

СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

УДК 006.83

Володарський Є. Т., Аксьонова Л. І.

ІНТЕГРАЛЬНИЙ ПОКАЗНИК ДЛЯ КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ НА ПРИКЛАДІ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА

У статті на прикладі машинобудівного підприємства обґрунтовано й розроблено інтегральний показник та критерій його оцінки для кількісного оцінювання результативності системи управління якістю (СУЯ). Визначено ключові показники СУЯ для оцінки виконання контрактних зобов'язань замовника продукції на кожному етапі виробництва продукції. Це дає можливість підвищити об'єктивність кінцевих результатів оцінки СУЯ, тим самим знижуючи ризики щодо якості продукції.

Ключові слова: аудит якості, оцінювання результативності процесів, скарги замовника продукції, інтегральний показник, система управління якістю, життєвий цикл продукції, машинобудівне підприємство.

Постановка проблеми в загальному вигляді. Наразі одним з актуальних питань для українських підприємств, що працюють на вітчизняному та світовому ринку, є створення результативних систем управління якістю (СУЯ), які відповідають міжнародному стандарту ISO 9001 [1]. В Україні сертифіковано понад 4000 СУЯ, зокрема й понад 2000 на машинобудівних підприємствах. Проте, як свідчить аналіз наукової фахової літератури, сертифіковані СУЯ у цілому мають невисокий рівень результативності, і саме з позиції її стійкого або постійного поліпшення [2–5].

Результативність СУЯ, відповідно до вимог стандартів серії ISO 9000 [6], пов'язана із забезпеченням якісних результатів її процесів, які мають гарантовано забезпечувати якість готової продукції на підприємстві для її замовників/споживачів. Для забезпечення результативності СУЯ необхідно здійснювати її внутрішній контроль та оцінювання. Стандарти серії ISO 9000 пропонують використовувати для цього внутрішній аудит (ВА), який ще називають аудитом якості, результати якого є основою щодо вибору методів поліпшення результативності процесів СУЯ. Для отримання продукту необхідної якості мають бути відомі потреби замовника, які документально сформульовано у вигляді конкретних значень його характеристик для однозначного розуміння виробником продукції та їх гарантованого виконання. Сучасний характер виробництва машинобудівних підприємств (малосерійне та одиничне) передбачає загальні потреби замовника продукції визначати у вигляді контрактних вимог.

Характерною рисою машинобудівних підприємств є те, що під час виготовлення продукції на різних етапах виробництва його структурні підрозділи є і «постачальниками» і «споживачами» [7]. Наприклад, процес «Проектування й розроблення продукції» в загальному ланцюгу процесів життєвого циклу продукції (ЖЦП) є «процесом-постачальником» для процесу «Закупівлі», який, у свою чергу, є його «процесом-споживачем» та одночасно «процесом-постачальником» для процесу «Виробництво». Процес «Виробництво» поділяють на кілька етапів, починаючи з виготовлення окремих деталей, їх подальшого складання у вузли, випробування готової продукції тощо, що

здійснюють у єдиному технологічному процесі підприємства, а процес «Закупівля» розглядають у ширшому контексті й він охоплює не лише зовнішні, а й внутрішні операції. Якщо в цьому ланцюгу з'являються помилки в нормативно-технічній документації (результат процесу) та затримки часу на передавання цієї документації, то це призведе не тільки до скарг замовника, а й до додаткових матеріальних витрат на перероблення виготовлених деталей (або готових виробів). Тому важливим під час оцінювання результативності СУЯ цих підприємств є такі вимірювання, які найповніше відобразатимуть рівень виконання контрактних зобов'язань для здійснення необхідних корегувальних дій, тим самим знижуючи ризики щодо якості продукції.

Для промислових підприємств характерні організаційні структури (або структура управління якістю), побудовані за функціональними принципами. Основним недоліком цих структур є їх складність, що полягає у великій кількості взаємозв'язків між основними й допоміжними процесами СУЯ. Це не тільки збільшує час на збирання доказів аудиту, а й ускладнює (тобто зменшує об'єктивність) аналіз та постійний контроль СУЯ. Наслідком цього є несвоєчасне здійснення необхідних корегувальних дій з поліпшення процесів СУЯ. Така ситуація, що склалася на підприємствах машинобудівної галузі, ставить питання застосування досконаліших підходів до ВА та обумовлює враховувати особливості цих підприємств для здійснення якісного оцінювання результативності СУЯ.

