С. В. Онешко,

к. е. н., доцент, професор кафедри економіки і фінансів,

Одеський національний морський університет, м. Одеса, Україна

ORCID ID: 0000-0003-2313-3984

DOI: 10.32702/2306-6806.2021.10.53

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО РІВНЯ ПРОМИСЛОВОЇ ПРОДУКЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ДОДАТКОВИХ КРИТЕРІЇВ

S. Oneshko,

PhD in Economics, Associate Professor, Professor of the Department of Economics and Finance, Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine

METHODS OF ASSESSMENT OF TECHNOLOGICAL LEVEL OF INDUSTRIAL PRODUCTS USING ADDITIONAL CRITERIA

У статті наведено методику комплексної оцінки визначення технологічного рівня сучасної промислової продукції, яка може бути корисною для фахівців у сфері управління якістю з виробництва виробів у галузі промисловості, як під час проектування, так і її збуту. Створення конкурентоспроможної на світових ринках продукції, яка задовольняє високим стандартам і якій притаманні надійні техніко-економічні характеристики, є комплексною задачею, для вирішення якої необхідно забезпечувати максимально можливу у таких умовах технологічність самої промислової продукції. Під технологічним рівнем передусім розуміють сукупність якостей її конструкції, які характеризують можливість оптимізації витрат праці, необхідних засобів і часу на всіх стадіях створення, виробництва і експлуатації. Забезпечення відповідного технологічного рівня новітньої продукції у сьогоденних умовах повинні залучатись такі фахівці, які безпосередньо пов'язані зі споживачами. Тому начальною потребою є використання додаткових критеріїв оцінки технологічного рівня крім традиційних. Відносна характеристика якості продукції, яка заснована на порівнянні значень показників якості продукції, що оцінюється, з базовими значеннями таких показників у аналогів, визначають технологічний рівень виробу. Технологічний рівень промислової продукції у роботі визначається як сукупність найбільш суттєвих якостей конкретного виробу, які включають показники функціонального призначення, суспільно корисного ефекту, рівня всіх видів витрат, а також споживчих та економічних характеристик. Насамперед розрахунок технологічного рівня може бути проведений за групою показників надійності, так як вона є найбільш важливою під час експлуатації виробу. Методика, на відміну від існуючих, доповнена критеріями безвідмовності, збереженості, ремонтпридатності та довговічності. Надано алгоритм розрахунку додаткових показників оцінки технологічного рівня промислової продукції з апробацією на промислових підприємствах. Для отримання укрупненої комплексної оцінки необхідно використовувати всі групи показників: призначення, надійності, якості, стандартизації та уніфікації, патентно-правові, екологічності та ергономічності, маркетинговий, виробничий і логістичний потенціали.

The article presents a method of comprehensive assessment of the technological level of modern industrial products, which could be useful for professionals in the field of quality management for the production of products in industry both during design and marketing. Creating competitive products on world markets that meet high standards, which have reliable technical and economic characteristics, is a complex task, for which it is necessary to ensure the maximum possible manufacturability of industrial products in these conditions. The technological level is primarily understood as a set of qualities of its design, which characterize the possibility of optimizing labor costs, necessary resources and time at all stages of creation, production and operation. In order to ensure the appropriate technological level of the latest products in today's conditions, such specialists who are directly related to consumers should be involved. Therefore, the initial need is to use additional criteria for assessing the technological level in addition to traditional ones. The relative characteristic of product quality, which is based on the comparison of the values of indicators of the evaluated product quality with the basic values of such

indicators in analogues, determine the technological level of the product. The technological level of industrial products in the work is defined as a set of the most significant qualities of a particular product, which include indicators of functional purpose, socially beneficial effect, the level of all types of costs, as well as consumer and economic characteristics. First of all, the calculation of the technological level could be carried out on a group of indicators of reliability, as it is the most important during the operation of the product. The methodology, in contrast to the existing ones, is supplemented by the criteria of reliability, preservation, maintainability and durability. An algorithm for calculating additional indicators for assessing the technological level of industrial products with testing at industrial enterprises is provided. To obtain a consolidated comprehensive assessment it is necessary to use all groups of indicators: purpose, reliability, quality, standardization and unification, patent law, environmental friendliness and ergonomics, marketing, production and logistics potential.

Ключові слова: технологія, оцінка, рівень, конкурентоспроможність, критерій, надійність, ремонтно-придатність, довговічність, показник, функція.

