

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ УПРАВЛІННЯ  
МАРІУПОЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
АЗОВСЬКИЙ МОРСЬКИЙ ІНСТИТУТ НУ ОМА  
ДОНЕЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УПРАВЛІННЯ

*Штулер І.Ю., Іванова В.В., Бєлякова О.В.,  
Грицик В.В.*

ФОРМУВАННЯ ПАРАДИГМИ РОЗВИТКУ  
ПОТЕНЦІАЛУ  
ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ  
НАЦІОНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ

*Монографія*

*за науковою редакцією  
доктора економічних наук,  
професора  
Д.В. Солохи*

Мукачево  
КАРПАТСЬКА ВЕЖА

2020



УДК 330.341.1:620.9(477)

Ш 94

Рекомендовано до друку Вченою радою ВНЗ «Національна академія управління» протокол № 3 від 2 березня 2020 року

Рецензенти:

- Я.Дадо** проф. інж., доктор філософії, кафедра економіки і управління підприємством Університет Матея Бела, Банська Бистриця (Словаччина)
- О.В. Кендюхов** д-р екон. наук, професор, віце-президент АЕН України (Україна)
- Л.А. Янковська** д-р екон. наук, професор, ректор ПВНЗ «Львівський університет бізнесу та права» (Україна)

Ш 94 Штулер І.Ю., Іванова В.В., Белякова О.В., Грицик В.В.

**Формування парадигми розвитку потенціалу відновлювальної енергетики національного господарства України.** Монографія / за наук. редакцією д-ра екон. наук, проф. Д.В. Солохи. – Мукачево: Карпатська вежа, 2020. – 132 с.

ISBN 978-966-8269-54-7

У монографії розглянуто теоретико-методологічні аспекти формування парадигмальних основ розвитку потенціалу відновлювальної енергетики в Україні. Досліджено нормативно-правову базу й можливості реалізації засад зеленої енергетики як альтернативи традиційній енергетиці, представлено перспективи розвитку відновлювальних джерел енергії в рамках вітчизняного національного господарства в довгостроковій перспективі.

Рекомендовано для керівників й власників підприємств, наукових працівників, державних службовців, викладачів, аспірантів, магістрантів, студентів та практикуючих фахівців в сфері управління національним господарством, формування й використання наявного потенціалу.

ISBN 978-966-8269-54-7

© Штулер І.Ю., 2020  
© Іванова В.В., 2020  
© Белякова О.В., 2020  
© Грицик В.В., 2020  
© Солоха Д.В., 2020



## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	6
РОЗДІЛ 1. ПАРАДИГМАЛЬНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ ПОТЕНЦІАЛУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В НАЦІОНАЛЬНОМУ ГОСПОДАРСТВІ УКРАЇНИ.....	8
1.1. Потенціал зеленої енергетики як альтернатива традиційній енергетиці.....	8
1.2. Визначення складових відновлювальної енергетики.....	18
1.3. Концепти розвитку відновлюваних джерел енергії.....	35
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ.....	47
2.1. Нормативно-правове забезпечення розвитку відновлювальної енергетики в Україні.....	47
2.2. Оцінка наявного потенціалу розвитку відновлювальних джерел енергії в Україні.....	56
2.3. Світовий досвід розвитку та використання відновлювальних джерел енергії.....	73
РОЗДІЛ 3. ПАРАДИГМА РОЗВИТКУ ПОТЕНЦІАЛУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ У НАЦІОНАЛЬНОМУ ГОСПОДАРСТВІ УКРАЇНИ.....	83
3.1. Прогнозні перспективи розвитку відновлювальних джерел енергії.....	83
3.2. Реалізація потенціалу відновлювальних джерел енергії в умовах діючого підприємства.....	95
ПІСЛЯМОВА.....	112
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	118
ДОДАТКИ.....	130

## ПЕРЕДМОВА

Стрімкий розвиток людського суспільства призвів до того, що людству потрібне все більше ресурсів та благ. А забезпечити це неможливо без енергетичної галузі, яка в свою чергу, значно збільшує навантаження на довкілля, на сьогодні практично досягло свого апогею.

Україна має четвертий технологічний уклад, який характеризується досить високим навантаженням на навколишнє середовище. За останні два десятиріччя відбувається поступовий перехід до п'ятого технологічного укладу.

Розвиток вітчизняного національного господарства за радянських часів мав екстенсивний характер, що призвело до знищення запасів корисних копалин, зневоднення й забруднення територій, знищення чорноземів, тощо [91].

Отже природно-ресурсний потенціал національного господарства України – вичерпано.

Ситуація з енерговидобутку значно ускладнюється озброєним конфліктом на Сході України де розташована лєвова частка запасів кам'яного вугілля й інших енергомських мінералів.

Традиційні енергетичні ресурси є вичерпаними та забруднюючими навколишнє середовище, а видобуток існуючих корисних копалин (які ще залишилися) стає все більше дороговартісними та дедалі важчим.

Людство поступово прийшло до кроків у бік відновлювальних джерел енергії, з'явилося поняття «зеленої» енергетики.

Виникла потреба дослідження можливостей використання потенціалу відновлювальних джерел енергії у національному господарстві України в довгостроковій пролонгованій перспективі.

«Зелена» енергетика забезпечує вироблення електричної, теплової та механічної енергії з мінімальним впливом на навколишнє середовище, здоров'я населення та ризиком виникнення техногенних катастроф.

Часто «зелену» енергетику відносять до альтернативної тому, що вона створює альтернативу для заміщення традиційної теплової та ядерної енергетики.

Використання відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) має бути багатовекторним й комплексним, що дозволить прискорити економічний розвиток не лише національного господарства а й окремих регіонів України.

В процесі розвитку потенціалу відновлювальної енергетики в Україні необхідно орієнтуватись на місцеві енергоресурси, обираючи з них найефективніші. Тому дослідження цієї проблеми є досить своєчасним й актуальним.

Питання розвитку потенціалу відновлювальних джерел енергії досліджували багато вітчизняних і зарубіжних вчених, серед яких Я. Блюм, А. Аль-Анио, Е. Олейник, Н. Жовмир, К. Дрозд, Т. Еловикова, Я. Олійник, П. Шищенко, О. Гавриленко, С. Плачкова, й інші.

Однак, неоднозначність, складність та різноманітність зазначеної проблеми викликали потребу продовження наукового пошуку щодо визначення парадигми розвитку потенціалу відновлювальних джерел енергії у вітчизняному господарчому комплексі.

## РОЗДІЛ 1

# ПАРАДИГМАЛЬНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ ПОТЕНЦІАЛУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В НАЦІОНАЛЬНОМУ ГОСПОДАРСТВІ УКРАЇНИ

### *1.1. Потенціал зеленої енергетики як альтернатива традиційній енергетиці*

Стрімкий розвиток людства та науки, що активізувався наприкінці ХІХ, початку ХХІ століття, призвів до того, що одночасно покращився рівень життя населення та посилилось навантаження на навколишнє середовище, з'явилися глобальні проблеми людства:

- стрімке зростання населення;
- необхідність задовольняти зростаючі потреби світової економіки енергією та природними ресурсами;
- зростаючі потреби у харчових продуктах;
- захист довкілля та здоров'я населення.

Ще із стародавніх часів енергія була невід'ємною складовою, яка визначала життя й розвиток цивілізації та від часів, коли людство тільки оволоділо енергією річок, моря, вітру і вогню до теперішнього часу, показує постійне



прагнення та необхідність у пошуках нових видів енергії, нових великих відкриттів, накопичення знань та їх передача наступним поколінням.

Глобалізаційний розвиток людства пов'язаний із використанням енергії вогню, від стародавньої металургії, парових машин та виробництва древньої кераміки до сучасного етапу науково-технічного прогресу, використання електричної, теплової та атомної енергетики [1].

У наш час економіка більшості країн світу сконцентрована на використанні вуглеводневих джерел енергії (невідновлювальних джерел енергії), тобто це вугілля, нафта та природний газ, на які припадає приблизно 90 % всіх використовуваних енергоресурсів.

Основною проблемою цих ресурсів є те, що вони є вичерпаними, тобто їх не можливо використати повторно. Також проблемою є те, що видобуток цих ресурсів з кожним роком стає дедалі складнішим та дороговартісним, а спосіб їх видобутку стає ще більш руйнівним для навколишнього середовища. Також саме використання цих вуглеводневих джерел енергії є шкідливим для здоров'я людей та навколишнього середовища.

За Я. Блюмом, на сьогоднішній день у світі 35 % енергетичних потреб покривається завдяки використанню нафти, 23 % – за рахунок вугілля, 21 % – природного газу, 7 % – ядерного палива. Виходячи із того, що прогнозується збільшення потреби в енергетичних ресурсах, їх кількість обмежена в роках використання (див. рис. 1.1).

Сьогодні, в індустріально розвинених країнах сконцентровано 16 % населення та 55 % енергоспоживання у світі. У розвинутих країнах світу 84 % населення та 45 % енергоспоживання.

Світові запаси нафти розподілилися наступним чином: Саудівська Аравія – 26 %, Ірак – 11 %, Іран – 9 %, Кувейт – 9 %, Росія – 5 %, Сполучені Штати Америки – 2 %.

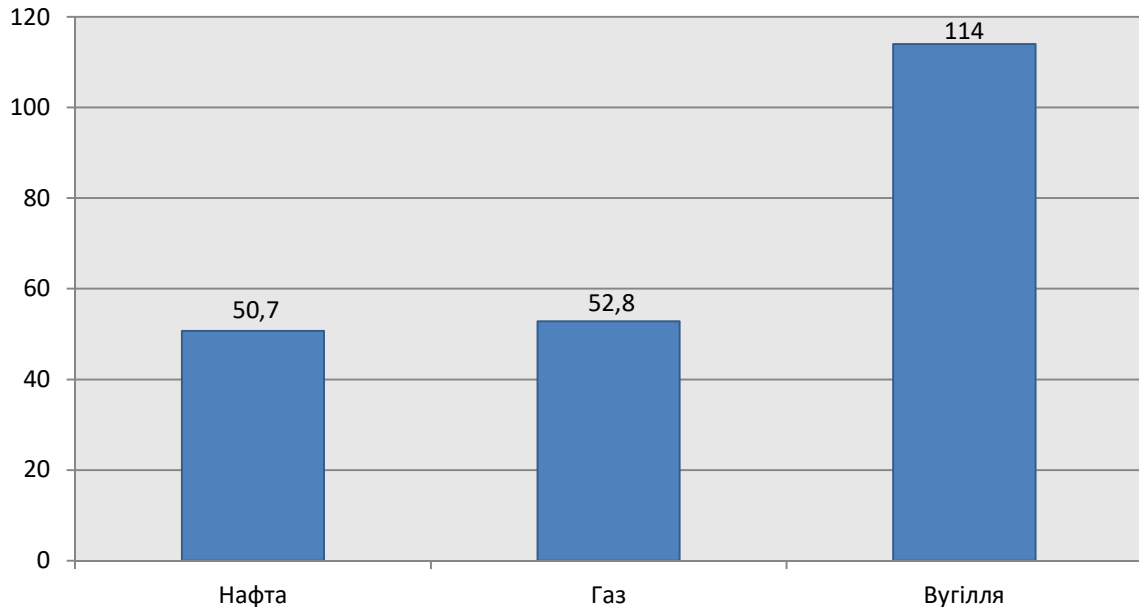


Рис. 1.1. Обсяги видобутого палива за роками, побудовано авторами за матеріалами [2]

Природного газу: Перська затока – 33 %, Росія – 33 %.

Вугілля: Сполучені Штати Америки – 25 %, Росія – 16 %, Китай – 12 %.

Парниковий ефект, зміна клімату, кислотні дощі та виснаження озонового слою, підвищення концентрації токсичних речовин в атмосфері, вимагають нової стратегії розвитку людства. Тому у 2007 році міжурядова група з кліматичних змін випустила свою доповідь, в якій проаналізовані дослідження за період, після виходу доповіді 2001 року. Згідно її висновків, можна стверджувати, що зміну клімату визначає спалювання органічного палива та інша діяльність людини. Також, у доповіді говориться, що «тенденція до потепління безсумнівна».

Проаналізувавши цю доповідь, можна зробити певні висновки:

- діяльність людини призводить до глобального потепління;
- до кінця століття можливе підвищення температури від 1,8 до 4,0 °С;
- зміна клімату буде сприяти підвищенню інтенсивності тропічних циклонів;
- рівень моря підвищиться на 28-43 см;
- крижаний покрив арктичних морів зникне у другій половині століття;
- в деяких частинах світу почастишають теплі періоди, що не притаманно даним регіонам.

Традиційні джерела енергії при їх використанні негативно впливають на довкілля. Нафта та її сполуки – це сировина не тільки для використання у якості джерела енергії, але ще й сировина для нафтохімічної промисловості. Нафта дуже шкідлива при транспортуванні, через ризик її розливу.

Також при її спалюванні велика кількість вуглекислого газу потрапляє в атмосферу, а при її переробці – у навколишнє середовище виділяються чадний газ, сірка, оксиди азоту.

Якщо взяти вугілля, то воно при спалюванні віддає лише третину свого тепла, а всі інші похідні сполуки потрапляють в атмосферу.

Спалювання вугілля сприяє радіоактивному забрудненню атмосфери. Радіонукліди (уран, торій, радій, свинець 210, та інші) концентруються у золі та потрапляють у навколишнє середовище.

Природний газ для людства є найчистішою формою невідновлювальної енергії. Але він також створює загрозу через викиди вуглецю у атмосферу.

Негативні наслідки використання традиційного палива на довкілля привели людство до кроків у бік відновлювальних джерел енергії та з'явилося поняття «зелена енергетика».

«Зелена» енергетика забезпечує вироблення електричної, теплової та механічної енергії з мінімальним впливом на навколишнє середовище, здоров'я населення та ризиком виникнення техногенних катастроф. Часто «зелену» енергетику відносять до альтернативної тому, що вона створює альтернативу для заміщення традиційної теплової та ядерної енергетики.

Зростає значення відновлювальних джерел енергії та з'являються можливості переходу від традиційних джерел енергії до відновлювальних, тобто «зелена» енергетика дає можливість повністю відмовитися від вуглеводневих або традиційних джерел енергії [3].

