

УДК 016: 620.92

В. А. МАЛЯРЕНКО, д-р техн. наук, професор

І. К. ГАЛЕТИЧ, канд. фіз.-мат. наук, доцент

Ю. І. ВЕРГЕЛЕС, ст. викладач

Харківська національна академія міського господарства, м. Харків

ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ: СУЧАСНИЙ СТАН, ТЕНДЕНЦІЇ, ПЕРСПЕКТИВИ

Исследована и проанализирована современная ситуация использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в Харьковской области на фоне современных мировых и общенациональных тенденций. Энергетические потребности области в настоящее время удовлетворяются за счёт природного газа собственной добычи и импортированного (почти 95 % в производстве энергии). Показано, что наибольший потенциал для замещения около 50 % потребления природного газа в Харьковской области имеют энергия биомассы и низко-потенциальная энергия сточных вод.

Досліджено та проаналізовано сучасну ситуацію з використанням відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) у Харківській області на тлі світових та загальнонаціональних тенденцій. Енергетичні потреби області в теперішній час задовольняються за рахунок природного газу власного видобування та імпортованого газу (майже 95 % у виробництві енергії). Показано, що найбільший потенціал для заміщення понад 50 % споживання природного газу в Харківській області мають енергія біомаси та низько-потенціальна енергія стічних вод.

Вступ

Проблема ефективного використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в світі і в Україні є нагальною і значущою з точки зору гармонійного економічного і соціального розвитку суспільства і збереження довкілля. У теперішній час в багатьох країнах світу концепції розвитку передбачають значне збільшення частки ВДЕ в енергетичному балансі. Широко використовуються такі альтернативні джерела енергії, як сонячні термічні та електричні системи, вітряні генератори, енергетичні системи для використання можливостей біомаси різного походження, вироблення біогазу зі звалищ побутових відходів, геотермальні установки та ін. В декількох країнах частка альтернативних джерел енергії в енергетичному балансі сягає 70 % (Ісландія), а в більшості європейських країн дорівнює в середньому 15–20 %.

Рішенням Європейської комісії всі країни ЄС мають досягнути рівня

20 % до 2020 року.

Останнім часом Європейський Союз виступив з ініціативою прискорення розвитку ВДЕ та прийняв низку обов'язкових до виконання рішень з цього питання. Україні, яка має багато проблем з енергозабезпечення та бажає у майбутньому стати членом європейської спільноти, також потрібно будувати свою енергетичну політику з врахуванням цього перспективного напрямку.

На жаль в Україні, що має глибокий дефіцит енергоносіїв, рівень використання альтернативних джерел енергії в енергетичному балансі країни ледве сягає 3 %. В той же час наша країна має величезні можливості для різкого підвищення долі альтернативних джерел енергії [1, 3].

Основна частина

На даний час на відновлювані джерела енергії (ВДЕ) припадає близько 14 % у світовому споживанні первинної енергії, з них на спалювані види і відходи біомаси припадає 11 %, гідроенергію – 2,3 %, енергію вітру – 0,026 %, сонячну енергію – 0,039 %, геотермальну енергію 0,442 %.

Частка відновлюваної енергії у виробництві електроенергії досягає 18 %, тепла – майже 26 %. Тобто ВДЕ у світовому забезпеченні електроенергією і теплом вже вийшли на той рівень,

який дозволяє надіятись на ефективне вирішення енергетичних проблем у майбутньому. У більшості розвинених країн, зокрема у США, Німеччині, Іспанії, Швеції, Данії, Японії, планують довести частку відновлюваних джерел енергії в загальному енергобалансі до 20–50 % [9]. Європейська комісія вважає, що у 2020 р. в Європі п'ята частина енергії вироблятиметься з екологічно безпечних джерел [3, 10].

Минулого року у нові потужності ВДЕ у світі було інвестовано понад 71 млрд. доларів США (не рахуючи великої гідроенергетики), з них 47 % – у вітроенергетику, 30 % – на фотоелектрику. До цього треба додати 10 млрд. доларів США інвестицій у нові фотоелектричні виробничі потужності, понад 4 млрд – у нові заводи з виробництва біопалива та 16 млрд доларів у дослідження і розробки [9].

