

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ
«УКРСПЕЦМАШ»

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

АКСЬОНОВА Людмила Іванівна

УДК 006.83:378

ДИСЕРТАЦІЯ

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ
ПРОЦЕСІВ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ
(НА ПРИКЛАДІ ПІДПРИЄМСТВ МАШИНОБУДІВНОЇ ГАЛУЗІ)**

05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело
_____ Л.І. Аксьонова

Науковий керівник: **Володарський Євген Тимофійович**, доктор технічних наук, професор, Заслужений працівник освіти України

Київ – 2018

АНОТАЦІЯ

Аксьонова Л.І. Удосконалення методів оцінювання результативності процесів системи управління якістю (на прикладі підприємств машинобудівної галузі). – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення. – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» МОН України, м. Київ, 2018.

У вступі наведено актуальність теми, де обґрунтована доцільність досягнення компромісу між виготовленням якісної продукції та зниженням її собівартості, що здійснюється шляхом створення результативної системи управління якістю (СУЯ) та забезпечення постійного поліпшення (ПП) її процесів, які оцінюють за встановленими показниками, використовуючи для цього внутрішній аудит (ВА). Сформовано мету, наукове завдання, об'єкт, предмет і методи дослідження, визначено наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів, наведено дані про апробацію та публікації, окреслено особистий внесок здобувача.

У першому розділі здійснено аналіз основних положень управління якістю та запропоновано визначати результативність СУЯ через досягнення її мети, яка пов'язана із стабільним виконанням вимог замовника продукції. Розглянуто особливості підприємств машинобудівної галузі як об'єкту оцінки, що полягають у існуванні проміжних замовників та споживачів результатів процесів життєвого циклу продукції (ЖЦП), нерозривність результатів яких потребує впливати на якість на проміжних етапах її виготовлення, а складність взаємозв'язків з іншими процесами СУЯ обумовлює забезпечити чітке простежування вимог замовника для їх оцінювання. Тому пропонується підхід до оцінювання результативності СУЯ здійснювати через процеси ЖЦП, використовуючи процесно-орієнтований ВА, важливою перевагою якого є простежування взаємозв'язків між її процесами та зменшення часу на збирання

доказів аудиту. Проаналізовано існуючі методи оцінювання результативності СУЯ, що здійснюються під час процесно-орієнтованого аудиту, та встановлено їх основні недоліки, які полягають у наявності процесів різної категорії (основні, управлінські, забезпечувальні тощо), для оцінки яких застосовують неконкретні критерії аудиту, використовуючи експертні методи. Як наслідок отримується узагальнена оцінка (переважно в балах або частках одиниці), що, у свою чергу, не дозволяє розробити конкретні корегувальні дії (КД) та ускладнює прийняття обґрунтованого висновку про результативність СУЯ. Для усунення цих недоліків запропоновано встановити статистичні показники для оцінювання результативності процесів ЖЦП, пов'язані з контрактними вимогами замовника, а для загальної оцінки СУЯ використовувати чисельний показник, який має комплексно відображати рівень виконання цих вимог.

На сьогодні для оцінювання показників процесів СУЯ переважно застосовують експертні методи, результати яких залежать в основному від кваліфікації аудитора. При цьому необхідно враховувати, що поліпшення процесів СУЯ має здійснюватися поступово, базуючись на наявних об'єктивних статистичних даних. Таким чином, запропоновано, в рамках процесно-орієнтованого ВА, застосовувати комплексний підхід до послідовного оцінювання результативності процесів СУЯ з використанням критеріїв їх статистичної керованості. Використання ймовірнісно-статистичних методів для оцінювання результативності процесів СУЯ, на відміну від експертного, дозволить здійснювати об'єктивну кількісну оцінку їх результатів та отримувати обґрунтовані висновки аудиту для введення КД з метою забезпечення ПП цих процесів, а отже стабільного виконання вимог замовника продукції.

У другому розділі розроблено вербальну модель процесів СУЯ та здійснено її формалізований опис у вигляді розроблених СТП, які використовують як нормативно-методичну базу для оцінювання результативності її процесів. Оцінювання результативності СУЯ здійснюється

через процеси ЖЦП, які складаються з пар «процес-постачальник» та «процес-споживач». Це дало можливість не тільки спростити моніторинг СУЯ за рахунок зменшення числа її процесів та числа показників для їх оцінювання, але й забезпечити простежування вимог замовника для їх оцінки на кожному етапі виробництва продукції. Запропоновано комплексний підхід до послідовного оцінювання СУЯ та розроблено алгоритм його реалізації, в якому для діагностики статистичної керованості стану процесу та її регулювання використовують дисперсійний аналіз, що, на відміну від традиційного застосування для цієї мети контрольних карт Шухарта, дозволяє аудитору робити більш достовірні висновки про необхідність корегування його операцій.

Для підвищення статистичної надійності висновків аудиту про результативність процесу запропоновано застосовувати удосконалений метод парного статистичного порівняння середніх значень, що дозволяє об'єктивно поліпшувати спосіб виконання цих процесів.

У третьому розділі досліджено якісні та кількісні характеристики результатів ВА та визначено чинники, які сприяють зменшенню числа скарг за результатами оцінки. Для експериментального дослідження використано дані результатів оцінювання, представлені числом типових невідповідностей СУЯ, згруповані за розділами ДСТУ ISO 9001 та скарги замовника продукції, зібрані на машинобудівному підприємстві.

Встановлено рівень виявлення невідповідностей СУЯ, що спричиняють скарги замовника продукції за різною категорією її процесів шляхом визначення частоти (Р) між числом скарг та цими невідповідностями. Для більш точної та надійної оцінки введено допоміжну змінну

(φ), значення якої знаходиться з допомогою \arcsin – перетворення (або кутове перетворення Фішера). Зокрема, найменший рівень встановлено за допоміжними процесами (від 3,8% до 33,3 %), а найбільший за процесами ЖЦП – 67,2 %, що свідчить про те, що підхід до планування контрольних перевірок цих процесів має відрізнятися. Незначні зміни у поліпшуванні процесів ЖЦП,

що підтверджує розрахований коефіцієнт варіації (18,3%), та зменшення числа скарг за цей період на 48 % за рахунок поліпшування допоміжних процесів СУЯ можуть свідчити, що встановлені критерії аудиту для оцінювання цих процесів не дозволяють ідентифікувати майбутні причини скарг для їх попередження. Дослідження методом найменших квадратів, використовуючи двофакторну математичну модель, встановлено відмінність методу оцінювання результативності процесів ЖЦП та допоміжних.

Проведений аналіз показав, що можливе розсіювання показника результативності процесу ЖЦП визначається трьома факторами, які пов'язані з мінливістю умов реалізації процесу на протязі дня (випадкові причини варіації); мінливістю умов праці та мінливістю обумовлена різним сполученням величин при реалізації процесу (невипадкові причини варіації). Для цього побудовано статистичну модель оцінювання результативності процесів ЖЦП (або фізична модель процесу в неритмічних умовах виробництва) та оцінено вплив кожного фактору, який порівнювали із «взірцевими опорними» відхиленнями, використовуючи двухфакторний ієрархічний аналіз. Значення дисперсії повторюваності результативності характеризує організацію здійснення процесу ЖЦП на теперішній час, де число степенів свободи $\nu_{\varepsilon} = N_1 N_3 (N_3 - 1)$, приймається за нормоване і використовується для поточного контролю стабільності виконання процесу. Загальною оцінкою процесу є дисперсія його показника результативності, який характеризує його можливості забезпечувати якісні результати в умовах неритмічного виробництва машинобудівного підприємства.

Поступове та постійне зменшення загального числа скарг від замовників продукції за визначений період часу вказує на те, що поступово забезпечується поліпшування результативності СУЯ. З метою перевірки цієї гіпотези та дослідження впливу результатів процесів ЖЦП на загальну результативність СУЯ, проведено загальний аналіз скарг замовників за період із 2003 по 2015 рр. При цьому виділено число скарг, які пов'язані із процесом ЖЦП. Розраховані

коефіцієнти кореляції ($r_{xy_i} = 0,97$) між числом скарг, які пов'язані з процесом ЖЦП та загальним числом скарг СУЯ, свідчать про лінійну функціональну залежність. Для аналізу зв'язку між показниками результативності процесу ЖЦП, які показують рівень виконання контрактних вимог замовника продукції (вимоги щодо технічних характеристик виробу та своєчасність їх виконання), та числом скарг, пов'язаних із цим процесом, використовували однофакторну математичну модель, яку побудовано за допомогою методу найменших квадратів. Отримане рівняння регресії свідчить, що зі збільшенням рівня результативності будь-якого процесу ЖЦП на 1%, число скарг, пов'язаних з цим процесом зменшується в середньому на 0,29. Отже, якщо прогнозне значення показника результативності ($\bar{P}_{пр.}^{рез.}$) будь-якого процесу ЖЦП встановити рівним 100 %, тоді число скарг, пов'язаних з цим процесом, складе – 0,91. Розраховані значення за цим рівнянням можна застосовувати для прогнозу очікуваного числа скарг за результатами ВА.

У четвертому розділі, експериментально доведено застосовність розробленого підходу до послідовного оцінювання СУЯ, працездатність якого підтверджено підвищенням статистичної керованості її процесів, у структурних підрозділах підприємства, у середньому, на 13%. На основі теоретичних досліджень розроблено методику, яку використовують для встановлення нормативних значень показників виконання процесів ЖЦП, апробацію якої здійснено на прикладі процесу «Закупівля». Це дало можливість шляхом поліпшення процесу скоротити загальний час його здійснення на 30,0 год та встановити норму його виконання, що дорівнює 28,4 год.

Застосовуючи непараметричний метод та χ^2 -критерій Пірсона проведено дослідження результативності розроблених та реалізованих КД до та після поліпшення процесів СУЯ, які доводять ефективність запропонованого кількісного методу оцінювання, що дозволяє отримати методику ВА з характеристиками, прийнятними для її подальшого використання. Це

підтверджено зменшенням загального числа невідповідностей у процесах, у середньому, у 2,5 рази, та відсутністю випадків повторення тих самих (або типових) невідповідностей СУЯ.

Розроблена методика ВА, у порівнянні з більшістю існуючих методик, здійснюється за спрощеною процедурою оцінювання результативності при одночасному збереженні високої статистичної надійності висновків аудиту, які приймають за результатами оцінки. Поліпшення результативності СУЯ за результатами її оцінки, яке перевірено у реальних виробничих умовах машинобудівного підприємства, підтверджується зменшенням числа скарг від замовників продукції, у середньому, у п'ять разів.

Ключові слова: внутрішній аудит, статистичний показник процесу, система управління якістю, кількісне оцінювання результативності, машинобудівне підприємство, поліпшення якості.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Володарський Є.Т. Застосування статистичного підходу до оцінювання результативності процесів для їх постійного поліпшення / Є.Т. Володарський, Л.І. Аксьонова // Метрологія та прилади. – 2018. – № 2. – С. 36 – 39, (фахове видання входить до міжнародної наукометричної бази «*Index Copernicus*»).

2. Володарський Є.Т. Статистична модель оцінювання результативності процесів життєвого циклу продукції машинобудівного підприємства / Є.Т. Володарський, Л.І. Аксьонова // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2017. – № 3. – С. 14 – 21, (фахове видання).

3. Володарський Є.Т. Інтегральний показник для кількісної оцінки результативності системи управління якістю на прикладі машинобудівного підприємства / Є.Т. Володарський, Л.І. Аксьонова // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2017. – № 4. – С. 7 – 19, (фахове видання).

4. Коваль Г. Оцінювання ступеня виконання вимог стандартів підприємства. Методика внутрішнього аудиту якості / Г.Коваль, Л. Аксьонова // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2013. – № 1. – С.44–48, *(фахове видання)*.

5. Коваль Г. Дослідження ефективності методів внутрішнього аудиту системи управління якістю / Г. Коваль, Л. Аксьонова // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2012. – № 1. – С.53–57, *(фахове видання)*.

6. Аксьонова Л.І. Роль внутрішнього аудиту у механізмі постійного поліпшення результативності системи управління якістю / Л.І. Аксьонова // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2011. – № 4. – С.55 – 59, *(фахове видання)*.

7. Аксьонова Л.І. Вимірювання процесів системи управління якістю з використанням методики «Шість сигм» / Л.І. Аксьонова // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2010. – № 6. – С. 51 – 54, *(фахове видання)*.

8. Аксьонова Л.І. Менеджмент якості – нова концепція управління на машинобудівних підприємствах / Л.І. Аксьонова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. – № 5/3. – С. 7–11, *(фахове видання)*.

9. Аксьонова Л.І. Удосконалення процесу внутрішнього аудиту на промисловому підприємстві / Л.І. Аксьонова, О.Е. Янішевський // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2007. – № 4. – С. 49–53, *(фахове видання)*.

10. Аксьонова Л.І. Компетентність персоналу та якість процесів у виробництві продукції / Л.І. Аксьонова, О.Е. Янішевський, О.Е. Нарівський // Metallургическая и горнорудная промышленность. – 2008. – № 3. – С. 101–103.

11. Нарівський О. Е. Дослідження впливу методів внутрішнього аудиту на поліпшування результативності системи управління якістю машинобудівного підприємства / О. Е. Нарівський, Л. І. Аксьонова // Молодий вчений. – 2016. – №3. – С.268 – 271.

12. Аксьонова Л. І. Застосування статистичних методів для діагностичного оцінювання процесів системи управління якістю при проведенні внутрішнього аудиту / Л. І. Аксьонова // Молодий вчений. – 2015. – №9. – С.20–23.

13. Аксёнова Л.И. Внутренний аудит системы менеджмента качества. Количественная оценка процессов / Л.И. Аксёнова, Г.М. Коваль // Технологічний аудит та резерви виробництва. – 2013. – № 4/1. – С. 3–6,

14. Нарівський О. Е. Вимірювання та оцінювання процесів життєвого циклу продукції для забезпечення стабільності показників якості продукції / О. Е. Нарівський, Л.І. Аксьонова // Системи розробки та постановки продукції на виробництво: матеріали наук.-практ. конф., 17–20 травня 2016 р. – Суми, 2016 – 300 с.

15. Аксенова Л.И. Обеспечение стабильных показателей качества машиностроительного предприятия по результатам внутреннего аудита / Л.И. Аксенова // Повышение надежности и долговечности оборудования нефтегазовой и химической промышленности: материалы I Междунар. конф.-выставки, 3–6 сентября 2013г. – Бердянск, 2013. – 164с.

16. Коваль Г. Підхід до проведення внутрішнього аудиту якості процесів життєвого циклу продукції з метою оцінювання виконання вимог замовників / Г. Коваль, Л. Аксьонова // Якість, стандартизація та сертифікація: матеріали всеукр. наук.-практ. конф., 12 жовтня 2012 р. –Київ, 2012. – 115 с.

17. Аксьонова Л.І. Внутрішній аудит якості як інструмент удосконалення методів управління підприємства / Л. І. Аксьонова // Стратегия качества в промышленности и образовании: материалы VIII Междунар. конф. (в 3-х том.), 08–15 июня 2012 г. – Варна (Болгария), 2012. Т3 (2). – 582 с.

18. Аксьонова Л.І. Застосування системно-процесного підходу для побудови моделі якості внутрішнього аудиту системи управління якістю / Л.І. Аксьонова // Стратегия качества в промышленности и образовании: материалы

VII Междунар. конф. (в 3-х том.), 03–10 июня 2011г. – Варна (Болгария), 2011. Т1(3). – 724 с.

19. Аксёнова Л.И. Повышение ценности результатов внутреннего аудита через систему мотивации (на примере машиностроительного предприятия) / Л.И. Аксёнова // Качество, Стандартизация, Контроль: Теория и практика: тезисы докл. XI Междунар. научн.-практич. конф., 26–30 сентября 2011 г. – Ялта, – 2011.– 724 с.

20. Аксёнова Л. И. Инструменты внутреннего аудита для оценки системы менеджмента качества машиностроительного предприятия / Л.И. Аксёнова // Стратегия качества в промышленности и образовании: материалы VI Междунар. конф. (в 4-х том.), 4–11 июня 2010 г. – Варна (Болгария), 2010. Т1 (2). – 604 с.

ANNOTATION

Aksionova L.I. Perfection of methods for evaluating the effectiveness of quality management system processes (on the example of enterprises of the machine-building enterprises). – Qualifying scientific work with manuscript copyright.

Dissertation is on the receipt of scientific degree of candidate of technical sciences, specialty 05.01.02 – standardization, certification and metrology. The National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", MES Ukraine, Kiev, 2018.

The introduction introduces the relevance of the topic where the feasibility of reaching a compromise between the production of quality products and the reduction of its cost through the provision of an effective quality management system (QMS), using the VA, is substantiated. The purpose, scientific task, object, subject and methods of research have been formed, the scientific novelty and the practical value of the obtained results have been determined, data on testing and publication are given, the personal contribution of the applicant is outlined.

The first section analyzes the key provisions of quality management and proposes to determine the effectiveness of the QMS through the achievement of its

goal. The analysis of existing methods of estimation and ensuring the effectiveness of the QMS carried out during the internal audit (VA) is carried out and attention is paid to the features of the enterprises of the machine-building industry as an object of evaluation.

It has been established that process-oriented VA is the most objective method of studying QMS, the important advantage of which is to trace the interrelations between its processes and reduce the time to collect audit evidence. A critical analysis of existing approaches to the evaluation of processes using statistical methods is presented, with their benefits identified. The ways of developing corrective actions (CD) and analysis of their effectiveness are analyzed. It is proposed to establish a general indicator for the overall evaluation of the effectiveness of the QMS, which should be quantitative and related to its purpose.

Thus, a comprehensive approach is proposed for the improvement of process-oriented VA, which involves:

- development of a statistical approach to the continuous improvement (PP) of the QMS processes, which is based on their consistent assessment in order to ensure their stability and gradually reduce the dispersion of their performance indicators;
- an objective quantitative assessment using probabilistic-statistical methods for obtaining sound conclusions of the audit and objective development of the CD, taking into account the particularities of the enterprises of the machine-building industry.

In the second section, the PSM model has been developed and its formalized description has been developed in the form of developed STP, which are used as a normative and methodological basis for evaluating the effectiveness of its processes; An approach to ensuring the PP of the effectiveness of the QMS was proposed and its implementation algorithm based on the use of the Pearson statistical criterion was developed.

The possibility of reducing the subjectivity of the development of CDs, which is introduced to improve the method of execution of the process, is substantiated, using simultaneously the conformity assessment and diagnosis of this process by the

established criterion of its effectiveness. For the CD analysis, it is suggested to apply an improved method of paired statistical comparison of the mean values of the two aggregates of process performance indicators. This increases the statistical reliability when deciding on their effectiveness. It is proposed to use the number of complaints from product customers for the overall assessment of the effectiveness of the QMS.

In the third section, qualitative and quantitative characteristics of the results of BA are investigated, and factors that contribute to reducing the number of complaints based on evaluation results are identified. For the experimental study, the data of the evaluation results, presented by the number of typical non-conformities of the QMS, are grouped according to the sections of DSTU ISO 9001 and customer complaints of products collected at the machine-building enterprise.

The level of detecting discrepancies in the QMS is established, which causes customer's complaints of products in different categories of its processes by determining the frequency (P) between the number of complaints and these discrepancies. For a more accurate and reliable evaluation, the auxiliary variable (λ), whose value is using λ -transform (or angular Fourier transform), is introduced. In particular, the lowest level was established by supporting processes (from 3.8% to 33.3%), and the largest product life cycle (LFC) process - 67.2%, which suggests that the approach to planning of control checks of these processes should be different.

Insignificant changes in the improvement of LCC processes based on the assessment results, which confirm the calculated coefficient of variation (18.3%), may indicate that the established audit criteria for assessing these processes do not allow identifying the future causes of complaints for their prevention. In addition, the total number of complaints over this period has been reduced by 48%, but due to improvement of the auxiliary processes of the CDM, that is, the reduction of the number of inconsistencies in these processes. Thus, it has been found that the auxiliary and core processes of the QMS should have different audit criteria for their evaluation. The research by the least squares method, using a two-factor

mathematical model, established the difference between the method of evaluating the effectiveness of the LC and auxiliary processes.

The conducted analysis showed that the possible scattering of the efficiency of the LCC process is determined by three factors that are associated with the variability of the conditions of the process during the day (random causes of variation); the variability of working conditions and the variability due to different combinations of quantities in the process of implementation (non-random causes of variation). For this purpose, a statistical model for evaluating the performance of LCC processes (or the physical model of the process in non-rhythmic production conditions) was constructed, and the influence of each factor was compared, which was compared with "model reference" deviations, using a two-factor hierarchical analysis. The value of the variance of the repeatability of the performance characterizes the organization of the implementation of the LCC process at the present time, where the number of degrees of freedom is taken as normalized and used for the ongoing control of the stability of the process. The general assessment of the process is the variance of its performance indicator, which characterizes its ability to provide qualitative results in conditions of non-rhythmic production of machine-building enterprises.

Gradual and continuous reduction of the total number of complaints from customers for a certain period of time indicates that there is a gradual improvement of the QMS effectiveness. In order to test this hypothesis and to study the effect of LCC processes' performance on the overall effectiveness of QMS, a general analysis of customer complaints over the period from 2003 to 2015 has been made. In this case, the number of complaints related to the LCC process has been identified. The calculated correlation coefficients (r) between the number of complaints related to the LCC process and the total number of SOI complaints indicate a linear functional dependence. To analyze the link between LCC performance indicators, which demonstrate the customer's contract performance (requirements for product specifications and timeliness of their performance), and the number of complaints related to this process, used one-factor mathematical model using the least squares

method. The obtained regression equation shows that with an increase in the level of effectiveness of any LCC process by 1%, the number of complaints related to this process decreases by an average of 0.29. Consequently, if the predictive value of the performance indicator () of any LCC process is set to 100%, then the number of complaints related to this process will be - 0.91. Calculated values for this equation can be used to predict the expected number of complaints based on the VA results.

In the fourth section, the applicability of the proposed approach to the reduction of the subjectivity of the development of CDs and the evaluation of their effectiveness has been proved experimentally. and developed a methodology that is used to establish normative values of the performance indicators of LCC (time standards for the final operation of the process and the operative normalization of the time of its implementation). Approval of the methodology was carried out on the example of the Procurement process, which made it possible, by improving the method of its implementation, to reduce the total time of its implementation by 30,0 h or 48,6% by reducing the time for individual operations and eliminating the duplicate. The norm of its performance is set, which is 28,4 hours.

The applicability of the developed algorithm for the implementation of the approach to the PP of the QMS processes has been experimentally proved, and its efficiency is confirmed by an increase in the statistical control of processes in the structural divisions of the enterprise, on the average, by 13%.

Applying the nonparametric method and Pearson's χ^2 -criterion, a study of the effectiveness of developed and implemented CDs before and after the improvement of the QMS process, which prove the effectiveness of the proposed quantitative assessment method, which allows obtaining the method of VA with the characteristics acceptable for its further use. This is confirmed by a decrease in the total number of inconsistencies in the processes, on average, by two and a half times, and by the absence of repetition of the same (or typical) discrepancies of the QMS.

The developed VA method, in comparison with most of the existing techniques, is carried out according to a simplified procedure for evaluating the effectiveness

while maintaining the high statistical reliability of the conclusions that are taken as a result of the evaluation. The improvement of the effectiveness of the QMS, based on the results of its assessment, which was checked in real production conditions of the machine-building enterprise, is confirmed by a decrease in the number of complaints from the customers of products, on average, five times.

Key words: internal audit, statistical process indicator, quality management system, quantitative performance evaluation, machine-building enterprise, quality improvement.

LIST OF PUBLISHED WORKS ON THE THIRD DIRECTORY

1. Volodars'kij Є.T. Zastosuvannya statistichnogo pidhodu do ocinyuvannya rezul'tativnosti procesiv dlya ih postijnogo polipshennya / Є.T. Volodars'kij, L.I. Aks'onova // Metrologiya ta priladi. – 2018. – № 2. – S. 36 – 39, (fahove vidannya vhodit' do mizhnarodnoï naukometrichnoï bazi «Index Copernicus»).

2. Volodars'kij Є.T. Statistichna model' ocinyuvannya rezul'tativnosti procesiv zhittevogo ciklu produkciï mashinobudivnogo pidpriemstva / Є.T. Volodars'kij, L.I. Aks'onova // Standartizaciya, sertifikaciya, yakist'. – 2017. – № 3. – S. 14 – 21, (fahove vidannya).

3. Volodars'kij Є.T. Integral'nij pokaznik dlya kil'kisnoï ocinki rezul'tativnosti sistemi upravlinnya yakistyu na prikladi mashinobudivnogo pidpriemstva / Є.T. Volodars'kij, L.I. Aks'onova // Standartizaciya, sertifikaciya, yakist'. – 2017. – № 4. – S. 7 – 19, (fahove vidannya).

4. Koval' G. Ocinyuvannya stupenya vikonannya vimog standartiv pidpriemstva. Metodika vnutrishn'ogo auditu yakosti / G.Koval', L. Aks'onova // Standartizaciya, sertifikaciya, yakist'. – 2013. – № 1. – S.44–48, (fahove vidannya).

5. Koval' G. Doslidzhennya efektyvnosti metodiv vnutrishn'ogo auditu sistemi upravlinnya yakistyu / G. Koval', L. Aks'onova // Standartizaciya, sertifikaciya, yakist'. – 2012. – № 1. – S.53–57, (fahove vidannya).

6. Aks'onova L.I. Rol' vnutrishn'ogo auditu u mekhanizmi postijnogo polipshennya rezul'tativnosti sistemi upravlinnya yakistyu / L.I. Aks'onova // Standartizaciya, sertifikaciya, yakist'. – 2011. – № 4. – S.55 – 59, (fahove vidannya).

7. Aks'onova L.I. Vimiryuvannya procesiv sistemi upravlinnya yakistyu z vikoristannyam metodiki «SHist' sigm» / L.I. Aks'onova // Standartizaciya, sertifikaciya, yakist'. – 2010. – № 6. – S. 51 – 54, (fahove vidannya).

8. Aks'onova L.I. Menedzhment yakosti – nova koncepciya upravlinnya na mashinobudivnih pidpriemstvah / L.I. Aks'onova // Vostochno-Evropejskij zhurnal peredovyh tekhnologij. – 2010. – № 5/3. – S. 7–11, (fahove vidannya).

9. Aks'onova L.I. Udoskonalennya procesu vnutrishn'ogo auditu na promislovomu pidpriemstvi / L.I. Aks'onova, O.E. YAnishevs'kij // Standartizaciya, sertifikaciya, yakist'. – 2007. – № 4. – S. 49–53, (fahove vidannya).

10. Aks'onova L.I. Kompetentnist' personalu ta yakist' procesiv u virobniectvi produkciï / L.I. Aks'onova, O.E. YAnishevs'kij, O.E. Narivs'kij // Metallurgicheskaya i gornorudnaya promyshlennost'. – 2008. – № 3. – S. 101–103.

11. Narivs'kij O. E. Doslidzhennya vplivu metodiv vnutrishn'ogo auditu na polipshuvannya rezul'tativnosti sistemi upravlinnya yakistyu mashinobudivnogo pidpriemstva / O. E. Narivs'kij, L. I. Aks'onova // Molodij vchenij. – 2016. – №3. – S.268 – 271.

12. Aks'onova L. I. Zastosuvannya statistichnih metodiv dlya diagnostichnogo ocinyuvannya procesiv sistemi upravlinnya yakistyu pri provedeni vnutrishn'ogo auditu / L. I. Aks'onova // Molodij vchenij. – 2015. – №9. – S.20–23.

13. Aksyonova L.I. Vnutrennij audit sistemy menedzhmenta kachestva. Kolichestvennaya ocenka processov / L.I. Aksyonova, G.M. Koval' // Tekhnologichnij audit ta rezervi virobniectva. – 2013. – № 4/1. – S. 3–6,

14. Narivs'kij O. E. Vimiryuvannya ta ocinyuvannya procesiv zhittevogo ciklu produkciï dlya zabezpechennya stabil'nosti pokaznikov yakosti produkciï / O. E. Narivs'kij, L.I. Aks'onova // Sistemi rozrobki ta postanovki produkciï na virobniectvo: materialy nauk.-prakt. konf., 17–20 travnya 2016 r. – Sumi, 2016 – 300 s.

15. Aksenova L.I. Obespechenie stabil'nyh pokazatelej kachestva mashinostroitel'nogo predpriyatiya po rezul'tatam vnutrennego audita / L.I. Aksenova // Povyshenie nadezhnosti i dolgovechnosti oborudovaniya neftegazovoj i himicheskoy promyshlennosti: materialy I Mezhdunar. konf.-vystavki, 3–6 sentyabrya 2013g. – Berdyansk, 2013. – 164s.

16. Koval' G. Pidhid do provedennya vnutrishn'ogo auditu yakosti procesiv zhittevogo ciklu produkciï z metoyu ocinyuvannya vikonannya vimog zamovnikiv / G. Koval', L. Aks'onova // YAkist', standartizaciya ta sertifikaciya: materiali vseukr. nauk.-prakt. konf., 12 zhovtnya 2012 r. –Kiïv, 2012. – 115 s.

17. Aks'onova L.I. Vnutrishnij audit yakosti yak instrument udoskonalennya metodiv upravlinnya pidpriemstva / L. I. Aks'onova // Strategiya kachestva v promyshlennosti i obrazovanii: materialy VIII Mezhdunar. konf. (v 3-h tom.), 08–15 iyunya 2012 g. – Varna (Bolgariya), 2012. T3 (2). – 582 s.

18. Aks'onova L.I. Zastosuvannya sistemno-procesnogo pidhodu dlya pobudovi modeli yakosti vnutrishn'ogo auditu sistemi upravlinnya yakosti / L.I. Aks'onova // Strategiya kachestva v promyshlennosti i obrazovanii: materialy VII Mezhdunar. konf. (v 3-h tom.), 03–10 iyunya 2011g. – Varna (Bolgariya), 2011. T1(3). – 724 s.

19. Aksyonova L.I. Povyshenie cennosti rezul'tatov vnutrennego audita cherez sistemu motivacii (na primere mashinostroitel'nogo predpriyatiya) / L.I. Aksyonova // Kachestvo, Standartizaciya, Kontrol': Teoriya i praktika: tezisy dokl. XI Mezhdunar. nauchn.-praktich. konf., 26–30 sentyabrya 2011 g. – YAlta, – 2011.– 724 s.

20. Aksyonova L. I. Instrumenty vnutrennego audita dlya ocenki sistemy menedzhmenta kachestva mashinostroitel'nogo predpriyatiya / L.I. Aksyonova // Strategiya kachestva v promyshlennosti i obrazovanii: materialy VI Mezhdunar. konf. (v 4-h tom.), 4–11 iyunya 2010 g. – Varna (Bolgariya), 2010. T1 (2). – 604 s.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ДСТУ	– державний стандарт України
ВА	– внутрішній аудит
ЖЦП	– життєвий цикл продукції
КД	– коригувальні дії
НД	– нормативна документація
ПП	– постійне поліпшування
СТП	– стандарт підприємства
СУЯ	– система управління якістю
PDCA	– планування – виконання – перевірка – вплив (корегування)
ISO	– міжнародний стандарт
СКВ	– середнє квадратичне відхилення

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	2
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	18
ВСТУП.....	22
РОЗДІЛ 1 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ (СУЯ) НА ПІДПРИЄМСТВАХ МАШИНОБУДІВНОЇ ГАЛУЗІ.....	29
1.1 Визначення результативності СУЯ та підходи до її забезпечення.....	29
1.2 Особливості підприємств машинобудівної галузі як об'єкту оцінювання результативності СУЯ.....	35
1.3 Аналіз якісних характеристик внутрішнього аудиту СУЯ.....	36
1.3.1 Аналіз методів моніторингу процесів СУЯ.....	39
1.3.2 Методи оцінювання результативності СУЯ та показники для її оцінки	42
1.4 Умови забезпечення постійного поліпшування результативності СУЯ підприємства на основі застосування результатів внутрішнього аудиту.....	48
Висновки та вибір напрямлень досліджень.....	50
РОЗДІЛ 2 МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ СУЯ ТА ЇЇ ПОЛІПШУВАННЯ.....	52
2.1 Створення нормативно-методичної бази для оцінювання результативності СУЯ	52
2.2 Застосування ймовірісно-статистичних методів оцінювання результативності процесів СУЯ.....	60
2.3. Розробка комплексного підходу до оцінювання СУЯ для забезпечення постійного поліпшування її результативності.....	65
2.3.1 Алгоритм послідовного оцінювання процесів СУЯ.....	67
2.4 Зменшення суб'єктивності розробки та аналізу результативності	

корегувальних дій для поліпшення способу виконання процесу.....	74
2.5 Введення чисельного показника для загального оцінювання результативності СУЯ.....	80
Висновки до розділу 2	81
РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА УДОСКОНАЛЕНИХ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ СУЯ.....	84
3.1 Встановлення зв'язку між типовими невідповідностями СУЯ та скаргами замовника продукції.....	84
3.1.2 Дослідження чинників, які впливають на результати внутрішнього аудиту.....	91
3.2 Розробка методу кількісного оцінювання результативності процесів СУЯ	106
3.2.1 Фізична модель статистичного оцінювання результативності процесів життєвого циклу продукції в умовах неритмічного виробництва машинобудівного підприємства.....	108
3.3 Обґрунтування чисельного показника для загального оцінювання результативності СУЯ.....	115
Висновки до розділу 3	123
РОЗДІЛ 4 ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНИХ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ СУЯ ТА ПІДХОДІВ ДО ЇЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ПІДПРИЄМСТВАХ МАШИНОБУДІВНОЇ ГАЛУЗІ.....	125
4.1 Підвищення статистичної керованості процесів СУЯ.....	125
4.2 Методика встановлення нормативних значень показників виконання процесів життєвого циклу продукції.....	130
4.3 Практичні рекомендації щодо оцінювання процесів життєвого циклу продукції.....	136
4.4 Удосконалена методика внутрішнього аудиту.....	137

4.5 Аналіз об'єктивності оцінювання СУЯ після удосконалення методики внутрішнього аудиту.....	142
Висновки до розділу 4.....	144
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	146
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	148
ДОДАТКИ.....	160

ВСТУП

Актуальність теми. На даний час актуальним для підприємств машинобудівної галузі, які працюють на вітчизняному та світовому ринку, є гарантоване, згідно із міжнародними стандартами ISO серії 9000, виготовлення якісної продукції, яка відповідає вимогам її замовника. Це забезпечується шляхом створення результативної системи управління якістю (СУЯ) та постійного поліпшення (ПП) її процесів за рахунок їх якісних результатів, які оцінюють за встановленими показниками, використовуючи внутрішній аудит (ВА).

Характерними особливостями сучасних машинобудівних підприємств є спеціалізація на одиничному виробництві продукції, що передбачає індивідуальні контрактні замовлення на її виготовлення та її різноманітний асортимент. При цьому використовують значну кількість нормативної документації, що є результатами процесів життєвого циклу продукції (ЖЦП), які у сукупності забезпечують виконання вимог замовника. Це, зважаючи на притаманну для цих підприємств неритмічність виробництва, викликає невідповідності у результатах цих процесів, а отже збільшує ризики щодо своєчасного та безпомилкового виконання контрактних зобов'язань підприємства, що, у свою чергу, веде не тільки до скарг замовника, але й до додаткових матеріальних витрат на їх усунення. Тому важливим для цих підприємств є досягнення компромісу між гарантованим виготовленням якісної продукції та зниженням її собівартості.

Якісне оцінювання результативності СУЯ є особливо важливим для підприємств машинобудівної галузі, які відрізняються її складною структурою, тобто складні взаємозв'язки між різною категорією процесів (основні, управлінські, забезпечувальні тощо), значна кількість яких обумовлює множину їх показників. Це не тільки ускладнює моніторинг СУЯ, збільшує час на збирання доказів аудиту, але й зменшує об'єктивність кінцевої оцінки цієї

системи. Разом з тим ефективність ВА визначається його методами, результати яких мають бути кількісними та спрямовані на зменшення ризику виникнення невідповідностей СУЯ, які викликають скарги замовника продукції.

На сьогодні для оцінювання показників процесів СУЯ переважно застосовують експертні методи, результати яких залежать в основному від кваліфікації аудитора та його практичного досвіду. В дисертаційній роботі пропонується використовувати статистичні показники процесів ЖЦП, пов'язані із контрактними вимогами замовника продукції, кількісні значення яких опосередковано свідчать про його скарги. Використання ймовірнісно-статистичних методів для оцінювання результативності процесів СУЯ, на відміну від експертного, дозволить здійснювати об'єктивну кількісну оцінку їх результатів та отримувати обґрунтовані висновки аудиту для введення коригувальних дій з метою забезпечення ПП цих процесів, а отже стабільного виконання вимог замовника продукції.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами. Робота виконана на кафедрі автоматизації експериментальних досліджень Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» у відповідності з основними положеннями Концепції державної політики у сфері управління якістю продукції, процесами та послугами, затвердженої розпорядженням КМУ від 17.08.2002 р. №147 (із змінами від 29.04.2015) та в рамках науково-дослідної роботи ТОВ «Укрспецмаш»: «Розробка заходів щодо поліпшування результативності процесів системи управління якістю» (№ держреєстрації 0114U004689), де дисертант була відповідальним виконавцем.

Мета дисертаційної роботи – забезпечення стабільного виконання вимог замовника продукції шляхом удосконалення методів оцінювання результативності СУЯ за рахунок введення кількісних статистичних показників її процесів та встановлення їх нормованих значень. Для досягнення цієї мети поставлено такі основні завдання:

- провести аналіз існуючих методів оцінювання результативності СУЯ в ході ВА, враховуючи особливості підприємств машинобудівної галузі, та розробити вербальну модель її процесів для простежування та оцінювання вимог замовника продукції;
- обґрунтувати комплексний підхід до послідовного оцінювання процесів СУЯ та розробити алгоритм його реалізації з використанням статистичних критеріїв;
- обґрунтувати шляхи зменшення суб'єктивності аналізу результативності корегувальних дій та розробити методику для встановлення нормативних значень показників виконання процесів ЖЦП;
- встановити відмінність у методах оцінювання результативності процесів ЖЦП та допоміжних процесів та обґрунтувати критерії аудиту для їх оцінки;
- розробити фізичну модель статистичного оцінювання результативності процесів ЖЦП та методику їх кількісної оцінки, враховуючи неритмічні умови виробництва;
- дослідити вплив результатів процесів ЖЦП на стабільне виконання вимог замовника продукції та ввести чисельний показник оцінювання загальної результативності СУЯ;
- перевірити адекватність отриманих теоретичних і експериментальних результатів дослідження шляхом їх апробації та подальшого впровадження на машинобудівних підприємствах.

Об'єктом дослідження є процес оцінювання результативності СУЯ.

Предмет дослідження – методи оцінювання результативності СУЯ під час здійснення процесно-орієнтованого внутрішнього аудиту.

Методи дослідження. Розв'язання поставлених завдань виконано з використанням основних положень теорії управління якістю та теорії систем; дисперсійного аналізу при розробленні моделі статистичного оцінювання процесів; методів експертного оцінювання та математичної статистики (під час

збирання та оброблення емпіричної інформації). Достовірність теоретичних розробок експериментально підтверджено у виробничих умовах машинобудівних підприємств. Статистичну інформацію оброблено за допомогою пакета MS Excel і «Statistica».

Наукова новизна одержаних результатів полягає у теоретичному обґрунтуванні та подальшому розвитку методів оцінювання результативності СУЯ на основі використання ймовірісно-статистичних методів, а саме:

1. Вперше розроблено комплексний підхід до послідовного оцінювання СУЯ, який відрізняється тим, що проводиться розбиття на окремі етапи, на яких забезпечується стабільність процесів та поступове зменшення розсіювання значень показників його результативності, а рішення про перехід до наступного етапу приймається залежно від поточного стану процесу з використанням статистичних критеріїв. Це дозволяє отримувати обґрунтовані та статистично надійні висновки аудиту для введення корегувальних дій у СУЯ.

2. Удосконалено метод аналізу результативності корегувальних дій, які вводять для поліпшення способу виконання процесу, шляхом застосування модифікованого методу парного статистичного порівняння значень показників його виконання, який відрізняється тим, що виключає несуттєві фактори, які не впливають на результати корекції. Це дозволяє підвищити статистичну надійність висновків аудиту про результативність цього процесу.

3. Вперше запропоновано чисельний показник оцінювання загальної результативності СУЯ, який, на відміну від існуючих, дозволяє комплексно оцінити рівень виконання контрактних зобов'язань підприємства і відповідає числу скарг від замовників продукції.

4. Вперше встановлено відмінність у методах оцінювання результативності процесів ЖЦП і допоміжних процесів, яка визначається конкретністю критеріїв аудиту та способом його планування, що дозволяє вводити коригувальні дії, спрямовані на зменшення ризику виникнення невідповідностей СУЯ, які викликають скарги замовника продукції.

