

УДК 338.45:622.333

**Марченко О.О.**

## **РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ПОВНОТИ ВИДОБУТКУ ЗАЛИШКОВИХ ЗАПАСІВ ВУГІЛЛЯ**

Проаналізовано результати дослідження щодо економічної доцільності розробки залишкових запасів вугілля. Обґрунтовано передумови застосування економіко-математичної моделі і викладено результати моделювання економічної доцільності повноти виймання запасів вугілля на шахтах з малими залишковими запасами.

The results of research in relation to financial viability of development of remaining supplies of coal are analyzed. Pre-conditions of application of the economic and mathematical model are grounded. The results of economic and mathematical design of financial viability of plenitude of extraction of supplies of coal are resulted on mines with small remaining supplies.

Значне зниження об'ємів видобутку вугілля в Україні пояснюється, зокрема, і істотним скороченням шахтного фонду. В ході реструктуризації вугільної галузі кількість шахт скоротилася з 249 до 154. Так, закрито було не тільки шахти, що вичерпали запаси вугілля в межах відведених гірничих відводів, але передчасно й ті шахти, на яких запаси вугілля були в достатніх кількостях, але їх виймання велося з низькими техніко-економічними показниками, що свідчить про низький рівень менеджменту на цих шахтах. Передача частини таких шахт в оренду або приватну власність дозволила істотно поліпшити показники їх роботи.

В теперішній час розглядається можливість відновлення видобутку вугілля на закритих або таких, що знаходяться в процесі закриття шахтах. Наприклад, розглядається можливість відновлення видобутку вугілля на шахті «Бутівка-Донецька», яка за оцінками експертів по гірничо-геологічних параметрах має одні з кращих для донецьких шахт умови. Залишкові запаси вугілля на цій шахті складають 39 млн. т марки Г, що коксується. Після відновлення виробнича потужність цієї шахти може скласти у 2007 р. 1,4 млн. т. Відновлення видобутку вугілля очікується також на реструктуризованих шахтах «Жовтневий рудник», ім. Абакумова, ім. Челюскінців. По Донецькій області в цей список також може увійти шахта ім. Чапаєва, яку було затоплено 15 років тому з об'ємом запасів вугілля близько 30 млн. т і відновлення якої було почате. Крім того, в Донбасі є немало прикладів, коли на закритих або таких, що закриваються шахтах успішно ведеться видобуток недержавними структурами, що не потребує дотацій з держбюджету [1].

В іншому стані знаходяться і шахти, що характеризуються відносно високими техніко-економічними показниками, проте мають незначні запаси вугілля в межах відведених гірничих відводів. Але закриття таких шахт також призведе до подальшого скорочення шахтного фонду, зменшення обсягу видобутку по галузі і, в більшості випадків, до безповоротних втрат запасів вугілля.

Вищесказане дозволяє зробити висновок про те, що закриття шахт, здійснене без належного економічного обґрунтування, зумовило не тільки скорочення об'ємів видобутку вугілля, але і нераціональне надкористування в масштабах держави. Таку точку зору в даний час поділяють і вчені, і спеціалісти на виробництві. Тому останнім часом закриття шахт припинене, а на збудження процедури банкрутства відносно збиткових шахт тимчасово накладено мораторій.

Аналогічна ситуація має місце і в інших країнах, які закривають шахти в ході реструктуризації вугільної галузі. Так, китайська компанія „Хей Лонг Жиань” узяла в

оренду шахту «Синегорська» на Сахаліні на термін 49 років. Цю шахту було закрито за наявності застарілого устаткування та гірничих виробок, що знаходились у незадовільному стані. Загальні борги шахти склали 5 млн. дол., в тому числі борги із заробітної плати 750 зайнятим на шахті гірникам перевищили 500 тис. дол. Китайська компанія зобов'язалася інвестувати в шахту 22 млн. дол. з доведенням об'єму видобутку вугілля шахтою до 500 тис. т в рік. Заплановано, що за термін оренди на шахті «Синегорська» буде видобуто близько 25 млн. т вугілля, і це означає, що закриття шахти не було обумовлене вичерпанням залишкових запасів вугілля, що дійсно було б підставою для припинення роботи шахти [2].

