

8.2 Prospects for development of wind energy in carpathian region of Ukraine in the post-war period

Одним з провідних факторів який забезпечує економічну незалежність та потенціал кожної країни є стабільний розвиток енергетики. Енергетична структура, яка повністю залежить від вичерпних запасів органічних видів палива, негативно впливає на економічний стан країни. Тому найбільш розвинені країни підтримують тенденцію впровадження нетрадиційних джерел в енергетичний комплекс, всебічно сприяючи його розвитку та поширенню на своїй території.

На початку XXI ст. спостерігаємо динамічне зростання споживання електроенергії, вичерпність традиційних джерел енергії, збільшення кількості населення, зростання цін на органічне паливо, значне забруднення навколишнього середовища. Тому світова спільнота дедалі більше переходить до так званої вуглецево-нейтральної енергетики.

Маючи достатній потенціал для розвитку альтернативної енергетики на своїй території, Україна за останні роки також збільшила вироблення енергії від нетрадиційних джерел [273–275]. І хоча провідними виробниками все ж залишаються теплові та атомні електростанції, вироблення альтернативної енергії збільшується і на сьогоднішній день становить близько 7% від загального енергоспоживання [273].

Для України цей шлях є дуже важливим також через підписані міжнародні угоди та прийняті зобов'язання, які покликані заохотити бізнес переходити на чисту енергетику. Важливим кроком українського уряду що сприяє збільшенню виробництва "чистої" енергії, є впровадження "зелених" тарифів – спеціальних пільгових цін на закупівлю електроенергії, виробленої з відновлюваних джерел. Цей законопроект став рушійною силою, адже дозволяє виробникам продавати свою енергію в енергомережу з підвищеним коефіцієнтом.

Одним із перспективних напрямків розвитку нетрадиційної енергетики для

України в післявоєнний період буде використання енергії вітру та сонця. Технічно досяжний потенціал вітроенергетики України перевищує аналогічний показник сусідніх країн ЄС, таких як Польща, Болгарія та Румунія. За розрахунками науковців, при максимальному використанні сили вітру можна було б одержувати електроенергію в обсягах, які б надавали можливість забезпечити до 50% загального енергоспоживання країни.

На сьогоднішній день виробництво електроенергії за рахунок вітру, пройшовши довгий шлях удосконалення досягло рівня зрілої технології. В результаті, сучасний вітровий парк за своїми характеристиками не поступається традиційній електростанції. За аналітичними спостереженнями можна зробити висновок, що вітрова енергія, відіграватиме провідну роль у майбутньому для заміни ряду поточно використовуваних джерел енергії. Прогнозується, що енергія вітру може забезпечити 12% від загального світового споживання енергії найближчим часом [276].

Існуючі на сьогоднішній день в Україні потужності вітряних електростанцій перевищують 51 МВт, а з моменту, коли запрацювала перша вітчизняна вітряна електростанція, вироблено понад 80 млн кВт·год. електроенергії. За оцінками фахівців, загальна потенційна потужність української вітроенергетики становить 5000 МВт. Узбережжя Чорного та Азовського морів, гористі райони Кримського півострова і Карпат, південно-східні області найбільш підходять для будівництва вітрових електростанцій [277]. На нинішній день в Україні працює лише близько 30-ти вітрових електростанцій (ВЕС), найпотужнішими серед яких є Ботієвська та Новоазовська ВЕС на півдні України, а також Старосамбірська ВЕС в Карпатському регіоні.

Підраховано, що за нинішнього рівня розвитку вітроенергетики спорудження у «вітряних» регіонах України вітрових електростанцій дозволило б покрити ледве не третину потреби електроенергії, яку ми споживаємо. Із технічної точки зору вітряна електроенергетика на сьогодні вже впритул наблизилася до традиційної: на сучасних вітряних турбінах коефіцієнт використання встановленої потужності сягає 42% [277]. Це майже стільки, як на

турбінах поширених нині теплових електростанцій.

