ВТК) може реєструвати перевірки та дефекти, інженер-тестувальник – вносити результати функціональних випробувань, начальник ВТК – переглядати звіти й аналітичні показники, а адміністратор – керувати довідниками та обліковими записами. Такий підхід обмежує можливість випадкового або навмисного редагування критичних даних [15].

Другим напрямом захисту є контроль коректності введення інформації. Програма повинна перевіряти заповнення обов'язкових полів, правильність

формату дати, допустимість числових значень, вибір даних із довідників і логічну узгодженість записів. Наприклад, система не повинна дозволяти створити акт невідповідності без прив'язки до дефекту або зареєструвати фінальний контроль для партії, яка ще не пройшла попередні етапи перевірки.

Контроль введення даних має не лише технічне, а й організаційне значення. Він зменшує кількість помилок, які виникають через неуважність користувача, різні варіанти написання однакових значень або неповне заповнення форм. Використання довідників, випадаючих списків і обов'язкових полів забезпечує однорідність записів і підвищує якість інформації, що зберігається в базі даних [16].

Окрему увагу необхідно приділити збереженню даних у разі технічних збоїв. Для цього слід передбачити резервне копіювання бази даних. У локальній десктопній системі резервна копія може створюватися автоматично або напівавтоматично через певні проміжки часу. Копії доцільно зберігати не лише на тому самому комп'ютері, а й на окремому носії або у виділеній мережевій папці. Це дозволить відновити дані у разі пошкодження файлу бази, збою операційної системи або помилки користувача.

Резервне копіювання повинно мати зрозумілу періодичність. Наприклад, для активної роботи ВТК доцільним є щоденне створення копії бази даних наприкінці робочого дня, а також додаткове копіювання перед оновленням програми або внесенням суттєвих змін у довідники. Такий підхід зменшує ризик втрати інформації та спрощує відновлення системи після аварійної ситуації.

Ще одним важливим заходом є журналювання дій користувачів. У журналі можуть зберігатися відомості про вхід до системи, створення нових записів, редагування, видалення, зміну статусу партії, формування актів і спроби некоректного доступу. Навіть якщо в межах цієї випускної роботи така функція описується концептуально, її наявність підвищує прозорість роботи системи та дозволяє встановити відповідальну особу у разі виникнення помилки.

На рівні бази даних необхідно забезпечити цілісність інформації. Для цього використовуються первинні ключі, зовнішні ключі, обмеження унікальності та правила зв'язку між таблицями. Наприклад, запис про дефект не повинен існувати без відповідної партії або перевірки, а результат тестування має бути пов'язаний із конкретним виробом чи партією. Такі механізми запобігають появі відокремлених записів і підтримують логічну узгодженість інформації [13].

Доцільно також передбачити обмеження на видалення важливих записів. Наприклад, якщо партія вже має пов'язані перевірки, дефекти або акти невідповідності, її не слід видаляти без спеціального дозволу адміністратора. У таких випадках краще використовувати зміну статусу, наприклад «архівна» або «скасована». Це дозволяє зберегти історію роботи системи й уникнути втрати важливої інформації.

Для збереження працездатності системи важливим є захист від випадкових дій користувача. Перед видаленням запису, зміною статусу партії або редагуванням затверджених документів програма повинна запитувати підтвердження. Крім того, у формах введення бажано передбачити повідомлення про помилки та підказки щодо правильного заповнення полів.

Узагальнено заходи щодо захисту та збереження даних у системі ВТК включають авторизацію користувачів, розмежування прав доступу, перевірку введеної інформації, резервне копіювання, журналювання дій, використання ключів і обмежень цілісності в базі даних, а також захист від випадкового видалення записів. Поєднання цих заходів дозволяє забезпечити надійну роботу системи та зберегти достовірність інформації протягом усього періоду її використання.

Отже, захист даних у розроблюваній системі має розглядатися не як додаткова функція, а як обов'язкова умова її практичного застосування. Надійне збереження інформації, контроль доступу та підтримка цілісності бази даних забезпечують стабільну роботу системи, підвищують довіру до результатів обліку та створюють основу для якісного аналізу діяльності ВТК [15].

3. ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ

3.1 Мета проведення оцінювання

Метою проведення оцінювання є визначення доцільності впровадження комп'ютеризованої системи управління якістю відділу технічного контролю на підприємстві ТОВ «Блюберд тех» та встановлення її очікуваного впливу на організацію контрольних операцій, оброблення інформації, формування звітності й результативність роботи відділу технічного контролю.

Запропонована система спрямована на вдосконалення процесів обліку результатів контролю, реєстрації дефектів, збереження інформації про партії продукції та підготовки аналітичних звітів. Її впровадження має забезпечити скорочення трудомісткості ручного ведення документації, зменшення часу пошуку необхідних даних, підвищення достовірності інформації та покращення простежуваності продукції на всіх етапах виробничого процесу.

Оцінювання ефективності впровадження системи передбачає аналіз організаційних, інформаційних та економічних результатів. Організаційний ефект полягає у впорядкуванні роботи працівників відділу технічного контролю (ВТК), зменшенні дублювання записів і спрощенні доступу до історії перевірок. Інформаційний ефект проявляється у централізованому збереженні даних, швидкому пошуку відомостей про партії, дефекти, відповідальних працівників і прийняті рішення. Економічний ефект може бути отриманий за рахунок скорочення витрат часу на облік, підготовку звітності та аналіз причин браку [13; 16].

У межах оцінювання розглядаються такі основні напрями:

- визначення зміни трудових витрат на ведення обліку та підготовку звітності;
- оцінювання очікуваної економії часу працівників ВТК;

- аналіз можливого зменшення втрат, пов'язаних із несвоєчасним виявленням дефектів;
- оцінювання строку окупності впровадження системи;
- визначення організаційних переваг від централізованого збереження інформації;
- обґрунтування практичної доцільності використання системи у роботі ВТК.

Об'єктом оцінювання є процес управління якістю продукції у відділі технічного контролю підприємства ТОВ «Блюберд тех». Предметом оцінювання є вплив комп'ютеризованої системи на облік контрольних операцій, формування звітності, простежуваність партій продукції та зменшення втрат, пов'язаних із браком.

Очікується, що результати оцінювання дозволять підтвердити практичну доцільність розробленої системи та показати її значення для підвищення ефективності роботи ВТК. Отримані висновки можуть бути використані для аналізу очікуваних економічних показників, визначення строку окупності та формування рекомендацій щодо впровадження комп'ютеризованої системи управління якістю на підприємстві.