До країн, які найбільш інтенсивно розвивають технології і ринки ВДЕ, слід віднести: США, країни ЄС (в першу чергу, Швецію, Австрію, Фінляндію, Німеччину, Португалію, Іспанію), Японію, Китай. Останнім часом активізувалися в цьому напрямі Бразилія і Індія. Зростає вартість акцій компаній, які займаються ВДЕ. Все це дасть можливість пришвидшити розвиток технологій та їх впровадження у промислове виробництво.

Різні країни і регіони надають перевагу різним видам ВДЕ, адаптуючи їх використання до місцевих умов. Найбільш динамічно розвиваються такі види ВДЕ як: вітроенергетика, біоенергетика, сонячна енергетика та використання низько-потенційної енергії із застосуванням теплових насосів.

Оскільки відновлювані джерела енергії в своїй більшості поки що не можуть на рівних конкурувати з традиційними джерелами, їх розвиток підтримується різними засобами на державному рівні. У світі існують різні моделі державної підтримки ВДЕ, основні з яких засновані на використанні квот на використання ВДЕ (британська система) та на використанні дотацій проектів ВДЕ і тарифній політиці (німецька система). Враховуючи тенденції до зменшення вартості ВДЕ, а також зростання ціни енергії традиційних джерел, державна підтримка буде носити тимчасовий характер.

Разом з іншими, перевагами ВДЕ є відносно малі терміни введення в експлуатацію, можливість поблочного нарощування потужностей з близькими до традиційної енергетики термінами окупності (в середньому 8–10 років). Завдяки цьому, необхідний рівень інвестицій є доступним не тільки для великого, але і для середнього бізнесу.

Як показує світовий досвід, увага державних інституцій до проблем розвитку ВДЕ, а головне практичні дії в цьому напрямку дають досить серйозні результати. Цифрові показники, на які спочатку орієнтувались країни, зростають.

Так, у Китаї, де у 2000 році планували досягти 3 % ВДЕ у балансі до 2020 р., тепер мова йде вже про 17 %. Каліфорнія три роки тому мала 10 %, а тепер 33 %, Німеччина планувала досягти 20 % ВДЕ до 2020 року, тепер планує це зробити до 2012 р., приклад активізації розвитку ВДЕ подає ЄС. На самміті ЄС 9 березня 2007 року було схвалено план створення нової Енергетичної політики для Європи. Головною метою, окресленою у затвердженому документі ЄС, стало збільшення виробництва енергії з ВДЕ до 20 % на 2020 рік [8, 9].

Нова Директива ЄС, запропонована Європейською Комісією 23 січня 2008 р., присвячена саме ВДЕ. Цілі досягнення 20 % ВДЕ стали обов'язковими. Для їх виконання зроблено розподіл між країнами ЄС квот обов'язкового використання ВДЕ в залежності від стартових умов та економічного розвитку. Гнучкий механізм досягнення визначених цілей дозволяє використовувати потенціал інших країн учасників, якщо там відновлювана енергія виробляється за нижчими цінами.

Україна має значний потенціал для розвитку відновлюваної енергетики. Те ж можна сказати відносно інших альтернативних традиційних джерел енергії – таких, як шахтний метан, торф, буре вугілля, скидний потенціал побутових і промислових стоків та ін.

В Україні загальний річний технічно досяжний енергетичний потенціал альтернативних джерел енергії в перерахунку на умовне паливо становить близько 63 млн т.

Частка енергії добутої за рахунок альтернативних джерел становить сьогодні близько

3 %. Згідно з українською енергетичною стратегією до 2030 р. частка альтернативної енергетики на загальному енергобалансі країни становитиме 20 % [3].

Найбільш ефективними напрямками відновлюваної енергетики в Україні є вітроенергетика, сонячна енергетика, біоенергетика, гідроенергетика, геотермальна енергетика (табл. 1).

