

# Вибір показників якості й використання різних методів кількісного оцінювання рівня якості

**Б. Гриньов**, академік НАН України, головний науковий співробітник, голова ТК 99,  
**Н. Гурджян**, інженер 1-ї категорії,  
**В. Любинський**, завідувач відділу метрології, заступник голови ТК 99,  
**Н. Молчанова**, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,  
Інститут сцинтиляційних матеріалів НАН України, м. Харків

## ВЫБОР ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗНЫХ МЕТОДОВ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ КАЧЕСТВА

Б. Гринев, академик НАН Украины, главный научный сотрудник, председатель ТК 99,  
Н. Гурджян, инженер 1-й категории,  
В. Любинский, заведующий отделом метрологии, заместитель председателя ТК 99,  
Н. Молчанова, кандидат технических наук, старший научный сотрудник,  
Институт сцинтилляционных материалов НАН Украины, г. Харьков

## ABOUT THE SELECTION OF QUALITY PARAMETERS AND THE USE OF DIFFERENT METHODS OF QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE QUALITY DEGREE

B. Grynyov, Academic of National Academy of Sciences (NAS) of Ukraine, Chief Researcher, Head of TC 99,  
N. Gurdzian, Engineer of the First Category,  
V. Lyubynskiy, Metrological Department Chief, Deputy Head of TC 99,  
N. Molchanova, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher,  
Institute for Scintillation Materials of NAS of Ukraine, Kharkov

*На прикладі різних сцинтиляційних кристалів розглянуто основні аспекти оцінювання рівня якості продукції: вибір номенклатури, використання методу узагальненого комплексного оцінювання та методу оптимізації. Детально розглянуто метод оптимізації. За критерій оптимізації обрано мінімізацію витрат, отриману під час виготовлення та застосування сцинтиляторів. Зроблено висновок щодо необхідності сумісного використання різних методів для оцінювання рівня якості, що створює можливість більш ефективно й економічно раціонально підійти до оцінювання якості кристалів у цілому.*

### ВСТУП

Сучасна ринкова економіка висуває принципово нові й вищі вимоги до якості продукції, що випускається. Якість продукції належить до найважливіших показників діяльності підприємства. Вживання будь-якого підприємства, його міцна позиція й успіх в умовах ринку визначаються рівнем конкурентоспроможності, яка характеризується двома показниками — *рівнем цін і рівнем якості продукції*. При цьому остання стає одним із найголовніших факторів у поведінці споживача під час вибору товару. Основним завданням для успішної діяльності кожного підприємства є підвищення якості виробленої продукції, яка має:

- відповідати чітко поставленим цілям;
- задовольняти вимоги споживачів;
- відповідати встановленим стандартам і технічним вимогам;
- відповідати чинному законодавству й потребам суспільства;

- пропонуватися споживачеві за конкурентними цінами;
- орієнтуватися на мінімізацію витрат.

### ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Поняття якості продукції регламентоване міжнародним стандартом ДСТУ ISO 9000:2007 [1]<sup>1</sup>. Слід зазначити, що у сучасній літературі поняття якості продукції трактується по-різному: за умов командно-адміністративної економіки — з позиції виробника, а за умови ринкової економіки — винятково з позиції споживача.

Отже, можна сказати, що для кожного поняття «якість» є різним. Виробник оцінює свою продукцію за характеристиками, важливими для нього, а споживач — за іншими, причому не завжди ці характеристики збігаються. Якщо виробник намагається відстежити

<sup>1</sup> Якість — це сукупність характеристик продукції, що належать до її здатності задовольняти встановлені та передбачувані потреби.

потреби споживача, зібрана інформація, як правило, є не чіткою й такою, що й не відповідає дійсності [2].

Якість корелюється із поставленими до продукції споживчими ознаками й властивостями, фіксується на конкретний період часу й змінюється з появою прогресивнішої технології. У процесі оцінювання якості продукції порівнюється сукупність її властивостей з певними аналоговими базовими показниками<sup>2</sup>. Однак будь-який документ або аналог оцінюваної продукції узаконює певну сукупність властивостей лише на певний період часу, а потреби безупинно змінюється.

Отже, основне місце під час оцінювання якості продукції або послуг за ринкової економіки приділяється споживачеві, а стандарти (у тому числі й міжнародні) лише закріплюють і регламентують прогресивний досвід, накопичений у сфері якості [3].

Таким підходом до визначення якості продукції займається ціла наука — *кваліметрія*, наука щодо принципів і методів кількісного оцінювання якості продукції [4].