3.2 Методика оцінювання ефективності системи

Розроблення комп'ютеризованої системи управління якістю ВТК для підприємства ТОВ «Блюберд тех» є доцільним з огляду на особливості виробництва електронних модулів. У такому виробництві якість продукції залежить не лише від технічного стану обладнання чи кваліфікації персоналу, а й від своєчасного виявлення дефектів, повноти обліку контрольних операцій та можливості швидко аналізувати причини відхилень. Якщо дефект не фіксується на ранньому етапі, він переходить на наступні стадії виробництва, що збільшує

витрати на повторну перевірку, доопрацювання, заміну комплектуючих або списання виробу [8].

Чинна організація обліку у ВТК передбачає використання кількох інформаційних джерел. Частина відомостей може зберігатися в електронних таблицях, частина – у паперових журналах, окремі результати формуються в програмному середовищі обладнання або в облікових системах підприємства. Такий підхід не забезпечує повної інформаційної цілісності. Працівникам доводиться витратити час на пошук потрібних записів, звіряння даних і ручне формування звітів. Через це зростає ризик помилок, дублювання інформації та несвоєчасного оновлення відомостей [16].

Для начальника ВТК і керівництва підприємства важливо мати швидкий доступ до узагальненої інформації: кількості дефектів за період, частоти повторюваних невідповідностей, проблемних партій, якості роботи постачальників, результатів тестування та стану готової продукції. За відсутності єдиної інформаційної системи такі дані складно отримати оперативно. Це знижує ефективність управлінських рішень і не дозволяє повною мірою використовувати накопичену інформацію для попередження браку.

Запровадження комп'ютеризованої системи дає можливість об'єднати основні інформаційні потоки ВТК у межах одного програмного середовища. У системі можуть зберігатися дані про партії, результати вхідного й операційного контролю, функціональні випробування, дефекти, акти невідповідності та підсумкові звіти. Такий підхід створює умови для кращої простежуваності продукції, зменшує частку ручної роботи та підвищує достовірність облікової інформації [13].

Очікуваний ефект від комп'ютеризації процесів управління якістю полягає не тільки у скороченні витрат часу. Важливим результатом є також підвищення якості аналітичної роботи ВТК. Наявність структурованої бази даних дозволяє швидше визначати типові дефекти, порівнювати показники за періодами, контролювати роботу окремих дільниць і виявляти системні причини

невідповідностей. Це має практичне значення для стабілізації виробничого процесу та зменшення втрат від браку.

Для кількісної оцінки ефективності впровадження системи використано такі позначення:

T_1 – річні витрати часу на ведення обліку та звітності до впровадження системи, люд.-год;

T_2 – річні витрати часу після впровадження системи, люд.-год;

Ch – середня вартість однієї людино-години працівника ВТК, грн/год;

Z_b – річні втрати від браку до впровадження системи, грн;

Z_a – річні втрати від браку після впровадження системи, грн;

K – одноразові витрати на проєктування, налагодження та впровадження системи, грн.

Економія, отримана за рахунок скорочення трудових витрат, визначається за формулою:

$$Et = (T_1 - T_2) \cdot Ch, \quad (3.1)$$

де: Et – річна економія від зменшення витрат часу на облік і звітність, грн.

Економія, пов'язана зі зменшенням втрат від браку, обчислюється так:

$$Eb = Z_b - Z_a, \quad (3.2)$$

де: Eb – річна економія від зниження втрат через брак, грн.

Сумарний річний економічний ефект визначається за формулою:

$$E = Et + Eb, \quad (3.3)$$

де: E – загальний річний економічний ефект, грн.

Строк окупності впровадження системи розраховується за формулою:

$$Tok = \frac{K}{E}, \quad (3.4)$$

де: Tok – строк окупності, років.

Коефіцієнт економічної ефективності визначається за формулою:

$$Ke = E / K. \quad (3.5)$$

Отже, запропонована методика оцінювання ефективності дозволяє комплексно визначити очікуваний результат від упровадження комп'ютеризованої системи управління якістю ВТК. Вона враховує як скорочення трудових витрат на ведення обліку та звітності, так і можливе зменшення втрат, пов'язаних із браком. Використання наведених показників дає змогу перейти від загального обґрунтування необхідності комп'ютеризації процесів управління якістю до кількісного аналізу її практичної доцільності.

3.3 Аналіз очікуваних результатів впровадження

Після визначення методики оцінювання ефективності доцільно проаналізувати очікувані результати впровадження комп'ютеризованої системи управління якістю ВТК на підприємстві ТОВ «Блюберд тех». Такий аналіз дає змогу встановити, наскільки запропонована система може вплинути на організацію контролю якості, швидкість оброблення інформації, рівень втрат від браку та загальну результативність роботи відділу технічного контролю.

Основний ефект від упровадження системи пов'язаний із переходом від розрізненого обліку до централізованого зберігання даних. У чинній організації роботи частина інформації може зберігатися в електронних таблицях, паперових журналах, локальних файлах або окремих програмних засобах. Через це працівники ВТК витрачають додатковий час на пошук потрібних записів, звіряння інформації та підготовку звітів. Після впровадження системи дані про партії,

перевірки, дефекти, акти невідповідності та результати тестування зберігатимуться в єдиній базі, що має скоротити трудомісткість облікових операцій [13].

У попередніх розрахунках було прийнято, що до впровадження системи три працівники ВТК витрачають у середньому по 3 години за зміну на реєстрацію, уточнення, пошук і зведення контрольної інформації. За умови 250 робочих днів на рік річні витрати часу становлять:

$$T1 = 3 \cdot 3 \cdot 250 = 2250 \text{ люд. - год.} \quad (3.6)$$

Після впровадження комп'ютеризованої системи очікується скорочення витрат часу до 1,8 години за зміну на одного працівника. У такому разі річні трудові витрати становитимуть:

$$T2 = 1,8 \cdot 3 \cdot 250 = 1350 \text{ люд. - год.} \quad (3.7)$$

Отже, загальна економія робочого часу дорівнює:

$$\Delta T = T1 - T2 = 2250 - 1350 = 900 \text{ люд. - год.} \quad (3.8)$$

Отримане значення показує, що система дозволяє зменшити обсяг ручної роботи на 900 людино-годин на рік. Це є суттєвим результатом для ВТК, оскільки звільнений час може бути використаний не на механічне перенесення даних, а на змістовний аналіз причин браку, перевірку проблемних партій і підготовку коригувальних заходів.

