



## РОЗШИРЕННЯ СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ КОНТРОЛЬНИХ КАРТ У СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОДУКЦІЇ НА МАШИНОБУДІВНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

Успішна реалізація заходів, спрямованих на покращення якості продукції, потребує "прозорості" всіх процесів системи управління якістю (СУЯ) для оцінювання їх ефективності. Як покаже практичний досвід виробництва продукції, технічний контроль виробничих процесів не дає змоги повністю контролювати та оцінювати рівень якості продукції у процесі її виготовлення, тим паче, що відмова деяких складників продукції виникає вже після порівняно незначного періоду експлуатації. Тобто істотний вплив на фактичний рівень якості продукції здійснює експлуатаційний фактор. Під час експлуатації вже через порівняно короткий термін проявляються дефекти продукції, які з певних причин не були виявлені у процесі виробництва та заводських випробувань. У разі виявлення дефектів продукції у процесі експлуатації організація (підприємство) працює у режимі усунення дефектів згідно з рекламцією споживача. Однак процес роботи служб гарантійного і сервісного обслуговування продукції тільки за фактом надходження рекламцій – це і є робота в "пожежному" режимі. Без належного аналізу характеру і причин дефектів продукції у експлуатації робота організації у сфері забезпечення і покращення якості буде малоефективною. Тим більше, що дефекти продукції в експлуатації, на "очах" споживачів, є фактично антирекламою продукції підприємства. Для оперативного поточного відстеження фактичного стану якості продукції в експлуатації на підприємстві було застосовано систему контрольних карт у таких координатах: питома кількість дефектів – час експлуатації продукції після її реалізації. Наведено приклад такої контрольної карти, у якій відстежуються виявлені дефекти залежно від часу експлуатації реалізованої продукції від початку освоєння її виробництва. У запропонованому виді контрольної карти оцінювання якості готової продукції, яка використовується в експлуатації споживачем, здійснюється за принципом зведення до мінімуму, практично до нуля, дефектів, пов'язаних із якістю покупних комплектуючих та дефектів, спричинених виробничими умовами підприємства.

**Ключові слова:** технічний контроль; виробничі процеси; автобус; експлуатація продукції; дефекти продукції; якість продукції.

### Вступ / Introduction

На сьогодні у практиці функціонування системи управління якістю (СУЯ) широко застосовують контрольні карти Шухарта, які є графічним засобом застосування статистичних методів для керування виробничими процесами з метою запобігання випуску бракованої продукції. Метою контрольних карт є виявлення непередбачуваних змін у регулярно повторюваних показниках процесів і на цій основі визначення критеріїв для виявлення недоліку статистичного керування [2].

Завданням статистичного керування виробничими процесами є забезпечення та підтримка процесів на прийнятному і стабільному рівнях, чим гарантується відповідність продукції та послуг встановленим вимогам. Контрольна карта, як графічний засіб надання і по-

рівняння інформації, є головним статистичним інструментом для цього. Подання й аналіз інформації базується на послідовності вибірок значення контрольованих параметрів, які відображують реальний стан процесу.

Для контрольних карт Шухарта необхідно мати статистичні дані процесу, отримані через приблизно рівні інтервали, якими є часові або кількісні показники процесу виготовлення продукції чи надання послуг. Метод контрольних карт дає змогу встановити, чи насправді процес знаходиться у статистично керованому стані. Застосування контрольних карт і їх аналіз дають змогу сприймати процес більш прозоро і вдосконалювати його.

Однак, як показує досвід роботи машинобудівних підприємств, які впровадили СУЯ у функціональну структуру підприємства, наприклад Львівського автобусного заводу впродовж 2002-2012 рр., методологія

### Інформація про авторів:

**Немий Степан Володимирович**, канд. техн. наук, доцент, кафедра автомобільного транспорту. Email: [sniemyj@ukr.net](mailto:sniemyj@ukr.net);

<https://orcid.org/0000-0001-5131-8842>

**Нема Олександра Степанівна**, канд. наук з державного управління, доцент, кафедра регіонального та місцевого розвитку.

Email: [oleksna@ukr.net](mailto:oleksna@ukr.net); <https://orcid.org/0000-0003-1242-7151>

**Цитування за ДСТУ:** Немий С. В., Нема О. С. Розширення сфери застосування контрольних карт у системі управління якістю продукції на машинобудівному підприємстві. Науковий вісник НЛТУ України. 2022, т. 32, № 2. С. 50–54.

