

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИМОГ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ ДО ПРОМИСЛОВОЇ ПРОДУКЦІЇ НА ОСНОВІ АДАПТИВНОГО ПІДХОДУ



М. Е. Тернюк

М. Е. Тернюк, доктор технічних наук, професор, президент Міжнародної академії наук і інноваційних технологій, м. Київ,

О. С. Букреєва, аспірант,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків

ОПТИМИЗАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ К ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ АДАПТИВНОГО ПОДХОДА

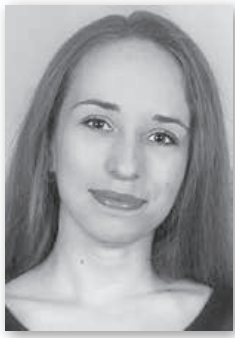
Н. Э. Тернюк, доктор технических наук, профессор, президент Международной академии наук и инновационных технологий, г. Киев,

О. С. Букреева, аспирант, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, г. Харьков

OPTIMIZATION OF REQUIREMENTS OF NORMATIVE DOCUMENTS FOR INDUSTRIAL PRODUCTS BASED ON ADAPTIVE APPROACHES

M. E. Ternyuk, Doctor of Technical Science, Professor, President of the International Academy of Sciences and Innovation Technologies, Kiev,

O. S. Bukreyeva, Postgraduate, Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv



О. С. Букреєва

У статті розглянуто особливості змінення нормативних вимог стандартів у автомобільній галузі. Встановлено необхідність застосування адаптивного підходу до оновлення значень їх нормованих параметрів. Розроблено моделі, що дозволяють розрахувати градієнт цільової функції та змінення вимог стандартів у цій галузі.

Ключові слова: стандарти, нормативні вимоги, нормовані параметри, адаптивний алгоритм, цільова функція, автомобільна галузь.

В статье рассмотрены особенности изменения нормативных требований стандартов в автомобильной отрасли. Определена необходимость применения адаптивного подхода к обновлению значений их нормируемых параметров. Разработаны модели, позволяющие рассчитывать градиент целевой функции и изменения требований стандартов в этой отрасли.

Ключевые слова: стандарты, нормативные требования, нормируемые параметры, адаптивный алгоритм, целевая функция, автомобильная отрасль.

The features of changes to the requirements of standards in the automotive industry are considered. The need for an adaptive approach to update the values of normalized parameters is identified. The models to calculate the gradient of the objective function changes and requirements of the standards in the industry are developed.

Keywords: standards, normative requirements, normalized parameters, adaptive algorithm, objective function, automotive industry.

ВСТУП

Формування нормативно-технічних вимог до якості складових елементів і промислової продукції у цілому автомобільного транспорту відбувається під впливом зовнішніх чинників і внутрішніх

виробничих можливостей. До перших належать досягнутий світовий рівень науково-технічного прогресу, умови експлуатації, економічний стан, зовнішньополітичні особливості тощо; до других — наявність ресурсів і спеціалізованих підприємств, матері-

ально-технічної, наукової, технологічної бази. Ці чинники є важко прогнозованими і часто можуть мати суперечливий вплив на показники економічної ефективності споживачів і виробників, що вимагає застосування оптимізаційних підходів.

Підписана нещодавно «Угода про асоціацію між Україною та Європейським союзом» передбачає впровадження в Україні стандартів EN шляхом гармонізації, скасування суперечливих національних стандартів та ГОСТів, прийнятих до 1992 року. Проте, пряме прийняття стандартів EN не завжди є ефективним для промислових підприємств України, які значно відстають від європейських та мають інші темпи науково-технологічного розвитку. Із цього боку важливим є вчасне відстеження реальних можливостей цих підприємств щодо переходу на нові нормативи, більш наближені до європейських. Ці поступові зміни передбачені в «Угоді» 10-річним перехідним періодом [1].

