

К. О. Черновська, аспірант

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

[chernovskakaterina@mail.ru](mailto:chernovskakaterina@mail.ru)

## ФОРМУВАННЯ МОДЕЛІ ВЗАЄМОДІЇ КВАЛІМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МАШИНОБУДІВНОЇ ПРОДУКЦІЇ

У статті запропоновано підсистему контролю виготовлення машинобудівної продукції, що включає в себе сукупність станів та процесів, які забезпечують інтеграцію усіх видів діяльності в межах методики кваліметричної оцінки якості, а також комплексно вирішують питання підвищення контролю на всіх стадіях виробничої системи машинобудівного підприємства. Для математичного опису кваліметричної оцінки контролю якості виготовлення машинобудівної продукції запропоновано виробничий процес машинобудівного підприємства описати у вигляді абстрактної множини, яка задовольнить необхідним умовам на основі побудови заздалегідь введених об'єктів станів якості.

**Ключові слова:** машинобудування, контроль, якість, кваліметрична оцінка контролю якості, виробництво, продукція.

**Постановка проблеми.** Серед процесів забезпечення якості машинобудівної продукції виділяються такі типи: організаційні, технологічні та економічні [1, 7]. Організаційні процеси мають місце на всіх етапах життєвого циклу продукції (ЖЦП), а також передують технологічним та економічним. Серед найбільш пріоритетних організаційних процесів можна виділити підготовку виробництва та виробничих процесів, основною частиною яких є технологічний процес (ТП), метрологічне забезпечення, контроль якості. Економічні процеси полягають у встановленні витрат на забезпечення якості й фінансуванні цих витрат [2, 4, 9].

**Аналіз останніх джерел досліджень та публікацій.** Показано, що сучасний стан науково-технічної проблеми управління якістю машинобудівної продукції при обмеженому обсязі статистичної інформації – це логічне продовження робіт таких учених, як: Н. А. Бородачов, А. А. Зиков, А. Б. Яхін, Б. С. Балакшин, А. П. Соколовський, І. З. Солонін, В. М. Кован, О. О. Маталін та інших, що вирішували задачі якості, застосовуючи статистичні методи [5, 8]. Існує необхідність розглянути міжнародні стандарти ISO 9001-94, ISO 9002-94, ISO 9003-94, ISO 9004-1 для власного трактування процесів та процедур забезпечення якості стосовно підприємств машинобудування, виходячи з того, що вони повинні бути систематизовані, упорядковані, а також доступні для розуміння як виробни-

ків, так і споживачів зокрема. Дослідження з цього питання є вкрай актуальним в умовах сьогодення, у той же час воно є недостатньо вивченим [6].

**Мета дослідження** ґрунтується на формуванні взаємодії кваліметричних параметрів машинобудівної продукції.

**Виклад основного матеріалу.** Процес забезпечення якості ґрунтується на визначенні обов'язків та встановленні повноважень. Повинні бути визначені й документально зафіксовані ті види діяльності, які прямо чи опосередковано впливають на якість виготовлення машинобудівної продукції. Для цього доцільно вжити таких заходів, як: обґрунтування загальних та конкретних обов'язків відносно якості; визначення обов'язків та повноважень стосовно кожного виду діяльності, що мають вплив на якість; надання достатнього ступеня організаційної волі, широкого кола повноважень, які забезпечать досягнення поставлених цілей [3, 10].

Загальну процедуру математичного опису кваліметричної оцінки контролю якості виготовлення машинобудівної продукції побудови необхідно розбити на такі етапи:

1. Всі об'єкти станів якості агрегуються, наприклад, за допомогою операції об'єднання  $\tilde{C} = \cup\{C_t, t \in T\}$  або за допомогою декартового множення  $\tilde{C} = \times_{t \in T} C_t$ .

2. Відповідно до перелічених нижче умов вводиться відношення еквівалентності

$E_c \subset \tilde{C} \times \tilde{C}$ , яке повинно задовольняти деяким вимогам етапів контролю якості.