Вищевикладені факти свідчать про актуальність наукових досліджень, присвячених економічній доцільності повноти виймання вугілля на шахтах, що закриваються. Зважаючи на те, що уряд ставить перед вугільною галуззю задачу значного підвищення обсягу видобутку корисних копалин (з 81 до 100 млн. т на рік), проблема, що розглядається, має велике наукове і практичне значення.

У зв'язку з цим останнім часом в літературі опубліковано ряд робіт, в яких зроблені спроби вирішення даної проблеми. Так, в роботі [3] доцільність виймання запасів вугілля дефіцитних марок на глибоких шахтах розглядається за умов статистичної оцінки загального рівня ризику закриття шахти, яка встановлюється на основі попереднього кількісного аналізу даних про ступінь підготовки чергового глибокого горизонту. Такий методичний підхід без сумніву має право на існування і його треба застосовувати в практичній діяльності для умов Центрального району Донбасу, але в ході реструктуризації вугільної галузі була закрита не одна шахта, на якій нові горизонти або підготовка нових пластів були завершені [4].

У роботах [5, 6] використовується підхід, при якому повнота виїмки корисних копалин розглядається залежно від показника економічної надійності шахти. Не заперечуючи важливості такого підходу, слід зазначити, що запропоновані рішення не дозволяють повною мірою встановити межі економічної доцільності повноти виймання залишкових запасів вугілля.

Вирішення цієї задачі ускладнюється великою різноманітністю гірничо-геологічних та гірничотехнічних умов, в яких шахти допрацьовують залишкові запаси. Тому встановлення межі економічної доцільності повноти виймання запасів вугілля можливо здійснити за допомогою економіко-математичного моделювання, яке дозволяє в широких межах варіювати величинами різних чинників, що впливають на повноту виймання.

У роботі [7] досліджені чинники, що впливають на повноту виїмки корисних копалин і обґрунтована необхідність їх обліку при розробці економіко-математичної моделі (ЕММ). Встановлено, що закриття вугільних шахт повинне проводитися з урахуванням повноти витягу запасів корисних копалин в межах гірничого відводу. Чинники, що зумовлюють повноту витягу запасів підрозділяються на природні (гірничо-геологічні умови) і індустріальні (техніка, технологія і організація виробництва). Ці чинники, зберігаючи свої особливості, взаємодіють між собою, а чинником, що визначає максимальну повноту витягу запасів, є коефіцієнт економічної повноти витягу запасів.

У роботі [8] розглянуто інноваційну політику держави у вугільних регіонах, складовою частиною якої є відрібок залишкових запасів діючих шахт, та запропоновано виділити в особливу групу шахти, що мають обмежені запаси вугілля, доопрацювання яких не вимагає залучення крупних капітальних вкладень. До цієї групи можна віднести і частину шахт, віднесених державою до списку тих, що підлягають під закриття. У разі їх безвідплатної передачі робочим колективам зберігаються робочі місця і знижується соціальна напруженість у вугільних регіонах, а фінансові кошти, передбачені на закриття

цих шахт, можуть бути використані для підвищення ефективності інноваційної політики держави відносно перспективних шахт.

У роботах [9, 10] викладено сутність інноваційного підходу до визначення економічної доцільності відпрацювання малих залишкових запасів вугілля на шахтах, що підлягають закриттю. Цей підхід полягає в пошуку компромісу між повнотою витягання залишкових запасів і вартістю такої повноти витягання, тобто необхідне визначення межі, за якою подальше витягання запасів стає економічно не доцільним на рівні галузі.

Зазначені вище роботи вирішують часткові питання досліджуваної проблеми і не дають можливості науково обґрунтувати економічну доцільність повноти витягу залишкових запасів. В зв'язку з цим в Національному гірничому університеті розроблено економіко-математичну модель, за допомогою якої можна визначати межі економічної доцільності повноти виїмки запасів у різних гірничо-геологічних і гірничотехнічних умовах. Основні положення методики встановлення таких меж викладені в роботах [11, 12].

Метою статті є аналіз результатів моделювання економічної доцільності повноти витягу малих залишкових запасів вугілля.