У зв'язку з цим актуальним є питання адаптивного змінення нормативних вимог для забезпечення технічного рівня, якості, надійності промислової продукції відповідно до умов «Угоди про асоціацію між Україною та Європейським союзом» з метою стимулювання соціально-економічного розвитку промислових галузей та економіки в цілому.

Проблемі вдосконалення нормативних вимог з метою стимулювання прискореного розвитку конкретних промислових галузей присвячено багато робіт. Так, у роботі [2] описано математичні моделі оптимізації вимог стандартів, методи прогнозування вхідних даних. Вона обґрунтовує необхідність поєднання оптимізації та прогнозування. У монографії [3] розроблено методи прогнозування вимог стандартів до показників ефективності гальмування автотранспортних засобів. У статтях [4, 5] запропоновано принципи прогнозування вимог до споживчих характеристик гальмівних систем на основі ретроспективного аналізу вимог стандартів. Разом з тим, зазначені роботи, які стосуються окремих аспектів, не вирішують проблеми в комплексі, а наявний підхід до зміни вимог НД у принципі не дозволяє системно і вчасно відслідковувати досягнення в науці та техніці, й, як наслідок, формувати вимоги до виробництва конкурентоспроможної промислової продукції. Коректне вирішення проблеми представляється можливим за допомогою адаптивних підходів.

Адаптивні підходи отримали своє застосування у різних сферах інформаційних, енергетичних і речових технологій. Наприклад, у роботах [6, 7] їх використано для оптимізації комп'ютерних мереж. У роботі [8] описано адаптивний алгоритм ідентифікації гідравлічних опорів елементів теплотранспортних систем, у [9] — алгоритм розподілу замовлень на обслуговування автомобілів таксі, у [10] — процедуру світлофорного регулювання перехресть. Монографію [11] присвячено розробленню комплексного науково-

методичного підходу до обґрунтування і проектування адаптивних механізмів функціонування організаційно-економічних систем, що включають настроювання процедури прогнозування, планування, регулювання і стимулювання.

Однак, у даний час адаптивні підходи не застосовуються для управління нормативно-технічними вимогами, що відображаються у нормативних актах відносно промислової продукції.

Метою статті є обґрунтування оптимізації вимог НД до промислової продукції на основі адаптивного підходу. При цьому ставиться завдання розроблення концепції адаптивного алгоритму визначення витрат виробників промислової продукції на впровадження нового нормативу.

ОБґРУНТУВАННЯ КОНЦЕПЦІЇ АДАПТИВНОГО ПІДХОДУ. РОЗРОБЛЕННЯ МОДЕЛЕЙ ТА ОПТИМІЗАЦІЙНОГО АЛГОРИТМУ

Концепція адаптивного підходу передбачає своєчасні зміни вимог НД до об'єктів стандартизації відповідно до її принципів з метою забезпечення виробництва конкурентоспроможної промислової продукції та безпечної її експлуатації.

Адаптацію у такій постановці можна визначити як параметричну оптимізацію в умовах недостатньої апріорної інформації [12], а адаптивний алгоритм розглядається як такий, що дозволяє уточнювати (наближати до оптимуму) значення параметрів у міру отримання нових даних [13].

Внаслідок цього рішення проблеми параметричної оптимальності вимог НД і термінів їх уведення у дію за адаптивним алгоритмом зводиться до послідовного вирішення таких завдань:

- вибір і формулювання мети разом із визначенням критерію оптимальності;
- урахування обмежень;
- реалізація способу досягнення мети за урахування обмежень [12].

У алгоритмі, що розглядається, метою є досягнення вищої соціально-економічної ефективності у даний момент часу порівняно з попередніми її значеннями, що відображає економічний функціонал. Необхідність застосування соціально-економічних критеріїв оптимальності пов'язана з прагненням отримувати максимальну соціально-економічну вигоду з урахуванням реально наявних обмежень.