Key words: technology, assessment, level, competitiveness, criterion, reliability, maintainability, durability, indicator, function.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Серед цільових індикаторів-2030 у напрямі 10-промисловість Національної економічної стратегії на період до 2030 року позначено такі показники: обсяг прямих іноземних інвестицій у промисловий сектор — не менше 2,5 млрд доларів на рік; частка експорту товарів з використанням у виробництві технологій високого і середньовисокого рівня у загальному обсязі експорту товарів — 30%; забезпечення зростання промислового експорту до ЄС на 30%, у тому числі забезпечення збереження досягнутого рівня експорту за окремими категоріями; підвищення рівня промислових відходів до 60%; забезпечення модернізації 30% основних виробничих фондів; скорочення питомих показників енергоємності та вуглеємності на одиницю продукції [1, с. 20]. Та інші показники — теж важливі для розвитку вітчизняного промислового сектору. Але вирішення таких завдань вимагає пошуку нових методик оцінки рівня вітчизняного промислового виробництва.

У цьому дослідженні пропонується методика комплексної оцінки технологічного рівня машини, технології, процесу, яка буде корисна фахівцям у галузі управління якістю продукції при оцінці технологічного рівня як нового проєктованого виробу, так і вже існуючого на споживчому ринку; при оцінці конкурентоспроможності нового виробу на світовому ринку, оскільки недооцінка знання якості продукції не дозволяє успішно розвиватися підприємству в умовах жорсткої конкурентної боротьби.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Під час проведення даного дослідження автором опрацьовані наукові праці таких фахівців: В. Захарченка, М. Меркулова і А. Ширяєвої [2], А. Колосова [3], Ф. Крейчмана [4], О. Малюк і Т. Саприкіної [5], Н. Мацка [6], Й. Петровича [7], І. Разумов [8], А. Федулової [9], І. Філіпішина [10], М. Якубовського [11]. Так, М. Якубовський робить наголос: "... що, не звертаючи увагу на загальну стагнацію промислового виробництва, у галузі є декілька конкурентоспроможних видів і підвидів промислової діяльності, які мають стабільний ринковий попит і можуть розглядатися як фактори руху..." [11, с. 32]. А. Федулова стверджує: "Сьогодні, як правило, у більшості вітчизняних підприємств залишається тільки один спосіб вистояти у жорсткій конкурентній боротьбі — створювати і впроваджувати нові технології" [9, с. 28]. В. Захарченко та його колеги підкреслюють: "перехід до насиченого ринку, загострюючи конкурентну боротьбу, висуває у якості пріоритетної задачі менеджменту забезпечення конкурентоспроможності компанії" [2, с. 212]. А. Колосов наполягає: "Вирішальні переваги економічного управління підприємством над традиційною практикою ведення економіч-

ної роботи проявляються саме за рахунок перебудови останньої у вигляді керованої системи зі зворотним зв'язком, що забезпечує її адаптацію до мінливих умов" [3, с. 71]. Далі він розглядає економічне управління промисловим підприємством як систему і як процес. Ф. Крейчман визначає: "Різноманітні показники якості промислових виробів свідчать про відсутність єдиного підходу до визначення якості промислового виробу, про складність самого поняття та труднощі з його оцінкою" [4, с. 105]. О. Малюк і Т. Саприкіна характеризують: "Властивості, які визначають якість продукції, можуть характеризуватися ознаками якості (якісні характеристики) та параметрами (показники) якості (кількісна характеристика). Якість промислової продукції завжди характеризується комплексно, кількома показниками та певною кількістю окремих ознак" [5, с. 491]. У Й. Петровича технологічний рівень випуску промислової продукції забезпечується виконанням таких принципів: комплексності, спеціалізації, оптимальності, науково-технічної та виробничої інтеграції, безперервності і паралельності виконання робіт, їх пропорційності і збалансованості, прямоточності і послідовності, комп'ютеризації [7, с. 392]. І. Разумов наполягає, що при визначенні технологічного рівня промислового виробництва, на всіх стадіях проєктування необхідною є участь підрозділів стандартизації та економічного аналізу [8, с. 124]. Н. Мацко, узагальнюючи існуючий досвід аналізу виробничого потенціалу підприємства, наполягає на проведенні оцінки техніко-технологічного потенціалу через вартість технології і технологічну функцію на основі комплексного методу оцінки [6, с. 70]. І. Філіпішин рекомендує модель розвитку функціональних можливостей підприємства, як інструменту реалізації інноваційних проєктів, розробки новітньої продукції та поліпшення технологічних процесів [10, с. 43].

МЕТА СТАТТІ

Метою статті є обґрунтування методики комплексної оцінки технологічного рівня промислової продукції, яка буде корисна менеджерам з управління якістю продукції під час оцінки технологічного рівня, як продукції, що випускається, та і такої, що тільки проєктується.

