

ДРАБАНІЧ Анна Вікторівна,

кандидат економічних наук, доцент

**ФІНАНСОВІ РЕЗУЛЬТАТИ ВИКОРИСТАННЯ КОШТІВ НА
ЗАСТОСУВАННЯ СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ РЕГУЛЮВАННЯ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ**

В статті викладено результати розробки методу фінансової доцільності статистичного регулювання технологічних процесів виробництва продукції. Визначення доцільності застосування технологічних процесів при фінансових розрахунках ведеться шляхом мінімальної частини дефектних виробів в умовах дії систематичних відхиляючих факторів. При вирішенні задачі отримання фінансових розрахунків підвищення ефективності виробництва за рахунок статистичного регулювання технологічних процесів (СРТП) здійснюється статистичний аналіз ТО виробництва виробу з обрахуванням величини прибутку. Серед ТО вибираються такі, які мають найбільше і позитивне значення прибутку, як найбільш перспективні для запровадження СРТП. Розробку доведено до інженерного застосування в умовах промислового виробництва.

Ключові слова: фінанси, фінансові результати, статистичні методи, вибірковий контроль, прибуток, якість продукції.

This paper presents the results of developing a method of financial feasibility of statistical regulation of technological processes of production.

Determining the feasibility of application of technological processes during financial calculations is carried out by the minimum of the defective products under conditions of systematic angle factors. In solving the problem of obtaining financial calculations to improve production efficiency through statistical regulation of technological process (SRTP) is done a statistical analysis of the TO of unit production with calculating the value of profits. Among TO are selected those that have the most positive meaning of profit as the most promising for implementing SRTP. Working is developed to the engineering application in industrial production.

Keywords: finance, financial results, statistical methods, random testing, profit, quality of product.

Постановка проблеми та її зв'язок з важливими науковими і практичними завданнями. У справі застосування методів статистичного регулювання технологічних процесів (СРТП) періодично виникають кризові явища, в процесі використання ресурсів, що проявляються у відмові виробників від застосування СРТП. На сьогоднішній день якраз і спостерігається спад інтересу до методів СРТП в промисловості [1], а перед цим був спад в середині минулого століття [2]. Причиною спаду популярності СРТП є низька його ефективність, викликана недосконалістю планування контролю, що базується на методі гіпотез математичної

статистики. Недоліки цього методу викладено в [3] стосовно статистичного приймального контролю, що повністю відноситься і до СРТП.

Друга причина полягає в невиправданому застосуванні СРТП у випадках, коли воно не може дати позитивного результату. На жаль, ця проблема в літературі практично не розглядалась. Планування контролю за критерієм оптимальності у вигляді максимуму прибутку вирішує цю проблему шляхом відмови від СРТП при недостатньому рівні прибутку. Але потрібні експрес - методи визначення економічної доцільності СРТП.

При проведенні робіт із запровадження СРТП бажано визначити технологічні операції, на яких застосування СРТП найбільш ефективне. Виконувати повний комплекс робіт з планування контролю СРТП і оцінки його фінансових результатів за визначеним прибутком в порядку розрахунку плану контролю досить затратно. Бажано мати метод експрес-аналізу для встановлення першочергових технологічних операцій, від яких очікується найвигідніший фінансовий результат.

Аналіз досліджень і публікацій. Питання зменшення витрат на забезпечення конкурентоздатної продукції в країнах з ринковою економікою приділялась значна увага. Зокрема А. Фейгенбаум, Дж. Джуран розглядали питання фінансового результату від реалізації продукції з позиції, чим вища якість, тим вищий прибуток. До питання зменшення витрат на виробництво продукції звертались автори: Гличов А.В., Карпин Е.М., Коц Г.П., Риженко Г., Михеева С., Сурасков В., Басартин В. та інші, які обмежувались коротким описом підходів до використання звітності, складання кошторисів, зменшення доли браку ті інші неефективні підходи. В науковій літературі не враховувалось, що в основі поглинання витрат основним джерелом є СРТП, а проблема фінансової ефективності застосування СРТП, загострюється тому, що покупець надає перевагу товару меншої якості серед пропозицій якості різних виробників.