Якість готової продукції визначається багатьма факторами. Використання методів кваліметрії дозволяє визначити питому вагу кожного фактора під час оцінювання рівня якості. І застосування методів узагальненого комплексного оцінювання якості дозволяє об'єктивно й з певним рівнем достовірності оцінити якість продукції.

### МЕТОДИ КІЛЬКІСНОГО ОЦІНЮВАННЯ

Розглянемо й оцінимо рівень якості продукції на прикладі різних сцинтиляційних кристалів, що мають багатоцільове використання, за допомогою різних методів кількісного оцінювання якості.

Усі методи, які застосовуються у кваліметрії, поділяються на дві групи:

- диференціальні, застосовувані у процесі оцінювання одиничних показників якості й вибору найвагоміших із них;
- комплексні, що поєднують велику кількість одиничних показників, використовуваних у більшості випадків під час оцінювання рівня якості продукції [4].

Комплексне оцінювання можна розглядати як двоетапний процес, у якому на першому етапі відбувається оцінювання одиничних показників якості, а на другому — оцінювання складних показників та їх згортка, аж до оцінювання якості у цілому.

Під час оцінювання рівня якості сцинтиляторів велику увагу приділено вибору номенклатури одиничних показників, оскільки для подальшої роботи дуже важливо отримати об'єктивні результати оці-

нення якості. Обґрунтування вибору номенклатури одиничних показників відбувалося з урахуванням таких правил [5]:

- перед тим як робити вибір, необхідно проаналізувати призначення й умови використання продукції;
- проаналізувати вимоги до показників якості, складу й структури характерних властивостей;
- формувати номенклатуру показників якості доцільно з урахуванням вимог і очікувань виробника й споживача продукції;
- перелік показників якості повинен характеризувати всі ознаки продукції, що визначають її якість і придатність;
- номенклатура показників якості має будуватися як системи ієрархічної структури показників і передбачати можливість додавання або видалення із неї окремих показників;
- мають ураховуватися сучасні тенденції технічного прогресу та досягнення науки й техніки.

### ЕКСПЕРТНИЙ ВИСНОВОК

У ході подальшої роботи для вибору й обчислення значень одиничних і базових показників якості сцинтиляторів, а також відносних одиничних показників якості, коефіцієнтів вагомості й виду функціональної залежності застосовувався експертний метод [2]. Цей метод належить до класу завдань щодо прийняття рішень на основі опрацювання думок експертів, тобто використовує узагальнений людський досвід.

Суб'єктом експертизи виступала комісія кваліфікованих фахівців, що мають теоретичні знання й практичний досвід оцінювання якості сцинтиляторів. На першому етапі роботи експерти зіткнулися із такою складністю, як багатоцільове використання, і у цій ситуації неможливо було вибрати для всіх груп споживачів одні й ті ж самі показники. Так, наприклад, для одних споживачів органічних сцинтиляторів основними показниками були світловий вихід; власна роздільність; довжина хвилі люмінесценції; час загасання сцинтиляційного спалаху; здатність до роздільної реєстрації нейтронного компонента тощо. Для інших же — розміри сцинтиляторів; їхні фізико-хімічні властивості; конструктивні особливості, пов'язані із впливом різних навантажень під час експлуатації, тощо.

Така ж аналогія спостерігалася й у випадку розгляду сцинтиляторів на основі лужно-галоїдних кристалів і кристалів на основі селеніду цинку.

Отже, у першу чергу, необхідно було визначити умови споживання й застосування сцинтиляторів, а потім приступати до вибору показників якості. Тому спочатку було визначено категорію основних і потенційних споживачів.

<sup>2</sup> Показники якості базового зразка, аналогічного за призначенням і умовами експлуатації оцінюваної продукції вітчизняного і зарубіжного виробництва.

Першим етапом, для визначення показників якості, найбільш важливих для виробника й споживача, стало розроблення анкети й проведення опитування-анкетування експертів і споживачів. Також слід зазначити, що в анкетах передбачалося поле для введення респондентами даних стосовно тих показників якості, які для них є важливими, але яких не було у переліку запропонованих.

Слідом за цим проведено опрацювання анкет, проаналізовано і враховано усі пропозиції. Далі приступили до ранжирування, визначення коефіцієнтів вагомості й узгодження думок експертів і споживачів. Як критерій оцінювання використовувався попередньо побудований експертами базовий ряд показників якості сцинтиляторів. При цьому необхідно відзначити, що у цьому випадку використовувалися вагові коефіцієнти, визначені експертами.