ВИДІЛЕННЯ НЕ ВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ

Якість — поняття багатопланове, забезпечення його вимагає об'єднання творчого потенціалу і практичного досвіду фахівців. Забезпечення якості промислової продукції, що відповідає рівню провідних світових виробників, у ринкових умовах є пріоритетним завданням для будь-якого вітчизняного промислового підприємства. Для виконання завдання із забезпечення якості необхідно, по-перше, мати уявлення про рівень якості ви-

робів, що випускаються фірмами-конкурентами, по-друге, знати, в якому стратегічному напрямі необхідно рухатися підприємству, щоб досягти світового рівня якості, і, по-третє, вміти забезпечити необхідну якість з мінімальними витратами на його досягнення.

Створення новітньої продукції, яка володіє високими техніко-економічними характеристиками, є доволі складною комплексною задачею, для вирішення якої насамперед необхідно забезпечувати максимально можливу в цих умовах технологічність промислового виробу. Під технологічністю продукції звикли розуміти сукупність якостей його конструкції, які характеризують можливість оптимізації витрат труда, засобів і часу на всіх стадіях створення, виробництва і експлуатації виробу [8, с. 117—118].

Для забезпечення відповідного технологічного рівня новітньої промислової продукції у теперішніх умовах повинні залучатися ті фахівці, які пов'язані безпосередньо з ринком/споживачами. Забезпечення технологічності саме самого виробу — задача комплексна, до вирішення якої, крім традиційно конструкторів і технологів, повинні бути залучені спеціалісти інших служб підприємства — логістики, технічного контролю, маркетингу.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для підвищення технологічного рівня промислової продукції велике значення має покращення важливих показників якості, таких як середній ресурс роботи машини та її елементів, періодичність обслуговування тощо. Підвищення якості продукції проявляє себе передусім у підвищенні її надійності. Досвід окремих промислових підприємств показує, що найбільш цілком організовувати збір інформації про надійність через мережу основних підприємств галузі, випробувальні центри, полігони, маркетингові організації. Крім того, підприємства-виробники отримують поточну інформацію від споживачів продукції та шляхом проведення ресурсних випробувань.

Структурно виклад матеріалу цього дослідження побудовано в такій послідовності: визначено загальне поняття про технологічний рівень промислової продукції; охарактеризовані показники технологічного рівня промислової продукції, технології, процесу; сформульовані критерії безвідмовності, збереженості, ремонтпридатності та довговічності промислової продукції; запропонована методика оцінки технологічного рівня з використанням додаткових критеріїв.

1. Загальне поняття про технологічний рівень промислової продукції. Протягом багатьох років якість випущених в Україні виробів було значно нижче якості зарубіжних аналогів. Останнє тридцятиріччя характеризується різким зниженням сумарного зростання якості вітчизняної продукції, у той час як у розвинених у промисловому відношенні країнах якість виробленої продукції продовжує зростати. В умовах жорсткої конкурентної боротьби випуск якісної продукції, яка відповідає світовому рівню якості, визначає успішний розвиток підприємств. Відносна характеристика якості продукції, заснована на порівнянні значень показників якості оцінки продукції з базовими значеннями таких показників, визначає рівень якості продукції (технологічний рівень виробів).

Технологічний рівень промислової продукції визначається як сукупність найбільш істотних властивостей конкретного виробу, що включає показники функціонального призначення, суспільно корисного ефекту, рівня всіх видів витрат, а також споживчих і економічних характеристик. Ці властивості визначають якість виробу і характеризують науково-технологічне досягнення в розвитку даного виду продукції.

Основні принципи і порядок проведення оцінки технологічного рівня продукції машинобудування визначені ДСТУ та галузевими методиками; основні положен-

ня по керівництву якістю продукції і його забезпечення регламентовані серією міжнародних (ISO 9000 — ISO 9004) і вітчизняних (ДСТУ ISO 9001-2001, ДСТУ ISO 9004-2001) стандартів.

Сукупність властивостей, яка досить повно характеризує той чи інший виріб і придатна для порівняльної оцінки виробів одного функціонального призначення, тобто оцінки їх технологічного рівня, визначена укрупнено для груп однорідної продукції державними стандартами системи показників якості продукції.

Показники технологічного рівня включаються в технічне завдання на науково-дослідні розробки для визначення перспектив розвитку цієї продукції, у стандарти, що розроблюються та переглядаються, технічні умови, за якими випускають машини.

2. Показники технологічного рівня промислової продукції, технології, процесу. У методиках при оцінці технологічного рівня передбачено застосування восьми груп показників. Кожна група містить, як правило, кілька показників, що дозволяють кількісно охарактеризувати ті чи інші властивості машини, що формують її технологічний рівень. Це дозволяє отримувати зіставні результати при порівнянні технологічного рівня виробів, схожих за функціональним призначенням та області застосування, а також формулювати конкретні завдання і напрям роботи по його цілеспрямованому підвищенню.

Дамо кратку характеристику кожної групи показників.