**Citation APA:** Niemyi, S. V., & Niema, O. S. (2022). Expansion of the field of control cards application in the quality management system at the machine-building enterprise. *Scientific Bulletin of UNFU*, 32(2), 50–54. <https://doi.org/10.36930/40320208>

застосування контрольних карт може бути різноманітною.

*Об'єкт дослідження* – система управління якістю машинобудівного підприємства.

*Предмет дослідження* – методологія застосування контрольних карт оцінювання якості продукції.

*Мета роботи* – проаналізувати особливості використання контрольних карт оцінювання якості продукції та запропонувати тип контрольної карти оцінювання якості для продукції, яка знаходиться в експлуатації.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі *основні завдання дослідження*: обґрунтувати доцільність використання спеціальних контрольних карт та розробити їх форму для оперативного оцінювання якості продукції, яка знаходиться в експлуатації; формалізувати процес використання такої контрольної карти на прикладі машинобудівного підприємства.

*Аналіз останніх досліджень та публікацій*. У роботі [6] наведено основи функціонування СУЯ машинобудівного підприємства, основні положення яких наведено у табл. 1-3. У наведених таблицях прийнято скорочення: КД – конструкторська документація; ТД – технологічна документація.

У статті [7] проаналізовано стан СУЯ на автотранспортних і автосервісних підприємствах. Відзначено загальний незадовільний рівень СУЯ у системі автомобільного транспорту, через що існує низька якість надання перевізницьких послуг та високий рівень аварійності на дорогах.

У роботі [5] запропоновано алгоритм організації технічного контролю продукції на промисловому підприємстві. Така організація процесу технічного контролю дає змогу відстежувати якість виготовлюваної продукції на всіх етапах її виробництва.

**Табл. 1. Заходи зі статистичного визначення невідповідностей продукції / Measures for statistical identification of product deficiencies**

Зміст заходів	Мета	Форма виконання для подальшої реалізації
Визначення критичних позицій з якості по цехах, дільницях та моделях машин (видах продукції)	Забезпечення якості	1. Звіт за формою "Перелік виробів, що мають систематичні відхилення від КД"
Оцінювання стану КД: наявність та відповідність вимогам якості	Нормативне забезпечення якості	2. План-графік усунення конструктивних недоліків та видачі КД
Наявність ТД та оцінювання її відповідності вимогам якості	Виробничо-технічне забезпечення якості	1. Звіт про стан ТД. 2. План-графік розробки чи коректування ТД
Оснащеність технологічних процесів	Аналогічно	1. Аналіз наявності і стану обладнання, інструменту. 2. Графіки закупівлі, проектування та виготовлення обладнання, інструменту тощо

**Табл. 2. Заходи з нормативного та виробничо-технічного забезпечення якості робіт / Measures for normative and production and technical quality assurance of work**

Зміст заходів	Мета	Форма виконання для подальшої реалізації
Оцінювання досконалості конструкторських рішень та відповідне коригування КД	Нормативне забезпечення якості	1. План науково-технічного прогресу організації 2. План модернізації та розроблення нових моделей продукції
Оцінювання технологічного рівня виробництва та перехід на прогресивні технології	Виробничо-технічне забезпечення якості	1. План науково-технічного прогресу організації 2. План-графік впровадження нових технологій
Аналіз надійності комплектуючих виробів та якості конструкційних матеріалів	Нормативне та виробничо-технічне забезпечення якості	1. Звіт з надійності комплектуючих 2. Аналіз якості конструкційних матеріалів 3. Оцінка постачальників 4. План-графік впровадження нових комплектуючих і матеріалів

**Табл. 3. Заходи з виконавчого забезпечення якості / Measures for executive quality assurance**

Зміст заходів	Мета	Форма виконання для подальшої реалізації
Ідентифікація виробів у процесі виготовлення	Виконавче забезпечення якості	1. Розроблення маршрутної карти ідентифікації та робочої інструкції до неї
Оцінювання якості робіт персоналу	Аналогічно	2. Перелік операцій, для яких характерна низька якість виконання
Укомплектування кадрами	Аналогічно	1. Обґрунтування оптимальної чисельності працівників. 2. Забезпечення кадрами
Технічне навчання виконавців	Аналогічно	1. Графік організації та проведення навчання персоналу
Матеріальне стимулювання поліпшення якості продукції	Аналогічно	1. Положення про матеріальне стимулювання працівників за якість продукції

