

УДК 65.018:658.562

**В. А. Шабайкович**, д-р техн. наук, проф.

Луцький національний технічний університет, Україна

Тел. +038 032 223 60 35 E-mail: [vik\\_shabajkin@ukr.net](mailto:vik_shabajkin@ukr.net)

## ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ ЗІ СЕРЕДИНИ В УМОВАХ СУЧАСНОГО ВИРОБНИЦТВА

*Наведено матеріал про механізм внутрішнього формування якості продукції з урахуванням зовнішнього впливу навколишнього середовища. Механізм утворюють дії внутрішніх і зовнішніх головних чинників, які взаємопов'язані між собою, поділяються на групи, в яких прослідковуються їхні первинні та вторинні зв'язки з чинниками інших груп. Окрім їхнього безпосереднього виявлення необхідно повністю враховувати повноту впливу чинників, слідкуючи за тим, щоб якісь дії не була упущена, як і самі чинники. Механізм формування якості оцінюється за десятибальною експертною системою.*

**Ключові слова:** *якість, продукція, чинники, формування, механізм, дії.*

**V. A. Shabaykovich**

### EFFICIENCY MODULE OF AUTOMATIC ASSEMBLING

*Data on the mechanism of internal products quality formation in view of external environmental influence are brought in this article. The mechanism is made by actions of the major internal and external factors that are interconnected. These are divided into groups, in which their primary and secondary connections with factors from other groups can be followed. In addition to their direct detection, there is need to take full account of the influence of factors, making sure that no action or factor has been overlooked. Mechanism of quality is estimated in ten-point expert system scale.*

**Key words:** *quality, production, factors, formation, mechanism, actions.*

### Постановка проблеми

Термін якість продукції охоплює різні визначення. У стандарті ДСТУ 15467-79 - це сукупність властивостей продукції, що обумовлюють її придатність задовольняти певні потреби відповідно до її призначення, у стандарті ІСО 8402-86 - це вже сукупність властивостей та характеристик продукції, які надають їм здатність задовольняти обумовлені чи передбачувані потреби, а у стандарті ІСО 9001-2011 - ступінь відповідності сукупності притаманних характеристик вимогам. У підручнику [1] якість визначається заплутано, як сукупність об'єктивно властивих продукції властивостей і характеристик, рівень або варіант яких формується при створенні продукції з метою задоволення існуючих потреб. Для усунення різнотлумачення та уникнення плутанини необхідно прийняти одне чітке, однозначне та правильне визначення, пов'язане з показниками якості продукції.

Якість - це душа продукції (виробів, процесів, послуг), яка народжується при її розробці, формується при виготовленні, залежить від кваліфікації розробників, методів і способів розробки, вхідних матеріалів, зберігається при використанні. Разом з витратами на виготовлення та реалізацію, обгрунтованою ціною формується її конкурентність, яка створюється світлими головами інженерів і золотими руками робітників. При забезпеченні якості продукції діє спадковість, тобто негативний вплив неповноти дії чинників, які її зумовлюють. Це можна порівняти з генетичними захворюваннями людей: поки що в деяких випадках вдається лише пригальмувати хворобу, але невилікувати. Тому до дії чинників, які впливають на якість, необхідно відноситися дуже уважно як і до самої термінології.

Якість продукції є одною з головних проблем сучасного виробництва, успішне вирішення якої має велике значення. Від цього залежить економічна ефективність і наш добробут. Поліпшення якості рівнозначне збільшенню обсягу випуску продукції без будівництва нових підприємств, без збільшення витрат сировини і матеріалів. Тільки за рахунок підвищення якості продукції можна збільшити національний ПДВ на багато мільярдів гривень. Ні одна країна з низьким рівнем економіки неспроможна випускати якісну продукцію, крім сировини, якість якої закладена природою.

За останній час інженерна практика досягла значних успіхів по підвищенню якості продукції, однак поки що повністю не вирішені всі необхідні проблеми. Слід зауважити, що вихід народного господарства зі світової кризи при глобальній економіці буде неможливим без повного вирішення проблеми підвищення якості продукції, що випускається на внутрішні, а особливо зовнішні ринки, звідкіля поступає валюта.