В стандартах по якості продукції вимоги, що стосуються фінансових аспектів, носять рекомендаційний характер і не входять до складу елементів системи управління якістю оскільки важко виділити не тільки витрати на якість від загальних витрат, але й оцінити фінансові результати від підвищення якості продукції. Першим кроком до вирішення цієї проблеми автор пропонує здійснювати визначення фінансових результатів від застосування статистичних методів контролю якісних параметрів випускаючої продукції.

Метою статті є визначення доцільності застосування статистичних методів регулювання технологічних процесів для отримання оптимальних фінансових результатів від використання коштів на виробництво конкурентоздатної на ринку продукції.

Виклад основного матеріалу дослідження із обґрунтуванням одержаних результатів. В статті висвітлюються результати розробки методу фінансової доцільності статистичного регулювання технологічних процесів виробництва продукції. Вирішення цієї проблеми проводиться автором шляхом планування технологічного процесу за критерієм оптимальності у вигляді максимуму прибутку при застосуванні статистичних методів регулювання в умовах відповідності значень контрольованого параметра нормальному закону розподілу і закономірності розладів, що відповідає пуассоновському потоку. Джерелом позитивних фінансових результатів є значення частин браку випущеної продукції, а прибуток від застосування

технологічних операцій є критерієм їх доцільності на підвищення якісних параметрів.

Фінансовий результат характеризується використання коштів на покриття витрат для отримання прибутку від реалізації відповідного рівня якості продукції.

Фінансовий результат включає в себе термін «результат» та категорію «фінанси». Термін «результат» означає наслідки, висновки, остаточний кінцевий підсумок діяльності чи застосування процесу. Категорія «фінанси» відображає економічні відносини з приводу формування доходу і фінансових ресурсів та їх використання. Відповідно до проблем статті фінансовий результат відображає кінцевий підсумок – прибуток (збиток) від застосування статистичних методів регулювання технологічних процесів виробництва продукції.

Отже прибуток як фінансовий результат представляє собою результат використання коштів на відшкодування понесених витрат за певний період часу для застосування технологічних методів забезпечення відповідної якості продукції.

Джерелом фінансової ефективності СРТП є зменшення частки дефектних виробів (браку) у виготовлюваній продукції. Якщо зменшення витрат від браку в результаті запровадження СРТП більше від витрат на ведення СРТП, то в загальному випадку застосування СРТП доцільне, тобто прибуток від СРТП є критерієм його доцільності.

Але навіть при позитивному значенні прибутку СРТП може бути недоцільним. Справа в тому, що СРТП є досить затратною операцією, і якщо є можливість вирішення проблеми з якістю продукції іншими методами, то таку можливість варто проаналізувати і порівняти з ефективністю СРТП.

Недоцільним може бути застосування СРТП зокрема у випадку, коли причиною розладів ТО є порушення технологічних режимів, контроль і регулювання яких покладається на операційного робітника. Якщо порушення трапляються з суб'єктивних причин, то добрий результат можна отримати з посиленого контролю дотримання технологічної дисципліни. При необхідності ефективнішим може бути модернізація ТО з метою удосконалення контролю і регулювання технологічних параметрів аж до застосування автоматичних засобів.

Правда, іноді контроль технологічних параметрів може бути досить затратним. Так на ТО холодної штамповки деталей з металу якість виробів залежить від ступеня спрацювання інструменту та його налагодженості. Для контролю цих технологічних параметрів необхідна зупинка ТО на тривалий час. Тому для такої ТО більш доцільним буде застосування СРТП.