У публікації [1] наголошено, що однією із умов забезпечення конкурентоспроможності промислових підприємств є випуск якісної продукції. Ефективними заходами з підвищення якості та конкурентоспроможності вітчизняної продукції є розроблення та впровадження ефективної системи управління якістю продукції на українських машинобудівних підприємствах. При цьому зазначено, що перспективи подальших досліджень можуть бути пов'язані із визначенням інструментарію та напрямів вдосконалення інформаційного забезпечення СУЯ продукції, а також вивчення можливостей і особливостей впровадження інформаційних технологій СУЯ на вітчизняних машинобудівних підприємствах.

У публікації [8] відзначено, що якість продукції належить до найважливіших критеріїв функціонування підприємства в умовах насиченого ринку. Управління якістю продукції є важливим завданням, що потребує постійного вирішення для забезпечення високої якості готової продукції. Сучасне управління якістю повинне орієнтуватися на характер потреб, їхню динаміку та структуру, зумовлені кон'юнктурою ринку.

У роботі [9] зроблено висновок, що для забезпечення надійного контролю якості продукції підприємства на всіх етапах виробництва, потрібно створити та постійно вдосконалювати комплексну систему управління якістю, яка відповідатиме міжнародним стандартам. Це

дасть змогу: покращити імідж та статус підприємства, підвищити та зміцнити його репутацію; збільшити попит на свою продукцію; забезпечити гнучке управління підприємством в умовах зовнішнього середовища, покращити відносини зі споживачами та клієнтами, зменшити кількість браку, виробничих витрат тощо.

Необхідність формування системи управління якістю продукції зумовлена потребами пошуку нових методів ведення господарювання та адаптації підприємства до зовнішнього середовища в умовах посилення конкуренції. Як впливає з аналізу наведених публікацій, організація повинна постійно удосконалювати методологію впливу на покращення якості виготовленої продукції чи надаваних послуг.

## Результати дослідження та їх обговорення / Research results and their discussion

Основи функціонування СУЯ машинобудівного підприємства апробовано авторами в реальних умовах виробництва (див. табл. 1-3) [6].

Цілком зрозуміло, що успішна реалізація цих заходів вимагає "прозорості" всіх процесів СУЯ для оцінювання їх ефективності. Як показує практичний досвід виробництва продукції, технічний контроль виробничих процесів не дає змогу повністю контролювати й оцінювати рівень якості продукції у процесі її виготовлення. Відмова деяких складників продукції виникає вже після порівняно незначного періоду експлуатації, тобто істотний вплив на фактичний рівень якості продукції здійснює експлуатаційний фактор. У процесі експлуатації вже через порівняно короткий термін проявляються дефекти продукції, які не були виявлені у процесі виробництва та заводських випробувань.

У разі виявлення дефектів продукції у процесі експлуатації підприємство-виготовлювач працює у режимі усунення дефектів згідно з рекламацією споживача. Однак процес роботи служб гарантійного і сервісного обслуговування продукції тільки за фактом надходження рекламаций – це є робота у "пожежному" режимі. Без належного аналізу характеру і причин дефектів продукції в експлуатації, робота підприємства у сфері забезпечення і покращення якості буде малоефективною. Тим більше, що дефекти продукції в експлуатації, на "очах" споживачів, є фактично антирекламою підприємства.

Для оперативного поточного відстеження фактичного стану якості продукції в експлуатації на підприємстві автор розробив і впровадив в умовах виробництва спеціальний тип контрольних карт у координатах: питома кількість дефектів – час експлуатації продукції після її реалізації.