Таблиця 1

Коротка характеристика технологій відновлюваних джерел енергії в Україні [1, 3]

Технологія	Енергетичний продукт	Статус в Україні
Біомаса		
Спалювання	Теплота /електроенергія (ТЕЦ)	Використовується для приготування їжі та опалення у житловому та комерційному секторах, для виробництва тепла та пари у промисловості та централізованого тепlopостачання. Виробництво електроенергії є незначним (ТЕЦ). Більше 1000 котлів на деревині працюють в лісовій та деревообробній промисловості.
Газифікація: виробництво електроенергії / палива	електроенергія, теплота (ТЕЦ) / вуглеводні, метанол, H ₂	Науково-дослідницькі та дослідницько-конструкторські розробки (НДДКР)
Гідроліз та ферментація	Етанол	НДДКР та демонстрація; деяке промислове виробництво
Піроліз / виробництво рідких та твердих палив	Біопалива / деревне вугілля	НДДКР
Видобуток та дегазація	Біодизель/ біогаз	НДДКР, декілька пілотних проектів. Одна діюча велика ТЕЦ на біогазі
Вітер		
Вітрові турбіни	Електроенергія	70 МВт встановленої електричної потужності
Вітряні млини	Переміщення, енергія	Використовується в сільському господарстві
Гідро		
Гідроелектростанції	Електроенергія	Великі з потужністю: 4,600 МВт; малі: менше ніж 100 МВт
Геотермальні джерела		
Геотермальна енергія /теплові станції	теплота, пара, електроенергія	13 МВт встановленої теплової потужності
Сонце		
Фотоелектричні елементи	Електроенергія	Виробництво ФЕ панелей та систем, переважно на експорт
Концентрація сонячної енергії	Електроенергія	немає в наявності
Сонячне опалення та кондиціонування	Теплота, пара, холод	Виробництво сонячних колекторів для домашнього застосування
Застосування низькотемпературної сонячної енергії	Теплота	Використовується для нагріву води та опалення приміщень, сушка, приготування їжі.

Прогнозні показники розвитку використання нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії за основними напрямками освоєння показано на рис.1.