Як правило, СРТП застосовують у випадку неприйнятно високого рівня дефектних виробів. Але зменшення рівня браку методами СРТП не завжди можна досягти. Трапляються випадки постійної розладженості ТО, коли математичне очікування визначального параметра не співпадає з номінальним значенням: $\mu \neq X_0$. При цьому навіть у випадку відсутності систематичних відхиляючих факторів спостерігається іноді досить значна частка браку:

$$q_{-0} = 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_0} \int_{x_1}^{x_2} \exp\left\{-\frac{(\mu - x)^2}{2\sigma_0^2}\right\} dx$$

або з використанням функції Лапласа

$$q_0 = 1 - \Phi_0\left(\frac{\Delta X - \Delta\mu}{\sigma_0}\right) - \Phi_0\left(\frac{\Delta X + \Delta\mu}{\sigma_0}\right),$$

де $\Delta\mu = |X_0 - \mu|$ – відхилення математичного очікування від номінального значення.

За цим виразом складено таблицю 1 значень частки браку у відсотках для зручності використання у виробничих умовах. При цьому введені позначення:

$$\frac{\Delta X}{\sigma_0} = 3K_T; \quad \frac{\Delta\mu}{\sigma_0} = \delta_0.$$

Якщо визначений за таблицею 1 відсоток браку досить близький до фактичного рівня, то це свідчить про наявність постійної розлагодженості. В такому випадку необхідно реалізувати організаційно-технічні заходи для усунення такої розлагодженості. Так на одному з підприємств на ТО рихтування спостерігався брак 2,1%. Статистичним аналізом встановлено, що $\Delta\mu / \sigma_0 = 0,3$, $K_T = 0,8$. За таблицею 1 $q_0 = 2,13\%$, що близьке до фактичного. Після дошліфування рихтувальних оправок брак зменшився до 0,1% і залишався на цьому рівні тривалий час. Аналіз показав недоцільність запровадження СРТП на цій ТО.

Таблиця 1.

K _T	δ ₀					
	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35
0,60	7,33	7,51	7,75	8,07	8,96	8,93
0,65	5,23	5,38	5,58	5,85	6,17	6,55
0,70	3,66	3,78	3,94	4,15	4,41	4,72
0,75	2,52	2,60	2,73	2,90	3,10	3,34
0,80	1,69	1,76	1,86	1,90	2,13	2,32
0,85	1,12	1,17	1,24	1,33	1,43	1,58
0,90	0,72	0,76	0,81	0,87	0,10	0,11
0,95	0,46	0,48	0,52	0,56	0,62	0,69
1,00	0,28	0,30	0,32	0,35	0,39	0,44
1,05	0,18	0,18	0,19	0,22	0,25	0,28

В загальному випадку для визначення доцільності СРТП необхідно провести статистичний аналіз для визначення статистичних параметрів μ , σ_0 та σ . Перші два параметри визначають за миттєвою вибіркою досить великого обсягу N . У вибірку відбирають підряд виготовлені вироби аналізованої ТО. При цьому необхідно забезпечити відсутність систематичних відхилень в процесі відбору вибірки. Для цього ретельно перевіряють технологічні параметри ТО і приводять їх до рівня, визначеного технологічною документацією. Перевіряють також якість матеріалів, напівфабрикатів, заготовок, що надходять на ТО, і приводять їх до норми. Обсяг вибірки N визначають виходячи з допустимої похибки у визначенні математичного очікування $\mu - \Delta\mu_d$. За законами математичної статистики

$$\Delta\mu_d = \frac{\sigma_0}{\sqrt{N}}$$

$$\text{звідки} \quad N = \frac{\sigma_0^2}{\Delta\mu^2} . \quad (1)$$

Як правило, на початок проведення статистичного аналізу значення σ_0 невідоме, тому можна скористатись наближеним виразом:

$$N = \frac{\Delta X^2}{10\Delta\mu_0^2} . \quad (2)$$

Для визначення σ застосовують метод малих вибірок, які відбираються періодично досить тривалий час з метою відображення дії не тільки випадкових відхиляючих факторів, а також систематичних. При цьому загальний обсяг вибірки N_σ повинен бути не менший ніж визначений за виразами (1) або (2). Обсяг поточних вибірок визначається за виразом:

$$n_i = N_\sigma / T ,$$

де T – час дослідження для визначення σ в кількості днів чи змін.
При цьому

$$N_\sigma = \sum_{i=1} n_i .$$

Параметр σ визначається за всіма даними обсягом N_σ .