Питома кількість дефектів – кількість дефектів, що припадають на одиницю реалізованої продукції, і яку визначають за формулою

$$\Delta_{k(e)} = n_{k(e)} / N_a, \quad (1)$$

де:  $\Delta_k$  і  $\Delta_e$  – питома кількість дефектів за розглядуваний інтервал, відповідно, покупних комплектуючих і спричинених виробничими умовами підприємства;  $n_k$  і  $n_e$  – кількість дефектів, виявлених за прийнятий інтервал оцінювання, відповідно, покупних комплектуючих та спричинених виробничими умовами підприємства;  $N_a$  – кількість одиниць реалізованої продукції за прийнятий інтервал оцінювання.

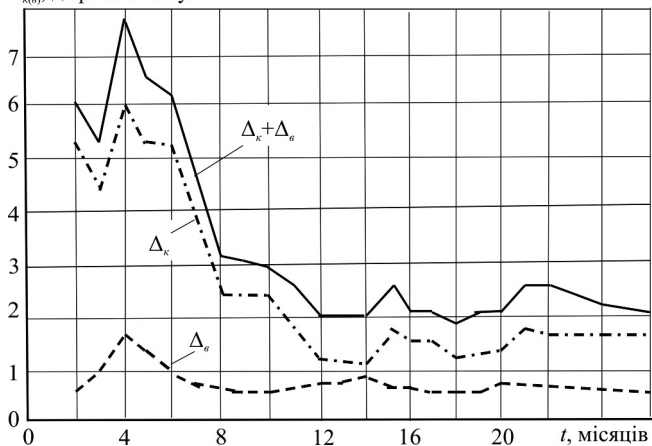
На рисунку наведено приклад такої контрольної карти, у якій відстежується питома кількість виявлених дефектів по щомісячному інтервалу впродовж періоду експлуатації  $t$  реалізованих автобусів із початку освоєння їх виробництва.

Загалом кількість дефектів (виявлених на підставі рекламаций споживачів) за прийнятий період оцінювання, покупних комплектуючих і дефектів, спричинених виробничими умовами підприємства, будемо визначати із залежності

$$n_{k(e)} = n_{k(e)i} + \sum_{m=1}^{i-1} n_{k(e)m}, \quad i = 1, 2, \dots \quad (2)$$

де:  $n_{k(e)i}$  – кількість дефектів, виявлених за прийнятий інтервал оцінювання;  $n_{k(e)m}$  – кількість дефектів із попередніх партій реалізованої продукції, які проявилися тільки на  $i$ -му інтервалі;  $m$  – кількість попередніх інтервалів.

$\Delta_{k(e)}$ , дефект/автобус



**Рисунок.** Контрольна карта відстеження питомої кількості дефектів великих міських автобусів впродовж двох років їх експлуатації / Control card for tracking the specific number of defects of large city buses during the two years of their operation

У класичній контрольній карті [2] якість продукції контролюється за знаходженням контрольованої ознаки у допустимих контрольних межах  $\bar{x} \pm 3\sigma$ , де  $\bar{x}$  – середнє арифметичне значення контрольованої ознаки,  $\sigma$  – середнє квадратичне відхилення значення контрольованої ознаки.

У запропонованому авторами варіанті контрольної карти оцінювання якості готової продукції, яку використовує в експлуатації споживач, здійснюється за принципом  $n_{k(e)} \rightarrow 0$ , тобто метою є звести до нуля кількість дефектів, пов'язаних із якістю покупних комплектуючих та дефектів, спричинених виробничими умовами підприємства.

На відміну від класичної контрольної карти [2], наведена карта, на перший погляд, є нібито тільки засобом спостереження за статистикою дефектів реалізованої продукції. Однак аналіз даних спостереження дає змогу виявити критичні позиції у покупних комплектуючих і у власному виробництві, які технічним контролем в умовах виробництва з тих чи інших причин виявити не вдалося, та на підставі цих даних розробити заходи для усунення виявлених дефектів продукції у подальшому, тобто реалізувати один із принципів СУЯ "прийняття рішень на підставі фактичних даних" [4]. Приклад форми обліку із фіксацією дефектів автобусів у процесі експлуатації впродовж року, сформованої на підставі рекламаций споживачів, наведено у табл. 4.