Якісну оцінку СУЯ можна забезпечити, використовуючи підхід до здійснення процесно-орієнтованого ВА [8, 9] та застосовуючи статистичні методи [10, 11]. Проте ні у працях науковців, ні у ДСТУ ISO 19011 [12] та сучасній методичній літературі з питань ВА не визначено його методик у на основі застосування статистичних методів та процесного підходу, який враховує особливості машинобудівного підприємства. Крім того, порядок та зміст оцінювання результативності СУЯ, що здійснюють в ході ВА, не регламентовано стандартом [1], що значно ускладнює встановлення показників для оцінювання результативності процесів СУЯ та виконання вимог цього стандарту на практиці.

Аналізування останніх досліджень і публікацій. Загалом аудит – це процес одержання доказів, порівняння їх із критеріями та видавання об'єктивних висновків [12]. Отримання доказів (або інформація про результати функціонування СУЯ) під час здійснення процесно-орієнтованого ВА потребує наявності процесної моделі СУЯ на підприємстві. Проте, як показано вище, обмеженням для цього є складність організаційної структури. Враховуючи це, праці [13] запропоновано спростити (оптимізувати) її на базі розробленої процесної моделі СУЯ, яку подано у вигляді ланцюга процесів ЖЦП, що складається з пар «процес–постачальник» та «процес–споживач». Контролювання СУЯ в цьому разі полягає в тому, щоб контрактні вимоги замовника продукції (зокрема й внутрішнього) своєчасно та з мінімальною кількістю помилок у результатах роботи (в межах встановлених норм) були виконано протягом усього ланцюга процесів ЖЦП [7]. При цьому доцільно здійснювати оцінку виконання контрактних зобов'язань на кожному етапі виробництва продукції та встановити узагальнювальний інтегральний показник СУЯ, контроль якого дозволить дати можливість підтримувати її результативність у цілому в заданих межах.

Основним недоліком наявних 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), а отже великої кількості їх показників. Але, якщо таких показників багато, то важко здійснювати їх надійне (об'єктивне) оцінювання у реальних виробничих умовах машинобудівного підприємства. Це ставить питання застосування комплексного показника для оцінки СУЯ та її процесів. В наявній практиці аудитів для формування комплексних показників оцінювання результативності як СУЯ, так і її процесів, пропонують використовувати традиційні види згорток окремих показників [14], які ґрунтуються на експертних методах, а їх результати оцінюють як задовільні або незадовільні [15, 16]. При

цьому отримують узагальнену оцінку (зазвичай у балах) [2], що не дає конкретного направлення у поліпшуванні результативності СУЯ.

Використання статистичних даних для дослідження процесів СУЯ потребує застосування саме кількісних (статистичних) показників для оцінювання їх результативності. Застосування статистичних методів оцінювання, що здійснюються під час ВА, досліджують в основному іноземні автори: J. Russell [17], T. O'Hanlon [18], T. Nakajo [19] тощо. Однак, при цьому не розглядають застосування процесного підходу до аудиту та не приділяють увагу формуванню показників для оцінювання їх результативності. Праці [20, 21], присвячені питанням визначення показників для кількісного оцінення за допомогою кваліметричних методик, спрямовані на оцінення якості виробу, а не якості результатів процесу, тобто не використовують можливості впливати на якість на проміжних етапах. У зв'язку з цим постає питання про обґрунтування та введення комплексного інтегрального показника оцінювання результативності СУЯ, який має не тільки визначати (прогнозувати) тенденції поліпшування результативності СУЯ, а й до того бути кількісним, тобто враховувати статистичні показники окремих процесів.

Мета статті – обґрунтувати й розробити комплексний інтегральний показник та встановити критерій його оцінення для кількісного оцінювання результативності СУЯ.

Виклад основного матеріалу. Стандарти серії ISO 9000 [6] дають загальне визначення результативності, як ступінь реалізації запланованих робіт і досягнення запланованих результатів. З нашої точки зору, це визначення потребує уточнення стосовно оцінювання СУЯ. У праці [7] показано, що спосіб взаємодії між структурними підрозділами машинобудівного підприємства дає можливість застосовувати системний підхід до оцінювання результативності СУЯ. Тому СУЯ треба розглядати з позиції «системи», враховуючи притаманні їй властивості та інші системні закономірності, зокрема й визначення терміна «результативність». Зокрема, системний підхід характеризується тим, що вся діяльність підпорядкована єдиній меті, яку має бути пов'язано з результатами системи [22]. Результативність системи – властивість, яка характеризує її процес функціонування (відображає поведінку об'єкта в часі) та визначається як результат досягнення мети. В контексті вимог ДСТУ ISO 9001[1] результатом досягнення мети СУЯ (або її результативністю) є стабільне виконання контрактних вимог замовника продукції. Саме такий підхід до контролю СУЯ, що здійснюють через процеси ЖЦП, та метод оцінювання їх результативності, який ґрунтується на застосуванні статистичних показників і полягає в оцінюванні здатності цих процесів виконувати контрактні вимоги замовників продукції, показано в праці [7]. Запропонований підхід до оцінювання результативності СУЯ, на відміну від наявних, які застосовують усі категорії процесів (основні, управлінські, забезпечувальні тощо), передбачає застосування лише основних процесів (або процеси ЖЦП). Це дає можливість не тільки зменшити кількість показників (кількість взаємозв'язків між процесами) під час оцінювання результативності СУЯ, а й встановити інтегральний показник для її кількісного оцінення, який спрямований на досягнення її мети.