За умови, що середня вартість однієї людино-години працівника ВТК становить 180 грн/год, річна економія від скорочення трудових витрат становитиме:

$$Et = 900 \cdot 180 = 162000 \text{ грн.} \quad (3.9)$$

Крім скорочення часу на облік, очікується зменшення втрат, пов'язаних із браком. Це пояснюється тим, що централізована система дозволяє швидше виявляти повторювані дефекти, аналізувати проблемні етапи виробництва та простежувати зв'язок між постачальниками, партіями, контрольними операціями і результатами тестування. Такий підхід відповідає загальній логіці управління якістю, за якою важливим є не лише виявлення невідповідностей, а й попередження їх повторного виникнення [8].

Для оцінювання цього ефекту було прийнято, що до впровадження системи річні втрати, пов'язані з доопрацюванням, повторним тестуванням і списанням частини продукції, становлять 420000 грн. Завдяки підвищенню оперативності контролю та покращенню аналітики очікується зниження таких втрат на 15 %. Тоді прогнознi втрати після впровадження системи становитимуть:

$$Za = 420000 \cdot (1 - 0,15) = 357000 \text{ грн.} \quad (3.10)$$

Річна економія за рахунок зменшення втрат від браку дорівнює:

$$Eb = 420000 - 357000 = 63000 \text{ грн.} \quad (3.11)$$

Загальний річний економічний ефект визначається як сума економії від скорочення трудових витрат і зменшення втрат від браку:

$$E = Et + Eb = 162000 + 63000 = 225000 \text{ грн.} \quad (3.12)$$

Для впровадження системи прийнято одноразові витрати на проектування, розроблення, налагодження програми та підготовку персоналу на рівні:

$$K = 185000 \text{ грн.} \quad (3.13)$$

Підставивши розраховані значення, отримаємо:

$$K_e = 225000 / 185000 \approx 1,22. \quad (3.14)$$

Оскільки коефіцієнт економічної ефективності перевищує одиницю, можна зробити висновок, що очікуваний річний ефект є більшим за одноразові витрати на впровадження системи. Це свідчить про економічну доцільність проекту.

Строк окупності системи становить:

$$Tok = K / E = 185000 / 225000 \approx 0,82 \text{ року.} \quad (3.15)$$

Отже, витрати на створення і впровадження системи можуть окупитися менш ніж за один рік експлуатації. Для виробничого підприємства такий показник є прийнятним, оскільки система не потребує надмірних капіталовкладень, але забезпечує відчутний економічний і організаційний результат. Для наочності результати розрахунку подано в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Основні показники очікуваної ефективності впровадження системи

Показник	Значення
Річні трудові витрати до впровадження системи	2250 люд.-год
Річні трудові витрати після впровадження системи	1350 люд.-год
Економія робочого часу	900 люд.-год
Річна економія трудових витрат	162000 грн
Річна економія від зниження втрат браку	63000 грн

Загальний річний економічний ефект	225000 грн
Одноразові витрати на впровадження	185000 грн
Коефіцієнт економічної ефективності	1,22
Орієнтовний строк окупності	0,82 року

Крім кількісного економічного ефекту, впровадження системи матиме низку якісних переваг. Насамперед очікується підвищення достовірності обліку, оскільки дані про контрольні операції будуть вноситися у структурованій формі. Використання довідників, обов'язкових полів і логічних зв'язків між записами зменшить імовірність помилок під час введення інформації [8].

Ще одним важливим результатом є покращення простежуваності продукції. Для кожної партії можна буде переглянути повну історію проходження контролю: від вхідної перевірки комплектуючих до фінального приймання готового виробу. Це особливо важливо у випадках повторного браку, рекламаций або необхідності аналізу роботи певного постачальника чи виробничої дільниці.

Також очікується підвищення оперативності управлінських рішень. Начальник ВТК зможе швидше отримувати звіти про кількість дефектів, їх структуру, динаміку браку, результати роботи контролерів і якість поставок. Це дозволить не лише реагувати на вже виявлені проблеми, а й своєчасно виявляти негативні тенденції.

Впровадження системи позитивно вплине і на організацію документообігу. Акти браку, записи про невідповідності, журнали перевірок і звіти будуть формуватися в єдиному програмному середовищі. Це зменшить залежність від паперових журналів та окремих електронних файлів, а також спростить підготовку інформації для внутрішніх перевірок.

Отже, аналіз очікуваних результатів показує, що впровадження комп'ютеризованої системи управління якістю ВТК є доцільним як з економічного, так і з організаційного погляду. Система дозволить скоротити трудові витрати, зменшити втрати від браку, підвищити достовірність інформації,

покращити простежуваність партій і забезпечити керівництво підприємства актуальними даними для прийняття рішень.

3.4 Висновки і рекомендації

Проведене дослідження показало, що впровадження комп'ютеризованої системи управління якістю ВТК на підприємстві ТОВ «Блюберд тех» є доцільним. Запропонована система дозволяє скоротити витрати часу на ведення обліку, зменшити частку ручних операцій, підвищити достовірність контрольної інформації та покращити простежуваність партій продукції.

За результатами розрахунків очікувана економія робочого часу становить 900 люд.-год на рік, річна економія трудових витрат – 162000 грн, економія від зменшення втрат браку – 63000 грн, а загальний річний економічний ефект – 225000 грн. Орієнтовний строк окупності системи становить 0,82 року, що підтверджує її економічну обґрунтованість.

Крім економічного ефекту, система має важливе організаційне значення. Її використання дає змогу впорядкувати зберігання даних, об'єднати інформацію про перевірки, дефекти, акти невідповідності та результати тестування в єдиному середовищі. Це підвищує оперативність аналізу, спрощує формування звітів і створює умови для швидшого прийняття управлінських рішень.

Рекомендується впроваджувати систему поетапно: спочатку заповнити довідники, налаштувати права доступу користувачів, організувати резервне копіювання бази даних, а потім поступово перевести журнали вхідного, операційного, функціонального та фінального контролю в електронний формат. Надалі систему можна розширити за рахунок додаткових звітів, інтеграції з АОІ-обладнанням або обліковими системами підприємства.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА РОБОТИ КОРИСТУВАЧА

Під час експлуатації комп'ютеризованої системи управління якістю відділу технічного контролю працівники підприємства виконують значну частину операцій із використанням персональних комп'ютерів. Робота пов'язана з введенням інформації, аналізом результатів перевірок, переглядом електронної документації, формуванням звітів та тривалим перебуванням у приміщенні з комп'ютерною технікою. У зв'язку з цим важливого значення набуває дотримання вимог охорони праці, ергономіки та безпеки роботи користувача [13].