5. Вперше запропоновано фізичну модель статистичного оцінювання результативності процесів ЖЦП, в якій, на відміну від існуючих, для загальної оцінки процесу використовується не середнє значення показника, а дисперсія його результативності. Це дозволило не тільки встановити граничні значення статистичних показників результативності процесу, пов'язаних із контрактними вимогами замовника продукції, а й нормувати вплив випадкових величин та оцінювати стабільність процесу в умовах неритмічного виробництва машинобудівного підприємства.

6. Практичне значення одержаних результатів полягає у наступному:

- розроблена вербальна модель процесів СУЯ забезпечує простежування контрактних вимог замовника для їх оцінювання на кожному етапі виробництва продукції, спрощує її моніторинг та зменшує час на збирання доказів аудиту;
- застосування алгоритму послідовного оцінювання СУЯ дозволяє аудитору робити більш достовірні висновки про невиконання операцій процесів та підвищити статистичну керованість цих процесів;
- розроблена методика для визначення нормативних значень показників виконання процесів ЖЦП дозволяє виключити суб'єктивність при прийнятті рішення про спосіб їх поліпшування та кількісно оцінити ступінь впровадження СУЯ;
- розроблена методика ВА дозволяє здійснювати кількісне оцінювання результативності процесів СУЯ;
- розроблена регресійна модель дозволяє прогнозувати число скарг замовників продукції при даному рівні організації СУЯ.

Основні наукові положення дисертації доведено до рівня методик, які впроваджені на машинобудівних підприємствах: ПАТ завод «Павлоградхіммаш», ТОВ «Укрспецмаш», ПрАТ «Азовський машинобудівний завод».

Практична цінність отриманих результатів підтверджується зменшенням загального числа скарг від замовників продукції у п'ять разів та зниженням витрат матеріальних ресурсів підприємства на виправлення дефектів продукції, що підтверджено відповідними актами, наведеними у додатку.

Особистий внесок здобувача. Постановка задачі досліджень, розробка методології, підходів до її вирішення та обговорення одержаних результатів здійснювались спільно з науковим керівником. Роботи [6-8,12,15,17-20] написані автором самостійно. В роботах, опублікованих у співавторстві, дисертанту належать: [1-3] – аналіз методів аудиту та розробка схеми взаємодії процесів життєвого циклу продукції для здійснення процедури оцінювання результативності СУЯ; [4, 5, 9] – експериментальне дослідження та розробка методу оцінювання показників виконання процесів; [10, 13, 14] – розробка підходу до здійснення оцінювання виконання вимог замовників продукції; [11] – експериментальне дослідження та математична обробка результатів дослідження; [16] – експериментальне дослідження методів аудиту та їхній вплив на забезпечення поліпшення результативності СУЯ, проведено математичну обробку результатів дослідження.

Апробація дисертації. Основні положення дисертації доповідалися на сімох міжнародних і всеукраїнських науково-технічних та науково-практичних конференціях, зокрема: «Стратегия качества в промышленности и образовании» (Варна, 2010, 2011, 2012 рр.); «Качество, стандартизация, контроль» (Ялта, 2011 р.); «Якість, стандартизація та сертифікація» (Київ, 2012 р.); «Підвищення надійності та довговічності обладнання нафтохімічної та нафтопереробної промисловості» (2013 р., Бердянськ); «Системи розробки та постановки продукції на виробництво» (2016 р., Суми).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 20 наукових праць, у тому числі: 9 – у наукових фахових виданнях України (з них 1 – у виданнях України, які входять до міжнародних наукометричних баз), 4 – у інших

наукових виданнях (з них 3 – у виданнях України, які входять до міжнародних наукометричних баз), 7 – тези доповідей в збірниках конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел (117 найменувань) та 4 додатків. Загальний обсяг роботи складає 179 сторінок, у тому числі, 127 сторінок основного тексту, з яких 16 – рисунків, 23 – таблиці.

РОЗДІЛ 1

ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ НА ПІДПРИЄМСТВАХ МАШИНОБУДІВНОЇ ГАЛУЗІ

1.1 Визначення результативності системи управління якістю та підходи до її забезпечення

Розробка, впровадження та сертифікація сучасних СУЯ, що відповідають міжнародному стандарту ДСТУ ISO 9001 [1], на вітчизняних підприємствах набувають в останній час усе більш широкий характер. Це зумовлено реалізацією стратегічного напрямку України, спрямованого на підвищення конкурентоспроможності вітчизняних підприємств та є необхідною умовою їх виходу на світовий ринок. Ключова роль в забезпеченні конкурентоспроможності товаровиробників на внутрішньому і зовнішньому ринках належить підприємствам машинобудівної галузі, частка яких у вітчизняній промисловості становить 17,4% [2]. Стандарт ISO 9001 [1], який увібрав в себе основний досвід міжнародного співтовариства щодо створення оптимально організованого виробництва, ставить вимоги не до якості продукції безпосередньо, а до якості результатів процесів СУЯ, які мають гарантовано її забезпечувати. Продукція підприємств машинобудівної галузі має підвищений ризик щодо таких показників, як безпека, надійність. Зокрема, це стосується підприємств, які виробляють продукцію для нафто-газопереробної, хімічної та інших галузей промисловості (теплообмінна та ємнісна продукція або судини, які працюють під тиском). Для зазначених підприємств низька якість процесів виробництва або наявність помилок у результатах цих процесів призводить не тільки до економічних втрат, але й екологічних катастроф. При цьому, як свідчить практичний досвід та наукові публікації [3-6], поліпшення результативності СУЯ на цих підприємствах мають невисокий «коефіцієнт корисної дії» та носять більше випадковий характер, ніж постійний, тобто

відсутнє систематичне поліпшення її результатів, без якої неможливе стабільне забезпечення якості та її поліпшення.

В основу СУЯ, відповідно до концепції міжнародних стандартів ISO серії 9000, покладено наступні основні принципи [7] (рис.1.1).



Рис. 1.1. Основні принципи управління якістю

Вищезазначені принципи пов'язані між собою та доповнюють один одного у загальній СУЯ. Так наприклад, для отримання продукту необхідної якості, мають бути відомі потреби його замовника (принцип орієнтації на замовника), які документально сформульовані у вигляді набору конкретних значень характеристик продукції для їх однозначного розуміння виробником та їх гарантованого виконання. Застосування цього принципу залежить від максимального внеску внутрішніх замовників/споживачів у кінцеву якість продукції [8-11], тобто принципу «залучення працівників підприємства». Ці принципи, у свою чергу, пов'язані із принципом «процесного підходу»,

головною метою якого є спрямованість на досягнення результату процесу, а не діяльності окремого підрозділу [7], яке він забезпечує на стику окремих процесів у рамках системи. Системний підхід характеризується тим, що вся діяльність підпорядкована єдиній меті, визначені входи, необхідні для досягнення цієї мети, які мають бути зіставлені з одержуваними на виході результатами [12]. Ці результати необхідно вимірювати, ґрунтуючись на принципі «прийняття рішень на підставі фактичних даних», що допомагає відрізняти достовірні факти від помилкових [13]. Таким чином створення та управління системою взаємозв'язаних процесів є ефективним з погляду гарантованого виконання вимог замовників продукції, забезпечення яких здійснюється за рахунок принципу «постійного поліпшення» (ПП) цих процесів [1,7], результативність яких необхідно оцінювати.

Стандарти ISO серії 9000 дають загальне визначення результативності (ступінь реалізації запланованих робіт та досягнення запланованих результатів), підкреслюючи, що результативна СУЯ має функціонувати, як цілісна система [1]. Цілісність – одна з головних властивостей системи, яка є основою її стабільності [12], а отже ознакою результативності [14] та пов'язана з метою, для виконання якої створена ця система [15]. Для забезпечення результативності СУЯ стандарти ISO серії 9000 вимагають її створення, відповідно до вищевказаних принципів (процесний та системний підхід, орієнтація на замовника). Тим самим стандарт підкреслює важливість правильної побудови СУЯ для забезпечення її результативного функціонування та обумовлює визначати її результативність з позиції «системи», тобто як результат досягнення її мети. Проте, як свідчить практичний досвід та аналіз фахової літератури [5,6,16], СУЯ традиційно створюють відповідно до вимог ДСТУ ISO 9001[1], не застосовуючи, при цьому, перелічені основні положення (або принципи) управління якістю.

Іншою важливою умовою забезпечення результативності СУЯ є необхідність її впровадження [17]. Російські [18,19] та японські [10,20] фахівці

з якості вважають, що для впровадження СУЯ мають бути виконані умови, зокрема, це діючі стандарти на методи виконання процесів та їх неухильне дотримання. На вітчизняних підприємствах, у тому числі промислових, впровадження СУЯ найчастіше закінчуються «процесно» оформленою «типовою документацією», яка не описує існуючу реальну практику виконання процесів [4,6], що робить непрацездатною, як систему, так і цю документацію [21,22].

Стандарт [1] вимагає не тільки забезпечувати результативне функціонування СУЯ, але й постійно його підвищувати, суть якого полягає у підвищенні здатності виконувати вимоги [7]. Раніше показано, що результативне функціонування СУЯ забезпечує для підприємства гарантоване виготовлення якісної продукції, яка відповідає вимогам її замовника. Тоді, враховуючи узагальнення, які зроблені у дослідженнях [23-30], можна прийти до висновку, що «підвищення здатності СУЯ виконувати вимоги» означає, що ця продукція має не тільки відповідати вимогам замовника, але й перевищувати його очікування. Це, у свою чергу, забезпечується шляхом ПП процесів СУЯ за рахунок їх якісних результатів [7]. ПП процесів СУЯ засноване на двох основних положеннях: систематизоване та повторюване удосконалення [25]. Виділяють три основні типи поліпшування: оперативні (корекція); реактивні (або мовою стандарту [7] – коригувальні дії); проактивні, які полягають у постійному пошуку та реалізації нових напрямків у вигляді нових продуктів, процесів тощо [28]. Основними показниками поліпшування результативності СУЯ промислових підприємств вважають зниження собівартості продукції, підвищення стабільності (керованості) її процесів, та скорочення внутрішнього браку продукції за рахунок зменшення числа помилок, переробок продукції тощо [21, 31].

Для забезпечення результативності СУЯ необхідно здійснювати її внутрішній контроль та оцінювання. Стандарти серії ISO 9000 пропонують використовувати для цього внутрішній аудит (ВА), результати якого є основою

щодо вибору методів поліпшування процесів СУЯ [32]. Цей аудит характеризується застосуванням низки принципів, а саме систематизований і послідовний підхід до оцінки СУЯ та підвищення результативності її процесів [33].

Структурно організаційну схему забезпечення ПП результативності СУЯ приведено на рисунку (рис.1.2), де основні завдання ВА розв'язуються з урахуванням взаємозв'язків між показниками її результативності (зменшення скарг на якість продукції, скорочення витрат на внутрішній брак тощо), які безпосередньо пов'язані із політикою в області якості підприємства та його цілями поліпшення [34]. Стрілки на рисунку означають, що якщо поліпшення результативності СУЯ відбувається успішно (квадрат праворуч), для ВА встановлюють нові завдання. Результати ВА, у свою чергу, впливають на процес планування та вибір нових цілей з поліпшення СУЯ, які відповідають політиці в області якості підприємства (показано на рис. 1.2 двосторонньою стрілкою).



Рис. 1.2. Внутрішній аудит в структурній схемі СУЯ підприємства та його роль у забезпеченні постійного поліпшування її результативності

За твердженням західних [35-37] та вітчизняних фахівців з якості [38], результативний механізм ВА є ознакою існуючої на підприємстві ефективної СУЯ, що визначає її дієвість у цілому та суттєво впливає на результати діяльності підприємства. Найважливішою перевагою аудиту є його здатність виявляти і попереджувати проблеми з якістю (або виникнення потенційного браку продукції) та забезпечувати вироблення корегувальних дій (КД), для систематичного попередження їх повторення у майбутньому [39]. За даними дослідження [40], попередження виникнення дефектів у системі виробництва промислового підприємства має значний економічний зиск, з точки зору відомого «правила десятикратного зростання витрат на усунення дефектів, які виявлено не на даній, а на наступній стадії життєвого циклу продукції (ЖЦП)». Зокрема, якщо під час розроблення конструкторської документації зроблено помилку, то витрати на усунення браку від цієї помилки під час виробництва будуть у 10 разів, а на стадії експлуатації – у 100 разів більшими, ніж при безпосередньому усуненні помилки на стадії її розробки. Таким чином, навіть виробництво конкурентоздатної продукції не забезпечить конкурентоспроможність самого підприємства, якщо виробництво виконується занадто високою ціною, бо не забезпечується якість виробничих процесів.

Слід зазначити, що машинобудівні підприємства належать до найскладніших промислових підприємств, що певною мірою визначає якість продукції та полягає у наявності великої кількості допоміжних та основних процесів або процеси життєвого циклу продукції (ЖЦП). Крім того процеси ЖЦП, такі як «Аналіз контракту», «Закупівля», «Управління персоналом» тощо розглядаються в більш широкому контексті і включають не тільки внутрішні, але й зовнішні операції. Тому необхідно розглянути особливості цих підприємств як об'єкту оцінювання результативності СУЯ.

1.2 Особливості підприємств машинобудівної галузі як об'єкту оцінювання результативності СУЯ

Характерними особливостями сучасних машинобудівних підприємств є спеціалізація на одиничному виробництві продукції, що передбачає індивідуальні контрактні замовлення на її виготовлення та її різноманітний асортимент. При цьому використовують значну кількість нормативної документації (НД), яка є результатами процесів ЖЦП, що, зважаючи на притаманну для цих підприємств неритмічність виробництва, викликає невідповідності у результатах цих процесів, а отже збільшує ризики щодо своєчасного та безпомилкового виконання контрактних зобов'язань підприємства. Це, у свою чергу, веде не тільки до скарг замовника, але й до додаткових матеріальних витрат на їх усунення. Тому важливим для цих підприємств є досягнення компромісу між гарантованим виготовленням якісної продукції та зниженням її собівартості.

Визначення СУЯ (сукупність організаційної структури, методик, процесів і ресурсів, необхідних для здійснення загального управління якістю) [7], обумовлює поєднувати її з організаційною структурою підприємства, тобто розглядати як структуру управління якістю процесами. Промислові підприємства відрізняються складною структурою СУЯ (або організаційна структура), яка побудована за функціональними принципами та має складні взаємозв'язки між різною категорією її процесів (основні, управлінські, забезпечувальні тощо). Це не тільки збільшує час на збирання доказів аудиту, але й ускладнює аналіз та постійний контроль СУЯ. Крім того, процес «Виробництво» поділяється на декілька етапів, починаючи з виготовлення окремих деталей, їх подальшої збірки у вузли, випробування готової продукції тощо, що здійснюється в єдиному технологічному процесі підприємства. Це обумовлює необхідність забезпечити чітке простежування

вимог замовника продукції для їх оцінювання та впливати на якість на проміжних етапах її виготовлення.

Для вчасного та якісного виконання вимог замовника продукції не існує єдиного методу, оскільки кожне виробництво містить індивідуальні технологічні цикли, які створюють унікальний часовий графік виробництва та його технологічний процес. Але з позиції стандартів [1,7] всі виробничі цикли, які, безпосередньо, пов'язані із виконанням вимог замовника продукції, мають загальні умови, а саме наявність документованих методик на процеси (або СТП), створюючи методичну базу для їх перевірки під час оцінювання. Це, як показано раніше, є важливою умовою забезпечення результативності СУЯ, де першим кроком передбачається її правильне створення, а потім впровадження. Однак, оцінка впровадження СУЯ не розглядається в стандартах серії ISO 9000, а існуючі публікації вітчизняних [4,21] та російських авторів [16,22,30] описують її загальні методики створення, які не передбачають такого оцінювання. Отже, оцінка впровадження СУЯ під час здійснення ВА повинна стати початковим етапом у вирішенні питання оцінювання її результативності.

Ситуація, що склалася на підприємствах машинобудівної галузі, ставить питання застосування підходів до ВА, які враховують особливості цих підприємств, що потребує розглянути його якісні характеристики.

1.3 Аналіз якісних характеристик внутрішнього аудиту СУЯ

Існуючі методичні рекомендації щодо якісного здійснення аудиту СУЯ базуються головним чином на загальних організаційних принципах, які пов'язані з конфіденційністю отриманої інформації, незалежністю аудиторів, їх кваліфікацією тощо [32]. Більшість авторів це пов'язують з його ефективною організацією [38,41-50]. Інші автори [51,52], як критерій оцінки якісного здійснення ВА, пропонують систематичне зменшення числа невідповідностей та число рекомендацій щодо поліпшення діяльності підприємства. Виходячи з

визначення аудиту (процес одержання доказів, порівняння їх із критеріями аудиту та видачі об'єктивних висновків [32]) та враховуючи складну структуру СУЯ підприємств машинобудівної галузі, його головною якісною ознакою може бути об'єктивність [53].

На відміну від виробничих процесів СУЯ, які визначають порядок дій з матеріальними об'єктами, ВА визначає порядок дій з інформацією про ці процеси. Тривалість ВА складається з часу на збирання та обробку інформації; передачу протоколів невідповідностей СУЯ керівникам для вироблення та виконання КД. За своїми часовими параметрами він може виконуватися тривалістю – від декількох тижнів до декількох місяців. Саме тому, важливим є значення чинника часу у ході здійснення ВА, що впливає на його продуктивність та зумовлює необхідність його скорочування [54]. Одним із засобів підвищення продуктивності ВА є спрощення процедури його здійснення.

Результати оцінювання СУЯ, під час ВА, мають забезпечувати прийняття результативних КД. Результативність КД підтверджується зменшенням числа типових невідповідностей у результатах процесів СУЯ (або повторення тих самих невідповідностей) за рахунок усунення причин цих невідповідностей [55]. Це, на нашу думку, має забезпечувати результативне функціонування СУЯ за рахунок систематичного попередження невідповідностей у результатах її процесів і їх повторення у майбутньому та підтверджує якісне здійснення аудиту [39]. Для цього розглянуто здійснення ВА на трьох машинобудівних підприємствах, які мають сертифіковану СУЯ [54,56]. У ході дослідження аналізували програми аудитів та отримані результати ВА, тобто протоколи невідповідностей СУЯ, плани КД, протоколи «Аналізу СУЯ з боку вищого керівництва». У тому числі розглядали способи розробки КД та аналіз їх результативності. Виявлені недоліки ВА є типовими для цих підприємств, зокрема:

- ВА плануються, виходячи із правила усі структурні підрозділи за рік. При цьому не враховується стан процесів та СУЯ у цілому, не визначаються критичні процеси для їх поліпшення;
- для здійснення ВА використовують функціонально-орієнтований підхід, який ґрунтується на експертних методах оцінювання. Аудитор фіксує лише факт виконання/невиконання вимог СТП, що залежить безпосередньо від його кваліфікації та практичного досвіду;
- через некоректність показників процесів СУЯ (помилки при побудуванні СУЯ) робляться не обґрунтовані висновки аудиту щодо їх результативності, які мають загальні фрази: наприклад, «порушуються строки проведення ремонту обладнання»;
- у 85% випадках, причинами невідповідностей є недотримання вимог СТП та іншої документації СУЯ, тобто персонал підприємства не керується у своїй роботі цією документацією.

Вище перелічені недоліки ВА призводять насамперед до прийняття невірних та/або не результативних КД. Це пов'язано з відсутністю аналізу причин виникнення невідповідностей, що впливає на способи розробки КД та аналіз їх результативності та обумовлено загальним характером стандартів ISO серії 9000. До перелічених недоліків слід додати невчасну розробку та виконання КД.

Оскільки ВА має виконуватися за методикою, тому очевидно, що якість його результатів буде визначатися саме правильністю її розробки. Правильність у даному випадку передбачає, що методика ВА розроблена відповідно до встановлених вимог стандарту [1] та рекомендацій стандарту [32] та дозволяє отримати якісні результати. У загальному випадку методика ВА – це сукупність методів для її здійснення [57]. Узагальнюючи вищенаведене, слід підкреслити, що стандарту для ВА СУЯ не існує, а ДСТУ ISO 19011 [32] пропонує для його здійснення загальні методи, зокрема це інтерв'ю, спостереження тощо та припускає їх вибір самою організацією. Крім того, цей стандарт не дає

визначення методу аудиту і його видів. Науковці, що досліджують ВА не мають єдиної думки щодо поділу методів аудиту. Керуючись визначеннями даними у роботах [42,57,58] та рекомендаціями стандарту [32], методи ВА можна умовно поділити на дві групи: методи моніторингу СУЯ, які включають планування і отримання доказів, або загальний підхід до здійснення аудиту та методи її оцінювання. Таким чином, методика ВА як процес – це узагальнене поняття, яке включає в себе сукупність прийомів моніторингу СУЯ та метод її оцінки, послідовне виконання яких спрямоване на отримання результатів із гарантованою об'єктивністю/достовірністю.

1.3.1 Аналіз методів моніторингу процесів СУЯ

В залежності від об'єкта моніторингу СУЯ, виділяють два основних підходи до здійснення ВА: функціональний та процесно-орієнтований. Істотним недоліком функціонально-орієнтованого аудиту, який вивчає діяльність окремого підрозділу, є те, що елементи СУЯ досліджуються не цілком, що не дозволяє здійснити аудитуру обґрунтовані висновки [59]. Аудит процесу (або процесно-орієнтований підхід), на відміну від функціонального, оцінює результати процесу; взаємозв'язки з іншими процесами в рамках СУЯ, які здійснюється у ході вивчення діяльності, що проходить, як правило, крізь різні підрозділи підприємства [60,61]. В цьому випадку під час процесно-орієнтованого ВА застосовують принцип системного підходу, який означає, що його планування та проведення за процесами повинні здійснюватися з урахуванням їх структурного взаємозв'язку в рамках СУЯ [62]. Саме такий підхід до здійснення ВА є найбільш ефективним для оцінювання СУЯ, що підкреслюють вітчизняні вчені [45,63] та більшість зарубіжних авторів [47,48,64,65].

У ході ВА розрізняють прямий і зворотній способи простеження процесів СУЯ, які використовують за двома варіантами перевірки: вертикальною або

горизонтальною [51]. «Вертикальний аудит» виключає простежування взаємодії та взаємозв'язку між процесами СУЯ, що є його основним недоліком. Варіант «горизонтального аудиту» є більш важливим для машинобудівного підприємства, оскільки основна увага при аудиті концентрується не на вертикальних зв'язках, які традиційно на промислових підприємствах спрямовані на виконання функцій або роботи одного підрозділу [60,66], а на горизонтальних, які об'єднують окремі функції в рамках СУЯ та спрямовані на досягнення її мети. Цей вид аудиту не тільки налагоджує горизонтальні зв'язки між структурними підрозділами [60], які є найбільш слабкими для цих підприємств, але й усуває «розриви процесів створення продукції» [9], тобто процесів ЖЦП. В цьому випадку при здійсненні процесно-орієнтованого ВА, поєднуються основні принципи управління якістю (системний підхід до здійснення діяльності та орієнтація на споживача), які передбачають, що взаємодія між структурними підрозділами підприємства або передача результатів виконаної роботи має здійснюватися за схемою «процес-постачальник» та «процес-споживач». Наприклад, процес «Проектування і розробка продукції» це «процес-постачальник» для процесу «Виробництво» або «процес-споживач». При цьому, як зазначає А. Горбунов [9,67], якщо підприємство у кожній такій парі досягне повного виконання вимог, то вимоги, які були визначені на початку ланцюга замовником продукції, будуть виконані у його кінці.

Горизонтальні процеси або процеси ЖЦП за рахунок скорочення вертикальних ієрархічних рівнів організаційної структури дозволяють не тільки спростити обмін результатами роботи між різними підрозділами (або результатами процесів СУЯ), але й скоротити час їх передачі, що є іншою важливою перевагою процесного підходу. Наприклад, час взаємодії між підрозділами при функціональному підході розподіляється наступним чином: 20% – на виконання роботи і 80% – на передачу її результатів наступним виконавцям [68]. При цьому зменшується час на збирання доказів аудиту та

забезпечується більш чітке простежування взаємозв'язків з іншими процесами СУЯ, а отже більш чітке простежування вимог замовника продукції для оцінювання їх виконання.

Для цього процеси СУЯ необхідно ієрархічно упорядковувати, розташовувати їх за рівнями, поділяючи на категорії, тобто «основні або процеси ЖЦП та допоміжні процеси», враховуючи при цьому складні взаємозв'язки між основними і допоміжними процесами СУЯ машинобудівного підприємства. Це потребує не тільки формалізації цих зв'язків, але й спрощення цієї структури. Однак у стандартах [1,7] не міститься чітких вимог до кількості та ієрархії процесів СУЯ, тому кожне підприємство повинно самостійно визначати таку структуру. Крім того, побудування моделі процесів СУЯ підприємства має ґрунтуватися на застосуванні принципів системного підходу і орієнтації на замовника та потребує детального опису цих процесів. Методичне забезпечення управління якістю на сучасному етапі розвитку теорії досить широко представляє способи визначення та опису процесів СУЯ [30,67,69]. Однак, ці способи не враховують забезпечення принципу орієнтації на замовника продукції та внутрішнього споживача. Інші публікації [9] обмежуються застосуванням лише принципу орієнтації на споживача та не розглядають детальний опис процесів СУЯ для встановлення і формалізації взаємозв'язків між ними. Використання концептуального апарату системного аналізу дозволить здійснити спрощення складної організаційно-технічної системи шляхом її структуризації або декомпозиції [15], у тому числі її опис з позиції системного підходу.

Таким чином, процесно-орієнтований ВА є найбільш об'єктивним методом для дослідження СУЯ, важливою перевагою якого є простежування взаємозв'язків між її процесами та зменшення часу на збирання доказів аудиту. При цьому варіант горизонтальної перевірки надасть можливість аудитору простежувати не вертикальні взаємозв'язки, які традиційно на промислових підприємствах спрямовані на виконання функцій одного структурного

підрозділу, а горизонтальні, які об'єднують окремі функції в рамках СУЯ та спрямовані на досягнення її мети. Це потребує розробки моделі процесів СУЯ на підприємстві, яка ґрунтується на застосуванні основних положень управління якістю і методології системного аналізу, підхід до оцінювання результативності якої має здійснюватися за схемою «процес-постачальник» та «процес-споживач», що забезпечить чітке простежування виконання вимог замовника на кожному етапі виробництва продукції.

1.3.2 Методи оцінювання результативності СУЯ та показники для її оцінки

Слід зазначити, що порядок та зміст оцінювання результативності СУЯ, що здійснюється в ході ВА, не регламентовано ані стандартом [1], ані рекомендаціями ДСТУ ISO 19011 [32]. Це значно ускладнює виконання вимог цього стандарту на практиці та встановлення показників для оцінки результативності процесів СУЯ.

В існуючій практиці для здійснення процесно-орієнтованого ВА використовують показники, які ґрунтуються на якісних характеристиках процесів СУЯ, які оцінюють за альтернативною ознакою (відповідає встановленим критеріям аудиту або ні), застосовуючи експертні методи. Перевагою експертного методу оцінки результативності є його простота, але його основним недоліком є те, що об'єктивність експертного оцінювання залежить в основному від кваліфікації аудитора та його практичного досвіду. Іншим недоліком є складність у прийнятті рішення, оскільки отримується деяка узагальнена оцінка (зазвичай в балах або частках одиниці) [70,71]. Це не дозволяє зробити обґрунтований висновок про результативність процесів СУЯ, а отже розробити цілеспрямовані КД для їх поліпшення.

Об'єктивність у контексті аудиту – це найбільш глибоке, ретельне вивчення предмета, що збільшує ступінь знань про цей предмет [58].

Основним способом підвищення міри об'єктивності інформації під час будь-якого аудиту є отримання достовірних доказів [64]. Використання статистичних методів істотно підвищує достовірність отриманих аудиторських доказів, які представлені у вигляді суджень про об'єкт, за рахунок більш поглибленого дослідження властивостей об'єкта [13,50], а отже більш об'єктивної оцінки, створюючи підґрунтя для правильного формулювання КД. Застосування статистичних методів оцінювання, що здійснюються під час ВА, досліджуються в основному іноземними авторами: J. Russell [37], B. Robertson [65], T. Nakajo [36] тощо. Однак, при цьому автори не приділяють увагу методам оцінювання результативності СУЯ.

Використання статистичних методів, у свою чергу, передбачає кількісне оцінювання процесів СУЯ. Роботи науковців [72, 73] присвячені питанням визначення показників для кількісної оцінки об'єктів за допомогою кваліметричних методик та в основному спрямовані на оцінку якості готового виробу. При цьому, ці методики не враховують особливості їх реалізації під час здійснення ВА.

Аналіз існуючих підходів до вибору показників для оцінки процесів СУЯ свідчить про відсутність їх розмежування щодо використання у системі вимірювання, яка працює в безперервному режимі (використовують відповідальні за здійснення процесу) та тих, що використовують під час ВА. У публікаціях присвячених цим питанням найчастіше мова йде про показники, які відповідають цілям оцінювання тільки власників процесу [74–79]. Показники, що використовуються під час аудиту, мають іншу природу та охоплюють всі процеси підприємства цілком [80].

Показники результативності процесу ототожнюють з «якісним результатом» або «якісною продукцією процесу» [75,76], тобто ці показники за аналогією є показниками продукції процесу. Відповідно до положень стандартів ISO серії 9000 [1,7], якість є універсальним поняттям, під яким розуміється, що якісне виконання процесу забезпечить досягнення якісного

результату (створення продукту або послуги). Якість характеризує дві категорії: категорію предметів (продукти праці – якість продукції) і категорію явищ (якість роботи, виробничого процесу) [73]. Разом з тим, якість можна розглядати, як інформацію про властивості об'єкту [81]. Параметри, що визначають якість товару на машинобудівних підприємствах, умовно розділяють на організаційні (комплектність, строки та умови поставок тощо), нормативні (відповідність товару стандартам, технічним умовами), технологічні тощо [82]. Будь-який результат процесу СУЯ (матеріальна або нематеріальна продукція процесу) оформляється у вигляді НД (*документ*, в якому наведено одержані результати процесу або докази виконаних робіт [7]), що містить інформацію. Результатами ВА є також інформація про об'єкт оцінювання, тому якість будемо розглядати, як інформацію про властивості об'єкту [81]. Оскільки набір властивостей може бути різний, задаймося обмеженням: будемо розглядати тільки ті властивості, які передбачає модель управління якістю відповідно до стандарту ISO 9001 [1]. Зокрема, це споживчі або нормативні властивості (відповідність товару стандартам, технічним умовам, законодавству) та організаційні (наприклад, строки постачання товару). Беручи до уваги, що показники результативності процесу пов'язані із його результатами, можна припустити, що це – індикатори майбутніх результатів, які призначені для оцінювання стану СУЯ, що дає можливість визначати тенденції її розвитку і на цій основі вибрати спосіб її вдосконалення. Так, наприклад, якість виробу (або споживчі властивості); своєчасність його доставки (або організаційні властивості) є важливими показниками для оцінки стану СУЯ та найбільше відображатимуть контрактні вимоги замовника продукції.

Приймаючи до уваги спеціалізацію одиничного виробництва машинобудівного підприємства, де кожне контрактне замовлення на виготовлення продукції – це індивідуальний конструкторський проект, в тому числі технологічний процес, відповідно індивідуальні закупівлі матеріалів

тощо, тому результати процесів СУЯ мають достатній масив даних для оцінювання вимог замовника.

Обговорюючи питання оцінювання показників результативності процесу, більшість авторів [77-79], не тільки пов'язують їх з результатами процесу, але й вважають, що саме досягнення мети характеризує його результативність, ототожнюючи тим самим поняття «результативність процесу» з поняттям «досягнення мети процесу». Раніше встановлено, що СТП описує спосіб здійснення процесу та є методичною базою для здійснення ВА. Тому, виходячи з визначення «результативність» (ступінь реалізації запланованих робіт та досягнення запланованих результатів [7]), реалізація запланованих робіт – це виконання вимог СТП, які також містять заплановані результати процесів СУЯ, які оцінюються через досягнення їхньої мети. СТП в сукупності представляють не тільки документальний опис всієї СУЯ, але й відповідно спосіб досягнення її мети. Проте, як встановлено раніше, на сьогодні в більшості випадках під час впровадження СУЯ неправильно розроблені документовані методики на процеси СУЯ [19,21] (підрозділ 1.1), тобто відсутня нормативна база для їх оцінки. Тому разом із побудуванням моделі процесів СУЯ необхідно розробити СТП на ці процеси, тобто створити нормативно-методичну базу, що забезпечує можливість порівняння фактичної результативності процесів СУЯ із встановленою.

Основним недоліком існуючих методів оцінювання результативності СУЯ, що здійснюють під час процесно-орієнтованого аудиту, є їх складність, оскільки вони передбачають наявність різної категорії процесів (основні, управлінські, забезпечувальні тощо) [62,69,71], а отже множини їх показників. Але, якщо таких показників багато, то важко здійснювати їх надійне (об'єктивне) оцінювання у реальних виробничих умовах складного машинобудівного підприємства. Це ставить питання застосування комплексного (або узагальнюючого) показника для оцінки СУЯ та її процесів.

Комплексний показник, у випадку кількісного оцінювання, найчастіше виражають двома способами [73]:

- функціональною залежністю визначального абсолютного показника якості продукції (процесу) P_v від вихідних одиничних абсолютних показників якості P_i , тобто $P_v = f(P_i)$;
- як середній зважений (арифметичний або геометричний) відносний показник якості продукції (процесу) \bar{K}_z із вихідних одиничних показників її якості K_i .

В існуючій практиці аудитів для формування комплексного показника для оцінки СУЯ зазвичай використовують середній зважений арифметичний відносний показник, який містить вагові коефіцієнти окремих показників результативності основних та допоміжних процесів [71,83]:

$$\bar{K}_z = \sum_{i=1}^n K_i m_i \quad (1.1)$$

де m_i – нормалізований коефіцієнт вагомості показника K_i , тобто

$$\sum_{i=1}^n m_i = 1.$$

У зв'язку з цим постає питання про обґрунтування та введення комплексного показника для загального оцінювання результативності СУЯ, який має комплексно відображати рівень виконання контрактних зобов'язань підприємства та враховувати статистичні показники окремих процесів.

Існуючі підходи до оцінювання процесів, які застосовують статистичні методи [13,65], полягають у використанні середнього значення показника їх результатів, яке характеризує можливості цього процесу та встановлені довірчого інтервалу для нього [83]. Середнє значення показника результативності процесу ЖЦП є не інформативним, оскільки воно характеризує процес в цілому за деякий період, а замовника продукції цікавить якість кожного виробу. Об'єктивною характеристикою в цьому випадку може служити не середнє значення показника результативності процесів в деякому

інтервалі із заданою ймовірністю, а його можливе розсіювання (дисперсія) при переході з одного режиму роботи (нестабільний чи навантаження) в інший. Це дозволить об'єктивно оцінювати рівень виконання контрактних зобов'язань замовника продукції, враховуючи при цьому особливості машинобудівного підприємства (неритмічність виробництва) та схильність результатів його процесів до мінливості.

Методи оцінювання результативності СУЯ безпосередньо залежать від конкретності критеріїв аудиту, оскільки вони є еталоном для порівняння із його доказами. Проте, практичне застосування цих критеріїв є складним, оскільки відповідно до рекомендацій стандарту [32], вони є не конкретними (сукупність процедур або вимог) та загальними для оцінювання усіх категорій процесів СУЯ (основні, управлінські, забезпечувальні тощо). Ці процеси відрізняються змістом та їх вагомістю у СУЯ, тому невідповідності у результатах цих процесів теж мають відрізнятися за змістом (або формулювання суті невідповідності) та їх впливом на забезпечення виконання вимог замовника продукції. Традиційне вирішення цього питання полягає у попередній класифікації невідповідностей на критичні, мало критичні тощо [42,46,71]. Однак, цей спосіб є суб'єктивним та складним, що передбачає встановлення критеріїв значимості кожного процесу СУЯ та вимагає тривалих і об'ємних досліджень її документації. У зв'язку з цим доречним є виявлення відмінностей у оцінюванні результативності процесів ЖЦП та допоміжних.

Сучасні наукові розробки методів оцінювання результативності СУЯ, що здійснюють під час ВА, ґрунтуються в основному на експертній оцінці, використовуючи якісні показники її процесів, а рівень їх результативності визначають як «високий», «середній» та «низький».

Як було зазначено вище, стандарт [1] вимагає не тільки поліпшування результативності СУЯ, але й постійне її підвищення. Тому розглянемо умови забезпечення ПП результативності СУЯ за результатами її оцінювання.

1.4 Умови забезпечення постійного поліпшування результативності СУЯ на основі застосування результатів аудиту

Усунення невідповідностей СУЯ за результатами аудиту, це лише доведення її реальної здатності стабільно виконувати вимоги замовника продукції. Забезпечення ПП процесів потребує підвищення здатності СУЯ виконувати вимоги замовника продукції [7], тобто продукція, що виготовляється має не тільки відповідати вимогам її замовника, але й перевищувати його очікування. При цьому результати ВА, згідно із стандартом [32] мають забезпечувати попередження невідповідностей СУЯ. Тому, для забезпечення ПП процесів, результати ВА мають попереджувати невідповідності СУЯ, які впливають на якісні характеристики цих процесів та спричиняють скарги від замовників.

Відповідно до рекомендацій ДСТУ ISO 19011 [32], мету та завдання аудиту визначають в залежності від рівня розвитку СУЯ. Проте, цей стандарт, а також стандарти серії ISO 9000 не визначають рівень розвитку СУЯ, зокрема його критерії оцінки. Більшість публікацій, у яких розглядають питання визначення розвитку СУЯ мають його загальні показники, які представляються у балах, наприклад такі, як відношення керівництва підприємства до СУЯ [29] та загальний стан виробничих процесів, які оцінюють за критерієм конкурентоспроможності цього підприємства [28]. У інших публікаціях [44,84], присвячених питанням формування програми аудиту, автори розглядають рівень розвитку СУЯ тільки з позиції низької культури якості, що в даному контексті відображає степінь обізнаності, прихильності персоналу щодо якості. Однак ці показники складно використовувати для розробки програми аудиту. Крім того, застосування статистичного підходу не може обмежуватися лише оцінкою результативності СУЯ, а має також враховувати схильність результатів її процесів до варіацій, що надасть можливість здійснити об'єктивну розробку КД для забезпечення їх ПП. При розробці КД необхідно правильно приймати

рішення щодо втручання у її процеси [85]. Зайве регулювання, неправильна мета та послідовність втручання може привести до зниження якості процесу та росту витрат [86]. Отже, у цьому випадку доцільним є застосування підходу, який ґрунтується на статистичній теорії Демінга, що описує послідовність поліпшування СУЯ (її процесів) та розділяє його в часі на три фази [87]:

- 1) стабілізація процесу (тобто приведення його у керований стан) шляхом ідентифікації та усунення особливих причин;
- 2) поліпшування самого процесу, тобто зменшення загальних причин варіацій;
- 3) постійний моніторинг процесу для підтримання досягнутих поліпшень.

Для правильної розробки КД необхідним є об'єктивне встановлення причин невідповідностей СУЯ. Проте, на практиці аналіз варіантів причин невідповідностей часто має суб'єктивний характер, тобто точку зору аудитора. Це потребує введення діагностичного оцінювання процесів, яке передбачає застосовувати інструменти статистичного контролю якості для зменшення суб'єктивності розробки КД та ставить питання кількісного оцінювання їх результативності. Завдання статистичного регулювання процесу полягає в тому, щоб на основі результатів періодичного контролю вибірок (тобто в динаміці) оцінювати його стабільність та коригувати налагодження процесу на необхідну якість. Традиційно, для діагностики статистичної керованості (стабільності) стану та реалізації статистичного методу регулювання процесу використовують контрольні карти Шухарта [88]. Найбільш ефективним підходом є застосування дисперсійного аналізу, який є більш точним та достовірним, на відміну від контрольних карт Шухарта [89]. Це дозволить отримувати обґрунтовані та статистично надійні висновки аудиту для введення КД у СУЯ.

Висновки та вибір напрямлень досліджень

1. Для розкриття сутності «результативність» здійснено аналіз основних положень управління якістю та запропоновано визначати результативність СУЯ через досягнення її мети, яка пов'язана із стабільним виконанням вимог замовника продукції.

2. Розглянуто особливості підприємств машинобудівної галузі як об'єкту оцінки, що полягають у існуванні внутрішніх замовників та споживачів результатів процесів ЖЦП, які створюють проміжні характеристики майбутньої продукції та у сукупності забезпечують виконання вимог замовника. Нерозривність цих процесів потребує впливати на якість продукції на проміжних етапах її виготовлення, а складність взаємозв'язків з іншими процесами СУЯ обумовлює забезпечити простежування вимог замовника для їх оцінювання. Тому пропонується підхід до оцінювання результативності СУЯ здійснювати через процеси ЖЦП, використовуючи процесно-орієнтований ВА, що потребує розробки її процесної моделі.