Як показано вище, результатом досягнення мети СУЯ є стабільне виконання контрактних вимог замовника продукції, що може бути підтверджено через зменшення їхніх скарг. Скарги замовника можна ототожнювати з невідповідностями СУЯ, внаслідок яких вони виникли. Наприклад, скарга «дефекти зварювальних швів місткості» 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 кількість невідповідностей СУЯ за результатами оцінювання зменшується, то має зменшуватися й кількість скарг замовника. Встановлення кількості скарг інтегральним показником результативності СУЯ дає можливість безпосередньо пов'язати мету цієї системи з результатами її досягнення та здійснювати її кількісне оцінювання. У цьому разі методичною базою для оцінювання виконання

контрактних вимог замовника є стандарти на процеси (СТП), які описують способи «реалізації запланованих робіт та досягнення запланованих результатів» [6].

Оскільки показники для оцінювання результативності будь-якого процесу ЖЦП показують рівень виконання контрактних вимог замовника продукції [23], тому постійне зменшення кількості скарг від замовників, які пов'язані з цими процесами, можна ототожнювати з поліпшенням результативності СУЯ. Це дає можливість визначати (прогнозувати) тенденції поліпшення результативності СУЯ через поліпшення результативності процесів ЖЦП.

З огляду на наведене нижче та керуючись статистичною теорією Е. Демінга [24], яка передбачає послідовне поліпшення результативності процесів за деякий час, можна припустити, що критерієм поліпшення результативності СУЯ є постійне й поступове зменшення кількості скарг від замовників продукції. Кількість скарг кількісно відображає ступінь досягнення мети СУЯ. Як критерій під час оцінювання результативності СУЯ пропонують вибрати допустиму (очікувану) кількість скарг.

Аналітичними методами таке завдання вирішити практично неможливо, бо зазвичай немає математичної моделі, яка враховує зв'язок характеристик складної організаційно-технічної системи СУЯ, умов її роботи з вихідною вимірюваною величиною (кількість скарг). Тому найкращим способом, який дає можливість вирішити це завдання, є проведення експерименту, що є фізичною моделлю реалізації еталонної процесної моделі СУЯ.

Згідно з методологією системного аналізу [22] СУЯ можна розглядати як сукупність елементів (S), необхідних для її побудови та функціонування:

$$S = \{Z, STR, TECH, COND\}, \quad (1)$$

де Z – сукупність або структура мети; STR – сукупність структур (STR_1 – виробнича, STR_2 – організаційна тощо), що реалізують мету; $TECH$ – сукупність методик, технологій тощо, які реалізують систему; $COND$ – умови роботи системи, тобто чинники (зовнішні, внутрішні), що впливають на її створення та функціонування.

Вимоги до досягнення мети СУЯ, враховуючи послідовність поліпшення її процесів [24], можна охарактеризувати через поступове й постійне зменшення кількості скарг від замовників за визначений період часу (t). Загалом залежність, що пов'язує мету СУЯ (Y) з складниками її досягнення (S), можна подати як функцію:

$$Y = f(S|t) \text{ або } Y = f\{Z, STR, TECH, COND|t\}, \quad (2)$$

де t – визначений період часу, за який оцінюють досягнення мети СУЯ;

S – спроектована СУЯ, яка узагальнює всі суттєві характеристики її функціонування (1).

У цьому випадку суттєві характеристики функціонування СУЯ можна виразити через показники результативності процесів ЖЦП.

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 подано як кількість скарг від замовників.

Для оцінювання досягнення мети СУЯ, беручи до уваги багатопараметричність, вводиться інтегральний комплексний показник, ($K_{СУЯ}^{рез.}$), який узагальнює оцінку результативності процесів ЖЦП через показники їх результативності. 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. Це допущення (гіпотезу) треба перевірити встановленням зв'язку між СУЯ та показниками результативності процесів ЖЦП. У свою

чергу, для оцінювання загальної результативності СУЯ необхідно встановити критерій її оцінки (встановити допустиму кількість скарг) та визначити її ключові показники, що дає можливість спростити її контроль (аналіз) і здійснювати оцінку виконання контрактних зобов'язань на кожному етапі виробництва продукції.

