

Кузнєцова Г.О.

кандидат економічних наук, докторант,
Міжнародний університет бізнесу і права

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В РЕГІОНАХ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ТА ВТОРИННИХ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ

Кузнєцова Г.О. Енергозбереження в регіонах за рахунок використання відновлюваних джерел енергії та вторинних енергоресурсів. У статті досліджено теоретичні аспекти енергозбереження в регіонах за рахунок використання відновлюваних джерел енергії та вторинних енергоресурсів. Обґрунтовано причини своєчасності поступового переведення регіонів до використання відновлюваної енергетики, що ґрунтуються на загальносвітовому процесі переходу людства до постіндустріального суспільства. Із використанням статистичних даних та звітів міжнародних енергетичних агентств, досліджено теоретико-практичні параметри та характеристики передових видів відновлюваних джерел енергії: енергії сонця, енергії вітру, енергії біомаси, геотермальна енергія. Проаналізовані механізми використання зазначених видів відновлювальних джерел енергії. Наголошено, що для зарубіжних регіонів відновлювана енергетика давно стала одним з перспективних напрямків, що сприяють виходу з кризи, вирішенню екологічних та кліматичних проблем, викликаних технологічними процесами отримання енергії з традиційного палива. Доведено, що розвиток відновлюваної енергетики в регіонах України вже в найближчі роки дозволить забезпечити електрикою, теплом і паливом віддалені райони регіонів, де завезення палива – дорогий і ненадійний захід; підвищити надійність енергопостачання енергодефіцитних районів регіонів України, хоча і охоплених централізованим електропостачанням, але маючих обмеження по потужності або за видами енергії; вивільнити в структурі енергобалансу регіонів обсяги традиційних енергоносіїв, необхідні для виконання договорів за довгостроковими контрактами; підштовхнути українську електроенергетику до інновацій.

Ключові слова: регіональний ринок енергоресурсів, регіональна енергетична політика, інвестиційна складова, регіональна економіка, сталий розвиток, відновлювана енергетика, паливно-енергетичний комплекс, структурно-інвестиційна політика, енергетичний комплекс.

Кузнєцова Г.А. Энергосбережение в регионах за счет использования возобновляемых источников энергии и вторичных энергоресурсов. В статье исследованы теоретические аспекты энергосбережения в регионах за счет использования возобновляемых источников энергии и вторичных энергоресурсов. Обоснованы причины своевременности постепенного перевода регионов к использованию возобновляемой энергии, основанные на общемировом процессе перехода человечества к постиндустриальному обществу. С использованием статистических данных и отчетов международных энергетических агентств, исследованы теоретико-практические параметры и характеристики передовых видов возобновляемых источников энергии: энергии солнца, энергии ветра, энергии биомассы, геотермальной энергии. Проанализированы механизмы использования указанных видов возобновляемых источников энергии. Отмечается, что для зарубежных регионов возобновляемая энергетика давно стала одним из перспективных направлений, способствующих выходу из кризиса, решению экологических и климатических проблем, вызванных технологическими процессами получения энергии из традиционного топлива. Доказано, что развитие возобновляемой энергетики в регионах Украины уже в ближайшие годы позволит обеспечить электричеством, теплом и топливом удаленные районы регионов, где завоз топлива – дорогая и ненадежная процедура; повысить надежность энергоснабжения энергодефицитных районов регионов Украины, хотя и охваченных централизованным электроснабжением, но имеющих ограничения по мощности или по видам энергии; высвободить в структуре энергобаланса регионов объемы традиционных энергоносителей, необходимые для выполнения договоров по долгосрочным контрактам; подтолкнуть украинскую электроэнергетику к инновациям.

Ключевые слова: региональный рынок энергоресурсов, региональная энергетическая политика, инвестиционная составляющая, региональная экономика, устойчивое развитие, возобновляемая энергетика, топливно-энергетический комплекс, структурно-инвестиционная политика, энергетический комплекс.

Kuznyetsova Galyna. The article deals with theoretical aspects of energy saving in the regions due to the use of renewable energy sources and secondary energy resources. The reasons for the timeliness of the gradual transfer of regions to the use of renewable energy, based on the global process of transition of humankind to a post-industrial society, are substantiated. Using statistical data and reports of international energy agencies, theoretical and practical parameters and characteristics of advanced types of renewable energy sources: solar energy, wind energy, biomass energy, geothermal energy are studied. The mechanisms of using these types of renewable energy sources are analyzed. It is noted that for foreign regions renewable energy has long been one of the promising ar-

eas that contribute to overcoming the crisis, solving environmental and climate problems caused by technological processes of obtaining energy from traditional fuels. It is proved that the development of renewable energy in the regions of Ukraine in the coming years will provide electricity, heat and fuel to remote regions of the regions where fuel supply is expensive and unreliable West; to increase the reliability of supply to energy-deficient areas of the regions of Ukraine, although covered with centralized power, but with restrictions on capacity or energy; to release the energy mix of regions volumes of traditional energy resources necessary to perform contracts under long-term contracts; to push the Ukrainian power industry to innovation. Recently, the topic of alternative energy is becoming more relevant. One of the main reasons for this is the depletion of the world's fossil fuel reserves. According to some researchers, the existing reserves of coal will last for about 270 years, oil-for 35-40 years, and gas for 50 years. Second, since the mid twentieth century it is becoming increasingly evident negative impact of economic activities on the environment and hydrocarbons is the main culprit of increasing the proportion of carbon dioxide in the atmosphere and therefore the greenhouse effect. Thirdly, the aspect of ensuring energy security both globally and individually for each country and its regions plays an important role. The most logical response to all these challenges is a gradual increase in the share of renewable energy in the energy balance of countries and regions. It is already happening, however, at a very slow pace, as the share of hydrocarbons in the total supply of energy resources decreased from 86.6% in 1973 to 81.4% in 2017. In recent years, renewable energy has developed at a faster pace than hydrocarbon, although the share of the former is still very small. All of the above and caused the relevance of this study.