2.1. Показники призначення характеризують властивості проектного або вже створеного виробу, технології, процесу, що визначають його основні функції, і обумовлюють область його застосування. До них відносяться: ККД, потужність, коефіцієнт потужності, маса, габарити, напруга живлення, термін служби, діапазон робочих температур тощо.

2.2. Показники надійності характеризують безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність, збереженість виробу, тобто ті властивості, від яких багато в чому залежить ефективність використання виробу споживачем.

2.3. Показники якості, які визначають технічну ефективність, трудомісткість виготовлення і витрати на безпосереднє забезпечення якості. До них відносяться: питома трудомісткість виготовлення, питома витрата матеріалів, питома витрата електроенергії, кількість ремонтів на 1000 створених виробів, внутрішні витрати на якість/число проданих виробів тощо.

2.4. Показники стандартизації і уніфікації характеризують ремонтпридатність виробу та економічність його виготовлення, що досягаються в результаті застосування уніфікованих вузлів і деталей. Такими показниками є: коефіцієнт застосовності по складовим частинам, %; коефіцієнт застосовності за вартістю, %.

2.5. Показники патентно-правові, до яких відносяться: показник патентної чистоти; показник патентного захисту; право на інтелектуальну власність тощо.

2.6. Показники екологічності і ергономічності характеризують відповідність виробу, технології, процесу екологічним вимогам (регламентовані Міжнародними стандартами серії ISO 14000), фізичним і фізіологічним можливостям людини, пристосованість виробу до умов експлуатації з урахуванням вимог стандартних норм. До цих показників відносять: рівень звуку на робочому місці, коректований рівень звукової потужності, рівень радіації, рівень газозаповненості, рівень запиленості, рівні викидів у атмосферу, гідросферу, літосферу тощо.

2.7. Маркетинговий потенціал, який оцінюється за даними маркетингового підрозділу. Аналізуються такі показники: частка вітчизняного та/або світового ринку, життєвий цикл (кількість років на ринку), щорічні обсяги збуту, середня приведена вартість, рівень можливих знижок, питоми витрати на просування товару тощо.

2.8. Логістичний потенціал, який визначається на основі таких основних показників: середня оцінка витрат по зберігання, середня оцінка витрат по закупкам,

середня оцінка витрат по відсутності, середня оцінка витрат з транспортування, середня оцінка витрат по утилізації (переробки) тощо.

3. Критерії безвідмовності, збереженості, ремонтно-придатності та довговічності. Розрахунок технологічного рівня може проводитися по групі показників надійності, так він є найбільш важливим з точки зору експлуатації виробу, машини. Показники надійності дозволяють визначити такі властивості виробу: зберігання у встановлених межах всіх параметрів, необхідних для виконання функцій без порушення режиму й умов застосування, технічного обслуговування, ремонтів, зберігання, транспортування. Оцінка надійності включає: безвідмовність, збереженість, довговічність. Досягнення цих властивостей, а також тривалість роботи з технічного обслуговування, як правило, випадкові величини.

Випадкова величина повністю визначається її законом розподілу або інтегральною функцією розподілу:

$$F(t) = P(\xi \leq t) \quad (1),$$

де ξ — розглянута випадкова величина; $P(\xi \leq t)$ — ймовірність того, що випадкова величина прийме значення, що не перевищує t .

Випадкова величина може визначатися також щільністю розподілу:

$$f(t) = F'(t) \quad (2).$$

Формули (1) і (2) застосовуються, якщо випадкові величини є безперервними функціями. Однак на практиці нерідко зустрічаються і дискретні випадкові величини (наприклад, кількість відмов виробу, що ремонтується, за деякий кінцевий період роботи). В останньому випадку функції розподілу мають вигляд:

$$P_i(t) = P(\xi = a_i), i = \overline{1, n} \quad (3),$$

де a_i — можливе значення дискретної випадкової величини; n — число можливих значень випадкової величини; P_i — ймовірність того, що випадкова величина прийме i -е значення.

Поряд з функціями $F(t)$ і $f(t)$ така випадкова величина, як тривалість безвідмовної роботи, може характеризуватися ймовірністю безвідмовної роботи $P_{\text{вп}}(t)$ і інтенсивністю відмов $\lambda(t)$, які визначаються з співвідношень:

$$P_{\text{вп}}(t) = 1 - F(t) \quad (4),$$

$$\lambda(t) = \frac{F'(t)}{1 - F(t)} \quad (5),$$

Функції $F(t)$, $f(t)$ і $\lambda(t)$ однозначно визначають одна другу.