У загальній формі критерій оптимальності можна представити у виді умовного математичного очікування:

$$J(c) = M_x \{Q(x, c)\}, \quad (1)$$

де $Q(x, c)$ — соціально-економічний функціонал, що залежить від вектора $c = (c_1, \dots, c_N)$ вимог характеристик НД та від вектора випадкових процесів $x = (x_1, \dots, x_M)$, щільність розподілу якого дорівнює $p(x)$.

Компонентами вектора $c = (c_1, \dots, c_N)$ можуть виступати характеристики вимоги НД, функціонально або кореляційно пов'язані з організаційними, технічними та екологічними параметрами вироблюваної промислової продукції, а також час уведення НД в дію. Компоненти вектора $x = (x_1, \dots, x_M)$ визначають позасистемні чинники.

За заданої структури системи вирішення проблеми оптимальності зводиться до визначення такого вектора $c = c^*$, який, задовольняючи обмеження, надає функціоналу (1) граничне (екстремальне) значення. Обмеження визначається рівностями, нерівностями або логічними співвідношеннями, що виділяють допустимі варіанти, у тому числі оптимальний.

Якщо рішення міститься всередині області можливіх рішень, то необхідною умовою оптимальності є:

$$\nabla J(c) = 0. \quad (2)$$

За адаптивного підходу наближене розв'язання рівняння (2) досягається за допомогою ітеративних методів. Алгоритм оптимізації, заснований на цьому підході, внаслідок послідовного наближення рішення до оптимуму, має форму:

$$c[n] = c[n-1] - \gamma[n] \nabla J(c[n-1]), \quad (3)$$

де n — номер ітерації; γ — деякий скаляр, що визначає масштаб кроку зміни компонента вектора c .

Оскільки функціонал (1) в явному виді невідомий, а відома лише його реалізація $Q(x, c)$, що залежить від векторів x і c , для розв'язання задачі оптимізації можна застосувати метод стохастичної апроксимації.

Умова досягнення екстремального значення критерієм оптимальності при цьому матиме вид:

$$\nabla J(c) = M_x \{ \nabla_c Q(x, c) \} = 0, \quad (4)$$

$$\nabla_c Q(x, c) = \left(\frac{\partial Q(x, c)}{\partial c_1}, \frac{\partial Q(x, c)}{\partial c_2}, \dots, \frac{\partial Q(x, c)}{\partial c_N} \right), \quad (5)$$

де $\nabla_c Q(x, c)$ є градієнтом $Q(x, c)$, що вказує напрямом найбільшого зростання функції у просторі вектора c .

Для практичного використання адаптивного підходу необхідно мати залежності, що дозволяють обчислювати $\nabla_c Q(x, c)$.

Вирішити завдання отримання цих залежностей можна у два етапи.

Поняття цільової функції у загальному виді можна отримати зважаючи на таке. Для виробників і споживачів продукції важливим є забезпечення умови:

$$\frac{E}{B} \rightarrow \max, \quad (6)$$

де B — витрати, E — корисний ефект, які залежать від значень характеристик продукції та вимог НД.

Далі на цій основі можна використати інтегральні соціально-економічні показники, що визначаються як відношення сумарного корисного ефекту від експлуатації або вживання промислової продукції до сумарних витрат на її створення та експлуатацію або вживання.

З урахуванням значущості ролі виробників і споживачів промислової продукції, відображеної ваговим коефіцієнтом α , на першому етапі у рамках спрощеної лінійної моделі, яка відповідає сталості ефекту виробників, що дозволяє знайти аналітичне розв'язання, можна сформулювати критерії оптимальності для чинного J_n та нового J_{n+1} нормативів:

$$J_n = \alpha \cdot \frac{E_n^{сп}}{B_n^{сп}} + (1-\alpha) \cdot \frac{E_n^{вир}}{B_n^{вир}}. \quad (7)$$

$$J_{n+1} = \alpha \cdot \frac{E_n^{сп} + k \cdot \Delta B^{вир}}{B_n^{сп}} + (1-\alpha) \cdot \frac{E_n^{вир}}{B_n^{вир} + \Delta B^{вир}}, \quad (8)$$

де $E_n^{сп}$, $E_n^{вир}$ — ефекти, отримувані споживачами і виробниками відповідно, $B_n^{сп}$, $B_n^{вир}$ — витрати споживачів і виробників для отримання зазначених ефектів, k — коефіцієнт трансформації витрат виробника на ефект споживача, $\Delta B^{вир}$ — змінення витрат виробників, пов'язані з переходом на новий норматив.