Key words: regional energy market, regional energy policy, investment component, regional economy, sustainable development, renewable energy, fuel and energy complex, structural and investment policy, energy complex.

Актуальність проблеми. Останнім часом тема альтернативної енергетики стає все більш актуальною. Однією з головних причин цього виступає виснаження світових запасів викопного палива. На думку ряду дослідників, існуючих запасів вугілля вистачить приблизно на 270 років, нафти – на 35-40, а газу на 50 років. По-друге, з середини XX століття все очевиднішим стає негативний вплив економічної діяльності людини на навколишнє середовище, а вуглеводнева сировина є основним винуватцем збільшення частки вуглекислого газу в атмосфері і, відповідно, у створенні парникового ефекту. По-третє, важливу роль відіграє аспект забезпечення енергетичної безпеки як загальносвітової, так і окремої для кожної країни та її регіонів. Найбільш логічною відповіддю на всі ці виклики є поступове збільшення частки відновлюваної енергетики в енергобалансі країн та регіонів. Воно вже відбувається, правда, поки вельми незначними темпами, так частка вуглеводневої сировини в загальній пропозиції енергоресурсів знизилася з 86,6% в 1973 році до 81,4% в 2017-му. Протягом останніх років відновлювана енергетика розвивалася випереджаючими темпами порівняно з вуглеводневою, хоча частка першої все ще дуже мала. Усе вищезазначене і зумовило актуальність даного дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливі аспекти розвитку відновлюваної енергетики стали предметом дослідження низки зарубіжних науковців. Зокрема, слід відзначити Н. Вагнера, Д. Гілена, М. Делуччі, М. Джейкобсона, Д. Ергіна, І. Коссе, Є. Круковську, А. Макрона, У. Мосленера, Дж. Радеке, Д. Сайгіна, Р. Титко, Е. Ушера, Г. Фелль та ін.

Вагомий внесок у розробку теоретико-методичних і науково-прикладних засад розвитку відновлюваної енергетики в Україні зробили вітчизняні дослідники І. Андрійчук, С. Боблях, В. Білодід, П. Васько, Г. Гелетуха, М. Гнідий, Г. Денисенко, О. Дроздова, С. Дубовський, Т. Железна, В. Калініченко, В. Ключ, А. Конеченков, С. Кудря, М. Кулик, П. Кучерук, Ю. Морозов, Н. Мхітарян, О. Новосельцев, Е. Олійник, Г. Півняк, В. Резцов, Ф. Шкрабець та ін.

Постановка завдання. Метою дослідження є аналіз сучасних теоретико-практичних аспектів енергозбереження за рахунок використання відновлюваних джерел енергії та вторинних енергоресурсів на мезорівні.

Результати дослідження. З кінця XIX століття в якості основи будь-якої енергетики використовується вуглеводнева сировина, в сучасному світі представлена найчастіше природним газом або нафтою [3]. У свій час вона потіснила, а тепер і практично витіснила з господарського життя своїх попередників: дрова, торф, тощо. Однак останнім часом у світі все більшу роль починають грати неуглеводні джерела енергії. Можливо, вже в найближчому майбутньому вони будуть здатні потіснити вуглеводні, що стали такими звичними на світовому ринку енергетичної сировини. Це пов'язано як з високими цінами на нафту і газ, так і з виснаженням запасів цих природних ресурсів і ще з безліччю аспектів як економічних, так і політичних і навіть культурних.

Останнім часом тема альтернативної енергетики стає все більш актуальною. Нижче ми перерахуємо кілька причин, чому це виходить. По-перше, однією з головних причин слугує виснаження світових запасів викопного палива. На думку ряду дослідників, існуючих запасів вугілля вистачить приблизно на 270 років, нафти – на 35-40, а газу на 50 років [2]. По-друге, з середини XX століття все очевиднішим стає негативний вплив економічної діяльності людини на навколишнє середовище, а вуглеводнева сировина є основним винуватцем збільшення частки вуглекислого газу в атмосфері і, відповідно, у створенні парникового ефекту. По-третє, важливу роль відіграє аспект забезпечення енергетичної безпеки як загальносвітової, так і окремої для кожної країни та її регіонів. Найбільш логічною відповіддю на всі ці виклики є поступове збільшення частки відновлюваної енергетики. Воно вже відбувається, правда, поки вельми незначними темпами, так частка вуглеводневої сировини в загальній пропозиції енергоресурсів знизилася з 86,6% в 1973 році до 81,4% в 2017-му [3]. Таким чином, ми бачимо, що протягом останніх років відновлювана енергетика розвивалася

випереджаючими темпами порівняно з вуглеводневою, хоча частка першої все ще дуже мала. Одна з відповідей на питання, «Чому відновлювана енергетика зростає так повільно, дав свого часу Б. Клінтон: «існуюча енергетика, що працює на нафті і вугіллі, добре організована, добре фінансується і володіє хорошими політичними зв'язками, тоді як нова відновлювана енергетика – децентралізована, відчуває нестачу у фінансах і є менш впливовою» [4]. Але якщо при всіх труднощах відновлювана енергетика продовжує відносно швидко розвиватися, залучаючи до себе все більше прихильників, значить, її час дійсно прийшов.