В якості чисельних характеристик випадкових величин використовують математичне сподівання, дисперсію, початкові і центральні моменти. Наприклад, для часу безвідмовної роботи:

$$T_{\text{час}} = M\xi = \int_{-\infty}^{\infty} t \cdot f(t) dt; \quad (6),$$

$$\sigma^2 = M(\xi - T_{\text{час}})^2;$$

$$T'_r = M\xi^r, r = \overline{1, n};$$

$$T_r = M(\xi - T_{\text{час}})^r, r = \overline{1, n},$$

де $T_{\text{час}}$ — математичне очікування часу безвідмовної роботи; M — символ математичного очікування; σ^2 — дисперсія; T'_r — початковий момент r -го порядку; T_r — центральний момент r -го порядку; n — число порядків.

Оскільки теорія надійності вивчає позитивні випадкові величини, то нижня межа інтегрування в загальній формулі для математичного очікування завжди дорівнює нулю. У тих випадках, коли одного апарату випадкових величин для дослідження надійності виявляється недостатньо, необхідно використовувати методи теорії випадкових потоків.

Безвідмовність характеризує виріб з позиції можливості працездатності без вилучених перерв зі збері-

ганням заданих функцій згідно з параметрами технічної документації. В свою чергу відмова — подія, що полягає в порушенні працездатності.

Найбільш повно властивість безвідмовності описується щільністю розподілу часу безвідмовної роботи або еквівалентними їй функціями інтегрального закону розподілу і інтенсивності відмов. Однак найчастіше безвідмовність оцінюється ймовірністю безвідмовної роботи, так як фізичний зміст цього поняття найбільше відповідає практичним вимогам. Функції (1), (2), (4) і (5) характеризують час роботи до відмови. Тому вони використовуються для оцінки безвідмовності виробів, що не ремонтуються, або виробів, що ремонтуються, якщо йдеться про час до першої відмови.

Для виробів, що ремонтуються, час роботи між відмовами (між першим та другим відмовами, другим і третім та ін.) може мати різний розподіл, що є наслідком старіння, наявності резервування, зміни умов експлуатації. Але й у цьому випадку краще оцінювати безвідмовність, використовуючи методи теорії масового обслуговування.

Розглянемо математичну модель експлуатації виробів, що ремонтуються. У деякий момент часу, прийнятий за початковий, виріб починає працювати і працює до відмови, а в момент відмови виріб миттєво відновлюється і знову працює до відмови та ін. Моменти відмови формують потік відмов. Моменти, де $t_n = [t_i]$, $t_i = \sum_{j=1}^n \tau_j$, $i = \overline{1, n}$, τ_i — час між $(i-1)$ -м та i -м відмовами, формують випадковий потік.

В якості характеристики потоку відмов використовується "провідна функція" $\Omega(t)$ цього потоку (математичне очікування числа відмов за час t):

$$\Omega(t) = MN_t \quad (7),$$

де N_t — число відмов за час t .

Математичне сподівання числа відмов за час $t = t_2 - t_1$ визначається за формулою:

$$MN_{t_1, t_2} = \Omega(t_2) - \Omega(t_1) \quad (8),$$

Функція $\omega(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{MN_{t, t+\Delta t}}{\Delta t}$ називається параметром потоку відмов.

Якщо періоди часу між відмовами мають однаковий розподіл (при ремонті всі властивості виробу повністю відновлюються), то потік відмов називають процесом відновлення, провідну функцію — функцію відновлення $H(t)$, а параметр потоку відмов — щільністю відновлення $b(t)$.

Функціональні характеристики безвідмовності $P(t)$ (або еквівалентні їй) і $\omega(t)$ повністю описують безвідмовність. Однак у багатьох практично важливих випадках повна функціональна характеристика не потрібна, достатньо мати числові показники безвідмовності: $P(t_p)$ — ймовірність безвідмовної роботи за час t_p ; $T_{\text{час}}$ — середній час роботи до першої відмови; $\Omega(T_p)$ — середнє значення числа відмов виробу за час роботи T_p ; $\frac{T_p}{\Omega(T_p)}$ — середнє значення роботи ремонтного виробу між відмовами; $\frac{\Omega(T_p)}{T_p} = 1/T_p \int_0^{T_p} \omega(t) dt$ — середнє значення параметрів відмови.

Пристосованість виробу до попередження, виявлення та усунення відмов і несправностей у процесі технічного обслуговування та ремонтів характеризує його ремонтнопридатність. Властивість виробу зберігати обумовлені експлуатаційні показники протягом і після встановленої в технічній документації тривалості зберігання і транспортування характеризує такий критерій як збереженість. У свою чергу критерій довговічності характеризується властивістю виробу зберігати працездатність до граничного стану, заявленого в технічній документації, з необхідними перервами для технічного обслуговування й ремонтів.