3. Здійснено критичний аналіз існуючих методів оцінювання результативності СУЯ, що здійснюються під час процесно-орієнтованого аудиту, та встановлено, їх основні недоліки, які полягають у наявності процесів різної категорії (основні, управлінські, забезпечувальні тощо), а отже множини їх показників, для оцінки яких застосовують загальні та неконкретні критерії аудиту (сукупність процедур або вимог), використовуючи експертні методи. Як наслідок отримується узагальнена оцінка (переважно в балах або частках одиниці), що, у свою чергу, не дозволяє розробити конкретні корегувальні дії та ускладнює прийняття обґрунтованого висновку про результативність СУЯ. Для усунення цих недоліків запропоновано встановити статистичні показники для оцінювання результативності процесів ЖЦП, пов'язані з контрактними вимогами замовника, а для загальної оцінки СУЯ використовувати чисельний показник, який має комплексно відображати рівень виконання цих вимог.

4. Приведено критичний аналіз існуючих підходів до оцінювання процесів, які застосовують статистичні методи, у тому числі способи розробки КД і аналіз їх результативності та встановлено необхідність забезпечити статистичну надійність висновків аудиту для введення цих КД у СУЯ. При цьому необхідно враховувати, що поліпшення процесів СУЯ має здійснюватися поступово, базуючись на наявних об'єктивних статистичних даних. Тому запропоновано, в рамках процесно-орієнтованого ВА, застосовувати комплексний підхід до послідовного оцінювання результативності процесів СУЯ з використанням критеріїв їх статистичної керованості та ймовірно-статистичні методи оцінки. Це дозволить отримувати об'єктивну кількісну оцінку рівня виконання контрактних зобов'язань підприємства.

5. У роботах вітчизняних та зарубіжних авторів розроблені основи методології оцінювання результативності СУЯ, що, у більшості випадках, засновані на експертній оцінці процесів, де їх рівень визначають як «високий», «середній» та «низький». При цьому, незважаючи на велику кількість праць, присвячених питанням кількісного оцінювання, недостатньо розглянуті питання щодо використання їх під час ВА. Тому вдосконалення і подальший розвиток методів оцінювання результативності СУЯ, застосовуючи кількісні показники для оцінки її процесів та враховуючи особливості машинобудівних підприємств з метою стабільного забезпечення виконання вимог замовників продукції, є актуальним завданням.

На підставі вищенаведеного, сформульовано мету, об'єкт та предмет дослідження, окреслені можливі шляхи досягнення поставленої мети, що визначають структуру і зміст наступних розділів роботи.

Основні положення цього розділу викладено у публікаціях [33,34,39,53,54,56].

РОЗДІЛ 2

МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ СУЯ ТА ЇЇ ПОЛІПШУВАННЯ

У другому розділі розроблено вербальну модель процесів СУЯ, в якій застосовано формалізований опис стандартів на способи їх виконання (СТП), які використовують як нормативно-методичну базу для їх оцінювання. Розроблено та обґрунтовано комплексний підхід до послідовного оцінювання СУЯ та алгоритм його реалізації з використанням відповідних критеріїв статистичної керованості. В основу цього підходу покладено використання числа скарг замовника як показника оцінки загальної результативності СУЯ, що кількісно характеризує степінь досягнення її мети.

2.1 Створення нормативно-методичної бази для оцінювання результативності СУЯ

Відповідно до концепції міжнародних стандартів ISO 9000 [7], СУЯ – це сукупність організаційної структури, методик, процесів і ресурсів, необхідних для здійснення загального управління якістю. Раніше встановлено, що організаційну структуру підприємства можна розглядати як структуру управління якістю процесами (1 розділ). Ці процеси, відповідно до існуючої класифікації [30,60,69] та розділів стандарту [1] поділимо на дві категорії:

- основні або процеси ЖЦП (розділ 7 стандарту), які безпосередньо спрямовані на створення продукції;
- допоміжні (розділ 4-6,8 стандарту), які об'єднують процеси управління (вимірювання, аналізування, поліпшування тощо) та забезпечувальні, спрямовані на забезпечення інших процесів ресурсами.

Згідно з методологією системного аналізу [15], СУЯ можна розглядати, як систему (S) або аналогічно до стандарту [1], як сукупність методик, процесів і ресурсів, необхідних для її функціонування. Результативна СУЯ має функціонувати, як цілісна система [1] та бути пов'язана з її метою [15]. Оскільки мета СУЯ не задана у явному вигляді, застосуємо вираз, який пов'язує цю мету із засобами її досягнення [15]:

$$S = \{Z, STR, TECH, COND\}, \quad (2.1)$$

де Z – сукупність або структура мети; STR – сукупність структур за призначенням (STR_1 – виробнича, STR_2 – організаційна тощо), що реалізують мету; $TECH$ – сукупність методик, технологій тощо, за якими реалізується система; $COND$ – умови роботи системи, тобто врахування чинників (зовнішні, внутрішні), що впливають на її створення та функціонування.

В структурі управління системою закономірність утворення її мети проявляється на будь-якому рівні ієрархії (спосіб структуризації або декомпозиції системи) [15]. Стосовно до ієрархічної структури це означає, що мету нижчого рівня можна розглядати як засіб для досягнення мети вищого рівня, яка до того ж є метою для рівня нижчого по відношенню до неї. При цьому функція одного рівня не просто підпорядкована функції іншого рівня, а є умовою її виконання, а дії окремих функцій спрямовані на виконання основної [90]. В даному випадку процеси ЖЦП створюють мету вищого рівня системи, тобто безпосередньо пов'язані із цією метою, об'єднують окремі функції в рамках СУЯ та спрямовані на її досягнення. А допоміжні процеси є засібом для досягнення мети вищого рівня, тобто процесів ЖЦП. Таким чином, відповідно до способу структуризації (або декомпозиції) системи, забезпечується взаємопов'язаність різних процесів СУЯ та дотримання принципу її цілісності. Методики за якими реалізується СУЯ, це СТП, які описують спосіб здійснення її процесів та представляють її документальний опис або спосіб досягнення її мети.

оформлення супровідної та експлуатаційної документації на виріб (технічний паспорт тощо).

Розроблена модель процесів СУЯ забезпечує чітке простежування виконання вимог замовника продукції за рахунок спрощення ієрархічної структури управління якістю процесами, тобто зменшує складність моніторингу СУЯ машинобудівного підприємства.

Контрактні вимоги замовника для їх подальшого оцінювання мають бути пов'язані з результатами процесів ЖЦП, які у сукупності забезпечують виконання цих вимог (1 розділ). Результати процесів ЖЦП виражені через НД (наприклад, конструкторська документація), оформлену у ході виконання його операцій, які оцінюють через показники результативності. Ці показники є характеристиками якісних результатів процесу. При цьому, якість будемо розглядати, як інформацію про властивості об'єкту, (споживчі або нормативні властивості та організаційні) [81]. На машинобудівному підприємстві якість виробу (технічні характеристики виробу, які відповідають встановленим стандартам, технічним умовам, законодавству) є лише однією з багатьох складових, які визначено у контракті замовника продукції. Іншими складовими, які у сукупності забезпечують виконання контрактних вимог замовника продукції (або характеристики якості) є наприклад, якісна та своєчасна доставка виробу у визначені строки; якісні супровідні документи та технічний паспорт виробу; якісне та своєчасне сервісне обслуговування тощо [92]. Враховуючи вищенаведене, встановимо, що НД підприємства, в якій відображено контрактні вимоги замовника, має бути структурована за такими ознаками: якість як відповідність характеристик виробу технічним умовам та час поставки цих виробів у визначені строки, які оцінюють через показники результативності процесів ЖЦП. Для забезпечення єдності оцінювання приймемо, що допоміжні процеси СУЯ мають аналогічні сфери вимірювання. В цьому випадку мета СУЯ характеризується комплексом взаємопов'язаних показників її процесів. Тому, іншою перевагою розробленої моделі процесів

СУЯ є те, що для оцінки її результативності застосовують лише категорію процесів ЖЦП (або основні процеси) замість 3-4 категорій, які існують на теперішній час (основні, управлінські, забезпечувальні тощо). За рахунок зменшення числа процесів та числа показників для їх оцінки спрощується процедура здійснення оцінювання результативності СУЯ, а отже підвищується об'єктивність кінцевих результатів оцінки.

Виходячи з того, що діяльність підприємства, яка формалізована у СТП на процеси СУЯ, підпорядкована єдиній меті, відповідно до системного підходу, а результатом її досягнення є стабільне виконання вимог замовника продукції. Тому для створення вербальної моделі СУЯ необхідно розробити СТП, які є нормативно-методичною базою для оцінювання контрактних вимог замовника. Для цього, спочатку розробимо карти процесів, застосовуючи аналіз ПВПВП («постачальники – вхід – процес – вихід – споживач») [93], який дає можливість визначити основні елементи процесу, встановити його межі та визначити постачальників і споживачів у загальному ланцюгу процесів ЖЦП. У контексті діаграми ПВПВП, споживач – це кожний, хто використовує вихід процесу (або його результати). Цей аналіз здійснюється у наступній послідовності:

- 1 – визначення меж процесу;
- 2 – мета процесу та його основні операції, включаючи зв'язки, які спрямовано в прямому та зворотному напрямку;
- 3 – виходи процесу (документи, інформація) та його споживачі;
- 4 – входи процесу та його ключові постачальники.

Розроблені карти процесу аудитор використовує як інструмент їх дослідження (рис. 2.2) [94]. Вони дають чітке уявлення про взаємодію структурних підрозділів підприємства у рамках суміжних процесів ЖЦП та дозволяють скоротити час на збирання доказів аудиту.

Практичне застосування карти процесу та контрольних листів у формі таблиць наведено у третьому та четвертому розділах при розробці методів оцінювання результативності процесів СУЯ та їх апробації.

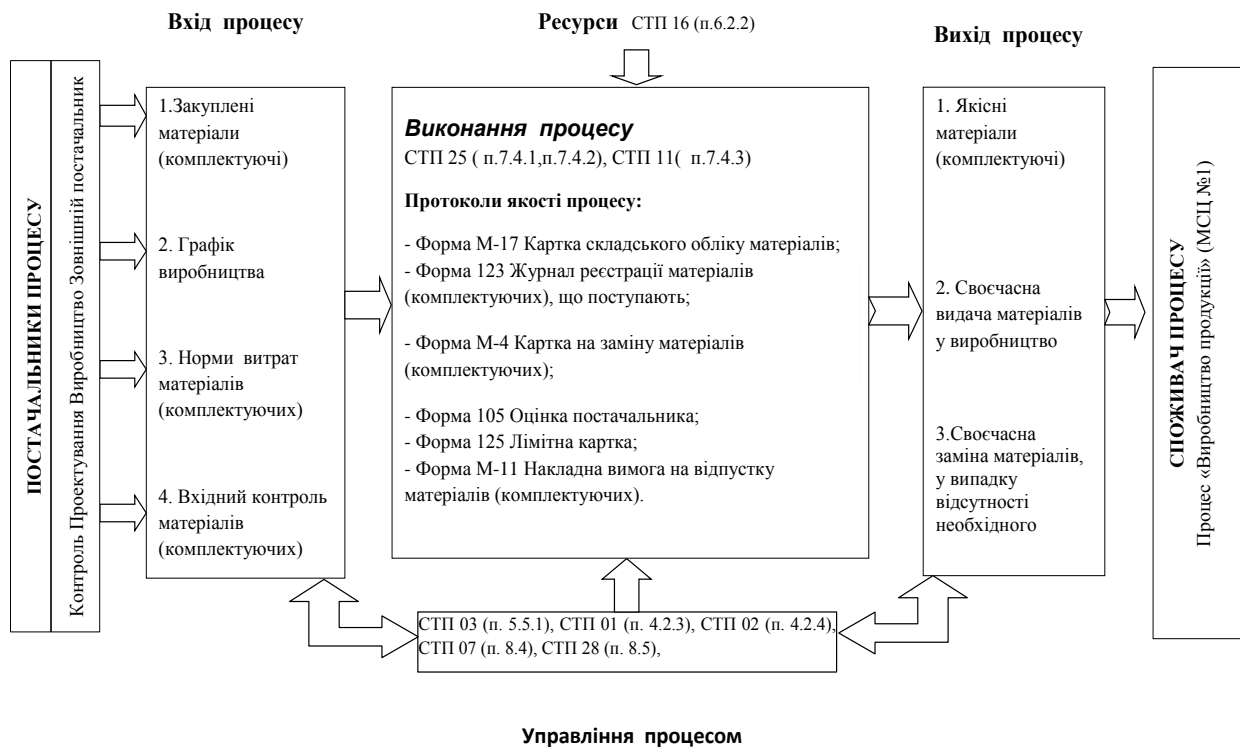


Рис. 2.2. Карта процесу «Закупівля» (приклад побудови)

СТП 01 – Управління нормативною документацією; СТП 02 – Управління протоколами якості; СТП 03 – Управління невідповідною продукцією; СТП 07 – Моніторинг і аналіз процесу; СТП16 – Управління персоналом; СТП 25 – Закупівля; СТП 28 – Внутрішній аудит.

Відповідно до принципів системного підходу та приймаючи до уваги спосіб структуризації (або декомпозиції) СУЯ, мета, а отже і результати попереднього процесу формуються у взаємозв'язку з метою (результатами) подальшого процесу, тобто попередній процес ЖЦП є одним із засобів досягнення мети для подальшого процесу. Наприклад, мета процесу «Проектування продукції» є засобом досягнення мети процесу «Виробництво», який, у свою чергу, є його внутрішнім споживачем або наступним процесом. Для визначення мети будь-якого процесу ЖЦП (при розробці СТП) будемо

вважати, що вона відображає його основну функцію (наприклад, для процесу «Проектування продукції» – це розробка конструкторської документації), яка доповнена ознаками: якість, час. Таким чином, метою процесу «Проектування продукції» є якісна та своєчасна розробка конструкторської документації. Якісна розробка конструкторської документації означає, що технічні характеристики виробу, які заявлено замовником продукції у його контракті, точно і в повному обсязі відображено у цій документації. Це підтверджено протоколами відповідного СТП (наприклад, у протоколі «Аналіз проекту конструкторської документації»). Показник часу показує час передачі цього НД на наступний етап виробництва (або процесу «споживачу»).

Мету процесу можна досягти за допомогою встановленого способу його здійснення. Для цього необхідно перевести загальні вимоги до досягнення мети процесу, які складно вимірювати, в більш конкретні шляхом визначення змісту обов'язкових операцій. При побудові (синтезі) в системному аналізі найчастіше використовують так звані деревовидні структури. Їх суть полягає в тому, що складна властивість об'єкту ділиться (структурується) на наступному ярусі на менш складні властивості, кожне з яких, у свою чергу, ділиться на ще менш складні властивості [95]. Керуючись цим підходом визначено основні операції виконання процесу (описано в СТП), які безпосередньо пов'язані з його метою та спрямовані на її досягнення. В даному випадку СТП поєднують в собі опис взаємодії процесів (а в їх рамках і взаємодію структурних підрозділів підприємства). Приклад визначення змісту основних операцій виконання процесу «Закупівля» показано на рис. 2.3.

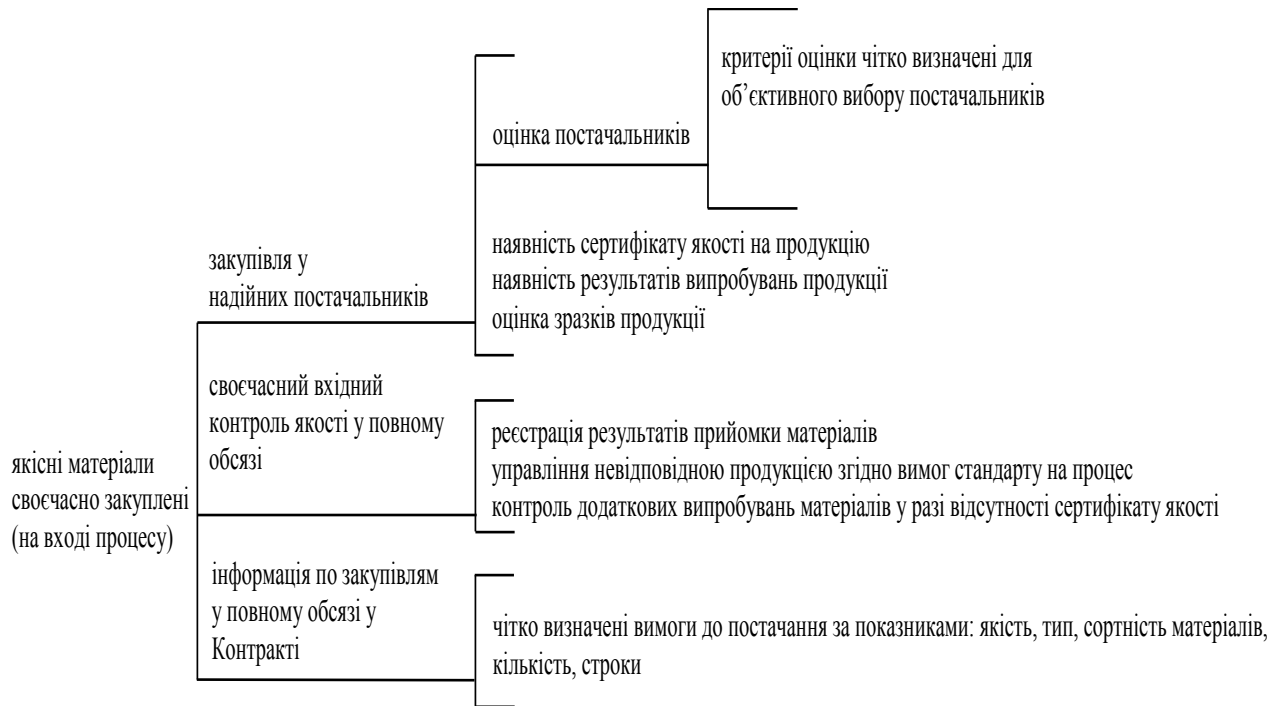


Рис. 2.3. Основні операції виконання процесу «Закупівля», відображені в СТП (приклад розробки)

Застосовуючи основні положення управління якістю та методологію системного аналізу розроблено вербальну модель процесів СУЯ, в якій застосовано формалізований опис стандартів на способи їх виконання (СТП), які використовують як нормативно-методичну базу для їх оцінювання. Вимоги замовника, відображені в нормативній документації підприємства, структуровано за такими ознаками: якість як відповідність характеристик виробу технічним умовам і час поставки цих виробів у визначені строки, які оцінюють через процеси ЖЦП, використовуючи показники їх результативності. Це дало можливість не тільки спростити моніторинг СУЯ за рахунок зменшення числа її процесів та числа показників для їх оцінювання, але й забезпечити простежування вимог замовника для їх оцінки на кожному етапі виробництва продукції.

2.2 Застосування ймовірісно-статистичних методів оцінювання результативності процесів СУЯ

Результат процесу ЖЦП оформляється у вигляді НД (або мовою стандарту [1] документ (*протокол якості*)), в якому наведено докази виконаних робіт), що містить інформацію про відповідність виробу технічним умовам та строки його розробки і передачі на наступний етап виробництва продукції або внутрішньому споживачу його результатів. Наприклад, НД, який підтверджує результат процесу «Проектування продукції» та містить інформацію про строки його розробки і передачі на наступний етап виробництва продукції є журнал реєстрації конструкторської документації.

Раніше встановлено, що результати попереднього процесу формуються у взаємозв'язку з метою (результатами) подальшого процесу, тобто попередній процес є одним із засобів досягнення мети для подальшого процесу (системний принцип, покладений в основу вербальної моделі процесів СУЯ). Тому, згідно із запропонованим підходом до оцінювання результативності СУЯ, який наведено на рис. 2.1, критеріями аудиту є вимоги процесу «постачальник» (одночасно є результатами цього процесу) до результатів процесу «споживач», а доказами – факти, які підтверджують виконання цих вимог. Наприклад, результатом процесу «Проектування продукції» є Відомості покупних виробів, які містять розроблені норми матеріалів на виріб або критерії аудиту для оцінювання подальшого процесу «Закупівля». Тоді доказами результатів процесу «Закупівля» будуть фактично закуплені матеріали, відображені у лімітній картці. Результатом оцінювання є порівняння записів у цих НД, тобто порівняння доказів аудиту з його критеріями. Таким чином, керуючись вимогами стандартів [1,7], визначимо що невідповідність – це будь-яка одиниця продукції процесу або випадок, яка/який не відповідає встановленим вимогам споживача його результатів. Для розглянутого прикладу – це число випадків несвоєчасної передачі конструкторської документації на наступний етап

виробництва продукції. Значення показників результативності процесу є мірою досягнення його мети. Наприклад, якість розробленої конструкторської документації становить – 95%, а своєчасність її розробки – 90% .

Приймаючи до уваги принципи розроблення вербальної моделі процесів СУЯ (рис. 2.1. – 2. 3) можна припустити, що основні (або процеси ЖЦП) та допоміжні процеси мають різні критерії аудиту. Зокрема, критерії аудиту для оцінювання результатів процесів ЖЦП мають ґрунтуватися на вимогах, що зазначені у контракті замовника. Це припущення потребує експериментальної перевірки.

Достатнє число доказів аудиту для формування обґрунтованого висновку забезпечується визначенням мінімально необхідного об'єму вибірки (n). Позначимо часову появу події при j -ому випробуванні через x_j , де $j=1, \bar{n}$. Усі величини x_j представляють собою n однаково розподілених випадкових величин, кожна з яких приймає значення «0» або «1» з ймовірністю відповідно $q = (1 - p)$ та p . Математичне сподівання події $x_j = 1$, $M[x_j] = p$ та дисперсія $D(x_j) = pq$. Полігон біноміального розподілу асимптотично наближається до нормального (починаючи з $n \geq 10$) [89]. Найкращою оцінкою показника є середнє значення $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j$ з генеральною дисперсією $D(x_j) = \sigma^2 = pq$.

Для визначення мінімального об'єму вибірки (n), яка забезпечує задану точність (ε) оцінювання показника, будемо виходити з співвідношення

$$P\{[\bar{X} - Mx] < \varepsilon\} = 1 - \alpha \quad (2.2)$$

де ε – допустиме (задане) відхилення оцінки від математичного сподівання, α – рівень статистичної значущості.

З (2.2) обираємо $P\{[\bar{X} - \varepsilon] < Mx < [\bar{X} + \varepsilon]\} = 1 - \alpha$. Переходимо до нормованої випадкової величини. Поділимо нерівність, що стоїть у дужках виразу (2.2) на $\sigma(\bar{x})$ – середнє квадратичне відхилення (СКВ) середнього значення і введемо позначення:

$$z = \frac{\bar{X} - M_x}{\sigma(\bar{X})}, \quad (2.3)$$

тоді маємо $P\{[z] < \varepsilon/\sigma[\bar{X}]\} = 1 - \alpha$. Або $z = \varepsilon/\sigma(\bar{X})$ – квантість нормованого розподілу, значення яких приведено в відповідних таблицях. Прийmemo до уваги, що $\sigma(\bar{X}) = \sigma/\sqrt{n}$ та $\sigma = \sqrt{pq}$ отримаємо:

$$\varepsilon = z_{1-\alpha} \sqrt{\frac{pq}{n}} \quad (2.4)$$

Звідки мінімальний об'єм вибірки визначається як:

$$n = \frac{z_{1-\alpha}^2 pq}{\varepsilon^2}. \quad (2.5)$$

де $z_{1-\alpha}$ – квантість розподілу Лапласа, який обирається залежно від рівня значущості; p – варіація вибірки.

Зазвичай рівень значущості становить $\alpha = 0,05$, тоді $z_{1-\alpha} = 1,96$; ε – допустима помилка при перевірці гіпотези при знаходженні показника процесу в межах обраної помилки, яку вибирає аудитор залежно від потрібної точності та статистичної надійності розрахунків. Якщо вимоги точності дуже високі, то для довірчої ймовірності вибирають значення 0,999; якщо звичайні – 0,95; знижені – 0,9.

Враховуючи на обмежений об'єм вибірок при оцінюванні процесів СУЯ для підвищення статистичної надійності одержуваних оцінок, а, отже, і підвищення достовірності прийнятих рішень про результативність процесів перспективним є використання робастних процедур, де при статистичній обробці використовуються всі наявні дані [96]. Під робастністю розуміється нечутливість до різних відхилень і неоднорідностей у вибірці, які пов'язані з тими чи іншими, в загальному випадку невідомими, причинами. Використання такої моделі дозволяє, з одного боку, зберегти зручний розподіл усіх допущень про однорідність гіпотетичної генеральної сукупності, і з іншого боку – не відкидаються дані, які при традиційному підході визнавалися б викидами.

Модель оцінювання у загальному вигляді можна представити, як функцію: $Y = f(X_1, \dots, X_n)$ від вхідних величин (рис. 2.4). У даному випадку Y – результат процесу. Вищезазначена функція та рисунок 2.3, показують, що спосіб виконання процесу, який складається із сукупності його операцій ($\sum X_n$), значною мірою визначає, яким буде його кінцевий результат. Отже можна стверджувати, що поліпшення результативності процесу здійснюється через поліпшення способу виконання процесу.

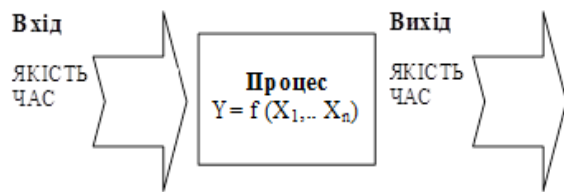


Рис.2. 4. Модель оцінювання процесів СУЯ

статистичних показників для оцінки процесів СУЯ. За результатом функціонування процесу – показники його результативності та за «алгоритмом», що забезпечує отримання результатів процесу – показники його виконання. В цьому випадку повнота (у повному обсязі) та дотримання послідовності виконання операцій процесу означає отримання його якісних результатів. Таким чином, показник виконання процесу – це числова величина, яка характеризує степінь послідовності та повноти виконання вимог СТІ на процес. Показник результативності процесу є числовою величиною, яка характеризує степінь безпомилкового (бездефектного) отримання його результатів.

Відповідно до статистичної теорії [87], основними параметрами результату процесу виступають середнє значення, яке характеризує можливості процесу та стандартне відхилення (σ), яке показує степінь його варіабельності. При цьому, чим меншою є варіація процесу (σ), тим більш стабільним та якісним є його результат (за умови, що середнє значення близько до цільового значення показника). Враховуючи попередні дослідження можна прийти до

Це, враховуючи на визначення терміну «результативність» (степінь реалізації запланованих робіт та досягнення запланованих результатів [7]), передбачає наявність двох категорій

висновку, що процес є результативним, якщо він є статистично стабільним (точно і в повному обсязі виконуються вимоги СТП), а його можливість виконувати вимоги внутрішнього/зовнішнього споживача є задовільною відносно встановленого допуску.

Для допоміжних процесів СУЯ допустимою нормою для визначення цільових значень показників результативності може бути допустиме число або відсоток невідповідностей. Для визначення цільових значень показників результативності цих процесів більш за все підходять контрольні карти Шухарта. Оскільки процеси СУЯ оцінюють за альтернативною ознакою, тому необхідно застосовувати контрольні карти для якісних ознак (тип р-карти), які відображають відсоток невідповідностей (\bar{p}) у його результатах. Відсоток невідповідних одиниць продукції процесу (або його результатів) визначається як відношення суми числа виявлених невідповідних одиниць процесу ($\sum_{i=1}^N n_i^{\text{невід.}}$), до загального числа перевірених ($\sum_{i=1}^N n_i$) [88]:

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^N n_i^{\text{невід.}}}{\sum_{i=1}^N n_i} \times 100\%; \quad (2.6)$$

де N – число підгрупи; $n^{\text{невід.}}$ – число невідповідних одиниць в підгрупі.

За одиницю продукції процесу будемо вважати – один НТД відповідного СТП на процес (або результат процесу).

Процес вважається стабільним, якщо значення показника (\bar{p}) знаходиться в контрольних межах. У разі альтернативних даних, середні значення (\bar{p}) пов'язані з характеристиками мінливості – стандартним відхиленням (σ) наступними співвідношеннями (для біноміальної моделі розподілу), які використовують для обчислення контрольних меж процесу, а саме: верхньої (UCL) та нижньої (LCL) [88]:

$$UCL(LCL) = \bar{p} \pm 3\sigma_p, \quad (2.7)$$

$$\text{де } \sigma_p = \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}.$$

У даному випадку UCL і LCL – це верхнє та нижнє граничне значення показників результативності для ймовірності 0,9973. Тоді маємо інтервал для цільового значення показника результативності $LCL < \bar{X} < UCL$, варіацію якого, в цих межах, можна пояснити впливом випадкових величин та обмеженим обсягом вибіркового даних у підгрупі.

Показано застосування ймовірнісно-статистичних методів для оцінювання результативності процесів СУЯ та встановлено дві категорії статистичних показників для оцінки її процесів. За результатом функціонування процесу – показники його результативності та за «алгоритмом», що забезпечує отримання результатів процесу – показники його виконання.

2.3 Розробка комплексного підходу до оцінювання СУЯ для забезпечення постійного поліпшування її результативності

У першому розділі доведено, що ПП результативності СУЯ потребує послідовних заходів, які залежать від стану її розвитку. Для цього поліпшення процесів СУЯ необхідно розбити на окремі етапи, які характеризують її розвиток та встановити зв'язок мети цієї системи із метою та завданням її оцінки. Причому мету аудиту та його завдання має бути встановлено таким чином, щоб здійснювалося послідовне поліпшення процесів СУЯ, починаючи з оцінки їх стабільності.

Згідно зі стандартами [1,7,32] та враховуючи статистичний підхід до оцінювання результативності процесів, мета ВА полягає в тому, щоб встановити: чи є СУЯ статистично керованою (або статистично стабільною) та результативною. Виходячи з цього, основною задачею ВА, яка має сприяти поступовому поліпшуванню результативності СУЯ, є підтримання її здатності стабільно виконувати вимоги замовника продукції та забезпечувати постійне підвищення цієї здатності.

Стабільність процесів СУЯ, як встановлено раніше забезпечується дотриманням вимог СТП, які описують спосіб їх здійснення та є методичною базою для оцінювання їх результативності. Поліпшення процесів СУЯ за результатами оцінки здійснюється шляхом визначення невідповідностей в його результатах та безперервно усуваючи причини їх виникнення, тим самим знижуючи їх число до мінімуму. Для цього необхідно доповнити аудит обов'язковим аналізом причин невідповідностей, тобто здійснювати комплексне оцінювання, застосовуючи разом діагностування та оцінку відповідності [97]. У даному випадку причини невідповідностей можна розглядати як причини варіацій процесу.

Виходячи з вищенаведеного та керуючись статистичною теорією Демінга [53], яка описує послідовність поліпшування будь-яких процесів з позиції постійного зменшення варіацій в його результатах, пропонується, виходячи зі стану процесу, поділяти процедуру поліпшення СУЯ на три етапи, які характеризують рівень її розвитку. Ці етапи в подальшому будемо називати етапами статистичної керованості СУЯ. При цьому, мета та завдання методики ВА також відрізняються на кожному етапі (табл.2.1).

Таблиця 2.1

Етапи статистичної керованості СУЯ – мета та завдання ВА

Етапи статистичної керованості СУЯ	Мета та завдання аудиту
1-й етап	<i>Мета</i> – оцінювання стабільності СУЯ, відповідно з заданими вимогами до здійснення операцій процесів, які встановлені в СТП; <i>Завдання</i> – зменшення особливих (невипадкових) причин варіацій процесу.
2 -й етап	<i>Мета</i> – оцінювання результативності процесів відповідно з заданими нормами, які встановлені в СТП; <i>Завдання</i> – підтримання досягнутої стабільності процесів СУЯ на протязі деякого часового інтервалу та зменшення причин, які пов’язані із низькою результативністю процесу.
3-й етап	<i>Мета</i> – оцінювання результативності процесів для забезпечення їх ПП; <i>Завдання</i> – постійне зменшення розсіювання показників результативності (або постійне зменшення загальних причин варіацій).

Встановлено зв'язок мети СУЯ із метою та завданням її оцінки, що здійснюють під час ВА. Це дало можливість, керуючись статистичною теорією розбити на окремі етапи поліпшення процесів СУЯ та встановити послідовність її оцінювання. Наступним кроком має бути розробка алгоритму реалізації підходу до оцінювання процесів СУЯ та методів їх оцінки на кожному етапі, які б враховували мету цього етапу і завдання, які з цього витікають.

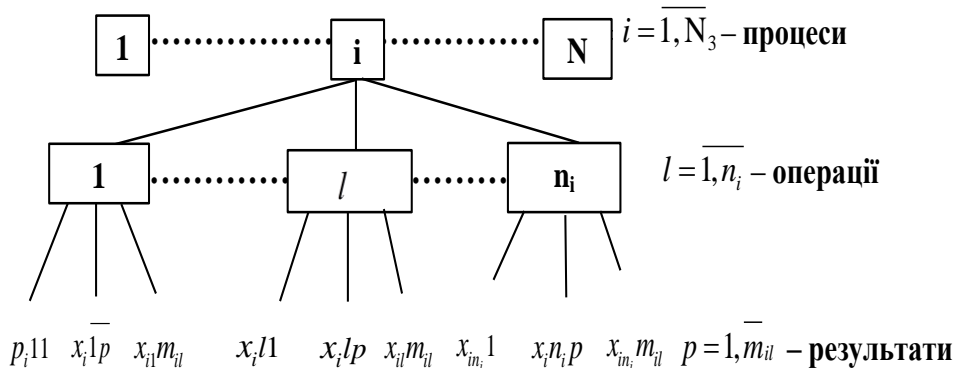
2.3.1 Алгоритм послідовного оцінювання процесів СУЯ

Перший етап статистичної керованості СУЯ, виходячи з вимог стандартів ISO серії 9000 [1,7,17] та ISO 19011[32] – це етап впровадження СУЯ (в тому числі її розробки, тобто розробки СТП). Вважається, що система є впровадженою, тобто знаходиться під контролем якщо її статистична керованість (стабільність) перевищує 95% [87]. Приведення до керованого

стану – це зменшення особливих причин невідповідностей, які пов'язані з дотриманням вимог СТП. Отже, дотриманням вимог СТП на процеси СУЯ на рівні, не нижче 95%, є підтвердженням її впровадження та ознакою її статистичної керованості. Якщо вимоги СТП на процеси ЖЦП виконують не в повному обсязі, то збільшується ймовірність появи браку продукції в ході її виготовлення. Це потребує оцінювання вихідної стабільності цих процесів та встановлення її допустимої межі. Для діагностики статистичної керованості стану процесу та її регулювання в роботі використовують дисперсійний аналіз. Це, на відміну від традиційного застосування для цієї мети контрольних карт Шухарта, дозволяє аудитору робити більш достовірні висновки про наявність операції, яка вийшла з режиму статистичної керованості і для якої необхідно вводити корегування.

СУЯ представляється у вигляді окремих процесів N , тобто $i = \overline{1, N}$.

Розглянемо окремо i -ий процес, який в загальному випадку має $l = \overline{1, n_i}$ відповідних операцій, кожна з яких характеризується $p = \overline{1, m_{il}}$ результатів. Тоді x_{ilp} – поточний p -ий результат, який відповідає l -ій операції i -ого процесу. Процес знаходиться в статистично керованому стані, якщо на нього впливають тільки незначні випадкові фактори, тобто відхилення не носять систематичний характер. Для оцінювання статистичної керованості процесу вихідною є



дисперсія операцій,
яка включає
дисперсію
результатів,
обумовлену впливом
сукупностей
випадкових величин.

Рис. 2.5. Структурна організація процесу ЖЦП

Розглянемо в
загальному випадку

i -ий процес ЖЦП і оцінимо його статистичну керованість. На рисунку 2.5. представлена структурна організація процесу [98]. На першому етапі $j=1$ визначається наявність не випадкових величин. При їх виявленні вводяться корегуючі дії з тим, щоб процес привести до статистично керованого стану. Для цього оцінюється дисперсія кожної l -ої операції:

$$S_{il}^2 = \frac{1}{m_{il} - 1} \sum_{p=1}^{m_{il}} (x_{ilp} - \bar{X}_{il})^2, \quad (2.8)$$

де $\bar{X}_{il} = \frac{1}{m_{il}} \sum_{p=1}^{m_{il}} x_{ilp}$; x_{ilp} – поточний p -ий результат, який відповідає l -ій операції i -ого процесу.

Розсіювання результатів процесу обумовлено впливом тільки випадкових величин. Основна умова спільної обробки вибірових дисперсій – це попередня перевірка випадкових величин на їх однорідність за критерієм Кохрена, що забезпечує статистично надійну оцінку [89]:

$$G_{розр} = \frac{S_{il\max}^2}{\sum_{i=1}^{n_i} S_{il}^2} \quad (2.9)$$

де $S_{il\max}^2$ – максимальна з дисперсій.

Розраховане значення коефіцієнту $G_{розр}$ порівнюємо з критичним табличним значенням для числа степенів свободи чисельника та знаменника для рівня статистичної значимості α . Якщо $G_{розр} > G_{кр.}$, то для операції, яка має максимальну дисперсію ($S_{il\max}^2$) серед оцінок дисперсій інших операцій, вводять корегуючі дії. Знову перевіряють на однорідність, при необхідності вводять КД і так далі. Після цієї процедури можна знаходити усереднений вплив випадкових величин:

$$S_{випад}^2 = \frac{1}{n_i} \sum_{l=1}^{n_i} S_{il}^2 \quad (2.10)$$

Знайдені середні значення операцій ($l = \overline{1, n_i}$) перевіряють на їх однорідність по відношенню до середнього значення i -го процесу:

$$\bar{X}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{l=1}^{n_i} \bar{x}_{il} ,$$

а саме:

$$S_i^2 = \frac{1}{n_i - 1} \sum_{l=1}^{n_i} (\bar{x}_{il} - \bar{x}_i)^2 . \quad (2.11)$$

Ця оцінка включає в себе вплив випадкових величин ($S_{\text{випад.}}^2$) і вплив можливих не випадкових величин в одній або декількох операціях i -го процесу. Для перевірки цього використовуємо статистику Фішера (F):

$$F_{\text{розр.}} = \frac{S_i^2}{S_{\text{випад.}}^2} , \quad (2.12)$$

яка порівнюється з табличним значенням $F_{\text{кр.}}$. Якщо $F_{\text{розр.}} > F_{\text{кр.}}$, то вводять корегуючі дії, які спрямовані на виявлення та виключення не випадкових впливових величин. Як результат приходимо до статистично керованого процесу, який в подальшому можна поліпшувати. Для поточного оцінювання стабільності керованого процесу встановлюється 95% граничне значення, яке приймається як межа стабільності. Виходимо з нерівності:

$$P(S_i < \tilde{\sigma}_{\text{кр.}}) = 1 - \alpha = 95\% . \quad (2.13)$$

Помножимо вираз (2.11) на $n_i - 1$ і поділимо на $\tilde{\sigma}^2$. Тоді величина $\frac{(n_i - 1)S_i^2}{\tilde{\sigma}_{\text{кр.}}^2}$

має розподіл χ^2 – квадрат. Перепишемо вираз (2.13) як:

$$P\left(\frac{(n_i - 1)S_i^2}{\tilde{\sigma}_i^2} < \chi_{\alpha, \nu_{\text{кр.}}}^2\right) = 1 - \alpha , \quad (2.14)$$

або після перетворення:

$$P\left(\tilde{\sigma}_i^2 < \frac{(n_i - 1)S_i^2}{\chi_{\alpha, \nu_{\text{кр.}}}^2}\right) = 1 - \alpha ; (\alpha=0,05; \nu=(n_i-1)). \quad (2.15)$$

В правій частині останньої нерівності стоїть обмежувальне значення для будь-якої оцінки дисперсії i -го процесу ($\tilde{\sigma}_i^2$).

Переходимо до 2-го етапу ($j=2$). На цьому етапі завданням ВА є підтримання досягнутої стабільності процесів СУЯ (табл.2.1). При цьому, здійснюється оцінювання результативності процесів та поліпшуються їх показники, наприклад через зменшення часу виготовлення продукції для замовника. Позначимо:

$$\frac{(n_i - 1)S_i^2}{\chi_{ep.(\alpha, \nu)}^2} = \tilde{\sigma}_{ep.}^2 \quad (2.16)$$

і в подальшому будемо використовувати, як границю меж статистичної урегульованості процесу. Виходячи з власного досвіду, визначаємо час, необхідний, щоб переконатися у стабільності процесу, тобто значення будь-якої оцінки дисперсії i -го процесу не виходить за межі $\tilde{\sigma}_{ep.}^2$. При цьому необхідно враховувати динаміку процесу. Цей час поділимо на окремі періоди, через які необхідно проводити ВА. В загальному випадку допустимо, що число періодів складає N_1 . На кожному поточному періоді $k=1, \overline{N_1}$ проводяться ВА, за результатами якого, згідно виразу (2.11) обчислюється оцінка дисперсії процесу на k -ому періоді S_{ik}^2 , яке порівнюється з $\tilde{\sigma}_{ep.}^2$. Результат перевірки використовується для продовження $j=2$ -го етапу або переходять до попереднього ($j-1$) етапу, тобто першого. Коли маємо об'єктивне підтвердження того, що процес тривалий час є стабільним, переходимо до $j=3$ -го етапу.

