

**УДК 620.9:338.2**

**В. Дрозденко,**  
*науковий співробітник  
Інституту світової економіки  
і міжнародних відносин НАН України*

## **ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ — КЛЮЧ ДО ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОЗДАТНОСТІ ПРОДУКЦІЇ**

Стаття присвячена дослідженню енергозбереження, що розглядається як одна з найбільш актуальних проблем розвитку усього комплексу народного господарства взагалі та енергетики зокрема. Автор дає визначення поняття відновлювальної енергетики, аналізує державне регулювання біоенергетики в США, країнах Європи та Україні, окреслює найбільш перспективні шляхи розвитку альтернативних відновлювальних джерел та технологій їх використання. У висновках наголошується на необхідності використання гігантських потенційних можливостей підвищення енергоефективності в Україні, що потребує удосконалення нормативно-правової бази і розробки господарських механізмів її реалізації.

**Ключові слова:** енергія, паливно-енергетичний комплекс, енергозбереження, енергоефективність споживання, поновлювальні джерела.

### **Дрозденко В. Энергосбережение — ключ к росту конкурентоспособности продукции**

Статья посвящена исследованию энергосбережения, которое рассматривается как одна из наиболее актуальных проблем развития всего народно-хозяйственного комплекса вообще и энергетики в частности. Автор дает определение понятия возобновляемой энергетики, анализирует государственное регулирование биоэнергетики в США, странах Европы и Украине, определяет наиболее перспективные пути развития альтернативных возобновляемых источников и технологий их использования. В выводах подчеркивается необходимость использования гигантских потенциальных возможностей роста энергоэффективности в Украине, что требует усовершенствования нормативно-правовой базы и разработки хозяйственных механизмов её реализации.

**Ключевые слова:** энергия, топливно-энергетический комплекс, энергосбережение, энергоэффективность потребления, возобновляемые источники.

*Drozdenko V. Energy saving as a key for competitiveness improvement*

*The article is on energy saving which is regarded as an urgent problem for economic development of Ukraine. The experience of leading world powers in a field of energy saving policy is regarded and recommendations for Ukraine are made. In particular the need for normative and institutional base of Ukrainian energy complex to be improved is emphasized.*

**Key words:** *energy, energy saving, energy consumption, renewable energy sources, fuel and energy complex.*

### Енергетична проблема

Проблема енергозбереження – одна з актуальних проблем на даному етапі розвитку енергетики і цілого народно-господарського комплексу. Становище в паливно-енергетичному комплексі з кожним роком стає дедалі напруженішим. Тому відповідальний підхід до виробництва і реалізації енергії сьогодні важливий, як ніколи. Попит на енергію значно зріс, що вплинуло на постачання енергоносіїв та їх ціни. Країни-енерговиробники продовжують відстоювати свої права на повний контроль над ресурсами, посилюючи побоювання багатьох країн-енергоспоживачів щодо безпеки постачань. Ще більше зростає стурбованість щодо загрози зміни клімату.

У найближчі десятиліття світу буде потрібна величезна кількість додаткової енергії для підтримки економічного зростання і зниження масштабів бідності. Країни змушені будуть забезпечувати безперервність постачань енергоносіїв, реалізуючи відповідальний підхід до виробництва і використання енергії, що передбачає, серед іншого, зниження викидів парникових газів. У цьому і полягає енергетична проблема. Пошук її розв'язання швидко стає одним із визначальних випробувань, що стоїть перед усім суспільством.

Існує три неспростовні істини, які ще більше ускладнюють цю проблему.

*Перша:* потреби в енергії зростають дедалі швидше, оскільки декілька великих країн входять у найенергоємнішу фазу свого економічного розвитку.

*Друга:* постачання досяжних запасів нафти і природного газу після 2015 р., ймовірно, уже не задовольнятиме попит на енергоносії. Щоб ліквідувати розрив між попитом і пропозицією, людству не залишиться нічого іншого, як підвищувати ефективність енергоспоживання і збільшувати використання альтернативних енергоджерел. Це означає — більше поновлюваних джерел енергії, таких, як сонце, вітер і біопаливо, більше атомної енергії, більше вугілля, а також більше нафти і природного газу, що добуваються або у важкодоступних районах, або з нетрадиційних джерел, таких, як нафтоносні піски.

*Третя:* все це призведе до того, що об'єми CO<sub>2</sub>, утвореного в процесі використання енергії, зростатимуть.

#### **Визначення поняття відновлюваної енергетики**

В умовах зростання цін на природні енергетичні ресурси дедалі більшої актуальності набувають поновлювані джерела енергетики (ПДЕ). Поновлювані джерела енергії не потребують постачань сировини, і ціна отримуваної від них енергії залежить виключно від вартості енергетичних установок.

Не існує загальноприйнятого визначення поняття відновлюваної енергетики. Міжнародне Енергетичне Агентство (МЕА) визначає її як енергію, отриману з сонця, вітру, біомаси, геотермальних, гідроенергетичних і океанських ресурсів, а також твердої біомаси, біогазу і рідкого біопалива. Відновлювана енергія відрізняється від побутових або промислових відходів, які можуть бути як відновлюваними (містять речовини, що піддаються біологічному розщеплюванню) або не відновлюваними. Незважаючи на це, у багатьох випадках ці категорії відходів розглядаються сукупно.

У деяких країнах визначення відновлюваної енергії значно ширше. Воно часто використовується як синонім нетрадиційної або альтернативної енергії, яка включає торф, низькопотенційне тепло землі (використовується в теплових насосах) і «вторинні» джерела енергії, такі, як тепло, що скидається, побутові й промислові відходи, тиск газу доменних печей і тиск природного газу під час його транспортування. Інколи до альтернативних джерел енергії також включають шахтний метан, природний газ із невеликих родовищ та інші невідновні палива, видобуток яких потребує використання інноваційних технологій.

Зарахування малої гідроенергетики до відновлюваної енергетики доволі дискусійне. МЕА вважає гідроелектричні станції малими, якщо їх потужність не перевищує 10 Мвт; в українських джерелах малими вважаються гідроелектричні станції потужністю менше 30 Мвт.

У багатьох країнах Європи динамічно розвивається виробництво енергії з відновлюваних джерел. У 1995 р. у країнах ЄС частина відновлюваної енергетики складала 74,3 млн тонн нафтового еквіваленту (млн т н.е.), що складало близько 6% загального використання первинних енергоносіїв.

Частка біомаси в них становила більше 60%, що складало близько 3% (загального використання первинних енергоносіїв) ЗВПЕ. У деяких країнах частина біомаси в ЗВПЕ значно перевищує середні європейські показники. У Фінляндії вона становить 23% (світовий лідер серед розвинутих країн), у Швеції — 18, Австрії — 12, Данії — 8, Канаді й Німеччині — 6, у США — 3.

