

УДК 330.4:658.115.31:656.23

**Олександр Дмитрович Петренко,**

*д-р фіз.-мат. наук, професор*  
Донецький національний  
технічний університет,

**Олена Олександрівна Петренко,**

*д-р екон. наук*  
Донецький інститут  
залізничного транспорту

## **МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ЦІНОВОЇ КОНКУРЕНЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ТА ПРОМИСЛОВИХ МОНОПОЛІЙ**

Сьогодні найбільш розвинутою є класична (і неокласична) економіка зі своїми специфічним понятійним апаратом, аксіоматикою і методологією. У її рамках в основному розглядаються питання ринкової рівноваги, що досягається, наприклад, унаслідок балансу попиту та пропозиції, доходів і витрат або в результаті «розумної» ринкової поведінки конкуруючих сторін. Тому така економіка є статичною. Однак, як свідчить світова практика, рівновага в економічних системах ніколи не настає, і необхідне їх дослідження в межах динамічного підходу, аналогічного у природничих науках, із залученням математичного моделювання.

Ціна – це головний інструмент ринкових відносин. На розвинутому ринку має місце вільне ціноутворення, що досягається шляхом вільного торгу між продавцем і покупцем.

При переході економіки України до нових умов господарювання передбачалося, що лібералізація цін сама по собі встановить їх оптимальні пропорції («невидима рука») [1]. Насправді ж на початковому етапі реформ все пішло прямо протилежним чином – ціни стали стрімко зростати і так і не стали рівноважними, а диспропорції між ними ініціювали безперервне розкручування інфляційної спіралі.

Однією з основних цілей реформування українських залізниць є зниження витрат, а отже, і вартості перевезень. Однак при

цьому, всупереч самій логіці реформ, постійно ставиться питання не про зниження, а про підвищення тарифів. Зростання тарифів на залізничному транспорті обумовлене не тільки прагненням монополіста збільшити свій прибуток, але значною мірою – інфляційними процесами в економіці країни, і як основний аргумент їх підвищення наводиться зростання цін на основні види продукції, що споживаються галуззю. При цьому поза розглядом залишається питання про те, якою мірою сама «Укрзалізниця» може впливати на інфляційні процеси.

Виконуючи свою безпосередню функцію – перевезення, залізниці України мають підтримувати структурну рівновагу національної економіки. При цьому найбільше впливають на економіку ціни (тарифи) на їх послуги. Залізничний транспортний тариф – це ціна перевезення вантажів або пасажирів, яка встановлюється на основі собівартості перевезень, співвідношення попиту і пропозиції з урахуванням цін на перевезення іншими видами транспорту, а також іншими способами.

Як монополія та за умови неперешкоджання державними органами на своєму сегменті транспортного ринку «Укрзалізниця» в принципі може встановлювати які завгодно високі ціни на перевезення, зокрема вантажні. Залізнична галузь функціонує не ізольовано, а взаємодіє із зовнішнім середовищем, особливо – з іншими галузями-монополістами – енергетичною, металургійною та

© О.Д. Петренко, О.О. Петренко, 2013

іншими, які постачають їй свою продукцію. У класичному розумінні деякі з цих галузей не є монополістами. Наприклад, метал випускають кілька великих виробників, однак фактично між ними відсутня конкуренція, і внаслідок змови вони утворюють олігополію.

Прагнення зробити залізничні перевезення рентабельними вимагає підвищення їх вартості. У свою чергу, вартість перевезення вантажів промислових підприємств залізницею безпосередньо впливає на рівень їх доходів – підвищення останніх призводить до зростання транспортної складової в собівартості продукції, що випускається ними. Тим самим зростають ціни на споживану залізницями продукцію, а отже, зростають їх витрати, потрібне нове підвищення тарифів, і коло замикається. Рівною мірою можлива і зворотна ситуація, коли ініціатором підвищення цін на використовувані залізницями матеріальні ресурси виступають промислові підприємства, що змушує залізниці збільшувати тарифи на перевезення. Зокрема, за останні два роки ціни на продукцію, споживану залізницями, зросли на 40%, тому в 2012 р. «Укрзалізницею» було підвищено тарифи ще на 4,1% [2]. Таким чином, об'єктивно залізнична галузь України перебуває у стані постійної «цінової війни» з іншими промисловими монополіями. При цьому зростання цін і тарифів у галузях природних монополій має суттєвий вплив на прискорення інфляційних процесів у країні.

