

УДК 664.723.047

DOI: <https://doi.org/10.32782/2708-0366/2023.17.10>**Пазюк В.М.**

доктор технічних наук, провідний науковий співробітник,
Інститут технічної теплофізики НАН України
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4955-1941>

Петрова Ж.О.

доктор технічних наук, головний науковий співробітник,
Інститут технічної теплофізики НАН України
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4955-1941>

Дуб В.В.

кандидат технічних наук, доцент,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2078-4426>

Paziuk Vadym, Petrova Zhanna

Institute of Technical Thermophysics
of the National Academy of Sciences of Ukraine

Dub Volodymyr

Kherson State Agrarian and Economic University

ЕКОНОМІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ДО СТВОРЕННЯ ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ БЕЗВІДХОДНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ГАРБУЗА

ECONOMIC CHANGES BEFORE THE TECHNICAL AND ECONOMIC GROUNDING OF THE PRODUCTION OF THE FREE TECHNOLOGY OF THE PROCESSING OF HALMOO

У статті наведені економічні передумови створення нової сучасної технології із безвідходної переробки гарбуза. Проведено аналіз існуючих технологій, які не забезпечують повного циклу переробки гарбуза. Технологія з безвідходної переробки гарбуза передбачає три напрямки переробки з отриманням: насіння насіннєвого призначення, насіння харчового призначення та гарбузового порошку. Технологія включає в себе етапи підготовки сировини, сушіння, охолодження, подрібнення та сепарація (для гарбузового порошку), пакування. Відмінність даної технології від інших також полягає в розробці нових енергоефективних режимів сушіння. Вказано, що для переробки гарбуза та насіння харчового призначення є доцільним використовувати режим сушіння 80/60°C, для насіння насіннєвого призначення – 60/40°C. Розрахунок техніко-економічних показників переробки гарбуза проведений на трьох технологічних лініях різної продуктивності.

Ключові слова: гарбуз, насіння, технології, енергоефективність, режими сушіння, собівартість.

The article presents the economic prerequisites for the creation of a new modern technology for waste-free pumpkin processing. An analysis of existing technologies that do not provide a full cycle of pumpkin processing was carried out. The peculiarity of pumpkin processing is its seasonality, long-term storage and gradual deterioration deteriorates the quality of the raw material, and therefore it is necessary to carry out processing. The developed technology for waste-free processing of pumpkin provides three directions of processing with obtaining: seeds for seed purpose, seeds for food purpose and pumpkin powder. The technology for waste-free pumpkin processing includes the following stages: preparation of raw materials, drying, cooling, grinding and separation (for pumpkin powder), packaging. Technologies for drying seeds and pulp are particularly energy-intensive. The difference of this technology from others also lies in the development of new energy-efficient stage modes of drying seeds and pumpkin. It is indicated that for

the processing of pumpkin and seeds for food purpose it is advisable to use the stepwise drying mode of 80/60°C, for the seeds of seed purpose, the stepwise drying mode of 60/40°C. Two-zone tunnel dryers are provided for the implementation of stepwise drying modes in the technological lines. In the first zone of the tunnel dryer, the temperature of the drying agent is higher, which creates conditions for accelerating the heat and mass transfer process. In the second zone of the tunnel dryer, the temperature of the drying agent decreases, which is related to the quality requirements for the material. The calculation of technical and economic indicators of pumpkin processing was carried out on three technological lines of different productivity. An important component of costs when designing a processing line is the cost of technological equipment, raw materials, fuel and electricity. Fuel (gas) consumption can be reduced if you additionally install a heat pump to heat the drying agent when drying raw materials. The production cost of pumpkin powder and seeds is significantly reduced in a line with higher productivity.

Key words: *pumpkin, seeds, technologies, energy efficiency, drying modes, cost price.*

Постановка проблеми. Виробництво овочів належить до стратегічно важливих напрямів розвитку сільськогосподарського виробництва, що не лише гарантує продовольчу безпеку держави, але також забезпечує сировиною харчову та переробну промисловість і його економічну доцільність.

В останні роки на внутрішньому ринку в Україні склалася ситуація перевищення виробництва овочів над споживанням, з розрахунку на одну особу загалом зросло до 215...221 кг/особу, тоді як споживання трохи перевищило раціональну норму (161 кг) і досягло орієнтовно близько 165 кг/особу.