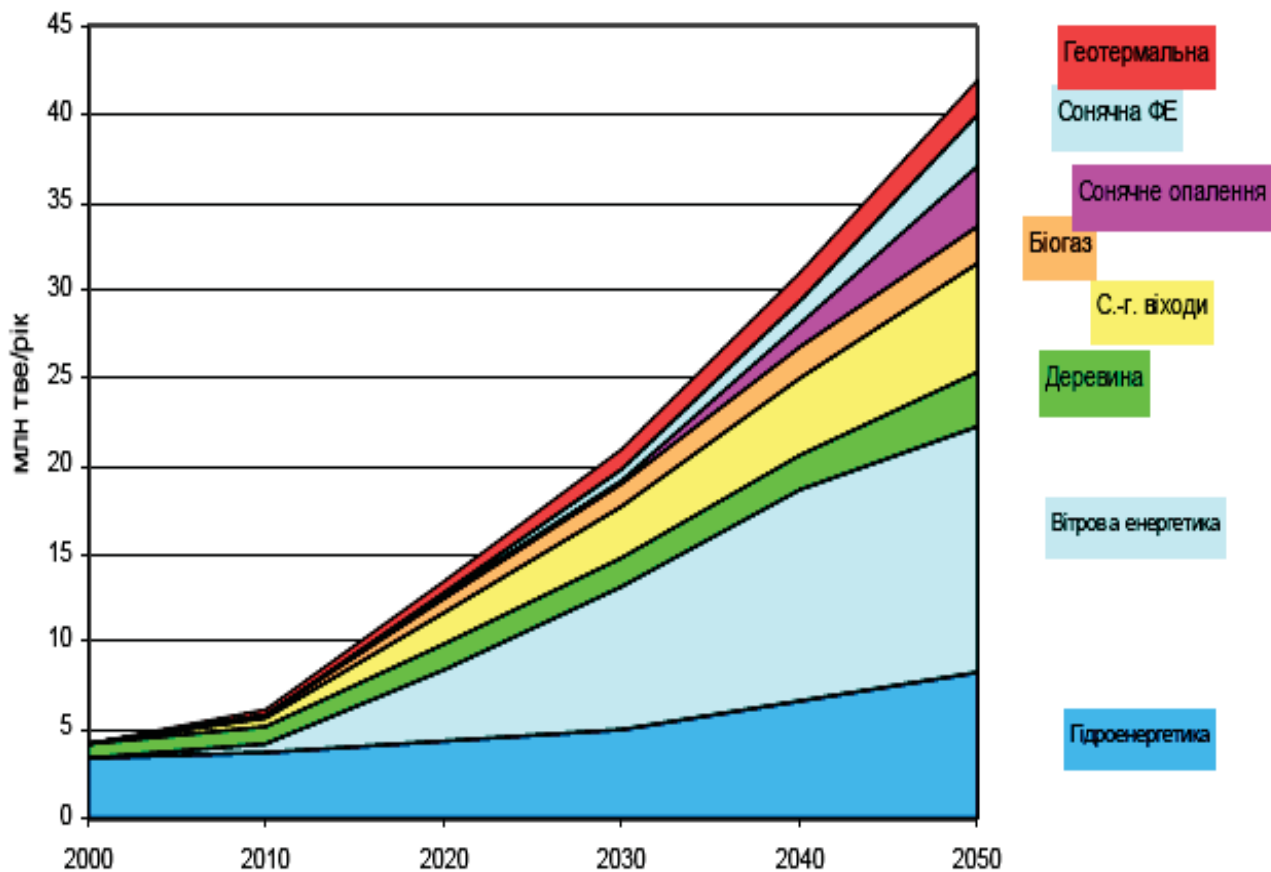


Рис. 1. Прогноз використання відновлюваних джерел енергії в Україні до 2050, млн т у. п. [1]

Можливості використання ВДЕ мають всі області країни (табл. 2), але не зважаючи на значну кількість прийнятих законів, програм, нормативних актів та інших документів, справа з впровадженням ВДЕ у країні йде занадто низькими темпами, вклад в енергетичний баланс країни є незначним [1, 5, 8].

Причин такого стану багато, головні з них це відсутність системи економічного стимулювання переходу до використання ВДЕ, декларативний характер нормативно-правових актів без конкретних механізмів впровадження, а також низька виконавча дисципліна.

Не можна сказати, що в країні нічого не робиться в цьому напрямі, але того, що робиться, не достатньо для компенсації негативних тенденцій таких, як світове зростання цін на енергоносії, збільшення рівня енергетичної залежності країни та забруднення навколишнього середовища.

Серед факторів сприяння розвитку ВДЕ в Україні можна назвати [2, 5]:

- зростання ціна на традиційні енергоносії;
- підвищення вимог екологічних норм і стандартів;
- можливості реалізації механізмів Кіотського протоколу для фінансування проєктів впровадження ВДЕ;

- покращення можливості входження до європейської спільноти;

- необхідність заміни зношених основних фондів.

Серед пріоритетних видів ВДЕ, які вже в дійсний час можуть успішно розвиватись, можна назвати біоенергетику, вітрову, малу гідроенергетику, сонячну та геотермальну.

Технічно досяжний енергетичний потенціал нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в перерахунку на умовне паливо (млн т у. п.) та обсяги заміщення паливно-енергетичних ресурсів