Зазначений характер відносин можна розглядати як взаємодію двох економічних агентів. Один із них представляє залізничну галузь, другий – безліч постачальників, які забезпечують її і яких можна об'єднати в єдине ціле простим підсумовуванням вартості їх товарів. Тому економічні відносини між залізничною галуззю і промисловістю слід розглядати як суперництво двох монополій.

Таким чином, у сталій економіці з розвиненими ринковими відносинами міжгалузєва диспропорційність цін, а отже, і стрімка інфляція мають згасати, а можливе подальше зростання цін може бути пов'язане з будь-якими іншими причинами, але не з інфляційними процесами.

Інфляційна спіраль непродуктивної економіки є небезпечною інституційною пасткою – стійким інститутом саморуйнування

економіки. Стійкість інституційної пастки пов'язана із зацікавленістю економічних агентів у дотриманні встановлених нею неефективних норм поведінки.

Самоліквідації залізничної галузі відповідно до законів ринку відбутися не може через її особливий статус. По-перше, цього не допустить держава; по-друге, практично при будь-якому підвищенні тарифів завжди залишиться кінцеве споживання її послуг (перевезень).

Підвищення одним із монополістів цін на свою продукцію, природно, збільшує його дохід і зменшує в іншого. Щодо відповідного зростання його прибутку, то відповідь на це питання неочевидна.

Прагнення до рівноважного стану між конкуруючими сторонами є одним із законів економіки, і для його дотримання кожна з галузей може послідовно підвищувати ціну на свою продукцію. При цьому невирішеним залишається питання про можливість встановлення рівноважного цінового рівня, що забезпечує інтереси обох сторін.

Якісний аналіз цієї проблеми може бути виконаний на основі розробки і дослідження економіко-математичних моделей міжгалузевої цінової конкуренції монополій [3; 4], які дозволили б встановити динаміку їх прибутків залежно від зміни цін.

Розглядатимемо таку взаємодію двох агентів, коли один із них істотно залежить від іншого. У процесі своєї діяльності кожен із цих агентів виконує дії, спрямовані на досягнення власної максимальної вигоди за рахунок іншого. Якщо ці дії пов'язані з підвищенням цін на вироблену продукцію, то в результаті між ними виникає стан, який можна позначити як «цінову війну».

Характер цих відносин укладається в таку загальну схему [5]. Є динамічна система, що описується диференціальними рівняннями, які пов'язують її фазові координати з іншими управляючими силами. Частина сил спрямована на виконання певного завдання, а інші сили можуть перешкоджати досягненню цієї мети. Тому процес можна трактувати як гру між двома протидіючими сторонами.

З точки зору математичної теорії управління відносинами монополій, провідну цінову боротьбу за реалізацію своїх інтересів

розглядатимемо як симетричну диференційну гру [6], в якій поведінка двох конфліктуючих сторін описується диференційними рівняннями.

В економічних відносинах залізничну галузь і економічних агентів (постачальників), що її забезпечують, можна вважати рівноправними партнерами, і для визначеності індексом «1» позначатимемо постачальників і «2» – залізничну галузь.

Через  $\Pi_1(p)$  і  $\Pi_2(p)$  позначимо обсяги прибутків, що отримуються кожною із сторін від реалізації своєї продукції при деяких сталих цінах  $p$ . Вважатимемо, що зі зміною цін прибуток кожної сторони змінюється залежно від трьох чинників: ціни на свою продукцію, ціни на продукцію протилежної сторони і характеру взаємодії між сторонами. У свою чергу, прибуток економічного агента можна вважати пропорційним цінам на продукцію і тим самим – зміна прибутків залежить від самих прибутків. Таким чином, темпи приросту і зменшення прибутків кожної зі сторін можуть бути описані такою системою рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{d\Pi_1}{dp} = \alpha_1(p)\Pi_1 - \beta_1(p)\Pi_2 + \gamma_1(p) \\ \frac{d\Pi_2}{dp} = \alpha_2(p)\Pi_2 - \beta_2(p)\Pi_1 + \gamma_2(p). \end{cases} \quad (1)$$

Подібні системи використовувалися в моделях гонки озброєнь [7] і бойових дій [8].