Тому потрібно створювати безвідходні технології з переробки овочів, що приносить економічний ефект від впровадження даної технології.

Особливо це стосується насіння гарбуза – де необхідність створення безвідходних енергоефективних технологій пов'язано з великим обсягом виробництва гарбуза, що йде на виробництво гарбузового насіння, маса насіння складає 1,5...2% від маси гарбуза. М'якоть гарбуза при великих об'ємах йде на корм тваринам або просто викидається як добриво на поля, що різко знижує ефективність та собівартість виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Технологічні лінії розглянуті різними авторами із переробки плодів гарбузів на сік та м'якоть, шоре, джем, отримання пектину – не вирішує проблему повної безвідходної технології переробки плодів гарбузів [1–4].

Формулювання цілей статті. Метою статті є створення нової енергоефективної безвідходної технології із розрахунком техніко-економічних показників.

Виклад основного матеріалу. Україна відноситься до країн з обмеженими власними енергетичними ресурсами, що забезпечує себе енергоносіями лише на 40%. Енергоємність внутрішнього валового продукту (ВВП) в Україні на 60-70% більша ніж в Польщі, Чехії та Угорщині і в 3-5 разів більша, ніж в розвинутих країнах Західної Європи і Північної Америки. Корисне використання енергоресурсів в Україні становить 43%, тобто 57% енергії палива втрачається [5; 6].

Переробка сільськогосподарської сировини на виробництво насіння овочевих культур належить до складних енергоємних технологічних процесів з підвищеними вимогами до кінцевого продукту. Особливо енергоємними є технології сушіння насіння та м'якоті.

При виробництві насіння овочевих культур виникає проблема утилізації відходів м'якоті та шкірки, що для деяких селекційних господарств є екологічною проблемою. Існуючий стан проблеми комплексно вирішується через раціональне використання енергетичних та сировинних ресурсів з розробкою нових енергоефективних безвідходних технологій.

На рис. 1 представлена розроблена комплексна технологічна схема безвідходної переробки гарбуза.

Технологічна схема безвідходної переробки гарбуза вміщує ділянки підготовки сировини до сушіння, сушіння і отримання порошку.

Гарбуз інспектують, замочують у ємності з водою та миють. Він поступає в бункер для приймання сировини, після чого проводять інспекцію та миють в миючій машині.

Після миття гарбузи подають на стіл, ріжуть на 4 частини, чистять від шкірки, видаляють насіння та серцевину.

Насіння промивають і відправляють на сушку в залежності від призначення:

– для насіння насінневого призначення сушку проводять в ступеневому режимі сушіння 60/40°C;

– для насіння продовольчого призначення сушку проводять при ступеневому режимі сушіння 80/60°C.

Насіння насінневого призначення охолоджують, фасують в великі упаковки, розпаковують в маленькі.

Насіння харчового призначення після сушіння охолоджують, очищають насіння від плівки та калібрування. Потім насіння фасують та пакують.

Для створення безвідходної схеми переробки гарбуза і отримання харчового порошку із гарбуза, необхідно провести наступні технологічні операції:

– нарізати гарбуз на стружку;

– бланшування у водяному середовищі протягом 5 хв. при температурі 100°C;

– сушіння стружки гарбуза при температурі теплоносія 80/60°C та охолодження.

– подрібнення, сепарація та отримання харчового порошку з розмірами частинок не більше 1,5 мм.

Отриманий харчовий гарбузовий порошок поступає на фасування, пакування та маркування.

Техніко-економічне обґрунтування впровадження безвідходної теплотехнології переробки гарбуза на отримання гарбузового насіння та харчового порошку проведено на трьох технологічних лініях різної продуктивності розроблених в Інституті технічної теплофізики НАН України (табл. 1).