Отримати достовірніші дані допомогла активна участь виробника у роботі міжнародних організацій зі стандартизації. Але, не дивлячись на це, у чисельних значеннях коефіцієнтів вагомості відсутня достовірність, оскільки вони мали певну частку суб'єктивізму [6].

**АЛГОРИТМ ПОСЛІДОВНОСТІ ОПЕРАЦІЙ**

Отже, у процесі проведеного оцінювання рівня якості сцинтиляторів, виходячи із загальноприйнятого алгоритму узагальненого комплексного оцінювання якості [4], розроблено новий алгоритм послідовності операцій (рис. 1) [7]. Цей метод можна використовувати у випадку, коли існує одне цільове використання продукції, що випускається, і при цьому є велика кількість споживачів; за інших умов загальновідомі алгоритми оцінювання якості необхідно доопрацьовувати (рисунок) [7].

Показники якості, за якими раніше проводилося оцінювання, вибиралися у разі багатоцільового використання сцинтиляторів, причому розглядалися лише показники призначення. Тому у подальшій роботі становило інтерес оцінити вплив усіх показників на якість сцинтиляційних кристалів для умов конкретного споживача.

У сучасній літературі установлюють таку номенклатуру основних 10 груп показників якості за властивостями продукції, які вони характеризують: призначення; надійність; показники ергономічні; естетичні; технологічності; стандартизації та уніфікації; патентно-правові; екологічні; безпеки, економічні [8].