На рис. 1 представлено зміну значень J_{n+1} залежно від $\Delta B^{вир}$, а також зміну значень цільових функцій для споживачів і виробників промислової продукції за середніх значень коефіцієнтів $\alpha = 0,5$ та $k = 0,5$. Тут і далі по осі абсцис відкладено значення $\Delta B^{вир}$ у частках від $B_n^{вир}$, по осі ординат — значення критерію

оптимальності J_{n+1} як частку від $\frac{E_n^{спож}}{B_n^{спож}}$. На рис. 2, 3

подано залежності критерію оптимальності J_{n+1} від змінення k , $\Delta B^{вир}$ та α , $\Delta B^{вир}$ відповідно.

Наведені графіки свідчать стосовно наявності екстремуму критерію оптимальності J_{n+1} за $\Delta B^{вир}$, який зміщується залежно від величини коефіцієнта k . Граничні значення цього критерію містяться на межі області допустимих значень.

Для першого етапу в межах врахованих чинників градієнт (4) можна представити як:

$$\nabla J(k, \alpha, \Delta B^{вир}) = \left(\frac{\partial J}{\partial k}; \frac{\partial J}{\partial \alpha}; \frac{\partial J}{\partial \Delta B^{вир}} \right). \quad (9)$$

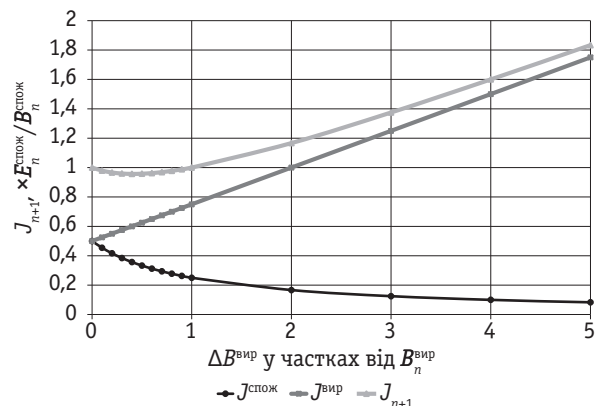


Рис. 1. Змінення значень J_{n+1} і залежності від $\Delta B^{вир}$, а також змінення значень цільових функцій для споживачів і виробників за значень коефіцієнтів $\alpha = 0,5$ та $k = 0,5$

