

УДК 620.95

## БІОЕНЕРГЕТИКА – ПРОВІДНИЙ ШЛЯХ ДО ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ЕНЕРГОЗАЛЕЖНОСТІ ТЕПЛОВИХ ГОСПОДАРСТВ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ

Скриль В.В.

Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка

*У статті розглянуто стан, перспективи розвитку та практичного використання потенціалу біомаси для підвищення ефективності роботи теплових господарств України та її регіонів. Проведено аналіз існуючих технологій отримання біогазу. Наведені приклади біоустановок для отримання біопалива в тепловому господарстві, а також об'ємів його виробництва і споживання. Розглянуто причини, що стримують розвиток біоенергетики України і можливі шляхи їх подолання.*

**Ключові слова:** теплове господарство, енергетична незалежність країни, відновлюючі джерела енергії, альтернативні види палива, енергетичні ресурси, біомаси.

*In the article the state, development and practical use prospect of biomass potential for heating systems work efficiency increase in Ukraine and its regions are considered. The existent technologies of biogas generation are analyzed. The examples of the biological equipment for biological fuel production in heating system as well the amounts of its production and consumption are cited. The causes that prevent bioenergetics development of Ukraine and possible ways out.*

**Key words:** heating system, country energy independence, regenerating energy sources, alternative fuels, energy resources, biomasses.

**Актуальність проблеми.** Сьогоднішня ситуація в Україні значною мірою характеризується проблемами, що породжені десятками попередніх років необмеженого і майже безконтрольного споживання енергоносіїв. На протязі тривалого часу основним видом палива для теплового господарства залишається природний газ. Ця проблема особливо загострилася на тлі зменшення запасів традиційних джерел енергії взагалі в світі та залежність від експорту їх в Україну (газ та нафтопродукти), які призвели до критичного стану галузі.

Головною причиною такого становища є відсутність механізму фінансування та реалізації енергозберігаючих програм і проектів, а також стимулюючих заходів їх впровадження [5]. Загальновідомо, що основною задачею енергозбереження є не виробництво енергії та енергоносіїв, а їх економія. На сьогоднішній день спостерігається катастрофічне скорочення традиційних видів паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) та стрімкий ріст їх вартості. Досліджуючи суть енергозбереження, можна дійти висновку, що використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії у тепловому господарстві міст є одним із перспективних напрямків виходу теплового господарства із кризи. Проведенні дослідження вітчизняних та зарубіжних вчених дають можливість зробити висновок, що майбутнє України та країн світу за нетрадиційними видами енергії, і на сьогодні виникає необхідність в розробленні та впровадженні проектів енергозбереження в країні та її регіонів залежно від їх потенціалів.

**Аналіз основних наукових досліджень** показує, що значний науковий внесок у дослідження проблеми стану та розвитку біоенергетики зробили вітчизняні та зарубіжні вчені К. Тімме, Л. Люкінг, Г. Мессен, Ч. Чопин, Ю. Юркевич, В. Желих, О. Довбуш, О. Возняк, Г. Копець. Але і досі не вирішеною проблемою залишається катастрофічне скорочення традиційних видів паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), в першу чергу, нафти і газу, стрімкий ріст їх вартості, виникнення двох глобальних проблем третього тисячоліття – енергетичної та екологічної.

**Основною метою роботи** є аналіз проблеми освоєння нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії (НВДЕ) як важливого фактору підвищення рівня енергетичної безпеки України та її регіонів і зниження антропогенного впливу енергетики на довкілля.

**Викладення основного матеріалу дослідження.** Аналіз ситуації в Україні показує, що їй притаманні дві основні проблеми: залежність від імпорту нафти та газу, вартість якого прогнозується у розмірі до 600 доларів за 1 м<sup>3</sup> у 2015 році [6] та проблема наслідків використання традиційних видів палива для навколишнього середовища і людини. Саме тому головним питанням теперішнього становища теплової енергетики є забезпечення розвитку теплових господарств України на основі місцевих ресурсів сировини. Проведені нами теоретичні дослідження наявності альтернативних видів палива регіонів України та прогноз українських вчених показали, що для Полтавського регіону більш пріоритетним є використання біомас як альтернативного виду палива. Слід зазначити, що біомаса – це термін, який використовується для позначення сукупності живої та неживої рослинної і тваринної матерії на планеті. До цього поняття відносять залишки сільгоспросин, відходи тваринництва, лісові відходи.