Під час роботи за персональним комп'ютером на працівника можуть впливати різні шкідливі та небезпечні чинники. Найбільш поширеними серед них є тривале зорове навантаження, статичне напруження м'язів спини та шиї, обмежена рухова активність, нервово-емоційне перевантаження, а також несприятливі параметри мікроклімату. При неправильній організації робочого місця або недотриманні режиму праці та відпочинку це може призводити до швидкої втоми, зниження працездатності, появи болю в спині, погіршення концентрації уваги та підвищення ризику професійних захворювань.

Особливістю роботи працівників відділу технічного контролю (ВТК) є необхідність постійної концентрації уваги під час аналізу результатів контролю, перевірки параметрів продукції та внесення інформації до електронної системи. Значна кількість однотипних операцій і необхідність роботи з великими обсягами даних можуть створювати додаткове психоемоційне навантаження. Тому організація безпечного та комфортного робочого середовища є важливою умовою ефективної експлуатації розроблюваної системи [13].

Для забезпечення безпечних умов праці робоче місце користувача повинно відповідати ергономічним вимогам. Робочий стіл має забезпечувати достатній простір для розміщення монітора, клавіатури, миші, документації та допоміжних пристроїв. Поверхня столу повинна бути матовою, щоб уникати відблисків і

зайвого навантаження на зір. Висота робочої поверхні має забезпечувати правильне положення рук і плечового поясу працівника.

Робочий стілець повинен бути стійким, мати регулювання висоти сидіння та кута нахилу спинки. Конструкція стільця має забезпечувати підтримку поперекової частини спини та дозволяти користувачу підтримувати правильну поставу під час роботи. Важливим є також положення ніг: ступні повинні повністю спиратися на підлогу або спеціальну підставку. Неправильна поза при тривалій роботі може призводити до перевантаження хребта та порушення кровообігу.

Монітор необхідно розташовувати на відстані приблизно 50-70 см від очей користувача. Верхня межа екрана повинна знаходитися приблизно на рівні очей або трохи нижче. Таке розташування дозволяє зменшити напруження шийного відділу хребта та зорове навантаження. Екран монітора не повинен знаходитися навпроти джерел яскравого світла або вікон, оскільки це створює відблиски та ускладнює сприйняття інформації.

Важливе значення має організація освітлення робочого місця. Освітлення повинно бути достатнім, рівномірним і не створювати різких контрастів між яскравістю екрана та навколишнього середовища. Найбільш сприятливим є поєднання природного та штучного освітлення. Для штучного освітлення доцільно використовувати світильники з розсіяним світлом, які не створюють відблисків на поверхні монітора. Недостатнє освітлення викликає перенапруження зору, а надмірно яскраве – швидку втому та подразнення очей.

Для зменшення зорового навантаження рекомендується використовувати сучасні рідкокристалічні монітори з високою роздільною здатністю та якісною передачею зображення. Яскравість і контрастність екрана повинні бути налаштовані відповідно до умов освітлення в приміщенні. Крім цього, бажано використовувати програмні засоби масштабування тексту та налаштування кольорової гами, що робить роботу з інтерфейсом більш комфортною для користувача [15].

Одним із важливих чинників безпечної роботи є дотримання режиму праці та відпочинку. Тривала безперервна робота за комп'ютером негативно впливає на зір, нервову систему та опорно-руховий апарат. Для зменшення втоми рекомендується робити короткі перерви, змінювати положення тіла та виконувати вправи для очей і кистей рук. Навіть короткочасне переключення уваги з екрана монітора на інші об'єкти сприяє зниженню зорового напруження та підвищенню працездатності.

Особливу увагу слід приділяти параметрам мікроклімату в приміщенні. Для комфортної роботи необхідно підтримувати оптимальну температуру, вологість і швидкість руху повітря. Недостатня вентиляція або підвищена температура можуть викликати втому, сонливість і погіршення самопочуття працівників. Тому приміщення, у яких експлуатується комп'ютерна техніка, повинні регулярно провітрюватися та відповідати санітарно-гігієнічним нормам [13].

З точки зору електробезпеки комп'ютерна техніка повинна бути справною та підключатися до електромережі відповідно до технічних вимог. Не допускається використання пошкоджених кабелів, несправних подовжувачів або несертифікованих блоків живлення. Електричні розетки повинні мати заземлення, а підключення обладнання має здійснюватися з урахуванням допустимого навантаження на мережу. Працівникам забороняється самостійно розбирати або ремонтувати електрообладнання без відповідної підготовки.

У приміщенні необхідно забезпечити належний рівень пожежної безпеки. Робочі місця повинні бути організовані таким чином, щоб залишався вільний доступ до евакуаційних виходів, вимикачів електроживлення та первинних засобів пожежогасіння. Для гасіння можливих загорянь електрообладнання доцільно використовувати вуглекислотні або порошкові вогнегасники. Крім цього, працівники повинні бути ознайомлені з правилами дій у разі виникнення аварійної ситуації або пожежі.

Важливо враховувати, що безпека роботи користувача залежить не лише від фізичних умов праці, а й від особливостей самої програмної системи. Інтерфейс

програми повинен бути логічно побудованим, зрозумілим і не перевантаженим зайвою інформацією. Надмірно складна структура меню або велика кількість непотрібних операцій можуть збільшувати нервові навантаження та кількість помилок під час роботи. Тому під час проектування системи особлива увага приділялася зручності інтерфейсу та швидкому доступу до основних функцій.

Для зменшення ризику помилкових дій у програмі доцільно передбачити систему підтвердження важливих операцій, повідомлення про помилки та перевірку коректності введення даних. Це не лише підвищує надійність роботи системи, а й знижує психологічне навантаження на користувача, оскільки працівник отримує додатковий контроль над своїми діями.

Отже, безпечна експлуатація комп'ютеризованої системи управління якістю ВТК потребує комплексного врахування ергономічних, санітарно-гігієнічних, електротехнічних і організаційних вимог. Правильна організація робочого місця, дотримання режиму праці та відпочинку, використання справного обладнання й зручного програмного інтерфейсу створюють умови для ефективної роботи персоналу та зниження негативного впливу комп'ютерної техніки на здоров'я працівників [13; 15].