Значення «зеленої» енергетики в тому, що вона:

- має практично невичерпні ресурси;
- сприяє зниженню негативного впливу на навколишнє середовище, включаючи викиди різних забруднюючих речовин, парникових газів, радіоактивне і теплове забруднення тощо;
- сприяє зниженню негативного впливу на здоров'я населення;
- знижується ризик техногенних катастроф при транспортуванні;
- призводить до зниження вартості відновлювальних джерел енергії і зростання вартості традиційних джерел енергії.

Глобальне потепління змінює клімат нашої планети та збільшує кількість стихійних лих, вони вже виникають там, де їх ніколи не було.

Тому серед першочергових завдань ООН пропонують до 2050 року, привести викиди вуглекислого газу, який спричиняє парниковий ефект, до нуля.

Екологічні наслідки використання традиційних ресурсів показали руйнівні зміни клімату. Підтвердженням змін клімату для України у 2017 році є квітневі снігопади у Харківській та Дніпропетровській області та потопи у травні на Чернігівщині, Київщині, Закарпатті та Волині. У таблиці 1.1 показані стихійні лиха за останні роки по всьому світу.

Таблиця 1.1

*Стихійні лиха по всьому світу за останні роки*

<i>Рік</i>	<i>Стихійне лихо</i>
<i>2012</i>	<i>Ураган Сенді (Багамські острови, Пуерто-Ріко, Канада, Куба, Схід США та ін.)</i>
<i>2016</i>	<i>Ураган Метью (США)</i>
<i>2017</i>	<i>Ураган Ірма (Багамські острови, Пуерто-Ріко, Куба, Сент-мартен)</i>
<i>2017</i>	<i>Ураган Гарві (США, Беліз, Гондурас, Юкатан та ін.)</i>
<i>2018</i>	<i>Сніг у пустелі Сахара, (Алжир)</i>
<i>2018</i>	<i>Аномально низькі температури (до -40° С) (США)</i>

У сучасний час стрімко зростає інтерес до відновлювальних джерел енергії. Щорічно темпи росту будівництва сонячних панелей та вітряків, зростають на 20-30 % від попереднього року (див. рис. 1.2). У 2017 році у світі було побудовано 51 ГВт потужностей, що майже дорівнює всій генерації електроенергії України.

Відновлювальна енергетика в Україні є відносно молодого галуззю, яка активніше почала розвиватися з введенням «зеленого» тарифу у 2009 році.

Свій початок розвитку «зелена» енергетика бере ще у 1970-х роках, коли збільшувався національний інтерес в енергетичній політиці та енергозбереженні у розвинутих країнах. Цей інтерес був зумовлений стрімким підвищення цін на нафту, скорочення її поставок та, як результат, нафтове ембарго організації країн – експортерів нафти у 1973 році, що стимулювало розвиток відновлюваних джерел енергії у світі [4].

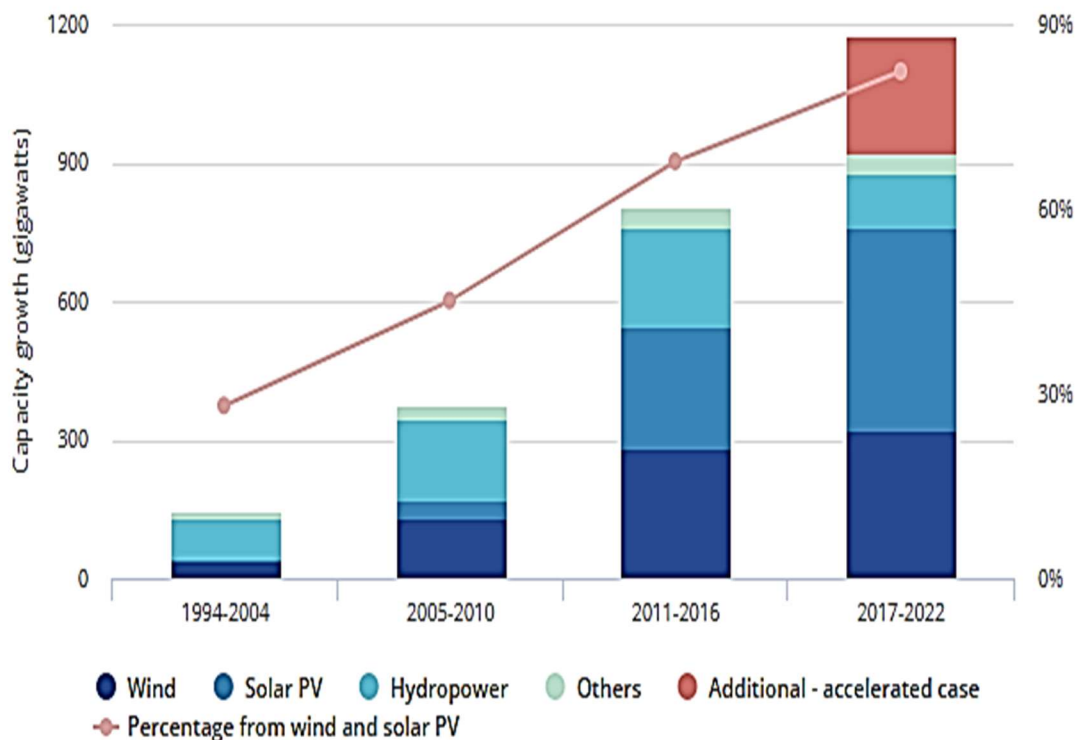


Рис 1.2. Зростання потужностей відновлювальної енергетики за різними технологіями побудовано авторами за матеріалам [5]

У 1992 році держави-члени ООН підписали перший глобальний екологічний документ – Рамкову конвенцію ООН про зміну клімату, яка має на меті зменшення викидів парникових газів до безпечного рівня. Згодом, у 1997 році в Японії, був підписаний Кіотський протокол – документ,

спрямований на скорочення викидів парникових газів завдяки запровадженню системи квот. Було запроваджено обмін квотами, а кошти, які сплатили країні, яка мала менші викиди порівняно з встановленими квотами, мали бути використані для розвитку відновлювальних джерел енергії.

Це спонукало країни-підписанти скоротити використання традиційних джерел енергії на користь зелених технологій, хоча вони проводили та впроваджували свою енергетичну політику по-різному.

Ідеї та перші розробки щодо використання альтернативних джерел енергії з'явилися ще у давнину. Найдавнішою відомою геліосистемою можна було б вважати статую Аменхотепа III, що датується 15 століттям до нашої ери. Всередині статуї знаходилась система камер з повітрям і водою, під якою сонячні промені приводили у рух прихований музичний інструмент.

Інженер з Франції де Белідор у XVIII столітті започаткував основи гідротехнічного будівництва. Далі було створення вітрової установки.

Патент на сонячну установку, був отриманий майже 160 років тому [6]. У таблиці 1.2 представлено історію виникнення різних джерел альтернативної енергії.

Найбільшим прихильником «зеленої енергетики» є Німеччина, яка обіцяє до 2050 року на 80 % перейти на відновлювальні джерела енергії (рис. 1.3). Країни Європи та США дають більш скромніші обіцянки у 40 %.

У світі є країни, яким відновлювальні джерела енергії більш доступні, ніж іншим. Наприклад, Ісландія з її паровими електростанціями, бо вона розташована на гарячих підземних гейзерах. Норвегія, енергобаланс якої становить 80 % з генерації від гідроелектростанцій, так як у країні багато річок.

Але, є країни у яких доступ до природних джерел енергії обмежений, і вони змушені будувати більше сонячних та вітрових станцій [9].

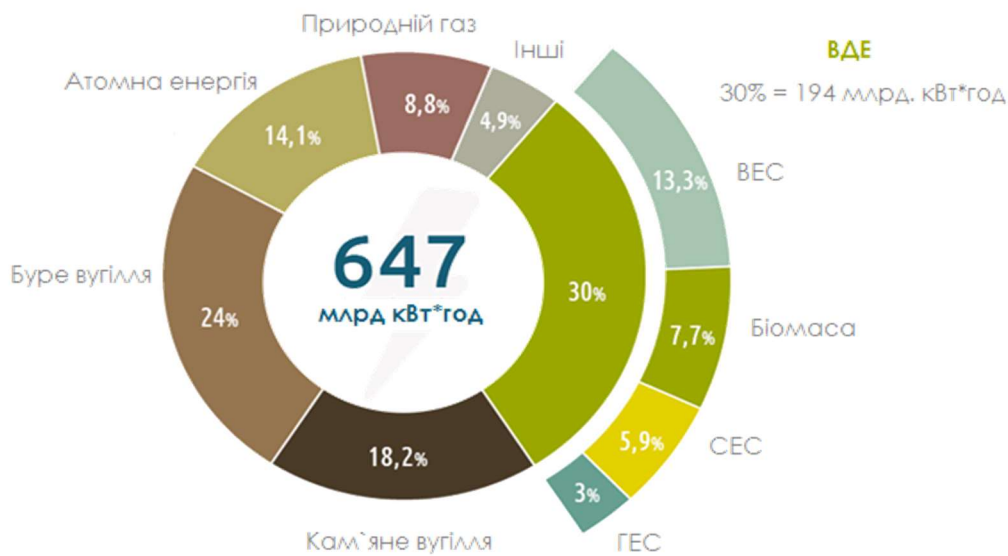


Рис. 1.3. Виробництво електроенергії у Німеччині за видами енергії побудовано авторами за матеріалами [7]

За останні десятиліття, питання щодо забруднення довкілля, виникнення парникового ефекту та зміни клімату нашої планети було чи не найбільш актуальним у наукових колах.

Було дуже багато спроб врегулювати ці питання. Наприклад, у 1992 році на Саміті ООН по навколишньому середовищу в Ріо-де-Жанейро було прийнято Рамкову конвенцію ООН про зміну клімату, мета якої – доведення до стабільного стану рівня викидів парникових газів [10, с. 26].

Наступним документом був Кіотський протокол підписаний 11 грудня 1997 року, який вимагав від розвинутих країн та країн із перехідною економікою скорочення рівня викидів парникових газів в атмосферу [11, с. 123–124].

На зміну Кіотському протоколу з часом прийшла Паризька угода. Угода дає стратегію глобальних дій щодо запобігання зміні клімату на довгостроковий період.



Таблиця 1.2

Історія виникнення різних джерел відновлювальної енергії побудовано авторами за матеріалами [8]

Види джерел альтернативної енергії	Історія виникнення
Сонячна енергія	Перші використання у 7 ст. до н.е. в Греції та Римі (використання сонячного світла для запалювання вогню за допомогою збільшувального скла). У 1883 році, Чарльз Фрітц зробив перші сонячні батареї, виготовлені з селенових пластин.
Геотермальна енергія	У 1827 році Франческо Лардерел в Італії створив першу в світі систему, працюючу на водному теплі.
Енергія приливів і відливів	Перша морська приливна електростанція потужністю 635 кВт була побудована у 1913 р. у бухті Ди близько Ліверпуля.
Енергія вітру	Одним з найперших винаходів використання вітру було вітрило десь у п'ятому тисячолітті до н. е. У першому сторіччі до нашої ери давньогрецький вчений Герон Александрійський винайшов вітряк, що керував органом.
Біопаливо	Використання біопалива почалося у 1970 роках, коли у США прийняли федеральний закон, що контролює забруднення повітря на національному рівні.
Грозова енергія	Ключові експерименти з електростатики були проведені у XVII – XVIII століттях.
Листова біомаса замість палива	Історія рідкого біопалива бере свої витоки у дев'ятнадцятому сторіччі. Одним з перших дослідників, що запропонував використовувати біопаливо, був Семюель Морі, який в 1826 році запропонував модель розробленого ним двигуна, здатного працювати на спирті та скипидарі.
Енергія хвилерізів	Перша заявка на патент хвильового млина подана в Парижі у 1799 році.
«Розумне» скло	Технологія буда створена в США командою дослідників з Техаського університету у 2013 році.

В основі цього документу лежить принцип «загальної, але диференційованої відповідальності», тобто країни несуть різну відповідальність за руйнування довкілля та зміну клімату.

Питання зміни клімату, є актуальним і для України, так як наша країна підписала Угоду 22 квітня 2016 року в м. Нью-Йорк.

Верховна Рада України ратифікувала її 14 липня 2016 року, й 1 серпня цього року, Президент підписав закон «Про ратифікацію Паризької угоди» [12].

Так, як запаси традиційних джерел енергії обмежені, то «зелена» енергетика дозволить людству розвиватися, задовольняти свої потреби у майбутньому без шкоди майбутнім поколінням, тобто сприяти сталому розвитку людства.

## ***1.2. Визначення складових відновлювальної енергетики***

У минулі час темпи розвитку альтернативної енергетики були дуже помірними, у сучасному ж світі цей темп переріс у справжній бум.

Альтернативні джерела енергії – це сукупність способів отримання, транспортування та використання енергії, які є вигіднішими та безпечнішими в експлуатації, та не несуть із собою шкоди навколишньому середовищу.

Різні види альтернативних джерел енергії використовують для генерації різних видів енергії (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

*Види генерованої енергії відновлювальними джерелами енергії*

<i>Альтернативне джерело</i>	<i>Вид генерованої енергії</i>
<i>Сонячна енергія</i>	<i>Електрична та теплова енергія</i>
<i>Вітрова енергія</i>	<i>Електрична енергія</i>
<i>Енергія води</i>	<i>Електрична енергія</i>
<i>Геотермальна енергія</i>	<i>Електрична та теплова енергія</i>
<i>Біоенергія</i>	<i>Електрична та теплова енергія, а також може використовуватися як моторне паливо (біоетанол, біодизель)</i>

Автори та дослідники визначають різні види альтернативних джерел енергії. Проаналізувавши ці джерела пропонуємо узагальнену класифікацію альтернативних джерел енергії (рис. 1.4).

Розглянемо основні види альтернативних джерел енергії та їх характеристику:

1. Сонячна енергія – це енергія Сонця у виді радіації та світла, що утворюються на сонці та проникають на Землю. Ця енергія певною мірою керує кліматом та погодою. Сонце є джерелом вітрової енергії, енергії води, біомаси.

Використання сонячної енергії один із найбільших та популярних видів альтернативних джерел енергії. Тієї енергії, що посилає нам сонце, вистачить на весь рік усій планеті.

Перетворення енергії сонця, за допомогою спеціальних пристроїв, дає змогу отримувати тепло та електрику для подальшого використання.

Отримання електричної енергії базується на фізичних процесах, які відбуваються у напівпровідниках під впливом



сонячних променів, а отримання теплової – на властивостях газів [13].