У рівняннях (1) коефіцієнти  $\alpha_{1,2}(p)$  і  $\beta_{1,2}(p)$  характеризують швидкість нарощування та скорочення прибутків, а функції

$$\Pi_1(p) = -\frac{\alpha_2\gamma_1 + \beta_1\gamma_2}{k_1k_2} + \frac{1}{k_1\Delta k} [(k_1 - \alpha_2)(k_1\Pi_1(0) + \gamma_1) - \beta_1(k_1\Pi_2(0) + \gamma_2)] \exp(k_1(p - p_0)) - \frac{1}{k_2\Delta k} [(k_2 - \alpha_2)(k_2\Pi_1(0) + \gamma_1) - \beta_1(k_2\Pi_2(0) + \gamma_2)] \exp(k_2(p - p_0)); \quad (3)$$

$$\Pi_2(p) = -\frac{\alpha_1\gamma_2 + \beta_2\gamma_1}{k_1k_2} + \frac{1}{k_1\Delta k} [(k_1 - \alpha_1)(k_1\Pi_2(0) + \gamma_2) - \beta_2(k_1\Pi_1(0) + \gamma_1)] \exp(k_1(p - p_0)) - \frac{1}{k_2\Delta k} [(k_2 - \alpha_1)(k_2\Pi_2(0) + \gamma_2) - \beta_2(k_2\Pi_1(0) + \gamma_1)] \exp(k_2(p - p_0), \quad (4)$$

де  $k_1 = 1/2(\alpha_1 + \alpha_2 + \sqrt{(\alpha_1 - \alpha_2)^2 + 4\beta_1\beta_2})$ ;

$k_2 = 1/2(\alpha_1 + \alpha_2 - \sqrt{(\alpha_1 - \alpha_2)^2 + 4\beta_1\beta_2})$ ;

$\Delta k = k_1 - k_2$ .

$\gamma_{1,2}(p)$  описують рівень взаємозв'язку конкурентів, які не залежать від прибутків, і визначаються іншими причинами. Серед них, наприклад, можуть бути пільги на відрахування до бюджету або навпаки – заходи протекціоністського характеру по відношенню до іншої галузі.

Сенс рівнянь цієї системи полягає в тому, що при збільшенні ціни на свою продукцію кожним з агентів його прибуток зростає пропорційно до її величини. У свою чергу, при цьому протилежна сторона змушена реагувати відповідним чином, а саме також підвищувати свої ціни; в рівняннях (1) це враховується від'ємними членами.

Модель (1) не враховує багато інших важливих факторів, що впливають на динаміку суперництва обох монополій, проте дозволяє простежити низку істотних властивостей цього процесу.

Аналіз системи найбільш простий, коли всі її параметри не залежать від ціни і є постійними:

$$\begin{cases} \frac{d\Pi_1}{dp} = \alpha_1\Pi_1 - \beta_1\Pi_2 + \gamma_1 \\ \frac{d\Pi_2}{dp} = \alpha_2\Pi_2 - \beta_2\Pi_1 + \gamma_2. \end{cases} \quad (2)$$

Система (2) являє собою так звану нормальну систему, розв'язок якої знаходиться стандартними методами. Для початкових умов  $\Pi_1(p = p_0) = \Pi_1(0)$ ;  $\Pi_2(p = p_0) = \Pi_2(0)$ , де  $p_0$  – деяка «початкова» ціна і має такий вигляд:

Цей вираз містить шість параметрів, тому в загальному випадку аналіз отриманих рішень дуже ускладнений. Однак якісно характер зміни функцій  $\Pi_1(p)$  і  $\Pi_2(p)$  можна встановити, розглядаючи деякі окремі випадки.

Нехай темпи зростання і скорочення прибутків в обох агентів однакові ( $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$ ,  $\beta_1 = \beta_2 = \beta$ ), а зв'язок конкурентів різний. Урахуємо також, що  $k_1 > k_2$ . Тоді з наведених формул знаходимо такі асимптотичні ( $p \rightarrow \infty$ ) вирази:

$$\Pi_1(p) \propto \frac{\alpha\gamma_1 + \beta\gamma_2}{\beta^2 - \alpha^2} + \frac{\beta}{2(\alpha + \beta)}. \quad (5)$$

$$\cdot [(\Pi_1(0) - \Pi_2(0)) + \gamma_1 - \gamma_2] \exp(k_1(p - p_0));$$

$$\Pi_2(p) \propto \frac{\alpha\gamma_2 + \beta\gamma_1}{\beta^2 - \alpha^2} - \frac{\beta}{2(\alpha + \beta)}. \quad (6)$$

$$\cdot [(\Pi_1(0) - \Pi_2(0)) + \gamma_1 - \gamma_2] \exp(k_1(p - p_0).$$

У цих співвідношеннях коефіцієнти при експонентах однакові за абсолютною величиною і протилежні за знаком. Іншими словами, якщо в одній із галузей прибуток буде зростати, то в іншій – спадати.