Важливими завданнями для розвитку нетрадиційної енергетики нашої країни є проаналізувати причини повільного впровадження вітрових установок для вироблення електроенергії, дослідити роботу діючої вітрової електростанції, виділити її економічні та екологічні переваги та перспективи, запропонувати заходи, які сприятимуть інтенсифікації будівництва вітрових електростанцій в Україні. Тому метою цієї роботи є дослідження можливості впровадження вітрових парків, зокрема в Карпатському регіоні України, аналіз роботи діючих вітрових установок на прикладі ВЕС “Старий Самбір - 2”, виявлення проблем, які сповільнюють розвиток вітрової енергетики та внесення пропозицій щодо їх подолання.

Найважливішим фактором будівництва вітроелектростанції є геолокація місцевості та притаманна їй швидкість вітру [278]. Тому особливо актуальним є розвиток вітроенергетики для Карпатського регіону, який є одним з кращих в країні з точки зору існуючого вітрового потенціалу. Середня швидкістю вітру тут досягає 6,5-7,5 м/сек, що є достатнім для спорудження промислових ВЕС (рис. 1).

Ці припущення підтвердилися після встановлення у лютому 2015 року спочатку першої черги вітряків на вітроелектростанції (ВЕС) “Старий Самбір - 1”: двох агрегатів Vestas V112 загальною потужністю 6,6 МВ, а у жовтні 2016 року – ще двох, які продемонстрували свою високоефективну роботу. Вони також стали рушійною силою подальшого встановлення ще потужнішої ВЕС “Старий Самбір - 2” [279].