Вказана проблема є чисто організаційно-технічною, котра визначатиметься їх методами. Проблема вирішується при проектуванні, виготовленні, експлуатації, обслуговуванні та ремонті продукції. Тут діють свої суто інженерні методи і способи. Економічно ця проблема лише відображається через ціну, ринок, прибуток тощо. При цьому використовуються суто економічні методи. Для правильного рішення всіх питань, що повставатимуть, причетні в першу чергу розробники, а не економісти, які досконало не знають механізму формування якості. Розробники мають добре знати як теорію якості продукції, так і особливо практичне її застосування. Порушення цього правила завжди приводить до помилкових рішень взагалі, а питань якості зокрема.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій** В останній час по якості продукції появилася і постійно збільшується кількість літератури [1-5], але при цьому чомусь пропорційно падає якість продукції, що випускається. Майже повторюється ситуація як з економікою: збільшення кількості економістів і їх наукових праць, «захоплення» більшої частини наукових журналів привело до значного погіршення економічного стану в державі. Причин тому багато, але основною причиною стосовно якості продукції є те, що більшість робіт була та пишеться не спеціалістами, наприклад, економістами, які посправжньому не розуміють сутності якості зсередини, механізму її утворення, тобто як якість народжується, мають гасловий характер і тому практичної користі від них мало. Економісти можуть лише фіксувати стан якості продукції за економічними показниками і якщо вони щось пропонують чи прогнозують по суті якості, то це швидше відноситься до їх фантазій. На це питання повинні відповідати спеціалісти конструктори (розробники), технологи, які стоять біля колиски якості продукції та експлуатаційники, які спостерігають за зміною якості в часі.

Відома технічна література складається з трьох частини: першу найбільшу можна назвати гасловою, тобто голослівною (вона саме написана неспеціалістами, а швидше - політиками), другу – коли якість формується за вибраними окремими критеріями, наприклад, довговічністю чи експлуатаційними властивостями і третю малочисельну – присвячену забезпеченню якості за комплексними вимогами. Роботи по повстанні якості продукції зсередини практично відсутні.

В роботі [1] вказані основні принципи управління якістю продукції та елементи систем якості, термінологія тощо, але відсутній матеріал, як забезпечується якість на різних етапах її повстання. У інших роботах [3-6] описується двоступеневе забезпечення якості: конструкторське (задання потрібних параметрів якості продукції) та технологічне (їх забезпечення при виготовленні). Вперше в роботах [2,5] викладений одноступеневий підхід до технологічного безпосереднього забезпечення якості експлуатацій-

них властивостей продукції. Майже відсутні роботи, які б мали практичне значення по формуванню якості, її виготовленні та експлуатації.

**Мета** статті полягає у розкритті механізму формування якості продукції зсередини з врахуванням діючих взаємопов'язаних внутрішніх і зовнішніх чинників. Реалізована *концепція*, яка базується на активному виявленні всіх внутрішніх і зовнішніх чинників, які формують якість і дозволяють за рахунок використання їх впливу забезпечити найвищу якість усієї сукупності її показників.

### Викладення основного матеріалу

Сутність якості продукції пояснюється механізмом її формування при виготовленні сукупною дією формуючих чинників. Усі чинники, що визначають формування якості продукції, можна поділити на внутрішні, котрі діють безпосередньо на виробництві, та зовнішні – створюючи навколишнє середовище, в якому працюють підприємства (рис.1). Зовнішні чинники сприяють або не сприяють формуванню високих показників якості продукції, внутрішні – її зародженню безпосередньо на виробництві. Вони поділяються на групи, в яких і прослідковуються їх первинні зв'язки між собою та вторинні з іншими групами. При цьому, крім їх прямого визначення, слід повністю виявляти повноту дії чинників на зміну якості, слідкуючи за тим, щоб будь-які дії не були пропущені чи обмежені.