На сьогодні відомі наступні основні методи отримання енергії із біомаси: біологічний метод (анаеробне збражування); термохімічний метод (газифікація, гідроліз); безпосереднє спалювання. Оцінюючи можливості Полтавського регіону та враховуючи сільськогосподарський напрямок його розвитку, на наш погляд, доцільно було б саме підвищення енергоефективності регіону за рахунок використання енергії із біомас. В таблицях 1 та 2 наведено потенціал тваринницької та рослинної сільськогосподарської біомаси по регіонах України.

Таблиця 1

**Сумарний річний потенціал тваринницької сільськогосподарської біомаси в Україні [1]**

№ п/п	Область	Кількість перегною, млн т / рік	Вихід біогазу, млн м <sup>3</sup> / рік	Заміщення органічного палива, т.у.п. / рік
1	Вінницька	17,9	891	713
2	Волинська	11,0	527	422
3	Дніпропетровська	0,8	110	880
4	Донецька	15,3	794	635
5	Житомирська	15,1	725	580
6	Закарпатська	4,7	243	194
7	Запорізька	15,4	771	617
8	Івано-Франківська	7,3	358	287
9	Київська	16,8	864	692
10	Кіровоградська	11,8	589	471
11	Луганська	11,4	557	454
12	Львівська	13,5	665	532
13	Ніколаєвська	10,5	518	414
14	Одеська	14,1	733	587
15	Полтавська	17,5	868	694
16	Рівненська	10,4	498	398
17	Сумська	13,0	640	512
18	Тернопільська	11,6	561	449
19	Харківська	18,1	906	725
20	Херсонська	12,7	627	501
21	Хмельницька	16,5	790	632
22	Черкаська	13,6	682	545
23	Чернівецька	6,1	304	243
24	Чернігівська	17,7	856	685
25	АР Крим	12,3	639	511
	Всього	335,1	16 706	13 373

Таблиця 2

**Сумарний річний потенціал рослинної сільськогосподарської біомаси в Україні [1]**

№ п/п	Область	Біомаса зернобобових культур, тис. МВт • г/рік	Біомаса соняшника, тис. МВт • г/рік	Рослинні відходи кукурудзи, тис. МВт • г/рік	Рослинні відходи овочів відкритого та закритого типу, тис. МВт • г/рік
1	2	3	4	5	6
1	Вінницька	2 400	1 197	2 780	440
2	Волинська	200	0	170	200
3	Дніпропетровська	1 040	6 232	5 940	820
4	Донецька	360	5 244	3 330	1 060
5	Житомирська	470	3	320	300
6	Закарпатська	70	23	710	210
7	Запорізька	660	5 720	3 180	580
8	Івано- Франківська	150	0	360	190
9	Київська	1 140	88	1 530	910
10	Кіровоградська	950	4 346	3 580	310
11	Луганська	0	4 320	2 090	570
12	Львівська	270	0	270	310
13	Ніколаєвська	740	3 598	1 470	490
14	Одеська	1 160	4 484	3 560	850
15	Полтавська	1 830	2 843	3 660	500
16	Рівненська	200	0	310	230

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6
17	Сумська	1 120	488	1 290	330
18	Тернопільська	1 110	0	670	240
19	Харківська	1 210	4 460	2 990	580
20	Херсонська	570	2 260	2 300	700
21	Хмельницька	1 480	6	2 490	330
22	Черкаська	1 740	1 466	3 550	600
23	Чернівецька	290	7	1 490	230
24	Чернігівська	700	71	950	360
25	АР Крим	130	1 102	960	730
	Всього	21 110	47 964	49 950	12 070