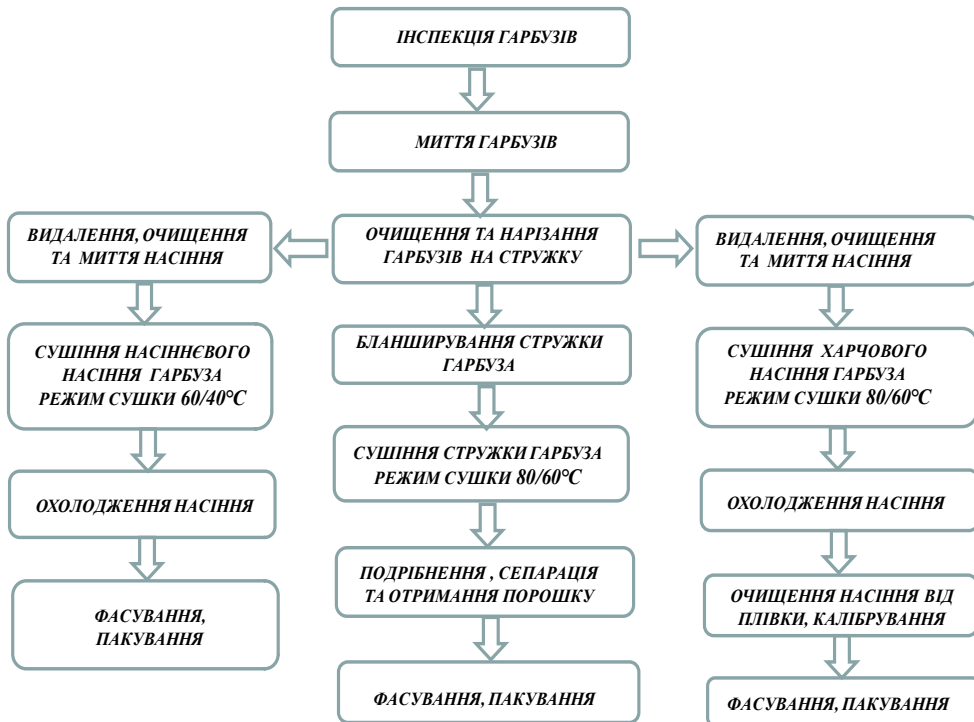


Рис. 1. Технологічна схема енергоефективної переробки гарбуза

Таблиця 1

**Техніко-економічні показники технологічних ліній сумісного виробництва
гарбузового насіння та гарбузового порошку**

№ п/п	Назва показників	Одиниці виміру	Лінії		
			ЛТП-1	ЛТО-2	ЛТП-3
1.	Продуктивність лінії: по сировині	кг/год	200	250	750
	по вологому насінню	кг/год	8	10	30
	по сухому продукту	т/сез (3 міс)	77	96	288
	порошку	т/сез (3 міс)	46,4	58	174
	насінню	т/сез (3 міс)	4,2	5,25	15,75
2.	Річне число роботи (3 зміни)	год/рік	2100	2100	2100
3.	Витрата електроенергії	кВт/год	25	32	95
4.	Вартість електроенергії	грн.	1,99	1,99	1,99
5.	Витрата газу	тис. м ³ /год	0,03	0,035	0,085
6.	Вартість газу	грн./ тис. м ³	32000	32000	32000
7.	Витрати води	м ³	2	2,5	7,5
8.	Вартість води	грн./м ³	33,6	33,6	33,6
9.	Кількість обслуг. персоналу	чол.	18	21	24
10.	Середня заробітна плата	грн.	10000	10000	10000
11.	Вартість обладнання в лінії	тис. грн.	3450	4500	6000

Техніко-економічний розрахунок сумісного виробництва гарбузового насіння та функціонального гарбузового порошку:

1. Розрахунок капітальних витрат.

До капітальних витрат відноситься вартість устаткування і монтажу. Відповідно до нормативних розцінок вартість монтажу складає 10 % вартості устаткування, у такий спосіб капітальні витрати складають:

$$K = 1,1 C_o, \quad (1)$$

де C_o – вартість обладнання.

ЛТП-1: $K_1 = 1,1 \cdot 3450000 = 3795000$ грн.

ЛТО-2: $K_2 = 1,1 \cdot 4500000 = 4950000$ грн.

ЛТП-3: $K_3 = 1,1 \cdot 6000000 = 6600000$ грн.

2. Розрахунок експлуатаційних витрат.