За рахунок впливу усіх чинників отримується мінімальна  $P_{\min}$  та максимальна  $P_{\max}$ , а також дійсна якість ( $D$ ). Різниця  $\Delta_p = P_{\max} - P_{\min}$  може розглядатися як допуск на якість.

Забезпечення якості продукції також може бути організоване по-різному. В одних країнах передбачені державні стандарти якості, як в Україні - ДСТУ, в інших – таких стандартів немає і всі ці функції передані фірмам, компаніям, які краще знають, як виробляти високоякісну конкурентну продукцію. Наприклад, якість харчових продуктів суттєво відрізняється від якості продукції машинобудування, чи якість навчання у вузі від якості надання медичних послуг і тут звести щось конкретне в один стандарт просто неможливо. Якщо це все таки зведено, то отримується гасловий документ без практичної користі, до того ж обтяжений бюрократичним апаратом з його неефективністю. Прикладом таких стандартів є малоцінні відомі стандарти якості. Тому кращим варіантом можна признати другий без державних стандартів якості, який надзвичайно успішно діє у Японії та інших країнах.

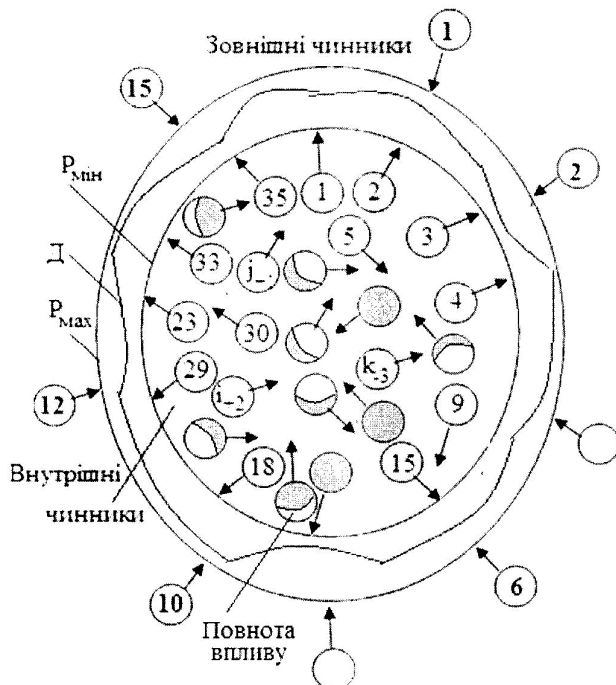


Рис. 1. Графічне представлення внутрішніх і зовнішніх чинників, які формують якість продукції

Зовнішні чинники формування якості продукції (табл.1), без яких неможливо обійтися, представляються двома групами: базовими і супутніми, які мають відносно менший вплив і в деякому розумінні навіть є похідними від базових [7].

Таблиця 1.  
Зовнішні чинники формування якості продукції

№	Група чинників	№	Найменування основних чинників
I	Базові чинники	1	Рівень розвитку економіки
		2	Технічний потенціал
		3	Моніторинг якості продукції
		4	Інвестиції
		5	Наявність державних стандартів якості
		6	Законодавчий супровід
		7	Вплив політики на економіку
		8	Кваліфікація керівної ланки
		9	Дешева енергія, матеріали
		10	Рівень підготовки спеціалістів
		11	Корупція, хабарництво, рекет
		12	Податкова система, мито
II	Супутні чинники	13	Фінансовий стан
		14	Державна допомога промисловості
		15	Конкурентність
		16	Перевірки, контроль
		17	Соціально-психологічний клімат

робки конструкції виробу чи структури процесу, послуги. Після аналізу потрібних показників якості, напрямку можливих рішень і їх інновацій, уніфікації та стандартизації приступається до моделювання конструкції та функціонування виробу, використовуючи різні методики. Одною з найкращих вважається віртуалізація розробки, яка полягає в одержанні на комп'ютері динамічного віртуального образу конструкційного, технологічного чи експлуатаційного середовища, які включають в себе певний набір технічних, програмних і апаратних засобів, а також моделюючих, інформаційних і інтелектуальних ресурсів для забезпечення якості та конкурентності виробів за рахунок оптимального управління станом вказаних середовищ. Віртуалізація передбачає наявність віртуальних об'єктів конструкційного середовища та віртуальних форм їх взаємодії, в результаті чого повстає віртуальна конструкція виробу. При віртуалізації технології чи експлуатації виробів передбачається наявність віртуальних об'єктів технологічного та експлуатаційного середовищ з їх взаємозв'язками.