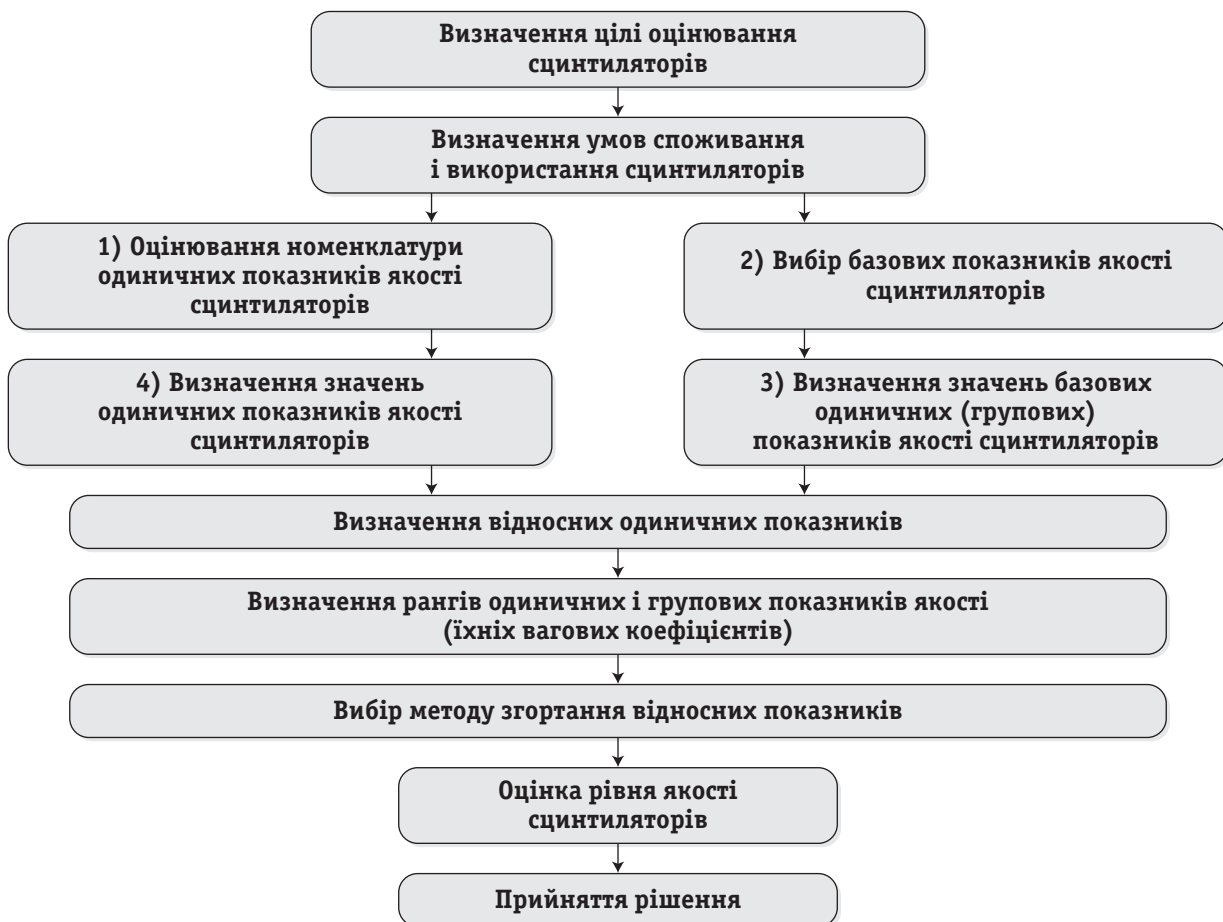


Рис. 1. Алгоритм послідовності операцій комплексного оцінювання рівня якості

## Номенклатура показників якості скінтіляційних кристалів

Група показників		Окремі показники якості
Вид	Істотна характеристика	
1. Призначення	Характеризує корисну роботу (виконавчу функцію)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Світловий вихід</li> <li>▪ Власна роздільність</li> <li>▪ Геометричні розміри</li> <li>▪ Фізико-хімічні властивості</li> </ul>
2. Надійність і довговічність	Визначає міру забезпечення тривалості використання й відповідних умов праці й життєдіяльності	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 95 % термін зберігання</li> <li>▪ Зміна скінтіляційних параметрів у процесі експлуатації не перевищує 20 %</li> </ul>
3. Екологічні	Характеризують ступінь шкідливого впливу на здоров'я людини й довкілля	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Не токсичні</li> <li>▪ Не містять шкідливих компонентів</li> <li>▪ Не забруднюють довкілля</li> </ul>
4. Економічні	Відображають міру економічної вигоди виробництва й споживання продукції	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ціна продукції</li> <li>▪ Мінімум витрат під час виробництва</li> <li>▪ Мінімум витрат у процесі споживання</li> </ul>
6. Естетичні	Визначають естетичні показники продукції	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Естетичність тари</li> </ul>
7. Патентно-правові	Відображають міру використання нових винаходів	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Коефіцієнт патентного захисту — 0,95</li> </ul>

Зважаючи на те, що скінтілятори, які випускаються, належать до комплектувальних виробів до засобів вимірювальної техніки, обрано такою номенклатуру показників якості (таблиця).

Сукупність перерахованих показників формує рівень якості скінтіляторів для умов конкретного споживача [9]. У цьому випадку необхідно ретельно оцінити внесок кожного параметра призначення, ураховуючи той факт, що уведення кожного додаткового параметра веде до зміни ціни скінтілятора. І тому, вибираються лише ті показники, які доцільні з урахуванням технічних і економічних факторів.

### ЕКОНОМІЧНО РАЦІОНАЛЬНА ЯКІСТЬ

Саме з ціною пов'язано питання економічно раціональної якості. Покупець, купуючи виріб, завжди зіставляє, чи компенсує ціна продукції набір властивостей, який він має [10].

Отже і виникає питання. Яка сукупність властивостей і який рівень якості слід задати, а потім досягти й забезпечити, щоб така сукупність і такий рівень були б ефективними, з мінімальними витратами, для виробництва й споживання? І як же знайти рівновагу у відносинах між споживачем і виробником, щоб задовільнити потреби й очікування споживача і захистити інтереси виробника.

Як видно, розглянутий метод оцінювання рівня якості скінтіляторів є необхідним, але не достатнім. У подальшій роботі необхідно особливу увагу приділити економічному показнику. Також за вели-

кої різноманітності показників призначення він дозволить усі одиниці вимірювання привести до одного узагальненого комплексного показника, *вираженого у грошовій формі*.

### МЕТОД ОПТИМІЗАЦІЇ

Пропонуємо розв'язати це питання, використовуючи *метод оптимізації*.

Розвиток кількісних методів оптимізації дозволяє перейти від використовуваних на нинішній момент методів узагальненого комплексного оцінювання якості до більш ефективних процедур оптимізації.

Під час проведення робіт з оптимізації показників якості просте зіставлення показників, у тому числі й узагальнених, не слугує підставою для запровадження більш високих показників. Велика увага приділяється вимогам споживача, і лише у результаті оптимізації, з урахуванням наших цілей і умов, визначається доцільність запровадження нових технічних можливостей, тобто відбувається не «сліпе» перенесення досвіду, а його використання з урахуванням майбутніх змін у часі.