Характер зміни прибутків монополій для різних значень параметрів моделі можна встановити шляхом чисельного розв'язку системи (2) за допомогою програми MathCAD.

На рис. 1 наведено її графічний розв'язок для значень  $\alpha = 0,9$ ;  $\beta = 1,1$ ;  $\Pi_1(0) = 0,1$ ;  $\Pi_2(0) = 0,3$ ;  $\gamma_1 = 1,2$ ;  $\gamma_2 = 0,7$ .

Як видно з рис. 1, із загальним підвищенням цін прибуток обох монополістів збільшується, однак при подальшому їх зростанні одна із сторін починає програвати, і її початковий прибуток може перейти у збитки.

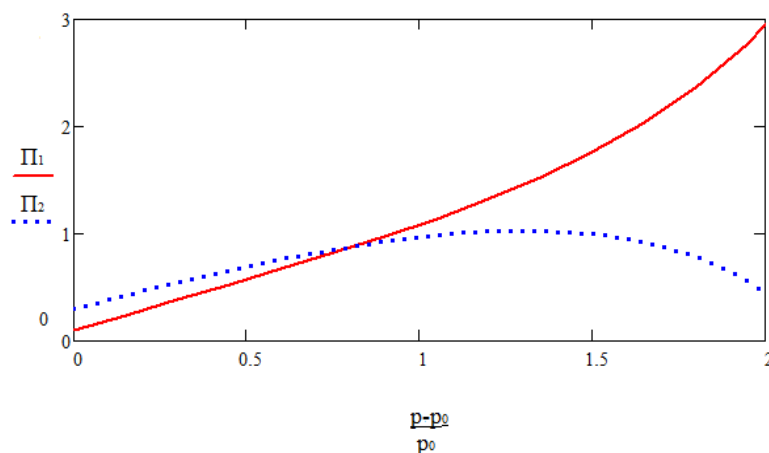


Рис. 1. Залежність прибутків агентів від ціни при однакових швидкостях їх нарощування та скорочення

Із формул (3); (4) випливає, що характер ходу кривих суттєво залежить від ступеня домовленостей конкурентів. На рис. 2 зображено графіки функцій  $\Pi_1(p)$  і  $\Pi_2(p)$  для  $\gamma_1 = 1$  і тих самих, що й вище, значень інших параметрів.

Таким чином, навіть при незначній зміні одного з параметрів  $\gamma_i$  характер ходу кривих стає протилежним: монотонне зростання прибутку відбувається вже в іншій галузі.

Якщо взаємний зв'язок конкурентів відсутній ( $\gamma_1 = \gamma_2 = 0$ ), то

$$\Pi_1(p) \propto \frac{1}{\Delta k}. \quad (7)$$

$$\cdot [(k_1 - \alpha_2)\Pi_1(0) - \beta_1\Pi_2(0)] \exp(k_1(p - p_0));$$

$$\Pi_2(p) \propto \frac{1}{\Delta k}. \quad (8)$$

$$\cdot [(k_1 - \alpha_1)\Pi_2(0) - \beta_2\Pi_1(0)] \exp(k_1(p - p_0).$$

Для цього випадку і значень параметрів  $\alpha_1 = 0,9$ ;  $\alpha_2 = 1,0$ ;  $\beta_1 = 0,8$ ;  $\beta_2 = 0,6$ ;  $\Pi_1(0) = \Pi_2(0) = 0,7$  графіки асимптотичних розв'язків моделі наведено на рис. 3.