Рис 1.4. Класифікація відновлювальних джерел енергії

Принцип, на якому заснована робота цього джерела енергії – фотоефект. Сонячна радіація, яка потрапляє на її поверхню, вивільняє електрони, що створює заряд всередині панелі.

До переваг використання сонячної енергії можна віднести:

- є відновлювальною;
- не виробляє шуму та викидів шкідливих речовин в атмосферу;

- добре перетворюється як в тепло, так і в електрику;
- є доступною.

До недоліків можна віднести:

- повна залежність від сонячної інсоляції, погоди, сезону;
- вимагає великих площ для будівництва;
- вимагає важкої утилізації елементів сонячних панелей, адже використовує токсичні речовини (свинець, галій, миш'як).

Сонячна радіація перетворюється у корисну енергію зазвичай двома способами, активними та пасивними сонячними системами.

Пасивні системи, це системи, які створені максимально використовувати енергію сонця шляхом споживання. Наприклад, проектування будівель та споруд, із спеціальних матеріалів, які можуть поглинати теплову енергію та використовувати її для обігріву. Активні сонячні системи, це сонячні колектори та сонячні батареї [14].

Сонячні колектори, основані на перетворенні сонячного світла у теплову енергію, а потім використовується для обігріву будівель та споруд. Найпопулярнішими видами таких геліосистем є: плоскі та вакуумні.

Плоскі колектори – найпопулярніший вид сонячних колекторів, які використовуються в опалювальних системах. Колектор являє собою теплоізований металевий ящик, до якого поміщена чорного кольору пластина абсорбера. Скління може бути прозорим або матовим.

Сонячне світло потрапляє до теплосприймаючої пластини, а скління знижують втрати тепла.

Вакуумні колектори – складаються із скляних труб, які містять адсорбер та теплову трубку. Сонячне світло при потраплянні на адсорбер, нагріває його, тепло передається до мідної трубки, а потім теплоносію.

Завдяки тому, що поверхня, яка нагрівається, заповнена вакуумом, це захищає поверхню від зовнішнього повітря, тому створюється додатковий захист від тепловтрати. Використання таких колекторів, можливе навіть взимку та в морози.

Сонячні фотоелементи отримуючи сонячну енергію, перетворюють її у електричний струм. Потім струм потрапляє до акумулятора. Перетворення постійного струму в змінний виконує інвертор, після якого струм подається на стандартні прибори споживання [15, 16].

2. Енергія вітру – галузь відновлювальної енергетики, що працює на використанні кінетичної енергії вітру.

Вітроенергетика – ще один із популярніших видів альтернативної енергетики, який можна використовувати в будь якій місцевості та є відновлювальною енергетикою.

Вітровий генератор доволі простий у принципі роботи. Лопасті, які приходять до руху завдяки поривам вітру, обертають вали трансмісії.

Вироблений струм потрапляє до генератора перемінного струму. Генератор підключений до трансформатора, який підвищує напругу, і після нього напруга віддається у спільну систему електропостачання.

Наприклад, Данія, виробляє майже половину електроенергії за допомогою вітроенергетики. Також, вітроенергетика дуже добре розвинута у Португалії, Ірландії, Німеччині та Іспанії [13].

До переваг вітроенергетики можна віднести:

- відсутність викидів;
- можливість використовувати в будь-якій точці Землі;
- відновлювальне джерело енергії;
- автономність;
- відсутність деградації ґрунту.

До недоліків можна віднести:

- необхідність у постійних поривах вітру (хоча, вже існують новітні технології, які дозволяють виробляти енергію при незначних коливаннях повітря);
  - зависокий шум;
  - висока ціна на вітряки та експлуатацію;
  - електромагнітне випромінювання;
  - займають великі площі;
  - забирають частину енергії із рухомих мас вітру та уповільнюють їх, змінюючи таким чином клімат;
- турбіни вітряків, несуть потенційну небезпеку для живих організмів, насамперед, для птахів. За статистикою, лопаті кожної встановленої турбіни вбивають не менш чотирьох особин птахів на рік;
  - змінюють напрямок руху повітряних мас, що дезорієнтує перелітних птахів, змінюючи їхній маршрут.

3. Енергія води – енергія, що сконцентрована в потоці водних мас в руслових водотоках та приливних рухах.

Гідроенергетика базується на принципі перетворення кінетичної енергії водних мас в електричну. Найпопулярніший вид гідроенергетики є ГЕС, але окрім неї, існує ще енергія приливів [17].

ГЕС – це гребля, яка має декілька шлюзів для скиду води. Шлюзи з'єднані із лопатями турбогенераторів, вода їх розкручує, тим самим виробляється електрика.

До переваг гідроенергетики можна віднести:

- невичерпаність водних ресурсів;
- безпека для атмосфери;
- має дуже дешеву вартість електроенергії;

До недоліків даної енергетики можна віднести:

- затоплення прибережних територій;
- зменшення чисельності біоценозу рік;
- зміна мікроклімату прилеглих екосистем (підвищення температури водойм, вологості повітря);
- обміління рік за рахунок будови водосховищ;
- зміна руслового потоку рік;
- шум;
- відсутність можливості регулювання кількості води в дамбі (восени – паводки, влітку – посуха);
- велика необхідність у певній швидкості течії у річці.

Види гідроелектростанцій:

- руслові – низьконапірні станції, напір води в яких створюється завдяки греблі, яка перегороджує річку, підіймаючи рівень води до необхідного;



- пригреблеві – високо напірні станції, напір води в яких створюється завдяки греблі, а сама конструкція станції знаходиться за греблею у її нижній частині. Вода підіймається до турбін напірними тунелями;
- гідроакумулююча електростанція – здатна акумулювати електроенергію та передавати її у енергосистему для покриття піків навантаження;
- дериваційні – це станція, в яких напір води створюється при допомозі деривації – сукупності гідротехнічних споруд, які відводять воду через водовідведення до потрібних гідротехнічних споруд [18].

Використання енергії приливів відбувається за допомогою будівництва приливних станцій. Під час приливу, рівень води підвищується та створюється тиск, який обертає вал генератора.

Після закінчення приливу, випускні отвори закриваються, та під час відливу відкриваються повторюючи процес. У сучасному світі приливи добре вивчені, тому передбачити цей вид джерела більш менш легше, ніж інші джерела.

4. Геотермальна енергетика – ґрунтується на виробництві енергії за допомогою тепла надр Землі. Запаси даного виду альтернативної енергетики дуже великі. Країни, такі як, Ісландія, Італія, США, Японія, Нова Зеландія, Угорщина дуже активно використовують даний вид енергії, здебільш для теплопостачання та вироблення електроенергії.

В Ісландії, за рахунок геотермальної енергетики забезпечується 26,5 % вироблення електроенергії.

Використання геотермальної енергетики, обмежується місцевістю, де умови дозволяють застосовувати водоносний пласт для передачі тепла із надр до поверхні [19].

Геотермальна енергетика набула популярності завдяки тепловим насосам, які отримують тепло з поверхні землі, та перетворюють його на воду або повітря для обігріву будівель.

Принцип роботи заснований на властивостях рідин та газів, а також законах термодинаміки. Теплові насоси різняться за своєю потужністю, наприклад «грунт-вода» та «вода-вода», та інші [17].

Розрізняють такі основні види геотермальної енергетики:

- поверхнєве тепло Землі, на глибині від декількох десятків до сотень метрів, легко розробляються, але доволі рідкісні;

- гідротермальні системи – резервуари гарячої або теплої води, утворюються завдяки наповненню підземних порожнин водою атмосферних опадів, які нагріваються близько розташованою магмою;

- парогідротермальні системи – резервуари із сумішшю гарячої води та пари, зустрічаються частіше, але є загроза корозії обладнання станції та забруднення довкілля;

- петрогеотермальні зони або тепло сухих гірських порід, нагрітих магмою (на глибині більше 2-х км);

- магма, яка представляє собою розплавлені гірські породи.

До переваг геотермальної енергетики можна віднести:

- її невичерпаність;
- на відміну від інших альтернативних джерел енергії, може забезпечувати постійне енергопостачання (24/7), воно не залежить від погоди, клімату та від часу дня;

- є передбачуваним видом енергії, адже легко можна визначити місце та потужність електростанції.

До недоліків можна віднести:

- насиченість токсичними сполуками термальних вод;
- провокування землетрусів;
- потреба високого фінансування на початкових стадіях будівництва;
- при переробці гарячої води є певні викиди парникових газів.

5. Біоенергетика – спеціалізується на виробництві енергії із біомаси.

Біомасу, як джерело енергії можливо використовувати у процесі спалювання деревини, соломи або сапропелю (органічних донних відкладів), а також у переробленому вигляді як рідке (ефіри ріпакової олії, спирти) або газоподібне (біогаз) паливо [20].

Людина використовує біомасу для енергетичних цілей, ще з відкриття вогню, але і до нині, деревне паливо остається основним джерелом енергії майже по всьому світу.

У сучасному світі біомаса використовується у багатьох сферах паливно-енергетичного комплексу, від опалення будівель до виробництва електроенергії та пального. Найбільш практичним, з точки зору економіки та екології, є використання біомаси для виробництва теплової енергії.

В директиві Європарламенту та Ради Європи біомаса тлумачиться як органічна речовина, що зазнає біологічного розкладу – продукти, відходи та залишки сільського та лісового господарства, враховуючи рибальство та рибництво, а також частина промислових та побутових відходів, що зазнає біологічного розкладу.

У 2015 році Україна, згідно прийнятих на себе зобов'язань перед Європейським енергетичним Співтовариством, імплементувала в законодавство визначення терміну «біомаса».

Тому, в Закон України «Про альтернативні види палива» внесено поняття «біомаса», а саме біомаса, як невикопна біологічно відновлювальна речовина органічного походження, здатна до біологічного розкладу у вигляді продуктів, відходів та залишків лісового, сільського та рибного господарства і технологічно пов'язаних з ними галузей промисловості [21].

Основу біомаси, складають органічні сполуки вуглецю, яка виділяє тепло в процесі реакції з киснем при спалюванні або в результаті природного метаболізму.

Джерелом біомаси виступають відходи та залишки сільського та домашнього господарства, харчової промисловості та комунального господарства. Також, до джерел біомаси можна включити відходи деревини лісового господарства, деревообробної та целюлозно-паперової промисловості.

Джерелом біомаси також можуть виступати енергетичні культури, такі як:

- швидко вирощувані сорти дерев та спеціальні однорічні рослини, які містять високий вміст сухої маси;
- ріпак та соняшник, для виробництва рідких моторних палив;
- польові культури, які придатні для виробництва біогазу;
- відходи від лісопереробки та сільськогосподарської діяльності;
- відходи від промисловості та побутові відходи [22].

Біомаса поділяється на дві основні групи: первинна та вторинна біомаса. До первинної біомаси відносять весь

наземний та водний рослинний світ, а до вторинної біомаси відносять відходи, що утворились після використання та перероблення первинної біомаси в товарну продукцію, обумовлені життєдіяльністю живих організмів [23].

Швидко вирощувані сорти енергетичних рослин поділяють на деревні культури та багаторічні трав'яні культури.

До деревних культур відносяться: гібридні сорти верби, тополі, евкаліпту, акації, які заготовляють у традиційних для деревини формах тріски чи дров. Тоді як типовими представниками трав'яних культур виступають: міскатус великий, світчграс, сорго, костриця льону.

За складом тверде біопаливо поділяється на баласт, а саме золу та вологу, та горючу частину. Зола і горюча частина (без вологи) утворюють суху масу палива. Вміст золи, вологи, летких і зв'язаного вуглецю можна виразити декількома способами:

- у % на суху масу (індекс С);
- у % на робочу масу (Р) вологого палива;
- у % на горючу масу – беззолну суху масу (Г).

Існує така класифікація найпоширеніших характеристик біопалива:

- хімічний склад;
- вологість;
- насипна та енергетична щільність;
- нижча та вища теплотворна здатність;
- зольність;
- плавильні характеристики золи, вміст домішок у паливі.

Насипна щільність – це співвідношення між кількістю простору, яке займає біопаливо та його вагою. Цей показник залежить від його форми та ступеня обробки та вказує на витрати, пов'язані з транспортуванням та зберіганням біопалива.

Солома, вважається біопаливом із найменшою щільністю, що за собою тягне збільшення вартості її транспортування та складування.

Через це, солома, як правило підлягає пресуванню для формування тюків, а для підвищення щільності твердого біопалива рослинну біомасу перетворюють у брикети або гранули.

Вологістю біомаси вважають кількісну характеристику, яка вказує вміст вологи у біомасі. Існує абсолютна вологість – це відношення самої маси вологи до маси сухої сировини, та відносну вологість – відношення маси вологи до маси вологої речовини.

Теплота згорання – це кількість тепла, що виділяється при спалюванні одиниці маси палива. Вимірюється у МДж/кг або кДж/кг, за допомогою калориметра. Існує вища та нижча теплота згорання палива.

Вища теплота згорання палива – це кількість тепла, яка виділяється при згоранні 1 кг біомаси при повній конденсації всіх пар води, а нижча теплота згорання – кількість тепла, що виділяється при згоранні 1 кг біомаси, без обліку тепла, витраченого на випаровування вологи.

Зола – негорюча мінеральна ознака біопалива. Вміст золи показує частку твердого негорючого залишку, що залишається після повного згорання горючої маси та виражається у відсотках.

Зола погіршує умови її спалювання тому що призводить до утворення шлаку, забруднення поверхонь котлів і газоходів котлів та призводить до періодичної необхідності очищення димових газів від золи, її утилізації [24].

З даних таблиці 1.4 видно, що зольність біопалива сільськогосподарської біомаси вище, ніж у деревних видів палив. Тому, можна зробити висновок, що вміст золи не змінюється після переробки біомаси в брикети.

