

**ЗБАЛАНСОВАНЕ РЕСУРСКОРИСТУВАННЯ**

УДК (574+502):55

*Манюк О. Р.**Івано-Франківський національний  
технічний університет нафти і газу***ЩОДО ОЦІНКИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ  
ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

В роботі на основі проведених досліджень науково обґрунтовано теоретично досяжні рівні енергетичного потенціалу відновлювальних джерел енергії в Івано-Франківській області. В результаті встановлено теоретично можливий рівень потенціалу відновлювальних джерел енергії на рівні 340,5 тис. тонн умовного палива, що в свою чергу дасть можливість зменшити споживання природного газу в Івано-Франківській області на 17 %.

В цілому ж структура енергетичного потенціалу відновлювальних джерел енергії Івано-Франківської області розподілилась наступним чином: 32 % в структурі відновлювальних джерел енергії в області становитиме енергія біомаси, 26 % – енергії доквілля, 23 % – енергії вітру, 14 % – сонячна енергія, 3 % – мала гідроенергетика та 2 % – енергія біогазу.

**Ключові слова:** відновлювальні джерела енергії, доквілля, енергетичний потенціал.

В работе на основе проведенных исследований научно обоснованно теоретически достигаемые уровни энергетического потенциала возобновляемых источников энергии в Ивано-Франковской области. В результате установлен теоретически возможный уровень потенциала возобновляемых источников энергии на уровне 340,5 тыс. тонн условного топлива, что в свою очередь даст возможность уменьшить потребление природного газа в в Ивано-Франковской области на 17%.

В целом структура энергетического потенциала возобновляемых источников энергии Ивано-Франковской области распределилась следующим образом: 32% – в структуре возобновляемых источников энергии в области будет представлять энергия биомассы, 26 % – энергия окружающей среды, 23 % – энергии ветра, 14 % – солнечная энергия, 3 % – малая гидроэнергетика и 2%– энергия биогаза.

**Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии, окружающая среда, энергетический потенциал.

During the work on the basis of the conducted researches it was scientifically reasonably theoretical accessible levels of renewal energy sources power potential in the Ivano-Frankivsk region. As a result the theoretical possible level of renewal energy sources potential was set at the level of 340,5 thousand of tons of conditional fuel which will enable to decrease the consumption of natural gas in the Ivano-Frankivsk region on 17%.

In general the structure of renewal sources power potential of the Ivano-Frankivsk region was distributed in that way: 32% in the structure of renewal energy sources in region is the energy of biomass, 26% – the energies of environment, 23% – the wind power, 14% – the sun energy, 3% – small hydroenergetics and 2% – energy of biogas.

**Keywords:** renewal energy sources, environment, power potential.

**Вступ та актуальність проблеми.** Протягом останніх років Україна перебуває в глибокій енергетичній кризі, викликаній прискоренням розвитку енергоємних галузей господарського комплексу, марнотратним використанням наявних енергоносіїв, відсталими технологіями, виснаженням і деградацією розвіданих покладів вуглеводнів. В такій ситуації скорочення споживання природного газу є однією з найбільш суттєвих проблем держави. Без сумніву, Україна має значний потенціал нетрадиційних джерел енергії. Для його використання розроблена низка державних програм, головною з яких є “Програма державної підтримки розвитку нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії та малої гідро- і теплоенергетики” [6]. Цими програмами передбачається розвиток та використання наступних нетрадиційних відновлювальних джерел енергії (НВДЕ) і нетрадиційних позабалансових енергетичних ресурсів (НПЕР): енергії вітру (будівництво ВЭС); гідроенергії (переважно шляхом будівництва малих і міні- ГЕС); геотермальної енергії (глибинного тепла Землі); енергії сонячного випромінювання; біомаси, біогазу; вугільного метану; вторинного тепла промислового виробництва; паливних твердих побутових і промислових відходів і ін.

На жаль існуючі технології НВДЕ не є досить досконалими, мають різний рівень економічної ефективності та різний технічний рівень. Однак всі вони мають такі визначні переваги як дуже низький рівень (або зовсім не мають) викидів парникових газів і мають невичерпний (відновлюваний) запас палива необхідний для їх реалізації. Деякі з цих технологій вже сьогодні є конкурентоспроможними і є всі підстави сподіватись, що в майбутньому їх економічна ефективність буде зростати на фоні зростання ціни і ускладнення умов видобутку традиційних енергоресурсів.