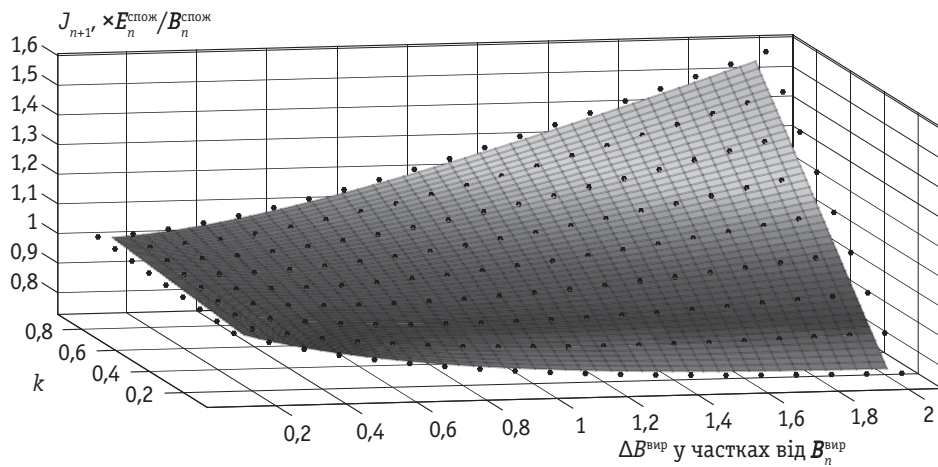


Рис. 2. Залежність функції J_{n+1} від змінення коефіцієнта k за $\alpha = 0,5$

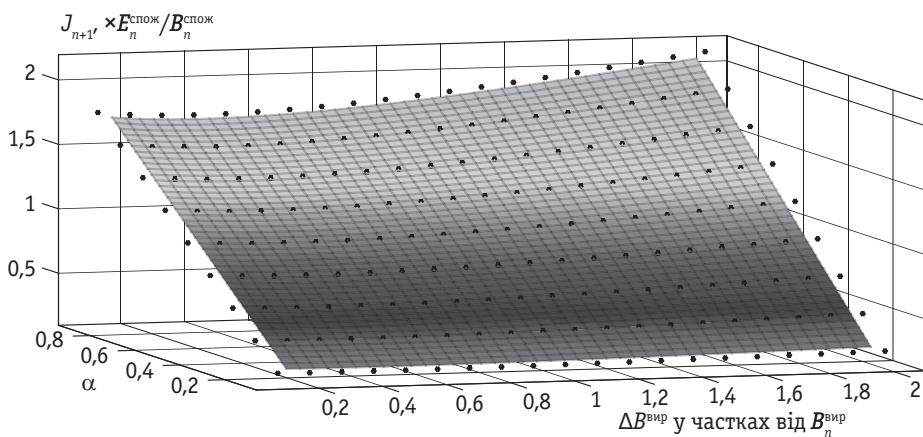


Рис. 3. Залежність функції J_{n+1} від змінення коефіцієнта α за $k = 0,5$

Залежності від складових градієнта (9) матимуть вид:

$$\frac{\partial J}{\partial k} = \alpha \cdot \frac{\Delta B^{\text{вир}}}{B_n^{\text{сп}}},$$

$$\frac{\partial J}{\partial \alpha} = \frac{E_n^{\text{сп}} + k \cdot \Delta B^{\text{вир}}}{B_n^{\text{сп}}} - \frac{E_n^{\text{вир}}}{B_n^{\text{вир}} + \Delta B^{\text{вир}}},$$

$$\frac{\partial J}{\partial \Delta B^{\text{вир}}} = \alpha \frac{k}{B_n^{\text{сп}}} - (1 - \alpha) \cdot \frac{E_n^{\text{вир}}}{(B_n^{\text{вир}} + \Delta B^{\text{вир}})^2}.$$

При цьому $\alpha \in [0; 1]$; $k > 0$; $\Delta B^{\text{вир}} \neq 0$; $B_n^{\text{вир}} + \Delta B^{\text{вир}} > 0$. Такі значення градієнта й обмежень забезпечують

мінімум функції $J_{n+1} = \frac{2 \cdot E_n^{\text{сп}}}{B_n^{\text{сп}}}$ у точці, що відповідає:

$$\begin{cases} \Delta B^{\text{вир}} = \frac{B_n^{\text{вир}} \cdot E_n^{\text{вир}}}{2 \cdot E_n^{\text{сп}}} - B_n^{\text{вир}}; \\ k = \frac{2 \cdot (E_n^{\text{сп}})^2}{B_n^{\text{сп}} \cdot E_n^{\text{вир}} - 2 \cdot E_n^{\text{сп}} \cdot B_n^{\text{вир}}} = \frac{E_n^{\text{сп}}}{\Delta B^{\text{вир}}}; \\ \alpha = \frac{B_n^{\text{сп}} \cdot E_n^{\text{вир}} - 2 \cdot E_n^{\text{сп}} \cdot B_n^{\text{вир}}}{2 \cdot B_n^{\text{сп}} \cdot E_n^{\text{вир}} - 2 \cdot E_n^{\text{сп}} \cdot B_n^{\text{вир}}}. \end{cases}$$