Таблиця 1.4

*Порівняльна характеристика видів палива за основними ознаками*

Вид палива	Вологість %	Нижча теплотворна здатність, МДж/кг	Насипна щільність, кг/м <sup>3</sup>	Енергетична щільність, Гкал/м <sup>3</sup>	Зольність %
Дрова лісових порід	Повітряно-сухий стан	13,5	400-500	1,3-1,6	0,2-0,5
Тріска деревна, насипом	40 %	10,2	240-300	0,58-0,73	0,3-1
Тріска деревна, утрамбована	40 %	10,2	360-390	0,88-0,95	0,3-1
Енергетичні рослини (деревина: верба, тополя)	Повітряно-сухий стан	12,5-13,5	-	-	2
Солома (великий тюк)	15	14,4	140-180	0,48-0,62	4-6,5
Солома (малий тюк)	15	14,4	90-135	0,31-0,46	4-6,5
Гранули з соломи	8-12	15,5-16	550-600	1,85-2,2	4-6,5
Гранули з деревини	8-12	17-17,5	550-680	2,2-2,6	0,2-0,5
Гранули з лушпиння соняшнику	8-12	18-18,5	630-650	2,4-2,8	4-6,5

Біомасу переробляють у різні види палива, що дозволяє її застосовувати для різних цілей, наприклад, для генерації тепла і електрики, виробництва рідкого палива (біоетанол, біодизель).

На рисунку 1.5 показані причини та переваги використання біопалива.

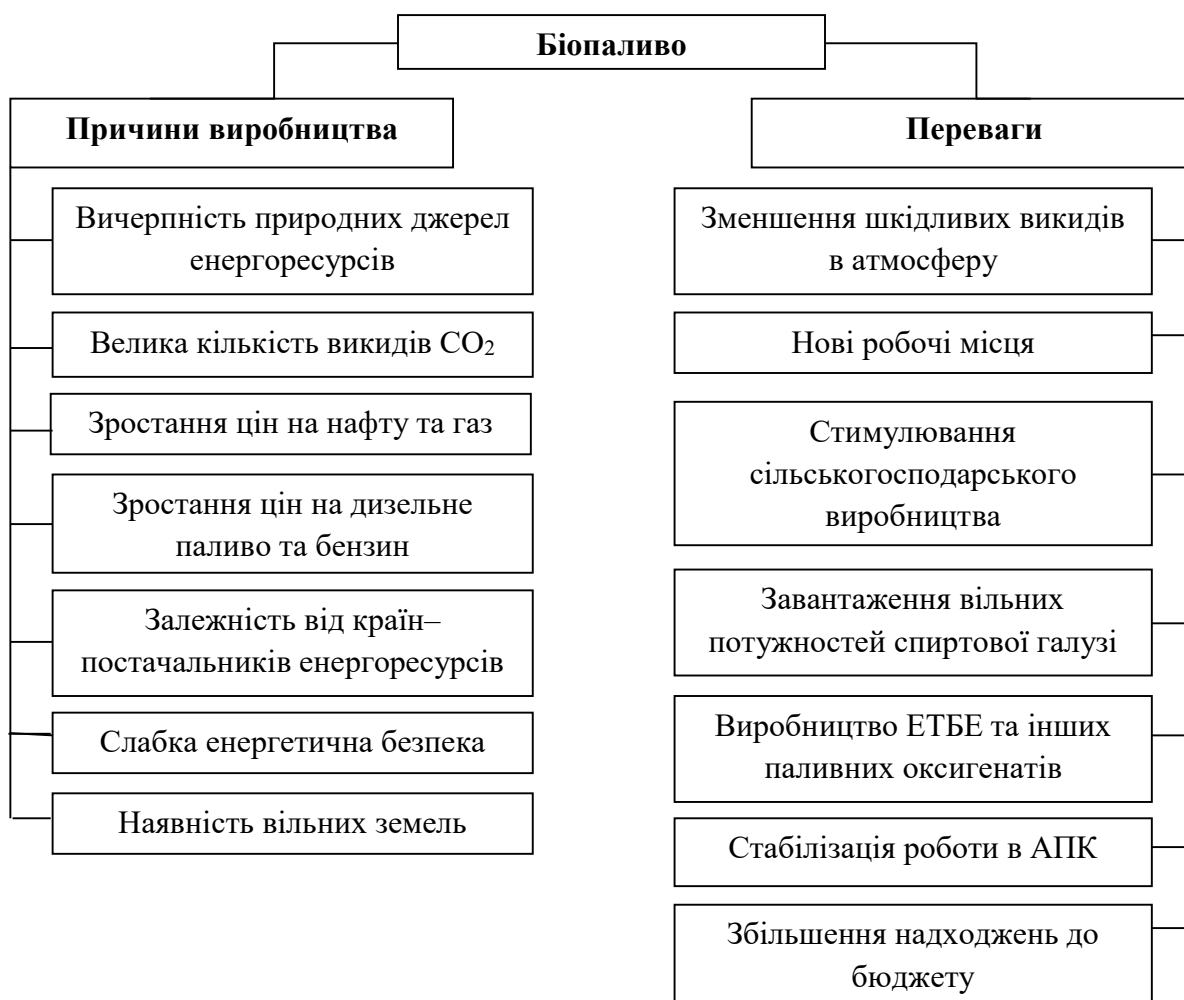


Рис 1.5. Причини та переваги використання біопалива побудовано авторами за матеріалами [3]

На сьогодні в світі існує три основні напрямки переробки біомаси, які є найбільш поширеними й вживаними: термохімічний, фізико-хімічний і біотехнологічний (рис. 1.6).

Продуктом цих процесів є:



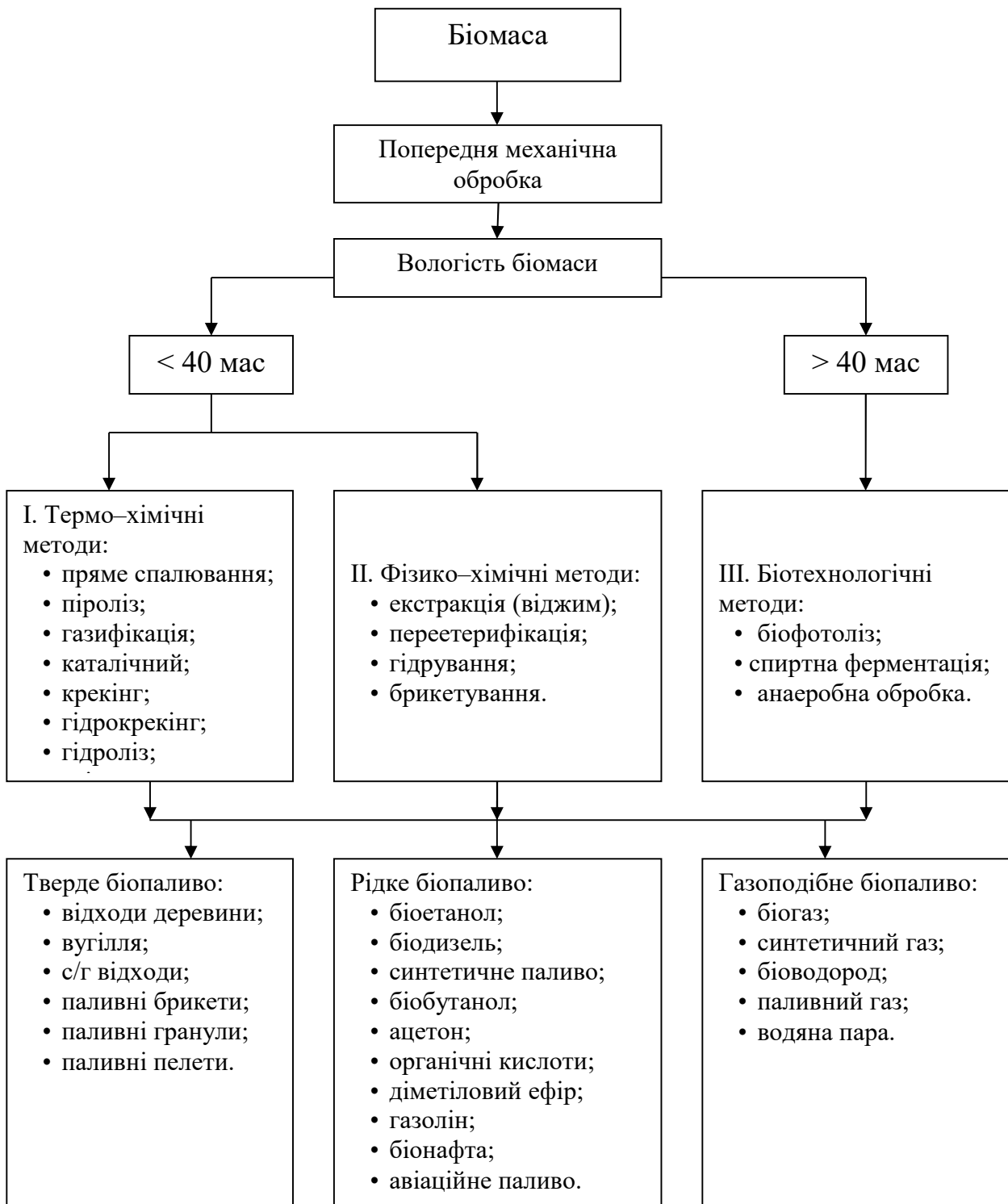


Рис. 1.6. Основні напрямки використання біомаси побудовано авторами за матеріалами [24]

• тверде біопаливо – дрова, брикети, паливні гранули, солома, лушпиння;

- рідке – біометанол, біоетанол, біобутанол, біодизель;
- газоподібне біопаливо – біогаз, біоводень.

Рідке (моторне) біопаливо – отримується під час переробки рослинної речовини технологіями, на основі яких лежить використання природних біологічних процесів, наприклад, бродіння.

Перехід на біопаливо не вимагає від держави значних бюджетних коштів для розвитку інфраструктури та впровадження нових технологій.

Для цього потрібне лише створення стійкої відповідної законодавчої бази, яка буде стимулювати автовиробників обладнувати автомобілі різними видами палива, як звичайним бензином, так і біопальним.

Результати дослідження щодо видів альтернативних джерел енергії, їх характеристики, вивчення переваг і недоліків представлено у вигляді SWOT таблиці 1.5.

Таблиця 1.5

### SWOT-АНАЛІЗ використання відновлювальної енергетики

SWOT-АНАЛІЗ	
Позитивний вплив	Негативний вплив
Сильні сторони	Слабкі сторони
<ul style="list-style-type: none"> <li>– зниження негативного впливу на довкілля (зменшення викидів);</li> <li>– відсутність шкідливих викидів в атмосферу, гідросферу та ґрунт;</li> <li>– зменшення викидів парникових газів;</li> <li>– економія первинних паливних енергетичних ресурсів;</li> <li>– практично невичерпні ресурси;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– нерівномірний розподіл за регіонами країни факторів розвитку відновлювальних джерел енергії (сонячна радіація, роза вітрів, наявність водних ресурсів тощо.)</li> <li>– потребує вкладення значних фінансових ресурсів;</li> <li>– висока вартість виробленої енергії джерелами ВДЕ;</li> <li>– низький розвиток інфраструктури для перероблення відпрацьованих елементів та вузлів установок ВДЕ;</li> </ul>

## Продовження таблиці 1.5

	– низький ККД регенеруючого обладнання ВДЕ;
<i>Можливості</i>	<i>Загрози</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– можливість досягнення енергетичної незалежності та енергетичної безпеки України;</li> <li>– встановлення нових потужностей відновлювальної енергетики;</li> <li>– створення додаткових робочих місць;</li> <li>– виконання міжнародних угод щодо зміни клімату;</li> <li>– зменшення електромагнітного забруднення навколишнього середовища ЛЕП.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– потенційна небезпека для живих організмів;</li> <li>– значне вилучення земельних ресурсів;</li> <li>– негативний вплив на якість екосистем (птахи);</li> <li>– довгострокові терміни окупності вкладених у ВДЕ інвестицій.</li> </ul>

### 1.3. Концепти розвитку відновлювальних джерел енергії

У період 2015 – 2017 років світові інвестиції у відновлювальну енергетику стали рекордними, та підвищили частку відновлювальної енергетики, відсоток у впровадженні нових потужностей на ВДЕ припадає більш ніж 50 %, а у країнах ЄС майже 87 %.

Найпопулярнішими в Україні є використання вітрових та сонячних електростанцій, так як клімат України дуже сприяє цим видам відновлювальної енергетики.

Фактором, який стимулює розвиток відновлювальної енергетики – це система «зелених тарифів». Україна має

найбільш великий технічний потенціал відновлювальної енергетики у Східній Європі – 408,2 ГВт.

Але через неправильну державну політику у сфері розвитку відновлювальних джерел енергії в Україні фінансові установи вимагають вдвічі більше свого власного капіталу для кредитів на проекти відновлювальної енергетики.

Розвиток видів ВДЕ в кожній країні залежить від тих ресурсів, якими вона забезпечена. В таких країнах, як Швеція, Норвегія, Фінляндія та Канада, все більш частіше використовують сонячні електростанції.

Підвищення ефективності сонячних фотоелементів та їх якість, дозволило за два десятиліття понизити на 80 % витрати на їх будівництво. Зараз сонячні фотоелементи вбудовують на дахи та шибки, тим самим отримують електрику в окремих будівлях [25].

В Японії, за допомогою геотермальної енергетики розтоплюють сніг на дорозі. Геотермальна енергетика в Японії займає велику частку енергетики країни – 21 %.

Але екологічні рухи, стримують розвиток даної енергетики, адже геотермальні джерела знаходяться в природних парках, тому їх розвиток може знищити екологію цих регіонів. Ісландія, розвинула геотермальну енергетику більш за всі країни. Її столиця Рейк'явік використовує геотермальні води для обігріву будівель, виробничих установ, фабрик і так далі.

У Данії, дуже добре розвинута вітрова енергетика. На сьогоднішній день вітроенергетика забезпечує 20 % потреб країни у електроенергії, а до 2025 року планується збільшити цей показник до 50 %.

В Данії працює найбільша у світі зона вітряних електростанцій, яка розташована на морському шельфі, та має

назву «Horns Reef». Ця зона вітряних електростанцій здатна забезпечувати електрикою близько 150 тисяч будинків [26].

На 2014 рік вже 144 країни сучасного світу, законодавчо встановили цілі державної політики у сфері відновлювальних джерел енергії, 138 країн сформувавши концепції щодо управління розвитком і регулюванням відновлювальної енергетики. Розвиток «зеленої» енергетики також сприяв росту робочих місць.

Станом на 2013 рік вже більше 6 мільйонів осіб мали можливість працювати у даному секторі господарства [19]. В той час, коли світові тенденції направлені на зростання використання альтернативної енергетики,

Україна знаходиться значно далеко від розвинутих країн. На рис. 1.7 показано, що за даними Євростату, на вересень 2017 року лише 7 % енергії в Україні було вироблено відновлювальними джерелами енергії.