Широке застосування технології відновлювальної енергетики, адаптуючи їх використання до місцевих умов, надаючи перевагу різним видам ВДЕ, може бути одним із шляхів суттєвого скорочення споживання природного газу, що і обумовлює високу актуальність проведених нами досліджень.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій в яких започатковано розв’язання даної проблеми.** Значну увагу в своїх дослідженнях приділяють питанням енергозбереження та широкого використання поновлюваних джерел енергії в структурі енергоспоживання такі вчені, як О. Адаменко, С. Денисюк, В. Долинський, Г. Гелетуха, В. Дубровін, Т. Железна, М. Жовнір, В. Зінченко, М. Кабат, Г. Калетнік, М. Калінчик, М. Ковалко, Ю. Матвеев, І. Стояненко, С. Циганков, А. Шидловський та інші [1-5].

Проте, ще не має повного обґрунтування оптимальних умов та шляхів переходу від традиційних енергетичних ресурсів до поновлюваних джерел енергії на державному рівні. На жаль багато ключових питань майбутнього енергетики до останнього часу розглядаються в Україні з використанням традиційних підходів минулих років, які передбачають тиражування та модифікацію вже відомих та випробуваних рішень.

**Метою ж нашого дослідження** є оцінка стану й перспективи розвитку та використання альтернативних джерел енергії в Івано-Франківській області, як передумови зміцненню енергетичної незалежності держави шляхом **зменшення споживання природного газу.**

**Виклад основного матеріалу досліджень.** До сучасних технологій виробництва нетрадиційних джерел енергії з метою енергозбереження, згідно статистичної інформації, якою оперують міжнародні статистичні організації, зокрема Міжнародна Енергетична Агенція (ІЕА), слід віднести [3]: гідропотенціал рік (включаючи роботу гідроакумулюючих електростанцій (ГАЕС)); біомасу (більш точно тверде паливо з біомаси); геотермальну енергію; тверді горючі відходи міст та ВЕР промисловості і сільського господарства; енергію припливу та хвиль океану; вітрову енергію; біогаз (газ, який одержується в результаті анаеробної діяльності бактерій з використанням різної сировини та відходів життєдіяльності тварин та людей); сонячну енергію на основі технологій: фотоелектричні перетворювачі та СЕС (теплові); інші вторинні горючі відходи (муніципальні та промислові), як не поновлювані ресурси.

Отже, проаналізуємо стан та обґрунтуємо оцінку енергетичного потенціалу відновлювальних джерел енергії Івано-Франківської області, для цього перш за все оцінимо енергетичний потенціал використання в області сонячної енергії.

Хоча територія Івано-Франківської області, в порівнянні з іншими регіонами України, має один з найменших рівень енергії сонячного потоку, проте він є безсумніву достатній для спорудження сонячних електростанцій і використання сонячної енергії. На нашу думку, сонячна енергія може використовуватися безпосередньо на потреби в індивідуальних, малоквартирних і готельних будинках, а також при потребі в будинках бюджетної сфери та сфери виробництва і послуг на підігрів води для побутових потреб за допомогою сонячних колекторів, що розміщуватимуться здебільшого на дахах будинків.

Розрахунок технічного потенціалу сонячної енергії (сонячних колекторів) проведено згідно існуючих вимог, приймаючи наступні припущення:

- питома сонячна енергія (при горизонтальній орієнтації поверхні колектора) - 750 кВт.год./м колектора на рік;
- поверхня колектора, що припадає на одну особу - 1,5 м<sup>2</sup> (це задовольняє потребам в теплій воді близько на 60 %);
- відсоток малоквартирних будинків, що придатні до облаштування на них сонячних колекторів – 30 %;
- відсоток індивідуальних будинків, що придатні до облаштування на них сонячних колекторів – 85 %;
- кількість енергії на місце проживання в готелі для забезпечення нагрітою водою - 375 кВт.год. на рік (в розрахунках приймається 50% використання сонячної енергії);
- відсоток готельних місць, що придатні до облаштування сонячних колекторів – 50 %.