Думка про своєчасність поступового переходу до відновлюваної енергетики підтверджується і загальносвітовим процесом переходу людства до постіндустріального суспільства. Як ми знаємо, кожна епоха характеризувалася переважанням тих чи інших продуктивних сил. У доіндустріальну епоху розвивалася, перш за все, аграрна діяльність, саме вона була головною рушійною силою розвитку суспільства і саме в цій галузі відбувалося найбільше зосередження капіталу. З переходом до індустріального суспільства акцент зміщується до великого промислового виробництва і активного використання природних ресурсів, перш за все корисних копалин, раніше не залучених в господарську діяльність людини. При цьому переході здійснюється і стрибок в області енергетики: біологічне паливо, перш за все дрова, повсюдно замінюються більш ефективними вуглеводнями: спочатку вугіллями, потім газом і пізніше нафтою. Зараз ми переживаємо наступну суспільно-економічну трансформацію – перехід до постіндустріального суспільства. При останній соціально-економічній формації основним джерелом економічного зростання регіонів стають інтелектуально-освітній потенціал, рівень розвитку науки, науково-технічний рівень виробництва, інноваційна активність. Це неминуче веде до переходу від традиційних джерел енергії до нетрадиційних або відновлюваних.

У сучасних словниках найчастіше можна прочитати наступне визначення відновлюваних джерел енергії. «Відновлюване джерело енергії – спосіб, пристрій або споруда, що дозволяє отримувати електричну енергію (або інший необхідний вид енергії) з енергії відновлюваних або практично невичерпних природних ресурсів і явищ і замінює собою традиційне джерело енергії, що функціонує на нафті, газі або вугіллі». Самі ж енергетики до нетрадиційних, або відновлюваних, джерел енергії відносяться наступним чином: «нетрадиційними енергоджерелами називають більш малопотужні електростанції іншого типу: з газотурбінними установками; із двигунами внутрішнього згоряння; геотермальні; вітрові; сонячні; приливні; гідроакumuлюючі та інші» [2]. Найчастіше визначення відновлюваної, або нетрадиційної енергетики являють собою просто перерахування видів енергоресурсів, які, на думку авторів, відносяться до відновлюваних, при цьому кожен автор на свій смак змінює склад і кількість даних джерел. Найбільш спірними є атомна і гідроенергетика: одні дослідники включають їх до складу відновлюваних джерел енергії, інші стверджують, що ці галузі відносяться до традиційної енергетики, треті виділяють їх в окремі підгрупи, не відносячи ані до традиційних, ні до відновлюваних.

Щедре сонце, за теоретичними розрахунками, може дати в тисячу разів більше енергії, ніж інші джерела

живлення. Загальна кількість сонячної енергії, що досягає поверхні Землі, в 6,7 рази більше світового потенціалу ресурсів органічного палива. Використання тільки 0,5% цього запасу могло б повністю покрити світову потребу в енергії на тисячоліття.

В даний час сонячна енергія використовується для отримання електроенергії та нагріву води. Для нагріву води необхідні сонячні колектори. Найчастіше сонячні колектори встановлюють на дахах. Для більшої ефективності важлива їх орієнтація на південь, кут установки колектора і, звичайно ж, його площа. Чим більше площа, тим більше енергії він може увібрати. Для генерації електрики використовуються фотоелементи. Світлові фотони, бомбардуючи пластинки фотоелементів, генерують в них електричну енергію. Це відбувається не тільки в сонячний день, але і коли хмари затягли все небо.

Плюси такої енергії: безкоштовне, безшкідливе, безмежне джерело енергії, особливо вигідне в місцях, куди дроти електромереж ще не добралися. Мінуси: таке джерело живлення є непостійним – потужність генерації залежить від погодних умов і від часу доби. Самі пристрої дорогі, ефективність досить низька і вони займають велику площу.

Красномовним прикладом конкретного регіонального рішення в області відновлюваної енергетики являється грандіозний проект, що не має аналогів в світі. У штаті Невада на площі 160 кв. км створюється «Сонячна ферма» із 170 тис. енергетичних установок на основі двигунів Стірлінга. Необхідно зазначити, що цей проект особисто проводив в дію колишній президент США Джордж Буш. І це зрозуміло, адже за розрахунками американських спеціалістів, в результаті буде повністю покрита потреба південних і південно-західних штатів в електроенергії. Саме тому після реалізації проекту «сонячної ферми» із двигунами Стірлінга в США подібний досвід планується використовувати в багатьох південних регіонах світу [5].

Темпи зростання однієї лише сонячної енергетики, що динамічно розвивається і має набагато більший потенціал, ніж інші відновлювані джерела енергії, за переконанням європейських експертів, становлять понад 100% на рік протягом останніх п'яти років. А обсяги встановленої потужності сонячних фотоелектричних установок в 2016 р. досягли 17 ГВт [7].

Очевидно, що досягнуті результати – це ефект від реалізованих програм державної підтримки, обсяги якої скорочуються лише по мірі досягнення так званого мережевого паритету – коли собівартість електроенергії, виробленої на основі застосування відновлюваних джерел енергії, дорівнює собівартості електроенергії, що генерується традиційними енергоносіями. Втім факт реальної конкурентоспроможності відновлюваної і традиційної енергетики, досягнутої в даний час в Італії і очікуваної в найближчі 2 роки в Німеччині, руйнує останній аргумент супротивників розвитку ВДЕ, які встигли широко популяризувати тезу про непереборну дорожнечу відновлюваної енергетики.

Останнім часом найбільша активність спостерігається саме в секторі сонячної енергетики, що пов'язано із здешевленням технологій, і з появою більш ефективного обладнання. З усього обсягу інвестицій у відновлювану енергетику (щорічні витрати на НДДКР у сфері нетрадиційної енергетики складають у світі не

менше 1 млрд доларів) на частку сонячної за минулий рік припало близько 40%. За оцінками експертів Міжнародного енергетичного агентства (МЕА) до 2050 р. 20-25% потреб людства в електриці буде забезпечено за рахунок сонячної енергії. Сонячна енергетика вироблятиме до 9 тис. ТВт / год [5].