Таблиця 1. Характеристики безвідмовності, ремонтпридатності, збереженості і довговічності промислової продукції

Вироби, що не ремонтуються			Вироби, що ремонтуються			
Безвідмовність	Збереженість	Довговічність	Безвідмовність	Ремонтпридатність	Збереженість	Довговічність
$F(t),$ $\omega(t)$	$F_{xp}(t)$	$F_g(t)$	$F(t),$ $\omega(t)$	$F_{рем}(t)$	$F_{зб}(t)$	$F_g(t)$
			$K_r(t)$			
Чисельна характеристика						
$T_{ср},$ $P(t_p)$	T_c	T_g	$T, P(t),$ $\Omega(T_p/T_p)$	$T_{рем}$	T_c	T_g
			K_r			

Джерело: розробка автора.

Граничний стан виробу визначається фізичною неможливістю його подальшої експлуатації або неприпустимим зниженням ефективності. Відмова є граничним станом для виробів, які не можуть ремонтуватися після відмови внаслідок їх конструктивних особливостей (наприклад, елементи і окремі функціональні вузли, які застосовуються в автоматичних і радіотехнічних пристроях), умов експлуатації (об'єкти, територіально віддалені від ремонтних баз; відсутність запасних частин і кваліфікованого обслуговуючого персоналу).

Однак на практиці використовується й інший критерій граничного стану. Старіння елементів у процесі роботи зазвичай супроводжується підвищенням інтенсивності їх відмов, і якщо це призводить до істотного зниження ефективності використання систем, то виникає необхідність в усуненні зі систем елементів, які досягли певного "віку". Цей "вік" визначатиме граничний стан елементів. Тривалість експлуатації виробу, що ремонтується, обумовлена доцільністю його ремонту (технічної або економічної). Необхідно відзначити, що граничний стан може бути обумовлено також моральним старінням.

За традицією, що склалася в практиці експлуатації виробів, досягнення граничного стану не означає необхідність заміни даного виробу новим. Ефективність виробів, що ремонтуються, може бути знову відновлена в процесі різного виду капітальних ремонтів (середнього, повного тощо). У таких випадках для конкретних виробів поняття довговічності має уточнюватися — довговічність до першого капітального ремонту, до другого тощо, або довговічність до списання.

Ремонтпридатність, збереженість і довговічність описуються функціями розподілу (або еквівалентними функціями) тривалості ремонту $F_{рем}(t)$, тривалості безвідмовного зберігання $F_{зб}(t)$ і тривалості періоду до граничного стану $F_g(t)$. Однак на практиці використовуються числові характеристики цих властивостей: $T_{рем}$ — середній час ремонту; $T_{зб}$ — середній час безвідмовного зберігання; T_g — гамма-відсотковий ресурс.

Для оцінки довговічності по календарному часу використовують показник $T_{ср}$ — термін служби, відповід-

ний показнику довговічності роботи і враховує фактори зберігання й інтенсивності експлуатації.

Часто виникає необхідність спільної оцінки безвідмовності і ремонтпридатності за допомогою комплексного показника. У цьому випадку оцінка надійності повинна враховувати як безвідмовність виробу, так і ремонтпридатність. У моменти $t_n = [t_i]$, $\det t_i = \sum_{i=1}^n (\tau_i + \xi_i)$, $i = \overline{1, n}$, τ_i — тривалість i -го інтервалу роботи, ξ_i — тривалість i -го відновлення, завершується відновлення і виріб починає працювати. Надійність виробу буде характеризувати функція $k_r(t)$ — ймовірність того, що виріб у момент t працездатний. В якості числової характеристики використовується середнє значення $k_r(t)$ за час T_b (у цей час входить сумарний час роботи і сумарний час простоїв через відмови), яке називається коефіцієнтом готовності (K_r):

Аналогічним чином може бути визначений коефіцієнт готовності для інших режимів експлуатації, що включають, зокрема, і періоди зберігання.

Основні показники, що характеризують безвідмовність, довговічність і збереженість, наведені в таблиці 1. До цієї таблиці не включено показники розкидів часу безвідмовної роботи, тривалості ремонту і подібні, тобто такі показники, які використовуються для характеристики випадкових величин.

4. Методика оцінки технологічного рівня з використанням додаткових критеріїв. Залежно від характеру розв'язуваної задачі порівняння машин, технологій, процесів одного функціонального призначення й області застосування можна проводити по кожній із наведених вище груп показників. Але для отримання укрупненої комплексної оцінки необхідно використовувати всі групи показників: призначення, надійності, якості, стандартизації та уніфікації, патентно-правові, екологічності та ергономічності, маркетинговий потенціал, логістичний потенціал.