Розрахунок технічного потенціалу сонячної енергії розраховуємо за наступною формулою [2]:

$$E_c [MBt.год / рік] = (B_{op} \times M_{op} \times 750 \times 1,5 \times 0,85 + \sum B_i \times M_i \times 375 \times 1,5 \times 0,5) / 1000, \quad (1)$$

де:  $B_{op}$  - кількість міських малоквартирних будинків, що не під'єднані до систем центрального обігріву;

$M_{op}$  - середня кількість мешканців в таких будинках;

$B_i$  - кількість індивідуальних будинків сільської місцевості, що не під'єднані до систем центрального обігріву;

$M_i$  - середня кількість мешканців в індивідуальних будинках;

$B_i$  - кількість будинків сфери освіти, охорони здоров'я та культури і готельних;

$M_i$  - середня кількість споживачів гарячого водопостачання у цих закладах відповідно.

Отже, проведені нами розрахунки за відповідною формулою показали, що використання сонячних колекторів для підігріву води по області зекономить близько 48,5 тис. т. у.п.

Наступним видом відновлювального джерела енергії, який оцінювався нами – мала гідроенергетика. Потенціал цього виду енергії розраховувався нами з використанням середнього багаторічного припливу  $SSQ$  для окремих річок, а також величини напору на існуючих або запланованих водяних греблях. Теоретичний потенціал потужності малої гідроенергетики розраховуємо наступним чином [2]:

$$P_g [кВт] = 9,81 \times SSQ \times H_n, \quad (2)$$

де:  $SSQ$  - середній багаторічний приплив ріки (м<sup>3</sup>/с);

$H_n$  - напір води на греблі, м.

Проте слід зазначити, що технічний потенціал енергії води залежить від багатьох природних та антропогенних чинників, які впливають на рівномірність припливу води в часі, а також від справності споруд і устаткування. Тому приймаємо коефіцієнт використання енергії води – 40 %. Відповідно величина потенціалу енергії води визначатиметься за формулою:

$$E_{eg} [MBt.год / рік] = P_e [кВт] \times 8760 [год. / рік] \times 0,4 / 1000. \quad (3)$$

Без сумніву основний гідропотенціал зосереджено в гірських річках Карпат. Тому впровадження проектів будівництва ГЕС на малих річках дасть змогу отримувати щорічно, згідно проведених розрахунків – 72070 тис. кВт\*год. електроенергії. Відповідно технічний потенціал енергії малих річок становить 9,4 тис. т у.п./рік.

Далі оцінимо технічно досяжний потенціал енергії, виробленої на вітрових електростанціях області. Так, в Івано-Франківській області є ряд територій, на яких є земельні площі з середньорічними швидкостями вітру на висоті 80 м - 6,0-7,5 м/сек., що є достатньою передумовою будівництва промислових вітроелектростанції з використанням сучасних потужних вітроустановок.

Коефіцієнт використання номінальної потужності для даної території становить – 0,2. В результаті впровадження проектів вітроелектростанцій в області загальна потужність вітроустановок становитиме 346 МВт. Відповідно технічно досяжний потенціал енергії, виробленої на вітрових електростанціях, сягатиме 79,2 тис. т у.п.

Наступним оцінимо технічно досяжний потенціал енергії довкілля. Цю енергію можна використовувати двома основними способами. Перший з них пов'язаний з відбором енергії від термальних підземних вод з природних витоків на земну поверхню або з відповідних геотермальних свердловин. При цьому, для відбору енергії необхідно будувати спеціальні геотермальні станції і забезпечити використання теплової енергії споживачами в безпосередній близькості від геотермальних джерел. На жаль на даний час в області відсутні умови для освоєння термальних підземних вод, тому їхній енергетичний ресурс наразі нами не розглядається.

Другий спосіб пов'язаний з використанням теплових насосів для повітряно-приповерхневого або свердловинного відбору енергії ґрунту та атмосфери. Теплові насоси переважно застосовуються для обігріву індивідуальних будинків – готелів. Технічний потенціал використання теплових насосів залежить від конкретних умов розташування будинків, властивостей ґрунту, або водоймища і технічних характеристик обладнання.

При визначанні технічного потенціалу енергії довкілля нами застосовані наступні передумови:

1. Енергія буде використовуватися безпосередньо на потреби в індивідуальних, малоквартирних і готельних будинках, а також, при необхідності, в будинках бюджетної сфери та сфери виробництва і послуг (створення окремих геотермальних станцій не розглядається).