В цьому сегменті як найбільш виправдані і раціональні, з точки зору витрачання державних та регіональних коштів, зарекомендували себе такі інструменти підтримки як співфінансування проектів будівництва сонячних електростанцій, а також тарифна політика, спрямована на стимулювання використання чистої енергії кінцевими споживачами, державними організаціями та промисловими підприємствами.

Найбільшого поширення набули заходи щодо введення спеціальних тарифів на купівлю «зеленої» електроенергії, що субсидуються з державного бюджету. Наприклад, так званий «feed-in tariff» діє більш ніж у 40 країнах, в тому числі в більшості країн ЄС, Канаді, Китаї, Ізраїлі та Австралії, а також в Україні.

Продовжуючи перелік заходів державної підтримки, потрібно відзначити і такі механізми стимулювання вироблення і використання чистої енергії як субсидії для виробників поновлення відновлюваних джерел енергії, «зелені сертифікати», звільнення від сплати ПДВ та екологічних податків, пільгові кредити і спеціальні гранти.

Подібні програми існують сьогодні в десятках країн. Наприклад, у Південній Кореї інвестору компенсують до 60% вартості нової станції і існують пільги на мита на ввезене обладнання. Індія планує практично з нуля досягти до 2025 року 20 ГВт промислових і 2 ГВт побутових сонячних генеруючих потужностей, для цього буде виділено близько \$40-46 млрд [2].

У деяких країнах національні програми підтримки ВДЕ передбачають 30% – у компенсацію громадянам вартості сонячних установок і 5% кредит на решту вартості. У Німеччині існують спеціальні банки, які кредитують сонячні системи під низькі відсотки, в основному це державні банки або кредитні організації з державною участю. Ще в кінці 90-х в цій країні була прийнята програма «100 тис. сонячних дахів». При обладнанні будинків сонячними батареями держава фінансувала до 70% їх вартості. Сьогодні в країні налічується понад півмільйона побутових сонячних установок для виробництва електроенергії і тепла [5].

Середньорічний сумарний потенціал сонячної енергії в регіонах України (1235 кВт год/м) є достатньо високим і набагато вищим, ніж, наприклад, в Німеччині – 1000 кВт год/м чи навіть Польщі – 1080 кВт год/м. Отже, ми маємо хороші можливості для ефективного використання теплоенергетичного обладнання на території регіонів [7].

Вітер – необмежений ресурс для виробництва електроенергії. Він є скрізь, нескінченний, екологічно чистий. Використання енергії вітру почалося на самому ранньому етапі людської історії. Стародавні перси (територія сучасного Ірану) використовували силу вітру для розмелювання зерна. У середньовічній Голландії вітряки служили не тільки для розмелювання зерна, але і для відкачування води з польдерів. У середині XIX століття в США був винайдений багатолопатевий вітряк, що використовувався для підйому води з колодязів [6].

Якщо в минулому енергію вітру використовували, як правило, для підвищення ефективності фізичної праці (для перемелювання зерна або в якості водяного насоса), то в даний час енергію вітру застосовують в основному для вироблення електроенергії (вітер обертає лопаті електрогенератора).

Отримувати електроенергію за допомогою вітра першими навчилися данці в 1890 р. На території України на початку XX століття Н.Е. Жуковським була розроблена теорія вітряного двигуна, яку його учні розширили і довели до практичного використання. У першій половині століття вітроенергетика стрімко розвивається в усьому світі. З 1929 по 1936 року в СРСР розробляються установки потужністю 1000 кВт і 10000 кВт. Ці установки планувалися для роботи на мережу. У 1933 році в Криму встановлюється ВЕС потужністю 100 кВт з діаметром колеса 30 м. Розвиток цього напрямку досяг свого піку, коли в 1957 році була винайдена вітряна турбіна потужністю 200 кВт. Але незабаром їх витіснили мегаватні станції, що працюють на традиційному паливі [2].

Протягом Другої світової війни датська машинна компанія F. L. Smidt побудувала дво- і трилопатеві вітряні турбіни. Ці машини генерували постійний струм. Трилопатевий апарат з острова Водо, побудований в 1942 році, був частиною вітродизельної системи, яка забезпечувала електропостачання острова. Більше тисячі вітротурбін було встановлено в Palm Springs (Каліфорнія) на початку вісімдесятих років XX ст.

Данія в даний час має приблизно 2000 мегават вітрової енергії і близько 6000 діючих вітрових турбін. 80% цих турбін належать приватним особам або місцевим кооперативам. Найбільша в світі «вітрова ферма» знаходиться в Данії, місто Middelgrunden. Вона складається з 20 турбін Bonus у 2 МВт, загальна потужність яких становить 40 мегават [9].

При використанні енергії вітру розрізняються вітродвигуни, вітроенергетичні агрегати і вітроенергетичні установки. Вітродвигун – пристрій, призначений для перетворення кінетичної енергії вітру в механічну енергію. Вітроенергетичний агрегат – сукупність вітродвигуна і технологічної машини (електрогенератора, насоса, компресора), привід якої здійснюється за допомогою вітродвигуна. Вітроенергетична установка (ВЕУ) включає в себе вітроенергетичний агрегат і ряд додаткових пристроїв, необхідних для безперебійної роботи технологічних машин в період безвітря і забезпечення високого ККД експлуатації вітродвигуна при будь-якому напрямку і силі вітру. До таких пристроїв відносяться резервний (дублюючий) двигун, який включається в штилеву погоду, акумулятор енергії, системи автоматичного регулювання орієнтації вітродвигуна в потоці повітря при різному напрямку вітру і частоті обертання ротора [8].