При оцінці по одній групі показників складається таблиця (табл. 2), в якій:

а) "Продукт" — виріб, технологія, процес, що аналізуються;

б) $A_1, \dots, A_n$ — сукупність аналогів від 2 до n (для аналізу досить 4 аналогів з подібними характеристиками);

в) $p_1, \dots, p_m$ — сукупність числових значень показників (якщо показник повинен бути максимальним, то його значення по рядку m розглядаються без змін; якщо показник повинен бути мінімальним, то розрахунок проводиться за величинами, зворотним його значенням: $1/p_1, \dots, 1/p_m$, де $i = \overline{1, m}$);

г) $p_1^u, \dots, p_m^u$ сукупність ідеальних числових значень показників по рядках (по кожній з m рядків вибирається найкращий (максимальне) зі значень $p_{i1}, \dots, p_{in}$, де $i = \overline{1, m}$).

Під час комплексної оцінки за всіма вісьмома групами показників

Таблиця 2. Оцінка технологічного рівня за однією групою показників

Показник	Продукт	Аналоги				Середні значення	Відповідність показника середньому значенню, %	Ідеальне значення	Відповідність показника ідеальному значенню, %
		A_{n2}	A_{n3}	...	A_{nn}				
Показник 1	p_{11}	p_{12}	p_{13}	...	p_{1n}	$\sum_{i=1}^n p_{1i}$	$A_1 = \frac{p_{11} \cdot n}{\sum_{i=1}^n p_{1i}}$	p_1^u	$X_1 = \frac{p_{11}}{p_1^u}$
Показник 2	p_{21}	p_{22}	p_{23}	...	p_{2n}	$\sum_{i=1}^n p_{2i}$	$A_2 = \frac{p_{21} \cdot n}{\sum_{i=1}^n p_{2i}}$	p_2^u	$X_2 = \frac{p_{21}}{p_2^u}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Показник m	p_{m1}	p_{m2}	p_{m3}	...	p_{mn}	$\sum_{i=1}^n p_{mi}$	$A_m = \frac{p_{m1} \cdot n}{\sum_{i=1}^n p_{mi}}$	p_m^u	$X_m = \frac{p_{m1}}{p_m^u}$
Комплексний показник (середнє значення по групі показників)							$U_A = \frac{\sum_{i=1}^m A_i}{m}$		$U_X = \frac{\sum_{i=1}^m X_i}{m}$

Джерело: розробка автора.

складаються таблиці, аналогічні таблиці 2, потім на основі обчислення середнього значення за сукупністю величин U_A та U_X будується зведена таблиця (табл. 3) і робляться висновки про технологічний рівень виробу "Продукт".

Дані зведеної таблиці є підставою для побудови карти технологічного рівня машини, технології, процесу.

Якщо значення комплексного показника U_A^K менше 95% — технологічний рівень виробу (технології, процесу), що аналізується, поступається світовому; при значеннях U_A^K від 95 до 105% — виріб відповідає світовому рівню; при U_A^K більше 105% — виріб перевершує світовий рівень.

ВИСНОВКИ

Основною ціллю проведення розрахунків технологічного рівня промислової продукції, що проєктується, є, з одного боку, їх кількісна та якісна оцінка у порівнянні з сучасними існуючими виробами аналогічного експлуатаційного призначення, а з іншого боку, відбір найкращих конструкційного призначення варіантів під час проєктування. Конструкція, що приймається до виробництва, повинна набувати переваг у порівнянні з існуючими виробами: забезпечувати підвищення продуктивності праці; покращувати якість продукції, що виробляється, за рахунок запропонованих змін; полегшувати працю робітників тощо. Таким чином, розрахунки, що пов'язані з обґрунтуванням технологічного рівня конструкцій, будуть мати характер порівняльного аналізу. Базою для такого порівняння повинні слугувати найкращі сучасні та перспективні зразки техніки, що випускається вітчизняною і закордонною промисловістю.

Представлена методика була використана під час створення карт технологічного рівня таких виробів: доробки оброблювального центра моделі 2570ПМФ4 для конкретного закордонного замовника на ПАТ "Одеський завод радіально-свердильних верстатів"; при виробництві на ПАТ "Одескабель" новітньої продукції — категорія 5E F/UTP броньований PV кабель — для швидкого виробництва кабельних комплектів зі спеціально захищеними роз'ємами, що використовуються для розгортання зв'язку у суворих умовах експлуатації, а також можуть застосовуватися у промислових мережах.