3. Як простір станів якості використовується або сама фактор-множина  $\tilde{C}/E_c$ , або стан якості іншої ізоморфної їй множини  $C$ :

$$C \cong \frac{\tilde{C}}{E_c}. \quad (1)$$

$$(i) \\ (\forall [c]) (\forall x_{ii}) (\exists [c']) (\forall c_i) (c_i \in [c] \Rightarrow \varphi_{ii}(c_i, x_{ii}) \in [c']),$$

$$(ii) \\ (\forall [c]) (\forall c_i) (\forall c'_i) (\forall x_i) (c_i \in [c] \& c'_i \in [c] \Rightarrow p_i(c_i, x_i) = p_i(c'_i, x_i))$$

або

$$(ii)' \\ (\forall [c]) (\forall c_i) \\ (\forall c'_i) (\forall a) (c_i \in [c] \& c'_i \in [c] \Rightarrow \lambda_i(c_i, a) = \lambda_i(c'_i, a))$$

Умова (i) комплексної оцінки контролю якості виготовлення машинобудівної продукції (КОКЯВМП) означає, що виробнича система контролю якості в часі при наведенні у просторі станів повинна мати безперервний характер, як при наведенні за допомогою об'єктів станів. Умова (ii) використовується, коли система контролю якості визначається своїм динамічним уявленням, тобто парою  $[(\bar{\rho}, \bar{\varphi})]$ , в той час, як умова (ii)' застосовується для канонічного представлення КОКЯВМП, тобто при заданій парі  $[(\bar{\varphi}, \bar{\lambda})]$ . Якщо в ТП машинобудівного підприємства задана будь-яка додаткова структура, то відношення еквівалентності, яке зображене в просторі станів, повинно зберігати ці структури на фактор-множині. Результати, які отримані вище з використанням об'єктів станів, мають очевидні аналоги на випадок представлення КОКЯВМП у вигляді простору станів. Враховуючи специфіку машинобудівного підприємства, особливу увагу слід звертати на канонічне представлення. Існує необхідність введення наступної системи позначень. Нехай  $T\hat{i}\hat{i} \subset T_{ii}$  та  $X_{ii}$  є множиною вхідних адитивних компонент якості, тоді можна визна-

чити:  $R_{Tii} : X_{ii} \rightarrow X_{ii}$ , за умови  $(\forall x_{ii}) [R_{Tii}(x_{ii}) = x_{ii} [T_{ii}]]$ .

Відображення, наведені у вигляді обмежень  $R_{ii}$ , є оператором звуження. Для спрощення позначень вважатимемо, що індекс цього оператора вказує область визначення контролю якості, тобто множину точок контролю, на які система КОКЯВМП звужує вихідні функції. Цей же символ  $R$  будемо використовувати для позначення аналогічних операторів, які діють над операціями контролю  $Y, Y_{ii}$  тощо. Це означає, що відображення  $R_{T_i} : Y \rightarrow Y_{ii}$  являє собою ще один оператор звуження у вигляді обмежень етапів контролю якості ТП  $(\forall y) [R_{T_i}(y) = y [T_i]]$ . Умовно позначимо  $R(t) : X \rightarrow X(t)$  для оператора  $(\forall x) [R_{t(ii)}(x) = x(t)]$ . Нехай  $\varphi_{ii}$  та  $\mu_{ii}$  є функцією переходу станів деталі та функцією виходу відповідно на просторі станів контролю якості ТП машинобудівного підприємства, а  $\varphi_{ii}$  та  $\mu_{ii}$  є аналогічними функціями, які визначені на сімействі об'єктів стану виробничого процесу. Канонічне уявлення визначається в термінах сімейства функцій переходу станів КОКЯВМП  $\varphi = \{\varphi_{ii} : C \times X_{ii} \rightarrow C\}$  та відображень  $\bar{\lambda} = \{\lambda_i : C \times A \rightarrow B\}$ .