2. Енергія використовуватиметься на підігрів води для побутових потреб та обігрів приміщень при допомозі теплових насосів (10 кВт встановленої потужності на один індивідуальний будинок), що розміщують в будинках. Кількість енергії на один готельний будинок – 10,95 МВт-год. на рік (в розрахунках приймається середньорічно 12,5% використання встановленої потужності).

Технічний потенціал енергії довкілля (розраховується на основі даних про житловий фонд області) технічно досяжний потенціал цієї енергії, згідно проведених досліджень, сягатиме 87,6 тис. т.у.п. При цьому слід зауважити, що технічний потенціал довкілля (теплові насоси) визначено по відношенню до існуючої забудови і не враховує нове будівництво, яке можна відразу планувати з використанням теплових насосів і таким чином збільшувати відсоток ВДЕ в структурі споживання енергії.

При визначенні енергетичного потенціалу біомаси регіону розглядається солома, деревина і вирощування енергетичних рослин. Величину продукції соломи ( $Z_{сол}$ ) можна

вирахувати на основі даних про посіви та збір зернових. Для цього випадку застосовуємо для розрахунку наступну формулу:

$$Z_{\text{сол}}[\text{тон} / \text{рік}] = \sum (A_3[\text{га}] \times I_{\text{сз}}[\text{тон} / \text{га}] \times I_{\text{св}}), \quad (4)$$

де:  $A_3$  - площа вирощування зернових культур;

$I_{\text{сз}}$  - величина збору соломи відносно площі вирощування;

$I_{\text{св}}$  - відсоток залишку соломи, що придатна для енергетичного використання.

Для співставлення отриманих результатів продукцію соломи нами вирахувалось і за іншою формулою наступним чином:

$$Z_{\text{сол}}[\text{тон} / \text{рік}] = \sum (P_3[\text{тон}] \times I_{\text{сз}} \times I_{\text{св}}), \quad (5)$$

де:  $P_3$  - валовий збір зернових, т;

$I_{\text{сз}}$  - відсоток соломи по відношенню до зерна.

Вважається, що без шкоди для сільськогосподарського виробництва 10-30% від загальної кількості соломи зернових культур і ріпаку може бути використано для енергетичного використання. Відповідно розрахунок технічного потенціалу енергетичного використання соломи з врахуванням результатів розрахунків попередньо наведених формул здійснювалось за формулою:

$$E_{\text{сол}}[\text{МВт.год} / \text{рік}] = Z_{\text{сол}}[\text{т} / \text{рік}] \times Q_{\text{сол}}[\text{кВт.год} / \text{кг}], \quad (6)$$

де:  $Z_{\text{сол}}$  [тон/рік] - середньорічна кількість енергетичної соломи;

$Q_{\text{сол}}$  - середня теплота згоряння соломи.

Згідно проведених нами розрахунків ефект від залучення надлишку соломи до виробництва теплової енергії становить 45,5 тис. т у.п.

Оцінимо енергетичний потенціал відходів деревини для енергетичних цілей з лісового господарства регіону. Без сумніву Івано-Франківщина багата на різні види біопалива. Оскільки біопаливо - найбільш ефективний захід по заміненню дефіцитного та дорогого природного газу. Відповідно кількість деревини ( $Z_{\text{д}}$ ) для енергетичних цілей з лісового господарства регіону розраховано наступним чином [2]:

$$Z_{\text{д}}[\text{м}^2] = \sum (Z_{\text{де}}[\text{м}^3]), \quad (7)$$

де:  $Z_{\text{де}}[\text{м}^3]$  - обсяги відходів деревини на кожному з етапів деревокористування:

- лісовирощування (до 20% деревини залишається на місці заготівлі);

- лісозаготівлі;

- первинної обробки деревини;

- виробництва виробів з деревини, а також обсяги відходів, утворених під час вирощування та експлуатації садово-паркових насаджень.

Кількість лісових деревних відходів з усіх фаз деревокористування, які можуть бути використані для енергетичних цілей, складає 30-40% від обсягів лісозаготівлі. Це є теоретичний потенціал. Технічно досяжний потенціал використання відходів деревини становить не більше 30 % теоретичного.