ПДЕ в цілому менш екологічно небезпечні, ніж традиційні джерела енергії. Збільшення використання ПДЕ, а також підвищення енергетичної ефективності могло б призвести до зменшення руйнування довкілля у світі.

Початок XXI ст. характеризується загостренням усього комплексу глобальних проблем, і, перш за все, проблеми ресурсного забезпечення поступального розвитку всього людства.

Особливого значення у зв'язку з цим набувають проблеми розвитку енергетики України, її енергетичне партнерство з країнами Європейської співдружності. Тому на перший план висувуються проблеми збалансованості попиту на енергетичні ресурси.

Основними чинниками, які стримують можливість забезпечення зростаючого попиту на паливно-енергетичні ресурси (ПЕР), є:

- зростання капіталомісткості енергетичного виробництва;
- високий ступінь зносу енергетичного устаткування й електростанцій, електричних і теплових мереж;
- дефіцит інвестицій у розвідку, видобуток і транспортування газу й нафти;
- висока енергоємність валового внутрішнього продукту.

Необхідність розвитку енергоефективної економіки диктується не загальними міркуваннями щодо державної стратегії, а нагальною потребою радикального поліпшення умов життя.

#### **Державне регулювання біоенергетики у країнах Європи**

Чому освоєння поновлюваних джерел електроенергії (ПДЕ) має стратегічне значення?

Настає ера скорочення виробництва дешевого органічного палива. Екологічні загрози зростають. Проблеми енергетичної безпеки країн загострюються.

Ресурси ПДЕ цілком спроможні задовольнити осяжні потреби в енергії як усього людства, так і кожної з країн.

Переваги використання ПДЕ:

- 1) доступність того або іншого виду ПДЕ або комбінації цих видів;
- 2) екологічна безпечність цього джерела енергії;
- 3) багато технологій використання ПДЕ наближають до високого рівня конкурентоздатності.

Запаси паливних ресурсів обмежені. І з таким світовим використанням як нині, на довго не вистачить ні нафти, ні газу.

#### **Біогазові установки у Європі**

Сьогодні в країнах ЄС функціонує понад 6500 різних типів біогазових установок. Це дає можливість отримувати понад 10 млн Мвт-год. електричної і близько 10 млн Гкал теплової енергії щороку. В ЄС поставлено за мету досягти використання біогазу в 2010 р. на рівні 1% від валового використання

енергоресурсів. У таблиці 1 наведені обсяги виробництва біогазу в країнах ЄС станом на 2005 рік (1 т н. е.=1233 куб. м природного газу). Інші види біогазу включають біогаз, який отримують на фермерських біогазових установках, на централізованих станціях спільного зброджування відходів, і біогаз, який утворюється при метанізації СЖВ. Безперечними лідерами тут є Німеччина і Великобританія. Кожна з цих країн за рахунок виробленого біогазу може компенсувати споживання близько 2 млрд куб. м природного газу.

*Таблиця 1*

**Обсяги виробництва біогазу в країнах ЄС станом на 2005 рік**

Країна	Біогаз із полігонів	Біогаз з опадів стічних вод, тис.т н.е.	Інші види біогазу, тис.т н.е.	Всього тис.т н.е.
Німеччина	573.2	369.8	651.4	1594.4
Великобританія	1421.0	179.0	-	1600.0
Італія	301.7	0.9	40.9	343.5
Іспанія	236.5	56.8	23.6	316.9
Франція	141.0	75.0	4.0	220.0
Нідерланди	38.8	50.8	29.4	119.0
Австрія	8.3	2.7	19.8	30.8
Данія	14.2	23.3	54.0	91.5
Польща	25.1	25.3	0.3	50.7
Бельгія	51.1	25.2	7.7	84.0
Греція	20.5	15.5	-	36.0
Фінляндія	50.9	12.7	-	63.5
Чехія	21.5	31.4	2.9	55.8
Ірландія	24.9	4.8	4.5	34.3
Швеція	10.1	18.7	0.9	29.8
Угорщина	0.1	4.6	2.4	7.1
Португалія	-	-	10.1	10.1
Люксембург	-	-	7.4	7.4
Словенія	6.0	0.7	-	6.8
Словаччина	-	4.3	0.6	4.8
Естонія	1.3	-	-	1.3
Мальта	-	-	-	-
ЄС	2946.2	901.6	859.8	4707.6

*Джерело: EurObservER 2007*

**Примітка:** т н.е. — тонн нафтового еквіваленту.

Європа стрімкими темпами нарощує виробництво біогазу. Світовий досвід свідчить, що за сучасних умов ефективна лише та економіка, яка в змозі забезпечити сталій розвиток. Енергетичний комплекс як фундамент будь-якої господарської діяльності вимагає особливої уваги і підходу. Будь-які програми і технології в цій галузі розробляються набагато довше, а впровадження є масшталбнішим.

У табл. 2 наведені приклади стимулювання розвитку біоенергетики в країнах Європи і США.

- 1) Даній інструмент існує, але немає конкретних даних.
- 2) Податок на використання електроенергії.
- 3) Дані по Баварії.

Розглянемо державну підтримку і стимулювання біоенергетики в державах-лідерах видобутку енергії з біомаси.

#### **Австрія**

Біомаса, будучи другою за величиною ПДЕ в Австрії після гідроенергії, відіграє велику роль в електропостачанні країни, покриваючи 15% ЗВПЕ. Основний напрямок розвитку біоенергетики — видобуток теплової енергії з деревини БМ. Уряд фінансує 30 % капітальних витрат [1].

#### **Фінляндія**

У Фінляндії БМ покриває близько 21% ЗВПЕ, що є найвищим показником у Європі. У державній енергетичній стратегії підкреслюється важливість розвитку біоенергетики та інших ПДЕ для забезпечення надійного енергопостачання, досягнення конкурентоздатних цін на енергію і виконання країною міжнародних зобов'язань по зниженню рівня викидів CO<sub>2</sub>.