На третьому етапі постійно поліпшуються показники результативності процесів за рахунок поступового зменшення розсіювання їх значень. Таким чином забезпечується виготовлення якісної продукції, яка не тільки відповідає вимогам її замовника (забезпечується на першому етапі) але й перевищує його очікування. Наприклад, зменшення часу виготовлення продукції. З практичної точки зору це досягнення компромісу між виготовленням якісної продукції та зниженням її собівартості. Наприклад, зниження собівартості на виготовлену продукцію, а отже зниження її ціни забезпечується за рахунок зменшення витрат на брак, скарги (або ціна на продукцію така ж як у конкурентів, але

якість вища). Для реалізації постійного зменшення розсіювання показників результативності порівнюється варіація на поточному k-ому періоді:

$$S_{ik}^2 = \frac{1}{n_i - 1} \sum_{l=1}^{n_i} (\bar{x}_{ilk} - \bar{x}_{ik})^2, \quad (2.17)$$

починаючи з k= 2, де дисперсія за попередні періоди перевірки співставляється з середнім значенням:

$$S_{iq}^2 = \frac{1}{(k-1)(n_i-1)} \sum_{q=1}^{k-1} \sum_{l=1}^{n_i} (\bar{x}_{ilq} - \bar{x}_{iq})^2. \quad (2.18)$$

Для цього використовується статистика Пірсона χ^2 , а саме [10]:

$$\frac{(n_i - 1)S_{ik}^2}{S_{i\epsilon}} = \chi_{3p}^2, \quad (2.19)$$

яка порівнюється з критичним значенням $\chi_{кр.}^2$. Це значення береться з відповідної таблиці для рівня статистичної значимості α та числа степенів свободи $n_i - 1$. Якщо $\chi_{3p.}^2 < \chi_{кр.}^2$, то КД привели до поліпшення процесу. При невиконанні цієї нерівності вводять іншу КД.

Для реалізації комплексного підходу до оцінювання СУЯ розроблено алгоритм, який відрізняється поступовим забезпеченням стабільності процесів та зменшенням розсіювання значень показників його результативності, використовуючи відповідні статистичні критерії та враховуючи стан його керованості під час здійснення аудиту. Такий підхід до оцінювання дозволяє отримувати обґрунтовані та статистично надійні висновки аудиту для введення КД у СУЯ (рис. 2.6).

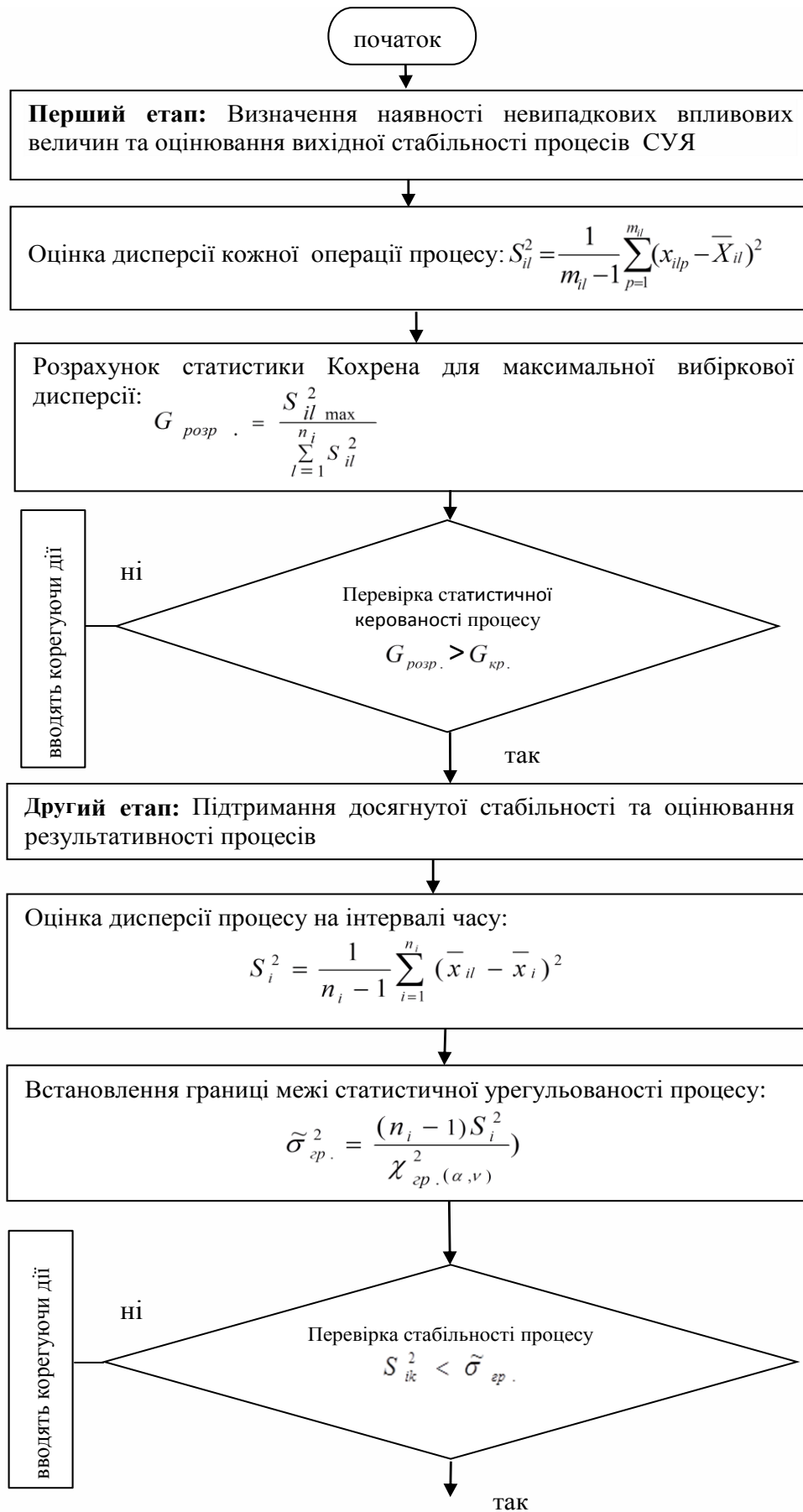




Рис. 2.6. Алгоритм послідовного оцінювання процесів СУЯ

2.4 Зменшення суб'єктивності розробки та аналізу результативності корегувальних дій для поліпшення способу виконання процесу

Раніше показано, що поліпшення результативності процесу здійснюється через поліпшення способу виконання процесу (або сукупність його операцій: $\sum X_n$), який оцінюють через виконання вимог СТП. Тому коригування цього процесу повинні забезпечити більш досконалий спосіб виконання операцій процесу та мають бути стандартизовані через зміни, доповнення в СТП.

У першому розділі визначено необхідність об'єктивного встановлення причин невідповідностей СУЯ для правильної розробки КД, що потребує введення діагностичного оцінювання процесів та, враховуючи застосування статистичних даних, необхідність кількісного оцінювання результативності цих КД. При застосуванні ймовірнісно-статистичних методів оцінювання процесів

СУЯ, обробка даних є аналогічною, що здійснюють під час проведення експериментальних досліджень. Тому, цей підхід можна застосовувати для аналізу результативності КД шляхом перевірки статистичної гіпотези про відмінність середніх значень показників процесу, що здійснюється до і після удосконалення процесу, тобто до та після здійснення КД.

Приймаючи до уваги системний підхід до оцінювання результативності СУЯ, який здійснюють через процеси ЖЦП (рис. 2.1) можна дослідити виконання його операцій, враховуючи при цьому його можливості виконувати вимоги внутрішнього споживача, виражені через середнє значення результату цього процесу. В цьому випадку об'єктивне встановлення зв'язку між причинами, які впливають на виконання операцій процесу, для поліпшення способу його здійснення та об'єктивний аналіз результативності КД, дозволить також використовувати цей підхід для встановлення норм якісного /своєчасного виконання процесу або нормативний спосіб виконання цього процесу.

Розглянемо як критерій результативності процесу – своєчасність виконання його операцій. У зв'язку з чим необхідно спочатку оцінити фактичний час його виконання, відповідно з заданими вимогами до здійснення операцій процесів, встановлені в СТП (або застосовуючи існуючий спосіб виконання процесу), а потім визначити причини (невипадкові або особливі причини), які впливають на його своєчасне виконання та усунути їх шляхом розробки КД.

Під час оцінки відповідності визначається вчасність завершення процесу шляхом дослідження та оцінювання тривалості його здійснення (Т) за кожною операцією. При цьому, критерієм оцінювання є запланована дата завершення процесу (або вимоги до своєчасного отримання результатів наступним процесом «процес-споживач»), яка порівнюється із фактичною датою його завершення (або кінцева операція поточного процесу), що позначені у протоколах якості на цей процес [97].

В ході діагностування встановлюють причини, які впливають на своєчасне здійснення операцій процесу. В цьому випадку, наявність зайвих документів та дублюючих або надлишкових операцій, які виконуються під час здійснення процесів можна розглядати як одну із причин, які впливають на його своєчасне виконання та як наслідок отримання своєчасних результатів. Для цього, аналізують форми протоколів СТП та інші НД, що використовуються у рамках процесу для виявлення зайвих документів, зниження часу їх обробки та встановлення дублюючих або надлишкових операцій, використовуючи прийоми та способи аналізу, запропоновані Д. Харінгтоном [99]. Результат дослідження процесу має бути спрямованим на поліпшення способу його здійснення. У зв'язку з чим вирішуються такі основні задачі:

- визначити мінімальний об'єм вибірових даних та встановити закон розподілу випадкової величини T , яка аналізується;
- дослідити спосіб виконання процесу за встановленими критеріями та встановити причини його несвоєчасного здійснення для розроблення КД;
- перевірити гіпотезу про статистичну відмінність в вибірових даних для підтвердження результативності КД до та після поліпшення способу виконання процесу.

Вибірка (мінімально необхідний об'єм – n) формується за даними контрактів замовника продукції (далі контрактні замовлення), використовуючи формулу (2.5). За даними вибірки будують статистичний ряд, що містить градації результатів оцінювання часу здійснення процесу t і t_i та відповідні їм частоти n_i (відносне число випадків, які мають відповідний час здійснення процесу). Оскільки T – значення випадкової величини, тому число спостережень – це частоти n_i , які відповідають цим значенням. Ці значення є статистичним рядом та емпіричним законом розподілу величини T :

$$\bar{T} = \frac{1}{n} \sum_{i=1} t_i n_i. \quad (2.20)$$

Висновок щодо нормального розподілу зібраних статистичних даних здійснюють за співвідношенням Пірсона, яке дозволяє оцінити близькість статистичних характеристик [89]:

$$Me = 1/2 Mo + 2/3 \bar{X}; Mo = \bar{X} - 3(\bar{X} - Me). \quad (2.21)$$

При нормальному розподілі середнє арифметичне, медіана і мода збігаються або дуже мало відрізняються один від одного ($\bar{X} = Me = Mo$). Якщо відмінності незначні, то робиться висновок про те, що розподіл близький до нормального.

Математичний опис максимальної тривалості здійснення процесу представляє суму виконання всіх операцій процесу (при допущенні про їх послідовність), тому його загальну тривалість записуємо як [100]:

$$T_{зпр.} = \sum_{i=1}^n T_{io}, \quad (2.22)$$

де T_{io} – тривалість i -тої операції процесу, год.

За формулою (2.23) визначаємо тривалість операцій процесу (T_i), з визначеною довірчою ймовірністю, за умови, що функція розподілу часу підкоряється його нормальному закону:

$$T_{io.} = \bar{T}_i + K_p S_{Ti}, \quad (2.23)$$

де \bar{T}_i – середнє значення часу операції процесу, год; K_p – коефіцієнт, який залежить від довірчої ймовірності: так при $P=0,95$, $K_p = 2,0$;

$S_{Ti} = \sqrt{\frac{1}{n_i(n_i - 1)}} S(t_i - T_i)^2$ – оцінка середньо квадратичного відхилення (СКВ).

Середнє значення часу операції процесу (\bar{T}_i) визначають за датами, які встановлені у вхідних та/або вихідних документах на процес та підтверджують його виконання. У випадках, коли вихідні та/або вхідні документи не мають дати, час здійснення операцій визначається шляхом спостереження за процесом. Для визначення причин несвоєчасного виконання процесу використовують діагностичні інструменти статистичного контролю якості, зокрема діаграма Парето, схема Ісікава тощо.

Як показано раніше статистичний підхід до оцінювання процесів СУЯ можна застосовувати для аналізу результативності КД шляхом перевірки статистичної гіпотези про відмінність середніх значень показників процесу, що здійснюється до і після удосконалення процесу, тобто до та після здійснення КД. У випадку, коли оцінюють процес за одним показником, перевірка результативності КД зводиться до перевірки гіпотези щодо різниці середніх значень цих показників, які оцінюють до початку та після проведення удосконалення процесу, використовуючи критерій Стюдента. Висувається нульова гіпотеза $H_0: M\bar{X} = M\bar{X}'$, якщо вона відкидається то КД не результативні. При цьому статистика t-Стюдента запишеться як:

$$t = \frac{(\bar{X} - \bar{X}')}{S(\bar{X} - \bar{X}')} \quad (2.24)$$

При аналізі звичайно допускається, що вибіркові середні незалежні величини і дисперсія їх суми дорівнює сумі дисперсій:

$$D(\bar{X} - \bar{X}') = D(\bar{X}) + D(\bar{X}') \quad (2.25)$$

Але при аналізі КД, які вводяться в СУЯ для поліпшення способу виконання процесу, необхідно вводити в праву частину (2.25) складову $2 \text{ cov}(\bar{X}, \bar{X}')$, яка характеризує лінійний статистичний зв'язок або кореляцію між показниками, можливе покращення яких аналізується. Це обумовлено тим, що, при введенні КД, операції процесу в більшості випадків не змінюються по відношенню до стану, який був до їх введення.

Для того, щоб наявність статистичного зв'язку не впливала на оцінку знаменника виразу (2.24) пропонується в якості базових величин, які в подальшому статистично обробляються, використовувати парні вибірки, тобто розглядати розходження показника і-ої операції процесу до і після введення КД:

$$d_i = t_i' - t_i, \quad (2.26)$$

де t_i' та t_i – тривалість і-ої операції відповідно до і після введення КД.

Тоді різниці $(\bar{X} - \bar{X}')$ у виразі (2.24) відповідає середня різниця:

$$\hat{d} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i. \quad (2.27)$$

Критерієм для перевірки гіпотези H_0 може служити статистика:

$$t' = \frac{\hat{d}}{S(\hat{d})} \quad (2.28)$$

де $S(\hat{d}) = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(d_i - \hat{d})^2}{n-1}}$ – середнє квадратичне відхилення (корень квадратний з дисперсії).

Таким чином, має місце для одних і тих же вихідних даних:

$$S(\hat{d}) < S(\bar{x}_i' - \bar{x}_i). \quad (2.29)$$

Це може призвести, виходячи з виразів (2.24) та (2.28), де ці складові стоять в знаменнику, що при перевірці різниці середніх $(\bar{x}_i' - \bar{x}_i)$ нульова гіпотеза не відхиляється, хоч в дійсності парні порівняння можуть дати підставу для її відхилення. Це пояснюється тим, що у виразі (2.24) знаменник в дійсності буде більше, ніж при допущенні незалежності двох вибірок, що зменшує значення коефіцієнту Стюдента і він може бути менш критичного $t_{кр}$. Для рівня статистичної значимості α і числа степені свободи $\gamma = n-1$. В такому разі робиться помилка, яка пов'язана із висновком про результативність КД.

Удосконалений метод порівняння середніх двох сукупностей, який в подальшому будемо називати метод парного статистичного порівняння, дозволяє виключити несуттєві фактори – впливові величини, які є спільними для окремих операцій процесу і не впливають на результати корекції.

Обґрунтовано можливість зменшення суб'єктивності розробки КД, які вводяться для поліпшення способу виконання процесу за результатами його оцінки, шляхом проведення одночасного оцінювання відповідності і діагностування процесу. Для аналізу цих КД запропоновано застосовувати удосконалений метод парного статистичного порівняння середніх значень двох сукупностей, який на відміну від звичайного порівняння середніх значень

показника процесу СУЯ, дозволяє виключити несуттєві фактори, які не впливають на результати корекції. Це підвищує статистичну надійність висновків аудиту про результативність процесу, а отже дозволяє об'єктивно поліпшувати спосіб його виконання. Проведені дослідження дають можливість використовувати цей підхід не тільки для розробки обґрунтованих КД, але й встановити поопераційні норми часу на виконання процесу. Вищенаведене допущення потребує експериментальної перевірки.

2.5 Введення чисельного показника для загального оцінювання результативності СУЯ

Ключовим для ефективно функціонуючої СУЯ машинобудівного підприємства є підтвердження здатності її процесів забезпечувати якісні результати на всіх етапах життєвого циклу продукції, що здійснюють за схемою: «постачальник-споживач» (рис. 2.1). Для цього доцільно встановити узагальнюючий (або комплексний) показник СУЯ. Цей показник повинен бути кількісним, тобто враховувати статистичні показники процесів ЖЦП, та оцінювати рівень досягнення мети СУЯ. Раніше встановлено, що результатом досягнення мети СУЯ є стабільне виконання контрактних вимог замовника продукції, що може бути підтверджено через мінімальне число їхніх скарг або їх відсутність. Скарги від замовників продукції свідчать, що є невідповідності у результатах будь-якого процесу, які переносяться на кінцевий продукт. Тому скарги замовника можна ототожнювати з невідповідностями СУЯ, внаслідок яких вони виникли. Наприклад, скарга: «дефекти зварювальних швів ємності» є наслідком невиконання вимог СУЯ (або невідповідності у системі виробництва підприємства – невідповідні електроди, невідповідна кваліфікація працівника тощо), що, у свою чергу, веде до зварювальних робіт низької якості. Якщо число невідповідностей СУЯ за результатами оцінювання зменшується, то має зменшуватися і число скарг замовника. Встановлення числа скарг показником

результативності СУЯ дає можливість безпосередньо пов'язати мету цієї системи з результатами її досягнення та здійснювати її кількісне оцінювання.

Оскільки, показники для оцінювання результативності будь-якого процесу ЖЦП показують рівень виконання контрактних вимог замовника продукції, тому постійне зменшення числа скарг від замовників, які пов'язані з цими процесами, можна також ототожнювати з поліпшуванням результативності СУЯ. Це дає можливість визначати (прогнозувати) тенденції поліпшування результативності СУЯ через поліпшування процесів ЖЦП та дозволить здійснювати оцінку виконання контрактних зобов'язань підприємства на кожному етапі виробництва продукції.

Виходячи з вищенаведеного та керуючись встановленим загальним підходом до оцінювання СУЯ (табл.2.1), який передбачає послідовне поліпшування процесів за деякий час, можна припустити, що критерієм поліпшення її результативності є постійне та поступове зменшення числа скарг від замовників продукції. Число скарг кількісно відображає ступінь досягнення мети СУЯ. В якості критерія при оцінці результативності СУЯ пропонується вибрати допустиме (очікуване) число скарг. Вищенаведене допущення потребує експериментальної перевірки.

Висновки до розділу 2

1. Застосовуючи основні положення управління якістю та методологію системного аналізу розроблено вербальну модель процесів СУЯ, в якій застосовано формалізований опис стандартів на способи їх виконання (СТП), які використовують як нормативно-методичну базу для їх оцінювання. Вимоги замовника, відображені в нормативній документації підприємства, структуровано за такими ознаками: якість як відповідність характеристик виробу технічним умовам і час поставки цих виробів у визначені строки, які оцінюють через процеси ЖЦП, використовуючи показники їх результативності. Це дало можливість не тільки спростити моніторинг СУЯ за рахунок

зменшення числа її процесів та числа показників для їх оцінювання, але й забезпечити простежування вимог замовника для їх оцінки на кожному етапі виробництва продукції.

2. Показано застосування ймовірісно-статистичних методів для оцінювання результативності процесів СУЯ та встановлено дві категорії статистичних показників для оцінки її процесів. За результатом функціонування процесу – показники його результативності та за «алгоритмом», що забезпечує отримання результатів процесу – показники його виконання. Це дозволить здійснювати об'єктивну кількісну оцінку ступеня виконання вимог замовника продукції.

3. Встановлено зв'язок мети та завдання ВА із метою СУЯ та запропоновано поділяти процедуру її оцінювання на три послідовних етапи, кожний з яких має характерні ознаки поліпшення її процесів. Для цього розроблено алгоритм, який на відміну від існуючих, передбачає послідовне оцінювання процесів СУЯ, використовуючи відповідні статистичні критерії та враховуючи стан його керованості під час здійснення аудиту. Такий підхід до оцінювання дозволяє отримувати обґрунтовані та статистично надійні висновки аудиту для введення КД у СУЯ.

4. Для зменшення суб'єктивності КД, які вводять для поліпшення способу виконання процесу ЖЦП за установленим критерієм його результативності (своєчасність), в роботі запропоновано застосовувати одночасне оцінювання відповідності і його діагностування. Для аналізу результативності КД запропоновано застосовувати удосконалений метод парного статистичного порівняння значень двох сукупностей показників виконання процесів, який на відміну від звичайного порівняння середніх значень показника процесу СУЯ, дозволяє виключити несуттєві фактори, які є спільними для окремих операцій процесу до і після його поліпшення і не впливають на результати корегування. Це підвищує статистичну надійність висновків аудиту про результативність процесу, а отже дозволяє об'єктивно поліпшувати спосіб його виконання.

5. Запропоновано чисельний показник для загальної оцінки результативності СУЯ, що дає можливість безпосередньо пов'язати мету цієї системи з результатами її досягнення та здійснювати її кількісне оцінювання. Критерієм оцінки результативності СУЯ є степінь досягнення її мети, що забезпечується через поступове та постійне зменшення числа скарг від замовників продукції за визначений період часу.

Отримані у другому розділі результати відображені в публікаціях [91-94,97,98].

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА УДОСКОНАЛЕНИХ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ СУЯ

Розділ містить експериментальні дослідження якісних та кількісних характеристик результатів методики ВА. Досліджено можливість методики ВА надійно виявляти та попереджувати невідповідності СУЯ, пов'язані з причинами скарг. Це зроблено шляхом застосування експертного оцінювання, застосовуючи коефіцієнт конкордації (W), та двофакторної регресійної моделі і методу найменших квадратів. Представлено дослідження пов'язані із розробленням статистичної моделі процесів ЖЦП та обґрунтуванням чисельного показника для загального оцінювання результативності СУЯ.

3.1 Встановлення зв'язку між типовими невідповідностями СУЯ та скаргами замовника продукції

Якщо число типових (або повторне виникнення тих самих) невідповідностей СУЯ зменшується, тобто усуваються їх причини, то це свідчить, що за результатами оцінки були правильно розроблені та реалізовані КД [55]. При цьому має зменшуватися число скарг замовника (показник поліпшування результативності СУЯ). Для цього було досліджено можливості методики ВА надійно виявляти та попереджувати невідповідності СУЯ, які викликають скарги замовника продукції.

Вихідними для експериментального дослідження є статистичні дані (результати оцінювання, представлені числом типових невідповідностей СУЯ, згруповані за розділами ДСТУ ISO 9001 та скарги замовника продукції), зібрані упродовж п'яти років на машинобудівному підприємстві ПАТ завод «Павлоградхіммаш», який є типовим підприємством для машинобудівної

галузі. Результати оцінювання отримає аудитор при складанні протоколу невідповідностей СУЯ. Аналіз скарг замовника продукції було здійснено відповідно до встановлених вимог СТП 18 [101], який розроблено в рамках діючої СУЯ підприємства. Враховуючи попереджувальний характер методики ВА, її результати розглядали за період із 2003 по 2007 роки, а скарги із 2004 по 2008 роки [102]. Дані про число невідповідностей СУЯ (результати оцінювання) та скарг замовника за досліджуваний період показано у табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Число типових невідповідностей СУЯ та скарг замовника за розділами стандарту [1] за досліджуваний період.

Номер і назва розділу стандарту	Номер і назва пунктів стандарту	Число типових невідповідностей СУЯ	Число скарг замовника
4 - СУЯ	4.2.3 Контроль документів	36	0
	4.2.4 Контроль протоколів	52	5
5 - Відповідальність керівництва	5.5.1 Відповідальність і повноваження	26	1
6 - Управління ресурсами	6.2.2 Компетентність, обізнаність та підготовка	18	7
	6.3 Управління технологічним обладнанням (ресурсами)	22	4

Продовження таблиці 3.1

7 - Випуск продукції	7.3.3 Вихідні дані проектування та розроблення	17	26
	7.3.5 Перевіряння проекту та розробки	21	2
	7.3.7 Контроль змін у проекті та розробці	5	1
	7.4.1 Процес закупівлі	32	29
	7.4.3 Перевірка закупленої продукції	11	0
	7.5.1 Управління виробництвом та наданням послуг	19	42
	7.5.3 Ідентифікація та простежуваність	36	5
	7.5.5 Збереження продукції	13	4
	7.6 Управління засобами моніторингу та вимірювальної техніки	8	0
8 - Вимірювання. Аналізування та поліпшування	8.2.4 Моніторинг та вимірювання продукції	15	5
Усього		330	132

Статистичну обробку наявних даних починаємо з визначення мінімального об'єму вибірових даних (n) за формулою (2.5):

$$n = \frac{1,96^2 \times 50 \times 50}{5^2} \approx 330 \text{ спостережень.}$$

Обираємо $p=q=0,5$, що забезпечує максимальну дисперсію.

Закон Пуассона теоретично описує вірогідність появи випадкової події A x раз в n випробуваннях. Для перевірки закону розподілу величини X (число невідповідностей СУЯ) сформулюємо гіпотези [103]:

Нульова H_0 – випадкова величина X відповідає закону розподілу Пуассона;

Альтернативна H_1 – випадкова величина X не відповідає закону розподілу Пуассона.

Закон Пуассона визначається формулою:

$$p_k = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!}, \quad k = 0, 1, \dots, \lambda > 0, \quad (3.1)$$

де λ – параметр розподілу, $\bar{X} = \lambda$; $S^2 = \lambda$; k – значення X_i .

Для встановлення параметра λ знайдено \bar{X} та S^2 . Оскільки X – значення випадкової величини, тому число спостережень – це частоти n_i , які відповідають цим значенням. Ці значення є статистичним рядом та емпіричним законом розподілу величини X :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1} x_i n_i, \quad (3.2)$$

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1} (x_i - \bar{x})^2 n_i. \quad (3.3)$$

Оскільки має виконуватися співвідношення $\bar{X} = \lambda$; $S^2 = \lambda$, то як параметр можна вибрати або \bar{X} , або S^2 , або їх середнє арифметичне.

Таким чином, гіпотеза H_0 – це припущення, що величина X розподілена згідно із законом Пуассона. Теоретичні частоти:

$$\chi^2 = \sum_{i=0}^7 \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}, \quad (3.4)$$

де $n'_i = np_i$; p_i – ймовірність того, що X прийме значення X_i , тобто статистично вони є відносними частотами.

Правильність гіпотези перевірено за критерієм Пірсона при рівні значущості $\alpha = 0,01$. $\chi^2_{\alpha l} : \chi^2_{0,01;6} = 16,812$, $l = k - r - 1 = 8 - 1 - 1 = 6$.

Оскільки $\chi^2 < \chi^2_{\alpha l}$, то гіпотезу H_0 про розподіл Пуассона можна прийняти.

Аналогічні розрахунки обсягу вибірки (n) і перевірку на точність та статистичну значущість здійснювали для інших даних (скарги від замовника продукції).

Обробку статистичної інформації за результатами експерименту зроблено за допомогою пакета MS Excel і «Statistica». Для коректної статистичної обробки результатів дослідження використовували аналіз варіацій (ANOVA) та регресійний аналіз.

Розділи стандарту [1] поділено на дві категорії процесів СУЯ: основні або процеси ЖЦП (розділ 7) та допоміжні (розділ 4-6,8).

Встановимо рівень виявлення невідповідностей СУЯ, що спричиняють скарги замовника продукції за різними розділами стандарту або за різною категорією процесів. Це дозволяє визначити критичні процеси СУЯ, які найбільше впливають на виконання контрактних вимог замовника та має показати правильний підхід до планування контрольних перевірок, зокрема на які розділи стандарту (або процеси) в першу чергу звертали увагу для поліпшення їх результативності. Для розрахунків застосуємо дані таблиці 3.1. та визначимо значення частоти (P) між числом невідповідностей СУЯ та числом скаргам замовника продукції:

$$P = \frac{m}{N} (\%), \quad (3.5)$$

де N – число невідповідностей СУЯ; m – число скарг замовника.

Так як відносна частота є випадковою величиною, її представляють вказуючи довірчі інтервали:

$$P = \bar{P} \pm t_{v,95} * \tilde{\sigma}_p, \quad (3.6)$$

де t_{95} – табличне значення t – критерію Стюдента, яке відповідає довірчої вірогідності 95%; $\tilde{\sigma}_p$ – оцінка середнього квадратичного відхилення відносної величини частоти виявлення невідповідностей; \bar{P} – відносна величина частоти (або 0 – 100%).

Оцінка довірчого інтервалу за формулою (3.6) є коректною за умови, якщо $25\% \leq \bar{P} \leq 75\%$. У випадку, якщо $\bar{P} \leq 25\%$ або $\bar{P} \geq 75\%$ необхідно застосовувати більш точну та надійну оцінку. Для цього пропонується введення допоміжної змінної (φ), значення якої знаходиться з допомогою \arcsin – перетворення (або кутове перетворення Фішера) [104]:

$$\varphi = 2 \arcsin \sqrt{\bar{P}}. \quad (3.7)$$

Ця допоміжна величина (φ) має нормальний закон розподілу за середньо квадратичним відхиленням:

$$\tilde{\sigma}_{\varphi} = \frac{1}{\sqrt{n}}, \quad (3.8)$$

де $\tilde{\sigma}_{\varphi}$ – інтервальна оцінка допоміжної змінної.

Інтервальна оцінка цієї допоміжної величини запишеться як:

$$\Phi = \varphi \pm t_{0,95} \tilde{\sigma}_{\varphi}. \quad (3.9)$$

При малих об'ємах вибірки необхідно застосовувати коефіцієнт Стюдента для $v = n-1$. Виходячи з (3.7) граничні значення для відповідної частоти будуть:

$$P_H = \sin^2 \frac{\varphi - t_{v,1-\alpha} \times \tilde{\sigma}_{\varphi}}{2}; \quad (3.10)$$

$$P_B = \sin^2 \frac{\varphi + t_{v,1-\alpha} \times \tilde{\sigma}_{\varphi}}{2}. \quad (3.11)$$

Розглянемо, в якості прикладу визначення рівня невідповідностей СУЯ, пов'язаних із скаргами замовника продукції, та довірчого інтервалу, яким покривається істинне значення для допоміжного процесу СУЯ (4 розділ стандарту [1]):

$$\bar{P} = \frac{5}{88} = 0,056 \text{ або } 5,6 \%,$$

$$\text{де } N_4 = 88, m_4 = 5.$$

Оскільки $\bar{P} \leq 25\%$, то для оцінки точності та надійності \bar{P} застосовують допоміжну перемінну Фішера:

$$\varphi_4 = 2 \arcsin \sqrt{0,056} = 0,478.$$

Середня квадратична помилка:

$$\tilde{\sigma}_{\varphi 4} = \frac{1}{\sqrt{88}} = 0,107,$$

95% довірчий інтервал для φ_4 (при $t_{95} = 1,96$):

$$\varphi_4 = 0,478 \pm 1,96 \times 0,107 ,$$

$$\varphi_{4n} = 0,268 ; \varphi_{4B} = 0,688 .$$

95% довірчий інтервал для P_4 :

$$P_{4n} = \sin^2 \frac{0,268}{2} = 0,018 \text{ або } 1,8\% ,$$

$$P_{4B} = \sin^2 \frac{0,688}{2} = 0,107 \text{ або } 10,7\% .$$

З надійністю 95% можна стверджувати, що вірогідність виявлення невідповідностей СУЯ, що спричиняють скарги замовника продукції за 4 розділом стандарту знаходиться в інтервалі від 1,8% до 10,7%.

Результати розрахунків рівня виявлення невідповідностей СУЯ, пов'язаних із скаргами замовника продукції за різними розділами стандарту показано у табл. 3.2. та наведено у додатку А1.

Таблиця 3.2.

Рівень виявлення невідповідностей СУЯ, пов'язаних із скаргами замовника продукції за розділами стандарту [1]

Величини	Розділи стандарту				
	4 Розділ	5 Розділ	6 Розділ	7 Розділ	8 Розділ
Рівень виявлення невідповідностей СУЯ, пов'язаних із скаргами замовника продукції за розділами стандарту, (P) %	5,6	3,8	27,5	67,2	33,3
Вірогідність виявлення невідповідностей СУЯ, пов'язаних із скаргами замовника, (95% довірчий інтервал для $P : P_n - P_B, \%$)	1,8-10,7	1,6-14,3	12,9-42,1	63,5 -79,7	8,9-57,1

За результатами розрахунків встановлено, що найменший рівень виявлення невідповідностей СУЯ, пов'язаних із скаргами замовника продукції, методика ВА забезпечує за розділами 4-6,8 (від 3,8% до 33,3 %), які описують допоміжні процеси СУЯ, а найбільший – за розділом 7 стандарту

(67,2 %), який описує процеси ЖЦП. При цьому, вірогідність виявлення невідповідностей СУЯ, пов'язаних із скаргами замовника, за 7 розділом стандарту є також найбільшою – від 63,5 % до 79,7 % .

Результати порівняльного аналізу рівня виявлення невідповідностей СУЯ,

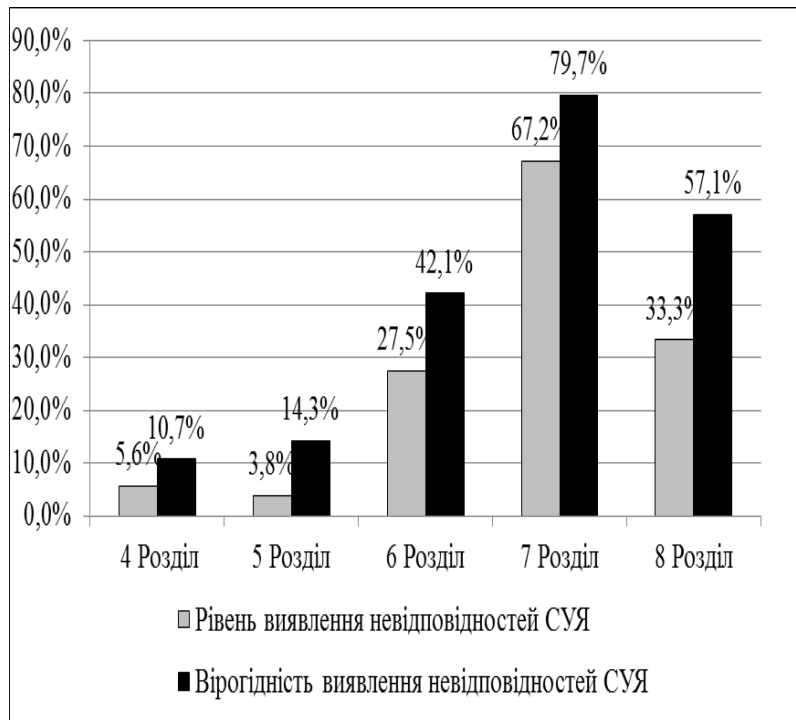


Рис. 3.1. Рівень виявлення невідповідностей СУЯ, пов'язаних із скаргами замовника продукції за розділами ДСТУ ISO 9001

та допоміжних процесів має відрізнятися. Тому, виходячи з даних аналізу попередніх скарг, можна більш достовірно планувати контрольні перевірки процесів ЖЦП та визначити критичні процеси СУЯ, які потребують удосконалення.

3.1.2 Дослідження чинників, які впливають на результати внутрішнього аудиту

Відомо, що критерії аудиту є еталоном для порівняння із його доказами, тому вони мають бути конкретними для правильного формулювання

пов'язаних із скаргами замовника продукції за різними розділами ДСТУ ISO 9001 (рис. 3.1) підтверджують, що процеси ЖЦП найбільше впливають на виконання контрактних вимог замовника.

Таким чином, результати дослідження дають можливість стверджувати, що підхід до планування контрольних перевірок процесів ЖЦП

невідповідностей СУЯ, що дозволяє вводити відповідні КД, спрямовані на зменшення ризику виникнення невідповідностей СУЯ, які викликають скарги замовника продукції.

Оскільки основні (або процеси ЖЦП) і допоміжні процеси відрізняються змістом та їх вагомістю у СУЯ, тобто впливом на виконання контрактних вимог замовника (або забезпечення поліпшування її результативності). Тому невідповідності у цих процесах теж мають відрізнятися. Традиційно для врахування цього впливу здійснюють попередню класифікацію невідповідностей СУЯ на критичні, мало критичні тощо. Однак, цей спосіб є суб'єктивним та складним, що передбачає встановлення критеріїв значимості кожного процесу СУЯ та вимагає тривалих і об'ємних досліджень її документації. При цьому слід враховувати, що критерії аудиту, відповідно до рекомендацій ДСТУ ISO 19011[32], є не конкретними (сукупність процедур або вимог) та загальними для оцінювання основних і допоміжних процесів СУЯ, що ускладнює їх практичне застосування. У зв'язку з цим доречним є виявлення відмінностей у оцінюванні результативності процесів ЖЦП та допоміжних. На першому кроці потрібно експериментально перевірити (підтвердити) запропоновані у другому розділі критерії оцінювання процесів ЖЦП.

Причини скарг замовника продукції є наслідком невідповідностей СУЯ. Наприклад, скарга: «дефекти зварювальних швів ємності» є наслідком зварювальних робіт низької якості. Однією з причин цієї скарги може бути – «низький рівень кваліфікації зварювальника», яка, у свою чергу, є наслідком невиконання вимог СУЯ, тобто невідповідність вимогам стандарту [1] за розділом 6 (пункт 6.2.2 компетентність, обізнаність та підготовка). Оскільки точність – це степінь близькості оцінки до прийнятого «опорного значення», яке є еталоном [105]. Тому, причини скарг замовника можна використовувати як еталон (або опорне значення) для порівняння з результатами оцінювання СУЯ. Таким чином, під точністю оцінювання будемо розуміти наскільки

близько існуючі невідповідності СУЯ у висновку аудиту відображають причини скарг замовника за їх сутністю.

Причини скарг, які найчастіше виникають (найбільш критичні процеси СУЯ) мають бути пов'язані з критичними невідповідностями. При цьому є такі невідповідності, які майже ніколи не приводять до скарг, тобто вони є мало критичними. Визначення степені близькості формулювання виявлених невідповідностей СУЯ по відношенню до причин скарг замовника за їх сутністю (залежить від встановлених критеріїв аудиту) поділяє ці невідповідності за ступенем критичності (важливості). А порівняння між ступенем важливості розділів стандарту [1] і ступенем близькості формулювання невідповідностей СУЯ показує наскільки близько було ідентифіковано майбутні причини скарг та дає можливість встановити чи правильно вибрані критерії аудиту для оцінювання основних та допоміжних процесів СУЯ.

Для вищевказаного порівняння, невідповідності СУЯ згруповано відповідно з розділами (пунктами) стандарту [1] та обчислено їх частоту виявлення за кожним розділом [106]:

$$I = \frac{n_i}{n} \times 100\%, \quad (3.12)$$

де I – частота або відносне число, яке показує як часто зустрічається в сукупності значення ознаки; n – загальне число спостережень, які підлягають групуванню; n_i – число спостережень в i -й групі.

Результати групування невідповідностей СУЯ за їх типами, частоту їх виявлення показано у табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Характер типових невідповідностей СУЯ та частота їх виявлення за розділами ДСТУ ISO 9001 [1].