Експлуатаційні витрати B і складаються з суми поточних витрат на енергоносії, амортизацію, техобслуговування, ремонт і заробітну плату і т.д.:

$$B = B_{II} + B_E + B_A + B_T + B_P + B_3 + B_I + B_C + B_M \quad (2)$$

B_{II} – витрати палива, грн./т

B_E – витрати електроенергії, грн./т

B_B – витрати води, грн./т

B_A – амортизаційні відрахування, грн./т

$B_T + B_P$ – експлуатаційні витрати на ремонт і техобслуговування, грн./т

B_3 – витрати на заробітну плату робітникам, грн./т

B_I – інші витрати, грн./т

B_C – витрати на тару, грн./т

B_M – витрати на транспортування порошку, грн./т.

2.1. Витрати палива визначаються кількістю спожитого палива за годину, вартістю та кількістю годин роботи в рік:

$$B_{\Pi} = P_{\Pi} \cdot T_{\Pi} \cdot \tau_p \quad (3)$$

де P_{Π} – споживання палива, т. ум. п./год.;

T_{Π} – тариф на паливо (газ), грн./м³;

τ_p – кількість годин роботи в рік, год.

ЛТП-1: $B_{\Gamma 1} = 0,03 \cdot 32000 \cdot 2100/(46,4+4,2) = 39842$ грн./т

ЛТО-2: $B_{\Gamma 2} = 0,035 \cdot 32000 \cdot 2100/(58+5,25) = 37185$ грн./т

ЛТП-3: $B_{\Gamma 3} = 0,085 \cdot 32000 \cdot 2100/(174+15,75) = 30103$ грн./т

2.2. Витрати електроенергії визначаються кількістю спожитої електроенергії за годину, діючими тарифами та кількістю годин роботи:

$$B_E = P \cdot T_E \cdot \tau_p \quad (4)$$

де P – сумарна споживана потужність електроустановки, кВт/год.;

$T_E = 1,99$ – тариф за електроенергію, грн./кВт;

τ_p – кількість годин роботи в рік, год.;

ЛТП-1: $B_{E1} = 25 \cdot 1,99 \cdot 2100/(46,4+4,2) = 2073$ грн./т

ЛТО-2: $B_{E2} = 32 \cdot 1,99 \cdot 2100/(58+5,25) = 2114$ грн./т

ЛТП-3: $B_{E3} = 95 \cdot 1,99 \cdot 2100/(174+15,75) = 2092$ грн./т

2.3. Витрати води визначаються кількістю спожитої води за годину, діючими тарифами та кількістю годин роботи:

$$B_E = P \cdot T_E \cdot \tau_p \quad (5)$$

де P – споживання води, м³/год.;

$T_E = 33,6$ – тариф за воду, грн./м³;

τ_p – кількість годин роботи в рік, год.;

ЛТП-1: $B_{B1} = 2 \cdot 33,6 \cdot 2100/(46,4+4,2) = 2789$ грн./т

ЛТО-2: $B_{B2} = 2,5 \cdot 33,6 \cdot 2100/(58+5,25) = 2789$ грн./т

ЛТП-3: $B_{B3} = 7,5 \cdot 33,6 \cdot 2100/(174+15,75) = 2789$ грн./т

2.4. Амортизаційні відрахування визначаються як відношення капітальних витрат до терміну служби устаткування:

$$B_A = \frac{K}{\tau} \quad (6)$$

де τ – термін служби устаткування. $\tau = 20$ років.

ЛТП-1: $B_{A1} = \frac{3795000}{20} = 189750(46,4+4,2) = 3750$ грн./т

ЛТО-2: $B_{A2} = \frac{4950000}{20} = 247500/(58+5,25) = 3913$ грн./т

ЛТП-3: $B_{A3} = \frac{6600000}{20} = 330000/(174+15,75) = 1739$ грн./т

2.5. Поточні експлуатаційні витрати на ремонт і техобслуговування устаткування приймаємо рівними 1 % від вартості основного устаткування:

$B_r + B_p = 0,01 \cdot C_0$ (7)

ЛТП-1: $B_r + B_p = 0,01 \cdot 3450000/(46,4+4,2) = 682$ грн./т

ЛТО-2: $B_r + B_p = 0,01 \cdot 4500000/(58+5,25) = 711$ грн./т

ЛТП-3: $B_r + B_p = 0,01 \cdot 6600000/(174+15,75) = 348$ грн./т

2.6. Витрати на заробітну плату робітників за сезон (3 зміни).