Таблиця 2

### **Стимулювання біоенергетичних технологій у країнах Європи і США**

Країни	Податок на викиди CO <sub>2</sub> для викопних палив, цент./кВт-год.	Податок на викиди SO <sub>2</sub> для викопних палив, цент./кВт-год.	Енергетичний податок на викопні палива, цент./кВт-год.	Субсидування вироблення електроенергії, цент./кВт-год.	Продаж зеленого сертифікату, цент./кВт-год.	Субсидування інвестиційних витрат %
Данія	Газовий конденсат – 0.37; мазут 0.41; природний газ – 0.29; вугілля – 0.5	мазут 0.12; вугілля – 0.37	Газовий конденсат – 2.49; мазут – 2.44; природний газ – 1.95; вугілля – 0.5	солома, щепа – 2.5 (до 2000 р.)	1.45-3.9 (з 2000 р.)	БГ установок – 20 казани до 20

Країни	Податок на викиди CO <sub>2</sub> для вичопних палив, цент./кВт-год.	Податок на викиди SO <sub>2</sub> для вичопних палив, цент./кВт-год.	Енергетичний податок на вичопні палива, цент./кВт-год.	Субсидування вироблення електроенергії, цент./кВт-год.	Продаж зеленого сертифікату, цент./кВт-год.	Субсидування інвестиційних витрат %
Фінляндія	мазут 0.4; природний газ - 0.3; вугілля - 0.51	немає	Важкий мазут - 0.43; легкий мазут - 0.57; природний газ - 0.18; вугілля - 0.53; електроенергія <sup>2</sup> - 0.42	деревина 0.36	немає	До 30
Швеція	Газойль - 1.46; Важкий мазут - 0.48; природний газ - 0.11; вугілля - 0.51;	Важкий мазут - 0.1; уголь - 0.16;	Газойль - 0.66; Важкий мазут - 0.66; природний газ - 0.21; вугілля - 0.31; електроенергія <sup>2</sup> - 1.21-1.76	немає	немає	є <sup>1</sup>
Австрія	немає	немає	Газойль - 2.5; газовий конденсат - 0.34; мазут - 0.28; природний газ - 0.37;	немає	немає	станції ЦТ - 30
Німеччина	немає	немає	Нафтопродукти 2,6	До 500 Квт - 9 до 5 Мгв - 5; 5-20 Мгв - 7,6	3-4	станції ЦТ-35 <sup>3</sup> БГ установок -15 <sup>3</sup>
США	немає	немає	є <sup>1</sup>	1.5	немає	є <sup>1</sup>

До 2025 р. уряд ставить за мету подвоїти використання ПДЕ порівняно з 1995 р., тобто частка ПДЕ в ЗВПЕ (загальний вжиток первинних енергоносіїв) складатиме близько 30 %, у тому числі частка (біомаси) БМ — близько 27 % [2, 3].

Фінляндія була першою в Європі країною, яка в 1990 р. запровадила податок на викиди CO<sub>2</sub> для вичопних палив (див. табл. 2). Використання

БМ для вироблення теплової енергії не оподатковується, оскільки емісія CO<sub>2</sub> при цьому дуже мала. В середині 1990-х рр. уряд Фінляндії прийняв енергетичну програму задля збільшення на 25% (тобто на 1,5 млн т н.е.) енергетичного БМ до 2005 р. Програма включала податкові стимул-реакції, інвестиційну допомогу, розвиток технологій, інформаційну підтримку.

#### **Данія**

З 1976 було прийнято чотири енергетичні програми, кожна з яких мала свою особливість. Метою першої програми (1976 р.) було запобігання кризам, подібним до енергетичної кризи 1973/74 рр. У другій програмі (1981 р.) особлива увага приділялась розгляду соціально-економічних і екологічних проблем, а також продовжені зусилля зі зменшення залежності від імпорту палива. Третя енергетична програма (Енергія 2000, 1988 р.) — це спроба збільшити використання екологічних видів палива, до яких була зарахована й БМ (солома, деревина, гнойові стоки і побутові відходи) [4, 5].

#### **Швеція**

Комплексна програма по енергозбереженню в Швеції, яка спрямована на зниження частки використання нафти, була започаткована ще на початку 70-х рр. Її результатом стало збільшення енергетичного використання деревинної БМ. Сьогодні БМ у Швеції є одним із основних енергоносіїв, покриваючи 19% ЗВПЕ (загальний вжиток первинних енергоносіїв).

Шведська біоенергетична асоціація SVEDIO поставила за мету подвоїти використання БМ до 2010 р., переважно в теплопостачанні. Вироблення електроенергії з БМ зростає в 6 разів з 3.3 ТВт-год. (у 1998 р.) до 20 ТВт-год. у 2010 р [6,7].

У даний період основними інструментами стимулювання розвитку біоенергетики в країні є екологічний і енергетичний податки на викопні палива, субсидування інвестиційних витрат, фінансування дослідницьких робіт.

У Швеції до 70% всього опалення забезпечують теплові насоси (350 000 будинків у Швеції обігріваються за допомогою теплових насосів).

#### **Німеччина**

Сьогодні, БМ є одним із найбільш економічно вигідних видів ВІЕ в країні. Потенціал БМ складає близько 680 ПДж/год., що відповідає 5% ЗВПЕ (загальний вжиток первинних енергоносіїв). Реальний вклад БМ у ЗВПЕ Німеччини складає нині близько 1% [5].

У Німеччині в експлуатації перебувають сотні тисяч теплонасосних установок, які використовуються у водяних, а також у повітряних системах опалення і кондиціонування повітря.



### **США**

У США опубліковано «**Annual Energy Outlook 2008**» — щорічний огляд Агентства енергетичної інформації (EIA), який включає результати довготривалих прогнозів (до 2030 р.) виробництва й використання енергії, виконаний на Національній енергетичній моделі (NEMS), яка використовується для оцінки короткострокових і довгострокових перспектив розвитку енергетики, а також для підготовки відповідей на запити влади. Користь таких розрахунків підтверджувалася неодноразово, оскільки модель враховує одночасно дію багатьох чинників. Зокрема, в серпні 2007 р. Агентство підготувало відповідь на запит сенатора США Джеймса Інхофа про наслідки реалізації законодавчої ініціативи «25-Бу-25», яка передбачає доведення до 2025 р. частки поновлюваних ресурсів до 25% при виробленні електроенергії та у складі рідкого моторного палива.

Щорічне використання моторного біоетанолу в розрахунках енергетиків до 2030 р. повинно скласти 15,7 млрд галл., а за пропозицією законодавців — 65,6 млрд галл. При цьому законодавці пропонують із целюлози отримувати 31,3 млрд галл., тоді як енергетики вважають за можливе видобути лише 0,25 млрд галл. Такий об'єм моторного етанолу вироблятиметься з кукурудзи. Значне залучення (за пропозицією законодавців) до виробництва біоетанолу целюлози викличе підвищення ціни на біомасу порівняно з 2005 р. у 5,5 разів, тоді як, за скромнішими оцінками енергетиків, — всього лише в 1,6 раза. Зростання цін на кукурудзу очікується в 1,38 рази (енергетики) і в 2,7 раза (законодавці).

Прогноз EIA (*Energy Information Administration*) від 2008 р. щодо використання рідкого палива в США на 2030 р., порівняно з прогнозом від 2007 р., скорегований у бік зменшення майже на 8%.