На підставі одержаних комп'ютерних результатів проводяться необхідні покращення в віртуальній конструкції виробу та віртуальній технології виготовлення. Перевірка віртуальної експлуатації складаного виробу в повному обсязі з-за значних витрат проводиться в спеціалізованих лабораторіях, яких поки що з-за відсутності фінансування в нас немає. Найближча така комп'ютерна лабораторія майже побудована в WSK Жешова в Польщі. Оптимізація віртуальної конструкції та технології розглядається, як реалізація зворотних зв'язків: експлуатація – конструкція – технологія. Не підлягає сумніву, що при такій розробці продукція буде значно якіснішою та дешевшою.

Внутрішні чинники (табл.2) створюють фундамент формування якості продукції безпосередньо на виробництві і підрозділяються на чотири групи [7]. Основна - це перша група, яка охоплює базові чинники для формування високої якості, починаючи від інформаційного, фінансового забезпечення, закінчуючи достатністю бази проєктантів і потрібних сучасних методологій розробок.

Наступна група чинників є основною та відноситься до безпосередньої розробки конструкції виробів, тобто закладення високого рівня якості. Зрозуміло, що все має починатися з проведення всебічного маркетингу, який відповідає на питання щодо конкурентних показників якості виробу, так і доцільності його розробки взагалі. Тут основну увагу слід звернути на віртуалізацію роз-

Таблиця 2.  
Внутрішні чинники формування якості виробів

№	Група чинників	№	Основні чинники
I	Базові чинники	1	Інформаційне забезпечення
		2	Фінансове забезпечення
		3	Зацікавленість роботою
		4	Інвестиції
		5	Тип, вид виробництва
		6	Організаційна форма роботи
		7	Рівень керівництва виробництвом
		8	Гнучкість виробництва
		9	Спеціалізація та кооперація
		10	Кваліфікація персоналу
II	Чинники розробки конструкції	11	Маркетинг, вивчення ринку
		12	Підприємництво
		13	Сучасна методологія розробки
		14	Технічна підготовка виробництва
		15	Диференційна заробітна плата
		16	Менеджмент якості конструкції
		17	Витратність конструкції
		18	Уніфікація, стандартизація
		19	Моделювання
		19	Віртуалізація розробки
		20	Матеріали, комплектуючі
		21	Принцип дії
		22	Структура виробу, вузлів
		23	Зменшення витрат
		24	Форма деталей, вузлів
25	Взаємодія з'єднань конструкції		
26	Модульність конструкції		
III	Чинники виготовлення виробу	27	Логістика виробництва
		28	Матеріально-технічна база
		29	Мінімізація витрат виготовлення
		30	Комп'ютерний супровід
		31	Ритмічна робота
		31	Технологія виготовлення, CALS-технології
		32	Організація виготовлення
		33	Виготовлення взірців
		34	Оцінка показників якості, рівня конкурентоспроможності
IV	Завершальні чинники	36	Випробування взірців
		37	Доопрацювання якості виробу
		38	Запуск виробу у виробництво
		39	Оформлення документації
		40	Результати експлуатації
		41	Зворотні зв'язки по експлуатації
		42	Рециклінг

Недостатньо задати високі показники якості виробу, необхідно забезпечити їх одержання при виготовленні (третя група чинників). По-перше, потрібна як відповідна матеріально-технічна база, оснащена сучасним обладнанням і оснащенням, так і кваліфікований обслуговуючий персонал. Робота на підприємстві має бути ритмічною, без штурмівщини і штурмівщини, направленою на одержання високої якості продукції. Логістика виробництва має значні переваги у формуванні якості продукції за рахунок застосування аналізу та синтезу пов'язаних логістичних потоків: інформаційних, матеріальних, персоналу, організаційних, енергетичних, фінансових і інших.