Розрахунок технічного потенціалу енергетичного використання деревини в проводимо за формулою:

$$E_{\text{д}}[\text{МВт.год} / \text{рік}] = Z_{\text{д}}[\text{м}^3 / \text{рік}] \times P_{\text{д}}[\text{т} / \text{м}^3] \times I_{\text{д}} \times Q_{\text{д}}[\text{кВт.год} / \text{кг}], \quad (8)$$

де:  $Z_{\text{д}}$  - середньорічна кількість відходів деревини;

$P_{\text{д}}$  - середня питома вага деревини (0,72);

$Q_0$  - середня теплота згоряння деревини.

Відповідно розрахований нами середньорічний технічний потенціал енергетичної деревини регіону складає 45,4 тис. т у.п.

Наступним оцінимо можливість вирощування енергетичних рослин на території області з метою отримання рослинної біомаси. На сьогоднішній день відомо близько 20 видів швидкоростучих рослин, які можна вирощувати для отримання рослинної біомаси. Це евкаліпт, тополя, верба, міскантус та інші. В помірній кліматичній зоні, в якій знаходиться досліджувана область та й Україна в цілому, для вирощування енергетичних рослин найкраще підходять сорти швидкоростучої верби, виду *Salix viminalis*.

Перевагою верби є те, що вона може рости на землях, малопродуктивних з точки зору вирощування сільськогосподарських культур, ґрунти середньої якості з великою вологістю. Для розрахунку енергетичного потенціалу вирощування енергетичної деревини приймаємо наступні вихідні дані:

- річний урожай верби - 15 т сухої маси /га;
- питома теплота згоряння верби - 5,2 кВт.год/кг;
- відсоток використання верби – 70 %;
- площа щорічного збору урожаю верби - 2000 га ( урожай 1 раз на 2-3 роки).

Розрахунок технічного потенціалу енергетичної верби в регіоні проводимо за формулою:

$$E_{\text{де}} [\text{МВт.год} / \text{рік}] = A_{\text{де}} [\text{га}] \times P_{\text{де}} [\text{т} / \text{га}] \times I_{\text{де}} \times Q_{\text{де}} [\text{кВт.год} / \text{кг}], \quad (9)$$

де:  $A_{\text{де}}$  - площа вирощування;

$P_{\text{де}}$  - середньорічна урожайність верби;

$I_{\text{де}}$  - частка використання енергетичної деревини;

$Q_{\text{де}}$  - середня теплота згоряння верби.

Середньорічний технічний потенціал енергетичної верби складає 16,5 тис. т.у.п.

Таким чином, сумарно потенціал біомаси в цілому дає 107,4 тис. т у.п. на рік.

Наступним оцінимо технічно досяжний потенціал енергії біогазу в області. Біогаз може походити зі стічних вод на очисних спорудах, органічного сміття на полігонах твердих побутових відходів (ТПВ), а також з відходів сільського господарства.

Під час складування твердих побутових відходів у тілі полігону ТПВ, в умовах недостатньої кількості кисню, підвищеної температури та вологості, відбувається природне анаеробне розкладання органічних відходів. Одним з продуктів цього процесу є біогаз – суміш метану та вуглекислого газу, з невеликою кількістю домішків (азот, кремній, сірка, сірководень). Вміст у складі біогазу тих чи інших компонентів залежить від складу складованих на полігоні відходів. Отже, у товщі ТПВ при анаеробних умовах (без доступу кисню) утворюється біогаз (звалищний газ). Він є горючим, має досить велику теплотворну здатність – понад 18 МДж/м<sup>3</sup>. До його складу входять: метан (CH<sub>4</sub>) – 50-70 %, вуглекислий газ (CO<sub>2</sub>) – 30-50 %, а також в незначних кількостях – азот (N<sub>2</sub>), кисень - (O<sub>2</sub>) і водень (H<sub>2</sub>).

Найбільш економічно виправданими є збирання та утилізація звалищного газу на «великих» полігонах ТПВ та звалищах, де міститься понад 1 млн. т відходів, шар яких перевищує 10 м. Бажано, щоб значна частина відходів, захоронених на полігоні, були не «старшими» 10 років. Територія полігону має бути рекультивована, тобто перекрита шаром ґрунту товщиною не менше ніж 30-40 см. Щільність відходів має становити в середньому 800 кг/м<sup>3</sup>. Середній вихід біогазу з такого полігону становитиме 5 м<sup>3</sup> на 1т ТПВ протягом 20 років. Дуже велике значення має частка органічних речовин у ТПВ, оскільки будівельне сміття не генерує біогазу.