Наведені дані свідчать, що найбільшим потенціалом біомаси володіють Одеська, Дніпропетровська, Полтавська, Кіровоградська, Запорізька, Донецька та Харківська області. З них, саме Полтавський регіон займає провідне місце серед інших регіонів України у можливостях використання біомас як альтернативного джерела палива та енергії, тому варто розглянути більш детально властивості біомас та зупинитися на тому, що вони дають великий енергетичний потенціал і мають відновлювальний характер, сприяють суттєвому зниженню викидів CO<sub>2</sub> в атмосферу, і несуть значний вклад у вирішення екологічних та економічних проблем. За підрахунками вчених, використання біомас в Україні може скоротити до 48 % використання традиційних енергоресурсів. Згідно з підрахунками експертів з Агенства відновлювальної енергетики та НТЦ "Біомаса", вартість біомаси як палива у перерахунку на одиницю енергії (ГДж) суттєво менша вартість природного газу. Так, якщо типова ціна на солому, як палива, складає 100 грн/т (при тепловій спроможності 17 МДж/кг), вартість 1 ГДж енергії складатиме для соломи близько 6 грн/ГДж. При цінах на деревне паливо у 80 грн/т (середня теплотворна спроможність 10–12 МДж/кг) вартість 1 ГДж енергії складатиме для деревини близько 7 грн/ГДж. При цінах на природний газ у 550 грн/1 000 м<sup>3</sup> (теплотворна спроможність 35 МДж/м<sup>3</sup>) вартість 1 ГДж енергії складатиме для природного газу близько 16 грн/ГДж. Таким чином, при вказаних цінах солома у 2,6 рази, а деревне паливо у 2,3 рази дешевші за природний газ. Часто місцеве паливо може мати значно нижчу, а в окремих випадках навіть нульову ціну. На рис. 1 наведено потенціал сільського господарства регіонів України і його дані свідчать про можливість забезпечення 8–12 % від загального обсягу первинного енергоспоживання України [4].

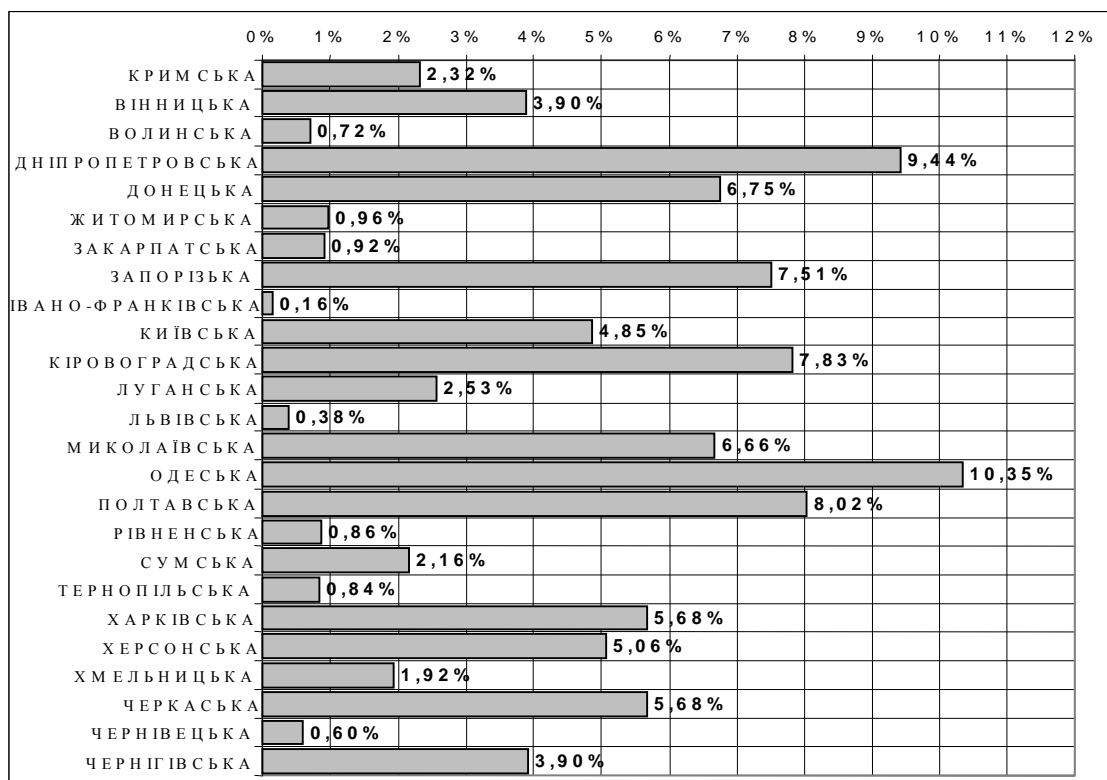


Рис. 1. Потенціал сільського господарства (солома, стебла кукурудзи, початки кукурудзи, сояшникове лущиння і стебла) по регіонах України [2]

Наступним перспективним напрямком впровадження біомас є виробництво біогазу. Дані рис. 2 свідчать, що при максимальному використанні органічних відходів та впровадження сучасної техніки отримання біогазу його частина в загальному використанні горючих газів може скласти близько 10 % по регіонах України. А потенціал анаеробного збражування за підрахунками вчених може покрити до 30 % потреби в енергії тваринницьких комплексів. При цьому варто зазначити і той факт, що крім біогазу будуть отримані високоякісні добрива для сільського господарства.