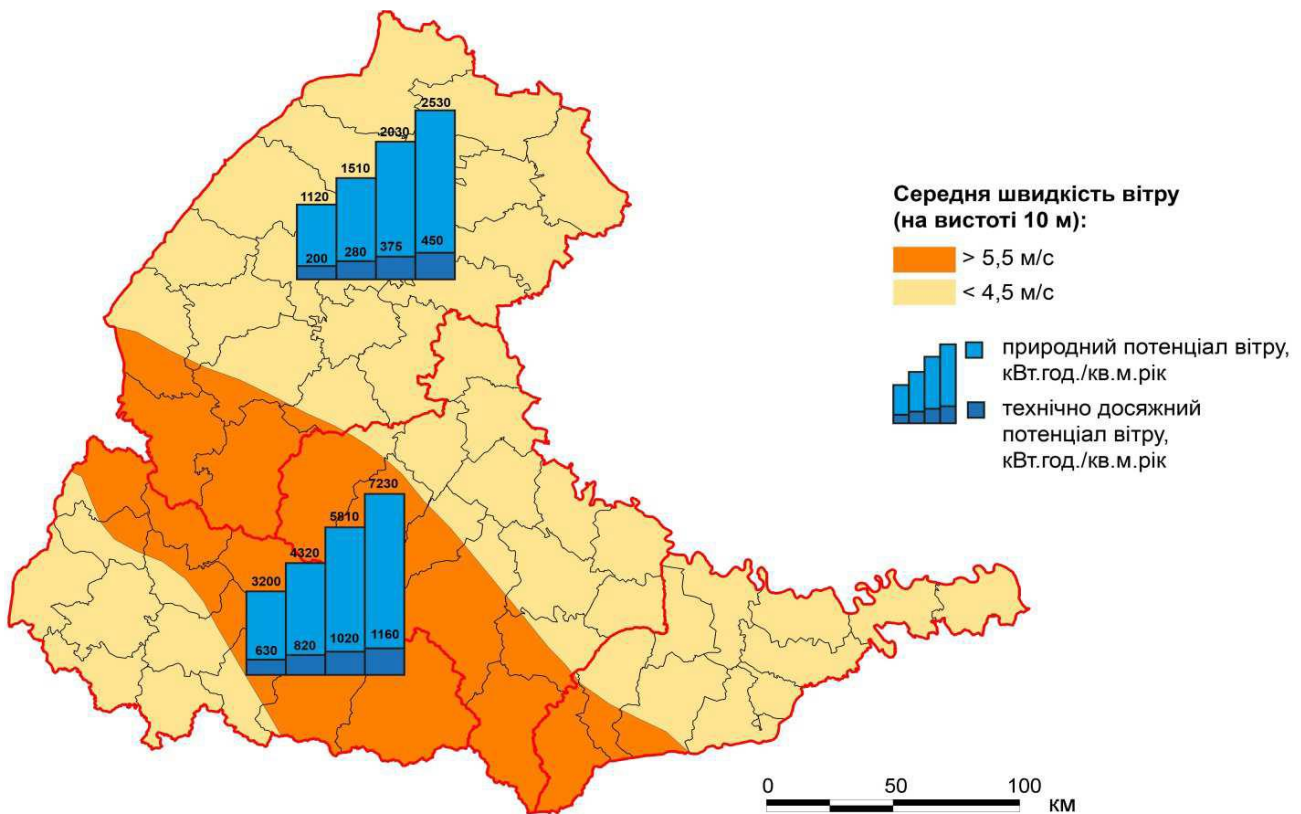


Рисунок 1. Вітровий потенціал на території Карпатського регіону

Перспективними щодо розвитку вітроенергетики в Карпатському регіоні є Яворівський, Золочівський, Стрийський, Дрогобицький, Самбірський райони Львівської області та Косівський, Коломийський, Калуський, Верховинський, Надвірнянський райони Івано-Франківської області. В таблиці 1 представлені області Карпатського регіону їхній природний потенціал вітру та економічна оцінка цього потенціалу. Проаналізувавши дані з цієї таблиці, можна зробити висновок, що Львівська область займає лідируючі позиції за економічною оцінкою потенціалу вітру. Потенціал вироблення енергії на її території становить 7230 кВт*год/м², що може становити близько 6939,5 млн грн/рік [278].

За результатами проведеного аналізу було встановлено що для ВЕС в цьому регіоні доцільно використовувати вітряні турбіни потужністю 2,0–4,0МВт.

Відповідно до регіонального сценарію розвитку вітрової енергетики, запропонованого програмою фінансування альтернативної енергетики в Україні (USELF), передбачено технічно та економічно можливі потужності вітрової енергетики Західного регіону на рівні 1408 МВт [280].

Таблиця 1. Вітроенергетичний потенціал гірських областей Західного регіону

Область	Природний потенціал вітру, кВт* год/м ² на рік	Технічно-досяжний потенціал вітру, кВт* год/м ² на рік	Площа області, км ²	Технічно-досяжний потенціал в млн т у.п./ рік	Економічна оцінка потенціалу вітру, млн грн/рік
Львівська	7230	1150	21833	1,27	6939,5
Івано-Франківська	5810	1020	13900	0,27	1475,3
Чернівецька	4320	830	8097	0,3	1639,3
Закарпатська	4320	830	12777	0,3	1639,3
Разом				2,14	11693,4

Проте, незважаючи на всі вище наведені переваги, розвиток відновлюваної енергетики в Україні стримується низкою негативних факторів, основними з яких є:

- недостатнє нормативно-правове забезпечення;
- відсутність повноцінної стимулюючої політики держави;
- недостатність фінансування науково-дослідних і конструкторських розробок;
- недостатнє інформування і консерватизм потенційних виробників і споживачів;
- нестача інженерних і наукових кадрів, здатних вирішувати організаційно-технічні, екологічні, економічні проблеми використання відновлюваної енергії;
- велика капіталомісткість проєктів ВЕС.