**Табл. 4. Розподіл дефектів під час експлуатації великих міських автобусів / Fault statistics in exploitation of large city buses**

Система, агрегат	Кількість дефектів, зокрема		
	по комплек- туючих	при виго- товленні	разом
Двигун	6	–	6
Коробка переми передач	7	1	8
Зчеплення	1	–	1
Система живлення	–	1	1
Система випуску	2	1	3
Система охолодження	3	–	3
Система опалення	–	4	4
Підвіска	2	1	3
Ведучий міст	2	–	2
Передня вісь	10	1	11
Кермове керування	2	–	2
Колеса, шини	7	–	7
Гальма і пневмосистема	6	1	7
Електрообладнання	10	–	10
Радіообладнання	1	–	1
Кузов	1	11	12
Всього	60	21	81

Регулярне відстеження і фіксація дефектів продукції за рекламціями споживачів дає змогу оперативно визначити причини їх виникнення, та на підставі цих фактів розробляти заходи з ефективних запобіжно-коригувальних дій для недопущення виявлених дефектів у майбутньому. Окрім цього, така контрольна карта дає змогу наочно показати ефективність запобіжних дій щодо недопущення виявлених дефектів у подальшому. Обов'язковою умовою є використання індивідуальних контрольних карт для кожного виду (моделі) продукції.

Щодо покупних комплектуючих, які під час експлуатації показали низький рівень надійності, то насамперед цілком логічним заходом є відмова від їх закупівлі та заміна на аналогічну продукцію фірм, виробу яких мають високу надійність.

Щодо дефектів, спричинених виробничими умовами підприємства, то за результатами аналізу причин їх виникнення на підприємстві розробляють комплекс запобіжно-коригувальних дій, які можуть охоплювати широкий спектр заходів, зокрема: аналіз досконалості конструктивних рішень, оснащеність і відповідність технологічних процесів, виготовлення та закупівлю необхідного технологічного обладнання, навчання персоналу тощо.

З досвіду роботи Львівського автобусного заводу, відстежування й оперативне усунення дефектів автобусів та причин їх появи у процесі експлуатації, дає змогу майже повністю усунути потенційні причини дефектів практично за період гарантійного пробігу.

**Обговорення результатів дослідження.** Перспективи подальших досліджень можуть бути пов'язані із визначенням інструментарію та напрямів вдосконалення інформаційного забезпечення СУЯ продукції, а також вивченням можливостей і особливостей впровадження інформаційних технологій СУЯ на вітчизняних машинобудівних підприємствах [1]. Сучасне управління якістю повинне орієнтуватися на характер потреб, їхню динаміку та структуру, зумовлені кон'юнктурою ринку та якістю в умовах експлуатації [8]. Потрібно постійно вдосконалювати комплексну СУЯ, яка відповідатиме міжнародним стандартам. Це вимагає забезпечення надійного контролю якості продукції підприєм-

ства не тільки на всіх етапах виробництва, але й впродовж гарантійного терміну експлуатації [9].

З врахуванням на зазначене вище, можна стверджувати, що без належного аналізу характеру і причин дефектів продукції під час експлуатації, робота підприємства у сфері забезпечення і покращення якості буде малоефективною.

Отже, внаслідок проведеного дослідження отримано такі *основні результати*: проаналізовано особливості використання контрольних карт оцінювання якості продукції та запропоновано тип контрольної карти оцінювання якості для продукції, яка знаходиться в експлуатації.

*Наукова новизна отриманих результатів дослідження* – обґрунтовано підхід до статистичного відстеження якості продукції, що знаходиться в експлуатації, на підставі певного виду контрольних карт, де відображено зміну показників якості продукції залежно від кількості дефектів у часі.

*Практична значущість результатів дослідження* – можливе використання такої контрольної карти для оперативного оцінювання якості продукції, яка перебуває в експлуатації. Це дасть змогу розробити відповідні запобіжно-коригувальні дії для усунення дефектів продукції, які проявляються в умовах експлуатації впродовж терміну гарантійного обслуговування.

## Висновки / Conclusions

Проаналізовано особливості використання контрольних карт оцінювання якості продукції та запропоновано відповідний тип контрольної карти для оцінювання якості для продукції, яка знаходиться в експлуатації. За результатом виконання дослідження можна зробити такі основні висновки:

1. Для забезпечення високої якості продукції, зокрема транспортних засобів, доцільно відстежувати їх дефекти, що виникають у процесі початкового періоду експлуатації після впровадження у виробництво.