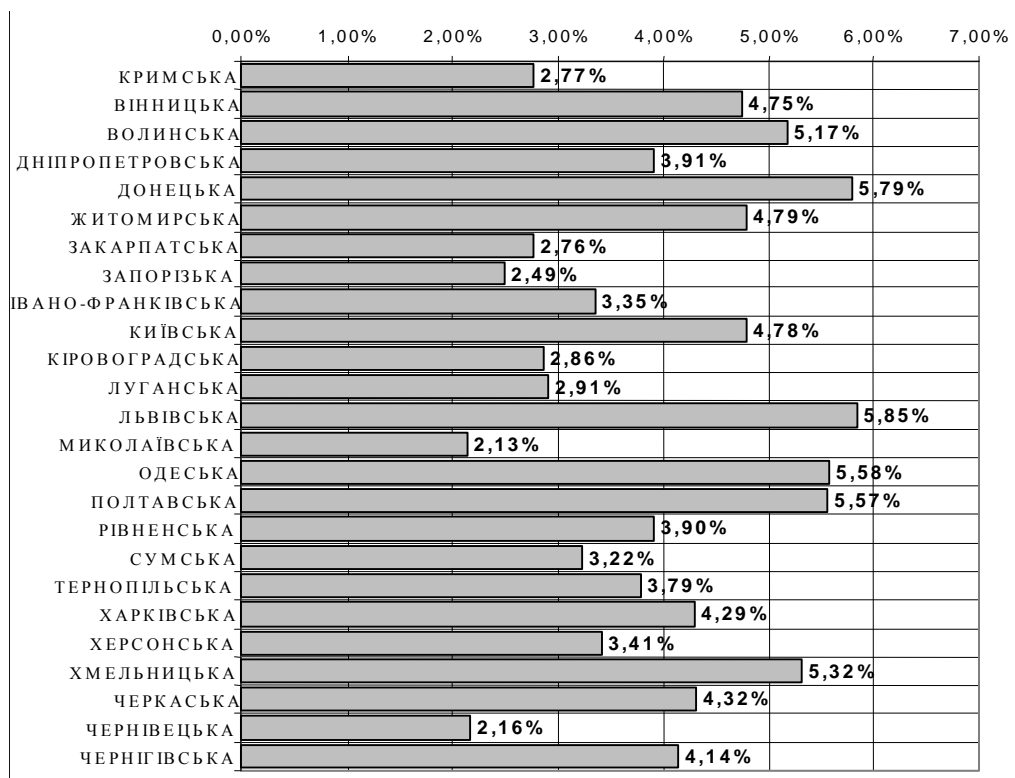
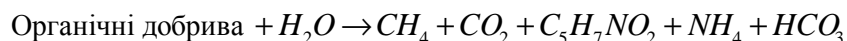


Рис. 2. Потенціал біогазу з гною по регіонах України [2]

Так, суттєві просування у виробництво біогазу для Полтавського регіону є найбільш перспективним напрямком у використанні енергозбереження. Слід зазначити, що біогаз – це газ, що отримується в результаті метанового збражування, під час якого виробляється газ з приблизним складом 70 % метану і 30 % вуглекислого газу з незначними домішками водню та сірководню, а також високоякісних добрив. Таке метанове збражування має назву анаеробне, і його можна виразити у наступній хімічній формулі:



Проте, варто відмітити, що в якості органічного добрива можна використовувати навіз, відходи забойного цеху (кров, шкіру, жир і т.д.), відходи риби, зернову та післяспиртову барду, траву, побутові відходи, буряковий жом, відходи молокозаводів і т.д.

Ґрунтуючись на наукових розробках процесу анаеробного збражування та розглядаючи більш детально ці складові, зупинимося на трьох основних стадіях процесу виробництва біогазу.