Оскільки за оптимізації якості відомими є не одиничні показники, а цілі й умови (обмеження), можна сказати, що у разі узагальненого комплексного оцінювання проводиться аналізування рівня якості, у випадку оптимізації — синтез за заданих обмежень. Тобто перед нами стоїть завдання, відомі цілі, і необхідно знайти відповідні показники якості продукції [6, 11].

Оптимізація оцінювання рівня якості полягає у знаходженні такої номенклатури параметрів ▶

й їх чисельних значень із множини можливих, за яких досягається максимальне значення критерію оптимізації за заданих значень вхідних функцій [6]. Як критерій оптимізації (цільову функцію) використовувалася мінімізація витрат ( $B$ ), отримана під час виготовлення й застосування сцинтиляторів:

$$B = N_i \cdot C_i, \quad (1)$$

де  $B$  — мінімізація витрат, під час виготовлення й застосування сцинтиляторів, грн.;  $N_i$  — кількість сцинтиляторів, що виготовляється, од.;  $C_i$  — собівартість сцинтиляторів, грн.

Розглянемо залежність собівартості  $C_i$  від показників якості основних елементів комплексу під час виготовлення й застосування сцинтиляторів:

$$C_i = f[(P_1, \dots, P_n), k_1 C_1], \quad (2)$$

де  $P_1, \dots, P_n$  — показники якості сцинтиляторів;  $k_1 C_1$  — добуток, який характеризує собівартість виробництва сцинтилятора, що йде на виготовлення детектора.

До собівартості  $C_i$  входить собівартість усіх стадій технологічного процесу виготовлення, також відображені витрати, що характеризують уведення додаткових показників якості з їхнім контролем.

Для отримання точних і достовірних результатів уводимо такі обмеження [12]:

1. Загальна потреба ( $N_i$ ) у сцинтиляторах має бути не нижчою заданої ( $N_{зад.}$ ) або дорівнювати їй:

$$N_i \geq N_{зад.} \quad (3)$$

2. Значення показників якості ( $P_1 \dots P_n$ ) мають бути не нижчими закордонних ( $P_z$ ) або дорівнювати їм:

$$P_1, \dots, P_n \geq P_z \quad (4)$$

Уведення до критерію оптимізації обмеження (4) забезпечує конкурентоспроможність сцинтиляційних кристалів, що випускаються.

Викладений вище метод оптимізації наведено для загального випадку, коли не зазначено конкретних умов застосування, тому слід також розглянути варіант, за якого необхідну й достатню номенклатуру показників якості сцинтиляторів обирають для певного споживача.

Наприклад, в одному випадку для споживача має значення показник «чутливість», а в іншому — «власна роздільність». Установимо вплив уведення додаткового показника якості на величину критерію оптимізації, тобто проведемо розрахунки на ці два показники [11].

Для цього, використовуючи вихідну базову модель, розраховуємо приріст цільової функції від уведення додаткового показника  $V_{m+1}$ :

$$\Delta B = \bar{B} - \bar{B}_0, \quad (5)$$

де  $\bar{B}$  — значення цільової функції за рахунок додаткового фактора  $V_{m+1}$ ;  $\bar{B}_0$  — значення цільової функції без обліку дії фактора  $V_{m+1}$ .

Провівши ряд математичних перетворень [11], отримуємо, що за критерій доцільності обліку фактора  $V_{m+1}$  можна вважати:

$$\Delta B_{\text{прибл.}} = \Delta B_0(V_{m+1}) \geq \Delta B_{\text{гран.}}, \quad (6)$$

де  $\Delta B_{\text{прибл.}}$  — приблизний приріст цільової функції;  $\Delta B_{\text{гран.}}$  — граничний приріст цільової функції.

Нехтуючи зміною  $\Delta P_i$  величини  $\bar{P}_i$  під дією фактора  $V_{m+1}$ , відзначаємо:

$$\Delta B_0(\Delta P_i) \leq 0. \quad (7)$$

У випадку урахування усіх факторів  $\bar{P}_1, \dots, \bar{P}_n$  критерій оптимізації досягає максимального значення, і урахування  $\Delta P_i$  може лише зменшити  $B_0$ , звідси:

$$\Delta B(V_{m+1}) = \Delta B_{\text{прибл.}} \geq \Delta B. \quad (8)$$

Тому, таке оцінювання доцільної кількості уведених показників за умовою (7) дає деякий запас (вплив фактора  $V_{m+1}$  вважається завищеним). Отже, якщо критерій оптимізації показує, що фактор  $V_{m+1}$  можна не враховувати, то ним дійсно знехтують.