2. Запропоновано апробований тип контрольної карти відстеження якості продукції під час експлуатації. Вона ґрунтується на статистичних даних, отриманих впродовж періоду як гарантійного, так і сервісного обслуговування. Це є об'єктивною інформаційною основою для розроблення ефективних запобіжно-коригувальних дій.

3. Аналіз даних контрольних карт дасть змогу оперативно розробляти заходи з покращення якості продукції, зокрема для усунення наявних і потенційних дефектів покупних комплектуючих виробів та дефектів, спричинених умовами власного виробництва.

## References

- Burdelna, H. O. (2009). Prospects for the development of the product quality management system of a machine-building enterprise. Kyiv: Visnyk ekonomichnoi nauky Ukrainy, 2, 20–23.
- DSTU ISO 8258–2001. (2003). Schuhart control charts (ISO 8228: 1991, IDT). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 32.
- DSTU ISO 9000:2015. (2016). Quality management systems. Basic provisions and vocabulary (ISO 9000: 2015 IDT). Kyiv: DP "UkrNDNTs".
- DSTU ISO 9001:2015. (2016). Quality management systems. Requirements. Kyiv: DP "UkrNDNTs".
- Niemi, S. V. (2010). Formation of the process of product quality control at the machine-building enterprise. Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska politekhnika", 679: Optymizatsiia

- vyrobnych protsesiv i tekhnichni kontrol u mashynobuduvanni ta prykladobuduvanni, 101–106.
6. Niemyi, S. V. (2013). Features of creation and introduction of quality management system at the machine-building enterprise. *Optymizatsiia vyrobnych protsesiv i tekhnichni kontrol u mashynobuduvanni ta prykladobuduvanni: Visnyk Nats. un-tu "Lviv. politekhnika"*. Lviv: Vyd-vo Lviv. politekhniky, 760, 106 – 112.
  7. Niemyi, S. V., & Pukalo, M. I. (2013). Quality management at motor transport and car service enterprises: state and problems. *Visti avtomobilno-dorozhnoho instytutu 1*(16), Horlivka, 74–85.
  8. Oliinyk, Ye. O., Oliinyk, A. S., Pylypenko, O. H., & Puhin, O. S. (2019). Product quality management: essence, principles, basic approaches. *Ahrosvit*, no. 23, 79–86.
  9. Skopenko, N. S., & Pavlova, T. V. (2018). Formation of a product quality management system of the enterprise in modern business conditions. *Naukovyi visnyk Khersonskoho derzhavnogo universytetu. Serii ekonomichni nauky*. Issue 30, part 1, 150–154.

**S. V. Niemyi, O. S. Niema**

*Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine*

## **EXPANSION OF THE FIELD OF CONTROL CARDS APPLICATION IN THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM AT THE MACHINE-BUILDING ENTERPRISE**

The successful implementation of measures aimed at improving product quality requires transparency of all processes of the quality management system to assess their effectiveness. As demonstrated by practical experience in manufacturing products, technical control of manufacturing processes does not allow for complete control and assessment of the quality level of the products in the process of their production. Failure of certain components often occurs already after a relatively short operation period, which is a significant impact on the actual level of product quality caused by the operating factor. After a relatively short period in the process of operation in the products, defects appear which were not detected due to various reasons in the production process or factory trials. If the defects of the products are detected in the process of operation, the manufacturer operates in the mode of rectification of defects following the customers claims. However, the process of working warranty services and after-sales service only for the fact of receipt of claims is the work in the "fire" mode. Without proper analysis of the kind and causes of product defects in use, the organization work in the field of security and improvement of quality will be ineffective. Moreover, defects in the operation of products, in the eyes of the consumer, actually are anti-advertisement of the organization products. For operational monitoring of the actual state of the product quality in service at the organization a system of control charts in coordinates of the specific number of defects – time of operation of products after their realization was applied at the organization. An example of such a control chart is given, in which the identified defects are tracked depending on the time of operation of the sold products from the beginning of their production. The suggested type of control chart assessment of the quality of the final products, which is used by the customer, according to the principle of minimizing, practically to zero, defects caused by the quality of purchased components and defects caused by production conditions of the organization is carried out.

**Keywords:** technical control; production processes; bus; product operation; product defects; product quality.