На першій стадії цього процесу відбувається розкладання нерозчинних органічних матеріалів (білки, вуглеводи, жири), що присутні в біомасі, які розщеплюються на вуглеводи, амінокислоти, цукор, жирові кислоти при температурі 20 °C за добу. Така стадія процесу розпаду має назву гідролізу.

На другій стадії процесу відбувається гідролізне окислення кислотопродуцуючих бактерій, в результаті чого утворюється ацетат, двоокис кисню та вільний водень.

Третя стадія процесу протікає на протязі 14 діб при температурі 30 °C і включає в себе процес перетворення бактерії другої стадії на метан, воду та двоокис вуглецю. Узагальнена технологія отримання процесу біогазу з наступним використанням тепла, добрива та електроенергії представлена на рис. 3 [3].

За підрахунками спеціалістів вартість такого біогазового пристрою становить від 6–12 тис. євро без врахування газоспалювального обладнання, та термін окупності його складає 1,5–2 роки. Судячи з наукових публікацій зарубіжних та вітчизняних вчених, можливо створення та застосування біогазових установок в залежності від необхідного обсягу потреб. Також, важливим залишається питання використання сировини для виробництва біогазу. За підрахунками вчених, добова продуктивність біогазової установки залежить від кількості переробленої сировини. Так, усереднена продуктивність переробки 0,5 м<sup>3</sup> біомаси складає від 6 до 8 м<sup>3</sup> газу з теплопровідністю 5 500–5 600 Ккал, що еквівалентно 3,6–4,8 м<sup>3</sup> природного газу [7].

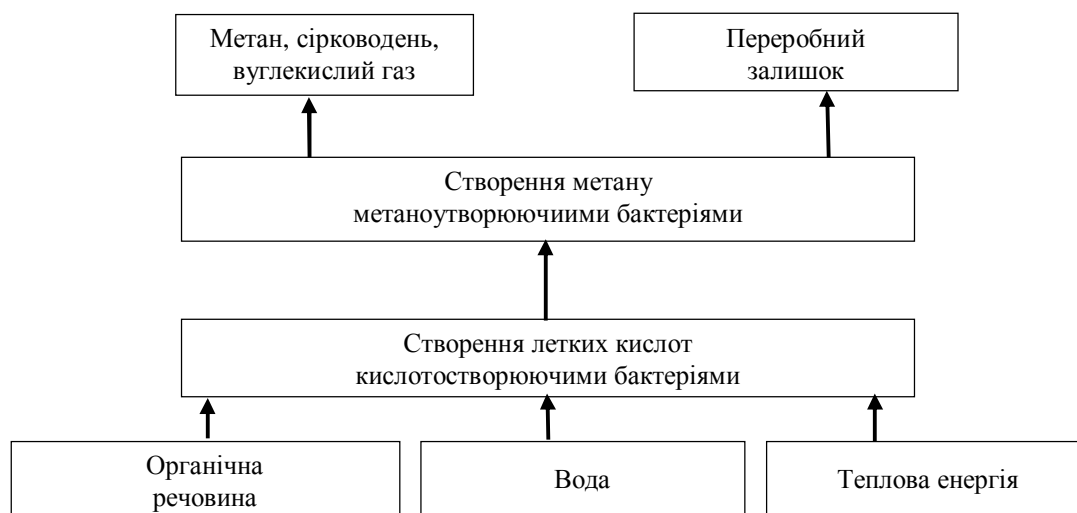


Рис. 3. Узагальнена технологія одержання біогазу [3]

Для комплексної оцінки ефективності роботи біогазової установки необхідно враховувати кількість виходу біогазу в залежності від виду сировини, що представлені у таблицях 3, 4, 5.

Таблиця 3

### Залежність виходу біогазу від виду сировини [3]

Сировина	Вихід біогазу сухої речовини 1 т	
	м <sup>3</sup>	кг у.п.
Гній великого рогатого скоту	200...400	160...320
Свинячий гній	До 600	До 480
Помет кур, птахів	До 660	До 530
Бадилля, трава	400...600	320...480
Солома злакових культур	300...400	240...320
Комунально-побутові стоки міст та селищ	300...400	240...320
Тверді побутові відходи міст та селищ	300...400	240...320
Відходи харчової, м'ясомолочної, мікробіологічної промисловості	300...600	240...480
Бур'яни	280	225
Відходи силосування	250	200