З вищенаведеного визначено оцінку контролю якості на основі опису динаміки системи множини перетворень  $C$  та множини відповідних суджень вхідних впливів  $X_{ii}$  у підсистемі  $C$ . В області визначення, а також в області значень відображень  $\varphi_{ii}$  фігурує одна й та ж множина  $C$  незалежно від значень  $t, t' \in T$ , єдина різниця між функціями переходу станів  $\varphi_{ii}$  та  $\varphi_{i'i'}$  для різних часових відрізків складається у відповідних судженнях вхідного контролю якості виробничого процесу машинобудівного підприємства.

Встановлений зв'язок КОКЯВМП з класичними поняттями динамічної системи машинобудівного підприємства. Будь-якому вхідному впливу  $x \in X$  загальної динамічної системи відповідає деяка множина перетворень  $\bar{\varphi}^x = \{\varphi_{ii}^x : C \rightarrow C\}$ , так що

$\varphi_{ii}^x = \varphi_{ii} \left\{ x \mid T_{ii} \right\} \times C$ . Якщо простір станів процесу контролю якості задовольняє всім необхідним додатковим вимогам та є топологічним простором, то сімейство  $\overline{\varphi}^x$  є динамічною виробничою системою, оскільки визначається еволюцією системи в часі при заданому вхідному впливі  $x$ . Корисність КОКЯВМП включає такі фактори:

1. Контроль якості виробничого процесу відбувається в часі, її динаміка, при заданому вхідному впливі повністю характеризується відображеннями простору станів  $C$ .

2. Значення контролю якості в будь-який момент часу отримується за допомогою статичної функції, яка визначається на відповідних етапах критичних точок контролю (КТК), враховуючи вплив виробничої системи на швидкозмінні фактори середовища.

Існує необхідність розглянути відношення еквівалентності КОКЯВМП, яке задовольняє умови (i) та (ii) та, відповідно, для кожної з них відповідна фактор-множина може бути використана як простір станів системи контролю. Перший підхід щодо визначення відношення еквівалентності на множині  $\tilde{C}$  спирається на використання вихідної функції контролю якості. Враховуючи специфіку машинобудівного підприємства, в нашому випадку еквівалентними будуть два стани системи, навіть якщо вони відносяться до будь-яких моментів часу, але при однакових впливах приводять до одних і тих вихідних величин відповідності виробничої системи. В цьому випадку функція якості буде визначати еквівалентні стани, якщо вхідний контроль якості відповідає  $E_a^\lambda \subset \tilde{C} \times \tilde{C}$ , де  $\tilde{C} = \bigcup_{i \in T} C_i$  так, що

$$\begin{aligned} (c_i, \hat{c}_i) \in E_a^\lambda &\Leftrightarrow (\forall a) [\lambda_t(c_i, a) = \\ &= \lambda_{t'}(\hat{c}_i, a)] \& \{t = t'\} \Rightarrow \\ &\Rightarrow (\forall x_{ii}^n) [\varphi_{ii}^n(c_i, x_{ii}^n) \\ &\varphi_{ii}^n(\hat{c}_i, x_{ii}^n) \in E_a^\lambda] \end{aligned} \quad (2)$$

Позначимо через  $\overline{E}$  сімейство всіх відношень еквівалентності, яке задовольняє умови (2)  $\overline{E} = \{E_a^\lambda; \alpha \in A\}$ . Тривіальне відношення еквівалентності етапів КОКЯВМП

$I = \{(c_t, c_t) : c_t \in \overline{C}\}$  належить цій множині. В загальному випадку умова задовольняє відношенню еквівалентності. Сімейство  $\overline{E}$  можливо упорядкувати за допомогою теоретико-множинного відношення  $\subseteq$  множини. Для такої упорядкованої множини характерна множина  $\overline{E}$  на основі максимально відносного  $\subseteq$  елемента  $E_m^\lambda$ .

Очевидно, має сенс на машинобудівному підприємстві використовувати максимальне відношення еквівалентності  $E_m^\lambda$  та визна-

чити простір станів, як  $C = \frac{\tilde{C}}{E_m^\lambda}$ , оскільки  $E_m^\lambda$

визначає стан етапів КОКЯВМП. Наступним етапом існує необхідність визначити допоміжні функції якості для простору станів  $C$  та забезпечити їх узгодженість із відповідними КТК, які були визначені на машинобудівному підприємстві.