Виробничники, як правило, запроваджують СРТП у випадку частки браку виробів неприйнятної величини. Але не рідко підвищена частка браку викликана не дією систематичних відхиляючих факторів, а низькою точністю ТО. Точність характеризується коефіцієнтом точності [5]:

$$K_T = \frac{\Delta X}{3\sigma_0} . \quad (3)$$

При $K_T < 1$ частка браку може бути досить велика:

$$q = 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_0} \int_{x_1}^{x_2} \exp\left\{-\frac{(x - X_0)^2}{2\sigma_0^2}\right\} dx .$$

З використанням функції Лапласа

$$q = 1 - 2\Phi_0(3K_T) . \quad (4)$$

За цим виразом розраховано таблицю 2, в якій частку браку подано у відсотках.

Таблиця 2.

K_T	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
$q\%$	0,28	0,44	0,70	1,08	1,64	2,44	3,57	5,12	7,86

Якщо при визначеному за (3) коефіцієнті точності частка браку відповідає даним таблиці 2, то причиною браку є дія випадкових відхиляючих факторів, які не можуть бути усунені методом СРТП. Тому запроваджене на такій ТО СРТП принесе лише збитки.

СРТП може дати позитивний економічний ефект лише при наявності браку з причини дії систематичних відхиляючих факторів. Дія таких факторів призводить до нестабільності технологічного процесу, яка оцінюється коефіцієнтом стабільності [6]:

$$K_c = 1 - \frac{\sigma_\mu}{\sigma_0} .$$

Але і при наявності систематичних відхилень ($K_c < 1$) застосування СРТП

може бути недоцільним. Таке можливе при високому рівні точності ТО (при значному запасі точності). В цьому випадку застосовується комплексний коефіцієнт точності, який можна назвати коефіцієнтом доцільності:

$$K_d = \frac{\Delta X}{\sigma} .$$

Якщо $K_d \approx 1$, то частка браку досить мала (може бути визначена за таблицею 2), а СРТП не призведе до суттєвого зменшення браку і може бути збитковим.

В загальному випадку при визначенні доцільності СРТП необхідні економічні розрахунки. Навіть при $K_c \ll 1$ та $K_d < 1$ можлива недоцільність СРТП. Визначається мінімальна частка дефектних виробів q_0 , тобто така, яка не може бути зменшена методами СРТП, за виразом (4). Визначається також загальна частка дефектних виробів в умовах дії систематичних відхиляючих факторів:

$$q_{zar} = 1 - 2\Phi_0(3K_d) .$$

Різниця між цими величинами якраз і буде тією часткою браку, яку можна зменшити методом СРТП.

$$\Delta q = q_{zar} - q_0 = 2 [\Phi_0(3K_r) - \Phi_0(3K_d)] \quad (5)$$

Методом СРТП ця частка браку може бути зменшена не більш ніж наполовину.

Як зазначалось, в даному випадку прийняття моделі моментів розлагодження у вигляді найпростішого (пуассонівського) потоку, при якому момент настання розладу між моментами контролю описується рівномірним законом розподілу, тобто в середньому момент розладу буде:

$$t_{роз} = t_{i-1} + 0,5\Delta T,$$

де t_{i-1} – момент попереднього контролю,

ΔT – періодичність контролю.

Звідси дохід від СРТП за звітний період (як правило рік) буде:

$$D = 0,5 \Delta q c_6 \frac{T}{\Delta T} N_3, \quad (6)$$

де T – ресурс часу функціонування ТО за звітний період,

c_6 – втрати від браку одиниці виробу,

N_3 – обсяг виробництва за звітний період.

Витрати за звітний період на ведення СРТП будуть:

$$C = \frac{T}{\Delta T} (nc_n + c_k), \quad (7)$$

де n – обсяг вибірки,

c_n – витрати на контроль кожного виробу,

c_k – витрати на ведення СРТП незалежно від обсягу вибірки.