У США енергетичне використання БМ розвивається впродовж останніх 25 років переважно для виробництва електричної енергії. Ще в 1978 р. було видано «Регулюючий акт по комунальному енергопостачанню» (PURPA Public Utility Regulatory Policies Act), що підтримує розвиток вироблення електроенергії з ПДЕ, включно з БМ. Дрібним виробникам електроенергії з ПДЕ був гарантований ринок збуту і прибуток. Завдяки акту PURPA була створена ціла індустрія виробництва енергії з БМ із оборотом в 1.8 млрд дол./год [9]

Нині біоенергетика робить істотний внесок в економіку США: щорік 7000 Мвте потужностей на БМ забезпечують близько 3% ОППЕ. На найближчих 20 років у країні є серйозні плани по збільшенню потужностей на БМ до 30 тис. МВте, виробленню 150–200 ГВт-год і створенню 150 тис. нових робочих місць.

У США щорік виробляється близько 1 млн теплових насосів, а близько 30% адміністративних і житлових будівель обладнано цими насосами. При будівництві нових громадських будівель використовуються виключно геотермальні теплові насоси. Ця норма була закріплена Федеральним законодавством США.

### **Норвегія**

Основними видами БМ у Норвегії є деревина, органічні відходи і гній. Сьогодні БМ покриває 4.4 % ЗВПЕ (13.6 ТВт-ч/год.). У найближчі плани входить додаткове виробництво 1.5 ТВт-год./год з газу звалищ [10].

Основними заходами, які стимулюють розвиток біоенергетики в Норвегії, є:

- податки на викиди  $\text{CO}_2$  і  $\text{SO}_2$  для викопних палив (деякі галузі промисловості звільнені від цих податків);
- субсидування біоенергетичних установок із фонду розвитку ПДЕ і енергозбереження. У 2002–2012 рр. на вказані цілі планується витратити 635 млн євро.

Система «зелених» сертифікатів перебуває в стані розробки.

### **Нідерланди**

З 1996 р. уряд Нідерландів підтримує розвиток ПДЕ (включаючи біоенергетику) за допомогою різних фінансових механізмів («зелені» фонди, податкові знижки, енергетичний податок, ринкові «зелені» сертифікати). Сьогодні БМ покриває близько 19% загального використання первинних носіїв ЗВПЕ.

У 1996 р. у Нідерландах був запроваджений енергетичний податок, спрямований на стимулювання енергозбереження і використання ВІЕ. Податок поширюється на використання природного газу, споживання електроенергії і є диференційованим залежно від об'єму спожитого газу та електроенергії [11].

Конкурентоздатність ПДЕ забезпечується за рахунок таких механізмів: «зелені» фонди, прискорена амортизація (схема VAMPL) і субсидування інвестиційних витрат (схема EIA).

### **Польща**

Потенціал ПДЕ в Польщі настільки великий, що в деяких сільськогосподарських районах міг би покрити 100% енергоспоживання і навіть стати предметом експорту. БМ є найбільш перспективним видом ПДЕ в Польщі. Потенціал БМ, доступної для видобутку енергії, складає 550 ПДж/год. Нині БМ покриває близько 2.5% ЗВПЕ країни [12, 13].

У 2000 р. уряд Польщі затвердив «Стратегію розвитку ПДЕ», в якій було поставлено мету збільшити частку ПДЕ в ЗВПЕ до 7,5% в 2010 р. і до 14% у 2020 р. [12]. Розвиток ПДЕ в Польщі підтримується низкою організацій:

Національним фондом по захисту довкілля і управлінню водними ресурсами, Екологічним фондом (ECOFUND), Фондом по модернізації теплотехнічних процесів, Фондом допомоги сільському господарству.

#### **Великобританія**

У Великобританії БМ покриває всього 0.8% ЗВПЕ, тоді як потенціал лісової деревини і деревинних енергетичних культур складає (середня оцінка) близько 85 ТВт-ч/год., що еквівалентно 3% ЗВПЕ або 10% загального використання електроенергії [14].

Великобританія збирається прийняти нові плани по виробленню 10% електроенергії з ПДЕ, включаючи БМ, до 2010 р. Розвиток біоенергетики підтримується низкою програм. Зокрема, департаментом торгівлі й промисловості розроблена Програма розвитку ПДЕ, одним із напрямків якої є впровадження опалювальних систем на БМ.

#### **Словаччина**

За оцінками Міністерства економіки Словаччини потенціал БМ складає близько 33 ПДж/год, що еквівалентно 4,4% ЗВПЕ (9,8 ПДж/год). Згідно з новою енергетичною політикою, розробленою Міністерством економіки Словаччини в 2010 р., ПДЕ покриватиме 5% ЗВПЕ, у тому числі БМ — 2% (30 ПДж). Розвиток ПДЕ підтримується Актом з енергетичної ефективності (2000 р.) і фінансується урядом. Готується спеціальний закон із розвитку біоенергетики [15].

#### **Латвія**

Розвиток ПДЕ має дуже велике значення для Латвії, яка не має власних запасів викопного палива. Особливо велика роль деревинної БМ, оскільки лісами покрито близько 42% території. У 1996 р. доля БМ у ЗВПЕ складала 16% [16].

В рамках міжнародних програм Латвія отримує фінансову підтримку урядів Данії і Швеції для впровадження сучасних технологій.

Національна Програма розвитку енергетики Латвії розроблена на 15 років і визначає перелік заходів, необхідних для якісного і надійного енергопостачання населення. Зокрема, в Програмі зазначено необхідність переходу на використання місцевих і поновлюваних джерел енергії, де це можливо. Також є Закон про енергетику, згідно з яким регулювання розвитку енергопостачання здійснюється спеціальною комісією. Одним із завдань комісії є ефективне використання місцевих джерел енергії і ПДЕ.

#### **Литва**

Власні енергетичні ресурси Литви вельми обмежені й покривають менше 10% ЗВПЕ, з них частка БМ — 5.8% (23/9ПДж). Потенціал БМ, доступний для енергетичного використання, складає 34,2 ПДж/год. Основний вид БМ — деревина, оскільки ліса займають 30,3% території

країни. Повна утилізація цього потенціалу дозволила б покрити до 9% ЗВПЕ. За прогнозами, виробництво енергії з БМ збільшиться до 26,1 ПДж/год у 2005–2020 рр. і до 31,0 ПДж у 2020–2050 рр.

Уряд Литви підтримує і стимулює розвиток біоенергетичних технологій та інших ПДЕ. Пріоритетне використання БМ в енергетичних цілях зафіксовано в Національній енергетичній стратегії і в Національній програмі з енергозбереження [17].