ВИСНОВКИ

У результаті виконання роботи було розглянуто процес управління якістю у відділі технічного контролю підприємства ТОВ «Блюберд тех» та обґрунтовано необхідність його комп'ютеризації. Установлено, що контроль якості на підприємстві охоплює декілька послідовних етапів: вхідний контроль комплектуючих, операційний контроль після монтажу та пайки, функціональне тестування, фінальне приймання готової продукції й оформлення відповідної документації. Кожен із цих етапів супроводжується формуванням значного обсягу інформації, яка має важливе значення для аналізу якості, виявлення причин браку та прийняття управлінських рішень.

Під час аналізу чинної організації роботи ВТК встановлено, що на підприємстві вже використовуються окремі цифрові засоби обліку та контролю, однак вони не утворюють єдиної інформаційної системи. Частина даних зберігається в електронних таблицях, частина – у паперових журналах, окремі результати можуть залишатися в локальних файлах або програмному середовищі обладнання. Такий підхід ускладнює пошук інформації, створює ризик дублювання записів, збільшує трудомісткість формування звітності та не забезпечує повної простежуваності партій продукції.

У роботі було визначено, що основними проблемами чинної системи є розрізненість інформаційних потоків, значна частка ручного введення даних, відсутність централізованої бази даних, складність оперативного аналізу дефектів і недостатня швидкість підготовки управлінської інформації. Це підтвердило доцільність розроблення комп'ютеризованої системи управління якістю ВТК, яка дозволить об'єднати контрольні операції в межах одного програмного середовища.

У межах проєктної частини було сформовано вимоги до майбутньої системи. Визначено, що вона повинна забезпечувати ведення довідників продукції, комплектуючих, постачальників і типів дефектів, реєстрацію

результатів вхідного, операційного, функціонального та фінального контролю, облік дефектів, формування актів невідповідності, підготовку звітів і розмежування прав доступу між користувачами. Система розглядається як десктопний програмний застосунок, орієнтований на щоденну роботу працівників ВТК.

Було запропоновано модульну структуру комп'ютеризованої системи. До її складу включено модуль довідників, модуль вхідного контролю, модуль операційного контролю, модуль функціонального тестування, модуль фінального контролю, модуль обліку дефектів і невідповідностей, а також модуль звітності та аналітики. Така структура дозволяє логічно розподілити функції системи, спростити її подальше розширення та забезпечити послідовний рух інформації від первинного введення до аналітичної обробки.

У роботі було розроблено інформаційне забезпечення системи. Визначено основні групи даних: нормативно-довідкову, оперативну, звітну та службову інформацію. Описано основні інформаційні документи системи, зокрема картку партії, журнали контролю, журнал дефектів, протокол функціонального тестування, акт браку, акт невідповідності та звіти щодо якості продукції. Це забезпечує повний цикл роботи з даними – від їх первинної реєстрації до використання в управлінській звітності.

Також було спроектовано структуру реляційної бази даних. До її складу запропоновано включити таблиці користувачів, ролей, постачальників, продукції, партій, етапів контролю, перевірок, типів дефектів, конкретних дефектів, результатів тестування, актів невідповідності та фінального контролю. Передбачено використання первинних і зовнішніх ключів, що дозволяє забезпечити зв'язок між таблицями, уникнути дублювання інформації та підтримати цілісність даних.

У процесі виконання роботи було описано алгоритм функціонування системи. Він передбачає авторизацію користувача, вибір відповідного модуля, пошук або створення запису про партію, внесення результатів перевірки, фіксацію

дефекту у разі його наявності, формування акта або рішення щодо подальших дій, оновлення статусу партії та збереження інформації в базі даних. Такий алгоритм забезпечує безперервний інформаційний супровід продукції на всіх етапах контролю.

Для реалізації системи обґрунтовано вибір мови програмування Python та реляційної бази даних із підтримкою SQL. Такий вибір є доцільним, оскільки Python дозволяє створити прикладну логіку системи, графічний інтерфейс і механізми обробки даних, а SQL забезпечує структуроване зберігання інформації, побудову запитів, фільтрацію та формування звітів. Як варіант для локальної реалізації може бути використана SQLite, що є зручною для десктопного застосунку.

Окрему увагу приділено інтерфейсу користувача. Визначено, що система повинна містити форму авторизації, головне вікно програми, журнали контролю, форми реєстрації дефектів, форми функціонального та фінального контролю, модуль звітності й форму керування користувачами. Інтерфейс має бути зрозумілим, не перевантаженим і орієнтованим на швидке виконання типових операцій працівниками ВТК.

У роботі також визначено заходи щодо захисту та збереження даних. Запропоновано використовувати авторизацію користувачів, розмежування прав доступу, контроль коректності введення інформації, резервне копіювання бази даних, журналювання дій користувачів, обмеження на видалення важливих записів і підтримку цілісності бази даних. Такі заходи підвищують надійність системи та зменшують ризик втрати або спотворення виробничої інформації.

У розділі оцінювання ефективності було проведено аналіз очікуваних результатів впровадження системи. Розрахунки показали, що економія робочого часу може становити 900 люд.-год на рік, річна економія трудових витрат – 162000 грн, економія від зниження втрат браку – 63000 грн, а загальний річний економічний ефект – 225000 грн. Орієнтовний строк окупності системи становить 0,82 року, що підтверджує економічну доцільність запропонованого рішення.

Крім економічного ефекту, впровадження системи має важливі організаційні переваги. Воно дозволить підвищити дисципліну ведення обліку, скоротити час підготовки звітності, покращити простежуваність партій, зменшити кількість помилок під час перенесення даних і забезпечити керівництво актуальною інформацією для прийняття рішень. У перспективі система може бути розширена за рахунок інтеграції з АОІ-обладнанням, 1С або іншими інформаційними системами підприємства.

У розділі з охорони праці було розглянуто питання безпеки роботи користувача за персональним комп'ютером. Визначено основні шкідливі чинники, пов'язані з роботою за ПК, зокрема зорове навантаження, статичне напруження, нервово-емоційне перевантаження, вимоги до освітлення, мікроклімату та електробезпеки. Запропоновано заходи щодо правильної організації робочого місця, дотримання режиму праці та відпочинку, використання справного обладнання й зручного програмного інтерфейсу.