Для проведення експериментального дослідження сформовано еталонну процесну модель СУЯ, яка відповідає вимогам стандарту ISO 9001 [1], враховуючи принципи: системний підхід і орієнтація на споживача [6]. Модель СУЯ дає чітке уявлення про послідовність та взаємодію процесів ЖЦП, що значно спрощує отримання інформації під час процесного ВА та зокрема процедуру оцінювання результативності у цілому (рис. 1).



Рисунок 1. Схема взаємодії процесів ЖЦП для контролювання та оцінювання результативності СУЯ

Основною перевагою такого підходу до оцінювання результативності СУЯ є можливість вимірювати будь-який процес ЖЦП на підставі розуміння «нерозривності» ланцюга виготовлення продукції. При цьому результати цих процесів спрямовано на досягнення основної мети СУЯ.

Під час проведення експериментального дослідження за основу вибрано СУЯ ПАТ завод «Павлоградхіммаш», який виробляє теплообмінну та ємнісну продукцію для нафтогазопереробної, хімічної та інших галузей промисловості. Для цього контрактні вимоги замовника продукції структуровано за такими ознаками: якість (або технічні характеристики виробу: наприклад, відповідна марка матеріалу виробу; робочий тиск не вище ніж 1,6 МПа тощо) та час (поставка виробу у визначені строки).

Детальний опис процесів СУЯ (розробка СТП на процеси) та формалізацію взаємозв'язків між ними (розробка карти процесу) зроблено, застосовуючи інструменти статистичного аналізу [25], зокрема діаграми ПВПВП («постачальники – вхід – процес – вихід – споживач»). Розробляючи СТП, вважають, що основна функція будь-якого процесу ЖЦП безпосередньо пов'язана з його узагальнювальною метою (наприклад, для процесу «Проектування продукції» – це розробка конструкторської документації), яка доповнена ознаками: якість, час. Таким чином, метою процесу «проектування продукції» є своєчасна (у визначені строки) та якісна розробка конструкторської документації, яку вчасно передано на наступний етап виробництва. Якісна означає, що технічні характеристики виробу точно й у повному обсязі відображено в конструкторській документації. У загальному ланцюгу процесів ЖЦП мета, а отже й результати попереднього процесу формуються у взаємозв'язку з метою (результатами) подальшого процесу (рис. 1), тобто попередній процес є одним із засобів досягнення мети для подальшого процесу. Оцінювання результативності цих процесів ґрунтується на цьому самому принципі. Наприклад, процес «Проектування продукції» розробляє норми матеріалів на виріб (норми відображено у відомості куплених виробів) – це результати процесу або критерії оцінювання для подальшого процесу «Закупівля». Для формування статистичних показників процесів ЖЦП якісні

характеристики їх результатів переведено в кількісні (кількість випадків неповного (неточного) та несвоєчасного виконання вимог СТП).

Раніше встановлено, що постійне зменшення кількості скарг від замовників, які пов'язані з процесами ЖЦП, можна ототожнювати з поліпшенням результативності СУЯ. Для перевірки цього припущення (гіпотези) необхідно дослідити, використовуючи коефіцієнт кореляції, як впливає зменшення кількості скарг, що пов'язані з будь-яким процесом ЖЦП на зменшення загальної кількості скарг СУЯ, тобто побудувати динаміку. Для цього проведено загальний аналіз скарг замовників за період з 2003 по 2015 роки. Із загального аналізу виділено кількість скарг, які пов'язані з процесом ЖЦП. У цьому разі як приклад розглядають процес «Закупівля». Вихідні дані для аналізу показано в таблиці 1.

Таблиця 1

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

Роки	Кількість скарг підприємства	
	Загальна кількість, шт.	Кількість 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