Впродовж останніх років на території Львівської, Закарпатської, Івано-Франківської областей діяв проєкт під назвою “Енергія Карпат”, ініціатором проведення якого є Фонд Східна Європа за кошти, надані Telenor Group в Україні, Посольством Фінляндії в Україні та Агентством США з Міжнародного Розвитку (USAID). У рамках цього проєкту було досліджено наявні енергетичні ресурси у гірських вище згаданих районах. А отримані результати дали можливість оцінити фактичне споживання у них по видах ресурсів з одного боку,

та оцінити ресурси альтернативних, перш за все відновлюваних джерел енергії, – з другого. Результатом цього проекту і стало введення в експлуатацію ВЕС “Старий Самбір - 2”.

ВЕС “Старий Самбір - 2” (рис. 2) є однією з найпотужніших вітроелектростанцій введених в експлуатацію в Карпатському регіоні на сьогодні. Вона розташована біля міста Старий Самбір Львівської області, яке знаходиться в низинах Прикарпаття, де середньорічна швидкість вітру становить 6,5-7,5 м/с. Такий потенціал вітру дав можливість побудувати рентабельну промислову вітроелектростанцію, загальною потужністю 20,7 МВт. Самбірська ВЕС складається з шести вітротурбін фірми Vestas типу V126-3,45, одиничною потужністю 3,45 МВт кожна, обладнана інформаційною системою SKADA [275].