Отже, поставлена мета роботи досягнута. У роботі обґрунтовано необхідність створення комп'ютеризованої системи управління якістю ВТК, визначено її структуру, функціональні модулі, інформаційне забезпечення, базу даних, алгоритм роботи, програмні засоби реалізації та заходи захисту даних. Запропоноване рішення може бути використане як основа для подальшої програмної реалізації, впровадження на підприємстві та розвитку системи управління якістю продукції.

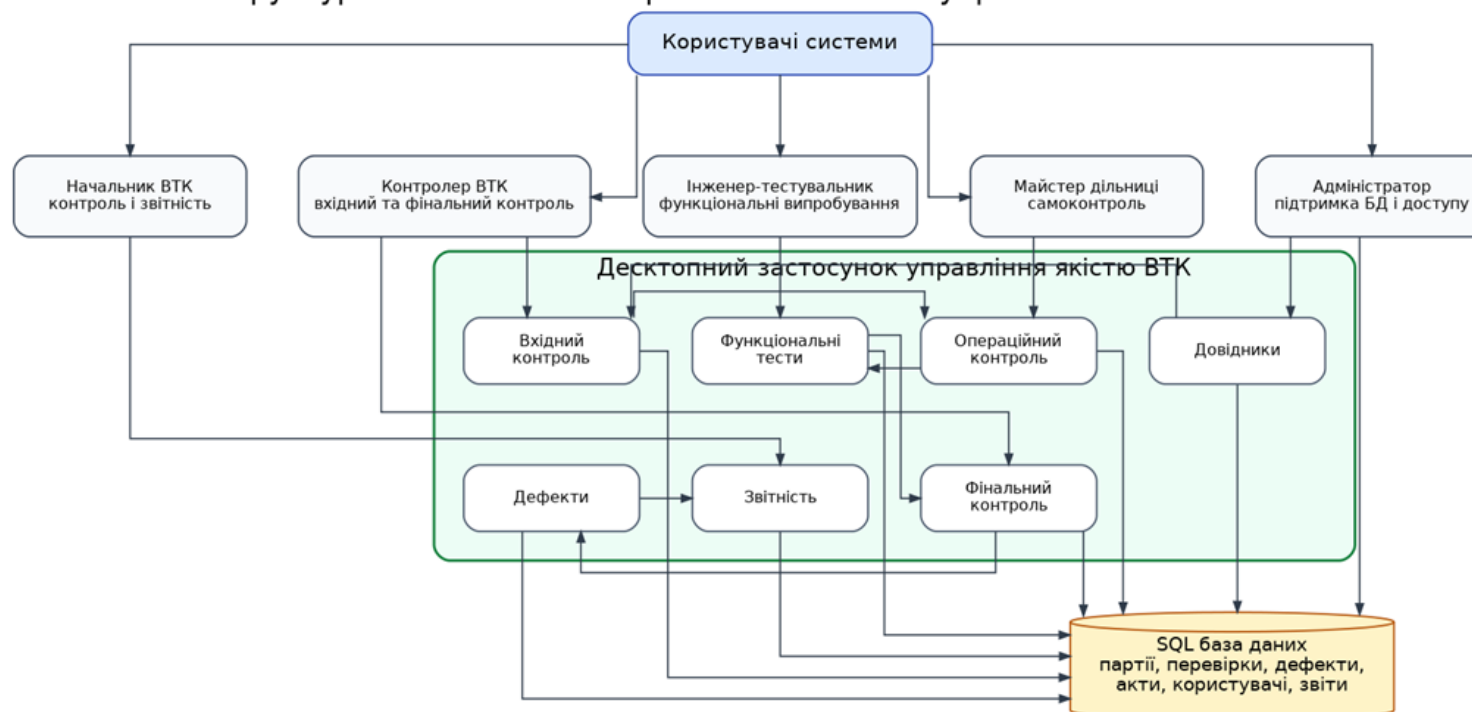
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андропова О. В., Баганов Є. О. Методичні рекомендації до виконання випускної роботи бакалавра для студентів напряму 6.050701 «Електротехніка та електротехнології». Херсон : ХНТУ, 2012. 55 с.
2. ГОСТ 34.602-89. Техническое задание на создание автоматизированной системы.
3. ДСТУ 3008:2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення.
4. ГОСТ 21.404-85. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.
5. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги.
6. ДСТУ ІЕС 61000-4-2:2019. Електромагнітна сумісність. Випробування на стійкість до електростатичного розряду.
7. Sommerville I. Software Engineering. 10th ed. Pearson, 2016.
8. Elmasri R., Navathe S. Fundamentals of Database Systems. 7th ed. Pearson, 2017.
9. Silberschatz A., Korth H., Sudarshan S. Database System Concepts. 7th ed. McGraw-Hill, 2019.
10. Рудаков В. І., Стадник Б. І. Автоматизація виробничих процесів. Київ: Вища школа, 2018.
11. Пупена О. М., Ельперін І. В. Промислові мережі та інтегровані системи управління. Київ : Ліра-К, 2020.
12. Гайдаєнко І. В. Основи проєктування інформаційних систем у виробництві. Харків : Факт, 2019.
13. ДСТУ EN ISO 12100:2016. Безпечність машин. Загальні принципи проєктування.
14. Janert P. G. Data Analysis with Open Source Tools. O'Reilly Media, 2010.
15. McKinney W. Python for Data Analysis. 3rd ed. O'Reilly Media, 2022.

16. Документація підприємства щодо процесів контролю якості, обліку браку, звітності ВТК та організації виробничого контролю на ТОВ «Блюберд тех».