Загальний потенціал звалищного газу в ЄС сягає 9 млрд.м<sup>3</sup>/р. Потенціал звалищного газу в США становить 13 млрд. м<sup>3</sup>/р. При утилізації метану з усіх полігонів

ТПВ в США його кількість становитиме 5 % від загального споживання природного газу в США (1 % загального споживання енергоносіїв).

В той час, як розрахунки техніко-економічного потенціалу і коефіцієнта перетворення тепла для Івано-Франківського полігону ТПВ у с. Рибне, показують, що утилізація біогазу полігону еквівалентно економії 8,8 тис. МВт\*год електроенергії в рік, що становить всього лиш 0,9 тис. т у.п. .

Що ж до можливості отримання біогазу зі стічних вод на очисних спорудах, то вона суттєво залежить від кількості очисного осаду, що утворюється при біологічній дії бактерій. Утворення осаду залежить, в свою чергу, від кількості стічних вод:

$$E_{oc} [MBt.год / рік] = Q [m^3 / рік] \times S_o [кг / m^3] \times P_m [m^3 / кг] \times C_m [кВт.год / m^3] \times K \times 365 / 1000, \quad (10)$$

- де:  $Q$  - кількість стічних вод, що підлягають очистці;  
 $S_o$  - приріст сухої маси осаду на 1 м очищених стоків - 0,3;  
 $P_m$  - вихід метану на 1 кг сухої органічної маси - 0,3;  
 $C_m$  - питома теплота згоряння метану - 8,83;  
 $K$  - коефіцієнт отримання енергії - 0,5.

Відповідно оцінений нами середньорічний технічний потенціал енергії стоків найбільших міст Івано-Франківської області сягатиме всього 1,5 тис. т у.п.

Економічно вигідним є облаштування біогазових станцій на території сільськогосподарських підприємств, які спеціалізуються на тваринництві. Технічний потенціал продукції біогазу з відходів тваринництва можна розрахувати наступним чином:

$$E_{ce} [MBt.год / рік] = \sum (L [m / рік]) \times P [m^3 / m] \times Q_o [кВт.год / кг] \times K_o \times 365 / 1000, \quad (11)$$

- де  $L$  - кількість гною;  
 $P$  - вихід біогазу - 5,0;  
 $Q_o$  - теплота згоряння біогазу - 4,39;  
 $K_o$  - коефіцієнт використання біогазу - 0,2.

Розрахований нами річний потенціал біогазу тваринницьких ферм становить 3,6 тис. т у.п. Відповідно сумарний потенціал біогазу з полігонів ТПВ, очисних споруд і тваринницьких ферм складає 6,0 тис. т у.п.

Узагальнююча структура енергетичного потенціалу відновлювальних джерел енергії Івано-Франківської області, на підставі проведених нами досліджень представлена у табл. 1 та відображена на рис.1.

Таблиця 1

**Структура енергетичного потенціалу відновлювальних джерел енергії Івано-Франківської області**

№№ ч/ч	Вид енергії	Енергетичний потенціал, тис.т.у.п
1	Сонячна енергія	48,5
2	Енергія вітру	79,2
3	Мала гідроенергетика	9,4
4	Енергія довкілля	87,6
5	Енергія біомаси	107,4
6	Енергія біогазу	8,4
Всього по всіх видах енергії		340,5



**Рис. 1. Структура потенціалу відновлювальних джерел енергії Івано-Франківської області**

Отже, аналіз показав, що в цілому структура енергетичного потенціалу відновлювальних джерел енергії Івано-Франківської області розподілилась наступним чином, а саме: 32 % в структурі відновлювальних джерел енергії в області становитиме енергія біомаси, 26 % – енергії довілля, 23 % – енергії вітру, 14 % – сонячна енергія, 3 % – мала гідроенергетика та 2 % – енергія біогазу.

**Висновки.** Івано-Франківська область за останні 5 років споживає в середньому 1,8-2,0 млрд. м<sup>3</sup> газу щорічно, що становить в середньому 2,0-2,3 млн. тонн умовного палива. Згідно проведених розрахунків, досягнення теоретично можливого рівня потенціалу ВДЕ у Івано-Франківській області становить 340,5 тис. тонн умовного палива, що дасть можливість зменшити споживання природного газу на 17%, і в свою чергу спричинить зменшення рівня споживання природного газу за рахунок ВДЕ.