У цьому випадку, як ми вже відзначали вище, у загальну собівартість входить собівартість, яка характеризує кожний показник і його контроль. Середня собівартість кожного із показників складає 5 % від загальної собівартості сцинтиляторів. Звідси стає очевидним, що уведення додаткового показника збільшує собівартість сцинтиляційних кристалів.

Оскільки сцинтилятори мають дуже широку сферу застосування, і якщо виходити із критерію оптимізації — досягнення мінімізації витрат під час їхнього виготовлення й застосування, виявлено, що далеко не завжди доцільно застосовувати всю наявну номенклатуру показників для оцінювання рівня якості, а використовувати лише необхідну для конкретного споживача.

Відтак, якість продукції в умовах сучасного виробництва є найважливішою складовою ефективності й конкурентоспроможності підприємства, й їй необхідно приділяти постійну увагу. Отже, було встановлено оптимальні вимоги до якості сцинтиляційних кристалів, що забезпечують їхню конкурентоспроможність.

**ВИСНОВОК**

Узагальнюючи все зазначене вище, можна сказати, що для отримання достовірного узагальненого комплексного оцінювання рівня якості й вибору самих показників якості необхідно використовувати всі відомі методи, як евристичні, так і математичні. За реальних умов ухвалення рішення має базуватися на комбінації всіх відомих методів.

Використання мінімізації витрат як цільової функції оптимізації дозволяє з'єднати різні за фізичним характером параметри в одній грошовій одиниці вимірювання і кількісно оцінити одним числом якість продукції, що випускається.

Отже, використання методів оптимізації під час

визначення рівня якості сцинтиляторів дозволяє встановити таку номенклатуру показників якості у кожному конкретному випадку застосування, за якої досягається мінімізація витрат зі збільшенням обсягів виробництва, економія всіх видів ресурсів і зменшення ризику для постачальника й споживача.

Слід також зазначити, що якість продукції складається із рівноваги у відносинах між споживачем і виробником. І правильно обрана номенклатура показників якості призначена як для задоволення потреб і очікувань споживача, так і для захисту інтересів виробника, є надійним важелем оптимізації якості й керування нею з погляду мінімізації витрат, зменшення витрат і ризику.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. ДСТУ ISO 9000:2007. Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів (ISO 9000:2005, IDT).
2. Ребрин Ю.И. Управление качеством // Уч. пособие. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004. — 174 с.
3. Грибов В.Д., Грузинов В.П. Экономика предприятия // Учебник. — Практикум. — М.: Финансы и статистика, 2007.
4. Азгальдов Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров. Основы квалиметрии. — М.: Экономика, 1982. — 256 с.
5. Гунькало А., Бойко О. Методика управління якістю продукції за допомогою інтелектуальної системи // Стандартизація, сертифікація, якість. — 2011. — № 2. — С. 61—64.
6. Ткаченко В.В., Алексеев Ю.Т., Комаров Д.М. Система оптимизации параметров объектов стандартизации. — М.: Изд-во стандартов, 1977. — 184 с.
7. Будаковский С.В., Гринев Б.В., Гурджян Н.Р., Любинский В.Р., Молчанова Н.И. Об оценке качества и выборе показателей качества на примере органических сцинтилляторов // Материалы 12-й Международной научно-практической конференции «Качество, стандартизация, контроль: теория и практика». — Ялта, 2012. — С. 22—25.
8. Фомин В.Н. Квалиметрия. Управление качеством. Сертификация. — М.: Изд-во ОСЬ-89, 2007. — 383 с.
9. Гринев Б.В., Гурджян Н.Р., Любинский В.Р., Молчанова Н.И. Об использовании методов квалиметрии при оценке качества сцинтилляционных кристаллов // Сборник тезисов VI Международной научно-практической конференции «Качество технологий — качество жизни». — Харьков: УИПА, 2013. — С. 109—112.
10. Экономика предприятия: Учебник для вузов // Под ред. проф. В.Я. Горфинкеля, проф. В.А. Швандара. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007. — 670 с.
11. Комаров Д.М. Математические модели оптимизации требований стандартов. — М.: Изд-во стандартов, 1976. — 184 с.
12. Молчанова Н., Рижиков В. Використання методів оптимізації у створенні стандарту // Стандартизація, сертифікація, якість. — 2000. — № 3. — С. 24—26. ■