Рішення питання про доцільну величину витягу залишкових запасів і величину втрат можна прийняти тільки на підставі вартісної характеристики, яка є узагальнюючою, оскільки відокремлена від конкретних гірничо-геологічних і гірничотехнічних умов. У даному випадку умовою економічної доцільності витягу залишкових запасів буде встановлена межа обґрунтованої вартісної величини. Оскільки відрібок залишкових запасів на шахтах, що закриваються, здійснюється, як правило, нерентабельними, збитковими шахтами, то як гранична вартісна величина прийнята собівартість видобутку вугілля.

При формуванні ЕММ в якості цільової функції для вибору найбільш доцільного варіанту витягу запасів прийнятий мінімум витрат з розрахунку на 1 т витягнутих запасів, що враховують витрати на власне видобуток вугілля, на закриття шахти, з урахуванням чинника часу, на компенсацію потужності, що вибуває, і втрати диференціальної ренти в зв'язку з неповним витягом запасів корисних копалин. Варіантами служить різна повнота витягу запасів.

Цільова функція

$$S_i \rightarrow \min, \quad i = \overline{1, n} \quad (1)$$

де:

$S_i$  – повна сума врахованих витрат на 1 т витягнутих запасів за  $i$ -им варіантом, тис. грн.;

$i$  – індекс варіанту виїмання запасів;

$n$  – число варіантів виїмання запасів.

В умовах діючої шахти запаси вугілля, що залишилися невитягнутими, не можуть бути яким-небудь шляхом використані і є втратами. Проте, запаси мають певну цінність, залежну від їх якості і гірничо-геологічних умов, хоч і не мають вартості  $i$ , отже, ціни. У дійсній роботі ми приймаємо, що цінність запасів корисних копалин визначається диференціальною рентою, яка була б одержана, хоч і в прихованій формі при їх відрібку

і, отже, буде втрачена в результаті неповного витягу запасів. Ці втрати визначаються співвідношенням:

$$Q_i = \sum_{t=1}^{\tau} \frac{(1 - \kappa_{ui}) z_{np} d_{it}}{(1 + E)^t}, \quad i = \overline{1, n} \quad (2)$$

де:

$\kappa_{ui}$  – коефіцієнт виймання промислових запасів за  $i$ -им варіантом;

$z_{np}$  – промислові залишкові запаси, млн. т;

$d_{it}$  – диференційна рента за  $i$ -им варіантом у  $t$ -му році, грн./т;

$\tau$  – період, протягом якого виймаються запаси, років;

$E$  – коефіцієнт дисконтування.

Моделювання економічної доцільності повноти витягу залишкових запасів вугілля проводилося для шахт з об'ємом видобутку 200, 300 і 400 тис.т/рік із залишковими промисловими запасами 4, 6 і 8 млн. т залежно від потужності шахти при коефіцієнтах витягу запасів 0,4; 0,6 і 0,85. Тривалість робіт по закриттю шахти приймалася три роки. Витрати на видобуток вугілля і на закриття шахт розподілялися рівними частинами на три роки, а витрати на компенсацію потужностей, що вибувають – рівними частинами на чотири роки.

Коефіцієнт допустимого збільшення собівартості при відробітку залишкових запасів прийнятий, виходячи з таких положень: собівартість вугілля при відробітку залишкових запасів містить витрати, які при звичайному визначенні собівартості не враховуються (закриття шахти, компенсація потужності, що вибуває, цінність втрачених запасів). З більшою часткою ймовірності можна припускати, що залишкові запаси з об'єктивних причин доведеться відпрацьовувати у відносно складніших гірничо-геологічних умовах, що повинне привести до зростання собівартості. Проте подальше збільшення допустимої величини собівартості (тобто граничне подорожчання більш ніж в два рази в порівнянні з середньогалузевою собівартістю) приведе до необґрунтованого висновку про те, що слід відпрацьовувати будь-які залишкові запаси. З іншого боку, зменшення граничного значення цього коефіцієнта може привести до необґрунтованого зменшення запасів, витяг яких ще доцільний. На підставі цього коефіцієнт допустимого подорожчання прийнятий 2,0.

Результати економіко-математичного моделювання для шахт з виробничою потужністю 400 тис. т/рік наведені в таблиці 1 і на рисунку 1. Аналогічні таблиці і графіки побудовані для шахт з потужністю 200 і 300 тис. т/рік.