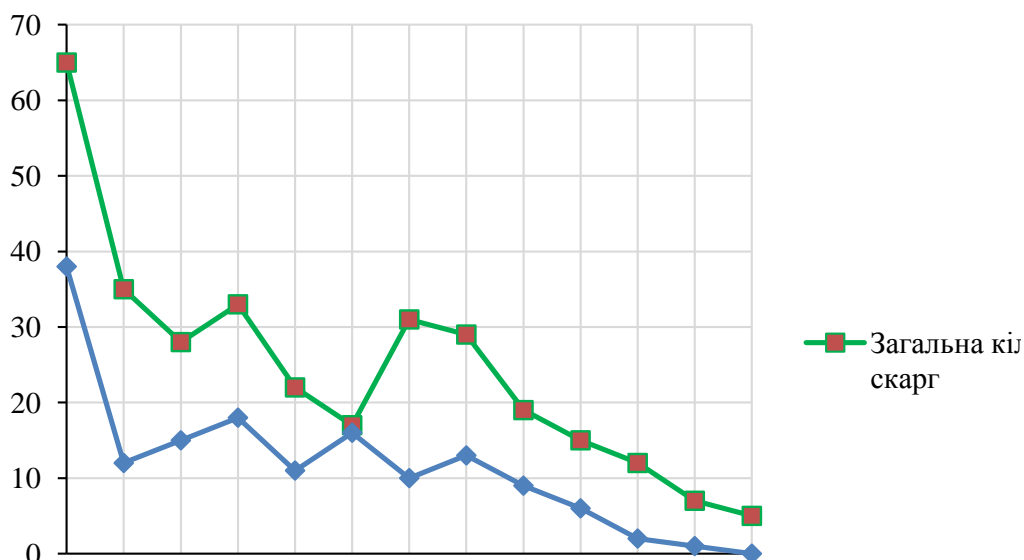


Рисунок 2. Зміна кількості скарг від замовника продукції ПАТ завод «Павлоградхіммаш» за період 2003–2015 рр.

На рисунку 2 показано зміну по роках загальної кількості скарг та скарг, пов'язаних з процесом «Закупівля» за цей період.

Як видно з рисунка, в період з 2003 по 2009 роки спостерігається коливання загальної кількості скарг та скарг, пов'язаних з процесом «Закупівля», тобто їх зниження та підвищення має не постійний, а випадковий характер. З 2010 по 2015 роки спостерігається поступове зниження загальної кількості скарг та кількості скарг, пов'язаних з процесом «Закупівля». Це свідчить про підвищення стабільності виконання контрактних вимог замовника продукції, а отже поліпшення результативності СУЯ. Встановимо, як впливає зменшення кількості скарг, що пов'язані з процесом «Закупівля» (y_i) на зменшення загальної кількості скарг (x_i). Для цього обчислимо коефіцієнт кореляції (r_{xy}) між кількістю скарг на різних ділянках, які за графіком на рисунку 1 суттєво відрізняються:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}}. \quad (3)$$

Спочатку розглянемо три роки, $N = 3$, тобто 2003–2005 роки, де є великий розкид. Аналогічно розрахуємо коефіцієнти кореляції наприкінці періоду (2011–2015 роки).

Розраховані коефіцієнти кореляції для обох ділянок дорівнюють $r_{xy_i} = 0,97$, що свідчить про лінійну функціональну залежність між кількістю скарг, які пов'язані з процесом «Закупівля», та загальною кількістю скарг СУЯ. Отже, допущення про лінійний зв'язок між кількістю скарг справедливе.

Як було показано раніше, для загальної оцінки результативності СУЯ необхідно встановити інтегральний показник результативності СУЯ і критерій його оцінювання, тобто допустима (очікувана) кількість скарг та визначити її ключові показники для контролю. У цьому разі ключовими показниками для (аналізу) контролю СУЯ можуть бути саме показники результативності процесів ЖЦП, оскільки вони на кожному етапі виробництва продукції показують рівень виконання контрактних вимог, які визначено на початку ланцюга замовником продукції. Для встановлення залежності кількості скарг будь-якого процесу ЖЦП від рівня його результативності використовуємо однофакторну математичну модель, яку побудовано за допомогою методу найменших квадратів. Це дасть можливість обґрунтувати інтегральний показник, а також допустиму (очікувану) кількість скарг для загальної оцінки результативності СУЯ та підтвердити правильність вибору її ключових показників для контролю.

Для аналізу використано дані про результативність процесів, отримані в результаті узагальнення даних спостережень за процесом «Закупівля» за період 2011–2015 роки. Під час експерименту процедура кількісного оцінювання результативності процесу проводиться в два етапи. Для цього спочатку розраховують значення коефіцієнта відповідності ($K_{\text{вв}}$) за

кожною категорією показників процесу ($K_{\text{вв}}^{\text{якт.}}$ – якості та $K_{\text{вв}}^{\text{час.}}$ – часу) як відношення кількості спостережень, які відповідають критеріям оцінювання, до загальної кількості спостережень за кожним контрактом на виготовлення продукції:

$$K_{\text{вс}} = \frac{\sum_{i=1}^{n_i} n_i^{\text{від.}}}{\sum_{i=1}^{n_i} n_i} \times 100\%; \quad (4)$$

де $\sum_{i=1}^{n_i} n_i^{\text{від.}}$ – кількість спостережень, які відповідають критеріям оцінювання; $\sum_{i=1}^{n_i} n_i$ – загальна кількість спостережень (за період оцінювання); i – номер контракту на виготовлення продукції.