Вітроенергетичні установки виростають тут і там, різних моделей, розмірів і потужностей. Оскільки, чим більше висота, тим сильніше вітер, вітряні генератори намагаються робити вищими. Для збільшення потужності окремі вітряки об'єднують в парки вітрових генераторів. Кращі місця для таких парків-вершини пагорбів (гір), рівнини і береги морів або океанів. Все більше вітряних генераторів ставлять прямо у відкритому морі в деякому віддаленні від берега – адже вітер набагато сильніше, а значить і економічна віддача вище.

Основним недоліком всіх вітроенергетичних установок є залежність від погодних умов і неможливість у зв'язку з цим прогнозування графіку вироблення енергії. Якщо ж в склад вітроенергетичної установки входить акумулятор енергії, то вітровий агрегат працює безперервно з максимальною потужністю: при недостатці включається додатковий двигун, а при надлишку, надлишки виробленої енергії надходять в акумулятор. В якості дублюючих двигунів найчастіше використовують дизельні установки і гідроакумуляуючі електростанції. До недоліків ВЕУ відносяться також значні (на одиницю виробленої енергії) площі, займані ВЕУ [5].

Географія світової вітроенергетики за останні десятиліття зазнала досить істотних змін. До середини 1990-х рр. за сумарною потужністю вітроелектростанцій перше місце займали США: в 1985 р. на цю країну приходилося 95% світових потужностей. Майже всі вони були сконцентровані в штаті Каліфорнія. У другій половині 1990-х рр. світове лідерство перейшло до Західної Європи, де вже в 1996 р. було зосереджено 55% світових потужностей вітроенергетичних установок.

І хоча енергія вітру становить лише близько 1% від загальної величини вироблення електроенергії у світі, для деяких країн цей показник є значно вищим. Зокрема, частка вітряної електроенергії в Данії становить 20%, в Іспанії – 9%, в Німеччині – 7% [6].

Біомаса — термін, що об'єднує всі органічні речовини рослинного і тваринного походження. Дослішно він означає «біологічний матеріал». Біомаса найстаріше джерело енергії, що використовується людством. Його виникнення відносять до часу оволодіння людьми вогнем. До XIX століття біомаса на території України була основним джерелом енергії. У країнах екваторіального поясу таке положення зберігається і понині. Її частка в енергобалансі регіонів деяких країн становить 35%, у світовому споживанні енергоресурсів – 12%, в Україні – 0,3%. В регіонах України тільки 2 млн. сільських будинків мають мережевий газ, інші використовують для опалення дрова і вугілля.

Рослинний покрив Землі становить понад 1800 млрд. т сухої речовини, що енергетично еквівалентно 3-1022 Дж. Ця цифра відповідає відомим запасам енергії корисних копалин. Ліси становлять 68% біомаси суші, трав'яні екосистеми – приблизно 16%, а оброблювані землі 8%. В цілому на Землі за допомогою фотосинтезу щорічно виробляється 173 млрд. т сухої речовини, що більш ніж в 20 разів підвищує використання в світі енергію і в 200 разів – енергію, що міститься в їжі всіх мешканців планети [4]. Біомаса ділиться на первинну (рослини, тварини, мікроорганізми) і вторинну (відходи переробки первинної біомаси, продукти життєдіяльності людини і тварин).

Енергія біомаси використовується двома способами: шляхом безпосереднього спалювання (відходів сільськогосподарської продукції) і шляхом глибокої переробки вихідної біомаси з метою отримання з неї більш цінних сортів палива твердого, рідкого або газоподібного, яке спалюється з високим ККД при мінімальному забрудненні навколишнього середовища. Другий спосіб перспективний і дозволяє використовувати в якості первинних енергоносіїв такі біомаси, які не піддаються утилізації шляхом прямого спалювання в топкових пристроях. Ці біомаси являють собою

побутові та промислові відходи, що погіршують стан середовища проживання людини. Тому їх переробка, що проводиться з метою отримання енергії, дозволяє одночасно вирішити і екологічну задачу. Основними джерелами біомаси служать міські та промислові відходи, відходи тваринництва, сільського та лісового господарства і водорості.

Тверді міські відходи являють собою домашні відходи, відходи легкої промисловості та будівництва. У залежності від часу року і району збору відходи в середньому складаються на 80% з горючих матеріалів, з яких 65% мають біологічне походження: папір, харчові тваринні відходи, ганчір'я, пластмаса. Горючими компонентами є вуглець (~ 25%), водень (~ 3%) і сірка (~ 0,2%), тому теплота згоряння міських відходів становить 9...15 МДж/кг.

Невеликий вміст азоту (~ 0,3%) і невисокі температури горіння відходів зводять до мінімуму утворення шкідливих оксидів азоту і забезпечують екологічну чистоту відходів як палива, незважаючи на утворення незначної кількості оксидів сірки. Підприємства з переробки відходів слід розмішувати в містах регіонів із населенням чисельністю 150...200 тис. осіб, а виробництво енергії з відходів буде рентабельним, якщо їх на добу переробляється не менше 270 т. Утилізація твердих відходів також дає позитивний ефект через поліпшення екологічної обстановки в місті і зменшення площ, необхідних для складування відходів [1].

Промислові відходи, що використовуються як біоенергоресурси, притаманні харчовій промисловості, яка спеціалізується на переробці плодів і овочів, а для вироблення енергії використовують відходи насіння, плодів, лушпиння насіння сонячника та інші подібні відходи, непридатні для застосування в якості корму.