Допоміжні функції якості, які відповідають процедурі побудови КОКЯВМП, зображено на рис. 1.

Стосовно заданої початкової реакції  $\rho_0 : C_0 \times X \rightarrow Y$  реакція  $\rho_t : C_t \times X_t \rightarrow Y_t$ , яка відповідає об'єкту станів  $C_t = C_0 \times X^t$ , визначається через  $\rho_0$  наступним чином:

$$\rho_t(c_t, x_t) = \rho_0(c_0, x^t \cdot x_t) \mid T_t. \quad (3)$$

Процес розробки складається з етапів підготовки конструкторської, технологічної та організаційної документації. При цьому по кожному з перелічених блоків документації повинен проводитися контроль якості, на основі якого відбувається аналіз якості документації. Для усунення виявлених у результаті аналізу документації відхилень проводяться необхідні заходи. Розглянувши кваліметричні параметри на етапах контролю машинобудівної продукції, слід зазначити, що вони не повністю розкривають усі етапи ЖЦП. У конкретних виробничих умовах вони можуть бути доповнені іншими. На машинобудівному підприємстві, що випускає різні види продукції, процеси та процедури забезпечення якості будуть відповідати їм кількісно. Обсяг документації щодо процедур обмежується областю практичного застосування.

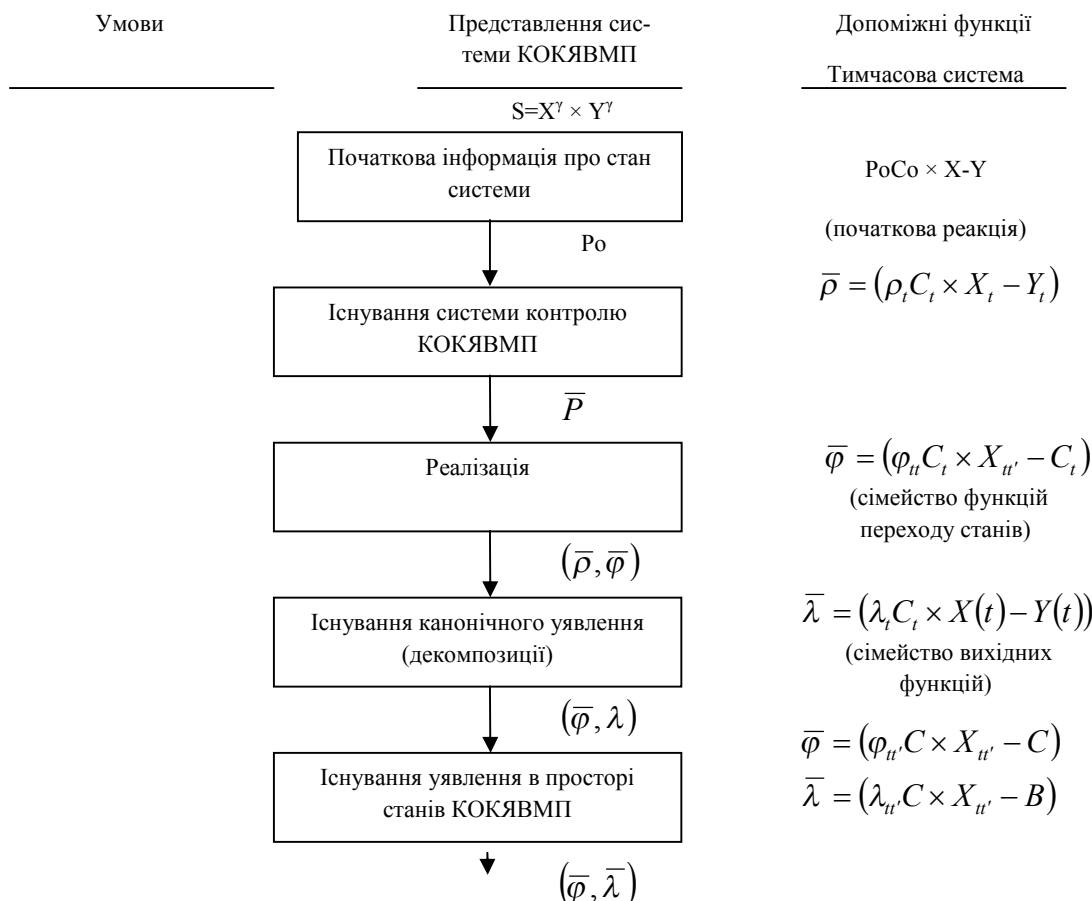


Рис. 1. Взаємозв'язок виробничої системи машинобудівного підприємства в умовах КОКЯВМП

**Висновки.** Запропоновано підсистему контролю виготовлення машинобудівної продукції, що включає в себе сукупність станів та процесів, які забезпечують інтеграцію усіх видів діяльності в межах методики кваліметричної оцінки якості, а також комплексно вирішують питання підвищення контролю на всіх стадіях виробничої системи машинобудівного підприємства.

### Список літератури

1. Величко Д. А. Выбор решений при оптимальном проектировании с векторным критерием качества / Д. А. Величко, В. В. Сысоев // Производственная обработка материалов. — Воронеж : ВПИ, 2007.
2. Воронин Г. Качество – одна из главных составляющих развития экономики / Г. Воронин // Вісник Хмельницького національного університету. – 2009. – № 6, т. 3 – С. 169.
3. Джордж С. Всеобщее управление качеством: стратегии и технологии, применяе-

мые сегодня в самых успешных компаниях (TQM) / С. Джордж, А. Ваймерских. – С.Пб. : Виктория плюс, 2012. – 256 с.

4. Єфіменко Н. А. Управління процесами відтворення капіталу на машинобудівних підприємствах / Н. А. Єфіменко. – 2007. – Вісник Хмельницького національного університету. – № 5. – С. 175–178.