Література:

1. Національна економічна стратегія на період до 2030 року. Урядовий кур'єр. 2021. № 45. С. 8—36.
2. Захарченко В.И., Меркулов Н.Н., Ширяева Л.В. Инновационное развитие в Украине: наука, технология, практика: монография. Одесса: Фаворит, 2011. 598 с.
3. Колосов А.М., Коваленко О.В., Кучеренко С.К., Бикова В.Г. Економічне управління підприємством: навч. посіб.; за ред. А.М. Колосова. Старобільськ: Видавництво ЛНУ імені Тараса Шевченка, 2015. 352 с.
4. Крейчман Ф.С. Эффективная организация управления акционерными предприятиями в условиях рынка. Москва: Финстатинформ, 2000. 316 с.
5. Малюк О.С., Саприкіна Т.В. Оцінка якості продукції промислового підприємства. Економіка і суспільство. 2018. Вип. 19. С. 490—494.
6. Мацко Н.Г. Управління розвитком виробничого потенціалу промислового підприємства. Науковий вісник ХДУ. 2017. Вип. 23.4.2. С. 69—72.
7. Петрович И.М. Організування промислового виробництва: підручник. Київ: Знання, 2009. 328 с.
8. Разумов И.М., Глаголева Л.А., Ипатов М.И., Ермилов В.П. Организация, планирование и управление предприятием машиностроения: учебник: под ред. И.М. Разумова. Москва: Машиностроение, 1982. 544 с.

Таблиця 3. Зведена таблиця показників технологічного рівня

Показник	Відповідність показника середньому значенню (світовому рівню),%	Відповідність показника ідеальному значенню, %
Призначення	U_{A1}	U_{X1}
Надійність	U_{A2}	U_{X2}
Технологічність (якість)	U_{A3}	U_{X3}
Стандартизація та уніфікація	U_{A4}	U_{X4}
Патентно-правовий	U_{A5}	U_{X5}
Екологічність і ергономічність	U_{A6}	U_{X6}
Маркетинговий потенціал	U_{A7}	U_{X7}
Логістичний потенціал	U_{A8}	U_{X8}
Комплексний показник	$U_A^K = \frac{\sum_{i=1}^8 U_{Ai}}{8}$	$U_X^K = \frac{\sum_{i=1}^8 U_{Xi}}{8}$

Джерело: розробка автора.

9. Федулова Л. Перспективы инновационно-технологического развития промышленности Украины. Экономика Украины. 2008. № 7. С. 24—36.

10. Філіпішин І.В. Управління розвитком промислових підприємств: підходи та методологія. Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності. 2015. Вип. 2(12). Т. 3. С. 39—44.

11. Якубовский Н.Н. Структурный вектор активизации промышленного развития. Экономика Украины. 2013. № 12 (617). С. 22—39.

References:

1. Cabinet of Ministers of Ukraine (2021), "National economic strategy for the period up to 2030", Uryadovyi kur'yer, vol. 45, pp. 8—36.
2. Zakharchenko, V.I., Merkulov, N.N. and Shiryayeva, L.V. (2011), Innovacionnoe razvitie v Ukraine: nauka, tekhnologiya, praktika [Innovative development in Ukraine: science, technology, practice], Favorit, Odessa, Ukraine.
3. Kolosov, A.M., Kovalenko, O.V., Kucherenko, S.K. and Bikova, V.G. (2015), Upravlinnia pidpriemstvom [Enterprise management], Taras Shevchenko Lviv National University Publishing House, Starobilsk, Ukraine.
4. Kreichman, F.S. (2000), Effektivnaya organizaciya upravleniya akcionernymi predpriyatiyami v usloviyah rynka [Effective organization of management of joint-stock enterprises in market conditions], Finstatinform, Moskva, Russia.
5. Malyuk, O.S. and Saprykina, T.V. (2018), "Assessment of product quality of an industrial enterprise", Ekonomika i suspilstvo, vol. 19, pp. 490—494.
6. Matsko, N.G. (2017), "Management of industrial enterprise development potential development", Naukovyi visnyk KhDU, vol. 23.4.2, pp. 69—72.
7. Petrovich, J.M. (2009), Orhanizuvannia promyslovoho vyrobnytstva [Organization of industrial production], Znannia, Kyiv, Ukraine.
8. Razumov, I.M., Glagoleva, L.A., Ipatov, M.I. and Ermilov, V.P. (1982), Organizaciya, planirovanie i upravlenie predpriyatiem mashinostroeniya [Organization, planning and management of a machine-building enterprise], Mashinostroenie, Moskva, Russia.
9. Fedulova, L. (2008), "Prospects for Innovative and Technological Development of Ukrainian Industry", Ekonomika Ukrainy, vol. 7, pp. 24—36.
10. Filipishin, I.V. (2015), "Development management of industrial enterprises: approaches and methodology", Teoretichni i praktichni aspekty ekonomiky ta intelektualnoi vlasnosti, vol. 2 (12), pp. 39—44.
11. Yakubovsky, N.N. (2013), "Structural vector of intensification of industrial development", Ekonomika Ukrainy, vol. 12 (617), pp. 22—39.

Стаття надійшла до редакції 02.10.2021 р.