Відходи тваринництва заслуговують уваги як енергоресурси тільки при триманні худоби і птахів в закритих приміщеннях, таких як відгодівельні господарства промислового типу. Оптимальним способом обробки відходів тваринництва є анаеробна ферментація або біо-газифікація.

Відходи сільського та лісового господарства утворюються на місці їх заготівлі або на підприємствах з їх переробки. До них відносять рослинні рештки після збирання врожаю (солома, стебла кукурудзи або соняшнику, солома, шкірка овочів і плодів), гілки та коріння дерев, загиблі і відбраковані дерева, а також відходи при виробництві пиломатеріалів і паперу (тирса, стружки, обпіл, кора) [3].

При безпосередньому спалюванні біомаси хімічна енергія горючих компонентів перетворюється в теплову енергію високотемпературного теплоносія – газоподібних продуктів горіння (димових газів), які з топкового пристрою подаються в той чи інший тепловий пристрій: водонагрівач, парогенератор, повітряний калорифер, сушильну установку. При попередній обробці з твердих міських відходів виділяють фракції чорних і кольорових металів, негорючі тверді компоненти, скло. Великі шматки подрібнюють до отримання однорідної маси, яку потім зневоднюють в спеціальних сушильних установках, а спалювання здійснюють в топках котелень агрегатів.

При термохімічній обробці біомаси відходи піддають тепловому і хімічному впливу, при якому органічна частина біомаси розкладається з утворенням твердого

пального речовини, горючих газів або рідкого палива. Кожен з цих продуктів являє собою високоякісне, ефективне і екологічно чисте паливо, яке спалюється в звичайних топкових пристроях. Основу термохімічної обробки становить піроліз – термічне розкладання органічної маси відходів при її нагріванні.

Піроліз здійснюється в різних апаратах: конвертерах, де відбувається конверсія (перетворення) речовини; реакторах, де йдуть реакції; газифікаторах або газогенераторах, де утворюються газоподібні продукти розкладання органіки. Деякі методи термохімічної обробки твердих відходів передбачають попереднє виділення фракцій негорючої частини біомаси, їх очищення і механічну обробку з метою повторного господарського використання. Комплексність утилізації відходів і виключення необхідності складування і захоплення кінцевих продуктів їх переробки надає таким методам особливу привабливість.

В результаті термохімічної обробки біомаси отримують паливний газ, рідке піропаливо і тверде паливо – вуглисту речовину. Загальний енергетичний ККД газифікації становить 50-70%. Крім неминучих втрат теплоти через огорожі і від недопалу палива значна частина енергії витрачається на сушку сировини.

Анаеробна ферментація біомаси передбачає мікробіологічний процес розкладання складних органічних речовин без доступу повітря. При ферментації відбувається перетворення вуглеводнів (бродиння) і білків (гниття) у біогаз – суміш метану CH_4 (до 60-70%), діоксиду вуглецю CO_2 , азоту N_2 , водню H_2 і кисню (разом 1-6%), і утворюється стабілізований осад вихідної біомаси. Біогаз є висококалорійним, зручним для практичного використання паливом, а стабілізований осад – органічним добривом. У процесі ферментації біомаса втрачає неприємний запах і при цьому гине патогенна мікрофлора. При анаеробній ферментації вирішуються енергетичні та екологічні питання, в тому числі проблема складування і зберігання відходів.

До речовин для анаеробної ферментації відносять осади міських стічних вод, стоки тваринницьких та птахівницьких ферм, тверді побутові відходи, залишки рослинної сировини, тирсу [8].

В більшості регіонів України біомаса рослинного походження в якості джерела енергії практично не використовується. Тим часом, у багатьох країнах світу давно гідно оцінили цей вид альтернативного палива. В Африці, Азії та Південній Америці чималу частину електроенергії отримують саме з сировини рослинного походження.

Геотермальна енергія – це енергія земних надр. Виверження вулканів наочно свідчить про величезну спеку всередині нашої планети, вчені оцінюють температуру ядра Землі в тисячі градусів Цельсія. Це тепло є всюди і доступно цілодобово. Достатньо навести такі цифри: 99% усієї речовини, що утворює нашу планету, мають температуру вище 1000 градусів Цельсія, а частка речовини з температурою нижче ста градусів і зовсім становить лише 0,1% від маси Землі. І нехай навіть реальному використанню піддається лише дуже незначна частина цієї енергії, але і вона при таких масштабах практично невичерпна.

Буркхард Заннер, геофізик Гісенського університету, зазначає, що вже розвідані запаси геотермальної енергії більш ніж у тридцять разів перевершують енергозапаси

всіх викопних ресурсів, разом узятих. Більш того, на сьогоднішній день з усієї енергії, що виробляється в різних країнах світу за рахунок геотермії, вітру, сонця, припливів і відливів, 86% припадають саме на геотермальні електростанції. Щоправда, сама частка альтернативної енергетики невелика: навіть у Німеччині, де використання відновлюваних енергоресурсів приділяється підвищена увага, вона становить лише 7% [10].

Найчастіше геотермальну енергію використовують двома способами – для вироблення електроенергії і для обігріву будинків. У рідкісних випадках, в рекреаційних цілях, де в побудованих на гарячих джерелах санаторіях, поправляють здоров'я відпочиваючі. Для якої з цих цілей вона буде використовуватися, залежить від форми, в якій вона надходить. Іноді вода виринає з-під землі у вигляді чистої «сухої пари», а іноді на невеликій глибині виявляють джерело теплої води. Використовувані при цьому енергетичні установки розраховані на найрізноманітніші потреби. Деякі з установок, що працюють за рахунок гідрогеотермії, можуть бути зараховані до великого промислового обладнання. Вони забезпечують централізоване теплопостачання цілих районів. Крім того, існують системи на основі так званих геотермічних теплових насосів. Вони забезпечують опалення або охолодження окремих будівель – від приватного житлового будинку на одну сім'ю до офісних та адміністративних будівель. А тепер ще з'явилися системи, що дозволяють використовувати геотермію для виробництва електроенергії.