Типові невідповідності СУЯ	Розділи ДСТУ ISO 9001	Пункти ДСТУ ISO 9001	Частота виявлення невідповідностей СУЯ за розділами ДСТУ ISO 9001, %
4 СУЯ			
Протиріччя між пунктами документів. Документи не затверджені. Не забезпечено наявність документів у місцях їхнього застосування. Документація не актуалізована	Контроль документів	4.2.3	10,8
Записи не ведуться	Контроль протоколів	4.2.4	15,9
5 Відповідальність керівництва			
Не розроблені та не актуалізовані положення про підрозділи, посадові інструкції (ПІ). Персонал не ознайомлений з ПІ	Відповідальність і повноваження	5.5.1	7,9
6 Управління ресурсами			
Відсутні (не виконуються) плани навчання, підвищення кваліфікації, атестації персоналу. Оцінка постачальника освітніх послуг не виконується	Компетентність, обізнаність та підготовка	6.2.2	5,4
Не організовано належним чином проведення позапланових ремонтів обладнання. Відсутнє випробування технологічного оснащення, яке було виготовлено	Управління технологічним обладнанням (ресурсами)	6.3	6,7
7 Випуск продукції			
Не виконується процедура аналізу проекту. Не проведено нормоконтроль конструкторської документації	Вихідні дані проектування та розроблення	7.3.3	5,0
Не розроблено та не дотримується графік перевірки технології	Перевіряння проекту та розробки	7.3.5	6,25
Зміни в проекті не реєструються	Контроль змін у проекті та розробці	7.3.7	1,6
Не виконуються вимоги з управління, оцінки та вибору постачальників	Процес закупівлі	7.4.1	9,6

Продовження таблиці 3.3

Не реєструються і документально не оформляються результати вхідного контролю продукції, яка закупляється	Перевірка закупленої продукції	7.4.3	3,4
У графіку планування випуску продукції не вказуються конкретні строки її виготовлення. Відсутні робочі інструкції	Управління виробництвом та наданням послуг	7.5.1	5,8
У цехах і на складах не ідентифіковані і не марковані належним чином: деталі, сборочні вузли. Не забезпечується простежуваність виробів під час їхнього виготовлення	Ідентифікація та простежуваність	7.5.3	10,8
Порушуються вимоги складського збереження готової продукції	Збереження продукції	7.5.5	3,8
Не виконується у повному обсязі графік повірки та калібрування засобів вимірювання	Управління засобами моніторингу та вимірювальної техніки	7.6	2,5
8 Вимірювання. Аналізування та поліпшування			
У технологічних картах немає підтвердження (відмітки) поопераційного контролю якості продукції	Моніторинг та вимірювання продукції	8.2.4	4,6

Аналогічне групування та розрахунки зроблено для узагальнення причин скарг замовника продукції (табл. 3. 4).

Таблиця 3.4

Характер типових причин скарг замовника та частота їх виникнення за розділами стандарту [1]

Типові причини скарг замовника	Розділи ДСТУ ISO 9001	Пункти ДСТУ ISO 9001	Частота виникнення причин скарг за розділами ДСТУ ISO 9001, %
4 СУЯ			
Помилки у технічних паспортах на продукцію	Контроль протоколів	4.2.4	3,9
5 Відповідальність керівництва			
Неузгодженість дій між керівниками суміжних підрозділів	Відповідальність і повноваження	5.5.1	1,0
6 Управління ресурсами			

Продовження таблиці 3.4

Недбалість, неуважність у роботі працівників цеху. Низький рівень кваліфікації зварників	Компетентність, обізнаність та підготовка	6.2.2	5,3
Обладнання, яке потребує ремонту. Відсутність або неякісний ремонт оснащення	Управління технологічним обладнанням (інфраструктура)	6.3	3,0
7 Випуск продукції			
Конструктивні недоробки (креслення виконані з відхиленням від ЄСКД, помилки у проектах). Помилки у технологічних процесах	Вихідні дані проектування та розроблення	7.3.3	20,0
Не внесені зміни (невчасно внесені або з помилками) до проекту	Перевіряння проекту та розробки	7.3.5	2,5
	Контроль змін у проекті та розробці	7.3.7	
Неякісний матеріал, невчасне постачання матеріалу	Процес закупівлі	7.4.1	19,4
Відхилення розмірів продукції, яка виготовляється від креслення. Порухення технології виготовлення продукції. Низька якість виконання зварювальних робіт. Неякісна механічна обробка	Управління виробництвом та наданням послуг	7.5.1	30,3
Відсутність маркування заготовок, готових виробів	Ідентифікація та простежуваність	7.5.3	3,9
Порушення правил перевозу, зберігання продукції	Збереження продукції	7.5.5	2,9
8 Вимірювання. Аналізування та поліпшування			
Не у повному обсязі проводився технічний контроль продукції	Моніторинг та вимірювання продукції	8.2.4	7,8

Як видно з рис. 3.2, найбільша частота виявлення невідповідностей СУЯ спостерігається за її допоміжними процесами, а найбільша частота виникнення причин скарг спостерігається за процесами ЖЦП.

Для визначення степені близькості формулювання виявлених невідповідностей СУЯ (за даними табл. 3.3) по відношенню до причин скарг замовника за їх сутністю (за даними табл. 3.4) розроблено вербальну шкалу (табл. 3.5).

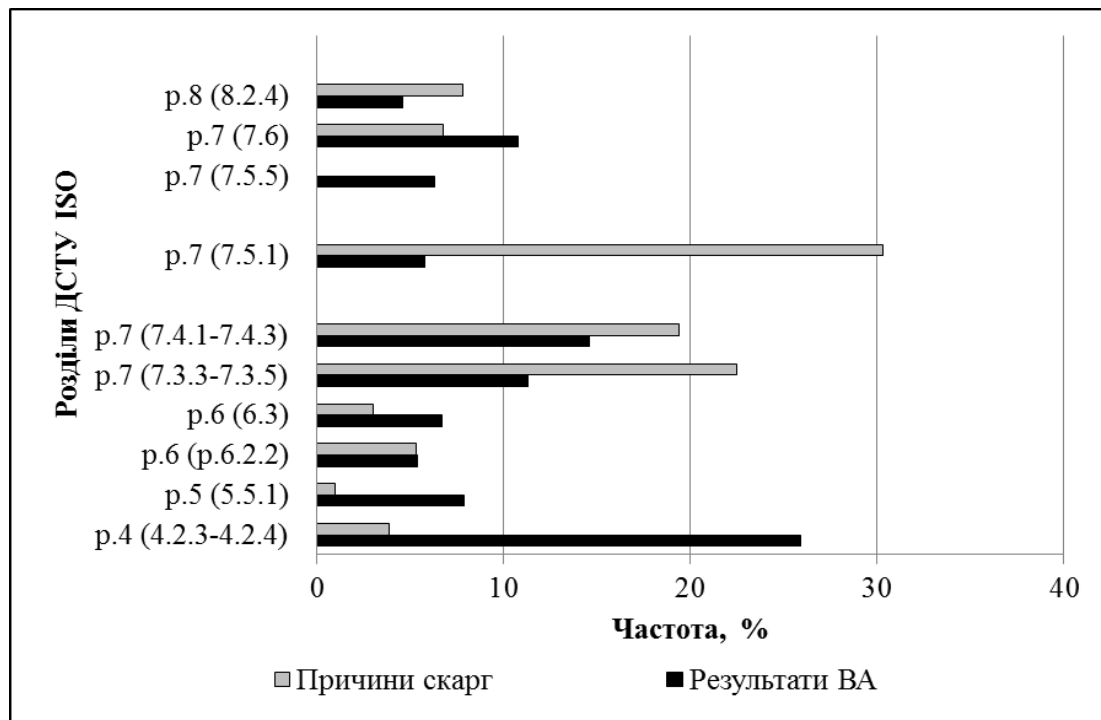


Рис. 3.2. Зіставлення результатів ВА та причин скарг

Таблиця 3.5

Вербальна шкала для оцінювання степені близькості формулювання виявлених невідповідностей СУЯ по відношенню до причин скарг за їх сутністю

Формулювання виявлених невідповідностей СУЯ по відношенню до причин скарг	бали
невідповідності не мають відношення до причин скарг	1
невідповідності з невеликою вірогідністю могли їх спричинити	2
невідповідності не конкретні, але зі значною вірогідністю могли їх спричинити	3
невідповідності майже збігаються за сутністю причин скарг та з великою вірогідністю могли їх спричинити	4
невідповідності повністю збігаються з причинами скарг за їх сутністю	5

Для порівняння важливості розділів стандарту [1] та близькості сформульованих невідповідностей по відношенню до причин скарг розроблено вербальну шкалу оцінювання (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Вербальна шкала для оцінювання важливості розділів стандарту [1] залежно від частоти виникнення причин скарг

Степінь важливості розділів стандарту для забезпечення виконання вимог замовника, (%)	бали
неважливий розділ стандарту (частота виникнення причин скарг – від 1 % до 3 %)	1
слабка важливість розділу (частота виникнення причин скарг – від 3,5 % до 8 %)	2
середня важливість розділу (частота виникнення причин скарг – від 8,5 % до 15 %)	3
важливий розділ (частота виникнення причин скарг – від 15,5 % до 20 %)	4
дуже важливий розділ (частота виникнення причин скарг – від 21 % до 35 %)	5

Узагальнену оцінку близькості формулювання виявлених невідповідностей СУЯ по відношенню до причин скарг та оцінку важливості розділів стандарту залежно від частоти виникнення причин скарг було здійснено з залученням експертів за п'яти бальною шкалою. Обробка результатів експертного оцінювання проводиться за коефіцієнтом конкордації (W) [103]:

$$W = \frac{12}{m^2(n^3 - n)} \sum_{j=1}^n \left[\sum_{i=1}^m \left[R_{ij} - \frac{m(n+1)}{2} \right] \right]^2, \quad (3.13)$$

де n – кількість об'єктів оцінювання; R_{ij} – ранг i -го показника, отриманого i -тим експертом; m – кількість експертів.

Статистичну значущість коефіцієнта конкордації, який показує ступінь згоди думок експертів, перевірено порівнянням величини $n(m-1)W = 8,15$ (з табличним значенням розподілу χ^2 при рівні значущості $\alpha = 0,01$ та $n-1$ степенях свободи). Статистична величина $n(m-1)W$ має розподіл χ^2 з $(n-1)$ степеню свободи при $n(m-1)W \chi^2_{\alpha(n-1)}$ нульова гіпотеза про відсутність статистичного зв'язку між вибірками експертів відкидається.

Розглянемо приклад розрахунків експертного оцінювання: n – число категорій невідповідностей СУЯ та важливості розділів стандарту [1], $n = 5$; m – число експертів, $m = 3$. Отримаємо:

$$\frac{n+1}{2} = \frac{5+1}{2} = 3;$$

$$\frac{12}{m^2(n^3 - n)} = \frac{12}{3^2(5^3 - 5)} = \frac{12}{550} \approx 0,028.$$

Результати розрахунків експертного оцінювання наведено у додатку А2.

Здійснимо порівняння важливості розділів стандарту та близькості сформульованих невідповідностей по відношенню до причин скарг за їх суттю (рис. 3.3.). Як видно з рис. 3.3, максимальна розбіжність між важливістю розділів стандарту (найбільше впливають на виконання вимог замовника) і близькістю невідповідностей по відношенню до причин скарг за їх суттю спостерігається за процесами ЖЦП (або розділом 7: 7.5.1 та 7.3.3–7.3.7).

Порівняння категорій важливості невідповідностей та важливості розділів

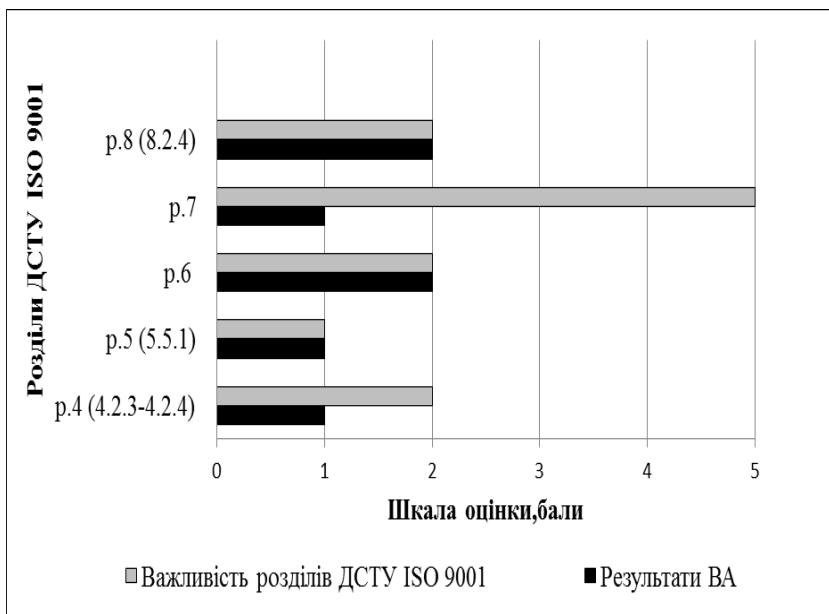


Рис. 3.3. Порівняння важливості розділів стандарту та близькості формулювання невідповідностей по відношенню до причин скарг

ДСТУ ISO 9001 підтверджує гіпотезу, що допоміжні та основні процеси СУЯ повинні мати різні критерії аудиту для їх оцінювання. Це також свідчить, що встановлені критерії для оцінювання процесів ЖЦП не дозволяють ідентифікувати майбутні причини скарг для їх попередження.

Для підтвердження цього висновку додатково проаналізовано динаміку загального числа скарг та скарг, пов'язаних з процесами ЖЦП за досліджуваний період (табл. 3. 7).

Таблиця 3.7

Динаміка скарг за досліджуваний період

Показник	2004 рік	2005 рік	2006 рік	2007 рік	2008 рік
Загальне число скарг	33	22	31	29	17
Число скарг, пов'язаних з процесами ЖЦП	29	20	26	26	14

Незначні зміни у поліпшуванні процесів ЖЦП за результатами оцінювання підтверджує розрахований коефіцієнт варіації [103]:

$$\tilde{V} = \frac{\sigma_x}{\bar{X}} \times 100\% = \frac{4,2}{23} \times 100\% = 18,3\%, \quad (3.14)$$

де $\hat{\sigma}_x$ – середнє квадратичне відхилення; $\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$ – середнє число скарг, пов'язаних з процесами ЖЦП; x – число скарг, пов'язаних з процесами ЖЦП; n – число спостережень.

Таким чином, незначне та нестабільне зниження рівня скарг, пов'язаних з процесами ЖЦП свідчить про те, що основні причини невідповідностей процесів ЖЦП не усунуто. Загальне число скарг за цей період зменшено на 48 % (табл. 3.7), але за рахунок поліпшування допоміжних процесів СУЯ, тобто зменшення числа невідповідностей у результатах цих процесів на 30%. Це також підтверджує гіпотезу, що процеси ЖЦП та допоміжні повинні мати різні критерії аудиту для оцінювання їх результативності. Приймаючи до уваги запропонований підхід до оцінювання результативності СУЯ (див. рис. 2.1.) та її вербальну модель, критерії аудиту допоміжних процесів спрямовані на досягнення результатів процесів ЖЦП, які з ними пов'язані.

Аналіз експериментальних даних (за період 2003...2008 роки) показав, що спосіб планування контрольних перевірок процесів ЖЦП та конкретність

критеріїв аудиту є суттєвими чинниками, які впливають на результативність методики ВА, тобто її можливість забезпечувати попередження (зменшення) числа скарг від замовників продукції. Емпіричний зв'язок такого впливу встановлено, застосовуючи двофакторну регресійну модель [107]. Y – результативність виявлення невідповідностей СУЯ, які викликають причини скарг замовника (число випадків / на одну контрольну перевірку). Незалежними перемінними є: відсоток запланованих контрольних перевірок процесів ЖЦП – X_1 та точність сформульованих невідповідностей СУЯ по відношенню до причин скарг – X_2 (бал).

Математичне завдання зводиться до знаходження аналітичної залежності, яка відображає зв'язок факторних ознак з результативною:

$$\bar{Y}_x = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2, \quad (3.15)$$

де \bar{Y}_x – розрахункові значення результативної ознаки-функції; X_1 і X_2 – факторні ознаки; a_0 , a_1 , a_2 – параметри рівняння, які обчислено способом найменших квадратів, розв'язавши систему рівнянь виду:

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum X_1 + a_2 \sum X_2 = \sum Y \\ a_0 \sum X_1 + a_1 \sum (X_1^2) + a_2 \sum X_1 \cdot X_2 = \sum (X_1 \cdot Y) \\ a_0 \sum X_2 + a_1 \sum (X_1 \cdot X_2) + a_2 \sum X_2^2 = \sum (X_2 \cdot Y) \end{cases} \quad (3.16)$$

Розрахункові дані для визначення рівняння зв'язку та інших параметрів показано у таблиці 3.6 [108].

Таблиця 3.8

Вихідні дані для визначення рівняння зв'язку факторних ознак з результативною

Номер досліджу	Вихідні дані		
	X ₁	X ₂	Y
1	15	1,8	1
2	10	1,5	0
3	18	2,0	1
4	12	3,0	1
5	30	4,1	3
6	20	2,2	2
7	35	3,9	4
8	25	2,7	2
9	15	2,8	1
10	22	4,5	4
Σ	202	28,5	19
$\overline{\Sigma}$	20,2	2,85	1,9

Розв'язуючи систему нормальних рівнянь виду (3.16), отримаємо значення $a_0 = 1,0601$; $a_1 = -0,585$; $a_2 = -0,240$.

Рівняння зв'язку для досліджуваного процесу оцінювання, яке визначає залежність результативної ознаки від двох факторних, має вигляд:

$$\bar{Y}_x = 1,061 - 0,585X_1 - 0,240X_2. \quad (3.15)$$

З аналізу рівняння регресії виходить, що зі збільшенням у програмі контрольних перевірок процесів ЖЦП на 1% попередження причин скарг зростає, в середньому, на 0,585 випадків на одну перевірку, а зі збільшенням степені близькості формулювання невідповідностей СУЯ на 1 бал, їх попередження зростає, в середньому, на 0,240 випадки.

З метою визначення факторів з найбільшими резервами поліпшення досліджуваної ознаки, враховуючи степінь їх варіації, яку закладено в множинну регресію, обчислено бета-коефіцієнти β та стандартизовані коефіцієнти регресії ε_i :

$$\beta_i = a_i \frac{\sigma_x}{\sigma_y}; \quad (3.17)$$

$$\varepsilon = a_i \cdot \frac{\bar{X}_i}{\bar{Y}}, \quad (3.18)$$

де a_i – коефіцієнт регресії i -го фактору; $\tilde{\sigma}_x$ – середнє квадратичне відхилення i -го фактору; $\tilde{\sigma}_y$ – середнє квадратичне відхилення результативної ознаки; \bar{X}_i – середнє значення i -го фактору; \bar{Y} – середнє значення результативної ознаки.

Середнє квадратичне відхилення перемінних обчислено за формулами:

$$\sigma_{x_1} = \sqrt{(x_1^2) + (\bar{x}_1)^2}; \quad (3.19)$$

$$\sigma_{x_2} = \sqrt{(x_2^2) + (\bar{x}_2)^2}; \quad (3.20)$$

$$\sigma_y = \sqrt{(y^2) + (\bar{y})^2}; \quad (3.21)$$

$$\sigma^2 = (x_1 + x_2) = \sigma^2 x_1 + \sigma^2 x_2. \quad (3.22)$$

Бета-коефіцієнти β та стандартизовані коефіцієнти регресії ε_i показують на яке число відсотків, у середньому, зміниться результативна ознака зі зміною на 1% кожного фактора. Порівняння розрахованих коефіцієнтів свідчить, що відсоток планування контрольних перевірок за процесами ЖЦП (фактор X_1) найбільше впливає на підвищення результативності виявлення невідповідностей СУЯ, які пов'язані з причинами скарг, ніж близькість формулювання цих невідповідностей (фактор X_2). Встановлено, що вона зростає на 6,219 %, зі збільшенням фактора X_1 на 1%, та на 0,36 % зі збільшенням фактора X_2 .

Для перевірки коректності побудованої моделі (аналіз на адекватність моделі) використовували такі описові статистики:

– середнє квадратичне відхилення або залишкова дисперсія:

$$\sigma_{y-y_x}^2 = \frac{\sum (y_x - y_x)^2}{n - k - 1}, \quad (3.23)$$

де k – кількість факторів,

– середню відносну похибку апроксимації (чим ближче до 0, тим точніша модель):

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{y - y_x}{y} \right| \times 100\%, \quad (3.24)$$

– коефіцієнт детермінації, що ближче до 1, то точніша модель:

$$R^2 = \sqrt{R}, \quad (3.25)$$

$$R = \sqrt{\frac{r_{yx_1}^2 - 2 \cdot r_{x_1x_2} \cdot r_{yx_1} \cdot r_{yx_2} + r_{yx_2}^2}{1 - r_{x_1x_2}^2}}, \quad (3.26)$$

де R – множинний коефіцієнт кореляції.

Для забезпечення статистичної значущості моделі необхідно дотримуватися основного правила її побудови: факторні ознаки, які застосовано мають бути щільно пов'язаними із результативною ознакою та слабо (або не мати зв'язку) між собою. Враховуючи на вищенаведене, розраховано парні коефіцієнти кореляції $r_{yx_1}, r_{yx_2}, r_{x_1x_2}$:

– між вибірками за змінним X_1 і Y:

$$r_{yx_1} = \frac{\overline{X_1 \cdot Y} - \overline{X_1} \cdot \overline{Y}}{\sigma_{x_1} \cdot \sigma_y}; \quad (3.27)$$

– між вибірками за змінним X_2 і Y:

$$r_{yx_2} = \frac{\overline{X_2 \cdot Y} - \overline{X_2} \cdot \overline{Y}}{\sigma_{x_2} \cdot \sigma_y}; \quad (3.28)$$

– між вибірками за змінним X_1 і X_2

$$r_{x_1x_2} = \frac{\overline{X_1 \cdot X_2} - \overline{X_1} \cdot \overline{X_2}}{\sigma_{x_2} \cdot \sigma_{x_1}}, \quad (3.29)$$

$$0 \leq |r_{yx_i}| \leq 1, \quad i = 1, 2.$$

Результати розрахунків значень парних коефіцієнтів кореляції ($r_{yx_1} = 0,9279$; $r_{yx_2} = 0,8798$; $r_{x_1x_2} = 0,4755$,) свідчать про щільний зв'язок між результативною та факторними ознаками. Разом з тим, міжфакторний зв'язок

$r_{x_1x_2}$ не дуже сильний ($r_{x_1x_2}=0,47<0,7$), що свідчить про те, що мультиколінеарність відсутня і фактори X_1 і X_2 незалежні один від одного, а, отже, ці чинники є інформативними. Практичну значущість рівняння множинної регресії оцінено за показником множинної кореляції та показником детермінації (2.25):

$$\bar{\varepsilon} = 6,75\% R = \sqrt{\frac{r_{yx_1}^2 - 2 \cdot r_{x_1x_2} \cdot r_{yx_1} \cdot r_{yx_2} + r_{yx_2}^2}{1 - r_{x_1x_2}^2}}, \quad (3.30)$$

Обчислений множинний коефіцієнт кореляції $R=0,926$ переконує, що між двома факторними і результативними ознаками існує щільний зв'язок, а вибрані фактори суттєво впливають на досліджуваний показник. Достовірність моделі оцінено за скоригованим коефіцієнтом детермінації за Тейлом:

$$\overline{R_T^2} = 1 - (1 - R^2) \frac{n-1}{n-k-1}, \quad (3.31)$$

де k – кількість факторів.

$\overline{R_T^2} = 0,816 > 0,7$ за рівня значимості 0,0039. Це підтверджує дуже добру залежність. Обидва коефіцієнта (коефіцієнт детермінації – $R^2 = 0,857$) вказують на досить високу (більше 80%) детермінованість результату Y . Модель описує 82 % дисперсії результативної ознаки, а на частку інших факторів припадає лише 18 %. Якість побудованої моделі оцінено як добру, оскільки середня точність апроксимації $\bar{\varepsilon} = 6,75\%$ не перевищує 10%.

Значущість рівняння множинної регресії, тобто відхилення від горизонтальної лінії, в цілому оцінено за F-критерієм Фішера:

$$F = \frac{\overline{R^2}}{1 - \overline{R^2}} \frac{n-k-1}{k}, \quad (3.32)$$

де k – кількість факторів.

Оскільки, $F_{табл.} = 5,32 < F_{факт.} = 20,987$, то статистична значущість рівняння визнається в цілому з надійністю 95%.

Результати розрахунків для побудування двофакторної математичної моделі наведено у додатку А3.

Таким чином, встановлена аналітична залежність (3.15) підтверджує відмінність методу оцінювання результативності процесів ЖЦП та допоміжних, що дозволило обґрунтувати критерії аудиту для оцінки їх результативності та значно підвищити ефективність виявлення невідповідностей СУЯ, які викликають скарги замовника. Це, у свою чергу, дозволяє відмовитись від класифікації невідповідностей СУЯ на «критичні, мало критичні» та спрощує процедуру оцінювання її результативності. Зазначені закономірності, у наведеній постановці, виявлено вперше. До цього вважалося, що допоміжні та основні процеси СУЯ мають загальні критерії аудиту для оцінювання їх результативності. Проведені дослідження покладено в основу розробленої методики ВА.

3.2 Розробка методу кількісного оцінювання результативності процесів СУЯ

Приймаючи до уваги розроблений підхід до оцінювання результативності СУЯ, який здійснюють через процеси ЖЦП (див. рис. 2.1) має бути враховано, що попередній «процес-постачальник» може впливати на результати наступного «процесу-споживача». Наприклад, несвоєчасно розроблена конструкторська документація, яка містить помилки, призупиняє розробку технологічного процесу та виконання робіт у виробничому цеху через нестачу ресурсів на вході цих процесів, тобто створює неритмічність виробництва. Під ритмічністю розуміють рівномірний випуск продукції за декадами місяця, відповідно до виробничого графіка в обсязі та асортименті, передбачених планом [82]. Цей вплив можна охарактеризувати, як вплив невідповідностей процесу [109]. Стабільність процесу, у свою чергу, є необхідною умовою для оцінювання його

результативності. Виходячи з [109], кожен з процесів ЖЦП має свої «індивідуальні» причини варіацій (особливі або звичайні причини варіацій), обумовлені умовами і режимом роботи (неритмічністю або нерівномірним надходженням ресурсів з попереднього процесу) від одного дня до другого. Вони можуть змінюватися як на протязі доби, так і за впливом негативних факторів, випадкових варіацій процесів. Тому виникає питання попередньо визначати (оцінювати) наскільки процес ЖЦП є стійким по відношенню до впливових факторів, тобто його можливості бути результативним при виникненні неритмічних умов виробництва.

У другому розділі запропоновано послідовний алгоритм поліпшування СУЯ (див.рис. 2.6), де на другому етапі підтримують досягнуту стабільність її процесів. При цьому, необхідно визначати причини нестабільності процесів, які мають бути нормовані, та встановити їх граничні (допустимі) значення.

Теоретично можна побудувати математичну модель традиційними методами, яка б враховувала всі вище перелічені складові. Але для цього треба проводити багатоступеневий експеримент, отримати достатній масив даних, за якими можливо було б дати достовірну оцінку параметрів такої моделі. При цьому навіть при виконанні всіх цих умов залишається складним питання про перевірку адекватності моделі. Тому доцільно в цьому випадку, побудувати статистичну модель оцінювання результативності процесів ЖЦП, яка базується на оцінюванні дисперсії його показника результативності та визначити граничні значення, в яких допускається його відхилення в допустимих нормах. Це дозволить об'єктивно оцінювати рівень виконання вимог замовника продукції, враховуючи при цьому неритмічні умови виробництва та схильність результатів його процесів до мінливості. Для визначення таких показників необхідно залучити для дослідження процеси, які на протязі тривалого часу є результативними. Група таких процесів ЖЦП фактично є фізичною моделлю в неритмічних умовах виробництва.

3.2.1 Фізична модель статистичного оцінювання результативності процесів життєвого циклу продукції в умовах неритмічного виробництва машинобудівного підприємства

Як вже було показано, існуючою основною ознакою результативності процесів СУЯ (у тому числі процесів ЖЦП) є їх стабільність, яка характеризується середнім значенням його результатів і визначається як показник результативності. Миттєвою об'єктивною характеристикою показника результативності процесу є його дисперсія. Результативність процесу, в свою чергу, залежить від своєчасності вхідних величин, тобто рівномірного надходження ресурсів з попереднього процесу. Таким чином, оцінкою результативності процесу ЖЦП має бути оцінка дисперсії його показника результативності, яка характеризує здатність цього процесу забезпечувати виконання вимог замовника продукції (або бути результативним), враховуючи неритмічні умови машинобудівного підприємства.

На розсіювання (варіації) результатів процесу ЖЦП можуть впливати три групи величин. Зокрема, це випадкові величини (умови реалізації процесу), які обумовлені як навколишнім середовищем, так і біоритмами персоналу, який виконує операції процесу згідно з СТП. Невипадкові величини розсіювання результатів процесу (умови праці при реалізації процесу) обумовлені можливим недотриманням вимог СТП, яке виражається в нерівномірному надходженні ресурсів з попереднього процесу і як наслідок надмірне навантаження на персонал, який виконує операції наступного процесу. Умови праці можуть змінюватися в різні дні тижня і різні декади місяця (планування виготовлення продукції здійснюється за декадами). Крім того кожний процес, в силу різного сполучення впливових величин, що характеризують його стабільність (наприклад, процес може бути по різному побудованим [67]), має «власну» результативність, яка може знаходитися в певних межах.

Проведений аналіз показав, що можливе розсіювання показника результативності процесу ЖЦП встановлюється (нормується) з заданою ймовірністю в певних межах та визначається трьома факторами [110]:

- мінливість умов реалізації процесу на протязі дня, які обумовлені як навколишнім середовищем, так і біоритмами персоналу, який виконує операції процесу згідно з СТП;
- мінливість умов праці при реалізації процесу, обумовлена можливим недотриманням СТП на процеси;
- мінливість обумовлена різним сполученням величин при реалізації процесу.

Таким чином є три фактори, один з яких (перший) можна пояснити випадковістю. Інші два фактори для кожного конкретного окремого процесу не можна пояснити тільки впливом випадковості. Маючи фізичну модель (сукупність процесів ЖЦП, які мають необхідний рівень результативності деякий час), необхідно визначити допустимі границі відхилення перелічених вище впливових величин (факторів). Завдання складається з оцінювання суттєвості впливу вищевказаних факторів на розсіювання показника результативності процесу. Для цього необхідно:

- оцінити вплив кожного фактору;
- порівняти із «взірцевими опорними» допустимими відхиленнями.

Для порівняння можливих відхилень показників результативності процесу аналізуються однотипні процеси ЖЦП, які є деякий час результативними, але мають його різний рівень і розглядаються їх результати в різні дні. Тому, для виявлення та оцінювання сукупного впливу випадкових величин треба отримати дані про зміну результатів процесу (k_1, k_2, \dots, x_i) на протязі всього робочого дня (j - й день), які аналізують через рівні проміжки часу. Наприклад, через одну годину з початку роботи, за годину до обідньої перерви, за годину до кінця робочого дня. Для цього розглядається кожний (i -ий) процес ЖЦП. Особливою вимогою є те, що процеси ЖЦП вже мають необхідний рівень

результативності деякий час у визначених умовах неритмічного виробництва. Для цього спочатку утворювалися умови, при яких забезпечувалася результативність цих процесів. Оскільки кожний процес має «свою» результативність, яка буде відрізнятися від попереднього та наступного (передача результатів виконаної роботи має здійснюватися за схемою «процес-постачальник» та «процес-споживач»), тому приходимо до необхідності, при експериментальному формуванні фізичної моделі відтворюваності (сукупність процесів ЖЦП) аналізувати три процеси – N_3 . Таким чином треба досліджувати (оцінювати) i -ий процес на протязі N_2 дні ($j=1, \overline{N_2}$). Кількість днів вибирають експерти, користуючись досвідом, набутим на виробництві та керуючись науково-технічними джерелами.

Для виключення суб'єктивізму під час формування висновків аудиторів для експерименту залучалася та сама група фахівців. Кожна з цих груп – фахівців на протязі дня проводила операції процесу, згідно з СТП, та

отримувала їх результати ($k=1, \overline{N}$). Така схема проведення дослідження дозволяє на протязі дня оцінити мінливість обумовлену сполученнями різних значень випадкових величин та знайти середню результативність в j -й день:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{1}{N_3} \sum_{k=1} x_{ijk} \quad (3.33)$$

та суму квадратів цих розсіювань для i -го процесу в j -й день:

$$\sum_{k=1}^{N_3} (x_{ijk} - \bar{x}_{ij})^2. \quad (3.34)$$

Для аналізу отриманих результатів дослідження маємо масив даних: $\bar{x}_{i_1}, \bar{x}_{i_2}, \dots, \bar{x}_{i_{N_2}}$, на основі якого можна оцінити розсіювання обумовлене можливою зміною умов праці при реалізації процесу:

$$\sum_{j=1}^{N_2} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2, \quad (3.35)$$

де \bar{x}_i – середнє значення показника результативності процесу, отримане на протязі всього дослідження.

Показником процесу, що характеризує його відтворюваність (стабільність) буде розсіювання:

$$\sum_{i=1}^{N_1} (\bar{x}_i - \bar{x})^2, \quad (3.36)$$

де $\bar{x} = \frac{1}{N_1} \sum_{i=1}^{N_1}$ – усереднене значення результативності процесу.

Таким чином приходимо до двухфакторного дисперсійного аналізу, де впливовими величинами можуть бути день проведення робіт і можливий розкид значень показників результативності процесу. На рис. 3.4. схематично представлена реалізація такого двухфакторного ієрархічного аналізу.

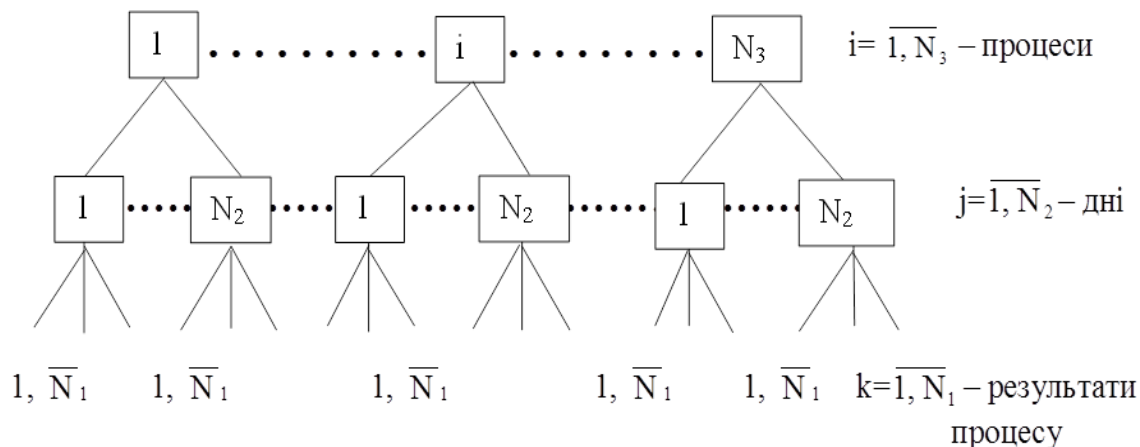


Рис. 3.4. Структурна схема здійснення двухфакторного ієрархічного аналізу

Вихідним для аналізу є масив даних, які отримані під час проведення дослідження x_{ijk} , де $i = \overline{1, N_1}$, $j = \overline{1, N_2}$, $k = \overline{1, N_3}$.

Загальне розсіювання результатів процесу представляється виразом:

$$Q^{ss} = \sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j=1}^{N_2} \sum_{k=1}^N (x_{ijk} - \bar{x}_{ij})^2, \quad (3.37)$$

де $\bar{x} = \frac{1}{N_1 N_2 N_3} \sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j=1}^{N_2} \sum_{k=1}^{N_3} x_{ijk}$ – середня результативність процесу, яка характеризує теперішні його можливості.

Введемо піддужки в правій частині виразу (3) $\pm \bar{x}_i, \pm \bar{x}_{ij}$ і представимо його в згрупованому вигляді:

$$Q^{SS} = \sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j=1}^{N_2} \sum_{k=1}^{N_3} [(x_{ijk} - \bar{x}_{ij}) + (\bar{x}_{ij} - \bar{x}_i) + (\bar{x}_i - \bar{x})]^2 = Q_e + Q_{y1} + Q_{y2}. \quad (3.38)$$

Так як складові, що стоять у круглих дужках не корельовано, то останній вираз можна остаточно записати у вигляді:

$$Q^{SS} = \sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j=1}^{N_2} \sum_{k=1}^{N_3} (x_{ijk} - \bar{x}_{ij})^2 + \sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j=1}^{N_2} \sum_{k=1}^{N_3} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 + \sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j=1}^{N_2} \sum_{k=1}^{N_3} (x_i - \bar{x})^2. \quad (3.39)$$

Як бачимо, перша складова у правій частині обумовлена впливом випадкових величин, друга – умовами праці в різні дні. Третя – обумовлена різним сполученням можливих значень показників результативності при реалізації процесу. Розсіювання результатів процесів при їх реалізації по відношенню до загального \bar{x} середнього, яке є опорним значенням, відображає стабільність процесів. Виходячи з першої складової виразу (3.39) можна визначити дисперсію повторюваності результативності $\tilde{\sigma}_r^2$, яка характеризує організацію здійснення процесу ЖЦП на теперішній час:

$$\tilde{\sigma}_r^2 = \frac{Q_e}{V_e}, \quad (3.40)$$

де $v_e = N_1 N_2 (N_3 - 1)$ – число степенів свободи.

Це значення приймається за нормоване і використовується для поточного контролю стабільності виконання процесу, виходячи з співвідношення [89]:

$$CD_{0,95} = f(n) \cdot \tilde{\sigma}_r \quad (3.41)$$

де $CD_{0,95}$ – критичний діапазон, який є мірою можливого розходження між двома будь-якими вибірковими значеннями з ймовірністю 0,95. Значення $f(n)$ табульоване і для двох значень $n = 2$ з вибірки $f(n) = 2,8$.

Таким чином встановлюється нормоване зменшення розходження, обумовлене впливом випадкових величин. Значення $CD_{0,95}$ можна зменшити, наприклад, шляхом введення додаткових короткочасних технічних перерв для персоналу. Розсіювання Q_{y2} поділене на число степенів свободи $(N_1 - 1)$ характеризує відтворюваність процесу, тобто його дисперсію $\tilde{\sigma}_R^2$. Отримане значення $\tilde{\sigma}_R^2$ показує можливість відтворювати результативність процесу на момент дослідження. Це значення може бути визначене як нормоване для подальшого «робочого» використання. У випадку, коли вимоги замовника продукції стають більш жорсткі необхідно шукати шляхи його зменшення.

Для виявлення суттєвості впливу такого фактору, як «день роботи» (в залежності від дня тижня/місяця) необхідно використовувати критерій Фішера [89]:

$$F_p = \frac{S_{y1}^2}{S_e^2}, \quad (3.42)$$

$$\text{де } S_{y1}^2 = \frac{1}{N_2(N_1 - 1)} \cdot Q_{y1}; \quad V_1 = N_2(N_1 - 1).$$

Знайдене значення S_{y1}^2 використовується як нормоване розсіювання, обумовлене впливом робочого дня та використовується в подальшому. На основі його визначається, як це було зроблено для повторюваності, верхня границя відтвореності, яка використовується при проведенні ВА. Якщо ж $F_p > F_{kp.}(0,95; V_1, V_e)$, тоді вплив дня тижня/місяця роботи на забезпечення результативності процесу є суттєвим. У цьому випадку з'ясовують виконання умов стабільності/ результативності процесу у цілому та здійснюють перевірку їх виконання за співвідношенням:

$$(p-1) \cdot S_{y2} \leq \tilde{\sigma}_R^2 \cdot \chi_{(0,95)}^2, \quad (3.43)$$

де p – число процесів ЖЦП, результативність яких порівнюють;

$$S_{y2}^2 = \frac{1}{p-1} \sum_{n=1} (\bar{x}_i - \bar{x})^2 \text{ та } \bar{x} = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p \bar{x} - \text{значення, яке обчислене при контрольній}$$

перевірці виконання заданих норм на результативність процесу.

Попередньо, перед оцінюванням необхідно оцінити однорідність отриманих результатів, наприклад, за критерієм Кохрена [111] та використовувати робастні процедури [96].

Таким чином, розроблена статистична модель оцінювання результативності процесів ЖЦП, крім нормування допустимого впливу випадкових величин, дозволяє встановити граничні значення його статистичних показників результативності, пов'язаних із контрактними вимогами замовника продукції. На основі створеної статистичної моделі процесів ЖЦП розроблено метод кількісного оцінювання їх результативності, який полягає в оцінці здатності цих процесів виконувати контрактні вимоги замовника та здійснюється шляхом попереднього аналізу стану його стабільності і розрахунком показника результативності. Метод відрізняється тим, що загальною оцінкою процесу є не середнє значення його результатів, а дисперсія його показника результативності, яка і характеризує можливості процесу забезпечувати якісні результати в умовах неритмічного виробництва машинобудівного підприємства, що дозволяє об'єктивно оцінювати рівень виконання контрактних вимог замовника продукції. Запропонований метод кількісного оцінювання результативності процесів ЖЦП покладено в основу розробки стандарту підприємства «Внутрішній аудит СУЯ».