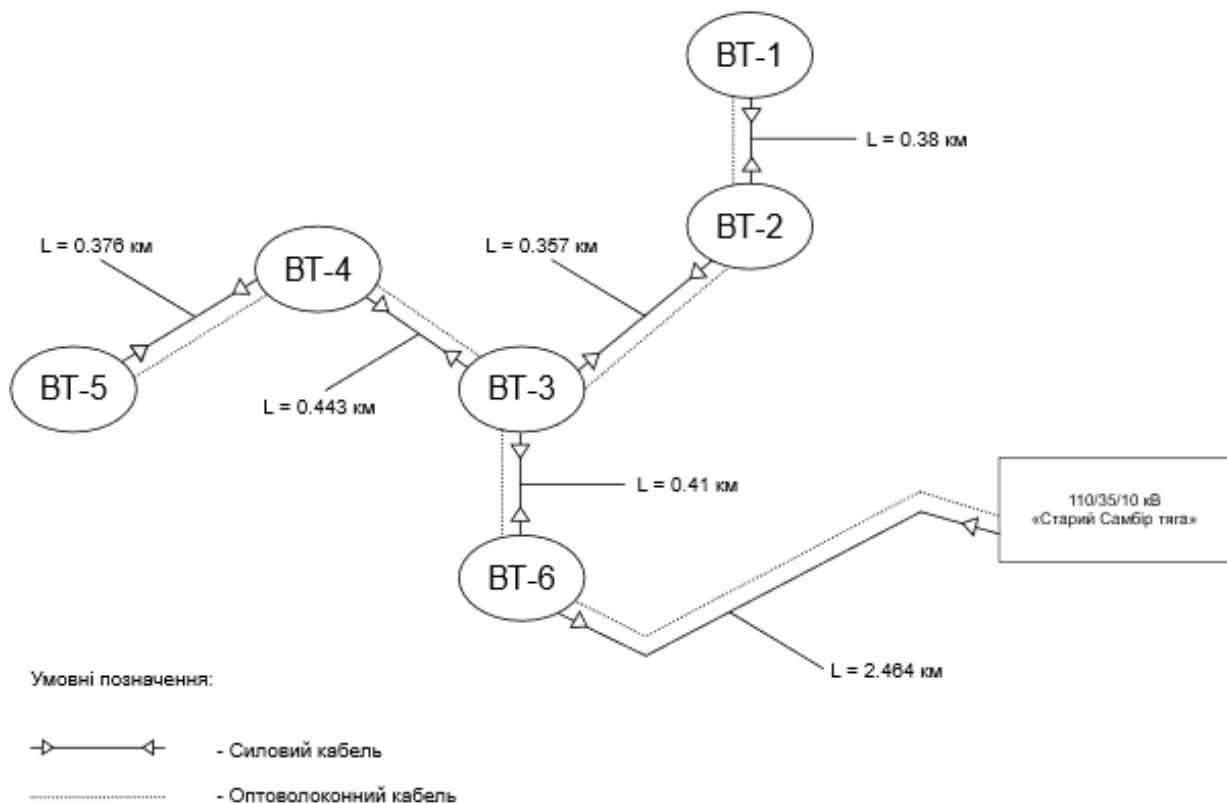


Рисунок 2. План-схема ВЕС “Старий Самбір–2”

Територія, на якій розташована ВЕС, складається з окремих ділянок із розташованими на них спорудами, що формують комплекс вітроелектростанції, а саме: вітроелектроустановок (ВЕУ), трансформаторного пункту (КТП), технологічних проїздів, лінії електропередач. На рис. 2 наведена спрощена план-схема ВЕС “Старий Самбір - 2”, яка містить шість вітрових турбін (ВТ) та вказані

відстані між ними [275].

Вітрова турбіна фірми Vestas обладнана ротором V126-3,45, що складається з трьох лопатей і серцевини (рис. 3) [275]. На сьогодні, саме ця компанія відіграє ключове місце у виробництві вітрових установок, і її турбіни мають одні з кращих технологічних показників на ринку України.

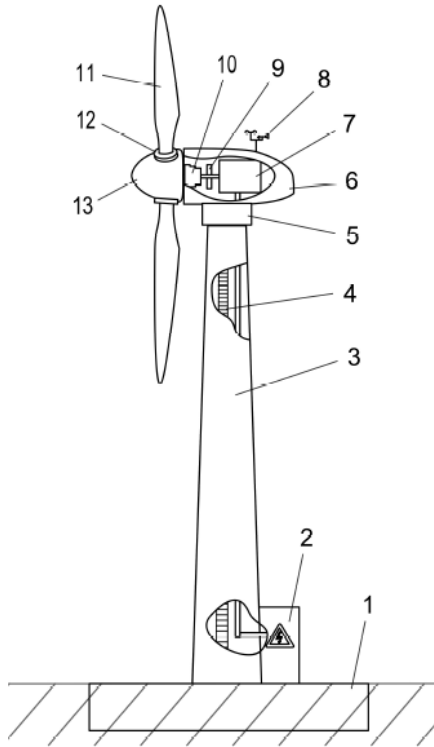


Рисунок 3. Загальний вигляд вітро-
установки на ВЕС “Старий Самбір - 2”:

- 1 – фундамент;
- 2 – трансформатор;
- 3 – вежа;
- 4 – драбина;
- 5 – поворотний механізм;
- 6 – гондола;
- 7 – електричний генератор;
- 8 – контролер;
- 9 – гальмівна система;
- 10 – трансмісія;
- 11 – лопаті;
- 12 – концентратор;
- 13 – система зміни кута лопаті

Лопаті виконані зі скловолокна та зміцнені епоксидними, вуглецевими волокнами та твердим металом. Додатково вставлена сталева серцевина для з'єднання лопатей. Вони складаються з двох крил аеродинамічного профілю, з'єднаних з хвостовиком. Довжина кожної лопаті становить 66,66 м.

Форма і профіль лопатей ротора були розроблені з умови забезпечення наступних критеріїв: коефіцієнт високої потужності; тривалий термін служби; низький рівень шуму; низька механічна деформація; ефективне використання матерії. Лопаті ротора розроблені спеціально для роботи при змінних швидкостях. Покриття поверхні лопатей ротора захищає їх від шкідливих впливів навколишнього середовища, таких як ультрафіолетове випромінювання та ерозія.