Більш того, якщо до недавніх пір такі проекти здійснювалися, в основному, в регіонах, де є гарячі геотермальні води, то сьогодні все частіше постає питання про такі технології, які дозволили б використовувати покладене в надрах Землі тепло повсюдно. Ідея однієї з таких технологій була вперше висунута американськими вченими ще на початку 70-х років. Ця технологія отримала назву «hot dry rock», тобто «гарячі сухі гірські породи». В її основу покладено давно відоме явище: у міру поглиблення в надра Землі температура зростає приблизно на 3 градуси кожні 100 метрів. Американські геофізики запропонували пробурити на глибини 4-6 кілометрів 2 свердловини з таким розрахунком, щоб через одну закачувати всередину холодну воду, а через іншу відводити розігріту пару, адже температура на такій глибині досягає 150-200 градусів Цельсія. Пара може бути використана як для виробництва електроенергії, так і для опалення [9].

Технологія «гарячих сухих гірських порід» створювалася для того, щоб геотермальну енергію можна було використовувати поза цих особливих зон – зон вулканічної активності, гарячих джерел, гейзерів і так далі. В даний час ця технологія випробовується в рамках експериментального проекту, що реалізується спільно німецькими, французькими та британськими вченими в Ельзасі, в районі Сульца, серед садів і виноградників. Випробування йдуть цілком успішно: вже вдалося отримати геотермальну пару, а за експериментальними розрахунками через два-три роки побудована на цьому принципі електростанція дасть перший струм. Причому коштувати цей струм буде набагато дешевше, ніж той, що виробляється, наприклад, сонячними батареями. Проектна потужність електростанції в Ельзасі – 25 мегават. Своє головне завдання вчені бачать в тому, щоб закласти основи серійного будівництва таких об'єктів [7].

Але якщо в Німеччині розвиток геотермальної енергетики ще тільки набирає обертів, то деякі інші держави – Італія, Мексика, Індонезія, Нова Зеландія, Японія, Коста-Ріка, Сальвадор, а насамперед, Філіппіни і США, – встигли просунутися набагато далі. Самий крупний у світі геотермальний проект реалізується в Каліфорнії, в Долині великих гейзерів. Однак, мабуть, найцікавіший в технологічному відношенні проект реалізується сьогодні в Ісландії. У двохтисячних роках там завершився монтаж геотермальної електростанції нового зразка, здатної надати використанню тепла із земних надр абсолютно нові масштаби. За коефіцієнтом корисної дії ця електростанція значно перевершує всі інші об'єкти того ж призначення, зведені в штатах Юта, Невада і Каліфорнія. Ця електростанція відноситься до числа геотермальних електростанцій з «циклом Каліні». Вона має дві особливості: по-перше, витягнута з надр Землі гаряча вода використовується не безпосередньо, а передає свою енергію іншій рідині. Цю схему називають двоконтурною, або бінарною. Друга особливість полягає в тому, що в якості цієї другої рідини, тобто робочого тіла, використовується двокомпонентна водно-аміачна суміш. Ці компоненти мають різні критичні температури, тобто рівноважний стан між рідкою і газоподібною фазами у кожного з них настає при різних параметрах. В ході процесу стан водно-аміачної суміші і, відповідно, концентрація в ній компонентів безперервно змінюється. Це дозволяє оптимізувати перенесення тепла при випаровуванні і конденсації робочого тіла. В результаті «цикл Каліні» виявився значно ефективніше всіх інших бінарних схем.

Отже, перша в Європі установка з «циклом Каліні» з'явилася на північно-східному узбережжі Ісландії в Хусавіку – містечку, що налічує 2,5 тисячі мешканців. Їх потреби в електроенергії на 80 відсотків покриває ця установка. За словами місцевих інженерів-експлуатаційників, вигреш в коефіцієнті її корисної дії становить у порівнянні з традиційними геотермальними електростанціями від 20% до 25% [7].

Світовий досвід показує, що одним з основних напрямків підвищення енергетичної ефективності економіки є розвиток відновлюваної енергетики. Це має на увазі більш широке використання відновлюваних джерел енергії і застосування сучасних ефективних технологій генерації електричної і теплової енергії. Використання відновлюваних джерел отримання енергії, їх активне впровадження в життя з кожним роком набуває все більш серйозних масштабів. До 2020 року Європейський союз планує у відповідності зі своєю енергетичною стратегією «20-20-20» збільшити частку відновлюваних джерел енергії в загальному паливному балансі до 20%, що, за задумом європейців, дасть можливість скоротити питомий попит на традиційні енергоресурси на 20%. Це дозволить країнам Євросоюзу до 2030 р. збільшити валовий національний продукт на 79% при зниженні енергоспоживання на 7%. У перспективі європейські держави отримуватимуть з відновлюваних джерел не менше третини споживаної енергії. Сполучені Штати, головний світовий імпортер вуглеводнів, також розробляють свою стратегію в цьому напрямку. У США фінансування енергетики відновлюваних джерел і енергоефективності з федерального бюджету можна порівняти з витратами на атомну

енергетику і поводження з радіоактивними відходами. Згідно з планами президента Д. Трампа, до 2025 р. в країні частка енергії, одержуваної за рахунок відновлюваних джерел, повинна досягти 25% [10].

В даний час можна виділити ряд проблем в практичній реалізації проектів енергозбереження за рахунок використання відновлюваних джерел енергії в регіонах.