ДОДАТКИ

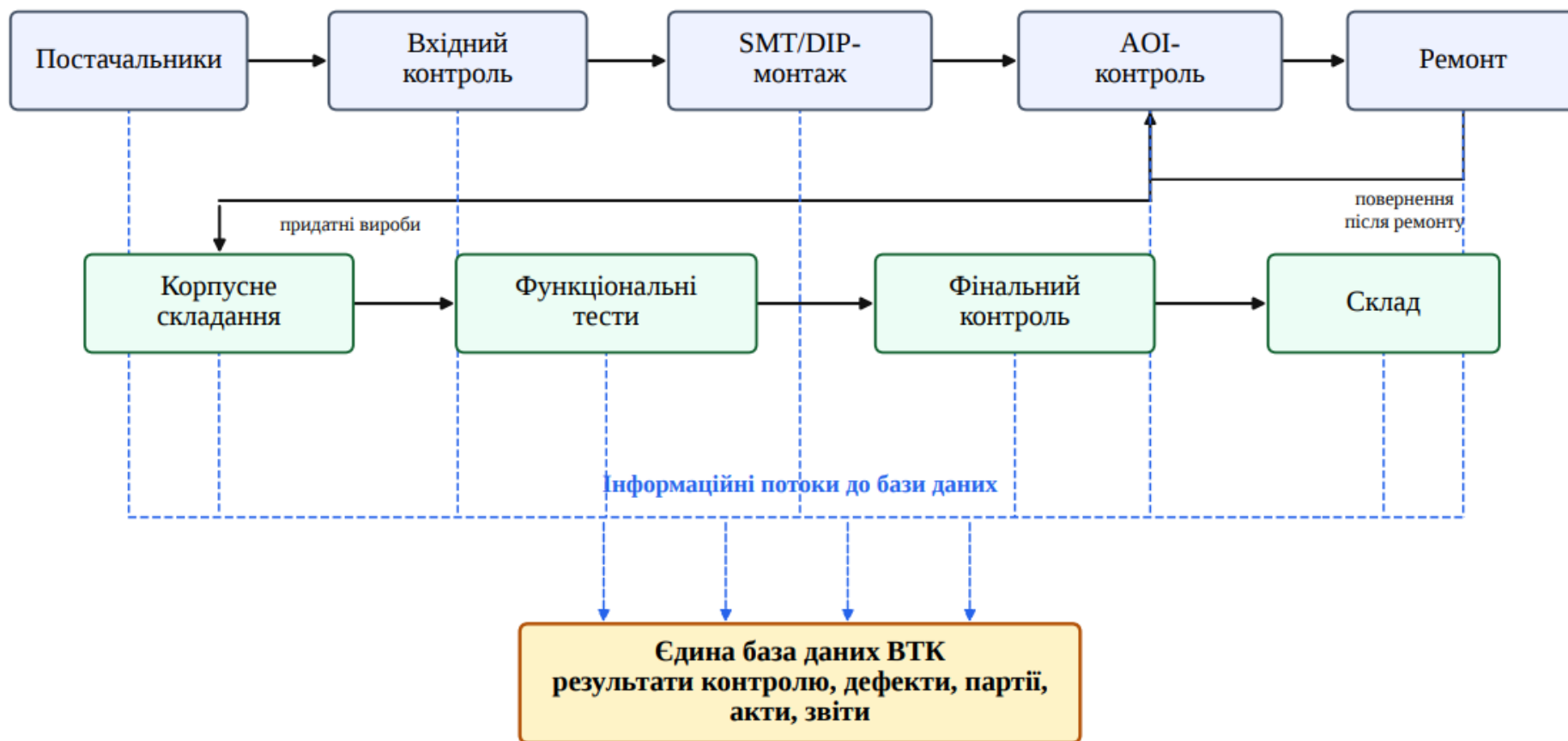
Додаток А
Структурна схема комп'ютеризованої системи управління якістю ВТК