Лопатями курує мікропроцесорна система управління OptiTip®. Мікропроцесорні підсилювачі, які не залежать один від одного, регулюють

кожну з трьох лопатей ротора. Давач кута у кожній лопаті ротора постійно відслідковує кут нахилу лопатей та забезпечує синхронізацію кута на всіх трьох лопатях. Це забезпечує швидкість та точність корекції кутів лопаті відповідно до переважної вітрової потужності. Таким чином відповідно до переважаючих вітрових умов, лопаті безперервно переміщуються з метою оптимізації їх кута нахилу.

На вітроелектростанції “Старий Самбір-2” вітротурбіни починають працювати від сили вітру 3 м/с, і автоматично зупиняються, якщо швидкість вітру менша за 3 м/с чи перевищує 25 м/с. На станції організоване стаціонарне управління за допомогою комп’ютеризованої системи без обслуговуючого персоналу.

На рис. 4 зображено залежність кількості виробленої енергії від швидкості вітру, на якому по осі абсцис показано швидкість вітру м/с, а по осі ординат потужність у МВт.

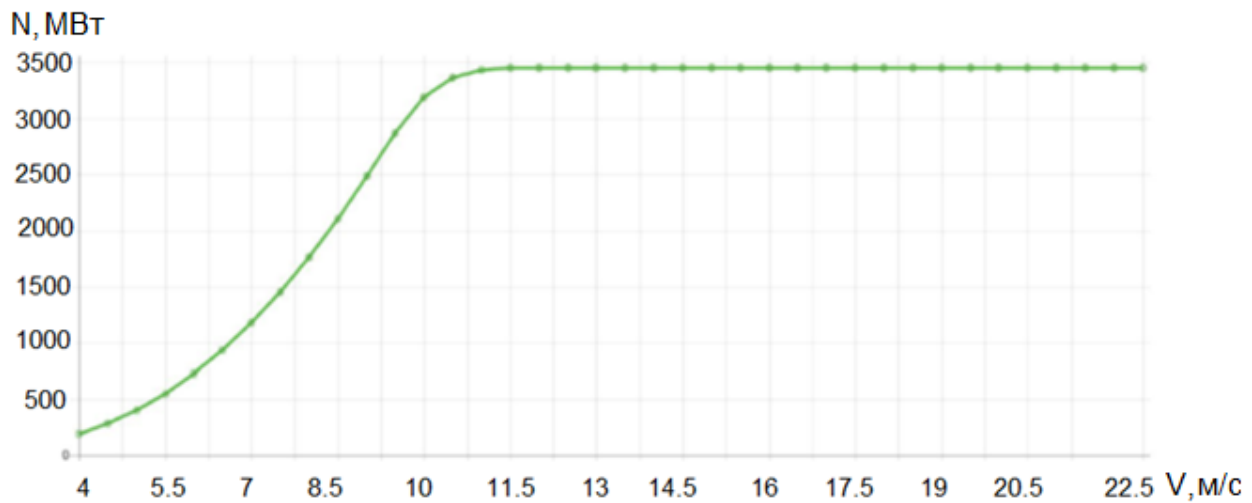


Рисунок 4. Залежність кількості виробленої енергії від швидкості вітру

Річне виробництво електричної енергії та аеродинамічні втрати на ВЕС “Старий Самбір-2” наведені в таблиці 2.

Таблиця 2. Річне виробництво електричної енергії на ВЕС “Старий Самбір-2”

№ ВТ	Тип ВТ	Середня швидкість вітру, м/с (за вільного потоку)	Середня швидкість вітру, м/с	Виробництво електроенергії, кВт*год/рік	Ефективність, %	Виробництво електроенергії, кВт*год/рік (з врахуванням втрат)
1	3-мегаватна платформа V126-3.45	6,13	6,08	9 000 000	99,2	8 910 000
2	3-мегаватна платформа V126-3.45	6,43	6,11	9 321 000	95,0	8 850 000
3	3-мегаватна платформа V126-3.45	6,60	6,07	9 473 000	92,0	8 720 000
4	3-мегаватна платформа V126-3.45	6,48	6,26	9 692 000	96,6	9 300 000
5	3-мегаватна платформа V126-3.45	6,32	6,00	9 048 000	95,0	8 600 000
6	3-мегаватна платформа V126-3.45	6,62	6,12	9 534 000	92,5	8 770 000
	Середнє значення	6,43	6,11	56060000	95,0	53 150 000