3.3 Обґрунтування чисельного показника для загального оцінювання результативності СУЯ

Раніше було з'ясовано, що результатом функціонування СУЯ є стабільне виконання контрактних вимог замовника продукції. Для цього запропоновано показник для загального оцінювання результативності СУЯ, який комплексно відображає рівень виконання контрактних зобов'язань підприємства і відповідає числу скарг від замовників продукції, тобто показує ступінь досягнення її мети. Оскільки мета СУЯ не задана у явному вигляді її запропоновано визначати як вираз (2.1), який пов'язує цю мету із засобами її досягнення. Згідно з виразом (2.1) та відповідно до встановленого алгоритму послідовного оцінювання процесів (рис.2.6), поступове та ПП процесів, а отже зменшення загального числа скарг від замовників продукції за визначений період часу (t) можна ототожнювати з поліпшуванням результативності СУЯ. Таким чином залежність, що пов'язує мету СУЯ (Y) із складовими її досягнення (S), можна подати як функцію:

$$Y = f(S|t) \text{ або } Y = f\{Z, STR, TECH, COND| t\}, \quad (3.44)$$

де t – визначений період часу, за який оцінюють досягнення мети СУЯ;
 S – спроектована СУЯ, яка узагальнює всі суттєві характеристики її функціонування.

У даному випадку, суттєві характеристики функціонування СУЯ відображені у показниках результативності процесів ЖЦП, оскільки вони на кожному етапі виробництва продукції показують рівень виконання контрактних вимог. У термінах системного аналізу це завдання можна подати у такий спосіб: задана мета (Y) – гарантовано виконати контрактні вимоги замовників продукції (або досягти мету СУЯ) за час t . Засобом для реалізації цієї мети є гіпотетична еталона СУЯ (S), результати функціонування якої представлені числом скарг від замовників. Аналітичними методами таке завдання вирішити практично неможливо, бо, зазвичай, відсутня математична модель, яка враховує

зв'язок характеристик складної організаційно-технічної системи, умов її функціонування з вихідною вимірюваною величиною. Тому найкращим шляхом, який дозволяє вирішити це завдання, є проведення експерименту.

Вирішення завдання полягає у встановленні зв'язку характеристик функціонування системи з вихідною вимірюваною величиною (число скарг), що здійснюється шляхом проведення експерименту, який є фізичною моделлю реалізації еталонної моделі процесів СУЯ (рис.2.1). При проведенні експериментального дослідження за основу вибрано СУЯ ПАТ завод «Павлоградхіммаш», який виробляє теплообмінну та ємнісну продукцію для нафто-газопереробної, хімічної та інших галузей промисловості. Для цього, контрактні вимоги замовника продукції, відображені в НД підприємства (оформлена в ході виконання процесу ЖЦП та є його результатами), яку структуровано за такими ознаками: якість (або технічні характеристики виробу: наприклад, відповідна марка матеріалу виробу; робочий тиск не вище 1,6 МПа; комплектація манометром тощо) та час (поставка виробу у визначені строки) та оцінюють через показники результативності ($\overline{P}_{np}^{рез.}$). При цьому зробимо припущення, що між показниками результативності процесів ЖЦП та загальною результативністю СУЯ є пряма залежність, тобто задовільна результативність цих показників означає, що СУЯ є результативною.

Для перевірки гіпотези попередньо необхідно дослідити, використовуючи коефіцієнт кореляції, як впливає зменшення числа скарг, що пов'язані з будь-яким процесом ЖЦП на зменшення загального числа скарг СУЯ, тобто побудувати динаміку. Для цього проведено загальний аналіз скарг замовників за період із 2003 по 2015 рр [112]. Із загального аналізу виділено число скарг, які пов'язані із процесом ЖЦП. У даному випадку, як приклад розглядається процес «Закупівля». Вихідні дані для аналізу показано у табл. 3.9.

Таблиця 3.9

Число скарг на ПАТ завод «Павлоградхіммаш» за період 2003..2015 рр.

Роки	Число скарг підприємства	
	Загальне число, шт	Число скарг, пов'язаних з процесом «Закупівля», шт
2003	65	38
2004	35	12
2005	28	15
2006	33	18
2007	22	11
2008	17	16
2009	31	10
2010	29	13
2011	19	9
2012	15	6
2013	12	2
2014	7	1
2015	5	0

На рис.3.5 показано зміну по рокам загального числа скарг та скарг, пов'язаних з процесом «Закупівля» за цей період.

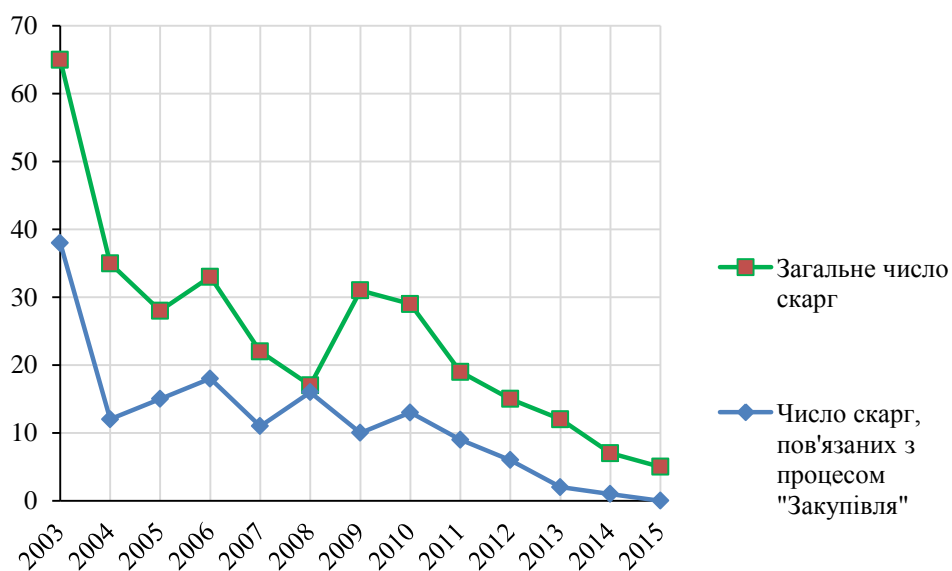


Рис. 3.5. Зміна числа скарг від замовника продукції ПАТ завод «Павлоградхіммаш» за період 2003..2015 рр.

Як видно з рисунку 3.5., у період з 2003 по 2009 рр., спостерігається коливання загального числа скарг та скарг, пов'язаних з процесом «Закупівля»,

тобто їх зниження та підвищення має не постійний, а випадковий характер. З 2010 по 2015 рр. спостерігається поступове зниження загального числа скарг та числа скарг, пов'язаних із процесом «Закупівля». Це свідчить про поступове та постійне поліпшення результативності СУЯ, що підтверджується зменшенням числа скарг від замовників продукції за цей період, у середньому, у п'ять разів. Це також підтверджує відповідність побудованої процесної моделі СУЯ (рис.2.1).

Встановимо, як впливає зменшення числа скарг, що пов'язані з процесом «Закупівля» (y_i) на зменшення загального числа скарг (x_i). Для цього попередньо обчислимо коефіцієнт кореляції (r_{xy}) між числом скарг на різних ділянках, які за графіком на рис. 3.5. мають суттєву відміну [106]:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}}, \quad (3.45)$$

Спочатку розглянемо три роки, $N = 3$, тобто: 2003-2005рр, де має місце великий розкид. Аналогічно розрахуємо коефіцієнти кореляції в кінці періоду $N= 5$ років (2011-2015рр.). Розраховані коефіцієнти кореляції для обох ділянок дорівнюють $r_{xy_i} = 0,97$, що свідчить про лінійну функціональну залежність між числом скарг, які пов'язані з процесом «Закупівля» та загальним числом скарг СУЯ. Таким чином, допущення про лінійний зв'язок між числом скарг справедливе.

Раніше показано, що суттєві характеристики функціонування СУЯ – це показники результативності процесів ЖЦП, які є частковими показниками результативності СУЯ (або її ключові показники). Це допущення (гіпотезу) також перевіримо на прикладі процесу «Закупівля» шляхом встановлення зв'язку між результатами СУЯ (число скарг) та результатами цього процесу, які показують рівень виконання контрактних вимог замовника (вимоги щодо технічних характеристик виробу та своєчасність їх виконання) на цьому етапі

виробництва. Це дозволить підтвердити правильність вибору ключових показників СУЯ для її контролю та обґрунтувати показник для загальної оцінки її результативності.

Для аналізу були використані дані про результативність процесу «Закупівля», виражені через показник його результативності ($\bar{P}_{\text{пр.}}^{\text{рез.}}$), отримані в результаті узагальнення даних спостережень за цим процесом за період 2011-2015рр. Під показником результативності процесу ($\bar{P}_{\text{пр.}}^{\text{рез.}}$) будемо розуміти узагальнене середнє значення його результатів (%), які відповідають вимогам щодо якості та часу (вимоги щодо технічних характеристик виробу та своєчасність їх виконання) по відношенню до допустимих меж з ймовірністю $P=95$, тобто $\bar{P}_{\text{пр.}}^{\text{рез.}} \geq 95\%$. Під час експерименту процедура кількісного оцінювання результативності процесу проводиться в два етапи. Для цього спочатку розраховують значення коефіцієнту відповідності ($K_{\text{вв.}}$) за встановленими вимогами ($K_{\text{вв.}}^{\text{якт.}}$ – якості та $K_{\text{вв.}}^{\text{час.}}$ – часу), як відношення числа спостережень, які відповідають критеріям оцінювання, до загального числа спостережень за кожним контрактом на виготовлення продукції:

$$K_{\text{вв.}} = \frac{\sum_{i=1}^{n_i} n_i^{\text{від.}}}{\sum_{i=1}^{n_i} n_i} \times 100\%; \quad (3.46)$$

де $\sum_{i=1}^{n_i} n_i^{\text{від.}}$ – число спостережень, які відповідають критеріям оцінювання;

$\sum_{i=1}^{n_i} n_i$ – загальне число спостережень (за період оцінювання); i – номер

контракту на виготовлення продукції.

Наприклад, за контрактом №1, з 20-ти закуплених одиниць тільки 18 є відповідними:

$$K_{\text{вв.1}}^{\text{якт.}} = \frac{18}{20} \times 100\% = 90\%.$$

Далі знаходять показник результативності процесу ($\overline{P}_{пр.}^{рез.}$):

$$\overline{P}_{пр.}^{рез.} = \frac{\overline{K}_{\text{вв}}^{якт.} + \overline{K}_{\text{вв}}^{час.}}{n} \%, \quad (3.47)$$

де n – число показників процесу; $\overline{K}_{\text{вв}}^{якт.}$, $\overline{K}_{\text{вв}}^{час.}$ – середнє значення ($K_{\text{вв}}$) за кожною категорією вимог.

У таблиці 3.10. показано типову форму для збирання статистичних даних та приклад її заповнення для розрахунку коефіцієнту відповідності за характеристиками якості ($K_{\text{вв}}^{якт.}$).

Таблиця 3.10

Форма для збирання статистичних даних для розрахунку коефіцієнту відповідності за характеристиками якості ($K_{\text{вв}}^{якт.}$)

Матеріали (комплектуючі) для закупівлі, відображені у відомості покупних виробів (критерії аудиту).	Фактично закуплені матеріали (комплектуючі), відображені у лімітній картці видачі матеріалів у виробництво.
Лист г/к ГОСТ19903 – 74; 09Г2С – 7, $\delta=8$	Лист г/к ГОСТ19903 – 74; 09Г2С – 7, $\delta=10$
Лист г/к ГОСТ19903 – 74; 09Г2С – 7, $\delta=10$	Лист г/к ГОСТ19903 – 74; 09Г2С – 12 , $\delta=10$
Прокат круглий ГОСТ 2590–06; 10Г2, ϕ 32	Прокат круглий ГОСТ 2590–06; 09Г2С, ϕ 33
Труби ГОСТ 8732–78; 10Г2, $\phi 108 \times 12$	Труби ГОСТ 8732–78; 10Г2, $\phi 108 \times 14$
Комплектуючі: Кран 14М1–00–00	Кран 11Б18БК

Примітка: Жирним шрифтом відмічено відхилення фактично закуплених матеріалів (комплектуючих) від заданих норм.

У наведеному прикладі цей коефіцієнт ($K_{\text{вв}}^{якт.}$) свідчить про те, що в середньому процес забезпечує відповідність закупівель вимогам з якості на 85%.

Аналогічно розраховують коефіцієнт відповідності за характеристиками часу – $\overline{K}_{\text{вв}}^{час.}$. Для цього порівнюють календарні дати, встановлені у

виробничому графіку та дати, відображені у лімітній картці видачі матеріалів у виробництво. Далі знаходять їх середнє арифметичне значення: наприклад, $\overline{K}_{\text{вв}}^{\text{час.}} = 96\%$.

Загальний рівень результативності процесу розраховують за формулою:

$$\overline{P}_{\text{пр.}}^{\text{рез.}} = \frac{\overline{K}_{\text{вв}}^{\text{якт.}} + \overline{K}_{\text{вв}}^{\text{час.}}}{n} = \frac{85\% + 96\%}{2} = 90,5\%.$$

Для аналізу зв'язку між результатами процесу «Закупівля» ($\overline{P}_{\text{пр.}}^{\text{рез.}}$), які показують рівень його результативності або рівень виконання контрактних вимог на цьому етапі виробництва, та числом скарг, пов'язаних із цим процесом, використовували однофакторну математичну модель, яку побудовано за допомогою методу найменших квадратів. Число скарг, пов'язаних із процесом «Закупівля» позначено, як результуючу змінну y , а рівень результативності процесу «Закупівля» через незалежну змінну x (%). Розрахункові дані показано у таблиці 3.11.

Таблиця 3.11

Розрахункові дані ПАТ завод «Павлоградхіммаш» для оцінювання лінійної регресії

	Рік	x	y	xy	x ²	y ²	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$	$y - \bar{y}$	$(y - \bar{y})^2$
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2011	65	9	585	4225	81	-17,8	316,84	5,4	29,16
2	2012	77	6	462	5929	36	-5,8	33,64	2,4	5,76
3	2013	87	2	174	7569	4	4,2	17,64	-1,6	2,56
4	2014	91	1	91	8281	1	8,2	67,24	-2,6	6,76
5	2015	94	0	0	8836	0	11,2	125,44	-3,6	12,96
	разом	414	18	1312	—	122	47,2	560,8	15,6	57,2

Використовуючи метод найменших квадратів, визначимо коефіцієнти лінійного рівняння регресії a і b . Для цього розрахуємо середнє квадратичне відхилення (S), дисперсію (S^2) [107]. Результати розрахунків показано в табл. 3.12

Таблиця 3.12

Результати розрахунків коефіцієнтів лінійного рівняння регресії

Показники	x	y
Середнє значення	82,8	3,6
Дисперсія (S^2)	112	11,4
Середнє квадратичне відхилення (S)	10,59	3,38
Коефіцієнт кореляції (r_{xy})	– 0,99	
Коефіцієнт детермінації (r_{xy}^2)	0,989	
коефіцієнти:		
a	30,01	
b	– 0,291	

Отримане рівняння регресії має вигляд:

$$\hat{Y}_x = 30,01 - 0,291X_1. \quad (3.48)$$

Таким чином, зі збільшенням рівня результативності будь-якого процесу ЖЦП на 1%, число скарг, пов'язаних з цим процесом зменшується в середньому на 0,29.

Розрахуємо лінійний коефіцієнт парної кореляції та коефіцієнт детермінації:

$$r_{xy} = b \frac{\sigma_x}{\sigma_y}, \quad (3.49)$$

$r_{xy} = -0,99 < 0$, зв'язок зворотній, досить тісний.

Коефіцієнт детермінації дорівнює $r_{xy}^2 = 0,98$. Варіація результату на 98% пояснюється варіацією фактора X. Підставляючи в рівняння регресії фактичні значення X, визначимо теоретичні (розрахункові) значення \hat{Y}_x . Оскільки $\sum y = \sum \hat{Y}_x$, отже, параметри рівняння визначені правильно.

Розрахуємо середню помилку апроксимації, тобто середнє відхилення розрахункових значень від фактичних:

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{y - \hat{y}_x}{y} \right| \times 100\% = 5,01. \quad (3.50)$$

У середньому розрахункові значення відхиляються від фактичних на 5,01%.

Таким чином, можна стверджувати, що задовільна результативність показників процесів ЖЦП означає, що СУЯ є результативною.

Отримане рівняння регресії (3.48) дозволяє використовувати його для прогнозу очікуваного числа скарг. Якщо прогнозне значення показника результативності будь-якого процесу ЖЦП встановити $\bar{P}_{np.}^{рез.} = 100\%$, тоді число скарг, пов'язаних з цим процесом складе:

$$\hat{Y}_x = 30,01 - 0,291X_1 \cdot 100 = 0,91 \text{ скарг.}$$

Відміна числа скарг від нуля пов'язана зі статистичною оцінкою коефіцієнтів рівняння.

За результатами експериментального дослідження встановлено аналітичний зв'язок між показниками результативності процесів ЖЦП, які показують рівень виконання контрактних вимог замовника продукції, і загальною результативністю СУЯ, використовуючи однофакторну математичну модель. Це також підтверджує, що задовільна результативність процесів ЖЦП означає задовільну результативність СУЯ. Це дозволило обґрунтувати показник для загальної оцінки результативності СУЯ, який на відміну від існуючих, виражено числом скарг від замовників. Розроблена регресійна модель дозволяє прогнозувати число скарг замовників продукції при даному рівні організації СУЯ.

Висновки до розділу 3

1. Вперше досліджено можливості методики ВА забезпечувати зменшення числа скарг від замовників продукції та встановлено відмінність у оцінюванні результативності процесів ЖЦП і допоміжних. Це дозволяє удосконалити спосіб планування контрольних перевірок, які здійснюють, виходячи з даних

аналізу попередніх скарг замовника продукції, та значно підвищує ефективність виявлення невідповідностей СУЯ, які викликають скарги замовника.

2. Встановлено, що критерії аудиту для оцінювання результативності процесів ЖЦП мають ґрунтуватися на вимогах, що зазначені у контракті замовника, а критерії аудиту допоміжних процесів СУЯ, спрямовані на досягнення результатів процесів ЖЦП, які з ними пов'язані. Це дозволяє відмовитись від попередньої класифікації невідповідностей на «критичні, мало критичні» тощо та спростити процедуру оцінювання результативності СУЯ в цілому.

3. Розроблено фізичну модель статистичного оцінювання результативності процесів ЖЦП, яка дозволяє нормувати вплив випадкових величин для оцінки їх стабільності та встановлювати граничні значення статистичних показників результативності, пов'язаних із контрактними вимогами замовника продукції. На її основі розроблено методичку кількісного оцінювання процесів ЖЦП, яка відрізняється тим, що для загальної оцінки процесу використовується не середнє значення показника, а його дисперсія, яка характеризує його можливості забезпечувати якісні результати, враховуючи при цьому умови неритмічного виробництва машинобудівного підприємства.

4. Досліджено вплив результатів процесів ЖЦП на стабільне виконання контрактних вимог замовника продукції та встановлено аналітичний зв'язок між показниками результативності цих процесів і результатом функціонування СУЯ. Це дозволило обґрунтувати чисельний показник для загальної оцінки СУЯ, який, на відміну від існуючих виражений числом скарг від замовників та комплексно оцінює рівень виконання контрактних зобов'язань підприємства на кожному етапі виробництва продукції. Отримане рівняння регресії дозволяє використовувати його для прогнозу очікуваного числа скарг за результатами ВА.

Отримані у третьому розділі результати, відображені в публікаціях [102,108,110,112].

РОЗДІЛ 4

ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНИХ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ СУЯ ТА ПІДХОДІВ ДО ЇЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ПІДПРИЄМСТВАХ МАШИНОБУДІВНОЇ ГАЛУЗІ

У розділі показано вдосконалену та апробовану у виробничих умовах машинобудівного підприємства методику ВА та наведено практичні приклади її використання (для оцінювання допоміжних і основних процесів). Експериментально доведено застосовність розробленого підходу до послідовного оцінювання СУЯ та удосконаленого методу кількісного оцінювання результативності КД (на основі методу парного статистичного порівняння), працездатність яких підтверджено у виробничих умовах машинобудівного підприємства.

4.1 Підвищення статистичної керованості процесів СУЯ

У другому розділі запропоновано комплексний підхід до послідовного оцінювання СУЯ. Цей підхід відрізняється тим, що здійснюється розбиття на окремі етапи, на яких поступово забезпечується стабільність процесів та зменшення розсіювання (варіацій) значень показників їх результативності. На першому етапі процеси СУЯ необхідно привести до статистично керованого стану шляхом зменшення особливих (або невинуватих) причин його варіацій, які пов'язані з дотриманням вимог (або виконання операцій) СТП на ці процеси.

Перевірку працездатності запропонованого підходу, зокрема підвищення статистичної керованості процесів СУЯ проведено на машинобудівному підприємстві ВАТ «Павлоградхіммаш» у виробничих умовах [113]. Як об'єкт експерименту обрано чотири структурні підрозділи, в яких досліджено рівень виконання операцій СТП на процеси СУЯ персоналом цих підрозділів. Зокрема,

відділ управління персоналом (ВУП); відділ матеріального забезпечення (ВМЗ); відділ головного конструктора (ВГК); відділ головного механіка (ВГМ).
Вирішення поставленої мети експерименту виконано в три етапи:

- визначення початкового рівня виконання операцій СТП, виражені через показники виконання процесу ($\bar{P}_{\text{пр.}}^{\text{вик.}}$);
- визначення та усунення особливих причин невідповідностей, які пов'язані з дотриманням операцій СТП (2 розділ);
- перевірка статистичної гіпотези про відмінність середніх значень показників виконання процесу до і після проведення експерименту.

Під час експерименту для визначення початкового рівня показників виконання процесу застосовували методику їх кількісного оцінювання. Для розробки цієї методики виходимо з того, що спосіб виконання процесу оцінюють як рівень виконання операцій СТП на цей процес по відношенню до допустимих меж з ймовірністю $P=95$, тобто $\bar{P}_{\text{пр.}}^{\text{вик.}} \geq 95\%$. Для цього, аналогічно до існуючої класифікації процесів СУЯ [30,69] та відповідно до розділів стандарту [1], СТП поділено на дві категорії: – це СТП на основні процеси, що безпосередньо, описують вимоги до способу виконання операцій та допоміжні, які об'єднують забезпечувальні (4-6 розділи ДСТУ ISO 9001) і управлінські (8 розділ ДСТУ ISO 9001). Рівень виконання операцій СТП оцінюють за НД (або протоколи якості мовою стандарту [1]), складеними під час виконання процесів (журнали, акти, копії плану з відмітками про виконання тощо). Для цього якісні характеристики процесу переведено в кількісні, виражені числом випадків неповного, непослідовного виконання операцій СТП. Спочатку розраховують значення коефіцієнту відповідності ($C_{\text{вв.}_i}$) за кожною категорією СТП (основні – $C_{\text{вв.}}^{\text{осн.}}$; забезпечувальні – $C_{\text{вв.}}^{\text{заб.}}$; управлінські – $C_{\text{вв.}}^{\text{упр.}}$), як відношення числа спостережень, які відповідають критеріям оцінювання (послідовне виконання операцій СТП у повному обсязі), до загального числа спостережень за кожною його операцією:

$$C_{\text{вв}i} = \frac{\sum_{i=1}^{m_i} n_i^{\text{від.}}}{\sum_{i=1}^{m_i} n_i} \times 100\% , \quad (4.1)$$

де $\sum_{i=1}^{m_i} n_i^{\text{від.}}$ – число спостережень, які відповідають критеріям оцінювання (або критеріїв аудиту); $\sum_{i=1}^{m_i} n_i$ – загальне число спостережень; i – та операція СТП; m – число операцій СТП.

Далі знаходять показник виконання процесу $\bar{P}_{\text{пр.}}^{\text{вик.}}$:

$$\bar{P}_{\text{пр.}}^{\text{вик.}} = \frac{\bar{C}_{\text{вв}}^{\text{осн.}} + \bar{C}_{\text{вв}}^{\text{заб.}} + \bar{C}_{\text{вв}}^{\text{упр.}}}{N} \% , \quad (4.2)$$

де N – число розглянутих категорій СТП; середнє значення $C_{\text{вв}i}$ за категоріями СТП: основні – $\bar{C}_{\text{вв}}^{\text{осн.}}$, забезпечувальні – $\bar{C}_{\text{вв}}^{\text{заб.}}$, управлінські – $\bar{C}_{\text{вв}}^{\text{упр.}}$.

Застосування методики кількісного оцінювання показників виконання процесів розглянемо на конкретному практичному прикладі процесу «Закупівля». У таблиці 4.1. показано типову форму для збирання статистичних даних та приклад її заповнення для реєстрації результатів оцінки виконання операцій СТП.

Таблиця 4.1

Форма для реєстрації результатів оцінки виконання операцій СТП

Критерії аудиту (операції СТП 25-10 [114])	Докази (число випадків, які підтверджують фактичне виконання операцій СТП) (C_{ϕ})	Рівень виконання операцій СТП ($C_{\text{вв}}$), %
п.7.1. Збраковані матеріали та комплектуючі ізолюють на складі металу. п. 7.8. Записи щодо здійснення вхідного контролю якості на закуплені матеріали (комплектуючі) мають бути зареєстровані у журналі (форма 12) та перевірені їх відповідні параметри: марка сталі, № плавки тощо.	З 13 збракованих позицій, тільки 2 зберігаються в ізоляторі браку. Перевірено 10 заявок на вхідний контроль якості матеріалів. У 5-ти випадках: відсутні записи з номеру плавки, марки матеріалу.	$C_{\text{вв}1} = 15,4$ $C_{\text{вв}8} = 50$

Розглянемо приклад розрахунків рівня виконання вимог СТП за кожною його операцією, порівнюючи докази аудиту та його критерії (дані табл. 4.1), використовуючи формули (4.1 та 4.2):

$$\bar{C}_{\text{вс}} = \frac{15,4\% + \dots 50\% + \dots 35\%}{15} = 65\% ,$$

де $C_{\text{вс} 1} = 2 / 13 * 100 \% = 15,4 \%$ – рівень виконання вимог за п. 7.1. СТП;

$C_{\text{вс} 8} = 5 / 10 * 100 \% = 50 \%$ – рівень виконання вимог за п. 7.8. СТП;

$C_{\text{вс} 15} = 35 \%$ – рівень виконання вимог за п. 7.15. СТП.

Загальний рівень виконання операцій СТП або показник виконання процесу

($\bar{P}_{\text{пр.}}^{\text{вик.}}$) в цілому, тобто за усіма категоріями СТП дорівнює:

$$\bar{P}_{\text{пр.}}^{\text{вик.}} = \frac{81\% + 90\% + 89\%}{3} = 85\% .$$

У наведеному прикладі цей показник свідчить про те, що в середньому рівень виконання операцій СТП на цей процес становить – 85%.

Аналогічно розраховували початковий рівень показників виконання процесів ($\bar{P}_{\text{пр.}}^{\text{вик.}}$) у інших структурних підрозділах підприємства, який становить: ВУП – 55%; ВМЗ – 85%; ВГК – 54%; ВГМ – 74%.

Для встановлення причин (невипадкові або особливі), які впливають на поліпшення способу виконання процесу (або виконання операцій СТП) здійснювали його діагностування (2 розділ). Для виявлення зайвих документів та встановлення дублюючих або надлишкових операцій, використовували прийоми та способи аналізу, запропоновані Д. Харінгтоном [99] та застосовуючи діагностичні інструменти статистичного контролю якості, зокрема діаграма Парето, схема Ісікава тощо. Після визначення та усунення особливих (невипадкових) причин варіацій процесу, шляхом корегування способу його виконання, повторно здійснено оцінку рівня дотримання вимог цих СТП.

Перевірку гіпотези щодо різниці середніх значень показників виконання

$(\bar{P}_{\text{пр.}}^{\text{вик.}})$ процесів у структурних підрозділах підприємства (ВУП; ВМЗ; ВГК; ВГМ), які оцінювали до початку та після проведення експерименту, здійснювали за критерієм Стюдента. У даному випадку в якості вихідної величини використовують різницю між двома поточними елементами в поточній вибірці. Це дозволяє оцінювати в динаміці (у часі) наявність розбіжностей в математичному очікуванні цих вибірових значень. Сформулюємо гіпотези для розглянутого прикладу, тобто процесу «Закупівля»:

H_0 – різниці середніх значень показників виконання процесу $(\bar{P}_{\text{пр.}}^{\text{вик.}})$ отриманих до та після експерименту значимо не відрізняються від нуля, тобто

$H_0: (P_{\text{пр.1}}^{\text{вик.}} - P_{\text{пр.2}}^{\text{вик.}}) = 0$; H_1 – різниці середніх значень показників виконання процесу

$(\bar{P}_{\text{пр.}}^{\text{вик.}})$ отриманих до і після експерименту значимо відрізняються від нуля,

тобто $H_1: (\bar{P}_{\text{пр.1}}^{\text{рез.}} - \bar{P}_{\text{пр.2}}^{\text{рез.}}) \neq 0$. Оберемо рівень значущості $\alpha = 0,05$, врахуємо, що ступінь свободи $l = n - 1 = 17$. Оскільки $t_{\text{крит.}} = 2,11$; $t > t_{\text{крит.}}$, тому гіпотеза H_0 про відсутність різниці середніх значень показників виконання процесу $(\bar{P}_{\text{пр.}}^{\text{вик.}})$ відкидається на рівні значущості 0,05 та приймається гіпотеза H_1 .

Аналогічно перевіряли інші процеси СУЯ, які використовували в рамках експерименту. Ефективність застосування розробленого комплексного підходу до послідовного оцінювання СУЯ підтверджено підвищенням статистичної керованості її процесів (або підвищення показників виконання процесів), у структурних підрозділах підприємства, у середньому, на 13 %, зокрема: у ВУП на 20%; у ВГК на 14 %; у ВМЗ на 8 %; у ВГМ на 11 % . Отримані результати представлені на рис. 4.1. Цей підхід має універсальний характер та може використовуватися в організаціях, які розробляють чи мають СУЯ у відповідності з вимогами ДСТУ ISO 9001 [1]. Методику кількісного оцінювання показників виконання процесів аудитор застосовує для оцінки стабільності (або

впровадження) СУЯ. Цю методику також може бути використано органами зі сертифікації СУЯ для кількісної оцінки її впровадження на підприємстві.

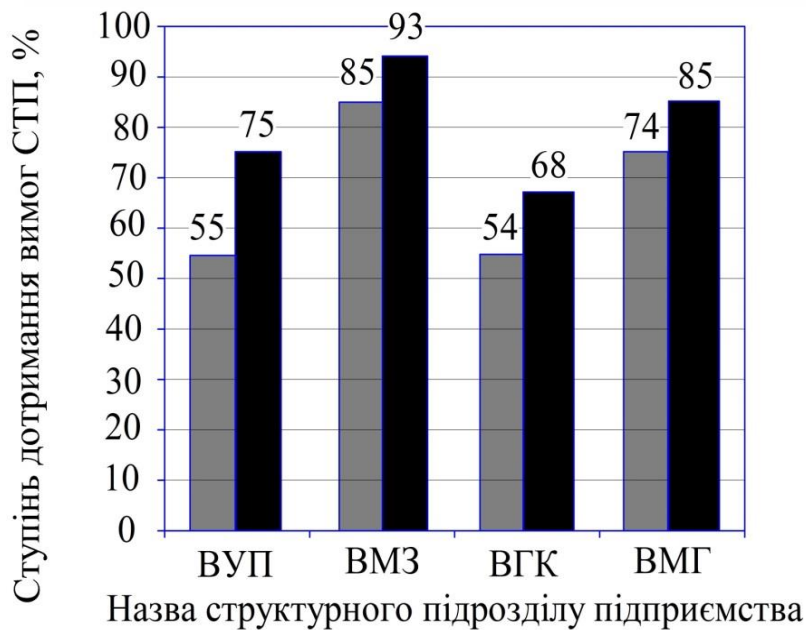


Рис. 4.1. Зростання статистичної керованості процесів СУЯ

ВУП – відділ управління персоналом; ВМЗ – відділ маркетингу і збуту; ВГК – відділ головного конструктора; ВМГ – відділ головного механіка.

4.2 Методика встановлення нормативних значень показників виконання процесів ЖЦП

Своєчасність є важливим показником в умовах неритмічного виробництва машинобудівного підприємства, оскільки це впливає на своєчасне виконання контрактних вимог замовника продукції. Зокрема, несвоєчасна передача продукції попереднього процесу у ланцюгу взаємодії між «процесом-постачальник» та «процесом-споживач» (рис.2.1) призупиняє виконання наступного процесу через нестачу ресурсів на вході. Наприклад, закуплені матеріали (комплектуючі) мають бути доставлені процесом «Закупівля» у виробничий цех за три дні до їх використання для виконання попередніх операцій, згідно із технологічним процесом. Тому процеси ЖЦП, окрім нормативних значень для їх показників часу, які встановлюють лише для

кінцевої операції процесу, потребують також визначення поопераційних норм часу на основні й підготовчі операції їх виконання (враховуючи їх ймовірнісний характер).

У другому розділі запропоновано підхід, який ґрунтується на математично-статистичному аналізі даних та дає можливість без суб'єктивного встановлення причинно-наслідкового зв'язку вводити результативні КД, застосовуючи одночасне оцінювання відповідності процесу і його діагностування. Для аналізу результативності корегувальних дій, які вводять для поліпшення способу виконання процесу запропоновано застосовувати удосконалений метод парного статистичного порівняння значень двох сукупностей показників виконання процесів, тобто до і після введення цих дій. Цей підхід дозволяє підвищити статистичну надійність висновків аудиту про результативність процесу, а отже об'єктивно поліпшувати спосіб його виконання. В цьому випадку об'єктивне встановлення зв'язку між причинами, які впливають на виконання операцій процесу, та об'єктивний аналіз результативності КД, дозволить також використовувати цей підхід для встановлення норм якісного /своєчасного виконання процесу, тобто нормативний спосіб виконання цього процесу.

Таким чином, на основі проведених досліджень розроблено методику, яку використовують для встановлення нормативних значень показників виконання процесів ЖЦП (норми часу для кінцевої операції процесу та поопераційне нормування часу його виконання), яка потребує експериментальної перевірки. Розроблену методику розглянемо на конкретному практичному прикладі процесу «Закупівля» за критерієм його вчасного виконання. Одночасне оцінювання відповідності і діагностування процесу полягає в тому, що оцінюють фактичний час виконання процесу, відповідно з заданими нормами/вимогами до здійснення операцій процесів, встановлені в СТП (або застосовуючи існуючий спосіб виконання процесу), а потім визначають причини (невипадкові або особливі), які впливають на його своєчасне

виконання та усувають їх шляхом розробки КД, які вводяться для поліпшення способу виконання процесу. Для дослідження норм часу на виконання операцій процесу визначають мінімально необхідний об'єм вибірки (n), який формується за даними контрактів замовника продукції (далі контрактні замовлення), використовуючи формулу (2.5):

$$n = \frac{1,96^2 \times 50 \times 50}{10^2} = 96 \text{ спостережень,}$$

де $z_{1-\alpha}$ – квантиль розподілу Лапласа, який обирається залежно від рівня значущості. При рівні значущості $\alpha = 0,05$, $z_{1-\alpha} = 1,96$; ε – допустима помилка, яка обирається аудитором – 10%; $p = 50$ – варіація вибірки; $q = 100 - p$.

Операції, які детально досліджуються під час оцінювання відповідності, згідно з картою процесу (див.рис.2.2), такі: отримання заявки на закупівлю/постачання матеріалів (комплектуючих); оцінка постачальника, укладання договору із субпідрядником (на вході процесу); приймання матеріалів, у тому числі вхідний контроль якості матеріалів; порядок оформлення картки заміни матеріалів (у ході виконання процесу); своєчасна видача матеріалів (комплектуючих) у виробництво та їх заміна у випадку відсутності необхідного (на виході процесу). Математичний опис максимальної тривалості здійснення процесу представляє суму виконання всіх операцій процесу (при допущенні про їх послідовність), що оцінюють за формулами (2.20, 2.22, 2.23). Середнє значення часу операції процесу (\bar{T}_i) визначають за датами, які встановлені у вхідних та/або вихідних документах на процес та підтверджують його виконання. Наприклад, час операції проведення випробувань та лабораторних досліджень, у випадках надходження матеріалів без сертифікату якості, визначають за датами, що встановлені у заявці на проведення випробувань (початок операції), яка також містить дату отримання висновку на випробуваний зразок (кінець операції). У випадках, коли вихідні

та/або вхідні документи не мають дати, час здійснення операцій визначається шляхом спостереження за процесом.

Початком процесу є дата отримання заявки на закупівлю матеріалів (комплектуючих), а датою його завершення – передача матеріалів до виробництва. Висновок щодо вчасного виконання процесу формується в результаті порівняння із запланованою та фактичною датою завершення процесу. При цьому запланована дата завершення процесу позначена у графіку підготовки виробництва, а фактична дата завершення процесу позначена в лімітних картках видачі матеріалів у виробництво.

За даними оцінювання будують статистичний ряд, що містить варіанти x_i (результати оцінювання часу здійснення процесу, год) і відповідні частоти n_i (число випадків, які мають відповідний час здійснення процесу, год). Дані вибіркового дослідження показано у табл. 4.2.

Таблиця 4.2.

Аналіз тривалості здійснення процесу

x_i	5	6	7	7,5	8	9	10	13	Сума
n_i	4	12	43	18	9	5	3	2	96
$(x_i - \bar{X})^2$	5,29	1,69	0,009	0,16	0,49	2,89	7,29	32,49	50,309

Для обґрунтування причин несвоєчасного виконання процесу використовують діагностичні інструменти статистичного контролю якості, зокрема діаграма Парето, схема Ісікава тощо та розробляють відповідні КД по їх усуненню.

Для аналізу результативності КД, які вводять для поліпшення способу виконання процесу ЖЦП запропоновано застосовувати удосконалений метод парного статистичного порівняння значень двох сукупностей показників виконання процесів, тобто до і після введення цих дій (2 розділ). У загальному випадку, якщо оцінюють процес за одним показником його результативності, перевірка результативності КД зводиться до перевірки гіпотези щодо різниці середніх значень цих показників, які вимірюють до початку та після

проведення удосконалення процесу, використовуючи критерій Стюдента. У даному випадку під час оцінювання результативності КД будемо розглядати статистичну суттєвість зменшення результуючого часу. Цей метод пропонує в якості базових величин, які в подальшому статистично обробляються, використовувати парні вибірки, тобто розглядати розходження показника i -ої операції процесу до і після введення КД:

$$d_i = t_i' - t_i \quad (2.26)$$

де t_i' та t_i – тривалість i -ої операції відповідно до і після введення КД.

Для цього формують парну вибірку, знаходять для кожної пари елементів різницю їх значень d_i , та визначають середнє змін у кожній з операцій (\bar{X}_d), яке співвідноситься зі стандартним розсіюванням цих операцій (S_d). Критерієм для перевірки гіпотези H_0 служить статистика

$$t' = \frac{\hat{d}}{S(\hat{d})}, \quad (2.28)$$

де $S(\hat{d}) = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(d_i - \hat{d})^2}{n-1}}$ – середнє квадратичне відхилення.

Результати обчислень для наведеного прикладу процесу «Закупівля» надано у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Аналіз результативності КД процесу «Закупівля» до та після поліпшення процесу

Операції процесу	Тривалість операцій процесу (в годинах)		$d = \bar{X}_{1i} - \bar{X}_{2i}$	$(d - \bar{X}_d)^2$
	До поліпшення процесу \bar{X}_{1i}	Після поліпшення процесу \bar{X}_{2i}		
1. складання плану закупівель;	2	1,5	0,5	6,25
2. оцінка та вибір постачальника;	2,5	2,0	0,5	6,25

Продовження таблиці 4.3

3. перевірка відповідності матеріалів і комплектуючих відповідно до переліку технологічного оснащення;	3,5	0	3,5	0,25
4. укладення контракту на закупівлю;	3,0	1,0	2,0	1,0
5. закупівля та доставка матеріалів;	16,0	10,0	6,0	9,0
6. Реєстрація матеріалів, які надійшли на склад;	4,0	1,5	2,5	0,25
7. Вхідний контроль матеріалів;	3,4	3,4	0	9,0
– проведення додаткових випробувань і лабораторних досліджень у випадках надходження матеріалів без сертифікату якості: – Оформлення заявки за формою і передача в заводську лабораторію; – відбір проб та виготовлення контрольних зразків; – випробування.	20,0	8,0	12,0	81,0
8. Оформлення Карти дозволу на заміну матеріалу і передача для узгодження і затвердження у відповідні служби;	1,5	0,5	1,0	4,0
9. Передача матеріалів у виробництво.	2,5	0,5	2,0	1,0
Суми	58,4 год.	28,4 год.	30,0	109,9

Для підтвердження результативності розроблених КД сформуємо гіпотези: H_0 – вибірки взяті з однієї генеральної сукупності рівні, тобто $Mx_1 = Mx_2$; H_1 – середні двох вибірок не відповідають одній генеральній сукупності, тобто $Mx_1 \neq Mx_2$.