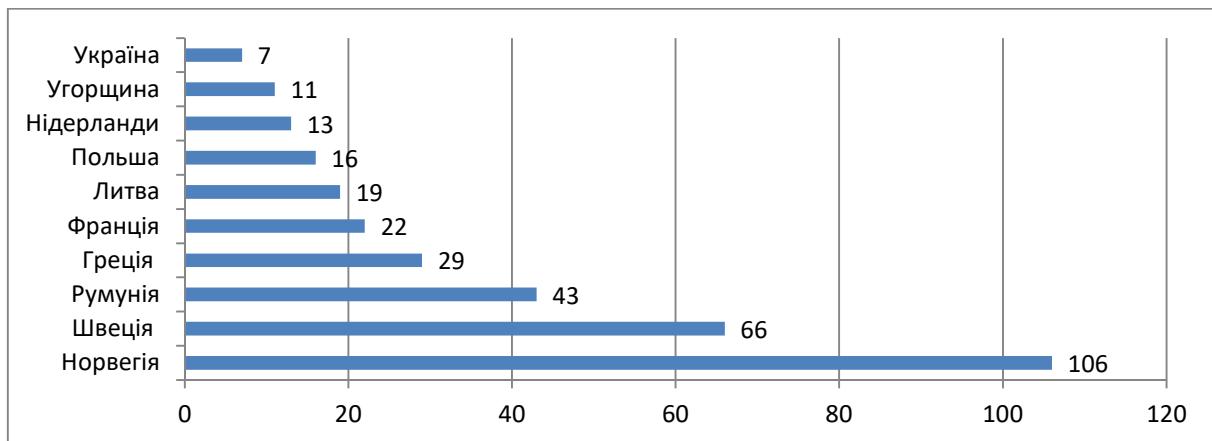


Рис. 1.7. Використання ВДЕ в Україні та країнах ЄС, %, побудовано авторами за матеріалами [27]

Основну частку відновлювальних джерел енергії в Україні займають вітрова та сонячна енергетика, а також біоенергетика.

Також, в Україні добре розвинуті ГЕС та ТЕС. [24].

Протягом останніх років Україна також взяла курс на зростання встановлених потужностей відновлювальної енергетики, але через кризу у економіці, не досягла поставлених цілей. Через це Україна дійшла до 11 % частки відновлювальної енергетики.

У таблиці 1.6 проаналізовано частку відновлювальних джерел енергії від загального обсягу виробництва електроенергії в Україні.

Таблиця 1.6

*Частка ВДЕ у загальному обсязі виробництва електроенергії в Україні*

Роки	Загальний обсяг виробництва електроенергії, млрд. кВт*год	Виробництво електроенергії ВДЕ, млн. кВт*год						Загальне виробництво елетроенергії ВДЕ, млрд. кВт*год	Частка ВДЕ у загальному виробництві електроенергії
		ВЕС	СЕС	ГЕС	Геотермальна енергія	Біомаса	Біогаз		
2009	173,10	41	0	11185	0	0	0	11,23	6,5
2010	188,10	49	1	12454	0	0	0	12,50	6,6
2011	194,10	89	30	10244	0	10	0	10,37	5,3
2012	198,12	258	334	10635	0	18	0	11,24	5,7
2013	193,56	636	563	13993	0	32	5	15,23	7,9
2014	181,94	1171	485,2	8250,6	0	60,9	39,3	10,01	5,5
2015	157,67	2400	1050	12215	44	770	330	16,81	10,7
2016	154,82	3240	1310	12380	56	1180	500	18,67	12,1
2017	155,41	4125	1520	12630	73	1600	700	20,65	13,3

З даних таблиці видно, що частка ВДЕ з 2009 по 2014 рр. значно не змінювалась, але починаючи з 2015 року, упевнено збільшувалась.

Із цього видно, що порівнюючи 2009 рік з 2017 роком, частка відновлювальних джерел енергії в Україні у загальному обсязі електроенергії збільшилась з 6,5 % до 13,3 %. Це говорить про те, що в Україні спостерігається упевнений розвиток

відновлювальних джерел енергії та великий інтерес до неї держави (рис. 1.8; 1.9).

В останні роки в Україні, все більшої популярності набувають сонячні електростанції. Дуже добре розвинуті малі приватні сонячні електростанції, розташовані на приватних будинках. Але успішність даних установок залежить від регіону проживання власника.

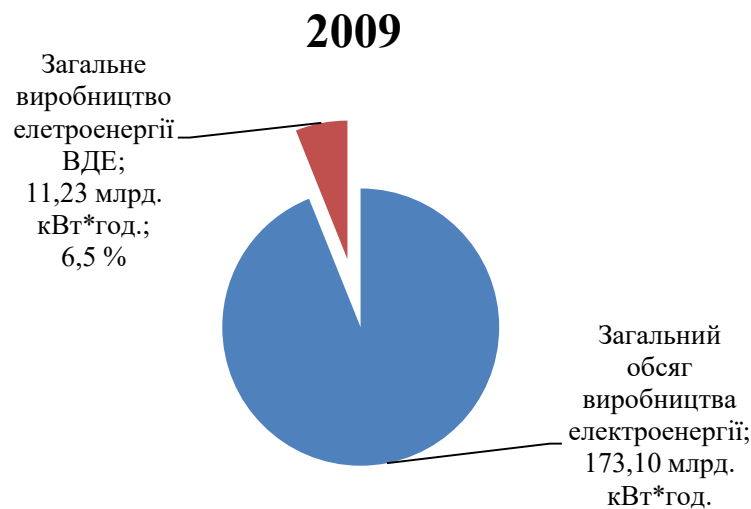


Рис. 1.8. Частка ВДЕ у загальному обсязі електроенергії в Україні

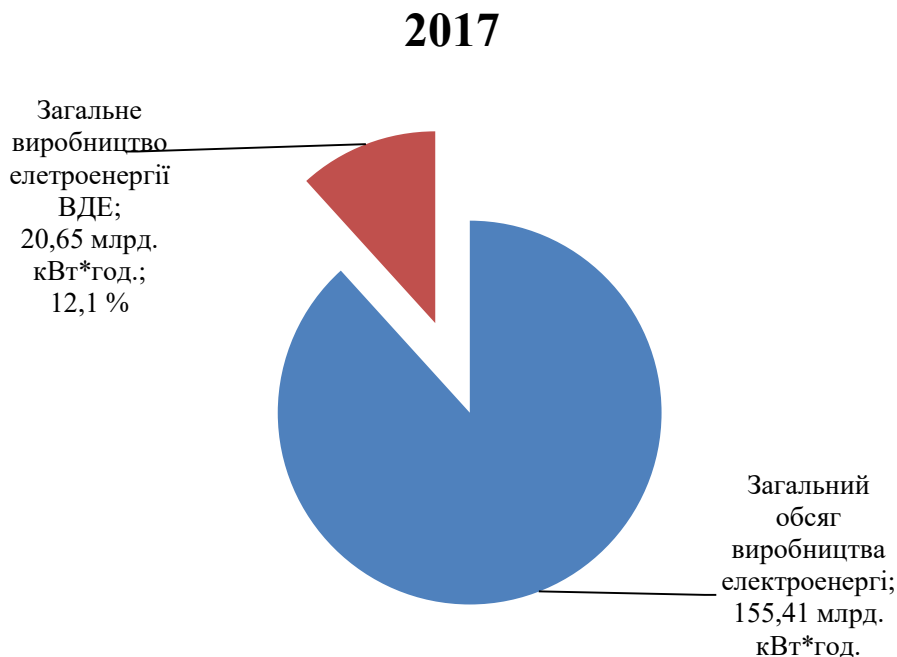


Рис. 1.9. Частка ВДЕ у загальному обсязі електроенергії в Україні

Україна аграрна держава, має добре розвинуте сільське господарство, отже питання використання біомаси стає ще більш актуальним. Але, в Україні лише 2 % енергії від загального обсягу одержують від енергетичних рослин.

Енергетична стратегія України до 2030 року, прописує динамічне зростання обсягів використання енергії біомаси до 10 %. Поряд з цим, наша країна має великий потенціал біомаси, доступної для енергетичного використання, має передумови для розширення використання рослинних решток на біопаливо.

Європейський досвід – це не лише використання енергосировини зі звалищ, відходів сільськогосподарського та деревообробного виробництва, а й спеціально вирощених швидкозростаючих енергетичних культур.

До енергетичних рослин які добре культивуються й формують достатню зелену масу на теренах України відносяться: верба, тополя, конопля, тритикале, міскантус, червоне просо, двокісточник тростниковий, морські та прісноводні водорості і амарант [28].

Енергетичні культури придатні до зростання на малопродуктивних ґрунтах, які не перспективні для ведення сільськогосподарства.

Таким чином, вони не створюють конкуренцію традиційним сільськогосподарським культурам, та зберігають лісовий фонд країни в цілому.

В Європейських країнах використовуються такі енергетичні рослини, як тополя та верба. Вони є швидкозростаючими та мають великий енергетичний потенціал.



Наприклад, на півночі Італії, висока врожайність верби, а в центральній частині Італії висока врожайність тополі. Також, ці рослини вирощують у Швеції та центральній Європі.

В Україні вони також вирощуються. Верба добре росте на занедбаних землях, оскільки рослина не вимагає великої кількості якісного ґрунту, та не потребує великого догляду.

В перший рік росту, рослині будуть заважати бур'яни, тому доведеться приділити увагу догляду, але с другого року зростання бур'яни для рослини вже не є небезпечними.

Збирати вербу рекомендують у віці 5 років, зрізуючи верхні частини за допомогою спеціальної техніки, а по досягненню 20 років, але не пізніше, рекомендують викорчувати під нові насадження.

Збір врожаю деревної тріски верби, з одного гектара умовно прирівнюють до 4700 л нафти. Один літр сирої нафти дорівнює 2,5 кг по сухій масі деревини або 4,5 кг з вологістю 50 %.

В Україні вирощувати ці рослини можливо на ґрунтах, непридатних для сільськогосподарського призначення, що дає можливість створити нові робочі місця, забезпечити робочими місцями людей на зимовий період.

З часом, верба і тополя можуть зайняти нішу та зробити вагомий внесок у вирішенні енергетичних та екологічних проблем, пов'язаних з очисткою стічних вод.

Міскантус гігантський може використовуватися для виготовлення біопалива. Два кілограми цієї рослини замінюють один кілограм вугілля. Культура є багаторічною, має високу врожайність, є морозостійкою та не є вибагливою до якості ґрунтів.

Морські та прісноводні водорості, вирощування яких можливе на півдні України, в тому числі і у місті Маріуполі, не

вимагають полів, а одноклітинний склад спрощує їх переробку у біопаливо, також вони є швидкозростаючими рослинами.

Також водорості мають змогу вироблять олію для виготовлення біодизеля і біонафти. І під час переробки є ефективнішими ніж ріпак та соя.

Із зеленої маси амаранту, можливо отримати високоякісне біопаливо, а змішавши його з пивний дробиною, то рівень метану в біогазі можливо збільшити у 9–10 разів. Але нажаль впровадження швидкозростаючих енергетичних культур в Україні є на стадії експериментальних дослідів і мало використовується в країні.

За даними дослідників Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НАН України визначні площі областей, в яких вирощують дані культури.

Лідерами з вирощування є тимчасово анексована Автономна Республіка Крим, загальна площа для вирощування енергетичних культур якої може досягти 737 тис. га, на другому місті – Житомирська область 730 тис. га, третє місце – Чернігівська область – 546 тис. га.

Також великим потенціалом володіють Київська – 417 тис. га, Херсонська – 396 тис. га, Львівська – 382 тис. га, Запорізька та Луганська – 368 тис. га, а також Одеська – 317 тис. га області (рис. 1.10).

У Стратегії розвитку м. Маріуполя до 2030 року (у ЗВО якого працюють 3 науковці з авторського колективу даної монографії) є розділ про зростання якості життя містян, де передбачені пункти Екологія та енергоефективність.

З нагоди реалізації цієї стратегії пропонуємо розвиток біоенергетики у місті у напрямку вирощування енергетичних рослин – це одночасно допоможе вирішити енергетичні,

екологічні та соціальні (створення додаткових робочих місць) проблеми міста.

Умови нашого міста дозволяють вирощувати деякі енергетичні культури (див. табл. 1.7). В умовах росту цін на газ населення переходить на використання у побуті твердопаливних котлів для опалення будинків. Тому фахівці з енергоефективності радять звернути увагу на енергетичні рослини широкому колу населення.

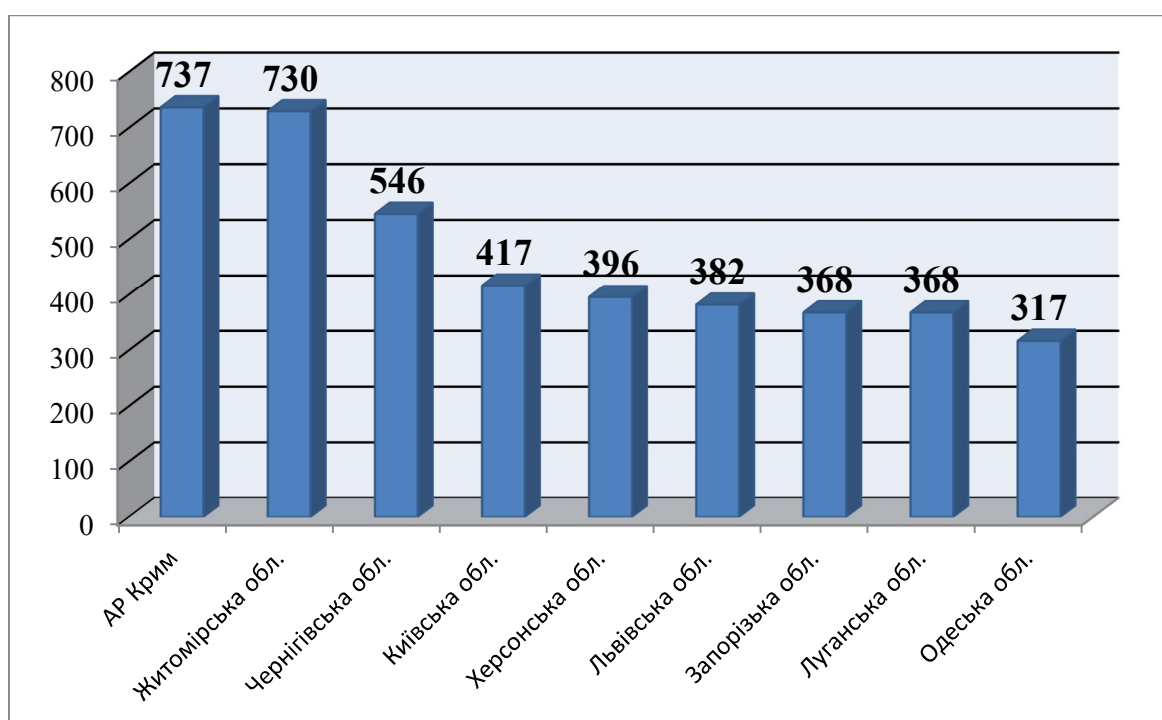


Рис. 1.10. Регіони України придатні для вирощування енергетичних рослин, тис. га

Наприклад, енергетичної верби на 70 сотках вистачає, щоб опалювати протягом сезону будинок площею до 200 кв. м. Ця культура може рости на малопродуктивних землях, яких в Україні 3 – 4 млн. га.