5. Мартиненко С. В. Моніторинг та вимірювання процесів систем управління якістю з використанням системи управління ризиками / С. В. Мартиненко / Залізничний транспорт України. – 2010. – № 3. – С. 28–39.
6. Прокопишин Л. М. Механізм формування та використання управлінського потенціалу на підприємствах машинобудування / Л. М. Прокопишин // Актуальні проблеми економіки. – 2009. – № 7. – С. 138–145.
7. Трайнев О. В. Алгоритмы создания и функционирования программно-технических комплексов для реализации задач принятия решений / О. В. Трайнев // Автоматизация и современные технологии. – 2013. – № 3. – С. 23–29.

8. Цуглевич В. Н. Основные направления развития машиностроительного производства на современном этапе / В. Н. Цуглевич // Экономика природопользования. – 2013. – № 5. – С. 48–60.
9. Шуляр Н. В. Моніторинг систем управління якістю машинобудівних підприємств / Н. В. Шуляр // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку. – 2008. – № 635. – С. 138–145.
10. Wysocki Robert K. Effective project management / K. Robert Wysocki, Robert Beck Jr., David B. Crane. – 2<sup>nd</sup> ed. – Wiley&Sons, 2010. – 359 p.
- building enterprises. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu*, (5), pp. 175–178 [in Ukrainian].
5. Martynenko, S. V. (2010) Monitoring and measurement of processes for quality management systems with the use of risk management system. *Zaliznychnyy transport Ukrayiny*, (3), pp. 28–39 [in Ukrainian].
6. Prokopyshyn, L. M. (2009) The mechanism of formation and use of management capacity at mechanical engineering enterprises. *Aktualni problemy ekonomiky*, (7), pp. 138–145 [in Ukrainian].
7. Traynev, A. V. (2013) Algorithms for creation and functioning of software-technical complexes for decision-making tasks. *Avtomatizatsiya i sovremennye tehnologii*, (3), pp. 23–29 [in Russian].
8. Tsuglevich, V. N. (2013) Main directions of the development of machine-building production at modern stage. *Ekonomika prirodopolzovaniya*, (5), pp. 48–60 [in Russian].
9. Shulyar, N. V. (2008) Monitoring of quality management systems of engineering enterprises. *Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska Politehnika", Menedzment ta pidpryyemnytstvo v Ukrayini: etapy stanovlennya i problemy rozvytku*, (635), pp. 138–145 [in Ukrainian].
10. Wysocki Robert K., Beck, Jr. Robert and Crane, David B. (2010) Effective project management. 2<sup>nd</sup> ed. Wiley&Sons, 359 p.