Області	Сонячна енергетика	Геотермальна енергетика	Мала гідроенергетика	Енергія біомаси	Теплова енергія стічних вод	Теплова енергія ґрунту та ґрунтових вод	Всього по областях	Споживання орг. палива (всього)	% заміщення орг. палива
АР Крим	0,39	0,68	0,05	0,59	0,16	0,35	2,22	2,19	101,2
Вінницька	0,25	0	0,09	1,08	0,08	0,42	1,91	7,78	24,8
Волинська	0,18	0	0,03	0,29	0,05	0,29	0,84	3,06	27,4
Дніпропетровська	0,32	0	0,03	1,90	0,59	1,36	4,20	27,02	15,5
Донецька	0,27	0	0,05	1,16	0,50	1,36	3,34	33,80	9,9
Житомирська	0,26	0	0,09	0,38	0,06	0,30	1,09	2,40	45,4
Закарпатська	0,13	7,40	1,05	0,21	0,05	0,45	9,29	1,18	79,6
Запорізька	0,28	0	0,03	1,13	0,19	0,34	1,97	14,57	13,5
Івано-Франківська	0,13	0,51	0,09	0,17	0,11	0,49	1,50	6,92	21,7
Київська	0,26	0	0,06	1,02	0,63	1,14	3,11	16,46	18,9
Кіровоградська	0,23	0	0,04	1,26	0,06	0,33	1,91	2,86	66,9
Луганська	0,27	0	0,10	1,11	0,16	0,93	2,57	10,63	24,2
Львівська	0,22	0,45	0,42	0,41	0,32	1,05	2,87	8,60	33,4
Миколаївська	0,26	0	0,04	0,97	0,08	0,30	1,65	5,22	31,6
Одеська	0,37	0	0,01	0,42	0,21	0,35	1,37	7,05	19,4
Полтавська	0,26	0,39	0,09	1,43	0,11	0,81	3,08	10,49	29,4
Рівненська	0,17	0	0,08	0,36	0,06	0,27	0,95	2,28	41,6
Сумська	0,22	0,96	0,08	0,79	0,06	0,40	2,50	5,12	48,8
Тернопільська	0,15	0	0,09	0,44	0,05	0,34	1,06	2,56	41,4
Харківська	0,29	0,37	0,06	1,69	0,35	1,07	3,82	15,30	25,0
Херсонська	0,31	0	0,01	1,09	0,06	0,23	1,69	3,46	48,9
Хмельницька	0,20	0	0,07	0,79	0,07	0,39	1,52	2,58	58,9
Черкаська	0,21	0	0,09	0,36	0,10	0,38	1,13	4,82	23,5
Чернівецька	0,09	0	0,21	0,29	0,03	0,19	0,81	1,35	60,1
Чернігівська	0,28	1,24	0,04	0,66	0,06	0,35	2,62	3,67	71,4
Разом	6,0	12,0	3,0	20,0	4,2	13,89	59,09	202,07	29,2
Обсяги заміщення органічного палива за рахунок "великої" гідроенергетики по Україні							7,0	–	3,6
Обсяги заміщення органічного палива за рахунок енергії вітру по Україні							15,0	–	7,4
Технічно досяжний енергетичний потенціал позабалансових джерел енергії							12	–	4,9
ВСЬОГО							93	202,07	46

енергетику [1, 2, 5, 6]. Значну перспективу має використання низько-потенційної енергії довкілля перетвореної до високо-потенційної за допомогою теплових насосів. В більш далекій перспективі Україна може перейти до водневої економіки яка розглядається у світі як основа майбутньої технологічної революції. Повномасштабне використання технічно-досяжного енергетичного потенціалу відновлюваних джерел України може забезпечити до 50 % загального енергоспоживання країни.

Розвиток відновлюваної енергетики забезпечить:

– підвищення рівня енергетичної безпеки України шляхом диверсифікації і деполітизації

постачання енергоресурсів;

- зменшення навантаження на довкілля;
- виведення виробництва енергії з відновлюваних джерел на рівень, необхідний для вступу до Євросоюзу;
- прискорення оновлення основних фондів енергетики.

Таким чином, наявний потенціал ВДЕ в Україні, її науково-промисловий потенціал дозволяють в найближчий період значно збільшити темпи нарощування обсягів використання ВДЕ в країні. Але для цього потрібно за досвідом європейських країн створити умови для стимулювання інвестиційної активності у цій сфері, залучаючи як власні, так і іноземні інвестиції.

На місцевому рівні дуже перспективною виглядає можливість інтеграції населених пунктів України до Європейської конвенції Мерів Міст, метою якої є впровадження заходів щодо зменшення викидів CO₂ до атмосфери, для чого потрібно розробити План Дій щодо Екологічно Чистої Енергії (SEAP). SEAP – всеосяжний план що включає прямі муніципальні/урядові інвестиції і сумісні інвестиції з приватними організаціями в низку конкретних заходів, що приводять до 20 % скорочення емісії CO₂ (вуглекислого газу). Приватними інвесторами можуть бути як місцеві підприємства, прагнучі поліпшити свою ефективність підтримки і під координацією державних структур, так і сторонні підрядчики, готові фінансувати це. SEAP складається з низки заходів (зазвичай від 30 до 50), які повинні бути визначені кількісно з погляду інвестицій, окупності і зниження викидів CO₂.