Другий етап є узагальненим. Він відповідає одночасному зміненню витрат і отриманого ефекту виробників. Це характерно для випадку використання інновацій, які одночасно підвищують технічний рівень, ефективність та якість продукції та зменшують витрати виробників. Якщо залежність ефекту виробника від величини його витрат на застосування нових нормативів лінійна (з коефіцієнтом k_2), можна отримати:

$$(J_{n+1})_2 = \alpha \cdot \frac{E_n^{\text{сп}} + k_1 \cdot \Delta B^{\text{вир}}}{B_n^{\text{сп}} + k_3 \cdot \Delta B^{\text{вир}}} + (1 - \alpha) \cdot \frac{E_n^{\text{вир}} + k_2 \cdot \Delta B^{\text{вир}}}{B_n^{\text{вир}} + \Delta B^{\text{вир}}}. \quad (10)$$

Тоді:

$$\nabla J_2(k_1, k_2, k_3, \alpha, \Delta B^{\text{вир}}) = \left(\frac{\partial J_2}{\partial k_1}; \frac{\partial J_2}{\partial k_2}; \frac{\partial J_2}{\partial k_3}; \frac{\partial J_2}{\partial \alpha}; \frac{\partial J_2}{\partial \Delta B^{\text{вир}}} \right).$$

Складовими цього градієнта є:

$$\frac{\partial J_2}{\partial k_1} = \frac{\alpha \cdot \Delta B^{\text{вир}}}{B_n^{\text{сп}} + k_3 \cdot \Delta B^{\text{вир}}};$$

$$\frac{\partial J_2}{\partial k_2} = \frac{(1 - \alpha) \cdot \Delta B^{\text{вир}}}{B_n^{\text{вир}} + \Delta B^{\text{вир}}};$$

$$\frac{\partial J_2}{\partial k_3} = -\frac{\alpha \cdot (E_n^{сп} + k_1 \cdot \Delta B^{вир})}{(B_n^{сп} + k_3 \cdot \Delta B^{вир})^2};$$

$$\frac{\partial J_2}{\partial \alpha} = \frac{E_n^{сп} + k_1 \cdot \Delta B^{вир}}{B_n^{сп} + k_3 \cdot \Delta B^{вир}} - \frac{E_n^{вир} + k_2 \cdot \Delta B^{вир}}{B_n^{вир} + \Delta B^{вир}};$$

$$\frac{\partial J_2}{\partial \Delta B^{вир}} = \frac{\alpha \cdot (k_1 \cdot B_n^{сп} - k_3 \cdot E_n^{сп})}{(B_n^{сп} + k_3 \cdot \Delta B^{вир})^2} + \frac{(1 - \alpha) \cdot (k_2 \cdot B_n^{вир} - E_n^{вир})}{(B_n^{вир} + \Delta B^{вир})^2}.$$

Отримані залежності дозволяють розраховувати значення $(J_{n+1})_2$ для реалізації адаптивного алгоритму відповідно до залежності (3). Значення коефіцієнта γ можна визначити експериментально або методом імітаційного моделювання [12].

Мінімальні значення функції $(J_{n+1})_2$ означають перебування системи «виробник—споживач» у балансовому стані, що забезпечується вільним ринком. Однак, оптимальне значення критерію J_{n+1} міститься на межі інтервалу можливих значень. З цього випливають важливі практичні узагальнення.

1. Ринок, що приводить до балансу інтересів виробників і споживачів, не забезпечує граничного значення загальнодержавного соціально-економічного критерію

$$\frac{E_n^{спож}}{B_n^{спож}}.$$

2. Значення критерію J_{n+1} можуть бути суттєво підвищені за умов проведення ефективної державної регуляторної політики, що стимулює збільшення інвестицій $\Delta B^{вир}$, спрямованих на підвищення ефекту у споживачів. Наприклад, складовими такої політики можуть бути диференційовані податкові пільги на кшталт таких, що є в економічно розвинених країнах, амортизаційні відрахування тощо.