Знайдемо критичне значення $t_{\text{крит.}}$ розподілу Стюдента. Оберемо рівень значущості $\alpha = 0,05$, врахуємо, що ступінь свободи $l = n - 1 = 9$. Оскільки $t_{\text{крит.}} = (\frac{\alpha}{2}; l) = (0,025; 9) = 2,685$; $t > t_{\text{крит.}}$, тому гіпотеза H_0 щодо рівності генеральних середніх відкидається на рівні значущості 0,05 та приймається гіпотеза H_1 .

Таким чином експериментально доведено, що запропонований підхід дає можливість розробляти результативні КД та об'єктивно їх аналізувати. Наведений приклад підтверджує, що поліпшення способу виконання процесу «Закупівля» дозволило скоротити загальну тривалість його здійснення на 30,0 год (або на 48,6 %) за рахунок зменшення часу на окремі операції та усунення дублюючої (операція №3, табл. 4.3). При цьому встановлено норму його виконання, яка дорівнює 28,4 год.

4.3 Практичні рекомендації щодо оцінювання процесів життєвого циклу продукції

Згідно з дослідженнями, проведеними у третьому розділі, процеси ЖЦП безпосередньо спрямовані на виконання контрактних вимог замовника. Моніторинг СУЯ, який здійснюють через процеси ЖЦП (див. рис. 2.1) полягає в тому, щоб контрактні вимоги замовника продукції (в тому числі і внутрішнього) своєчасно та з мінімальним числом помилок у результатах роботи (в межах встановлених норм) були виконані протягом всього ланцюга процесів ЖЦП. Для цього використовують два способи: пряме та зворотне простежування процесів ЖЦП, які залежать від мети ВА та методу його оцінювання (оцінювання відповідності або діагностичне оцінювання).

Як приклад розробленого підходу до оцінювання процесів ЖЦП розглянемо випадок, коли строки постачання продукції не виконуються [115]. Звичайні пропозиції у таких випадках: збільшити строки виготовлення продукції у контракті замовника або дотримувати дату його виконання. Однак, у першому випадку замовник продукції буде не задоволеним, а у другому завжди є ризик зробити продукцію за більшу собівартість чи зробити її неякісною. Для виявлення дійсної причини та її усунення, необхідно проаналізувати відхилення від строків постачання продукції на кожному етапі її виробництва. В даному випадку критерії ВА – строки постачання продукції, встановлені у контракті замовника. Зробимо припущення, що досліджувані

процеси є стабільними, тобто вимоги СТП виконуються. Виконання строків оцінюють, починаючи з моменту надходження запиту від замовника до відвантаження продукції та відповідно до записів протоколів СТП (журнал реєстрації контрактів, виробничий графік виготовлення обладнання тощо) та НТД підприємства. Послідовність простежування строків виготовлення продукції на прикладі п'яти контрактів показано у додатку Б1. Виявлення та аналіз причин, пов'язаних з недотриманням строків постачання продукції здійснюють шляхом діагностування процесу, який ґрунтується на математично-статистичному аналізі, застосовуючи інструменти статистичного контролю якості (діаграма Парето, схема Ісікава тощо).

Допоміжні процеси своєчасно забезпечують процеси ЖЦП якісними ресурсами. Наприклад, своєчасно (за встановленими строками) та якісно (допустиме число помилок у результатах процесу, тобто НД) відремонтоване обладнання для виробничого цеху; своєчасно та якісно виконаний технічний контроль продукції тощо.

4.4 Удосконалена методика внутрішнього аудиту

За результатами досліджень, проведених у другому та третьому розділі розроблено методику «Внутрішній аудит СУЯ». Здійснення методики ВА структурно відповідає циклу PDCA (плануй – роби – перевіряй – впливай), оскільки після реалізації КД виникає типове завдання щодо оцінювання їх результативності і на цій підставі планування подальших аудитів. Початок циклу удосконалення процесів це – діючі СТП, в яких встановлено операції процесу, мету та показники для її оцінки (рис. 4.2). Якщо процес є результативним (результати процесу відповідають встановленим нормам), тоді цикл виконання цього процесу повторюється, тобто застосовують існуючий СТП. При цьому, оцінювання рівня результативності процесу ЖЦП здійснюють відповідно до розробленого статистичного підходу (2 розділ), де за основу

розрахунків його результатів взято метод кількісного оцінювання, а загальною оцінкою результативності цих процесів є значення дисперсії показника результативності ($\bar{P}_{\text{пр.}}^{\text{рез.}}$). Під показником результативності процесу ($\bar{P}_{\text{пр.}}^{\text{рез.}}$) будемо розуміти узагальнене середнє значення його результатів (%), які відповідають вимогам щодо якості та часу по відношенню до допустимих меж з ймовірністю $P=95$, тобто $\bar{P}_{\text{пр.}}^{\text{рез.}} \geq 95\%$. Після кожного значимого поліпшування показника результативності процесів ($\bar{P}_{\text{пр.}}^{\text{рез.}}$) можна зменшувати його допустиме значення. Якщо протягом визначених періодів оцінки результативності, які встановлює підприємство, процес стабільно досягає встановлених значень, або перевищує їх, то це свідчить про необхідність встановлення більш жорстких вимог до результатів процесу ЖЦП. Наприклад, зменшення допустимої норми часу на здійснення процесу та зменшення допустимої норми помилок у НД процесу (наприклад, допускається 1 помилка замість раніше встановлених 3).

Завершальним етапом циклу удосконалення процесів є розробка КД, перевірка їх результативності та стандартизація цих корегувань. Розроблена методика ВА, на відміну від існуючих, доповнена діагностуванням причин невідповідностей (особливі, загальні). Для усунення особливих причин невідповідностей (або варіацій) розробляють КД спрямовані на поліпшення показників виконання процесу ($\bar{P}_{\text{пр.}}^{\text{вик.}}$), а у випадку загальних причин розробляють КД, які мають забезпечити зменшення розсіювання значень показників їх результативності. Це дає можливість забезпечити безперервне удосконалення процесів СУЯ за рахунок постійного удосконалення способів його виконання.

Найбільшою перевагою запропонованої методики, у порівнянні з більшістю існуючих, є спрощена процедура оцінювання результативності СУЯ при одночасному збереженні високої статистичної надійності висновків аудиту.

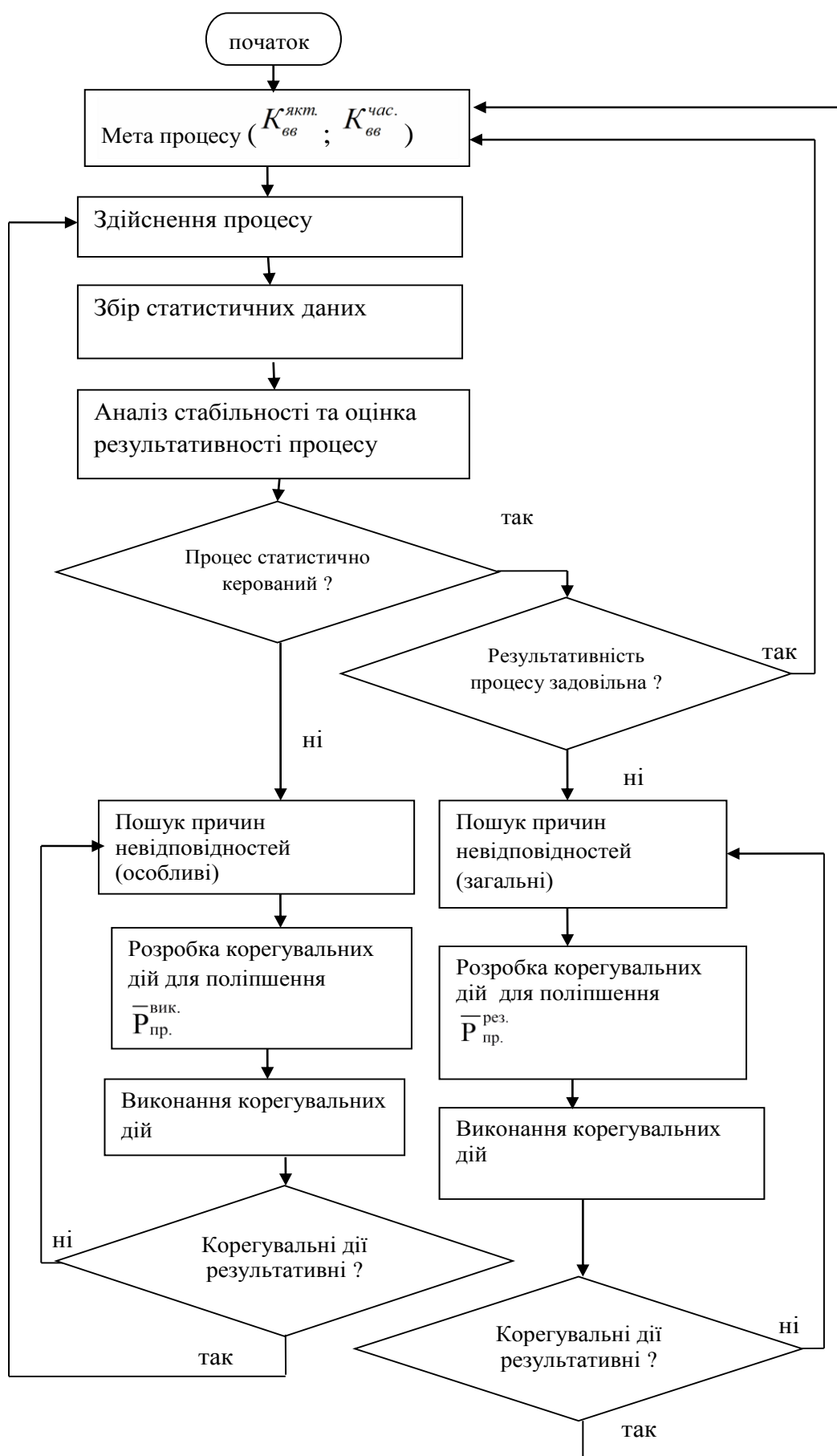


Рис. 4.2. Методика «Внутрішній аудит СУЯ»

У разі, якщо процес є нерезультативним, тоді виконується його діагностування з метою встановлення причин невідповідностей, які впливають на його результативність. Розглянемо практичний приклад діагностичного оцінювання допоміжного процесу «Управління технологічним устаткуванням» [116]. На етапі планування аудиторської перевірки здійснюється аналіз результатів процесу ЖЦП, який пов'язаний з процесом «Управління технологічним устаткуванням». У даному випадку – це процес «Виробництво продукції». Формулювання невідповідності дає початок аналізу причини для вироблення відповідних КД, що має бути вираженим у кількісній формі, відповідно до статистичного підходу. Наприклад, 30 % дефектної продукції процесу «Виробництво продукції» мають причину, пов'язану із невчасним технічним обслуговуванням устаткування. Для цього розробляють програму ВА.

Мета аудиту: визначення та усунення причин невідповідностей, пов'язаних із невчасним технічним обслуговуванням устаткування у виробничому цеху.

Об'єкт аудиту (процес, підрозділ): процес «Управління технологічним устаткуванням»: відділ головного механіка; ремонтний цех; виробничий цех.

Критерії аудиту: здійснення процесу відповідно до вимог СТП 29 «Управління технологічним устаткуванням» [117].

Зробимо припущення, що процес є стабільним, тобто вимоги СТП виконуються (записи щодо результатів процесу реєструються та підтримуються в робочому стані). Для аналізу результатів виконання процесу «Управління технологічним устаткуванням» збирають інформацію за попередній період, досліджуючи його основні операції: планування роботи ремонтного цеху відповідно до графіка планово-попереджувального ремонту (ППР) та вчасність його одержання процесом «Виробництво продукції», тобто до 25 числа попереднього місяця; облік та реєстрація позапланових (аварійних) ремонтів;

документальним підтвердженням виконання ремонту є акт виконаних робіт з ремонту устаткування.

Для наведеного прикладу розглянемо результати процесу «Управління технологічним устаткуванням» за характеристиками часу – $\overline{K}_{\text{вв}}^{\text{час.}}$, які оцінюють відповідно до формул (3.46–3.47), використовуючи число випадків невчасного усунення несправностей устаткування, згідно із заявками на ремонт від виробничого цеху. Наприклад, за результатами розрахунків отримано низький рівень вчасного усунення несправностей устаткування: $\overline{K}_{\text{вв}}^{\text{час}} = 66,5 \%$.

Для аналізу результатів процесу, які пов'язані з низьким відсотком вчасного усунення несправностей устаткування (66,5 %) та визначення його основної причини побудовано причинно-наслідкову діаграму (показано у додатку Б2). Для цього попередньо аналізують інформацію про причини невідповідностей, які впливають на своєчасне виконання ремонтних робіт. Інформація збирається з усіх доступних джерел: журнал реєстрації ремонтів; паспорти устаткування; графіки тощо.

Для усунення основної причини процесу розробляють КД, спрямовані на поліпшення способу його виконання. У даному випадку корекції змін у СТП 29 стосувалися організації планування робіт з техобслуговування та ремонту устаткування (встановлено порядок реєстрації заявки на аварійні ремонти).

На етапі контролювання СУЯ проведено аналіз процесу «Виробництво продукції» через шість місяців. За результатами аналізу (побудування діаграми Парето) визначено, що число випадків зупинки основного виробництва через невчасне усунення несправностей устаткування скорочено в 3 рази. Показник вчасного усунення несправностей устаткування після удосконалення процесу складає 92 %.

Апробацію методики ВА здійснено на підприємстві ПАТ завод «Павлоградхіммаш» та впроваджено в діяльність інших машинобудівних підприємств: ТОВ «Укрспецмаш», ПрАТ «Азовський машинобудівний завод.

Результати роботи було також використано при розробці стандартів підприємства (СТП) на СУЯ на вищепоказаних підприємствах, про що свідчать акти впровадження, наведені у Додатках.

4.5 Аналіз об'єктивності оцінювання СУЯ після удосконалення методики внутрішнього аудиту

У попередніх розділах встановлено, що саме можливість забезпечувати прийняття результативних КД та їх реалізія підтверджує об'єктивність результатів оцінювання СУЯ та є головною якісною ознакою ВА. У значній мірі через відсутність еталонів для порівняння та через неможливість повторення процесу розробки КД (унікальність рішень) застосування підходів, що визначають об'єктивність оцінки СУЯ за результатами ВА, наразі є неприйнятним. Зважаючи на це, перевірку того, наскільки результати ВА, після удосконалення його методів, забезпечують об'єктивне оцінювання СУЯ, здійснено через перевірку результативності розроблених та реалізованих КД. При цьому, вважали, що КД є результативними, якщо після їх виконання зменшено загальне число невідповідностей СУЯ та відсутні випадки повторення тих самих (або типових) невідповідностей. Дані щодо числа виявлених невідповідностей за результатами ВА та розроблених КД для їх усунення було зібрано на трьох машинобудівних підприємствах: ВАТ завод «Павлоградхіммаш»; ТОВ «Укрспецмаш»; ПрАТ «Азовський машинобудівний завод». Для оцінки взаємозв'язку розроблених КД із методами ВА та перевірки гіпотези про відмінність їх результативності до і після удосконалення цих методів, застосовували непараметричний метод та χ^2 -критерій Пірсона.

Сформулюємо гіпотези: H_0 – результативність КД до і після удосконалення методів ВА є однаковою; H_1 – результативність КД за методами ВА відрізняється. Отримані дані згрупуємо в таблицю спряженості (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Дані для розрахунку χ^2 -критерію Пірсона

Методи ВА	число розроблених КД		Усього випадків невідповідностей СУЯ, виявлених за результатами ВА
	КД не результативні	КД результативні	
Після удосконалення	a 4	b 47	a + b 51
До удосконалення	c 30	d 18	c + d 48
Σ	a + c 34	b + d 65	n = a + b + c + d 99

Знайдемо значення χ^2 [103]:

$$\chi^2 = \frac{(4 \times 18 - 47 \times 30)^2 \times 99}{51 \times 48 \times 34 \times 65} = 19,62. \quad (4.3)$$

Для цього виберемо необхідний рівень статистичної значущості ($\alpha = 0,05; 0,01; 0,001$). Якщо обчислене значення більше, ніж критичне, нульова гіпотеза відхиляється. За числом ступенів свободи $n'(df) = (2-1) \times (2-1) = 1$ (2.21) та рівня значущості α із таблиці критичних значень χ^2 :

- при $\alpha = 0,05$ $\chi_{05}^2 = 3,84$;
- при $\alpha = 0,01$ $\chi_{01}^2 = 6,64$;
- при $\alpha = 0,001$ $\chi_{001}^2 = 10,83$.

Встановлено, що $\chi^2 > \chi_{001}^2$, тому гіпотезу H_0 відкидаємо та приймаємо гіпотезу H_1 – про відмінність результативності КД до та після удосконалення методів ВА, яка є значимою ($\alpha < 0,001$) із достовірністю $1 - \alpha = 1 - 0,001 = 0,99$ або 99%. Це дає можливість стверджувати, що удосконалення методів ВА суттєво впливає на результативність розроблених КД.

Розраховуючи співвідношення між числом невідповідностей СУЯ та числом результативних КД (табл. 4.4) встановлено, що з десяти невідповідностей – 3,8 є результативними до удосконалення методу та – 9,2 після його удосконалення. Отже, при застосуванні удосконалених методів ВА результативність КД збільшується, у середньому, у два з половиною рази.

Висновки до розділу 4

1. Проведено експериментальну перевірку розробленого підходу до послідовного оцінювання СУЯ у реальних виробничих умовах машинобудівного підприємства, працездатність якого підтверджено підвищенням статистичної керованості її процесів, у структурних підрозділах підприємства, у середньому, на 13 %.

2. Експериментально підтверджено гіпотезу щодо зменшення суб'єктивності введення КД для поліпшення способу здійснення процесу ЖЦП та розроблено методику, яку використовують для встановлення нормативних значень показників виконання його операцій (норми часу для кінцевої операції процесу та поопераційне нормування часу його виконання). Апробацію методики здійснено на прикладі процесу «Закупівля», що дало можливість шляхом поліпшення способу його виконання скоротити загальний час його здійснення на 30,0 год або 48,6 % за рахунок зменшення часу на окремі операції та усунення дублюючої. Встановлено норму його виконання, що дорівнює 28,4 год.

3. Ґрунтуючись на одержаних експериментальних даних, проведених у третьому розділі, розроблено методику «Внутрішній аудит СУЯ», яка, на відміну від існуючих, доповнена діагностуванням причин невідповідностей. Іншою перевагою методики є спрощена процедура оцінювання результативності СУЯ при одночасному збереженні високої статистичної надійності висновків аудиту.

4. Проведено аналіз результативності розроблених та реалізованих КД до та після поліпшення процесів СУЯ, які доводять ефективність запропонованого кількісного методу оцінювання, що дозволяє отримати методику ВА з характеристиками, прийнятними для її подальшого використання. Це підтверджено зменшенням загального числа невідповідностей у процесах, у середньому, у 2,5 рази, та відсутністю випадків повторення тих самих (або типових) невідповідностей СУЯ. Методику впроваджено в діяльність трьох машинобудівних підприємств, що підтверджено відповідними актами, наведеними в додатку.

Отримані у четвертому розділі результати, відображені в публікаціях [113,115,116].

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Застосовуючи основні положення управління якістю і методологію системного аналізу розроблено вербальну модель СУЯ та запропоновано оцінювати її результативність через процеси ЖЦП. Це дало можливість не тільки спростити моніторинг СУЯ та зменшити час на збирання доказів аудиту за рахунок зменшення числа її процесів та числа показників для їх оцінювання, але й забезпечити простежування вимог замовника для їх оцінки на кожному етапі виробництва продукції.

2. Обґрунтовано комплексний підхід до послідовного оцінювання СУЯ та розроблено алгоритм його реалізації з використанням відповідних критеріїв статистичної керованості, що надає можливість аудитору робити більш достовірні висновки про невиконання операцій процесів. Це дозволило кількісно оцінити степінь впровадження СУЯ та підвищити статистичну керованість її процесів, в середньому, на 13%.

3. Для зменшення суб'єктивності аналізу результативності корегувальних дій, які вводять для поліпшення способу виконання процесу запропоновано застосовувати удосконалений метод парного статистичного порівняння значень показників їх виконання. На основі цього підходу розроблено методику для встановлення нормативних значень показників виконання процесів ЖЦП. Апробацію методики здійснено на прикладі процесу «Закупівля», що дало можливість поліпшити спосіб його виконання шляхом скорочення загального часу його здійснення на 30,0 год (або 48,6 %) та встановити норму його виконання, яка дорівнює 28,4 год.

4. Досліджено можливості методики ВА забезпечувати зменшення числа скарг від замовників та встановлено відмінність у оцінюванні результативності процесів ЖЦП і допоміжних. Це дає можливість удосконалити спосіб планування контрольних перевірок, які здійснюються, виходячи з даних аналізу попередніх скарг замовника продукції, та більш ефективно виявляти невідповідності СУЯ, які викликають скарги замовника. Встановлення

конкретних критеріїв аудиту для оцінювання результативності процесів ЖЦП і допоміжних дозволяє відмовитись від класифікації невідповідностей СУЯ, що значно спрощує процедуру її оцінювання.

5. Розроблено фізичну модель статистичного оцінювання результативності процесів ЖЦП, яка дозволяє нормувати вплив випадкових величин для оцінки їх стабільності та встановлювати граничні значення статистичних показників результативності, пов'язаних із контрактними вимогами замовника продукції. На її основі розроблено методику кількісного оцінювання процесів ЖЦП, яка відрізняється тим, що для загальної оцінки процесу використовується не середнє значення показника, а його дисперсія, яка характеризує його можливості забезпечувати якісні результати, враховуючи при цьому умови неритмічного виробництва машинобудівного підприємства.

6. Досліджено вплив результатів процесів ЖЦП на стабільне виконання вимог замовника продукції та встановлено аналітичний зв'язок між показниками результативності цих процесів і результатом функціонування СУЯ. Це дозволило обґрунтувати чисельний показник для загальної оцінки результативності СУЯ, який, на відміну від існуючих виражений числом скарг від замовників продукції. Отримане рівняння регресії дозволяє використовувати його для прогнозу очікуваного числа скарг.

7. Розроблену методику ВА, застосування якої збільшує результативність коригувальних дій, у середньому у 2,5 рази, апробовано та впроваджено у практичну діяльність машинобудівних підприємств. Методика має універсальний характер та може бути використана на промислових підприємствах, які розробляють чи мають СУЯ. Розроблену методику оцінювання показників виконання процесів може бути використано органами зі сертифікації СУЯ для кількісної оцінки її впровадження на підприємстві.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ ISO 9001–2015. Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2015, IDT); ДСТУ ISO 9001:2016. – Чинний від 2009-07-01.–К.: Держспоживстандарт України, 2016. – 22с. – (Національний стандарт України).
2. Яцюк О.С. Аналіз результатів діяльності та оцінка перспектив розвитку машинобудівних підприємств Івано-Франківської області / О.С. Яцюк // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Менеджмент та підприємництво. – 2007. – № 576 – С. 348 – 354.
3. Зубкова А. Б. Сутність впровадження системи управління якістю в процесі інтеграції [Текст]/ А. Б. Зубкова // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний університет». Технічний прогрес і ефективність виробництва. – 2006. – № 02 (1). – 271 с.
4. Гура С. Впровадження СУЯ: різні погляди на принципові питання / С. Гура // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2005. – № 6. – С. 50 – 58.
5. Ситніченко В., Стоякін Є., Кісельова Г. Сучасні системи менеджменту як інструмент виходу з кризи. //Стандартизація, сертифікація, якість. – 2009. – №3. – С. 57–61.
6. Паракуда В. Запровадження сучасних систем управління / В. Паракуда, Р. Огірко, А. Сухенко, Л. Шишкіна // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2008. – № 3. – С. 47– 51.
7. ДСТУ ISO 9000–2007. Системи управління якістю. Основні положення та словник (ISO 9000:2005, IDT). –Чинний від 2008 –01–01. – К.: Держстандарт України, 2008. –29 с. – (Національний стандарт України).
8. Конти Т. Самооценка в организациях: пер. с англ., науч. ред. В.А. Лapidус. [Текст]/ Т. Конти. – М.: Стандарты и качество, 2000 – 328 с.
9. Горбунов А. В. Критические точки качества // Качество как условие повышения конкурентоспособности и путь к устойчивому развитию:

материалы I международной научно-практик. конф., 16-17 июля 2009 г. – Улан-Удэ: ВСГТУ, 2009. – 338 с.

10. Кондо Ё. Хосин канри — один из подходов японского менеджмента качества / Ё. Кондо // Методы менеджмента качества. – 2001. – № 5. – С.4–10.

11. Масааки И. Гемба кайдзен: Путь к снижению затрат и повышению качества: пер. с англ. [Текст] / И. Масааки. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 346 с.

12. Джонсон, Р. Системы и руководство (теория систем и руководство системами) [Текст] / Р. Джонсон, Ф. Каст, Д. Розенцвейг.; под ред. Ю. Гаврилова.; пер. с англ. Михайлова И. – [2-е изд. доп.]. – М.: Советское радио, 1971. – 648 с.

13. Адлер Ю. П. "Факты, факты, верти их так и сяк ты!" / Ю. П. Адлер. // Методы менеджмента качества. – 2006. – № 6. – С.38 – 41.

14. Адлер Ю. П. Методы постоянного совершенствования сквозь призму цикла Шухарта – Деминга / Ю. П. Адлер, Е. И. Хунузиди, В. Л. Шпер // Методы менеджмента качества. – 2005. – № 3. – С. 29 – 36.

15. Волкова В. Н. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: Справочник: учеб. пособие под ред. А. А. Емельянова / В. Н. Волкова. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 848 с.

16. Горбунов А.В. Проблемы менеджмента качества в России / А. В. Горбунов // Менеджмент сегодня. – 2007. – № 04 (40) – С. 214 – 222.

17. ДСТУ ISO 9004:2012 Управління задля досягнення сталого успіху організації. Підхід на основі управління якістю (ISO 9004:2009, IDT). – Чинний від 2012 –01–01. – К.: Держстандарт України, 2011. – 32 с. – (Національний стандарт України).

18. Шестаков А. Л. Антиуправление бизнесом или как не разрушить бизнес, улучшая его качество. / А.Л. Шестаков, Д.В. Маслов. – М.: Омега-Л, 2007 – 208 с.

19. Горбунов А. В. Система менеджмента качества – это инструмент, а не волшебная палочка / А. В. Горбунов // Менеджмент сегодня. – 2009. – № 01 (49) – С. 28 – 36.

20. Имаи М. Кайдзен: ключ к успеху японских компаний. [Текст] / М. Имаи. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. – 274 с.
21. Лебединец В.А. Управление качеством: учебное пособие [Текст] / В.А. Лебединец, С. Н. Коваленко. – Х.: Изд-во НФаУ. – 2-е изд., 2004. – 244 с.
22. Полховская Т.М. Система менеджмента качества организации: почему она не дает отдачи ? / Т.М. Полховская, Ю. П. Адлер, Е. Хунузиди, В. Шпер // Стандарты и качество. – 2004. – № 5. – С. 76 – 82.
23. Глазунов А. В. Постоянное улучшение. Экскурс в историю / А. В. Глазунов // Методы менеджмента качества. – 2003. – №1. – С. 17– 21.
24. Иванов В. А. Постоянное улучшение и его место в СМК организации / В. А. Иванов, В. М. Шилов, А. В. Оборин // Методы менеджмента качества. — 2004. – № 4. – С. 41– 45.
25. Качалов, В. А. Что такое «постоянное повышение результативности СМК»? / В. А. Качалов // Методы менеджмента качества. – 2006. – № 10. – С. 87 – 89.
26. Мельник Л. Г. Основи стійкого розвитку: Навчальний посібник / Л.Г. Мельник. – Суми: Університетська книга, 2005. – 654 с.
27. Раєвнєва О. В. Управління розвитком підприємства: методологія, механізми, моделі: Монографія / О. В. Раєвнєва. – Х.: ІНЖЕК, 2006 – 496 с.
28. Рахлин К. М. Механизмы непрерывного улучшения в российских компаниях / К. М. Рахлин, В.А. Чайка // Стандарты и качество. – 2006. – № 1. – С. 80 – 85.
29. Аванесов Е. К. Самооценка организационного профиля компании и СМК / Е. К. Аванесов, В. Е. Швец // Методы менеджмента качества. – 2005. – № 1. – С. 4 – 10.
30. Подлипаев Л. Д. Технология внедрения и постоянного улучшения системы менеджмента качества на предприятии / Л. Д. Подлипаев. – М.: Гелиос АРВ, 2004. – 408 с.

31. Рахлин К.М. Оценивание результативности системы менеджмента качества / К.М. Рахлин // Все о качестве. Отечественные разработки. – 2005. – вып. 35. – С.3 – 10.

32. ДСТУ ISO 19011:2013. Настанови щодо здійснення аудитів систем управління (ISO 19011:2011, IDT). – Чинний від 2013-07-01.–К.: Держспоживстандарт України, 2012. – 25с. – (Національний стандарт України).

33. Аксьонова Л.І. Менеджмент якості – нова концепція управління на машинобудівних підприємствах / Л.І. Аксьонова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. – № 5/3. – С. 7–11.

34. Аксьонова Л.І. Роль внутрішнього аудиту у механізмі постійного поліпшення результативності системи управління якістю / Л.І. Аксьонова // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2011. – № 4. – С.55 – 59.

35. Arter D. Three Steps To Audit Success [Электронный ресурс] / D. Arter. — Режим доступа: <http://www.auditguy.net>.

36. Nakajo T. An Empirical Study on Effective Quality System Audits based on the ISO 9000 series. / T. Nakajo K., Hikida. – 44th Evroopen Quality Congress Proceedings, 2000, p. 212–220.

37. Russell J.P. The Quality Audit Handbook. / J.P. Russell – Milwaukee, WI: ASQC Quality Press, 1997. – 225 p.

38. Новиков В. Н. Внутренний аудит системы менеджмента и контроль достоверности результатов испытаний / В. Н. Новиков, А. А. Никитюк, В. В. Новиков/[Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.novikov.biz.ua/uk/Articles/article-audit/>.

39. Аксенова Л.И. Обеспечение стабильных показателей качества машиностроительного предприятия по результатам внутреннего аудита / Л.И. Аксенова//Повышение надежности и долговечности оборудования нефтегазовой и химической промышленности: материалы I Междунар. конф.-выставки, 3–6 сентября 2013г. – Бердянск, 2013. С. 120 – 125.

40. Гиссин В. И. Управление качеством: учебное пособие для вузов [Текст] / В. И. Гиссин. – 2-изд., доп. и перераб. – М.: МарТ, 2003. – 395 с.
41. Каузек Дж. Усовершенствуйте свои аудиторские навыки / Дж. Каузек // Методы менеджмента качества. – 2008. – № 9. – С. 12 – 15.
42. Бейсова Р. С. Аудит качества: учебное пособие [Текст] / Бейсова Р. С. –Ульяновск: УлГТУ, 2006. – 66 с.
43. Лебединець В.О. Організація внутрішніх ризик-орієнтованих аудитів фармацевтичної системи якості / В.О. Лебединець, С.М. Коваленко // Управління, економіка та забезпечення якості в фармації. – 2012. – № 2 (22). – С. 21-26.
44. Качалов В. А. Аудит, добавляющий ценность,—это вопрос партнерства / В. А.Качалов, Карякин Р. А. // Методы менеджмента и качества. – 2010. – № 4. – С. 18–23.
45. Новиков В.М. Основы аудиту в лабораторіях. Навчальний посібник / В.М. Новиков, О.А. Никитюк. // Під загальною редакцією д.ф.-м.н., проф. В.Новикова. – Київ: Нора – Прінт. – 2004 р. – 234 с.
- 46.Козицына Н.В. Внутренний аудит интегрированной системы менеджмента с учетом бизнес-рисков организации / Н.В. Козицына // Методы менеджмента качества. – 2008. – № 2. – с. 14.
47. Либезман С. Новая методология аудитов, добавляющих ценность / С. Либезман. // Серия «Все о качестве. Зарубежный опыт». Вып. 38. – М.: НТК «Трек», 2002. – С.15 – 29.
48. O’Hanlon T. Quality audits for ISO 9001:2000: Making compliance value-added / Tim O’Hanlon. – ASQ Quality Press, 2001. – 240 p.
49. Аванесов Е. К. Аудит, добавляющий ценность / Е. К. Аванесов. // Методы менеджмента качества. – 2001. – № 8. – С. 14–17.
50. Віткін Л. Нові підходи до проведення аудитів /Л. Віткін// Стандартизація, сертифікація, якість. – 2008. – № 1. – С.33 – 36.

51. Артемьева М.Н. Анализ результативности процесса внутреннего аудита / М.Н. Артемьева, К.М. Рахлин. // Методы менеджмента качества. – 2004. – № 2. – С. 43 – 46.

52. Лебединець В.О. Підвищення результативності внутрішніх аудитів систем управління якістю фармацевтичних підприємств / В.О. Лебединець, С.М. Коваленко // Вісник фармації. – 2011. – №1(65) – С. 56-58.

53. Аксьонова Л.І. Застосування системно-процесного підходу для побудови моделі якості внутрішнього аудиту системи управління якістю / Л.І. Аксьонова // Стратегия качества в промышленности и образовании: материалы VII Междунар. конф. (в 3-х том.), 03–10 июня 2011г. – Варна (Болгария), 2011. Т1(3). С.618–621.

54. Аксёнова Л.И. Повышение ценности результатов внутреннего аудита через систему мотивации (на примере машиностроительного предприятия) / Л.И. Аксёнова // Качество, Стандартизация, Контроль: Теория и практика: тезисы докл. XI Междунар. научн.-практич. конф., 26–30 сентября 2011 г. – Ялта, 2011. С. 3– 6.

55. Никитин В.А. Оценивание результативности и эффективности корректирующих и предупреждающих действий / В.А. Никитин // Методы менеджмента качества. 2003. – № 7. – С. 49–52.

56. Аксьонова Л.І. Внутрішній аудит якості як інструмент удосконалення методів управління підприємства / Л. І. Аксьонова // Стратегия качества в промышленности и образовании: материалы VIII Междунар. конф. (в 3-х том.), 08–15 июня 2012 г. – Варна (Болгария), 2012. Т3 (2). С. 498 – 501.

57. Ткаченко Н. М. Організація внутрішнього аудиту на промислових підприємствах: монографія [Текст]/ Н. М. Ткаченко.– Запоріжжя: Вид-во Запорізької державної інженерної академії, 2002. – 504 с.

58. Кузьминский А. Аудит: практическое пособие/ А. Кузьминский, Н. Кужельный, Е. Петрик и др. – К., 1996. – 283 с.

59. Терехова Т. В. Диалог консультанта с внутренним аудитором. От аудита соответствия к аудиту улучшений / Т. В. Терехова, А. Н. Грачев. – Н. Новгород: Приоритет, 2004. – 97с.

60. Горбунов А.В. Аудит процессов или аудит подразделений ? / А.В. Горбунов // Методы менеджмента качества. – 2007. – № 1. – С. 15 –18.

61. Рассел Д. П. Аудит процессов и методы его проведения / Д. П. Рассел // Методы менеджмента качества. – 2007. – № 5. – С. 8– 12.

62. Гуленков В. Ю. Аудит системы менеджмента качества должен быть системным. / В. Ю. Гуленков, С.С. Шаталина // Стандарты и качество – 2006. – №7. – С. 78–82.

63. Лебединець В.О. Актуальність процесно-орієнтованих аудитів систем управління якістю / В.О. Лебединець , О.Ю. Береговенко // Тези доп. II наук.-практ. конф. “Управління якістю в фармації” (25 травня 2007 р., м. Харків).– Х.: Вид -во НФаУ, 2007. – С. 26.

64. Kausek J. The Management System Auditor’s Handbook. – ASQ Quality Press. – 2006. – 413 p.

65. Robertson B. Lectures on quality audits. – Milwaukee, WI: ASQC Quality Press, 1992. – 126 с.

66. Якушев М.В. Проблемы внутреннего аудита / М.В. Якушев // Методы менеджмента качества. – 2004. – № 4. – С. 47– 48.

67. Горбунов А.В. Практический менеджмент качества / А.В. Горбунов // Менеджмент сегодня. – № 05 (41) – 2007– С. 304 – 313.

68. Каменкова М.С. Процессно-ориентированное внедрение ЕКР- систем. /М.С. Каменкова, А.И. Громов, А.В. Гуслистая.//Методы менеджмента качества. – № 3 – 2002– С. 4 – 10.

69. Гончаров, Э. Н. Как разработать систему менеджмента качества в соответствии с процессным подходом / Э. Н. Гончаров // Стандарты и качество. – 2003. – № 12 – С. 64 – 69.

70. Лебединець В.О. Аудит якості // Фармацевтична енциклопедія / гол. ред.: В.П. Черних. 2-ге вид., доповн. – К.: МОРІОН, 2010. – С. 139 – 140.

71. Тишков Ю. С. Оценка функционирования системы менеджмента качества по результатам внутреннего аудита / Ю. С. Тишков // Методы менеджмента качества. – 2009. – № 4. – С. 18 – 23.

72. Бойко Т.Г. Огляд методів визначення вагових коефіцієнтів показників властивостей продукції / Т.Г. Бойко // Методи та прилади контролю якості. – 2010. – №24. – С.84–89.

73. Федюкин В. К. Основы квалиметрии. Управление качеством продукции: учеб. пособие / В. К. Федюкин. – М.: Информационно – издательский дом «Филинь», 2004. – 296 с.

74. Ковалев А. И. Результативность, эффективность, производительность, или Что не обходимо измерять предприятию /А. И. Ковалев // Методы менеджмента качества. – 2008. – № 6. – С. 24 – 29.

75. Скрипко Л. Е. Проблемы оценивания результативности процессов в СМК /Л. Е. Скрипко // Методы менеджмента качества. –2007.–№ 11.– С.28 – 34.

76. Шичков Н. А. Как измерить характеристики процессов СМК / Н. А. Шичков // Методы менеджмента качества. – 2005. – № 2. – С 14 – 17.

77. Васильков, Ю. В. Управление процессами / Ю. В. Васильков // Методы менеджмента качества. – 2008. – № 4. – С. 8 – 11.

78. Щвец В. Е. К вопросу определения результативности и эффективности / В. Е. Щвец // Методы менеджмента качества. – 2004. – № 6. – С. 4 – 8.

79. Степанов А. В. Оценка результативности СМК: методический аспект / А. В. Степанов // Стандарты и качество. – 2009. – № 1. – С. 70 – 78.

80. Андерсен Б. Бизнес – процессы. Инструменты совершенствования.: пер. англ. С. В. Ариничева; науч. ред. Ю.П. Адлер. / Б. Андерсен. – М.: РИА Стандарты и качество, 2005. – 272 с.

81. Гличев А. В. Что такое качество? / А. В. Гличев, Г. Г. Азгальдов, В. П. Панов. – М.: Экономика, 1968. – 135с.
82. Туркин В. Г. Качество машиностроительной продукции / В. Г. Туркин, Б. И. Герасимов, В. Д. Жариков. – Тамбов: Тамб. гос. техн. ун-т, 2005. – 104 с.
83. Булгакова Е.В. Совершенствование методики оценки системы менеджмента качества / Е.В. Булгакова// Вестник Алтайского государственного аграрного университета.– 2009. №12 (42). – С. 94 – 98.
- 84.Калита Т. Три рівні зрілості системи управління / Т. Калита // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2010. – № 5. – С. 57– 62.
- 85.Адлер Ю. П. Статистическое мышление – основа непрерывного совершенствования СМК / Ю. П. Адлер, Е. И. Хунузиди, В. Л. Шпер // Методы менеджмента качества. – 2006. – № 8. – С. 36 – 43.
86. Шпер В. Л. Статистическое мышление как практический инструмент системного анализа / В. Л. Шпер. // Методы менеджмента качества. – 2006. – № 6. – С. 42 – 48.
87. Деминг Э. Выход из кризиса. Новая парадигма управления людьми, системами и процессами: пер с англ. / Э. Деминг. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. – 370 с.
88. Уиллер Д. Статистическое управление процессами. Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта: пер. с англ. / Д. Уиллер, Д. Чамберс. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2009. – 125 с.
89. Володарський Е.Т. Статистична обробка даних: навч. посібник. / Е.Т. Володарський, Л.О. Кошева. – Київ: НАУ, 2008. – 308 с.
90. О'Коннор Дж. Искусство системного мышления: Необходимые знания о системах и творческом подходе к решению проблем / Дж. О'Коннор – М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. – 256 с.
91. Нарівський О. Е. Вимірювання та оцінювання процесів життєвого циклу продукції для забезпечення стабільності показників якості продукції / О.