### References

1. Velichko, D. A. (2007) The choice of decisions at optimal designing with quality vector criterion. *Proizvoditelnaya obrabotka materialov*. Voronezh: VPI, pp. 29–59 [in Russian].
2. Voronin, G. (2011) Quality – one of the main components of economy development. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu*, (1), p. 169 [in Russian].
3. George, S. and Vaymerskyh, A. (2012) Universal quality management: strategies and technologies, used today in the most successful companies (TQM). St. Petersburg: Victoria Plus, 256 p. [in Russian].
4. Efimenko, N. A. (2007) Management by capital reproduction processes at machine-

**K. A. Chernovska**, *postgraduate student*

Cherkasy National University named after Bohdan Khmelnytsky

[chernovskakaterina@mail.ru](mailto:chernovskakaterina@mail.ru)

## FORMING OF THE MODEL OF INTERACTION OF QUALIMETRIC PARAMETERS OF MACHINE-BUILDING PRODUCTION

**Introduction.** *To improve the quality control of manufacturing engineering products the information about its parameters at all stages of life cycle, especially at the stage of manufacturing, is necessary. Existing methods of collecting and processing information concerning the quality, methodological and regulatory support of manufacturing technologies are focused on mass production, that is designed for a large amount of statistical information. This makes them ineffective in modern production because it requires large investments. For effective quality control of the production process of manufacturing of engineering products at lower serial production and improving the accuracy more sophisticated methods of quality control of the production process at engineering enterprise are required.*

*Objective-based simulation of structural and dynamic process efficiency of quality control in engineering enterprises is considered.*

**Formulation of the problem.** *To date, there is a need to implement quality control evaluation of qualimetric manufacturing of engineering products at machine-building enterprise scale based on ISO 9001:2009 standard. The effectiveness of management at engineering enterprises should be based on a comprehensive approach based on TP interdependence and interaction. Process-oriented approach through the introduction of qualimetric evaluation of quality control of manufacturing engineering products involves collaboration of engineering company, which is producing high quality production process in time.*

**The main material.** *The implementation of process-oriented approach based on evaluation of qualimetric quality control of manufacturing machinery products at the enterprise should include: focusing on the end product, the manufacturer's interest in enhancing product quality; customer orientation, flexibility and adaptability control; the division of responsibility between the owners processes; dynamic system and its internal processes; possibility of complex automation. For machine-building enterprises with small- and medium-size nature of production processes allocated amount may be lower due to the nature of the object structure of management and quality control assessment of qualimetric manufacturing engineering products. However, the basic composition process is dependent on product characteristics and scale engineering enterprise. After identification of basic processes based maps for process are important to show how these processes relate to functional departments of engineering enterprises. Functional units of the company, on the one hand, and the key processes, on the other hand, are combined on the map.*

**Conclusions.** *From the foregoing it can be concluded that engineering enterprise needs to monitor information on customer satisfaction by identifying ways to obtain this information in time to develop measurement methods and analyze the information received to meet the rapidly changing needs of consumers of engineering products. Construction of the "ideal" of scoring and the development of the questionnaire for the survey is carried out for the consumers. After all the calculations it is necessary to evaluate the level of satisfaction. The values of customer satisfaction allow to determine profiles and trends regarding the quality of engineering products, to identify opportunities for improvement among the priorities. It is also necessary to monitor customer satisfaction.*

**Keywords:** *machine-building, monitoring, quality, qualimetric assessment of quality control, production, product.*

*Стаття надійшла до редакції 12.11.2015.*

*Рецензенти: В. М. Рудницький, д.т.н., професор,  
С. В. Голуб, д.т.н., професор*