Зазвичай вербу на паливо садять на землях, які непридатні для вирощування сільськогосподарських культур. Це зазвичай схили, ярки. Вона росте без особливого догляду до 25 років.

При цьому не лише не виснажує ґрунти, а й збагачує їх за рахунок опалого листя.

Таблиця 1.7

*Умови вирощування енергетичних рослин*

<i>Назва рослини</i>	<i>Умови вирощування</i>	<i>Можливість вирощування у досліджуваному місті</i>
<i>Верба</i>	<i>Здатні вижити на занедбаних територіях, не потребують догляду. Зрізують раз на 5 років</i>	<i>Придатна</i>
<i>Тополя</i>	<i>Здатні вижити на занедбаних територіях, не потребують догляду. Зрізують раз на 5 років</i>	<i>Придатна</i>
<i>Міскантус гігантський</i>	<i>Невибаглива до якості ґрунту, морозостійкий.</i>	<i>Придатний</i>
<i>Морські та прісноводні водорості</i>	<i>Не потребують полив. Вирощуються у водному середовищі (Азовське море)</i>	<i>Придатні</i>
<i>Амарант</i>	<i>Можливе вирощування у домашніх умовах, не вибагливий до ґрунту.</i>	<i>Придатний</i>

До того ж землю очищує від пестицидів і відходів агропромислових підприємств, а повітря – від вуглекислого газу. Тільки уявіть: гектар плантації за три роки здатен «всмоктати» цього газу до 200 тон [20].

Надавши характеристику парадигмальним основам розвитку потенціалу відновлювальної енергетики в Україні, зокрема зеленій енергетиці, визначивши основні її складові, встановивши певні концепти розвитку відновлювальних джерел енергетики, можливо зробити певні узагальнення та висновки.

Розвиток людства та науки призвів одночасно до покращення рівня життя населення, але посилив навантаження на навколишнє середовище.

Основною проблемою цих ресурсів є те, що вони є вичерпаними, тобто їх не можливо використати повторно. Також проблемою є те, що видобуток цих ресурсів з кожним роком стає дедалі важчий та дороговартісний, а спосіб їх добутку стає ще більш руйнівним для навколишнього середовища.

Негативні наслідки використання традиційного палива на довкілля привели людство до кроків у бік відновлювальних джерел енергії та з'явилося поняття «зелена енергетика».

«Зелена» енергетика забезпечує вироблення електричної, теплової та механічної енергії з мінімальним впливом на навколишнє середовище, здоров'я населення та ризику виникнення техногенних катастроф.

Зазначені проблеми при використанні традиційних джерел енергії стимулюють країни до кроків у бік альтернативної енергетики.

Основними видами альтернативних джерел енергії є: сонячна енергія; вітрова енергія; геотермальна енергія, яка поділяється у свою чергу на гідротермальні та петротермальні види енергії; енергія води, яка поділяється на енергію відливів та приливів, та енергію хвиль; біоенергетика.

У період 2015 – 2017 років світові інвестиції у відновлювальну енергетику стали рекордними, та підвищили частку відновлювальної енергетики у нововведених потужностях більш ніж на 50 %, а у країнах ЄС майже 87 %.

Найпопулярнішими в Україні є використання вітрових та сонячних електростанцій, так як клімат України дуже сприяє цим видам відновлювальної енергетики.

Фактором, який стимулює розвиток відновлювальної енергетики – це система «зелених тарифів». Україна має

найбільш великий технічний потенціал відновлюваної енергетики у Східній Європі – 408,2 ГВт.

Розвиток видів ВДЕ в кожній країні залежить від тих ресурсів, якими вона забезпечена. В таких країнах, як Швеція, Норвегія, Фінляндія та Канада, все частіше використовують сонячні електростанції.

В Японії, за допомогою геотермальної енергетики розтоплюють сніг на дорозі. Геотермальна енергетика в Японії займає велику частку енергетики країни – 21 %. Ісландія, розвинула геотермальну енергетику більш за всі країни. Її столиця Рейк'явік використовує геотермальні води для обігріву будівель, виробничих установ, фабрик і так далі.

У Данії, дуже добре розвинута вітрова енергетика. На сьогоднішній день вітроенергетика забезпечує 20 % потреб країни в електроенергії, а до 2025 року планується збільшити цей показник до 50 %.

Україна аграрна держава, має добре розвинуте сільське господарство, отже питання використання біомаси стає ще більш актуальним. Але, в Україні лише 2 % енергії від загального обсягу одержують від енергетичних рослин. Енергетична стратегія України до 2030 року, прописує динамічне зростання обсягів використання енергії, що продукує біомаса – до 10 %.

## РОЗДІЛ 2

# ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ

### *2.1. Нормативно-правове забезпечення розвитку відновлювальної енергетики в Україні*

Світовий глобалізаційний процес, реалізація Концепції сталого розвитку, спонукають країни реалізовувати єдині концепти свого довгострокового розвитку. Стосовно енерговідновлювальних технологій цієї парадигма дотримується й Україна.

Одним із основних шляхів трансформації використання енергоресурсів України є розвиток відновлювальних джерел енергії.

Для ефективного державного управління та якісного розвитку відновлювальної енергетики, необхідна певна прозора нормативно-правова база, здатна регулювати, стимулювати та контролювати розвиток даного сектору енергетики на рівні національного господарства з одного року й відповідати світовим вимогам й стандартам з іншого.

За роки незалежності України відбуваються постійні зміни в правовому регулюванні, здійсненні діяльності та контролю у сфері альтернативно енергетики.

Основним законом, який оперує в даній сфері є Закон України «Про альтернативні джерела енергії». Даний закон регламентує, що законодавство України у сфері альтернативної енергетики базується, насамперед на Конституції України.

Верховна Рада України визначає основні напрямки державного управління у сфері альтернативної енергетики та здійснює законодавче регулювання відносин у ній, а Кабінет Міністрів України, реалізує державну політику у сфері альтернативних джерел енергії та здійснює управління нею.

Державне управління у сфері альтернативних джерел енергії передбачає:

- розроблення загальнодержавних, галузевих та місцевих програм у сфері альтернативних джерел енергії, а також їх наукове, науково-технічне та фінансово-економічне супроводження, розробку і виконання завдань відповідних загальнодержавних цільових наукових та науково-технічних програм;
- розроблення та прийняття органами виконавчої влади в межах їх компетенції нормативно-правових актів, державних норм, правил і стандартів, методичних документів щодо використання альтернативних джерел енергії;
- координацію та узгодження галузевих і місцевих програм у сфері альтернативних джерел енергії із загальнодержавними програмами;
- здійснення контролю за додержанням вимог законодавства у сфері альтернативних джерел енергії та за виконанням загальнодержавних програм у цій сфері.



Державне регулювання у сфері альтернативних джерел енергії здійснюється шляхом:

- розроблення, затвердження та запровадження норм, правил і стандартів виробництва, передачі, транспортування, постачання, зберігання і споживання енергії, виробленої з альтернативних джерел;

- нагляду та контролю за безпечним виконанням робіт на об'єктах альтернативної енергетики незалежно від їх форми власності, безпечною експлуатацією енергогенеруючого обладнання та за режимами передачі і споживання енергії;

- нагляду та контролю за додержанням вимог технічної експлуатації на об'єктах альтернативної енергетики незалежно від їх форми власності, технічної експлуатації енергетичного обладнання об'єктів, підключених до об'єднаної енергетичної системи України;

- встановлення тарифів на електричну енергію, вироблену на об'єктах альтернативної енергетики, а також на теплову енергію, видобуту з альтернативних джерел;

- всебічного заохочення і підтримки науково-дослідницьких, дослідно-конструкторських робіт, діяльності винахідників і раціоналізаторів, спрямованих на розвиток виробництва та використання альтернативних джерел енергії [30].

Законом України «Про альтернативні види палива» визначаються правові, соціальні, економічні, екологічні та організаційні засади виробництва (видобутку) і використання альтернативних видів палива, а також стимулювання збільшення частки їх використання до 20 відсотків від загального обсягу споживання палива в Україні до 2020 року.

Цей закон дає визначення альтернативним видам палива, це тверде, рідке та газове паливо, яке є альтернативою відповідним традиційним видам палива і яке виробляється (видобувається) з нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини.

Основними принципами державної політики у сфері альтернативних видів палива є:

- сприяння розробці та раціональному використанню нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини для виробництва (видобутку) альтернативних видів палива з метою економії паливно-енергетичних ресурсів та зменшення залежності України від їх імпорту;

- поетапне збільшення нормативно визначеної частки виробництва і застосування біопалива та сумішевого палива моторного. Вміст біоетанолу в бензинах моторних, що виробляються та/або реалізуються на території України, становитиме:

- зменшення негативного впливу на стан довкілля за рахунок використання як сировини для виробництва альтернативних видів палива відходів різного роду діяльності, додержання екологічної безпеки виробництва (видобутку), транспортування, зберігання та споживання альтернативних видів палива;

- підтримка розвитку науково-технічної бази виробництва (видобутку) альтернативних видів палива, пропаганда науково-технічних досягнень у цій сфері;

- підтримка підприємництва у сфері альтернативних видів палива на основі державного захисту інтересів підприємця;

- пропаганда серед населення економічних, екологічних, соціальних та інших переваг виробництва (видобутку) і споживання альтернативних видів палива;
- розвиток міжнародного науково-технічного співробітництва, широке використання можливостей світової науки і техніки у сфері альтернативних видів палива;
- запобігання штучному створенню монополій на ринку альтернативних видів палива, а у разі визнання в установленому законодавством порядку природних монополій здійснення контролю за їх діяльністю, недопущення зловживань монопольним становищем та обмеження монополізму, якщо необхідність такого обмеження не встановлена законодавством [21].

Також, одним із основних законів у сфері відновлювальної енергетики є Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо сприяння виробництву та використанню біологічних видів палива», який створено з метою стимулювання виробництва та використання біологічних видів палива, розвитку в Україні національного паливного ринку на основі залучення біомаси, як відновлювальної сировини для виготовлення біологічних видів палива, вносить зміни до чинного закону України «Про альтернативні види твердого палива» [31].

Україна за рішенням Ради Міністрів Енергетичного товариства підписала розпорядження «Про затвердження планів заходів з імплементації Директиви 2001/77/ЄС і Директиви 2003/30/ЄС».

Цим документом Україна затверджує плани заходів щодо імплементації Директиви 2001/77/ЄС – впровадження на внутрішньому ринку електроенергії, виробленої з

відновлювальних джерел енергії та Директиви 2003/30/ЄС – впровадження біопалива [32].

Кабінетом Міністрів України затверджено розпорядження «Про Національний план дій з відновлювальної енергетики на період до 2020 року».

В цьому документі затверджується національний план дій з відновлювальної енергетики на період до 2020 року та саме план заходів з реалізації цього національного плану дій.

Всю законодавчу базу України стосовно альтернативної енергетики регулюють агентства та міністерства, як-то:

- Міністерство енергетики та захисту довкілля, утворене шляхом реорганізації Міністерства охорони навколишнього природного середовища України, а у 2019 році до нього приєднали Міністерство енергетики та вугільної промисловості України.

Основними завданнями якого є: формування та реалізація державної політики у сферах:

- охорони навколишнього природного середовища;
- екологічної та в межах своєї компетенції біологічної, генетичної та радіаційної безпеки;
- поводження з відходами, пестицидами і агрохімікатами;
- раціонального використання, відтворення і охорони природних ресурсів;
- відтворення та охорони земель;
- збереження, відтворення та невиснажливого використання біо- та ландшафтного різноманіття;
- формування, збереження та використання екологічної мережі;
- організації, охорони та використання природно-заповідного фонду;

- охорони атмосферного повітря;
- збереження озонового шару;
- регулювання негативного антропогенного впливу на зміну клімату і адаптації до його змін і виконання у межах компетенції вимог Рамкової конвенції ООН про зміну клімату та Кіотського протоколу до неї;
- розвитку водного господарства і меліорації земель;
- геологічного вивчення та раціонального використання надр.

Також здійснює державний нагляд (контроль) за додержанням вимог законодавства про охорону навколишнього природного середовища, раціональне використання, відтворення і охорону природних ресурсів, відтворення та охорону земель, екологічну та у межах своєї компетенції радіаційну безпеку, охорону та використання територій та об'єктів природно-заповідного фонду, збереження, відтворення і невиснажливе використання біо- та ландшафтного різноманіття, формування, збереження і використання екологічної мережі, з питань поводження з відходами (крім поводження з радіоактивними відходами), небезпечними хімічними речовинами, пестицидами та агрохімікатами, дотримання вимог біологічної і генетичної безпеки щодо біологічних об'єктів природного середовища при створенні, дослідженні та практичному використанні генетично модифікованих організмів (ГМО) у відкритій системі, здійснення державного геологічного контролю [33].

- Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг, основними завданнями якої є: здійснення регулювання діяльності суб'єктів господарювання, які здійснюють свою діяльність у сфері електроенергетики,

включаючи електростанції всіх видів та типів та проводить цінову і тарифну політику у сфері енергетики, включаючи зелений тариф [34].