Наприклад, за контрактом №1, з 20 куплених одиниць тільки 18 є відповідними:

$$K_{\text{вс1}}^{\text{якт.}} = \frac{18}{20} \times 100\% = 90\%.$$

Далі знаходять середнє арифметичне значення ($\overline{K}_{\text{вс}i}$) за кожною категорією його показників ($K_{\text{вс}}^{\text{якт.}}$ – якості та $K_{\text{вс}}^{\text{час.}}$ – часу). Показник результативності процесу

($\overline{P}_{\text{пр.}}^{\text{рез.}}$) – узагальнене середнє значення його результатів (%), які відповідають вимогам щодо якості та часу:

$$\overline{P}_{\text{пр.}}^{\text{рез.}} = \frac{\overline{K}_{\text{вс}}^{\text{якт.}} + \overline{K}_{\text{вс}}^{\text{час.}}}{n}, \quad (5)$$

де n – кількість показників процесу.

У таблиці 2 показано форму для збирання статистичних даних та приклад її заповнення для розрахунку коефіцієнта відповідності за показником якості ($K_{\text{вс}}^{\text{якт.}}$).

Таблиця 2

Форма для збирання статистичних даних для розрахунку коефіцієнта відповідності за показником якості

Матеріали (комплектувальні) для закупівлі, відображені у відомості куплених виробів (критерії оцінювання)	Фактично куплені матеріали (комплектувальні), 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, ϕ 108 x12	Труби ГОСТ 8732–78; 10Г2, ϕ108 x 14
Комплектувальні: Кран 14М1–00–00	Кран 11Б18БК

Примітка. Жирним шрифтом позначено відхилення фактично закуплених матеріалів (комплектувальних) від заданих норм.

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

Аналогічно розраховують коефіцієнт $\overline{K}_{\text{вв}}^{\text{час.}}$. Для цього порівнюють календарні дати, встановлені у виробничому графіку, й дати, відображені у лімітній картці видачі матеріалів у виробництво. Далі знаходять їх середнє арифметичне значення: наприклад, $\overline{K}_{\text{вв}}^{\text{час.}} = 96\%$.

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

У праці [7] запропоновано статистичний підхід до оцінювання результативності процесів ЖЦП, де за основу розрахунків результатів процесу взято наведений вище метод кількісного оцінювання, а загальною оцінкою результативності цих процесів є допустиме граничне значення дисперсії показника результативності ($\overline{P}_{\text{пр.}}^{\text{рез.}}$). Під показником результативності процесу ($\overline{P}_{\text{пр.}}^{\text{рез.}}$) будемо розуміти узагальнене середнє значення його результатів (%), які відповідають вимогам щодо якості та часу.

Для аналізу зв'язку між показниками результативності процесу «Закупівля» ($\overline{P}_{\text{пр.}}^{\text{рез.}}$), які показують рівень його результативності або рівень виконання контрактних вимог на цьому етапі виробництва (вимоги щодо технічних характеристик виробу та своєчасність їх виконання), та кількістю скарг, пов'язаних з цим процесом, використовували однофакторну математичну модель, яку побудовано за допомогою методу найменших квадратів. Кількість скарг, пов'язаних з процесом «Закупівля», позначено як результівну змінну y , а рівень результативності процесу «Закупівля» через незалежну змінну x (%). Розрахункові дані показано в таблиці 3.

Таблиця 3

**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) [26]. Результати розрахунків показано в таблиці 4.

Таблиця 4

Коефіцієнти 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	

Таким чином, рівняння регресії має вигляд:

$$\hat{y}_x = 30,01 - 0,291x. \quad (6)$$

Отже, зі збільшенням показника результативності будь-якого процесу ЖЦП на 1, кількість скарг, пов'язаних з цим процесом, зменшується в середньому на 0,29.

Розрахуємо лінійний коефіцієнт парної кореляції та коефіцієнт детермінації:

$$r_{xy} = b \frac{\sigma_x}{\sigma_y}, \quad (7)$$

$r_{xy} = -0,99 < 0$, 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:

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{y - \hat{y}_x}{y} \right| \times 100\% = 5,01. \quad (8)$$

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

Таким чином, можна стверджувати, що ключовими показниками для контролю СУЯ під час здійснення процесного ВА є показники результативності процесів ЖЦП. Між цими показниками та загальною результативністю СУЯ є пряма залежність, тобто задовільна результативність показників процесів ЖЦП означає, що СУЯ є результативною. Отримане рівняння регресії (6) дає можливість використовувати його для прогнозу очікуваної кількості скарг. Очевидно, що очікування замовника продукції передбачає виконання його контрактних вимог своєчасно та в повному обсязі. Отже, якщо прогнозне значення показника

результативності будь-якого процесу ЖЦП встановити $\bar{P}_{пр.}^{рез.} = 100 \%$, тоді кількість скарг, пов'язаних з цим процесом, становитиме (б):

$$\hat{y}_x = 30,01 - 0,291 \times 100 = 0,91 \text{ скарг.}$$

Кількість скарг, що відрізняються від нуля, пов'язана зі статистичною оцінкою коефіцієнтів рівняння. Розраховані значення за цим рівнянням можна застосовувати як індикатор відстеження поліпшення результативності СУЯ – зменшення/збільшення кількості скарг.