Наведені в таблиці 1 позначення:  $\alpha_{it}$  – витрати безпосередньо на виїмку вугілля (очисні роботи, транспорт корисних копалини), за  $i$ -им варіантом у  $t$ -му році, грн./т;

$B_{пост}$  – річна сума постійних витрат по шахті, млн. грн./рік;  $P_{it}$  – витрати на закриття шахти за  $i$ -им варіантом виймання запасів у  $t$ -му році, млн. грн./рік;  $\beta_{it}$  – витрати з розрахунку на 1 т на компенсацію потужності шахтного фонду, що вибуває у зв'язку із закриттям шахти за  $i$ -им варіантом у  $t$ -му році, грн. /т.

Розрахунок економічної собівартості для шахти виробничої потужності 400 тис.т/рік

Роки періоду $\tau_1 + \tau_2$	Значення змінюваних величин					Річна сума витрат $S'_i$ , млн. грн.		Економічна собівартість $S_i$ грн./т вуг. прод.
	$\alpha_{it}$ грн./т	$B_{пост}$ , млн.грн./рік	$P_{it}$ , млн грн/год	$\beta_{it}$ , грн/т	$d_{it}$ , грн/т	витрати на видобуток	інші витрати	
1	100	40	-	-	-	-	-	-
2	100	40	-	-	-	-	-	-
...	100	40	-	-	-	-	-	-
$\tau_1-3$	100	40	-	-	-	-	-	-
$\tau_1-2$	110	40	-	-	-	-	-	-
$\tau_1-1$	110	40	-	-	-	-	-	-
$\tau_1$	110	40	-	1000	15	-	-	-
$\tau_1+1$	-	-	33,33	1000	-	-	-	-
$\tau_1+2$	-	-	33,33	1000	-	-	-	-
$\tau_1+3$	-	-	33,33	1000	-	-	-	-
$z_{np} = 4$	$k_{ui} = 0,4$					651		625,96
						332	319	
	$k_{ui} = 0,6$					749		480,13
						492	257	
	$k_{ui} = 0,85$					920		416,29
						732	188	
$z_{np} = 6$	$k_{ui} = 0,4$					765		490,38
						492	273	
	$k_{ui} = 0,6$					931		397,86
						732	199	
	$k_{ui} = 0,85$					1181		356,26
						1052	129	
$z_{np} = 8$	$k_{ui} = 0,4$					888		426,92
						652	236	
	$k_{ui} = 0,6$					1125		360,58
						972	153	
	$k_{ui} = 0,85$					1461		330,54
						1372	89	