#### **Україна**

Україна є лідером нераціонального споживання енергоресурсів Європи. За підсумками 2007 року, енергоємність ВВП в Україні складає 0,8 кг умовного палива на 1 дол. Цей показник сьогодні найбільший серед країн Європи. Зокрема, в Польщі енергоємність ВВП складає 0,34 кг у.п./ дол.; Угорщині — 0,30; Німеччині — 0,26; Великобританії — 0,23; Росії — 0,7; Білорусії — 0,5. До речі, 0,8 кг у.п. щонайменше коштує 0,15 дол. Таке енергонеефективне використання призводить до послаблення конкурентоздатності української економіки, до зростання цін на вітчизняні товари.

Україна має чималий потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії, — 10,6 млн т у.п. (без частки БМ, яка використовується іншими секторами економіки), що складає близько 5,3% ЗВПЕ [18]. Серед чинників, які можуть збільшити кількість БМ, доступної для енергетичного використання в найближчому майбутньому, слід відзначити підвищення врожайності зернових культур (і, відповідно, загального збору соломи) та зниження частки соломи, яка використовується як грубий корм та підстилка. За попередніми оцінками, дія цих чинників призведе до подвоєння кількості БМ, доступної для енергетичного використання. Крім того, для України з її значним обсягом сільськогосподарських земель дуже перспективним є створення спеціальних енергетичних плантацій швидкого обороту (верба, тополя, мискантус й ін.) Утилізація БМ, яка спеціально вирощуватиметься на невживаних або неефективно використовуваних зараз землях, збільшить частку БМ в енергетичному балансі країни до 20–25%.

#### **Економічні моделі поновлюваних джерел електроенергії**

До тих пір, поки використання ПДЕ вимагатиме великих сукупних витрат більших, ніж у вугільній або газовій енергетиці, жодні заклики думати про майбутнє не допоможуть, і обсяг використання ВІЕ буде невеликим. В енергетиці поки що не вдалося досягнути конкурентоздатності енергоджерел на ПДЕ. Однак має бути оцінений вторинний, насамперед екологічний ефект від їх використання, і на

державному рівні створений механізм примусу та стимулювання використання ВЕР (вторинні енергетичні ресурси).

**У світі найбільш розвинені 3 моделі.**

**Перша модель** — квотування і перехресне субсидування в електроенергетиці. Встановлюються обов'язкові квоти на закупку електроенергії, виробленої з використанням ВЕР, за ціною, що перевищує ринкову ціну.

**Друга модель** — податки на викиди. У багатьох країнах запровадженні вельми значні податки на викиди в атмосферу вуглекислого газу, що утворюється при згоранні викопного палива, або податки на використовуване органічне паливо. Отримані кошти витрачаються на збільшення використання ВЕР.

У глобальному плані подібна схема застосовується в механізмах, прийнятих країнами учасниками Кіотського протоколу, включаючи торгівлю квотами на викиди парникових газів.

**Третя модель** — звичні для нас обов'язкові до виконання вимоги — найпростіша. Найбільш жорсткі вимоги до будівель, що будуються за рахунок бюджетних коштів, менші до приватних забудов. Найбільш поширена вимога — обов'язкова установка сонячного колектора на всіх нових будівлях для забезпечення гарячою водою.

**Геотермальні ресурси**

Джерела геотермальної енергії за класифікацією Міжнародного енергетичного агентства поділяються на 5 типів.

1. Родовища геотермальної сухої пари. Вони порівняно легко розробляються, але досить рідкісні. Проте половина тих, що діють у світі ГеоТес (геотермальна електростанція), використовує тепло цих джерел.

2. Джерела вологої пари (суміші гарячої води і пари). Вони зустрічаються частіше. При їх освоєнні доводиться вирішувати питання запобігання корозії устаткування ГеоТес і забруднення довкілля (видалення конденсату через його високу засоленість).

3. Родовища геотермальної води (містять гарячу воду або пару і воду). Вони є так званими геотермальними резервуарами, які утворюються в результаті наповнення підземних порожнин водою атмосферних опадів, що нагрівається магмою.

4. Сухі гарячі скальні породи, розігріті магмою (на глибині 2 км і більш). Їх запаси енергії найбільші.

5. Магма – це нагріті до 1300 °С розплавлені гірські породи.

Геотермальні ресурси — це теплова енергія твердої, рідкої і газоподібної фаз земної кори, яка може ефективно видобуватись і використовуватись. Досвід, накопичений різними країнами, в основному стосується використання природної пари і термальних вод

(парогідротерм), які залишаються допоки найбільш реальною базою геотермальної енергетики. Проте її розвиток у майбутньому можливий лише при освоєнні петрогеотермальних ресурсів, тобто теплової енергії гарячих гірських порід, температура яких на глибині 3–5 км зазвичай перевищує 100 °С.

Загальний вихід тепла з надр Землі на її поверхню втричі підвищує сучасну потужність енергоустановок світу й оцінюється в 30 ТВт. При цьому середня щільність глибинного теплового потоку складає всього 0,06 Вт/м<sup>2</sup>, що приблизно в 3500 разів менше середньої щільності сонячного випромінювання. Загальна кількість земного тепла в паливному еквіваленті складає приблизно 4,5/108 трлн т.у.п. Проте в більшій частині регіонів світу людиною може використовуватися лише дуже невелика частина енергії, накопичена в 5-кілометровому шарі земної кори. До того ж, з технічного й економічного погляду, земне тепло можна освоювати лише в декількох регіонах із сприятливими геологічними умовами.

#### **Використання геотермального тепла**

Геотермальне тепло можна утилізувати або «безпосередньо», або перетворювати його в електроенергію, якщо температура теплоносія досягає більше 150° С.

Безпосередньо геотермальне тепло, залежно від температури, може використовуватися для опалювання будівель, теплиць, басейнів, сушки сільськогосподарських і рибопродуктів, випаровування розчинів, вирощування риби, грибів і так далі.

Останніми роками в багатьох країнах почали застосовувати теплові насоси, в яких використовується низькопотенційна тепла енергія з температурою 4–6°С і вище. Джерелом такої енергії може бути тепло як природного походження (зовнішнє повітря; тепло ґрунтових, артезіанських і термальних вод; води річок, озер, моря та інших незамерзаючих природних водоймищ), так і тепло техногенного походження (промислові викиди, очисні споруди, тепло силових трансформаторів і будь-яке інше тепло).

Сьогодні вже у 80 країнах світу тією або іншою мірою використовується геотермальне тепло. У більшій частині цих країн, а саме в 70 з них, утилізація цього природного тепла досягла рівня будівництва теплиць, басейнів, використання в лікувальних цілях, у той час як ГеоТес є в десяти країнах. Потужність геотермальних електростанцій зросла з 678 МВт у 1970 р. до 8000 МВт у 2000 р. У цьому напрямі попереду такі країни: США — 2228 МВт, Філіппіни — 1909 МВт, Італія — 785 МВт, Мексика — 755 МВт, Індонезія — 589 МВт. Ісландія практично повністю забезпечує себе електричною і тепловою енергією за рахунок

геотермальної і гідроенергії. Середньорічне зростання потужності ГеоТес упродовж останніх 30 років склало 8,6%. Встановлена потужність геотермальних теплових установок за останні двадцять років зросла з 1950 до 17175 МВт.