Законом України «Про енергозбереження» регламентується регулювання відносин між господарськими суб'єктами, а також між державою і юридичними та фізичними особами у сфері енергозбереження, пов'язаної з видобуванням, переробкою, транспортуванням, зберіганням, виробленням та використанням паливно-енергетичних ресурсів, забезпечення зацікавленості підприємств, організацій та громадян в енергозбереженні, впровадженні енергозберігаючих технологій, розробці і виробництві менш енергоємних машин та технологічного обладнання, закріплення відповідальності юридичних і фізичних осіб у сфері енергозбереження.

Основними принципами державної політики у сфері енергозбереження є:

а) створення державою економічних і правових умов зацікавленості в енергозбереженні юридичних та фізичних осіб;

б) здійснення державного регулювання діяльності у сфері енергозбереження на основі застосування економічних, нормативно-технічних заходів управління;

в) пріоритетність вимог енергозбереження при здійсненні господарської, управлінської або іншої діяльності, пов'язаної з видобуванням, переробкою, транспортуванням, зберіганням, виробленням та використанням паливно-енергетичних ресурсів;

г) наукове обґрунтування стандартизації у сфері енергозбереження та нормування використання паливно-енергетичних ресурсів, необхідність дотримання

енергетичних стандартів та нормативів при використанні палива та енергії;

д) створення енергозберігаючої структури матеріального виробництва на основі комплексного вирішення питань економії та енергозбереження з урахуванням екологічних вимог, широкого впровадження новітніх енергозберігаючих технологій;

е) обов'язковість державної експертизи з енергозбереження.

Суб'єктами правового регулювання відносин у сфері енергозбереження є юридичні та фізичні особи.

Об'єктами правового регулювання законодавства про енергозбереження є відносини у сфері функціонування енергетичного господарства України, проектування, створення та впровадження наукових та конструкторських розробок, пов'язаних з підвищенням ефективності використання палива та енергії, інформаційного забезпечення народного господарства та населення з проблем енергозбереження, а також у сфері управління та контролю за використанням паливно-енергетичних ресурсів.

Тобто, даний закон встановлює, що плани та методи щодо підвищення енергоефективності та енергозбереження будуть встановлюватися, як на національному, так і на місцевому рівнях в Україні.

Уряд України повинен створити законодавчу базу, яка буде підтримувати та стимулювати в енергозбереженні фінансові можливості (податкові пільги, гранти і т.д), відкриті для підприємства, промисловості та фізичних осіб.

Також, уряд має підтримувати наукові дослідження в області енергозберігаючих процесів та технологій, розвитку відновлювальних джерел енергії.

В цілях фінансування заходів згідно ефективного використання та економії паливно-енергетичних ресурсів, державні та місцеві органи влади мають створювати відповідні бюджетні (енергозберігаючі) фонди для цих цілей, як на національному, так і на місцевому рівнях [35].

Для національного господарства України це важливо для того, щоб досягти енергетичної незалежності, не залежати від країн-постачальників та мати власну енергетичну потужність на світовій арені.

## *2.2. Оцінка наявного потенціалу розвитку відновлювальних джерел енергії в Україні*

На сьогоднішній день частка ВДЕ у виробництві енергії національному господарстві України досить невелика, але у державі є значний потенціал розвитку цієї галузі.

На 1 липня 2015 року об'єкти відновлювальної енергетики, які використовують «зелений» тариф в Україні, встановлена потужність дорівнює 1471,8 МВт, з яких було введено у 2015 році 9,4 МВт.

З них:

- сонячна енергетика – 5,8 МВт;
- мала гідроенергетика – 1,2 МВт;
- біоенергетика (біогаз) – 2,4 МВт.

Разом ці об'єкти виробили близько 950,4 млн. кВт\*год. Електроенергії за 2015 рік.



Найбільшими із введених в експлуатацію об'єктів відновлювальної енергетики були:

- сонячна електростанція, потужністю 110 МВт, розташована у АР Крим Кіровський р-н, с. Владиславівка);
- вітроелектростанція, проектною потужністю 200 МВт, розташована у Запорізькій області, с. Приморський Посад;
- теплова електростанція, яка працює на виробництві електроенергії з біомаси, потужність якої становить 18,0 МВ, розташована у Київській області, смт Іванків.

На рисунку 2.1 нами представлено мапу середньої швидкості вітру та його енергетичний потенціал у кВт\*год. У рік на теренах України.

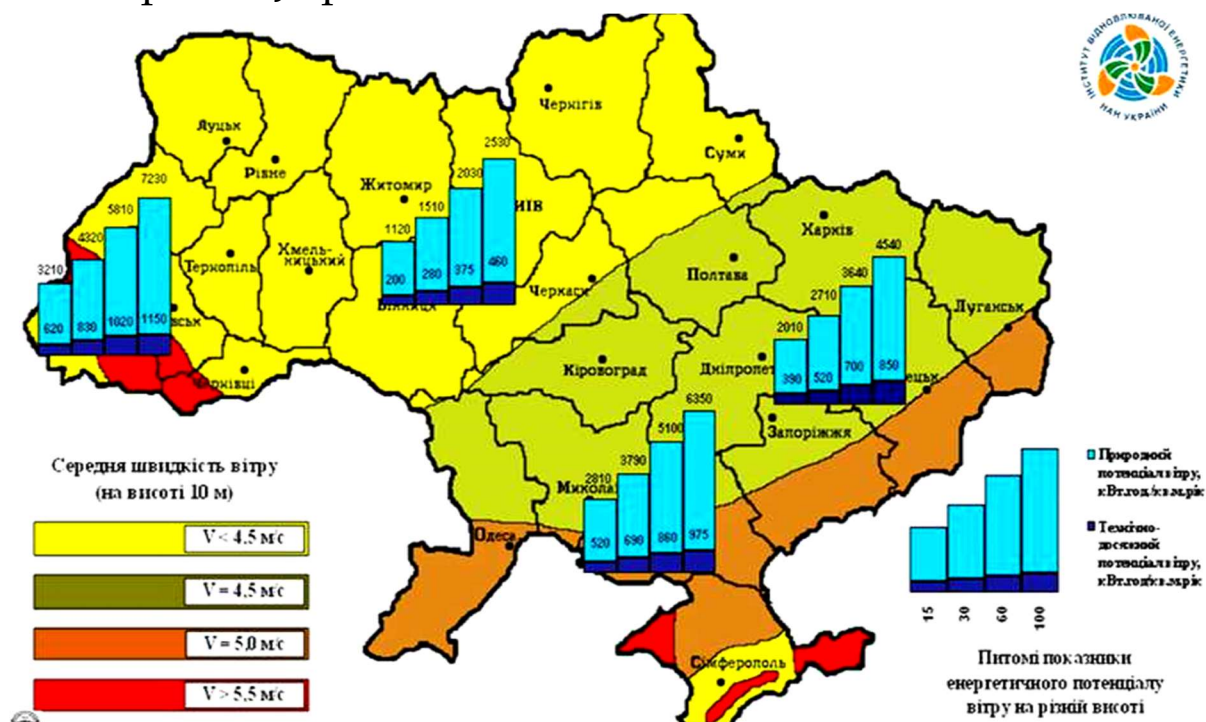


Рис. 2.1. Середня швидкість вітру та енергетичний потенціал вітру у кВт\*год/рік, побудовано авторами матеріалами [36]

Загальний потенціал вітроенергетики України становить 16–24 ГВт. Найбільш перспективними регіонами вважають – південний та південно-західний. У цих регіонах середня річна швидкість вітру на висоті 80 метрів більше ніж 7,5 м/сек.

У таблиці 2.1 нами згрупована інформація про технічно-досяжний потенціал вироблення енергії з ВДЕ та альтернативних видів палива

Таблиця 2.1

*Технічно-досяжний потенціал вироблення енергії з ВДЕ та альтернативних видів палива в Україні*

№	Напрямки освоєння ВДЕ	Річний технічно-досяжний енергетичний потенціал	
		Млн. т. у. п.	Млн. т н. е.
1	Вітроенергетика	28,0	19,6
2	Сонячна енергетика, у т.ч.:	6,0	4,2
2.1	– електрична	2,0	1,4
2.2	– теплова	4,0	2,8
3	Мала гідроенергетика	3,0	2,1
4	Біоенергетика, в тому числі:	31,0	21,7
4.1	– електрична	10,3	7,2
4.2	– теплова	20,7	14,5
5	Геотермальна теплова енергетика	12,0	8,4
6	Енергія довкілля (теплові насоси)	18,0	12,6

З даних таблиці 2.1 видно, що лідером у заміщенні традиційних паливно-енергетичних ресурсів є біоенергетика, бо саме вона має найвищий потенціал у розвитку відновлювальної енергетики [36 – 42].

Технічний потенціал енергії води складає 21,5 ТВт\*год на рік. Річний технічний потенціал малих ГЕС оцінюється близько 20,1 ТВт\*год. Потенціал будівництва малих ГЕС вирішує такі проблеми, як забезпечення енергопостачання у віддалених районах, підвищуючи енергетичну безпеку країни.

Потенціал енергії сонця достатньо великий. Середньорічна кількість енергії сонячного випромінювання в Україні у північних регіонах близько 1070 кВт\*год/м<sup>2</sup>, а у південних близько 1400 кВт\*год/м<sup>2</sup>.

Найефективніше використання сонячного фотоелектричного обладнання припадає у південних областях – з квітня до жовтня, а у північних – з травня до вересня. Сонячна енергетика має приблизний потенціал в Україні на рівні 4 ГВт.

Порівняльний аналіз потужностей об'єктів відновлювальної енергетики до 2014 року, показує, що потужність об'єктів, які працюють за «зеленим» тарифом, зросла на 1316,4 МВт. Якщо дивитися більш конкретно, то видно, що потужність об'єктів:

- вітроенергетики зросла на 437,3 МВт;
- сонячної енергетики на 745,9 МВт;
- малої гідроенергетики на 17,8 МВт;
- біоенергетики на 31 МВт.

Україна має потенціал і стосовно геотермальної енергетики. На території України є значна кількість геотермальних джерел з високим температурним потенціалом близько 120°C – 180°C.

За підрахунками незалежних експертів потенціал економічно значних енергетичних ресурсів термальних вод на території України складає 8,4 Мт.н.е./рік.

Згідно територіального розташування, великі запаси термальних вод є у Чернігівській, Полтавській, Харківській, Луганській та Сумській областях. Також, є багато законсервованих свердловин.

Енергетичною стратегією України визначено, що освоєння відновлювальних джерел енергії є основним фактором підвищення рівня енергетичної безпеки та зниження антропогенного впливу енергетики на навколишнє природне середовище.

Використання потенціалу відновлювальних джерел енергії в Україні має не тільки внутрішнє, а і значне міжнародне значення як вагомий чинник протидії глобальним змінам клімату в цілому, покращення загального стану енергетичної безпеки Європи.

Тому одним із основних пріоритетів державної енергетичної політики України є стимулювання розвитку відновлювальної енергетики [44].

На темпи розвитку відновлювальних джерел енергії впливають багато факторів:

- тарифи на електроенергію;
- впровадження в Україні «зеленого» тарифу;
- інвестиції у сфері відновлювальних джерел енергії.

Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг постановою № 220 від 26.02.2015 року прийняла рішення щодо поетапного підвищення тарифів на електроенергію для населення.

Підвищення передбачають п'ять етапів, що почалися з 1 квітня 2015 року. 5-й етап, почав діяти з 1 березня 2017 року. Крім того, для місцевого населення передбачається зменшення тарифного коефіцієнта в нічний час з 0,7 до 0,5. У таблиці 2.2 нами показані тарифи за категоріями споживачів з 1 березня 2017 року по теперішній час.

«Зелений» тариф в Україні є державною формою стимулювання виробництва електроенергії відновлювальними джерелами енергії, за рахунок викупу державою виробничого сектору електроенергії за підвищеними тарифами.

Механізм впровадження «зеленого» тарифу був впроваджений тільки у 2009 році, коли Україна за рахунок підприємства «Енергоринок» почало викупати у населення та юридичних осіб електроенергію за підвищеними цінами.

Таблиця 2.2

Тарифи на електроенергію для населення (коп. за 1 кВт\*год., з ПДВ)  
побудовано авторами за матеріалами [45]

Категорія споживачів		Тариф
1	Населення яке проживає в житлових будинках (у тому числі в будинках, обладнаних кухонними електроплитами), у тому числі в сільській місцевості	
	– за обсяг, спожитий до 100 кВт*год електроенергії на м-ць	90,0
	– за обсяг, спожитий понад 100 кВт*год електроенергії на м-ць	168,0
2	Населення, яке проживає в житлових будинках (у тому числі в житлових будинках готельного типу та гуртожитках), обладнаних у встановленому порядку електроопалювальними установками (у тому числі в сільській місцевості)	
	у період з 1 травня по 30 вересня:	
	– за обсяг, спожитий до 100 кВт*год електроенергії на місяць	90,0
	– за обсяг, спожитий понад 100 кВт*год електроенергії на місяць	168,0
	у період з 1 жовтня по 30 квітня:	
	– за обсяг, спожитий до 3000 кВт*год електроенергії на місяць	90,0
– за обсяг, спожитий понад 3000 кВт*год електроенергії на місяць	168,0	
3	Населення, яке проживає в багатоквартирних будинках, не газифікованих природним газом та в яких відсутні або не функціонують системи централізованого тепlopостачання (у тому числі в сільській місцевості)	
	у період з 1 травня по 30 вересня:	
	– за обсяг, спожитий до 100 кВт*год електроенергії на місяць	90,0
	– за обсяг, спожитий понад 100 кВт*год електроенергії на місяць	168,0
	у період з 1 жовтня по 30 квітня:	
– за обсяг, спожитий до 3000 кВт*год електроенергії на місяць	90,0	
– за обсяг, спожитий понад 3000 кВт*год електроенергії на місяць	168,0	
4	Багатодітні, прийомні сім'ї та дитячі будинки сімейного типу	90,0
5	Населення, яке розраховується з енергопостачальною організацією за загальним розрахунковим засобом обліку та об'єднане шляхом створення юридичної особи, житлово-експлуатаційним організаціям, крім гуртожитків	168,0
6	Гуртожитки	90,0

Людина, яка встановила потужності для вироблення електроенергії за рахунок відновлювальних джерел енергії, а

саме сонячної та вітрової, потужністю до 30 кВт, та уклала договір з енергопостачальником, має право під'єднати даний тариф та продавати надлишок електроенергії як на внутрішньому, так й на зовнішньому ринках (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

*Розміри «зелених» тарифів для домогосподарств, у євроцентах за 1кВт\*год*

Періоди	Сонячні електростанції	Вітрові електростанції
з 01.01.2017 по 31.12.2019	18,10	11,63
з 01.01.2020 по 31.12.2024	16,26	10,45
з 01.01.2025 по 31.12.2029	14,49	9,32

Згідно даних таблиці 2.3, можна стверджувати, що держава стимулює за допомогою «зеленого» тарифу впровадження ВДЕ домогосподарствами в коротші строки (чим раніше людина відключиться до зеленого тарифу, тим вище буде для неї розмір тарифу).