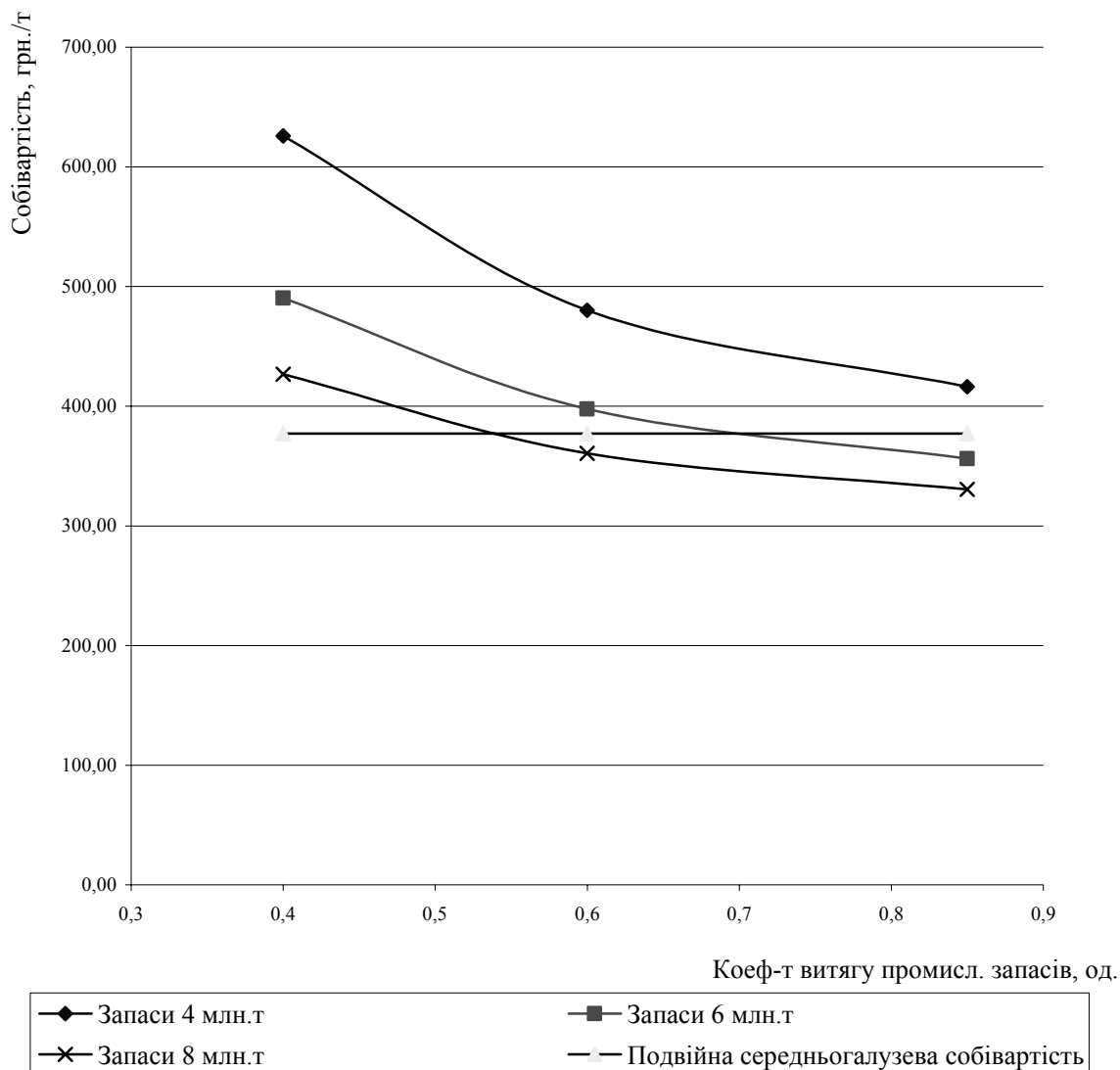


Рис 1. Змінення собівартості на шахтах потужністю 400 тис. т

Аналіз табличних і графічних даних дозволив зробити наступні висновки:

1. На шахтах вельми малої потужності (200 тис. т/рік по рядовому вугіллю) відробіток залишкових запасів приводить до великого зростання собівартості (понад гранично прийнятої 377 грн./т) і тому визнається недоцільним. Такі шахти є першочерговими до закриття.

2. На шахтах потужністю 300 тис. т/рік по рядовому вугіллю відробіток малих залишкових запасів (до 4 млн. т) недоцільний. Відробіток залишкових запасів 6 млн. т доцільний при високому коефіцієнті витягу 0,85, а запасів 8 млн. т – при коефіцієнтах витягу 0,60 і 0,85.

3. На шахтах потужністю 400 тис. т/рік по рядовому вугіллю відробіток малих залишкових запасів 4 млн. т недоцільний при будь-яких коефіцієнтах витягу, запасів 6 млн. т – доцільний при коефіцієнті витягу 0,85, запасів 8 млн. т – при коефіцієнтах 0,60 і 0,85.

Як висновки, варто відзначити наступне:

1. Витрати на закриття шахти, компенсація потужності, що вибуває, і втрати диференціальної ренти як чинники діють у напрямі максимального повного витягу запасів, оскільки при цьому віддаляється в часі закриття шахти і можлива компенсація потужності, що вибуває. Їм протистоїть зростання собівартості видобутку вугілля, оскільки найчастіше доводиться відпрацьовувати залишкові запаси в складніших гірничо-геологічних умовах. Співвідношення цих протилежно діючих тенденцій і визначає доцільну повноту витягання запасів.

2. Обґрунтовано критерій ефективності і розроблені методичні підходи щодо розробки економіко-математичної моделі, встановлені межі економічної ефективності розробки залишкових запасів вугілля в залежності від потужності шахти, величини залишкових запасів і коефіцієнту їх витягу.