#### **Геотермальні теплові насоси**

Геотермальні теплові насоси використовуються головним чином для опалювання. Вони поширені в Північній Америці, в Північній Європі, Швейцарії (до 80% будинків обладнано геотермальними тепловими насосами).

Це пов'язано з високими тарифами на газ і дешевою електричною енергією. Сонячна енергія Землі розподіляється таким чином:

Геотермальний тепловий насос використовує природне тепло, що зберігається в землі і в підземних водах та використовується як для ефективного опалювання, так і гарячого водопостачання.

Теплова насосна установка (ТНУ) — універсальний прилад, що дозволяє використовувати поновлювану низькопотенційну енергію для нагріву води й опалювання. 80% тепла, що подається, насос «викачує» з довкілля. ТНУ ефективні при організації теплопостачання як великих міських комплексів, так і котеджних містечок, об'єктів, розташованих далеко від комунікацій.

У програмах енергозбереження розвинених країн істотне місце посідають теплові насоси, що пов'язано з їх високою ефективністю, екологічною чистотою і надійністю. Нині в світі працює близько 15 млн теплових насосів потужністю від декількох кВт до десятків МВт. За прогнозами Світового енергетичного комітету, до 2020 року 75% теплопостачань у розвинених країнах забезпечуватиметься за допомогою теплових насосів. Найширше вони застосовуються в США, Японії, Канаді, країнах Скандинавії.

Американські будівельні норми теплокористування посприяли тому, що понад 30% житлових будівель обладнано тепловими насосами. У Стокгольмі на теплових ресурсах вод Балтійського моря працює найбільша теплонасосна станція потужністю 320 МВт. В Україні, на жаль, теплові насоси широкого поширення ще не набули, і працює їх не більше 100, сумарною потужністю близько 60 МВт.

Енергетична доцільність використання теплових насосів як енергоджерела переконливо доведена науковими дослідженнями і досвідом експлуатації мільйонів ТНУ в промислово розвинених країнах.

Сьогодні у світі успішно експлуатуються більше 130 млн теплонасосних установок різного функціонального призначення. Загальний обсяг продажу за кордоном ТН складає 125 млрд дол., перевершуючи світовий продаж озброєння у 3 рази.

Згідно з даними Міжнародного Енергетичного Агентства (ІЕА), до 2020 р. у розвинених країнах світу частка опалення і гарячого водопостачання за допомогою теплових насосів повинна скласти 75 %.

Сьогодні теплові насоси, завдяки можливості «черпати» поновлювану енергію з довкілля, є найбільш перспективними серед джерел «нетрадиційної енергетики» саме з погляду розв'язання проблем енергозбереження.

У США і Японії для опалення і літнього кондиціонування повітря набули поширення реверсивні ТНУ класу «повітря-повітря». До 2000 р. у США дослідженнями і виробництвом теплових насосів займалося більше п'ятдесяти великих фірм, загальна кількість працюючих на яких до 2003 року перевищила 25 млн чол. У США існує стабільний приріст продаж теплонасосних установок упродовж більш ніж 20 років.

У Японії щороку виробляється і продається до 500 тисяч ТНУ різного функціонального призначення, і близько 5 млн теплонасосних систем є основним устаткуванням у забезпеченні теплом житлового фонду.

У Європі 77 % встановлених теплових насосів використовують повітря як джерело тепла, хоча в Швеції, Швейцарії і Австрії переважають ґрунтові теплові насоси.

У Норвегії на кінець 90-х років в експлуатації перебувало 27200 теплонасосних установок, з них 67 % використовували як джерело тепла довколишнє повітря, 12 % — відпрацьоване вентиляційне повітря, 19% — воду і ґрунт.

У Китаї попит на виробництво реверсивних теплових насосів з 500 тис. у 1989 році досяг у 2003 році 18 млн, випередивши Японію більш ніж у 2 рази.

Найбільші ТНУ експлуатуються в Швеції і в країнах Скандинавії. З 110 тис. теплонасосних станцій, що працювали в Швеції в 2000 році, близько ста мали потужність 100 МВт і більше, а найпотужніша у світі ТНС (потужністю 320 МВт) успішно працює в Стокгольмі, використовуючи як низькотемпературне джерело тепло морської води.

У Німеччині до 1998 року було виготовлено для систем опалення і гарячого водопостачання більше 500 ТНУ великої потужності з приводом компресорів від дизельних і газових двигунів і з утилізацією тепла вихлопних газів.

Теплонасосні установки (ТНУ) — єдині установки, які виробляють у 3-7 разів більше теплової енергії, ніж споживають електричної на привід компресора і тому є найбільш ефективними джерелами високопотенційного тепла, при цьому робота ТНУ забезпечує 60-80% зниження витрат дефіцитного органічного палива на існуючих котельнях.



Термін окупності систем, побудованих на основі ТНУ, від 2-х до 5-ти років.

Розвиток й удосконалення теплових насосних установок, постійно зростаючий попит на них зумовили використання їх багатьма високорозвиненими країнами світу (США, Японія, Швеція, Німеччина, Фінляндія) як основного джерела в системах опалення і гарячого водопостачання житлових, громадських і виробничих приміщень, при утилізації низькопотенційного тепла в промисловості, житлово-комунальному господарстві, сільському господарстві.

За останні два десятиліття масштаби використання ТНУ у світі приголомшують: у Японії щороку виробляється близько 3 млн, в США — близько 1 млн теплових насосів, у Швеції — 50% всього опалення забезпечується тепловими насосами. Як свідчить світовий досвід, ТНУ інтенсивно витісняють традиційні схеми теплопостачання, засновані на спалюванні органічного палива.

Згідно з прогнозом СВЕК (Світового енергетичного комітету), до 2020 р. у розвинених країнах 75% теплопостачань (комунального і промислового) здійснюватиметься за допомогою теплових насосів.

#### **Використання теплонасосних технологій в Україні**

**В** Україні, на жаль, сьогодні важко назвати який-небудь інший напрям розвитку нової техніки і технології, який би перебував у такій разючій суперечності як зі своїми потенційними можливостями, так і з рівнем розвитку в інших країнах світу. Якщо в розвинених країнах рахунок працюючих ТНУ різного функціонального напрямку ведеться на мільйони або сотні тисяч одиниць, то в Україні працюють одиничні установки, створені, в основному, на елементній базі холодильного устаткування, що завозиться з країн Західної Європи спеціалізованими фірмами виробниками.