Вкрай важкою є практична реалізація проектів у сонячній енергетиці. В першу чергу, в силу відсутності дієвих механізмів повернення інвестицій в проекти сонячної генерації, а також обмеженості можливостей технологічного приєднання сонячних систем до загальної мережі. Підготовку кваліфікованих кадрів для споруджуваних інноваційних підприємств інвестори вирішують самі, проблему відсутності вітчизняної сировини і комплектуючих компенсують імпортом, паралельно опрацьовуючи можливості локалізації всього виробничого процесу. Таким чином, в даний час бізнес намагається самостійно вирішувати проблеми, пов'язані як із запуском виробництва, так і з реалізацією продукції в майбутньому. У той час як в Європі, Китаї, інших розвинених країнах держава бере на себе не тільки вирішення багатьох завдань, сприяючи розвитку модернізаційної регіональної економіки, але і здійснює освоєння чужих ринків.

Наприклад, уряд Японії збираються виділити понад 300 млн дол. на розвиток сонячної енергетики в країнах Азії, Африки та Близького Сходу. Мета зрозуміла: «заставити» за собою ринок країн, що розвиваються, і чималу частку світового ринку для продукції японських фірм. При цьому Японія передбачає надавати і встановлювати обладнання на безоплатній основі в рамках антикризової програми [9].

Для зарубіжних політиків і бізнесменів відновлювана енергетика давно стала одним з перспективних напрямків, що сприяють виходу з кризи, вирішенню екологічних та кліматичних проблем, викликаних технологічними процесами отримання енергії з традиційного палива. Розвиток відновлюваної енергетики в регіонах України вже в найближчі роки дозволить:

- забезпечити електрикою, теплом і паливом віддалених районів регіонів, де завезення палива – дорогий і ненадійний захід. Ті населені пункти, які отримували енергію від дизельних електростанцій, часто залишаються без світла через вихід дизельних генераторів з ладу і неможливість їх заміни;

- підвищити надійність енергопостачання енергодефіцитних районів регіонів України, хоча і охоплених централізованим електропостачанням, але маючих обмеження по потужності або за видами енергії. Приєднання нових споживачів до електромереж в цих районах є дуже дорогим, а відмови у приєднанні стали масовим явищем;

- вивільнити в структурі енергобалансу регіонів обсяги традиційних енергоносіїв, необхідні для виконання договорів за довгостроковими контрактами на експортну поставку нафти і природного газу розвиненим зарубіжним країнам;

- підштовхнути українську електроенергетику до інновацій. Ефект від цього вийде далеко за межі галузі: адже поява попиту на енергетичне обладнання, що працює на місцевих видах палива, скажімо на біомасі, обов'язково має викликати відповідну пропозицію з

боку вітчизняних виробників, а це в свою чергу підхльосне машинобудування, хімічну промисловість, науку. Тобто відновлювана енергетика має всі шанси стати новою точкою зростання української високотехнологічної як національної так і регіональної економіки.

Висновки. Всі вищевказані обставини змушують терміново переглянути ставлення до відновлюваної енергетики, тим більше що Україна це може здійснити з певною вигодою для себе, врахувавши ті помилки і перегини, які мали місце в інших країнах. Формування та лібералізація ринку електроенергії повинні цьому

тільки сприяти, оскільки саме в рамках вільного ринку приватні генеруючі компанії будуть прагнути до впровадження інновацій.

В рамках даної статті були розглянуті найбільші джерела альтернативної енергії. Насправді, вже зараз цих джерел набагато більше і прогрес не стоїть на місці. На даний момент, можна сміливо сказати, що технології відновлюваної енергетики швидко розвиваються і попит на них є. Що ж, залишається тільки сподіватися, що в майбутньому ми зможемо зробити собі стільки енергії скільки треба, при цьому дбайливо зберігаючи і не забруднюючи нашу планету.

Список використаних джерел:

1. Заблудська І.В. Інвестиційна привабливість регіонів України за умов інтеграції до СОТ : монографія / І. В. Заблудська. Луган. філія Ін-т екон.-правов. дослідж., Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля. Луганськ : Ноулідж, 2010. 180 с.
2. Кулик М.М. Основи політики підвищення енергетичної ефективності та головні заходи з енергозбереження в економіці України. Проблеми загальної енергетики. 2007. № 15. С. 7–16.
3. Купчак В.Р. Методологічний підхід до організаційно-економічного механізму реалізації енергетичної програми промисловості регіону. *Таврійський науковий вісник*. 2015. Вип. 94. С. 33–36.
4. Лір В.Е. Економічний механізм реалізації політики енергоефективності в Україні : монографія / В.Е. Лір, У.Є. Письменна. Київ : Інститут економіки та прогнозування НАН України, 2010. 208 с.
5. Лір В.Е. Енергоефективність як детермінанта енергетичної безпеки держави та конкурентоспроможності національної економіки. *Економіка і прогнозування*. 2009. № 1. С. 35–52.
6. Маляренко В.А. Енергетика, довкілля, енергозбереження : монографія / В.А. Маляренко, Л.В. Лисак; під ред. проф. В.А. Маляренка. Харків : «Рубікон», 2004. 368 с.
7. Energy Balances of Non-OECD Countries. 2011 Edition. Paris : IEA Publication, 2016. 538 p.
8. European Energy and Transport: Scenarios on Energy Efficiency and Renewables. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities, 2016. 124 p.
9. Hubbert, M. King Nuclear Energy and the Fossil Fuels. Houston : Shell Development Company, 1956. 40 p.
10. Joint Public-Private Approaches for Energy Efficiency Finance. Policies to scale– up private sector investment. Paris : IEA Publications, 2016. 78 p.