В зв'язку з використанням розрахунків як експрес-метод, то допустимим буде прийняти обсяг вибірки у вигляді середнього значення $n = 10$. Прибуток визначається з урахуванням (5), (6) та (7). В обох доданках присутній множник $T/\Delta T$. Якщо його скоротити, то отримаємо прибуток в розрахунку на одну вибірку:

$$Q = [\Phi_0(3K_T) - \Phi_0(3K_D)]c_6N - 10c_n - c_k, \quad (8)$$

де N – обсяг виготовлюваної продукції за період між моментами контролю.

При вирішенні задачі підвищення ефективності виробництва за рахунок запровадження СРТП, здійснюється статистичний аналіз ТО виробництва виробу з обрахунком величини прибутку за виразом (8). Серед ТО вибираються такі, які мають найбільше і позитивне значення прибутку, як найбільш перспективні для запровадження СРТП.

Для полегшення розрахунків у виробничих умовах у виразі (8) для визначення множника у квадратних дужках розраховано таблицю 3, дані якої необхідно множити на 10^{-3} .

Таблиця 3.

K _д	K _т								
	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20
0,95	–	–	–	0	0,84	1,37	1,70	1,90	2,03
0,90	–	–	0	1,28	2,12	2,65	2,98	3,19	3,30
0,85	–	0	1,92	3,20	4,04	4,57	4,90	5,10	5,23
0,80	0	2,81	4,73	6,04	6,85	7,38	7,86	7,92	8,04
0,75	4,02	6,83	8,75	10,0	10,9	11,4	11,7	11,9	12,1
0,70	9,66	12,5	14,4	15,7	16,5	17,0	17,4	17,6	17,7
0,65	17,4	20,2	22,1	23,4	24,2	24,8	25,1	25,3	25,4
0,60	27,7	30,5	32,5	33,7	34,6	35,1	35,4	35,6	35,8
0,55	41,3	44,1	46,0	47,3	48,1	48,6	49,0	49,2	49,3

Висновки та перспективи подальших наукових досліджень. При вирішенні задачі покращення фінансових показників виробництва виробу необхідно аналізувати кожну технологічну операцію окремо з метою визначення визначального параметра виробів, який формується на даній операції і, відповідно, характеризує її стан, а також з метою встановлення вимог до визначального параметра у вигляді поля допуску на його значення.

Кожна технологічна операція аналізується на визначення можливих причин розладів з встановленням можливості виявлення і усунення розладів організаційно-технічними засобами.

Визначаються технологічні операції, регулювання яких можливе лише статистичними методами. Такі операції піддають статистичному аналізу з визначенням оцінок параметрів законів розподілу.

Для проаналізованих технологічних операцій визначають оцінку очікуваного прибутку від запровадження статистичного регулювання і визначаються найбільш перспективні в частині запровадження статистичного регулювання. Такий підхід дає можливість подальших наукових досліджень в кожній конкурентній галузі виробництва продукції.

Список використаних джерел та літератури:

1. Головинский В.В. Статистические методы регулирования и контроля качества /В.В. Головинский.– М.: Машиностроение, 1974. – 264 с.
2. Кичак В.М., Надійність та контроль якості виробів електронної техніки / В.М. Кичак, І.В.Федун. – Вінниця . – ВДТУ, 1998 . – 122 с.
3. Федун И.В. Планирование статистического приёмочного контроля качества по нормативу граничного значения доли дефектных единиц /И.В.Федун // Надёжность и контроль качества, 1986, № 11. – С. 35 – 40 .
4. Федун И.В. К вопросу выбора плана контроля при статистическом регулировании технологических процессов с непосредственной корректировкой /И.В.Федун // Надёжность и контроль качества, 1980, №4. – с. 45 – 48.
5. Шпер В.Л. Ещё раз о контрольных картах и вокруг них / В.Л. Шпер // Надёжность и контроль качества, 1998, № 10. – С. 3 – 13.
6. Фейгенбаум А. Контроль качества продукции. / А. Фейгенбаум. – М.: Экономика, 1986. – 479 с.