Також необхідно підсилити роль регіональної влади у впровадженні тих видів ВДЕ, які мають найбільший потенціал та є економічно привабливими для даної місцевості. Для цього, крім створення сприятливого інвестиційного клімату та нормативно-правового забезпечення, необхідно залишати в регіонах відповідні фінансові ресурси для цільового використання та підтримки ВДЕ.

Фундаментальна наукова платформа цієї діяльності достатньо добре розроблена зарубіжними та вітчизняними фахівцями, але прикладні аспекти та алгоритм практичного втілення цих перспективних і актуальних технологій на регіональному рівні розроблені недостатньо, зокрема, для м. Харків та районів Харківської області.

Проблемами, що треба вирішувати є:

- а) ефективність використання енергії в сільських районах Харківської області;
- б) енергетична забезпеченість сільських районів Харківської області за рахунок місцевих і/або таких, що імпортуються, ресурсів;
- в) недостатнє використання ВДЕ в Україні в цілому і зокрема, в Харківській області в порівнянні з країнами Організації Економічного Співробітництва і Розвитку (ОЕСР);
- г) використання ВДЕ як одних з найбільш дешевих і екологічно чистих джерел енергії відповідно до екологічних і економічних потреб населення Харківської області;
- д) технологічні та економічні аспекти впровадження ВДЕ в сільських районах Харківської області.

Відповідно до Програми підвищення енергоефективності та зменшення споживання енергоресурсів по Харківській області на 2010 – 2014 рр., до найбільш перспективних нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії, обсяги яких необхідно системно створювати в регіоні, відносяться:

- впровадження сучасних конструкцій вітроагрегатів;
- розширення сфери та збільшення обсягів використання геліосистем;
- виробництво змішаного моторного палива з добавкою (до 8 %) спиртових домішок, що вміщують кисень, до бензину та біосинтетичних оксигенних компонентів на основі відходів коксохімії і газового конденсату;
- використання скидного енерго-технологічного потенціалу, зокрема через застосування турбодетандерних агрегатів і електрогенеруючих потужностей, які працюють на супутніх газах;

- впровадження комбінованих когенераційних енергетичних систем в комплексі з системами акумулювання енергії;
- створення мережі підприємств з переробки побутового сміття з метою його знешкодження та отримання електричної і теплової енергії;
- комплексне впровадження теплових насосів для одночасного вироблення тепла, гарячої води та холоду;
- організація децентралізованих заготівель, переробки та використання місцевих видів палива – відходів сільськогосподарського виробництва, включаючи солому [7].

Загальні енергетичні потреби регіону становлять 18324 ГВт•год./рік, які задовольняються місцевим виробництвом електроенергії (31,5 %) і теплової енергії (68,5 %) (табл. 3). На 95 % джерелом для виробництва енергії є природний газ, як власного видобування, так й імпортований. Доля ВДЕ допоки залишається незначною в енергетичному балансі області.

Таблиця 3

Виробництво та споживання енергії (ГВт•год./рік) у Харківській області (2009 р.)

Статті витрат	Електроенергія	Теплова енергія	Разом
Загальні потреби, в т.ч.:	5777	12547	18324
Реалізовано населенню	1976	6494	8470
Використано в промисловості	1509	2775	4284
Використано на комунально-побутові вимоги	1279	1882	3161
Втрачено при транспортуванні	1013	1396	2409

Узагальнена інформація щодо доцільно-економічного річного потенціалу різних типів ВДЕ в Харківській області, перерахованого у ГВт•год./рік, наведена в табл. 4.