Таблиця 4

### Продуктивність анаеробного збражування при змішуванні різних видів біомас [3]

Відходи	Вихід біогазу, м <sup>3</sup> /кг сухої органічної речовини	Збільшення продуктивності, %
Гній ВРС + свинячий гній (1:1)	0,510	7,0
Гній ВРС + бур'яни (1:1)	0,363	5,0
Гній ВРС + курячий послід (1:1)	0,528	6,0
Свинячий гній + курячий послід (1:1)	0,634	6,0
Свинячий гній + курячий послід + гній ВРС (1:1)	0,585	11,0

Таблиця 5

## Показники переробки тваринницьких відходів [3]

Характеристика	Свинокомплекс на 24 тис. голів	Ферма ВРС на 1 000 голів	Птахофабрика на 500 тис. голів
Добовий вихід гною з вологістю 90 % та послід з вологістю 75 %, т	144	85	100
Біогаз:			
Добовий вихід, тис. м <sup>3</sup>	6,0	2,2	10,0
Склад метану, %	65...70	55...60	65
Товарний біогаз, тис. м <sup>3</sup>	3,0	1,1	5,0
Річний вихід товарного біогазу, тис. м <sup>3</sup>	1 100	400	1 800
Товарне виробництво енергії за рік:			
Електроенергії, млн.кВт*год	1,8	0,67	3,0
Теплової енергії, Гкал	1 548	576	2 580
Річний вихід добрива (по сухій речовині) млн т	2,8	1,2	5,0

Разом з тим, такий розвиток біоенергетики можливий при умові наявності технічної бази, тобто забезпечення, виготовлення та експлуатації нових, оновлених установок; економічного розвитку (стимулювання, у вигляді пільгового оподаткування, дотацій на будівництво біоустановок та надання безвідсоткових кредитів; удосконалення правової бази у напрямку державної політики в галузі нетрадиційних джерел енергії [3].

**Висновки та перспективи подальших наукових розробок в даному напрямі.** Отже, розвиток біоенергетики в Україні та її регіонів й поширення використання біопалива, безумовно, буде сприяти стабільному гарантованому забезпеченню теплового господарства первинними та кінцевими енергоресурсами. При цьому з'являється можливість:

- здобуття ними енергонезалежності, нехай, на першому етапі, не такої, як того би бажалось, але досить реальної;
- розвитку місцевої економії фінансових ресурсів (гроші будуть залишатися у регіонах, а не спрямовуватись на рахунки країн-експортерів нафти та газу);
- зниження викидів CO<sub>2</sub>, згідно Кіотського Протоколу, і можливість отримання кредитів;
- зниження рівня безробіття за рахунок створення нових робочих місць.

З урахуванням цього необхідні конкретні кроки в напрямку практичної реалізації того великого потенціалу, який втілює в собі "біомаса" України.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Атлас энергетического потенциала возобновляемых и нетрадиционных источников энергии [Электронный ресурс] / Электронный журнал энергосервисной компании "Экологические системы". – К.: – 2005. – № 11. – Режим доступа: <http://www.esco-ecosys.narod.ru>.
2. Виробництво та використання біогазу на агро фермі [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.escob.com>.
3. Маляренко, В. А. Развитие биоэнергетики – важный шаг повышения энергозалежності сільгоспвиробника [Текст] / В.А. Маляренко, О.І. Яковлев, І.Г. Жиганов // Энергосбережение, энергетика, энергоаудит. – 2006. – № 12. – С. 8 – 20.
4. Концепція "неатомного" шляху розвитку енергетики України [Текст] / [Всеукраїнська екологічна громадська організація "МАМА-86", Національний екологічний центр України, Молодіжна екологічна громадська організація "Екоклуб" та ін.]. – К., 2006. – 46 с.
5. Маляренко В.А. Энергосбережение и централизованное теплоснабжение в концепции развития коммунальной энергетики [Текст] / В.А. Маляренко // Энергосбережение, энергетика, энергоаудит. – 2007. – № 3. – С. 72 – 77.
6. Долінський А.А. Энергосбереження та екологічні проблеми енергетики [Текст] / А.А. Долінський // Вісник Національної академії наук України. – 2006. – № 2. – С. 24 – 32.
7. Тыршу М. Комплексная биоэнергетическая установка [Электронный ресурс] / М. Тыршу, Н. Константинов, М. Узун. – Режим доступа: <http://www.clima.md>.