3. Підвищення значень критерію J_{n+1} також може бути досягнуто за рахунок збільшення коефіцієнта k_2 , що відповідає підвищенню показників якості вироблюваної продукції та впровадженню високотехнологічних інновацій, за рахунок оптимізації коефіцієнта k_1 , що відображає розподіл одержуваного ефекту між виробником і споживачем, та коефіцієнта k_3 , який стосується покращання потенціалу виробників продукції.

Отримана модель (10) дозволяє визначити, наскільки загальний корисний ефект перевищує сумарні витрати і зробити висновки щодо доцільності їх упровадження. Рух за алгоритмом продовжується поки $J_{n+2} \geq J_{n+1}$. Ця нерівність є обмеженням цільової функції (6).

Значення критерію оптимальності J_{n+1} протягом дії в Україні норм євро

Україна	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
J_{n+1}	0,9962	0,9963	0,9967	0,9967	0,9967	0,9973	0,9953	0,9957	0,9941

Очевидно, що для застосування моделі (10) потрібний системний моніторинг ринку та стану промислових підприємств.

Наприклад, розглянемо підприємство-таксопарк, що має парк автомобілів В-класу (Daewoo Lanos) з бензиновими двигунами, які мають відповідати екологічним стандартам євро. В Україні ці стандарти впроваджено у 2006 (євро 2), 2012 (євро 3), 2014 (євро 4) та планується впровадити у 2016 (євро 5) та 2018 (євро 6) роках [14]. Виконання вимог цих стандартів потребує встановлення в автомобілі каталітичного нейтралізатора шкідливих речовин, що містяться у вихлопних газах. Встановлення цього пристрою потребує від підприємства певних витрат. Порівнявши вартість автомобіля та нейтралізатора і використавши залежність (8), отримаємо критерій оптимальності (таблиця). Наведемо також графік змінення критерію оптимальності у часі.

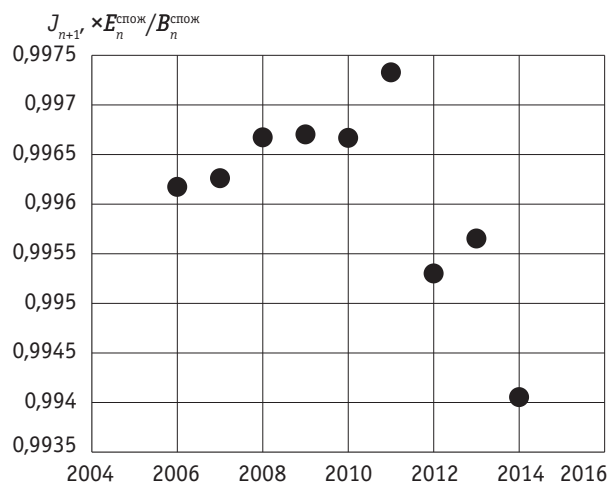


Рис. 4. Зміна у часі критерію оптимальності J_{n+1} за умов введення норм євро в Україні

З рис. 4 видно, що із введенням євро 2 критерій оптимальності поступово зростає. Однак, введення євро 3 та 4 його помітно зменшило, що за умови обмеження цільової функції (6) неприпустимо. Враховуючи темпи росту J_{n+1} (протягом 2006—2012 років лише на 0,11%), введення євро 4 могло б бути доцільним лише у 2018 році. За існуючих умов введення в Україні євро 5 та 6 зменшить критерій оптимальності на 0,26% та 0,62% відповідно.

Із боку споживачів введення нового нормативу може бути вигідним, якщо каталітичний нейтралізатор коштуватиме не більше 1% від вартості автомобіля. У той час як введення євро 3 та євро 4 збільшувало його ціну до 1,9% та 2,5% відповідно.