Разюче відставання України від країн, що успішно використовують теплонасосну технологію, можна пояснити як об'єктивними чинниками — розвиток енергетики в державі здійснювався в основному по шляху централізованого теплопостачання і теплофікації, так і суб'єктивними — недостатньою увагою конкретних підприємств до економії паливно-енергетичних ресурсів. Крім того, відсутні демонстраційний парк працюючих ТНУ різного функціонального призначення, їх реклама, державна підтримка при розробці, дослідженнях і впровадженні даного устаткування. Наприклад, на державному рівні повинно вирішуватися питання про створення у вітчизняного споживача зацікавленості використовувати замість традиційного індивідуального опалення

ефективніше енергозберігаюче, хоча і відносно дорожче на базі теплонасосної технології.

Згідно з «Концепцією розвитку паливно-енергетичного комплексу України на 2006–2030 роки» передбачається збільшення обсягу виробництва теплової енергії (за рахунок термотрансформаторів, теплових насосів) з 1,7 млн. Гкал/год. у 2005 р. до 180 млн Гкал/год у 2030 р., тобто більше ніж у 100 разів.

Упровадження теплонасосних технологій у всіх країнах світу відбувалося і відбувається за істотної державної підтримки у вигляді двоставочного тарифу на купівлю електроенергії, субсидій покупцям ТНУ техніки, субсидій і грантів виробникам теплонасосного устаткування і надання фірмам, які впроваджують теплонасосну технологію, податкових або кредитних пільг. В Україні ж створення і впровадження ТНУ базується в основному на ентузіазмі виконавців.

#### **Перспектива впровадження ТНУ в Україні**

Аналіз ситуації в економіці України в цілому і в ЖКХ зокрема свідчить про колосальні невикористані потенційні можливості збереження органічного палива і зниження забруднення довкілля продуктами згорання і низькотемпературними технологічними викидами при впровадженні теплонасосних установок різного функціонального призначення там, де це впровадження доцільне. Сферами найбільш раціонального впровадження є:

- використання ТН у житлово-комунальному секторі для гарячого водопостачання й опалення будівель;
- використання ТН у системах оптимального мікроклімату громадських будівель, спортивних і кіноконцертних комплексів, де разом із розв'язанням проблем термостатування й утилізації тепла скидних повітряних і водяних потоків створюються умови, що виключають конденсацію вологи на металевих і залізобетонних будівельних конструкціях, яка провокує їх корозію і руйнування;
- використання ТН у різних технологічних процесах промисловості й сільському господарстві.

#### **Перспективи поновлюваної енергетики**

Останніми роками тенденція до зростання використання поновлюваних джерел енергії (ПДЕ) стає очевидною. Проблеми розвитку ВІЕ обговорюються на найвищому рівні. Так, під час зустрічі на Окінаві (червень 2000 р.) глави восьми держав обговорили глобальні проблеми розвитку світової спільноти і серед них проблему ролі й місця поновлюваних джерел енергії. Було ухвалено рішення утворити робочу групу для вироблення рекомендацій по значному розгортанню ринків

поновлюваної енергетики. Практично у всіх розвинених країнах формуються і реалізуються програми розвитку ПДЕ.

До останнього часу в розвитку енергетики простежувалася чітка закономірність: розвиток отримували ті напрями енергетики, які забезпечували швидкий прямий економічний ефект. Пов'язані з цими напрямками, соціальні й екологічні наслідки розглядалися лише як супутні, а їх вплив на ухвалення рішень був незначним.

При такому підході ПДЕ розглядалися лише як енергоресурси майбутнього, на випадок вичерпання традиційних джерел енергії або коли їх видобуток стане надзвичайно дорогим і трудомістким. Оскільки це майбутнє було досить віддаленим (та і зараз говорити серйозно про виснаження потенціалу традиційних енергоресурсів можна лише умовно), то використання ПДЕ є хай і досить цікавим, але в сучасних умовах швидше екзотичним, ніж практичним завданням.

Ситуацію різко змінило усвідомлення людством екологічних проблем. Швидке експоненціальне зростання негативного антропогенного впливу на довкілля веде до істотного погіршення екологічних умов існування людини. Підтримка цього середовища у нормальному стані і можливість його збереження стає однією з пріоритетних цілей життєдіяльності суспільства. У цих умовах колишні, вузько економічні оцінки різних напрямів техніки, технології, господарювання, стають явно недостатніми, адже вони не враховують соціальні й екологічні аспекти.

Економічний потенціал поновлюваних джерел енергії у світі сьогодні оцінюється в 20 млрд т. у.п. щорічно, що вдвічі перевищує об'єм річного видобутку всіх видів викопного палива. І ця обставина визначає шлях розвитку енергетики на найближче майбутнє.

Основна перевага поновлюваних джерел енергії — невичерпність і екологічна чистота. Їх використання не змінює енергетичний баланс планети. Ці якості й послужили причиною бурхливого розвитку поновлюваної енергетики за кордоном і вельми оптимістичних прогнозів щодо її розвитку на найближче десятиліття.

За оцінкою Американського товариства інженерів-електриків, якщо в 1980 р. частка електроенергії, яка вироблялась на ПДЕ у світі складала 1%, то у 2005 р. вона досягла 5%, до 2020 — 13% і до 2060 р. — 33%. За даними Міністерства енергетики США, у цій країні до 2020 р. обсяг виробництва електроенергії на базі ПДЕ може зрости з 11 до 22%. У країнах Європейського Союзу планується збільшення частки її використання для виробництва теплової й електричної енергії з 6% (1996) до 12% (2010). Ситуація в країнах ЄС різна. І якщо в Данії частка використання ПДЕ в 2000 р. досягла 10%, то Нідерланди планують

збільшити частку ПДЕ з 3% в 2000 р. до 10% в 2020 р. Основний результат у загальній картині визначає Німеччина, де планується збільшити частку ПДЕ з 5,9% в 2000 р. до 12% в 2010 р. в основному за рахунок енергії вітру, сонця і біомаси.

Можна виділити п'ять основних причин, що зумовили розвиток ПДЕ:

- забезпечення енергетичної безпеки;
- збереження довкілля і забезпечення екологічної безпеки;
- завоювання світових ринків ВІЕ, особливо в країнах, що розвиваються;
- збереження запасів власних енергоресурсів для майбутніх поколінь;
- збільшення використання сировини для неенергетичного використання палива.