ЛТП-1: $B_{31} = 18 \cdot 10000 \cdot 3/(46,4+4,2) = 10714$ грн./т

ЛТО-2: $B_{32} = 21 \cdot 10000 \cdot 3/(58+5,25) = 9960$ грн./т

ЛТП-3: $B_{33} = 24 \cdot 10000 \cdot 3/(174+15,75) = 3795$ грн./т

Нарахування на заробітну плату у розмірі 38%, що складає:

$$\text{ЛТП-1: } B_{H31} = 10714 \cdot 0,38 = 4071 \text{ грн./т}$$

$$\text{ЛТО-2: } B_{H32} = 9960 \cdot 0,38 = 3785 \text{ грн./т}$$

$$\text{ЛТП-3: } B_{H33} = 3795 \cdot 0,38 = 1442 \text{ грн./т}$$

2.7. Інші витрати приймають у кількості 50% від розміру заробітної плати:

$$\text{ЛТП-1: } B_{I1} = 10714 \cdot 0,5 = 5357 \text{ грн./т}$$

$$\text{ЛТО-2: } B_{I2} = 9960 \cdot 0,5 = 4980 \text{ грн./т}$$

$$\text{ЛТП-3: } B_{I3} = 3795 \cdot 0,5 = 1898 \text{ грн./т}$$

2.8. Тара. Ємність одного об'єму порошку (мішка) – 40 кг.

Ємність одного об'єму насіння (мішка) – 0,5 кг.

Вартість тари для гарбузового порошку вираховується необхідністю мішків на їх вартість (4 грн):

$$\text{ЛТП-1: } B_{C1} = 46400 \cdot 4 / 40 \cdot 46,4 = 100 \text{ грн./т}$$

$$\text{ЛТО-2: } B_{C2} = 58000 \cdot 4 / 40 \cdot 58 = 100 \text{ грн./т}$$

$$\text{ЛТП-3: } B_{C3} = 174000 \cdot 4 / 40 \cdot 174 = 100 \text{ грн./т}$$

Вартість тари для насіння на 1 т порошку приходить 11 кг сухого насіння (вартість пакету 2 грн):

$$\text{ЛТП-1: } B_{C1} = 11 \cdot 2 / 0,5 = 44 \text{ грн./т}$$

$$\text{ЛТО-2: } B_{C2} = 11 \cdot 2 / 0,5 = 44 \text{ грн./т}$$

$$\text{ЛТП-3: } B_{C3} = 11 \cdot 2 / 0,5 = 44 \text{ грн./т}$$

2.9. Транспортні витрати (для гарбузового порошку).

Відстань 100 км, вартість бензину 50 грн./л.

Одна розвозка – 500 грн. Машина бере 4 тони.

Річні витрати складають:

$$\text{ЛТП-1: } B_{M1} = 46,4 \cdot 500 / 4 \cdot 46,4 = 125 \text{ грн./т}$$

$$\text{ЛТО-2: } B_{M2} = 58 \cdot 500 / 4 \cdot 58 = 125 \text{ грн./т}$$

$$\text{ЛТП-3: } B_{M3} = 174 \cdot 500 / 4 \cdot 174 = 125 \text{ грн./т}$$

На транспортування насіння приймаємо 9% від вартості транспортних витрат для порошку і складає 9 грн/т. Тобто всього транспортні витрати складають 134 грн/т.

3. Собівартість виробництва порошку та насіння для різних технологічних ліній враховується вартість сировини (3000 грн./т) та всі експлуатаційні витрати:

$$\text{ЛТП-1: } C_1 = 72556 \text{ грн./т}$$

$$\text{ЛТО-2: } C_2 = 68715 \text{ грн./т}$$

$$\text{ЛТП-3: } C_3 = 47484 \text{ грн./т}$$

Найбільш економічно доцільним є виробництво гарбузового насіння та харчового порошку в найбільш потужній лінії ЛТП-3 з собівартістю 1 т. порошку та сухого насіння в розмірі 47484 грн./т. із застосування ступеневого режиму сушіння 80/60°C (виробництво харчового насіння та порошку) та ступеневого режиму сушіння 60/40°C (виробництво насіння гарбуза насіннєвого призначення)

Висновок. На собівартість виробництва гарбузового насіння та харчового порошку суттєво впливає:

1. Вартість сировини, яка суттєво коливається і має тенденції до підвищення. Тому важливо переробляти ту сировину (відходи), яка після видалення насіння з гарбуза викидається на поля. Вартість цієї сировини значно менше за ринкову.