Отже, широке застосування відновлювальних джерел енергії дозволить знизити залежність України від імпортованого газу, а значить підвищить рівень її енергетичної безпеки.

Без сумніву для успішного вирішення питань енергетичної незалежності України та збільшення виробництва екологічно безпечних видів палива украї необхідною є державна підтримка впровадження нових технологій. Потрібно оцінити, які податкові пільги необхідні для розвитку відновлювальної енергетики, що сприяло б прискоренню залучення інвестицій. Державні субсидії на відновлювальні види палив та виробництво сировини для відновлювальної енергетики мають базуватися на ринкових цінах.

### Література

1. Адаменко О. М. Екологія міста Івано-Франківська / О.М. Адаменко, Є.І. Крижанівський, Є.М. Нейко, Г.Г. Русанов, О.М. Журавель, Л.В. Міщенко, Н.І. Кольцова – Івано-Франківськ: «Сіверсія МВ», 2004.– 200с., 44 іл.
2. Енергоефективні технології в сільській місцевості / Крижанівський О.В., Бережна Ю.В., Левченко О.В., Гижко Н.В.//Методичні рекомендації. - Вінниця, 2009. - 136с.
3. Зінченко В. О. Біомаса як альтернативне джерело енергії / В.О. Зінченко// Екологічний вісник. - 2005. - №13. - С. 24-25.
4. Матвеев Ю. Б. Перспективи впровадження систем видобутку та утилізації звалищного газу на українських полігонах ТПВ: II міжнародна конференція „ Енергія з біомаси”/ Ю. Б. Матвеев.– Тези допов., 2006. – 45с.



5. Передерій Н. О. Формування ринку альтернативних джерел енергії з біомаси в Україні: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук: спец. 08. 00. 03. / Н.О. Передерій; Нац. ін-т біорес. і природокорис. України. - Київ, 2009. - 20 с.

6. Постанова КМУ № 1505-97-п від 31.12.1997 «Про програму державної підтримки розвитку нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії та малої гідро- і теплоенергетики».

*Поступила в редакцію 17 листопада 2015 р.*

*Рекомендував до друку д. геол.-мін. наук О.М. Адаменко*

УДК 620.9

*Адаменко Я. О.*

*Івано-Франківський національний технічний  
університет нафти і газу*

## **ОБҐРУНТУВАННЯ НАЙКРАЩИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИКОРИСТАННЯ ВІТРОВОЇ ЕНЕРГІЇ ДОСТУПНИХ ДЛЯ ВПРОВАДЖЕННЯ У КАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ**

Стаття присвячена використанню вітрових джерел енергії у сталому розвитку Карпатського регіону В роботі надані рекомендації обрання найкращих доступних для впровадження технологій використання вітрової енергії з метою перспективного розвитку Карпатського регіону. Розглянуті проблеми та технологічні характеристики вітрових електростанцій промислової потужності.

**Ключові слова:** вітрові електростанції, Карпатський регіон, технологічні характеристики

Статья посвящена использованию ветровых источников энергии в устойчивом развитии Карпатского региона. В работе даны рекомендации избрания наилучших доступных для внедрения технологий использования ветровой энергии с целью перспективного развития Карпатского региона. Рассмотрены проблемы и технологические характеристики ветровых электростанции промышленной мощности.

**Ключевые слова:** ветровые электростанции, Карпатский регион, технологические характеристики

The article is devoted to the use of wind energy in sustainable development of the Carpathian region. The work of election recommendations for implementing best available technologies for using wind energy to future development of the Carpathian region. The problems and technological characteristics of wind power industrial power.

**Keywords:** wind power, Carpathian region, technological characteristics

**Постановка проблеми.** Життєво важливим є те, що відновлювані джерела енергії тісно пов'язані з місцями їх розміщення. Але зосередженість тільки на питаннях зниження вартості і вибору дешевших місць розміщення відновлюваних ресурсів може привести до конфлікту, особливо на екологічно напружених територіях. Наприклад, існує занепокоєння щодо зміни пейзажу вітровими станціями у мальовничих місцевостях. Залучення місцевого населення до планування і розвитку енергетичних систем і місцевих інвестицій у ці системи є вкрай важливим з точки зору отримання суспільної підтримки.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вітроагрегати у даний час є найдешевшими серед поновлювальних джерел енергії [5]. Вартість електроенергії