Безумовно, організація виготовлення продукції має бути сучасною, побудованою як на високій кваліфікації персоналу, так і ефективному новому обладнанні та оснащенні, а також застосуванні CAD/CAM/CAE-систем і інших. Особлива увага приділяється технології виготовлення якісної

продукції, яка повинна відповідати принципам CALS. CALS-технології – це безперервна інформаційна підтримка поставок і життєвого циклу продукції на всіх її стадіях при

використанні єдиного інформаційного простору. Ефективність CALS-технологій полягає у підвищенні якості продукції, скороченні матеріальних і часових витрат, суттєвому зменшенні витрат. Одним з напрямків підвищення ефективності виробництва продукції є широке застосування комп'ютерних і інформаційних технологій, наприклад, ІІІ- технології (інформаційна підтримка життєвого циклу виробів), що відповідають CALS-технологіям. Для них розроблено ряд програмних систем.

Механізм (алгоритм) формування високої якості продукції з середини (рис.2) в

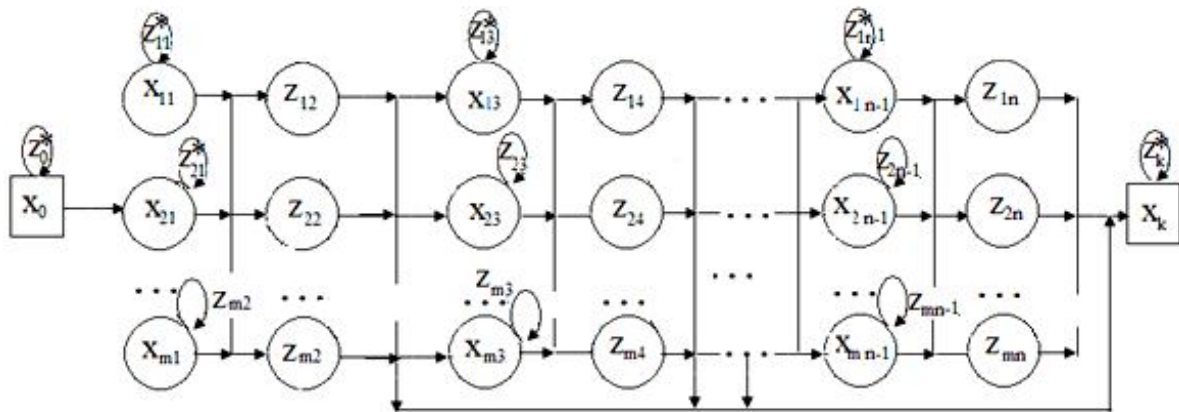


Рис.2. Орієнтований граф формування високої якості продукції з врахуванням дії внутрішніх і зовнішніх чинників

процесі формування представляється орієнтованим графом, в якого вершини  $X_i$  показують об'єкт процесу (деталь, складальний вузол, виріб, елемент процесу чи сам процес тощо), а вершини  $Z_j$  обмежувальну чи стимулюючу дію цих чинників, наприклад, фінансування, кваліфікація, матеріально-технічна база, вартість матеріалів, енергії тощо. Петлі вершин  $Z_i$  орграфу відповідають одержаним витратам на реалізацію заходів підвищення якості. Такий орграф може бути описаним системою рівнянь [6]

$$\begin{aligned}
 a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + a_{13} X_3 + \dots + a_{1n} X_n &= z_1 \\
 a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + a_{23} X_3 + \dots + a_{2n} X_n &= z_2 \quad , \\
 a_{m1} X_1 + a_{m2} X_2 + a_{m3} X_3 + \dots + a_{mn} X_n &= z_m
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

де  $X_i$  – об'єкт процесу підвищення якості;  $a_{ij}$  – алгебраїчні доповнення (визначники);  $z_j$  – заходи підвищення якості. Рішення неоднорідної системи лінійних рівнянь  $n$ -то порядку за алгоритмом Гауса [6] зводиться до послідовного виключення невідомих.