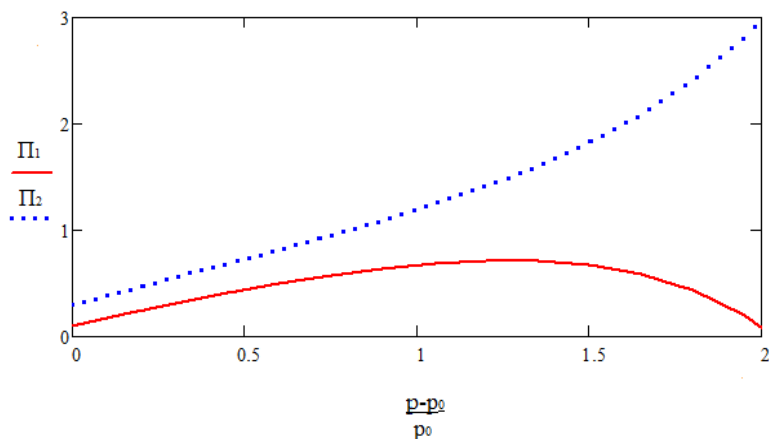


Рис. 2. Залежність прибутків агентів від ціни при однакових швидкостях їх нарощування та скорочення

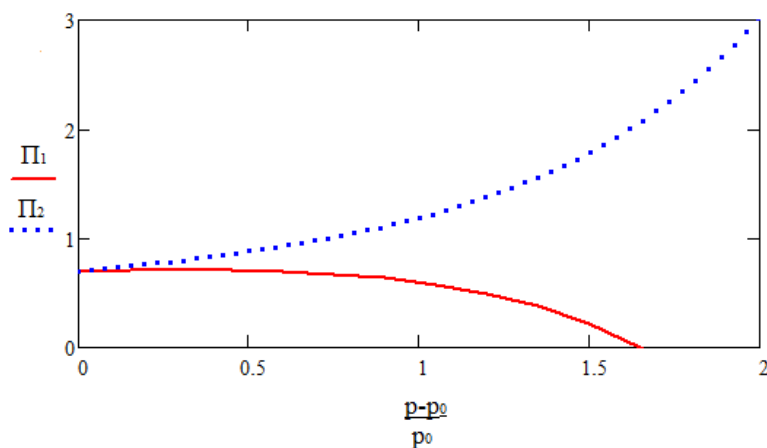


Рис. 3. Залежність прибутків агентів від ціни за відсутності зв'язку конкурентів

Нарешті, в загальному випадку, коли всі параметри моделі довільні ( $\alpha_1 = 1,5$ ,  $\alpha_2 = 1,3$ ,  $\beta_1 = 0,91$ ,  $\beta_2 = 1,1$ ,  $\Pi_1(0) = 0,9$ ,  $\Pi_2(0) = 0,7$ ),

графіки функцій мають аналогічний вигляд, тобто в одній із галузей прибуток монотонно зростає, а в іншій – спочатку також зростає, а потім починає знижуватися (рис. 4).

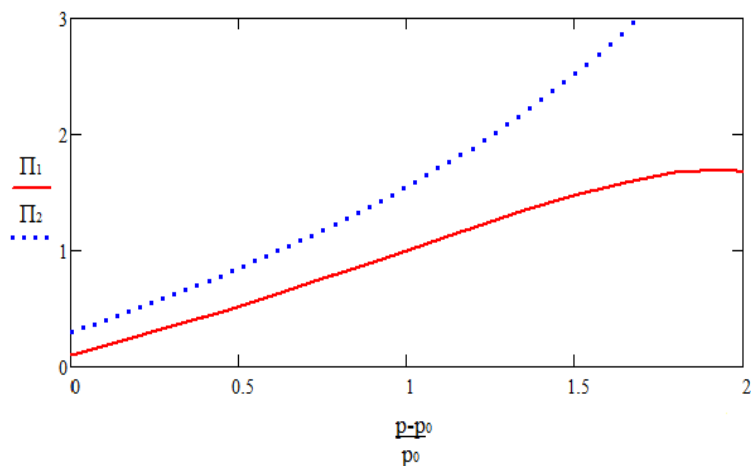


Рис. 4. Залежність прибутків агентів від ціни

Згідно з наведеними рисунками незалежно від значень параметрів моделі при підвищенні цін на свою продукцію прибуток в обох галузях спочатку зростає, а потім одна зі сторін починає програвати. Щоб уникнути цього, сторони повинні певним чином координувати свої дії.