Запропонований інтегральний показник результативності СУЯ, на відміну від наявних, подано через кількість скарг від замовників продукції. На його основі можна визначити ключові показники СУЯ, що дасть можливість здійснювати оцінку виконання контрактних зобов'язань на кожному етапі виробництва продукції.

Висновки. За результатами експериментального дослідження обґрунтовано і розроблено інтегральний показник і критерій його оцінки для кількісного оцінювання результативності СУЯ та визначено її ключові показники для оцінки виконання контрактних зобов'язань замовника продукції на кожному етапі виробництва продукції. Запропонований інтегральний показник результативності СУЯ, на відміну від наявних, виражено через кількість скарг від замовників продукції, що дає можливість її кількісного оцінювання та найбільш повно відображає рівень виконання контрактних зобов'язань замовника, тим самим підвищується об'єктивність кінцевих результатів оцінки.

Практична цінність результатів, що наведені у статті, полягає у зменшенні складності оцінювання СУЯ за рахунок зменшення загальної кількості показників і взаємозв'язків між її процесами та спрощенні процедури ВА (або вдосконалення підходу до здійснення ВА) за рахунок скорочення часу на збирання доказів аудиту й спрощення їх отримання. Це дає можливість в умовах складного виробництва машинобудівного підприємства знижувати ризики щодо якості продукції. Отримане рівняння регресії дозволяє використовувати його для прогнозу очікуваної кількості скарг та як індикатор відстеження поліпшення результативності СУЯ.

ЛІТЕРАТУРА

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. – 22 с. – (Національний стандарт України).
2. Гура С. Впровадження СУЯ: різні погляди на принципові питання / С. Гура // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2005. – № 6. – С. 50 – 58.
3. Горбунов А. В. Проблемы менеджмента качества в России / А. В. Горбунов // Менеджмент сегодня. – 2007. – № 04 (40) – С. 214 – 222.
4. Ситніченко В. Сучасні системи менеджменту як інструмент виходу з кризи / В. Ситніченко, Є. Стоякін, Г. Кісельова // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2009. – №3. – С. 57 – 61.
5. Паракуда В. Запровадження сучасних систем управління / В. Паракуда, Р. Огірко, А. Сухенко, Л. Шишкіна // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2008. – № 3. – С. 47– 51.
6. ДСТУ ISO 9000:2015. Системи управління якістю. Основні положення та словник (ISO 9000:2014, IDT). – Чинний від 2016-07-01. – К.: Держстандарт України, 2016. – 49 с. – (Національний стандарт України).
7. 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.
8. Горбунов А. В. Аудит процессов или аудит подразделений ?/А. В. Горбунов // Методы менеджмента качества. – 2007. – № 1. – С. 15 –18.