Отриману систему рівнянь можна представити матричним рівнянням

$$\begin{pmatrix} z_1 \\ z_2 \\ \cdot \\ z_m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdot & \cdot & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdot & \cdot & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdot & \cdot & a_{mn} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \cdot \\ x_m \end{pmatrix} \tag{2}$$

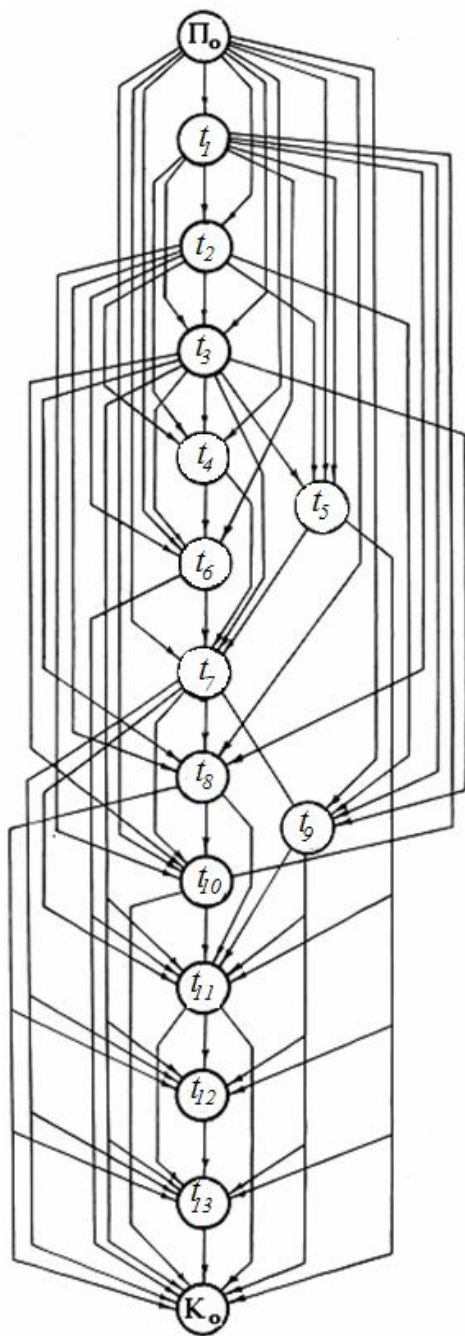


Рис.3. Загальний оргграф поелементного формування якості продукції

нові принципи генерування ідей, формуються моделі структур. Попередньо встановлюється степінь концентрації дій та рівень передбачуваного формування. Такі питання, як використовуваний спосіб формування, метод досягнення потрібних показників якості та інші попередньо встановлюється на підготовчому етапі.

За правилом Крамера [6] невідомі визначаються як

$$z_i = \frac{1}{a_{1i}} (a_{1i}x_1 + a_{2i}x_2 + \dots + a_{mi}x_m) \frac{1}{a_{ij}} \sum_{i=1}^n a_{ij}x_i \quad (3)$$

$$X_k = Z_k - \sum_{s=k+1}^n u_{ks} X_s \quad (k = n-1) \quad (4)$$

При практичному застосуванні орграфа формування високої якості продукції з врахуванням дії внутрішніх і зовнішніх чинників необхідно його деталізувати, передбачивши окремі елементи, при тому, перевіривши все на модульну площину. На рис.3 наведений такий оргграф оптимізації, на якому показані елементні модулі  $t_i$  формування якості продукції, наприклад, модуль зміни форми ( $t_1$ ), геометричних розмірів ( $t_2$ ), матеріалу ( $t_3$ ), силового чинника ( $t_4$ ), тощо. Від початку формування  $\Pi_0$  в залежності від умов можна потрапити на будь-який модуль, закінчивши процес  $K_0$ .