Таблиця 4

Сумарний доцільно-економічний річний потенціал ВДЕ (ГВт•год./рік) у Харківській області (за даними [4])

Тип відновлюваних джерел енергії	Доцільно-економічний річний потенціал (ГВт•год./рік)	Частка від загального потенціалу для території України, %
Сонячна енергетика	270	5,02
Гідропотенціал малих річок	80	2,14
Біомаса – відходи тваринництва	5,89	5,40
Біомаса – продукція рослинництва	9246	7,05
Геотермальна енергія	0,01	0,004
Енергія надлишкового тиску природного газу	106	9,7
Низько-потенціальна теплова енергія стічних вод	1059	8,3
Енергетичний потенціал теплоти ґрунту та ґрунтових вод	153	1,45
Разом:	10920	

Потенціал вітроенергетики не враховувався, оскільки він значною мірою залежить від потенційної кількості, типів та потужності вітроагрегатів, які можна встановити у відповідних зонах на території області. Крім того, територія області не відноситься до пріоритетних щодо розвитку вітроенергетики в країні [3, 4].

Висновки

Найбільшим потенціалом як в масштабах регіону, так і в масштабах країни характеризуються відходи рослинництва та інші джерела біомаси. Також низько-потенціальна теплова енергія стічних вод, що може використовуватися у теплових насосах, за своїм потенціалом займає другу позицію серед ВДЕ в регіоні і становить понад 8 % від загальноукраїнського потенціалу. Інші типи ВДЕ – сонячна енергетика, гідропотенціал малих річок, енергетичний потенціал теплоти ґрунту та ґрунтових вод мають низький доцільно-економічний потенціал і можуть використовуватися тільки локально.

Таким чином, за умов повного використання потенціалу ВДЕ і збереження сучасного рівня енергоспоживання в Харківській області, можна замістити енергією біомаси, стічних вод, надлишкового тиску газу, та ін. майже 60 % споживання природного газу, що видобувається з надр, і тим самим підвищити рівень регіональної та національної енергетичної безпеки.

Список літератури

1. Гелету́ха Г. Г. Енергозабезпечення України: погляд у 2050 р. / Г. Г. Гелету́ха, Т. А. Железна, М. М. Жовмір та ін. // Зелена енергетика. – 2003. – № 4 (12). – С. 4–10.
2. Дьяков О. Альтернативні джерела енергоресурсів в Українському Придунав'ї / О. Дьяков // Енергетична безпека України. – 2009. – С. 176–183.
3. Енергетична стратегія України на період до 2030 року: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/signal/kr06145a.doc>.
4. Кудря С. О. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України / С. О. Кудря, В. Ф. Резцов, Т. В. Суржик та ін.]. – К.: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2008. – 55 с.
5. Наш енергетичний потенціал // Альтернативні джерела енергії. – 2009. – № 2. – С. 1–6.
6. Огляд відновлюваних джерел енергії в сільському та лісовому господарстві України: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://biomass.kiev.ua/Assets/files/AgPP6_U.pdf.
7. Програма підвищення енергоефективності та зменшення споживання енергоресурсів по Харківській області на 2010 – 2014 роки / Рішення Харківської обласної ради № 1707-V від 17 червня 2010 року.
8. Хронологія законів // Альтернативні джерела енергії. – 2009. – № 1. – 21 с.
9. Jacobson M. Z. A Path to Sustainable Energy by 2030 / Jacobson M. Z.; Delucchi, M.A. // Scientific American. – 2009. – Vol. 301. – № 5. – P. 58–65.
10. IEA Renewable Energy Working Party: Renewable Energy into the Mainstream. – Sittard: Novem, Netherlands. – 2002. – 54 p.

RENEWABLE ENERGY SOURCES FOR KHARKIV REGION: CURRENT STATE, TRENDS AND PROSPECTS

V.A. MALJARENKO, D-r Sci. Tech, Professor
I.K. GALETICH, Ph.D. in Phys. & Math., Docent
Yu.I. VERGELES, Senior Lecturer

Contemporary trends in the development and consumption of the Renewable Energy Sources (RES) are analyzed for the Kharkiv region, Ukraine, with references to the World's and national trends. Modern energy consumption in the region is supplied mainly from the imported and locally extracted natural gas (up to 95 % of total energy production). It was shown that the highest value for substitution of ca. 50 % of total natural gas consumption in the region goes to biomass and low-potential energy of raw wastewaters.

Поступила в редакцію 12.06 2012 г.