Найменування	Лист	
		Аркуш А1

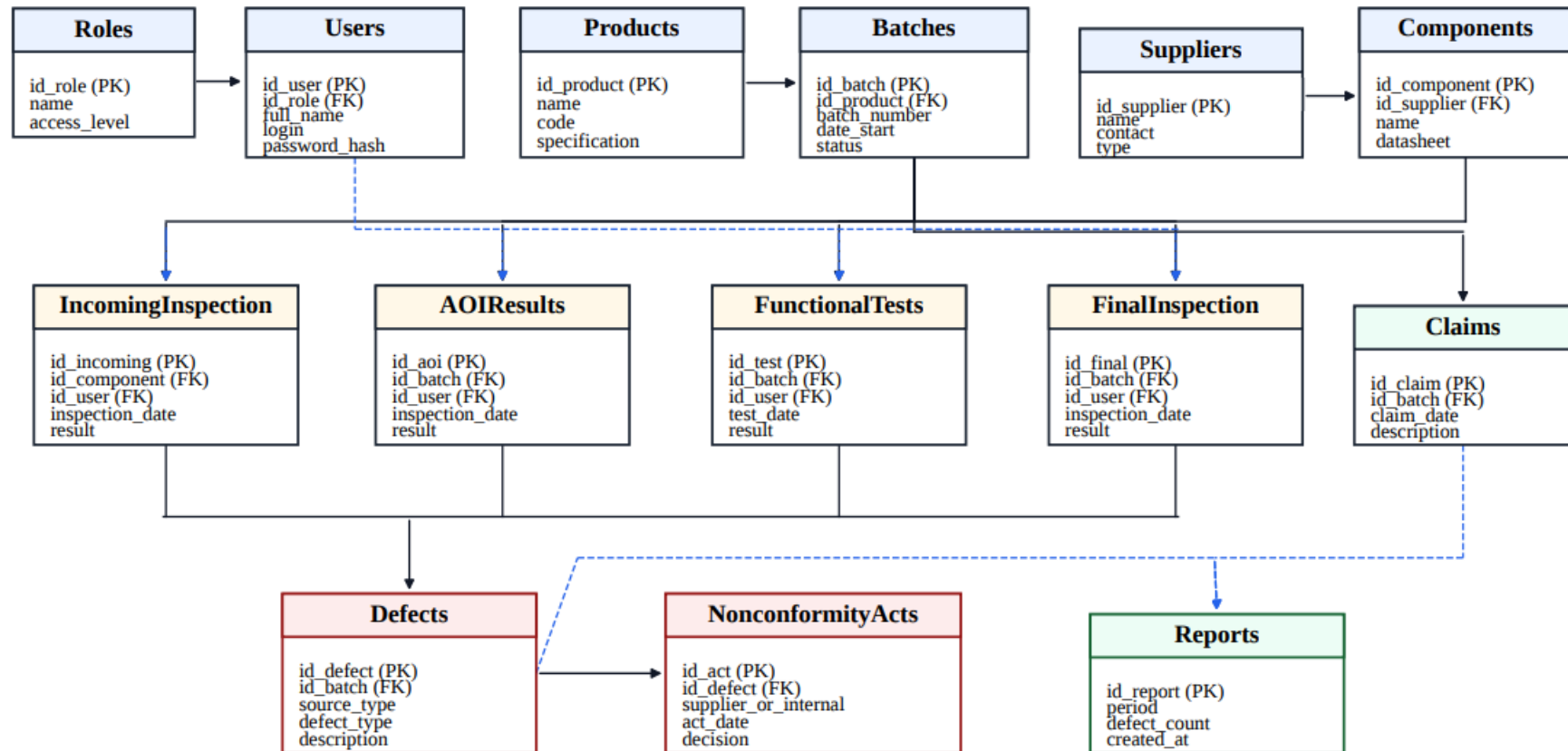
Додаток Б

Функціональна схема інформаційних потоків



Найменування	Лист	
		Аркуш А2

Додаток В . Схема бази даних системи управління якістю ВТК

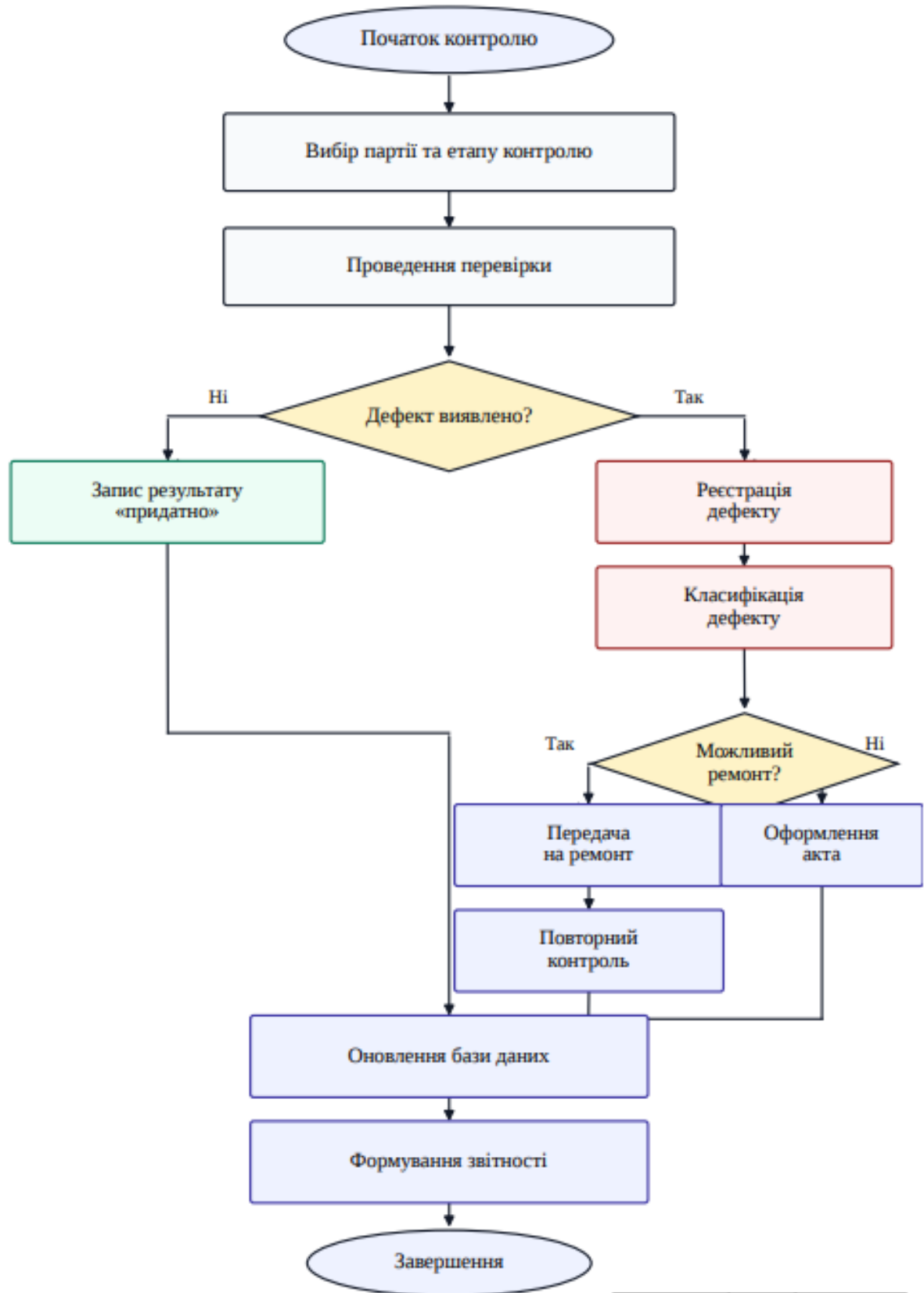


Позначення: — зв'язок за зовнішнім ключем

- - - - - службовий / аналітичний зв'язок

Найменування	Лист	
		Аркуш А3

Додаток Г. Алгоритм роботи системи при виявленні дефекту



Найменування	Лист	
		Архив А4

Додаток Д. Форми інтерфейсу АРМ контролера ВТК та начальника ВТК

АРМ контролера ВТК

Меню: Партії | Вхідний контроль | АОІ | Дефекти | Фінальний контроль

№ партії:
BT-2026-015

Етап:
АОІ

Статус:
перевірка

Таблиця виявлених позицій:

Позиція	Тип дефекту	Рішення	Примітка
R15	Холодна пайка	На ремонт	Повторити пайку
U4	Відсутній компонент	Доукомплектація	Перевірити магазин

Зберегти

Оформити дефект

Передати
в ремонт

Службове повідомлення: результат контролю буде збережено в SQL базі даних

АРМ начальника ВТК

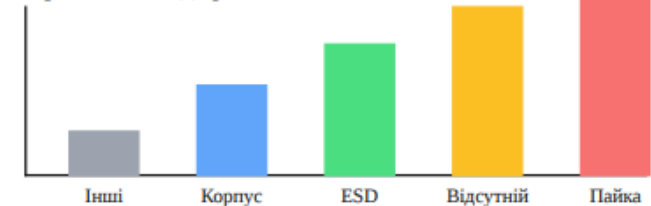
Меню: Звіти | Yield | Парето | Рекламациї | Акти невідповідності

Yield
94.8%

Брак за місяць
5.2%

Рекламациї
12

Парето-аналіз дефектів:



Журнал ключових подій:

- Партія BT-2026-015: 2 критичних дефекти АОІ
- Оформлено 1 акт невідповідності постачальнику
- Після ремонту 14 виробів пройшли повторний контроль

Аналітичні звіти формуються на основі даних перевірок, дефектів і актів

Найменування	Лист	
		Аркуш А5