Е. Нарівський, Л.І. Аксьонова // Системи розробки та постановки продукції на виробництво: матеріали наук.-практ. конф., 17–20 травня 2016 р. – Суми, 2016. С. 290 – 292.

92. Аксёнова Л.И. Внутренний аудит системы менеджмента качества. Количественная оценка процессов / Л.И. Аксёнова, Г.М. Коваль // Технологічний аудит та резерви виробництва. – 2013. – № 4/1. – С. 3–6.

93. Аксьонова Л.І. Вимірювання процесів системи управління якістю з використанням методики «Шість сигм» / Л.І. Аксьонова // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2010. – № 6. – С. 51 – 54.

94. Аксёнова Л. И. Инструменты внутреннего аудита для оценки системы менеджмента качества машиностроительного предприятия / Л.И. Аксёнова // Стратегия качества в промышленности и образовании: материалы VI Междунар. конф. (в 4-х том.), 4–11 июня 2010 г. – Варна (Болгария), 2010. Т1 (2). С. 494–497.

95. Азгальдов Г. Г. Деревья свойств в оценке качества продукции / Г. Г. Азгальдов, Т.Н. – М.: ЦЭМИ РАН, 2007. – 98 с.

96. Володарский Е.Т. Применение робастных методов при оценивании результатов экспериментальных исследований / Е.Т. Володарский, Л.А. Кошечая // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. ВНТУ-2014. – № 3 (25). – С. 34–38.

97. Аксьонова Л. І. Застосування статистичних методів для діагностичного оцінювання процесів системи управління якістю при проведенні внутрішнього аудиту / Л. І. Аксьонова // Молодий вчений. – 2015. – №9. – С.20–23.

98. Володарський Є.Т. Застосування статистичного підходу до оцінювання результативності процесів для їх постійного поліпшення/Є.Т. Володарський, Л.І. Аксьонова // Метрологія та прилади. – 2018.–№ 2.–С.36– 39.

99. Харрингтон Д. Оптимизация бизнес-процессов. Документирование, анализ, управление, оптимизация / Д. Харрингтон, К. С. Эсселинг, Х. В. Нимвеген. – Санкт-Петербург.: Азбука, 2002. – 320 с.

100. Нефьодов В. М. Використання принципів моделі «just-in-time» при організації міжміських автомобільних перевезень / В. М. Нефьодов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий – 2009. – №2/ 6 (38). – С.18 – 21.

101. Анализ претензий заказчика продукции: СТП 18: 2010.– [Действующий с 2010-05-19]. – ЧАО завод «Павлоградхиммаш», 2010. – 19 с. – (стандарт предприятия).

102. Коваль Г. Дослідження ефективності методів внутрішнього аудиту системи управління якістю / Г. Коваль, Л. Аксьонова // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2012. – № 1. – С.53–57.

103. Василенко О. А. Математично-статистичні методи аналізу у прикладних дослідженнях: навч. посіб. / О. А. Василенко, І. А. Сенча. – Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2011. – 166 с.

104. Гржибовский А. М. Доверительные интервалы для частот и долей / А. М. Гржибовский // Экология человека. – 2008. – № 5. – С. 57–60.

105. Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювання. Частина 1. Основні положення та визначення:(ISO/IEC 5725-1:1994, IDT): ДСТУ ГОСТ ИСО 5725-1:2005. – Чинний від 2006-07-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 31с. – (Національний стандарт України).

106. Святець Ю. А. Кліометрика. Формально–кількісні та математико – статистичні методи: Підручник. / Ю. А. Святець. –Д.: Вид-во ДГУ, 2003.– 384 с.

107. Мхитарян В.С. Исследование зависимостей методами корреляции и регрессии. / В.С. Мхитарян, Л.И. Трошин //– М.: МЭСИ, 2004. – 51 с.

108. Нарівський О. Е. Дослідження впливу методів внутрішнього аудиту на поліпшування результативності системи управління якістю машинобудівного підприємства / О. Е. Нарівський, Л. І. Аксьонова // Молодий вчений. – 2016. – №3. – С.268 – 271.

109. ГОСТ Р 50779.11-2000 (ИСО 3534.2-93). Статистические методы. Статистическое управление качеством. Термины и определения [Текст]. – Введ. с 01.07.2001. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 41с.

110. Володарський Є.Т. Статистична модель оцінювання результативності процесів життєвого циклу продукції машинобудівного підприємства / Є.Т. Володарський, Л.І. Аксьонова // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2017. – № 3. – С. 14 – 21.

111. Freund, J.E. Mathematical Statistics 4th Ed. / J.E. Freund, R.E. Walpole. – N.-Y.: Prentice-Hall, Inc., 1987.

112. Володарський Є.Т. Інтегральний показник для кількісної оцінки результативності системи управління якістю на прикладі машинобудівного підприємства / Є.Т. Володарський, Л.І. Аксьонова // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2017. – № 4. – С. 7 – 19.

113. Коваль Г. Оцінювання ступеня виконання вимог стандартів підприємства. Методика внутрішнього аудиту якості / Г.Коваль, Л. Аксьонова // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2013. – № 1. – С.44–48.

114. Управление закупленной продукцией: СТП 25: 2010.– [Действующий с 2010-04-22]. – ЧАО завод «Павлоградхиммаш», 2010. – 23 с. – (стандарт предприятия).

115. Коваль Г. Підхід до проведення внутрішнього аудиту якості процесів життєвого циклу продукції з метою оцінювання виконання вимог замовників / Г. Коваль, Л. Аксьонова // Якість, стандартизація та сертифікація: матеріали всеукр. наук.-практ. конф., 12 жовтня 2012 р. –Київ, 2012. С. 82–84.

116. Аксьонова Л.І. Удосконалення процесу внутрішнього аудиту на промисловому підприємстві / Л.І. Аксьонова, О.Е. Янішевський // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2007. – № 4. – С. 49–53.

117. Управление технологическим оборудованием: СТП 29: 2010.– [Действующий с 2010-04-22]. – ЧАО завод «Павлоградхиммаш», 2010. – 12 с. – (стандарт предприятия).

ДОДАТОК А

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА УДОСКОНАЛЕНИХ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ СУЯ

А1. Визначення відносних величин частоти виявлення невідповідностей СУЯ, що спричиняють скарги замовника продукції за даними ВАТ завод «Павлоградхіммаш»

Для розрахунків використовували дані щодо числа невідповідностей СУЯ (N) та числа скарг замовника (m) за розділами ДСТУ ISO 9001 за досліджуваній період. Визначення відносних величин (\bar{P}) числа скарг та невідповідностей СУЯ та рівні значимості їх різниць для різних розділів ДСТУ ISO 9001 виконано за допомогою комп'ютерної програми з використанням пакета MS Excel.

4 Розділ. СУЯ:

$$\bar{P} = \frac{5}{88} = 0,056 \text{ або } 5,6 \%, \quad (\text{A1.1})$$

де $N_4 = 88$, $m_4 = 5$.

Оскільки $\bar{P} \leq 25\%$, то для оцінки точності та надійності \bar{P} застосовують допоміжну перемінну Фішера:

$$\varphi_4 = 2 \arcsin \sqrt{0,056} = 0,478; \quad (\text{A1.2})$$

Середня квадратична помилка:

$$\tilde{\sigma}_{\varphi_4} = \frac{1}{\sqrt{88}} = 0,107; \quad (\text{A1.3})$$

95% довірчий інтервал для φ_4 (при $t_{95} = 1,96$):

$$\varphi_4 = 0,478 \pm 1,96 \times 0,107; \quad \varphi_{4n} = 0,268; \quad \varphi_{4B} = 0,688. \quad (\text{A1.4})$$

95% довірчий інтервал для P_4 :

$$P_{4n} = \sin^2 \frac{0,268}{2} = 0,018, \text{ або } 1,8\%; \quad (\text{A1.5})$$

$$P_{4B} = \sin^2 \frac{0,688}{2} = 0,107, \text{ або } 10,7\%.$$

З надійністю 95% можна стверджувати, що вірогідність виявлення невідповідностей СУЯ, що спричиняють скарги замовника продукції за 4 розділом стандарту знаходиться в інтервалі від 1,8% до 10,7%.

5 Розділ. Відповідальність керівництва:

$$\bar{P} = \frac{1}{26} = 0,038 \text{ або } 3,8\%, \quad (\text{A1.1})$$

де $N_5 = 26$, $m_5 = 1$.

Оскільки $\bar{P} \leq 25\%$, то для оцінки точності та надійності \bar{P} застосовують допоміжну перемінну Фішера:

$$\varphi_5 = 2 \arcsin \sqrt{0,038} = 0,392; \quad (\text{A1.2})$$

Середня квадратична помилка:

$$\tilde{\sigma}_{\varphi_5} = \frac{1}{\sqrt{26}} = 0,196. \quad (\text{A1.3})$$

95% довірчий інтервал для φ_5 (при $t_{95} = 1,96$):

$$\varphi_5 = 0,392 \pm 1,96 \times 0,196; \quad (\text{A1.4})$$

$$\varphi_{5n} = 0,008; \varphi_{5B} = 0,776.$$

95% довірчий інтервал для P_5 :

$$P_{5n} = \sin^2 \frac{0,008}{2} = 0,016, \text{ або } 1,6\%; \quad (\text{A1.5})$$

$$P_{5B} = \sin^2 \frac{0,776}{2} = 0,1431, \text{ або } 14,3\%.$$

З надійністю 95% можна стверджувати, що вірогідність виявлення невідповідностей СУЯ, що спричиняють скарги замовника продукції за 5 розділом стандарту знаходиться в інтервалі від 1,6% до 14,3%.

6 Розділ. Управління ресурсами:

$$\bar{P} = \frac{11}{40} = 0,275 \text{ або } 27,5 \%, \quad (\text{A1.1})$$

де $N_6 = 40$, $m_6 = 11$.

Оскільки $\bar{P} \geq 25\%$, то для оцінки точності та надійності \bar{P} застосовують середню квадратичну помилку частоти:

$$m_{Pi} = \sqrt{\frac{\bar{P} \times (100 - P)}{n}}; \quad (\text{A1.6})$$

$$m_{P6} = \sqrt{\frac{0,275 \times (1 - 0,275)}{40}} = 0,071.$$

95% довірчий інтервал при $n=39$, $t_{95} = 2,06$:

$$P_6 = 0,275 \pm 2,06 \times 0,071 = 0,275 \pm 0,146. \quad (\text{A1.6})$$

$$P_{6n} = 0,129, \text{ або } 12,9 \%; \quad P_{6B} = 0,421, \text{ або } 42,1 \%.$$

З надійністю 95% можна стверджувати, що вірогідність виявлення невідповідностей СУЯ, що спричиняють скарги замовника продукції за 6 розділом стандарту знаходиться в інтервалі від 12,9 % до 42,1%.

7 Розділ. Випуск продукції:

$$\bar{P}_7 = \frac{116}{162} = 0,716, \text{ або } 71,6 \%, \quad (\text{A1.1})$$

де $N_7 = 162$, $m_7 = 116$.

Оскільки $\bar{P} \geq 25\%$, то для оцінки точності та надійності \bar{P} застосовують середню квадратичну помилку частоти:

$$m_{P7} = \sqrt{\frac{0,716 \times (1 - 0,716)}{162}} = 0,036. \quad (\text{A1.7})$$

95% довірчий інтервал при $n=161$, $t_{95} = 2,26$ (A.7):

$$P_7 = 0,716 \pm 2,26 \times 0,036 = 0,716 \pm 0,081$$

$$P_{7n} = 0,635, \text{ або } 63,5 \%; \quad P_{7B} = 0,797, \text{ або } 79,7 \%.$$

З надійністю 95% можна стверджувати, що вірогідність виявлення невідповідностей СУЯ, що спричиняють скарги замовника продукції за 7 розділом стандарту знаходиться в інтервалі від 63,5 % до 79,7 %.

8 Розділ. Вимірювання. Аналізування та поліпшування:

$$\overline{P}_8 = \frac{5}{15} = 0,33, \text{ або } 33,3 \%, \quad (\text{A1.1})$$

де $N_8=15$, $m_8 = 5$.

Оскільки $\overline{P} \geq 25\%$, то для оцінки точності та надійності \overline{P} застосовують середню квадратичну помилку частоти:

$$m_{P8} = \sqrt{\frac{0,33 \times (1 - 0,33)}{15}} = 0,12. \quad (\text{A1.8})$$

95% довірчий інтервал при $n=14$, $t_{95} = 2,01$ (A.7):

$$P_8 = 0,33 \pm 2,01 \times 0,12 = 0,33 \pm 0,241.$$

$$P_{8n} = 0,089, \text{ або } 8,9 \%; \quad P_{8B} = 0,571, \text{ або } 57,1 \%.$$

З надійністю 95% можна стверджувати, що вірогідність виявлення невідповідностей СУЯ, що спричиняють скарги замовника продукції за 8 розділом стандарту знаходиться в інтервалі від 8,9 % до 57,1 %.

Відносні величини частоти виявлення невідповідностей СУЯ, що спричиняють скарги замовника продукції та оцінки їх точності і надійності приведено у табл. A1.1.

Таблиця А1.1.

Відносні величини частоти виявлення невідповідностей СУЯ, що спричиняють скарги замовника продукції та оцінки їх точності і надійності

Величини	Розділи стандарту				
	4 Розділ	5 Розділ	6 Розділ	7 Розділ	8 Розділ
Відносні величини частоти (ВВЧ) виявлення невідповідностей \overline{P} , що спричиняють скарги замовника продукції, %	5,6	3,8	27,5	67,2	33,3
Середнє квадратичне відхилення ВВЧ виявлення невідповідностей σ_p , %	—	—	7,1	3,6	1,2
Переміна Фішера φ	0,478	0,392	—	—	—
Середнє квадратичне відхилення перемінної Фішера σ_φ	0,107	0,196	—	—	—
95% довірчий інтервал для $\varphi : \varphi_n - \varphi_B$	0,268-0,688	0,008-0,776	—	—	—
95% довірчий інтервал для $P : P_n - P_B$, %	1,8-10,7	1,6-14,3	12,9-42,1	63,5 - 79,7	8,9-57,1

А.2. Розроблення шкали для визначення степені близькості формулювання невідповідностей СУЯ та шкали для оцінювання важливості розділів ДСТУ ISO 9001 по відношенню до причин скарг замовника продукції

Розроблення шкали для визначення степені близькості формулювання невідповідностей СУЯ та шкали для оцінювання важливості розділів ДСТУ ISO 9001 здійснювали методом експертного оцінювання за п'яти бальною шкалою. В таблиці А.2.1 наведено дані вибору категорії невідповідностей СУЯ за ступенем близькості їх формулювання.

Таблиця А2.1 – Вибір категорії невідповідностей СУЯ та близькість їх формулювання по відношенню до причин скарг

№ категорії невідповідностей	Категорії невідповідностей СУЯ	Позначення	Рангова оцінка
1	невідповідності не були конкретними і не мали відношення до причин скарг	X ₁	1
2	невідповідності не були конкретними, і з невеликою вірогідністю могли призвести до причин скарг	X ₂	2
3	невідповідності не конкретні, але зі значною вірогідністю могли їх спричинити	X ₃	3
4	невідповідності майже збігаються за сутністю причин скарг та з великою вірогідністю могли їх спричинити	X ₄	4
5	невідповідності повністю збігаються за сутністю причин скарг	X ₅	5

В таблиці А.2.2 наведено дані вибору категорії важливості розділів ДСТУ ISO 9001 залежно від частоти виникнення причин скарг.

Таблиця А2.2 – Вибір категорії важливості розділів ДСТУ ISO 9001 залежно від частоти виникнення причин скарг

№ категорії невідповідностей	Категорії важливості розділів ДСТУ ISO 9001	Позначення	Рангова оцінка
1	неважливий розділ стандарту (частота виникнення причин скарг – від 1 % до 3 %)	X ₁	1
2	слабка важливість розділу (частота виникнення причин скарг – від 3,5 % до 8 %)	X ₂	2
3	середня важливість розділу (частота виникнення причин скарг – від 8,5 % до 15 %)	X ₃	3
4	важливий розділ (частота виникнення причин скарг – від 15,5 % до 20 %)	X ₄	4
5	дуже важливий розділ (частота виникнення причин скарг – від 21 % до 35 %)	X ₅	5

Обчислимо величини, що не залежать від індексів сум, враховуючи, що: n – число категорій невідповідностей СУЯ та важливості розділів ДСТУ ISO 9001, $n = 5$; m – число експертів, $m = 3$. Отримаємо:

$$\frac{n+1}{2} = \frac{5+1}{2} = 3; \quad (\text{A.2.1})$$

$$\frac{12}{m^2(n^3-n)} = \frac{12}{3^2(5^3-5)} = \frac{12}{550} \approx 0,028. \quad (\text{A.2.2})$$

Подальші обчислення для зручності представимо у вигляді таблиці A2.1

Таблиця A2.2 – Результати розрахунків

Розрахункові формули	Результати розрахунків				
	Категорія X_1	Категорія X_2	Категорія X_3	Категорія X_4	Категорія X_5
$R_{iy} - \frac{n+1}{2}$	1,5	0,5	-1,0	-1,5	-0,5
	-0,5	1,0	-1,5	-1,5	1,5
	-0,5	1,5	-0,5	-1,5	0,5
$\left[R_{iy} - \frac{n+1}{2} \right]$	0,5	3,0	-3,0	-4,5	1,5
$\left[\sum_{i=1}^m \left[R_{ij} - \frac{n+1}{2} \right] \right]$	0,25	9,0	9,0	20,25	2,25
$\sum_{j=1}^n \left[\sum_{i=1}^m \left[R_{ij} - \frac{n+1}{2} \right] \right]^2$	40,75				

Обробку результатів експертного оцінювання проводили за коефіцієнтом конкордації (W) [134]:

$$W = 0,028 \times 29 = 0,815, \quad (\text{A.2.3})$$

де: n – кількість об'єктів оцінювання; m – кількість експертів.

Статистичну значущість коефіцієнта конкордації перевірено порівнянням величини $n(m-1) \times W = 5(3-1) \times 0,815 = 8,15$ з табличним значенням розподілу χ^2 при рівні значущості $\alpha = 0,01$ та $n-1$ степенях свободи.

А3. Дослідження чинників, які впливають на результати внутрішнього аудиту. Результати розрахунків для побудування двофакторної моделі

Таблиця А3.1 – Розрахункові дані для визначення рівняння зв'язку факторних ознак з результативною

Номер досліджу	Розрахункові дані					
	$(X_1 - \bar{X}_1)$	$(X_1 - \bar{X}_1)^2$	$(X_2 - \bar{X}_2)$	$(X_2 - \bar{X}_2)^2$	$(Y - \bar{Y})$	$(Y - \bar{Y})^2$
1	-5,2	27,04	-1,05	1,102	-0,9	0,81
2	-10,2	104,04	-1,35	1,822	-1,9	3,61
3	-2,2	4,84	-0,85	0,7225	-0,9	0,81
4	-8,2	67,24	0,15	0,0225	-0,9	0,81
5	9,8	96,04	1,25	1,562	1,1	1,21
6	-0,2	0,4	-0,65	0,4225	0,1	0,01
7	14,8	219,04	1,05	1,1025	2,1	4,41
8	4,8	23,04	0,15	0,0225	0,1	3,61
9	-5,2	27,04	-0,05	0,0025	-0,9	0,81
10	1,8	3,24	1,65	2,7225	2,1	4,41
Σ	0	571,96	0	9,5035	0	16,9
$\bar{\Sigma}$	0	57,19	0	0,9503	0	1,69

Розв'язуючи систему нормальних рівнянь виду (А3.1), отримаємо значення $a_0 = 1,0601$; $a_1 = -0,585$; $a_2 = -0,240$.

$$\begin{cases} 10a_0 + 202a_1 + 28,5a_2 = 19; \\ 202a_0 + 4652a_1 + 625,5a_2 = 468; \\ 28,5a_0 + 625,5a_1 + 90,73a_2 = 65,3; \end{cases} \quad (\text{А3.1})$$

Обчислено середнє квадратичні відхилення ознак:

$$\sigma_{x_1} = \sqrt{57,19} = 7,56; \quad (\text{А3.2})$$

$$\sigma_{x_2} = \sqrt{0,9503} = 0,97; \quad (\text{А3.3})$$

$$\sigma_y = \sqrt{1,69} = 1,3. \quad (\text{А3.4})$$

На основі стандартизованих коефіцієнтів регресії та середніх коефіцієнтів еластичності виконано ранжування факторів за ступенем їх впливу на

результат. Застосовуючи формули (A3.5) та (A3.6), розраховано коефіцієнти β_1 , β_2 та ε_1 і ε_2 :

$$\beta_1 = 0,585 \frac{7,5624}{1,3} = 3,403;$$

$$\beta_2 = 0,240 \frac{0,9748}{1,3} = 0,179.$$

$$\varepsilon_1 = a_1 \cdot \frac{\overline{X_1}}{\overline{Y}} = 6,219;$$

$$\varepsilon_2 = a_2 \cdot \frac{\overline{X_2}}{\overline{Y}} = 0,36.$$

Розрахуємо парні коефіцієнти кореляції r_{yx_1} , r_{yx_2} , $r_{x_1x_2}$:

– між вибірками за змінним X_1 і Y :

$$r_{yx_1} = \frac{\overline{X_1 \cdot Y} - \overline{X_1} \cdot \overline{Y}}{\sigma_{x_1} \cdot \sigma_y} = 0,9279; \quad (A3.7)$$

– між вибірками за змінним X_2 і Y :

$$r_{yx_2} = \frac{\overline{X_2 \cdot Y} - \overline{X_2} \cdot \overline{Y}}{\sigma_{x_2} \cdot \sigma_y} = 0,8798; \quad (A3.8)$$

– між вибірками за змінним X_1 і X_2

$$r_{x_1x_2} = \frac{\overline{X_1 \cdot X_2} - \overline{X_1} \cdot \overline{X_2}}{\sigma_{x_2} \cdot \sigma_{x_1}} = 0,4755, \quad (A3.9)$$

$$0 \leq |r_{yx_i}| \leq 1, \quad i = 1, 2.$$

Практичну значущість рівняння множинної регресії визначимо за показником множинної кореляції та показником детермінації:

$$\overline{\varepsilon} = 6,75\% R = \sqrt{\frac{r_{yx_1}^2 - 2 \cdot r_{x_1x_2} \cdot r_{yx_1} \cdot r_{yx_2} + r_{yx_2}^2}{1 - r_{x_1x_2}^2}}. \quad (A3.10)$$

Достовірність моделі визначимо за скоригованим коефіцієнтом детермінації за Тейлом:

$$\overline{R_T^2} = 1 - (1 - R^2) \frac{n-1}{n-k-1} = 1 - (1 - 0,857) \frac{10-1}{10-2-1} = 0,816. \quad (\text{A3.11})$$

Значущість рівняння множинної регресії визначено за F-критерієм Фішера:

$$F = \frac{\overline{R^2}}{1 - R^2} \frac{n-k-1}{k} = \frac{0,857}{1 - 0,857} \frac{10-2-1}{2} = 20,987. \quad (\text{A3.12})$$

ДОДАТОК Б

ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНИХ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ СУЯ ТА ПІДХОДІВ ДО ЇЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ПІДПРИЄМСТВАХ МАШИНОБУДІВНОЇ ГАЛУЗІ

Б1. Практичні рекомендації щодо оцінювання процесів життєвого циклу продукції

Оцінювання процесів ЖЦП розглянуто на прикладі оцінки виконання контрактних вимог замовника за показником своєчасного виготовлення та постачання продукції. Послідовність простежування строків виготовлення продукції, починаючи з моменту надходження запиту від замовника продукції до відвантаження продукції та відповідно до записів протоколів СТП (журнал реєстрації контрактів, виробничий графік виготовлення обладнання тощо), представлено у табл. Б1.1.

Таблиця Б1.1 – Оцінювання виконання вимог замовника за показником своєчасного виготовлення та постачання продукції

№ контрактного замовлення	Надходження замовлення (журнал реєстрації запитів, форма 87, СТП10)	Підписання контракту (журнал реєстрації контрактів, форма 92, СТП10)	Видача замовлення у роботу конструкторського відділу (журнал реєстрації маршрутних листів, форма 57, СТП12)	Видача креслення у виробництво (журнал видачі креслення, форма 55, СТП12)	Виготовлення продукції (приймально-здавальний акт, форма ПГ-31, СТП15)	Строк постачання		Вчасність постачання
						дата постачання (контракт на замовлення)	Фактична дата відвантаження продукції (видаткова накладна, форма 98, СТП10)	
1215 –2 008	14.06.2008	24.06.2008	25.06.2008	24.07.2008	12.09.2008	14.09.2008	17.09.2008	–3 дні
1317 –2 008	07.03.2008	09.04.2008	12.04.2008	29.05.2008	05.07.2008	09.07.2008	07.07.2008	+ 2 дні
1321 –2008	23.06.2008	28.08.2008	28.08.2008	05.09.2008	22.10.2008	28.10.2008	23.10.2008	+5 днів
1816 – 2 008	02.09.2008	07.09.2008	17.10.2008	11.11.2008	03.12.2008	17.12.2008	04.01.2009	–17 днів
1905 –2008	17.11.2008	28.11.2008	02.12.2008	07.01.2009	В стадії виготовлення	05.02.2009	–	–

СТП 10 – Маркетингова діяльність; СТП 12 – Проектування продукції; СТП15 –Виробництво продукції.

Б2. Удосконалена методика внутрішнього аудиту та її практичне застосування

Здійснення діагностичного оцінювання процесів СУЯ показано на прикладі допоміжного процесу «Управління технологічним устаткуванням». Для аналізу причин «низький відсоток вчасного усунення несправностей устаткування» побудовано причинно-наслідкову діаграму (рис. Б2.1).

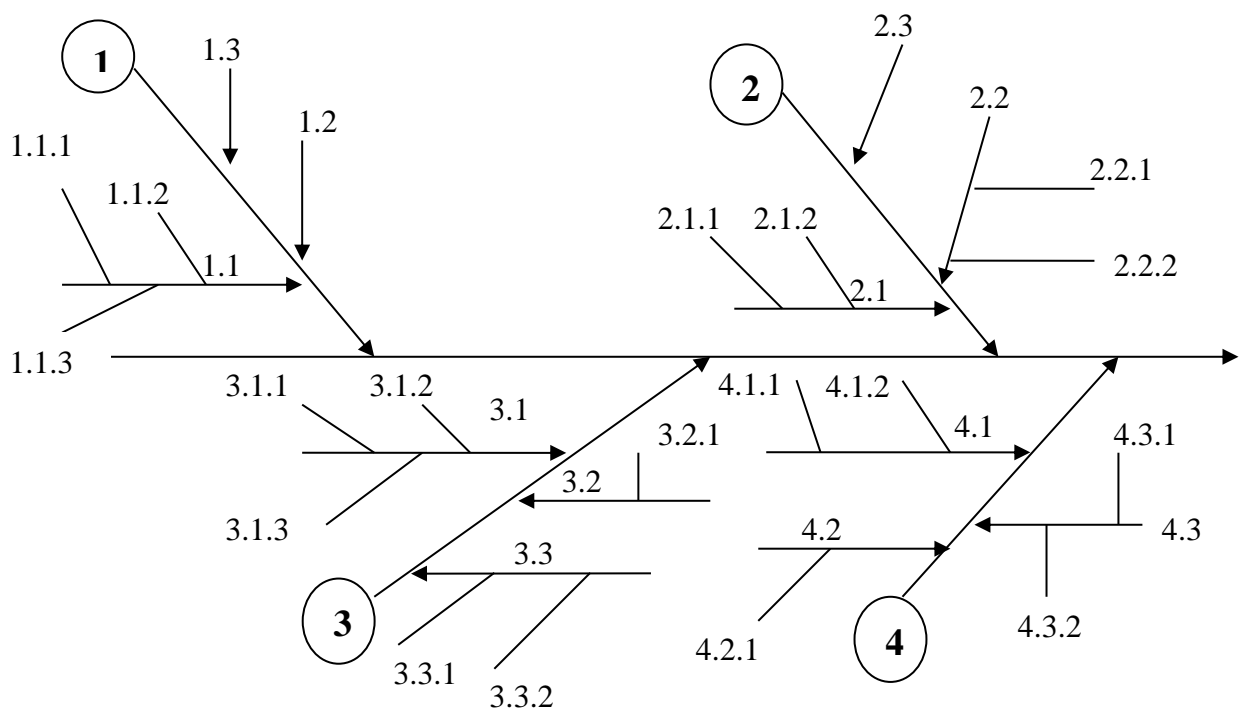


Рис. Б 2.1 – Причинно-наслідкова діаграма для аналізу основної причини невідповідності: «низький відсоток вчасного усунення несправностей устаткування (66,5 %)»

П – причини невідповідності: «низький відсоток вчасного усунення несправностей устаткування» (66,5 %);

1 – Персонал.

1.1 – професіоналізм: 1.1.1 – рівень майстерності; 1.1.2 – стаж роботи; 1.1.3 – кваліфікація майстра.

1.2 – ставлення до роботи (неуважність, недбалість);

2 – Матеріали.

2.1. – запчастини щодо ремонту: 2.1.1. – якість; 2.1.2. – вчасність постачання.

2.2. – інструменти для роботи: 2.2.1 – забезпеченість; 2.2.2. – справність.

3 – Методика.

3.1 – планування робіт: 3.1.1– вчасність одержання графіка ППР; 3.1.2 – поточне міжремонтне обслуговування не планується; 3.1.3 – терміни постійно коректуються.

3.2 – технічне обслуговування устаткування: 3.2.1–профілактичні ремонтні операції не регламентовані.

3.3 – плановий ремонт: 3.3.1 – поточний ремонт; 3.3.2–капітальний ремонт.

3.4 – позаплановий ремонт: 3.4.1 – заявки на аварійний ремонт надходять в усному вигляді; 3.4.2 – реєстрація заявок у ремонтному цеху не регламентовано.

4 – Ремонтне устаткування.

4.1 – вид ремонтного устаткування: 4.1.1 – звичайний свердлильний верстат;

4.1.2 – багатошпиндельний свердлильний напівавтомат;

4.2 – складність ремонту: 4.2.1 – повторний ремонт (низький рівень майстерності ремонтників);

4.3 – технічний стан устаткування; 4.3.1– спрацювання устаткування; 4.3.2 – режим експлуатації.

ДОДАТОК В

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Генеральний директор ПАТ Завод
«Павлоградхіммаш»

Маркевич

2012р.



Акт впровадження

Методики оцінювання ступеню виконання вимог стандартів підприємства за результатами внутрішнього аудиту якості.

Цей акт складено про те, що розроблену Аксьоною Л.І. методику оцінювання ступеню виконання вимог стандартів підприємства за результатами внутрішнього аудиту якості впроваджено на ПАТ Завод «Павлоградхіммаш».

Запропонований метод проведення внутрішнього аудиту системи управління якістю базується на детальному аналізі вимог стандартів підприємства із забезпечення якості (СТП), і дозволяє вирішити дві задачі: здійснити кількісне оцінювання ступеню виконання вимог СТП та визначити можливість спрощення і подальшого удосконалення методів виконання роботи за цими СТП, що сприяє підвищенню ступеню виконання вимог стандартів підприємства. Додатковими перевагами методики є наступне:

- такий підхід дозволяє послідовно підвищувати виконання вимог СТП;
- результати аудиту допомагають керівнику більш точно визначити, які саме зміни необхідні у процесі;

Застосування методики проведення ВА дозволив у середньому по підприємству поліпшити показники дотримання вимог СТП на 30% у порівнянні із 2010 роком.

Головний інженер

В.В. Звєгінцев

Директор з якості

І.В. Радченко



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Генеральний директор
ПрАТ «Азовський машинобудівний завод»

І.В. Гершиков

« 05. 2015 р.

АКТ

про впровадження наукових результатів дисертаційної роботи, виконаних Аксьоною Людмилою Іванівною

Цей акт складено про те, що наукові дослідження, виконані Аксьоною Л.І., використовуються в діяльності ПрАТ «Азовський машинобудівний завод» для підвищення результативності системи управління якістю, що сертифікована на відповідають міжнародному стандарту ISO 9001. Практичне значення, зокрема, мають:

- Розроблений метод кількісного оцінювання результативності системи управління якістю дозволяє об'єктивно оцінювати рівень виконання контрактних зобов'язань замовника продукції та знижує ризики щодо її якості;
- Розроблена схема взаємозв'язку між процесом поліпшування результативності системи управління якістю, стратегічними цілями підприємства та процесом внутрішнього аудиту сприяє впровадженню системи якості у загальну систему управління підприємством.
- Розроблений спосіб підвищення результативності внутрішнього аудиту шляхом винагородження персоналу за вчасне розроблення та виконання корегувальних дій одночасно поліпшує його контрольну функцію;
- Розроблена методика внутрішнього аудиту, яка ґрунтується на статистичному управлінні процесами системи якості, дозволяє знижувати помилки під час розроблення корегувальних дій;
- Удосконалений спосіб збирання доказів аудиту дає можливість аудитору отримати достовірну інформацію у повному обсязі для її оцінювання.

Апробація методичних рекомендацій щодо забезпечення поліпшування результативності системи управління якістю дає можливість зменшити число типових невідповідностей у її процесах та відповідно невиробничих витрат. Розроблені способи нескладні у застосуванні, мають універсальний характер та можуть бути адаптовані для використання в організаціях, які розробляють чи мають системи управління якістю у відповідності з вимогами стандарту ISO 9001.

Директор з якості

І.Д. Кірсанов

Начальник управління лабораторіями

С.Є. Бережной

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор ТОВ «Укрспецмаш»
С.В. Гершиков
« 21 » « 03 » 2015р.

АКТ
про впровадження наукових результатів
дисертаційної роботи, виконаних Аксьоновою Людмилою Іванівною

Результати дисертаційного дослідження, виконані Аксьоновою Л.І., впроваджені та використовуються в діяльності ТОВ «Укрспецмаш» для оцінювання функціонування та підвищення результативності системи управління якістю, що сертифікована на відповідність міжнародному стандарту ISO 9001, а саме:

- Розроблений метод кількісного оцінювання результативності системи управління якістю дозволяє об'єктивно оцінювати рівень виконання контрактних зобов'язань замовника продукції та знижує ризики щодо її якості;
- Удосконалений спосіб збирання доказів аудиту дає можливість аудитору отримати достовірну інформацію у повному обсязі для її оцінювання.
- Розроблений спосіб підвищення результативності внутрішнього аудиту шляхом винагородження персоналу за вчасне розроблення та виконання корегувальних дій одночасно поліпшує його контрольну функцію;
- Розроблена методика внутрішнього аудиту, яка ґрунтується на статистичному управлінні процесами системи якості, дозволяє знижувати помилки під час розроблення корегувальних дій;
- Розроблена схема взаємозв'язку між процесом поліпшування результативності системи управління якістю, стратегічними цілями підприємства та процесом внутрішнього аудиту сприяє впровадженню системи якості у загальну систему управління підприємством.

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що їх реалізація дозволяє підвищити керованість процесами системи якості, в середньому, на 13%, зменшити загальну кількість скарг замовників у п'ять разів та значно знизити витрати матеріальних ресурсів підприємства (фінансові та витрати часу на виправлення дефектів з якості продукції).

Виконавчий директор – головний інженер  Б.С. Лисунець

Технічний директор  Ю.М. Кунда

Директор з якості  С.Є. Бережной

ДОДАТОК Г

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Володарський Є.Т. Застосування статистичного підходу до оцінювання результативності процесів для їх постійного поліпшення / Є.Т. Володарський, Л.І. Аксьонова // Метрологія та прилади. – 2018. – № 2. – С. 36 – 39, (фахове видання входить до міжнародної наукометричної бази «Index Copernicus»).
2. Володарський Є.Т. Статистична модель оцінювання результативності процесів життєвого циклу продукції машинобудівного підприємства / Є.Т. Володарський, Л.І. Аксьонова // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2017. – № 3. – С. 14 – 21, (фахове видання).
3. Володарський Є.Т. Інтегральний показник для кількісної оцінки результативності системи управління якістю на прикладі машинобудівного підприємства / Є.Т. Володарський, Л.І. Аксьонова // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2017. – № 4. – С. 7 – 19, (фахове видання).
4. Коваль Г. Оцінювання ступеня виконання вимог стандартів підприємства. Методика внутрішнього аудиту якості / Г.Коваль, Л. Аксьонова // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2013. – № 1. – С.44–48, (фахове видання).
5. Коваль Г. Дослідження ефективності методів внутрішнього аудиту системи управління якістю / Г. Коваль, Л. Аксьонова // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2012. – № 1. – С.53–57, (фахове видання).
6. Аксьонова Л.І. Роль внутрішнього аудиту у механізмі постійного поліпшення результативності системи управління якістю / Л.І. Аксьонова // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2011. – № 4. – С.55 – 59, (фахове видання).
7. Аксьонова Л.І. Вимірювання процесів системи управління якістю з використанням методики «Шість сигм» / Л.І. Аксьонова // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2010. – № 6. – С. 51 – 54, (фахове видання).

8. Аксьонова Л.І. Менеджмент якості – нова концепція управління на машинобудівних підприємствах / Л.І. Аксьонова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. – № 5/3. – С. 7–11, (*фахове видання*).

9. Аксьонова Л.І. Удосконалення процесу внутрішнього аудиту на промисловому підприємстві / Л.І. Аксьонова, О.Е. Янішевський // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2007. – № 4. – С. 49–53, (*фахове видання*).

10. Аксьонова Л.І. Компетентність персоналу та якість процесів у виробництві продукції / Л.І. Аксьонова, О.Е. Янішевський, О.Е. Нарівський // Metallургическая и горнорудная промышленность. – 2008. – № 3. – С. 101–103.

11. Нарівський О. Е. Дослідження впливу методів внутрішнього аудиту на поліпшування результативності системи управління якістю машинобудівного підприємства / О. Е. Нарівський, Л. І. Аксьонова // Молодий вчений. – 2016. – №3. – С.268 – 271.

12. Аксьонова Л. І. Застосування статистичних методів для діагностичного оцінювання процесів системи управління якістю при проведенні внутрішнього аудиту / Л. І. Аксьонова // Молодий вчений. – 2015. – №9. – С.20–23.

13. Аксёнова Л.И. Внутренний аудит системы менеджмента качества. Количественная оценка процессов / Л.И. Аксёнова, Г.М. Коваль // Технологічний аудит та резерви виробництва. – 2013. – № 4/1. – С. 3–6,

14. Нарівський О. Е. Вимірювання та оцінювання процесів життєвого циклу продукції для забезпечення стабільності показників якості продукції / О. Е. Нарівський, Л.І. Аксьонова // Системи розробки та постановки продукції на виробництво: матеріали наук.-практ. конф., 17–20 травня 2016 р. – Суми, 2016 – 300 с.

15. Аксенова Л.И. Обеспечение стабильных показателей качества машиностроительного предприятия по результатам внутреннего аудита / Л.И.

Аксенова // Повышение надежности и долговечности оборудования нефтегазовой и химической промышленности: материалы I Междунар. конф.-выставки, 3–6 сентября 2013г. – Бердянск, 2013. – 164с.

16. Коваль Г. Підхід до проведення внутрішнього аудиту якості процесів життєвого циклу продукції з метою оцінювання виконання вимог замовників / Г. Коваль, Л. Аксьонова // Якість, стандартизація та сертифікація: матеріали всеукр. наук.-практ. конф., 12 жовтня 2012 р. –Київ, 2012. – 115 с.

17. Аксьонова Л.І. Внутрішній аудит якості як інструмент удосконалення методів управління підприємства / Л. І. Аксьонова // Стратегия качества в промышленности и образовании: материалы VIII Междунар. конф. (в 3-х том.), 08–15 июня 2012 г. – Варна (Болгария), 2012. Т3 (2). – 582 с.

18. Аксьонова Л.І. Застосування системно-процесного підходу для побудови моделі якості внутрішнього аудиту системи управління якості / Л.І. Аксьонова // Стратегия качества в промышленности и образовании: материалы VII Междунар. конф. (в 3-х том.), 03–10 июня 2011г. – Варна (Болгария), 2011. Т1(3). – 724 с.

19. Аксёнова Л.И. Повышение ценности результатов внутреннего аудита через систему мотивации (на примере машиностроительного предприятия) / Л.И. Аксёнова // Качество, Стандартизация, Контроль: Теория и практика: тезисы докл. XI Междунар. научн.-практич. конф., 26–30 сентября 2011 г. – Ялта, – 2011.– 724 с.

20. Аксёнова Л. И. Инструменты внутреннего аудита для оценки системы менеджмента качества машиностроительного предприятия / Л.И. Аксёнова // Стратегия качества в промышленности и образовании: материалы VI Междунар. конф. (в 4-х том.), 4–11 июня 2010 г. – Варна (Болгария), 2010. Т1 (2). – 604 с.