ВИСНОВКИ

Для виконання умов «Угоди про асоціацію між Україною на Європейському союзом» у частині про технічні бар'єри у торгівлі в умовах реального стану вітчизняних промислових підприємств поступове змінення вимог національних нормативно-технічних документів може бути здійснене шляхом застосування адаптивного алгоритму, який базується на критерії, що відображає загальні соціально-економічні ефекти та витрати виробників і споживачів.

Оптимальні значення нормативних вимог до показників промислової продукції, що по-різному впли-

вають на інтереси виробників та споживачів, можуть бути визначені з урахуванням отриманих залежностей, що відображають баланс цих інтересів. Це дозволить підвищити якість та конкурентоспроможність вироблюваної продукції в умовах безперервного моніторингу інтегральних соціально-економічних показників цієї продукції та стану виробництва.

Подальший розвиток даного напрямку дозволить пристосувати розроблений алгоритм до конкретних галузей промисловості з урахуванням її специфіки шляхом розроблення відповідних показників.

ЛІТЕРАТУРА

1. Угода про асоціацію між Україною та європейським союзом [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: http://www.kmu.gov.ua/kmu/control/ru/publish/article?art_id=246581344.
2. Комаров Д. М. Математические модели оптимизации требований стандартов / Комаров Д. М. — М. : Из-во стандартов, 1976. — 184 с.
3. Квалиметрия, стандартизация и унификация тормозного управления колесных машин / М. А. Подригало; ред. М. А. Подригало. — Х. : Изд-во ХНАДУ, 2007. — 446 с.
4. Волков В. П. Ретроспективный анализ требований, предъявляемых к эффективности торможения // В. П. Волков / Автошляховик України. — 2002. — № 2 (168). — С. 11—13.
5. Ефимчук В. М. Прогноз изменения нормативных требований к запасным тормозным системам легковых автомобилей // В. М. Ефимчук / Автомобіле- та тракторобудування. Вісник НТУ «ХПІ». — 2003. — № 4. — С. 143—146.
6. Карасюк В. В. Моделирование адаптивного подхода к предоставлению информационных услуг в компьютерной сети // В. В. Карасюк / Вестник НТУ «ХПІ». Серия : «Информатика и моделирование». — 2009. — № 13. — С. 84—88.
7. Ниссенбаум О. В., Присяжнюк А. С. Адаптивный алгоритм отслеживания аномальной активности в компьютерной сети на основании характерных изменений оценок альтернирующего потока // О. В. Ниссенбаум, А. С. Присяжнюк / Прикладная дискретная математика. Приложение. — 2010. — № 3. — С. 55—58.
8. Панферов С. В., Панферов В. И. Адаптивный алгоритм оценки гидравлических сопротивлений элементов теплотранспортных систем // С. В. Панферов, В. И. Панферов / Вестник ЮУрГУ. Серия : «Строительство и архитектура». — 2013. — Т. 13, №1. — С. 67—70.
9. Сонькин Д. М. Адаптивный алгоритм распределения заказов на обслуживание автомобилями такси // Д. М. Сонькин / Известия Томского политехнического университета. — 2009. — № 5. — С. 65—69.
10. Кретов А. Ю. Обзор некоторых адаптивных алгоритмов светофорного регулирования перекрестков // А. Ю. Кретов / Известия Тульского государственного университета. Технические науки. — 2013. — № 7—2. — С. 61—67.
11. Цыганов В. В. Адаптивные механизмы в отраслевом управлении / Цыганов В. В. — М. : Наука, 1991. — 166 с.
12. Цыпкин Я. З. Адаптация и обучение в автоматических системах / Я. З. Цыпкин. — М. : Наука, 1968. — 400 с.
13. Растринин Л. А. Современные принципы управления сложными объектами / Л. А. Растринин. — М. : Сов. радио, 1980. — 232 с. ■