Масштаби зростання використання ВІЕ у світі на найближчих 10 років наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

**Прогноз зростання встановленої потужності устаткування поновлюваної енергетики у світі, ГВт**

Вид устаткування або технології	2000 г.	2010 г.
Фотоелектрика	0,938 (0,26)	9,2 (1,7)
Вітроустановки, підключені до мережі	14	74
Малі ГЕС	70	175
Електростанції на біомасі	18	92
Сонячні термодинамічні станції	0,2	10
Геотермальні станції	I	20,7
	II	32,25
<b>РАЗОМ</b>	111,1	380,9 - 392,45
Геотермальні теплові станції і установки, ГВт	I	44,55
	II	69,50
Сонячні колектори і системи	ГВт	55
	млн м <sup>2</sup>	300

**Висновок**

Світовий досвід показує, що в сучасних умовах ефективна лише та економіка, яка в змозі забезпечити стійкий розвиток. Енергетичний комплекс, як основа будь-якої господарської діяльності, вимагає особливої уваги і підходу. Будь-які програми й технології в цій галузі розробляються набагато довше, а впровадження є масштабнішим.

Практично всі країни ЄС і США, що досягли значного розвитку біоенергетики, здійснюють низку заходів державного регулювання цієї галузі: державні програми, різні види податків на викопні види палива, різні схеми субсидування виробництва електроенергії з БМ і прямих інвестиційних витрат.

Україні необхідно створити законодавчу базу для розвитку біоенергетики і розробити механізми її фінансової підтримки й стимулювання. Це дозволить реалізувати наявний в Україні чималий потенціал біомаси, доступний для отримання енергії, — більше 10 млн т у.п., що може забезпечити більше 5% загальної потреби в первинній енергії, а також дасть значний екологічний і соціальний ефект.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. *Hein D.W.* Biomass energy in Austria. Activities, Policy and Success // Proc. of 1<sup>st</sup> World Conference on Biomass for Energy and Industry. 5–9 June 2000. – Sevilla Spain, p. 1230–1233.
2. *Helynen S. Hakila P., Nousiainen I.* Wood Energy 1993–2003 – a New National Energy Technology Programme in Finland // Proc. of 1<sup>st</sup> World Conference on Biomass for Energy and Industry. 5–9 June 2000, Sevilla, Spain. – P. 597–600.
3. *Toivonen R. Toivonen E., Tahvanainen L.* Potential for Bioenergy Use in Municipal Heating Production // Proc. of 10<sup>th</sup> European Conference on Biomass for Energy and Industry. – 8–11 June 1998, Wurzburg, Germany. – P. 1227–1230.
4. *Serup H., Falster H., Gamborg Ch. And others.* Wood for energy production. Nechnijjgy – Environment – Economy. – Virum : Trojborg Bogtryk, 1999. –69 p.
5. *Hulberg S.* Bioenergy Policy in Nordic Countries // Proc. of the 9<sup>th</sup> European Bioenergy Conference on Biomass for Energy and the Environment 24–27 June 1996, Copenhagen, Denmark. –P. 9–24.
6. *Asplund D.* The Bioenergy Utilisation potential in the Nordic Countries // Proc. Of 1<sup>st</sup> World Conference on Biomass for Energy and Industry. –5–9 June 2000, Sevilla, Spain. –P. 1220–1225
7. *Gustavson L., Tulin C., Wrangle I.* Small-Scale Biomass Combustion in Sweden – Research towards a Sustainable Society // Proc. of 1<sup>st</sup> World Conference on Biomass for Energy and Industry. –5–9 June 2000, Sevilla, Spain. –P. 1553–1555.
8. *Mez L.* Political, Economic and Legal Frame Conditional for Renewable Energy in Germany // Proc. of 7<sup>th</sup> Polish-Danish Workshop on Biomass for Energy. – 7–10 December 2000, Starbienino, Poland. –P. 105–106.
9. *Chum H. L.* Overview of Policies and Strategies for Biomass and Bioenergy in the United States // Proc. of 1<sup>st</sup> World Conference on Biomass for Energy and Industry. –5–9 June 2000, Sevilla, Spain. –P. 1248–1252.
10. *Asplund D.* The Bioenergy Utilisation Potential in the Nordic Countries // Proc. of 1<sup>st</sup> World Conference on Biomass for Energy and Industry. –5–9 June 2000, Sevilla, Spain. –P. 1220–1225.

11. *Kwant K.W. Dijk G.J.* Policy, Strategy and Implementation of Bioenergy in the Netherlands // Proc. of 2<sup>nd</sup> World Conference on Biomass for Energy and Industry. –5-9 June 2000, Sevilla, Spain–P. 1217–1719.
12. *Wach E.* Combined Heat and Power Production from Biofuels in the Pomeranian region // Proc. of 7<sup>th</sup> Polish-Danish Workshop on Biomass for Energy. – 7–10 December 2000, Starbienino, Poland. – P. 179–184.
13. *Wisniewski G.* Development Strategy of Renewable Energy Sector // Proc. of 7<sup>th</sup> Polish-Danish Workshop on Biomass for Energy. – 7–10 December 2000, Starbienino, Poland. – P. 195–205.
14. *Bauen A.* Gasification-based Biomass Fuel Cycles : an Economic and Environment Analysis // Proc. of 1<sup>st</sup> World Conference on Biomass for Energy and Industry. – 5–9 June 2000, Sevilla. – P. 143–146.
15. *Rafaj P. et al.* Energy Sector of Slovakia. – Bratislava : OPET, 108 p.
16. *Shipkova P., Kashkarova G., Purina I.* Development of Bioenergy Utilization in Latvia // Proc. of 10<sup>th</sup> European Conference on Biomass for Energy and Industry. 8-11 1998. – Wurzburg, Germany. – P. 1219–1222.
17. *Jasinskas A., Vrubliauskas S.* Biomass Resources and Perspectives of Energy Production from Biomass in Lithuania // Proc. Of 7<sup>th</sup> Polish-Danish Workshop on Biomass for Energy. – 7–10 December 2000. Starbienino, Poland. – P. 63–70.
18. *Гелетуха Г. Г., Железная Т.А., Тишаев С.В., Кобзарь С.Г.* Развитие биоэнергетических технологий в Украине // Экологические и ресурсосбережение. – 2002. – № 3. – С.3–11.
19. *Соколов Е.Я., Бродянский В.М.* Энергетические основы трансформации тепла и процессы охлаждения. – Москва. – 1968. – С. 327.
20. *Curtis R., Lund., Sanner B., Rybach L., Hollstrom G.* Ground source heat pumps – geothermal energy for anyone, anywhere: current worldwide activity // Proceedings World Geothermal Congress 2005. – Antalya, Turkey. – 2005.
21. *Lerrell R. E.* Performance and analysis of «series» heat pump-assisted solar heated residence in Madison // Wisconsin. Solar energy. – 1979. – Vol. 23. – No. 5. – P. 451–453.
22. *Corman Y.C., Mc.Gowan K.G., Peter W.D.* Solar augmented home heating heat pump systems. // 9-th Intersoc. Energy Convers. Eng. Convers. – San-Francisco, California. – 1974. – New-York. – 1974. – P. 334–340.