2. Вартість палива, зокрема вартість газу для виробництва, є досить високою. Частка в собівартості може складати від 60 до 80%, що робить виробництво досить енергоємним. Найбільш енергоємний процес у виробництві є сушіння. Використання нових енергоефективних технологій сушіння сировини, зокрема теплові насоси, дозволить суттєво зменшити енерговитрати.

3. Витрати і нарахування на заробітну плату робітників. Частка яких в собівартості може складати від 15 до 25%. Так як заробітна плата також підвищується, зменшення цих витрат можливо лише при підвищенні ступеня автоматизації, комп'ютеризації виробництва і зменшення робочих місць.

Список використаних джерел:

1. Анисимов И.Ф. Машины и поточные линии для производства семян овощебахчевых культур. Кишинев : «Штинца», 1987. 292 с.
2. Iancu M.L. Using Apple (*Malus domestica*), Pumpkin (*Cucurbita maxima*) and Cinnamon (*Cinnamom vertum*) to Obtain an Innovative Jam-Like Food Product. *Bulletin USAMV series Agriculture*. 2017. № 74(2). P. 85–94.
3. Пазюк В.М., Петрова Ж.О., Дуб В.В. Сучасний стан проблеми підвищення енергоефективності процесу сушіння насіння зернових культур. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. /* відпов. ред. О.І. Черевко. Харків : ХДУХТ, 2018. Вип. 1(27). С. 231–243.
4. Гнітєвич В.А., Слащева А.В., Івашченко М.В. Обґрунтування доцільності використання ферментних препаратів у технологіях переробки рослинної пектиновмісної сировини. *Вісник ДонНУЕТ*. 2014. № 1(61). С. 37–45.
5. Шевцов А., Земляний М., Рязова Т. Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії в Україні у світлі нових європейських ініціатив. URL: <http://old.niss.gov.ua/Monitor/november08/2.htm>
6. Рябцев Г. Енергозалежність України від Росії: реальність чи міф? *Журнал «Національна безпека і оборона»*. 2010. № 6. С. 61–62.

References:

1. Anisimov I. (1987) Mashiny i potochnye linii dlya proizvodstva semyan ovoshebahchevykh kultur [Machines and production lines for the production of seeds of vegetable and gourd crops]. Kishinev: Shtinca, 292 p.
2. Iancu M.L. (2017) Using Apple (*Malus domestica*), Pumpkin (*Cucurbita maxima*) and Cinnamon (*Cinnamom vertum*) to Obtain an Innovative Jam-Like Food Product. *Bulletin USAMV series Agriculture*, no. 74(2), pp. 85–94.
3. Paziuk V.M., Petrova Zh.O., Dub V.V. (2018) Suchasnyi stan problemy pidvyshchennia enerhoefektyvnosti protsesu sushinnia nasinnia zernovykh kultur [The current state of the problem of increasing the energy efficiency of the grain seed drying process]. *Prohresyvni tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli*, vol. 27, no. 1 pp. 231–243.
4. Hnitsevykh V.A., Slashcheva A.V., Ivashchenko M.V. (2014) Obgruntuvannia dotsilnosti vykorystannia fermentnykh preparativ u tekhnolohiiakh pererobky rosllynnoi pektynovmisnoi syrovyny [Justification of the expediency of using enzyme preparations in the processing technologies of vegetable pectin-containing raw materials]. *Visnyk DonNUET*, vol. 61, no. 1, pp. 37–45
5. Shevtsov A., Zemlianyi M., Riauzova T. (2008) Netradytsiini ta vidnovliuvalni dzherela enerhii v Ukraini u svitli novykh yevropeiskykh initsiatyv [Non-traditional and renewable energy sources in Ukraine in the light of new European initiatives]. Available at: <http://old.niss.gov.ua/Monitor/november08/2.htm>
6. Riabtsev H. (2010) Enerhozalezhnist Ukrainy vid Rosii: realnist chy mif? [Ukraine's energy dependence on Russia: reality or myth?]. *Zhurnal "Natsionalna bezpeka i oborona"*, no. 6, pp. 61–62.