Очевидно, що прибутки обох сторін не будуть змінюватися у стані рівноваги, що відповідає рівності нулю похідних у системі (2). При цьому рівноважні значення  $\Pi_{1,2}^0$  знаходяться з умов  $\alpha_1\Pi_1 - \beta_1\Pi_2 + \gamma_1 = 0$  і  $\alpha_2\Pi_2 - \beta_2\Pi_1 + \gamma_2 = 0$  і дорівнюють

$$\Pi_1^0 = \frac{\alpha_2\gamma_1 + \beta_1\gamma_2}{\beta_1\beta_2 - \alpha_1\alpha_2}; \quad \Pi_2^0 = \frac{\alpha_1\gamma_2 + \beta_2\gamma_1}{\beta_1\beta_2 - \alpha_1\alpha_2}. \quad (9)$$

Якщо в цих співвідношеннях обидва параметри  $\gamma_1$  і  $\gamma_2$  дорівнюють нулю, то положенню рівноваги відповідає відсутність зміни прибутку в обох сторін. Оскільки в реальних умовах така ситуація неможлива, то можна зробити висновок про те, що рівновага у взаємовідносинах обох галузей може бути досягнута тільки за умов їх взаємної домовленості.

Із формул (9) випливає також висновок: для того щоб розв'язок існував при додатних значеннях  $\Pi_{1,2}^0$ , має виконуватися нерівність

$$\beta_1\beta_2 > \alpha_1\alpha_2. \quad (10)$$

Сенс цієї умови полягає в такому. Нехай, наприклад, параметри  $\beta_1, \beta_2$  і  $\alpha_1$  незмінні, а параметр  $\alpha_2$  збільшується. Це означає, що перша сторона не змінює стратегію поведінки, а друга нарощує свій прибуток (підвищення цін на свою продукцію відбувається більш високими темпами) при незмінних темпах зміни оплати за придбану продукцію. Тоді при достатньо великих значеннях  $\alpha_2$  нерівність (10) порушиться, і рівновага стане неможливою.

Із побудованої моделі можна встановити також деякі характеристики можливої поведінки сторін при переході від одного положення рівноваги до іншого. Нехай, наприклад, темпи нарощування прибутку в обох сторонах змінюються на невелику величину  $d\alpha$  і однаково ( $d\alpha = d\alpha_1 = d\alpha_2$ ). При цьому

обсяги прибутків також зміняться, причому бажано, щоб інтереси жодної зі сторін не обмежувалися і тим самим збільшення рівноважних значень прибутку були рівними:  $d\Pi_1^0 = d\Pi_2^0$ . Зі співвідношень (2) знаходимо

$$\frac{\beta_1\beta_2\gamma_1 + \alpha_1\beta_1\gamma_2 + \alpha_2^2\gamma_1 + \alpha_2\beta_1\gamma_2}{(\beta_1\beta_2 - \alpha_1\alpha_2)^2} d\alpha = \frac{\beta_1\beta_2\gamma_2 + \alpha_2\beta_2\gamma_1 + \alpha_1^2\gamma_2 + \alpha_1\beta_2\gamma_1}{(\beta_1\beta_2 - \alpha_1\alpha_2)^2} d\alpha. \quad (11)$$

Для простоти також припустимо, що дії взаємодіючих сторін скоординовані та рівні ( $\gamma_1 = \gamma_2$ ). Тоді з рівності (11) отримуємо умову паритету сторін при невеликій зміні рівноваги:

$$\alpha_1(\beta_1 - \beta_2 - \alpha_1) = \alpha_2(\beta_2 - \beta_1 - \alpha_2). \quad (12)$$

Нехай  $\alpha_2 = \lambda\alpha_1$ ,  $\lambda > 0$ . У цьому випадку з (12) отримуємо

$$\alpha_1(1 - \lambda) = \beta_1 - \beta_2. \quad (13)$$

При  $\lambda < 1$ , коли у першій стороні (постачальників ресурсів) темп збільшення прибутку за рахунок продажу своєї продукції вищий, ніж у залізничників, для збереження паритету необхідно  $\beta_2 < \beta_1$ , тобто залізничці мають вжити заходів щодо зменшення темпів скорочення прибутку. При протилежній нерівності відповідно має змінитися і реакція іншої сторони.