9. Лебединец В. А. Управление качеством: учебное пособие / В. А. Лебединец, С. Н. Коваленко. – Х.: Изд-во НФаУ, 2004. – 2-е изд. – 244 с.
10. Терехова Т. В. Диалог консультанта с внутренним аудитором. От аудита соответствия к аудиту улучшений / Т. В. Терехова, А. Н. Грачев. – Н. Новгород: Приоритет, 2004. – 97 с.
11. Адлер Ю. П. "Факты, факты, верти их так и сяк ты!" / Ю. П. Адлер // Методы менеджмента качества. – 2006. – № 6. – С. 38 – 41.
12. ДСТУ ISO 19011:2013. Настанови щодо здійснення аудитів систем управління (ISO 19011:2011, IDT). – Чинний від 2013-07-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2012. – 25 с. – (Національний стандарт України).
13. 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.
14. Тишков Ю. С. Оценка функционирования системы менеджмента качества по результатам внутреннего аудита / Ю. С. Тишков // Методы менеджмента качества. – 2009. – № 4. – С. 18 – 23.
15. Микава Ж. Внутренний аудит систем менеджмента качества / Ж. Микава // Стандарты и качество. – 2003. – № 11. – С. 66 – 69.
16. Бейсова Р. С. Аудит качества: учебное пособие / Р. С. Бейсова. – Ульяновск: УлГТУ, 2006. – 66 с.
17. Russell J.P. The Quality Audit Handbook. / J.P. Russell – Milwaukee, WI: ASQC Quality Press, 1997. – 225 p.
18. O'Hanlon T. Quality audits for ISO 9001:2000: Making compliance value-added / Tim O'Hanlon. – ASQ Quality Press, 2001. – 240 p.
19. Nakajo T. An Empirical Study on Effective Quality System Audits based on the ISO 9000 series. / T. Nakajo K., Hikida. – 44th European Quality Congress Proceedings, 2000, p. 212–220.
20. Бойко Т. Г. Огляд методів визначення вагових коефіцієнтів показників властивостей продукції / Т. Г. Бойко // Методи та прилади контролю якості. – 2010. – №24. – С. 84–89.
21. Федюкин В. К. Основы квалиметрии. Управление качеством продукции: учеб. пособие / В. К. Федюкин. – М.: Информационно-издательский дом «Филинъ», 2004. – 296 с.
22. 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.
23. 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.
24. Деминг Э. Выход из кризиса. Новая парадигма управления людьми, системами и процессами: Пер. с англ. / Э. Деминг. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. – 370 с.
25. Брассард М. Справочник по инструментам и методам для команд совершенствования Шести Сигм: пер. с англ. / М. Брассард, Л. Финн, Д. Джинн, Д. Риттер. – Киев: Украинская ассоциация качества, 2003. – 265 с.
26. Мхитарян В. С. Исследование зависимостей методами корреляции и регрессии / В. С. Мхитарян, Л. И. Трошин // – М.: МЭСИ, 2004. – 51 с.

Володарский Е. Т., Аксёнова Л. И.

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ НА ПРИМЕРЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В статье на примере машиностроительного предприятия обоснованы и разработаны интегральный показатель и критерий его оценки для количественного оценивания результативности системы управления качеством (СУК). Определены ключевые показатели СУК для оценки выполнения договорных обязательств заказчика продукции на каждом этапе производства. Это позволяет повысить объективность конечных результатов оценки СУК, тем самым снижая риски, связанные с качеством продукции.

Ключевые слова: аудит качества, оценка результативности процессов, жалобы заказчика продукции, интегральный показатель, система управления качеством, жизненный цикл продукции, машиностроительное предприятие.

Y. Volodarskiy, L. Aksionova,

INTEGRAL INDEX OF QUANTITATIVE EVALUATING EFFECTIVENESS THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM BY THE EXAMPLE OF A MACHINE-BUILDING ENTERPRISE

In the article on the example of the machine-building enterprise, the integral indicator and the criterion for its evaluation are substantiated and developed for quantitative evaluation of the effectiveness of the quality management system (QMS). The key indicators of the QMS for assessing the fulfillment of the contractual obligations of the customer of the products at each stage of production are determined. This makes it possible to increase the objectivity of the final results of the QMS assessment, thereby reducing the risks associated with product quality.

Key words: quality audit, evaluation of the effectiveness of processes, customer complaints products, integral indicator, quality management system, product life cycle, machine-building enterprise.

Рецензент: Кошева Л. О., д-р техн. наук,
професор, Національний авіаційний
університет, м. Київ

УДК 006.35(4)CEN:365(477)

Кононовський О. О., Слива Ю. В.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ОЦІНКИ РИЗИКІВ ПІД ЧАС ВИРОЩУВАННЯ ОВОЧІВ ЗГІДНО З ВИМОГАМИ GLOBAL GAP ВЕРСІЇ 5

У статті розглянуто особливості проведення оцінки ризиків під час вирощування овочів згідно з вимогами GLOBAL GAP версія 5. Мета стандарту полягає в мінімізації ризиків сільськогосподарського виробництва відстеженням усього виробничого циклу, починаючи з придбання чи виробництва кормів, садивного матеріалу, інших ресурсів і закінчуючи готовою продукцією та отриманням кінцевих продуктів.

Ключові слова: Стандарт GLOBAL G.A.P., вимоги, ризики, безпека.

Постановка проблеми в загальному вигляді. Стандарт GLOBAL G.A.P. є результатом партнерства між сільгоспвиробниками й торговими організаціями, мета якого встановити широковизнані стандарти й процедури сертифікації належних сільськогосподарських практик (GAP). Однією з новацій нової версії стандарту є обов'язковість проведення процедур оцінки ризиків, які можуть мати місце під час вирощування рослинної продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У статті висвітлено праці таких відомих вчених-економістів, як, зокрема, Г.Ю. Аніщенко, В.В. Юрчишин, О.М. Шестопаля, О.В. Богданюк, О.Ю. Єрмаков, В.А. Рудьєв, В.В. Яворів.

Мета статті. Звернути увагу на актуальність питання проведення оцінки ризиків під