Проаналізувавши таблицю 2, можна зробити висновок про високу ефективність роботи ВЕС “Старий Самбір-2”, адже одна з платформ V126-3.45 із найкращими показниками на даний момент, виробляє 8910000 кВт*год/рік (з втратами) електричної енергії, а її коефіцієнт корисної дії досягає 99,2%. Загалом комплекс установок виробляє 53150000 кВт*год/рік (з втратами) електричної енергії, а його коефіцієнт корисної дії досягає 95 %, що підтверджує енергоефективність ВЕС та є хорошим показником на світовому ринку. Розраховано також коефіцієнти рентабельності та терміну окупності досліджуваної ВЕС, які є прийнятними для об'єктів енергетики. Так, за розрахунками ВЕС повинна окупити свою вартість протягом 8-9 років. Однак,

оцінюючи ефективність ВЕС, необхідно брати до уваги те, що потужність станції цілком залежить від вітрового режиму, який не можна регулювати самостійно і в певні проміжки часу виробництво енергії може взагалі бути відсутнім.

Підсумовуючи слід зазначити, що відновлювана енергетика – це найдоступніший, найбезпечніший та найдешевший вид електроенергії. А вітрова енергетика – це одна з небагатьох галузей, яка залучає інвестиції в оновлення потужностей з генерування електроенергії. Тому, враховуючи сприятливі природні умови Карпатського регіону, енергоефективну роботу діючих ВЕС, зокрема проаналізованої в роботі ВЕС “Старий Самбір-2”, необхідно створити відповідні умови та інтенсифікувати будівництво вітрових електростанцій в цьому регіоні в післявоєнний період. Для цього авторами пропонується забезпечити такі заходи: удосконалити нормативно-правову базу в галузі відновлювальної (зокрема вітрової) енергетики; забезпечити стимулювання від держави для інвесторів та власників ВЕС; гарантувати фінансування науково-дослідних і конструкторських розробок науковим установам, які займаються дослідженнями та проєктуванням вітрових станцій; інформувати потенційних виробників і споживачів про переваги вітрової енергетики; забезпечити підготовку інженерних і наукових кадрів у галузі нетрадиційної енергетики.

Таким чином, у роботі проведено аналіз розвитку вітрової енергетики в Україні, як перспективного альтернативного джерела енергії. Виявлено причини повільного впровадження вітрових установок для вироблення електроенергії в Україні. Виконано огляд джерел та статистичних даних з розвитку вітрової енергетики на території України. Проведений аналіз умов Карпатського регіону, який є одним із найпривабливіших для встановлення вітрових установок, завдяки майже постійному вітру з достатньою швидкістю для роботи вітряків. Проаналізовано роботу діючої вітрової електростанції “Старий Самбір-2” – однієї з найпотужніших вітроелектростанцій в Карпатському регіоні України. Показано її економічні та екологічні переваги, високу продуктивність, високі значення ККД та кількості виробленої електричної енергії.

Запропоновано низку заходів, які сприятимуть інтенсифікації будівництва

PROSPECTIVE DIRECTIONS OF SCIENTIFIC RESEARCH IN ENGINEERING AND AGRICULTURE

вітрових електростанцій в Україні в післявоєнний період, зокрема по удосконаленню нормативних документів в галузі відновлювальної енергетики; забезпеченню стимулюючої політики державних органів для потенційних інвесторів; організацію підготовки інженерних і наукових кадрів у галузі нетрадиційної енергетики тощо.