3. Вперше розроблено економіко-математичну модель повноти витягу запасів вугілля на шахтах з малими залишковими запасами, в якій комплексно враховані наступні витрати: на видобуток вугілля залежно від величини запасів, що виймаються; витрати на закриття шахти; на компенсацію потужностей, що вибувають, і втрати диференціальної ренти невитягнутих запасів.

4. Отримала подальший розвиток методика розрахунку вартості закриття шахти, в якій, окрім прямих витрат на безпосередньо фізичне закриття підприємства (шахти), враховується компенсація потужності, що вибуває, шахтного фонду галузі і вартість втрат вугілля, яке не було вийнято, що визначається диференціальною рентою, яка б була отримана при вийманні корисних копалин.

5. Межа економічної доцільності повноти витягу вугілля при відробітку залишкових запасів повинна визначатися на основі економіко-математичної моделювання для кожної шахти з урахуванням її потужності, величини залишкових запасів в межах відведеного гірничого відводу.

Можна вважати, що у всіх випадках відробіток малих залишкових запасів (до 4 млн. т) взагалі недоцільний, відробіток запасів 6 і 8 млн. т доцільний при достатньо високих коефіцієнтах витягу – 0,60 і більше.

Перспективи подальших вишукувань у зазначеному напрямку полягають в обґрунтуванні величини втрат диференціальної ренти в зв'язку з неповним витягом залишкових запасів і пошуку нових методів економічної оцінки запасів, різних для запасів на діючих шахтах і запасів у вільних полях.

### *Література*

1. Стратегія і тактика оздоровлення вугільної промисловості України (ексклюзивне інтерв'ю з О. Клименком для журналу „Схід”) // Схід, 2006.–№1(73).–С.3-4.
2. Китайская компания взяла в аренду угольную шахту на Сахалине (по материалам «Зарубежных новостей» <http://www.gosugol.ru>.) // Уголь, 2005.– Вып. №44-46. – С.70.
3. Саллі В.І., Варяниченко О.В. Економічні аспекти збереження збиткових шахт, де добувається вугілля дефіцитних марок // Економічний вісник НГУ.–2005.–№3.–С.20-26.
4. Марченко Е.А. Социально-экономические последствия закрытия шахт в ГХК “Селидовуголь” // Горный информационно-аналитический бюллетень, 2003.–№11.–С.64-67.
5. Райхель Б.Л., Шинкаренко С.В. Показатель экономической надежности как характеристика угольной шахты / Сб. научных трудов ИЭП НАН Украины, 1999.– С.499-508.
6. Шинкаренко С.В. Пути решения проблемы полноты извлечения запасов угольных шахт// Академічний огляд. – 2000.–№2.–С. 79-85.
7. Марченко О.О. Урахування чинників, що зумовлюють економічну повноту виїмки запасів вугілля при закритті шахт // Економіка: проблеми теорії та практики: Зб. наук. праць. – Дніпропетровськ: ДНУ. – 2006. – Т.3.–Вип.218.– С.756-761.

8. Пономаренко П.И., Радченко В.В., Марченко А.А. Инновационная политика государства в угольных регионах // *Інноваційний розвиток економіки регіону: Зб.: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції.* – Дніпропетровськ: РВК НГУ, 2004. – С. 5-6.
9. Марченко Е.А. Инновационный подход к обоснованию необходимости экономической оценки полноты выемки угля // *Проблеми і перспективи інноваційного розвитку економіки України: Зб.: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції.* – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2006. – С. 74-75.
10. Пономаренко П.И., Марченко Е.А. Инновационный подход к определению экономической эффективности отработки малых остаточных запасов на закрывающихся шахтах // *Науковий журнал „Вісник економічної науки України”.* – Донецьк: Академія економічних наук України, ІЕП НАН України. – 2006. – №2 (10). – С.134-137.
11. Радченко В.В., Марченко Е.А. Извлечение угля на шахтах с малыми остаточными запасами // *Уголь Украины.* – 2006.–№7.–С.6-8.
12. Марченко О. Економіко-математична модель виймання запасів вугілля на шахтах з малими залишковими запасами // *Аналітично-інформаційний журнал „Схід”.* – Донецьк: Український культурологічний центр. – 2006.–№6 (78).–С.48-52.

*Рекомендовано до публікації  
д.т.н., проф. Пономаренком П.І. 21.09.06*

*Надійшла до редакції  
07.09.06*