Розглянуті моделі демонструють, що залежно від поведінки взаємодіючих сторін – монополістів у їх відносинах можуть складатися різні ситуації. При цьому рівновага можлива тільки в принципі, коли виконуються спеціальні умови. У загальному ж випадку в їх відносинах має місце дисбаланс, і програє сторона, яка вимушена вживати відповідних заходів.

Головною вимогою до моделі є її адекватність досліджуваній системі. При цьому повна відповідність між ними неможлива в принципі, і мова тут може йти тільки про відповідність найбільш істотних, з точки зору дослідника, властивостей реального об'єкта та його моделі. Зрозуміло, що застосовувати результати, отримані на моделі, можна лише в тому випадку, якщо вихідні передумови відображають конкретну ситуацію. Але в той же час саме ідеалізація дозво-



ляє скласти уявлення про сутність досліджуваного явища.

Зокрема, розроблені математичні моделі свідчать, що разом із незатухаючою інфляцією та інвестиційною кризою характерними рисами міжгалузевого суперництва монополій є:

постійні коригування цін на продукцію галузей убік підвищення;

періодичне відтворення одних і тих самих галузевих цінових пропорцій на більш високому рівні.

Таким чином, нестійкий фінансовий стан залізничного комплексу значною мірою пов'язаний із відсутністю рівноважних цін. Перманентне підвищення тарифів обумовлює мультиплікативне зростання витрат, а отже, і зростання цін в усій економіці.

Без встановлення «правил гри», що відповідають основним доктринам ліберальної економіки, самостійно вийти з такої цінової інституційної пастки галузям-монополістам неможливо. У зв'язку з цим для підтримки залізниць з метою забезпечення поставок ними необхідного мінімуму товарів і послуг влада повинна вживати адміністративних «неринкових» заходів. Найбільш поширений із них – це державне втручання в цінову політику галузей залежно від кон'юнктури попиту на їх продукцію. Для досягнення цього в процесі цінового регулювання необхідно дотримуватися міжнародно визнаних принципів, що забезпечують економічну ефективність, окупність витрат і фінансову стабільність.

Така політика суперечить законам ринку і передбачає відхід від проходження ліберальної економічної доктрини на користь посилення державного регулювання економічних процесів. Однак без безпосереднього державного втручання в процес руйнівного квазіринкового функціонування комплексу життєзабезпечуючих галузей сьогодні неможливе.

## Література

1. Смит А. Исследования о природе и причинах богатства народов / А. Смит. – М.: ОГИЗ, 1935. – Т. 1. – 371 с.; т. 2. – 475 с.

2. Реформа «Укрзалізниці» – старт в будущее [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://uzinfo.net/ru/analytics/15735>. – 28.02.2011.

3. Петренко О.О. Математична модель формування залізничних тарифів в умовах міжгалузевої конкуренції природних монополій / О.О. Петренко, О.Д. Петренко // Схід. – 2011. – №1 (108). – С. 132-135.

4. Петренко Е.А. Экономико-математическая модель межотраслевой конкуренции монополий / Е.А. Петренко // Вісник економіки транспорту і промисловості: зб. наук.-практ. статей. – Харків, 2011. – № 33. – С. 130-136.

5. Красовский Н.Н. Позиционные дифференциальные игры / Н.Н. Красовский, А.И. Субботин. – М.: Наука, 1974. – 458 с.

6. Айзекс Р. Дифференциальные игры / Р. Айзекс. – М.: Мир, 1967. – 479 с.

7. Самарский А.А. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. – 2-е изд., испр. – М.: Физматлит, 2001. – 320 с.

8. Амелькин В.В. Дифференциальные уравнения в приложениях / В.В. Амелькин. – М.: Наука, 1987. – 157 с.

9. Петренко О.О. Про ціноутворення в умовах монопольного ринку / О.О. Петренко, О.Д. Петренко // Економіка України. – 2010. – № 3. – С. 36-43.

10. Петренко Е.А. Экономико-статистическая модель формирования заработной платы в народном хозяйстве Украины / Е.А. Петренко, А.Д. Петренко // Економіка промисловості. – 2009. – № 2. – С. 150-153.

11. Petrenko H. Ukrsalisnyzja vor großen Aufgaben/ H. Petrenko // Deine Bahn [Berlin]. – 2010. – №4 (38. Jahrgang). – P. 36-39.

*Надійшла до редакції 22.10.2013 р.*