На першому етапі оптимізації модулів завдання вирішується з застосуванням багатоцільового підходу для обмеженої конструкційної області, оскільки такий модуль є лише невеликою частиною модульного формування. По-перше, встановлюється раціональний степінь концентрації дій, котра залежить від об'єкту процесу, по-друге - загальні конструкційні можливості та їх надлишковість і по-третє - використовуємо способи реалізації окремих елементів. При цьому модуль коректується по технологічному. Для оптимізації таких модулів можна рекомендувати застосування методу направленої пошуку (6), який дозволяє на початку в умовах неповних вихідних даних генерувати необхідну кількість конкурентних варіантів структур конструкційних і технологічних модулів. Загальна схема оптимізації модулів складається з ряду взаємозв'язаних етапів.

На підставі аналізу вхідних і вихідних даних, поставленого завдання, мети формування, на основі

## Висновки

Таким чином, виконані дослідження дозволили реалізувати наступне:

1. У більшості випадків подається зовнішнє бачення якості продукції та фрагментарно - за обраним чинником. Причини низької якості продукції насамперед необхідно шукати в негативному впливі зовнішніх чинників держави: поганий стан економіки, корумпована податкова система та економіка, розвал промисловості та господарства, хабарництво тощо.

2. Похідним і негативним при формуванні якості продукції є також вплив внутрішнього середовища: розвал виробництва, відсутність кваліфікованих робітників, інженерно-технічних працівників, взаємозв'язків між виробниками, проектними організаціями, розроблення нової продукції та технологій виготовлення, організації виробництва, застаріла матеріально-технічна база, низька заробітна плата тощо.

3. З метою підвищення якості розроблено методичку внутрішнього формування якості продукції з урахуванням зовнішнього впливу навколишнього середовища. Методика включає використання комплексного впливу та відповідних дій зовнішніх і внутрішніх чинників, пов'язаних між собою, котрі поділяються на групи, в яких і прослідковуються їх первинні та вторинні зв'язки з чинниками інших груп. Основним завданням є виявлення таких чинників і забезпечення повноти впливу їх дій на формування якості. Оцінюється такий вплив за десятибальною експертною шкалою. Значно покращити якість продукції можна за рахунок впровадження розробленого механізму формування якості, розкриття впливу зовнішніх і внутрішніх чинників.

4. Негативною стороною цієї важливої проблеми є повна невідповідність і нерозуміння важливості її реалізації в підвищення якості продукції, оскільки тепер домінують зовсім інші завдання. Керівництво всіх рівнів цим не займається, оскільки загальна ситуація такому не сприяє. За зміни ситуації найближчим часом на краще можна вважати, що такі методички будуть затребувані та використані.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Огвоздин В. Ю. Управление качеством. Основы теории и практики: Учебное пособие, 6-е издание, – М.:, Изд. «Дело и Сервис», 2009, – 304 с.
2. Шабайкович В.А. Управління забезпеченням якості продукції. Посібник.- Львів: Вид-во ЛІМ, 2013. – 236 с.
3. Машиностроение. Энциклопедия / Ред. Совет К. В. Фролов и др. – М.: Машиностроение. Стандартизация и сертификация в машиностроении. Т.1-5/ Г. П. Воронин и др. Под общ. ред. Г. П. Воронина. 2-е изд., доп. 2002. – 672 с., ил. (Т. 1-5).
4. Суслов А. Г. и др. Технологическое обеспечение и повышение эксплуатационных свойств и их соединений. – М.: Машиностроение, 2006. – 448 с..
5. Шаповал М. І. Менеджмент якості. Підруч. для студ. вищ. навч. закл. / М. І. Шаповал. – Вид. 3-тє, виправ. і доп. – К.: Знання, 2007. – 471 с. іл.
6. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. – М.: Наука, 1988. – 720 с.
7. Шабайкович В. А. Внутрішнє бачення якості продукції. // Стандартизація, сертифікація, якість. 2015. – № 3. – С. 45–56.

Поступила в редколегію 19.01.2016 р.