Графік рис. 2.2 ілюструє спостереження стрімкого підвищення потужностей об'єктів відновлювальних джерел енергії з 2016 року до 2019 року, в 5 разів.

За прогнозами використання «зеленого» тарифу буде в подальшому сприяти збільшенню частки ВДЕ в виробництві електроенергії (рис. 2.3).

Україна має дуже великі площі сільськогосподарського призначення, близько 42,8 млн. га або 71 % від загальної території країни.

Також, Україна багата одним із найцінніших видів ґрунтів – чорноземом. Все це, сприяє досить високій продуктивності

сільського господарства в Україні, а значить дає великий потенціал для розвитку біоенергетики.

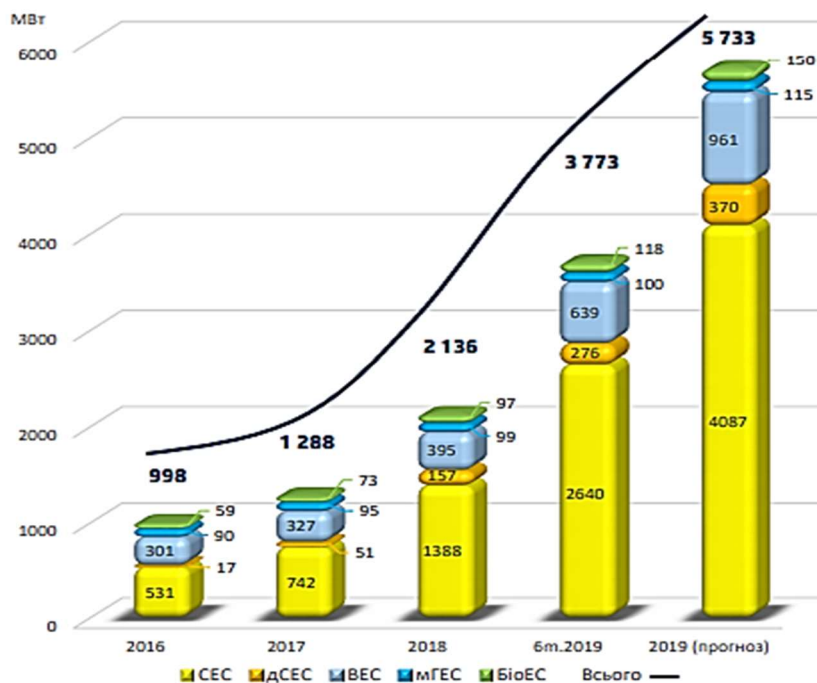


Рис. 2.2. Структура встановленої потужності об'єктів ВДЕ в Україні за «зеленим» тарифом

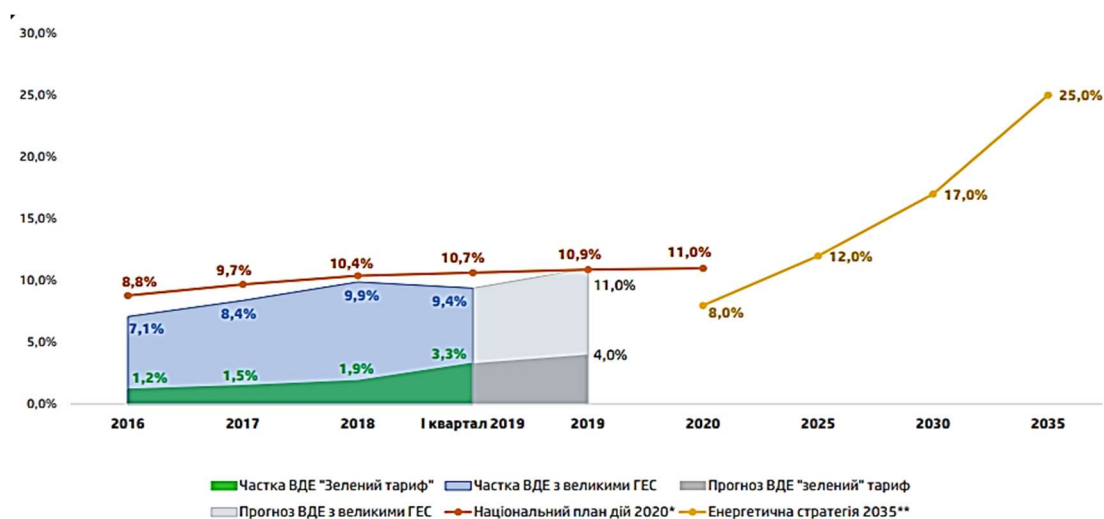


Рис. 2.3. Стимулювання розвитку відновлювальної енергетики України побудовано авторами за матеріалами [46]

Потенціал деревної біомаси в Україні, складає 4 МВт щорічно. Деревна біомаса – це відходи від лісогосподарських угідь, лісозаготівлі та лісопилок. Склад біомаси у найближчому майбутньому за прогнозами не повинен змінитися.

Лісове господарство залишилось здебільшого у північних та західних областях. Первісні сільськогосподарські відходи є у центральних та східних областях. Також, на сході України є потенціал вирощування енергетичних рослин.

У таблиці 2.4 показано у порівнянні технічний та економічний потенціал енергії біомаси в Україні.

В Україні прогнозують стрімкий розвиток вирощування енергетичних культур. У період 2015 – 2020 рр. обсяг виробництва досяг обсягу заготівлі соломи та навіть перевищив його.

Біоенергетичні технології здатні стимулювати зростання конкуренції між виробниками тепла та між постачальниками палива. Тобто, стимулюється зростання вартості теплової енергії для населення, соціальної та бюджетної сфери, що підвищує якість послуг.

Інформація рис. 2.4 доводить, що збільшення частки місцевого біопалива у виробництві теплової енергії, дозволить населенню менше залежати від політичних та економічних факторів.

Кошти, що раніше сплачувались за придбання природного газу та інших видів палива та поновлювали бюджет країн-постачальників, при їх заміщенні на тверде біопалива, будуть залишатися у регіонах та витратитися на їх розвиток.

Заміщення традиційних для України газу та вугілля на біопаливо, матиме суттєві позитивні наслідки для навколишнього середовища.



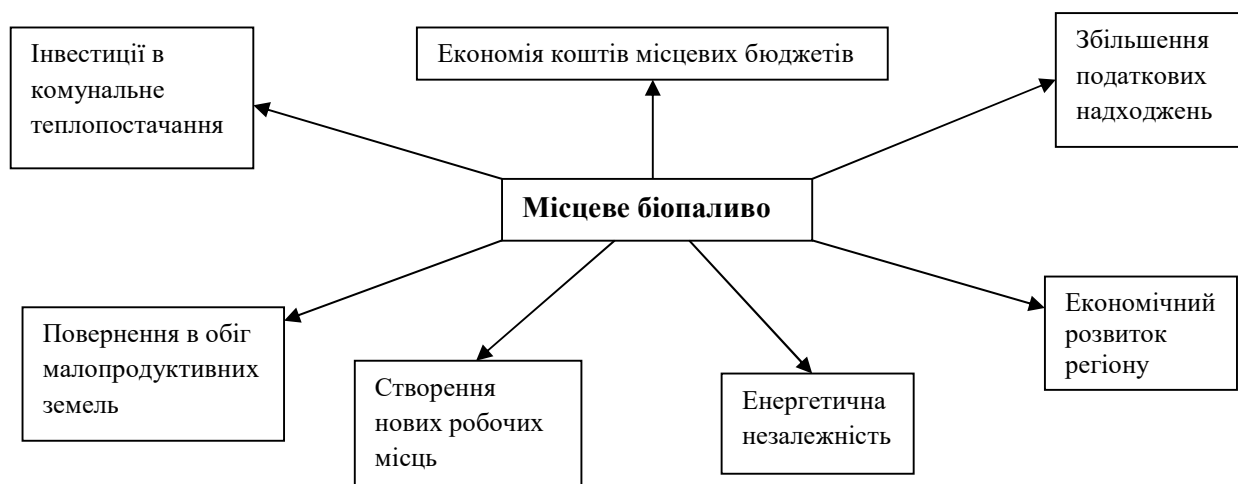


Рис. 2.4. Економічні переваги місцевого біопалива

Проаналізувавши, що таке тверде біопаливо, можна відокремити такі його основні екологічні переваги, як:

- низький рівень викидів парникових газів (CO<sub>2</sub>);
- зменшення кількості сільськогосподарських відходів;
- зниження рівня шкідливих речовин, які потрапляють в атмосферу при виробництві теплової енергії;
- використання золи твердого біопалива у сільському та лісовому господарстві.

Використання енергетичних рослин може призвести до:

- збагачення ґрунту різними мінералами та речовинами природного походження;
- земельні ресурси матимуть низький рівень деградації та швидко відновлюватимуться;
- збереження лісів.

У сучасному світі біопаливо вважають – нейтральним паливом, використання якого не призводить до підвищення

глобального парникового ефекту і сприяє покращенню екологічної ситуації.

Таблиця 2.4

*Потенціал видобутку енергії з біомаси за її типами на теренах України, побудовано авторами за матеріалами [43]*

<i>Тип біомаси</i>	<i>Технічний потенціал</i>	<i>Частка, наявна для виробництва енергії ( %)</i>	<i>Економічний потенціал (ПДж)</i>
<i>Солома зернових культур</i>	<i>31 Мт</i>	<i>30</i>	<i>131</i>
<i>Солома рапсу</i>	<i>4 Мт</i>	<i>40</i>	<i>25</i>
<i>Відходи від переробки кукурудзи (стебло, листя, стрижні качанів)</i>	<i>40 Мт</i>	<i>40</i>	<i>129</i>
<i>Відходи соняшника (стебло, головки)</i>	<i>21 Мт</i>	<i>40</i>	<i>50</i>
<i>Сільськогосподарські вторинні відходи (жом цукрового буряку, лузга соняшника, рисове лушпиння)</i>	<i>7 Мт</i>	<i>75</i>	<i>33</i>
<i>Деревна біомаса</i>	<i>4 Мт</i>	<i>90</i>	<i>52</i>
<i>Енергетичні культури – верба, тополя, китайська тростина, акація, вільха</i>	<i>11,5 Мт</i>	<i>90</i>	<i>184</i>
<i>Біогаз з гною, залишків харчових продуктів, відходи цукрового виробництва</i>	<i>1,6 млрд. м<sup>3</sup></i>	<i>50</i>	<i>29</i>
<i>Звалищний газ</i>	<i>0,6 млрд. м<sup>3</sup></i>	<i>34</i>	<i>8</i>
<i>Енергетичні культури – біогаз кукурудзяного силосу</i>	<i>1,6 млрд. м<sup>3</sup></i>	<i>90</i>	<i>108</i>
<i>Газ стічних вод</i>	<i>1,0 млрд. м<sup>3</sup></i>	<i>23</i>	<i>8</i>
<i>Біодизельне паливо</i>	<i>–</i>	<i>–</i>	<i>14</i>
<i>Біоетанол</i>	<i>–</i>	<i>–</i>	<i>30</i>

Але, йдеться мова про те, що під нейтральністю палива, мається на увазі, що при згоранні рослинної біомаси у атмосферу потрапляє CO<sub>2</sub>, яке було отримане рослиною з атмосфери та акумульовано протягом вегетаційного циклу.

Вчені вказують на певні застереження щодо використання біомаси для енергетичних потреб. Наприклад, наявність викидів в атмосферу небезпечних продуктів горіння при спалюванні палива у котлах та проблеми утилізації золи. А також, те, що біопаливо містить сірку, яка відсутня при згорянні природного газу [47-52].

Глобальна доповідь, щодо стану відновлювальної енергетики REN21 у 2019 році, доводить, що відновлювальні джерела енергії у сучасному світі є основним елементом світової структури електроенергії.

Відновлювальні джерела енергії грають значну роль у скороченні викидів як енергетичного сектору, так і кінцевого сектору споживання. Але, незважаючи на такі великі темпи розвитку відновлювальної енергетики, на даний час треба збільшити ще більше.

Необхідні більш великі цілі та всебічна підтримка з боку політики, для подальшого розвитку відновлювальної енергетики, щоб задовольнити зростаючі потреби в опаленні та транспортному секторі.

Стрімке зростання темпів розвитку відновлювальної енергетики зіграє важливу роль у вирішенні проблеми кліматичних змін та у підвищенні енергетичної безпеки.

REN21 – це міжнародна мережа професіоналів у різних областях, що стрімко розвиваються, представляють уряди, наукові спільноти, галузеві асоціації, міжурядові організації та віщу школу. REN21 створює платформу для обміну інформацією, ідеями та досвідом для цих експертів, для

спільного будування майбутньої сучасної відновлювальної енергетики.

Довгострокові та амбіційні зобов'язання, розумна регуляторна політика зробили відновлювальні джерела енергії одними з провідних напрямків в енергетичному секторі по всьому світу. Нещодавнє зростання відновлювальної енергетики обумовлений зростанням потужностей вітрової та сонячної енергетики.

У 2018 році було побудовано та запущено близько 100 ГВт тільки сонячний фотоелектричних потужностей. Гідроенергетика завжди грала одну із основних ролей в енергетичному секторі довше ніж будь-яка технологія вітроенергетики, та вносила значний вклад у відновлювальну енергетику.

Стосовно біоенергетики, сонячної теплової та геотермальної енергетики, то вони сприяють розвитку відновлювальної енергетики в меншому ступені.

На 2018 рік з усіх наявних світових інвестицій у електроенергетику, близько двох третин припали на долю відновлювальної енергетики.

За останні два десятиліття виробництво електроенергії відновлювальними джерелами енергії зросло у 10 разів. У Китаї введення потужностей та інвестицій скоротились, порівняно з минулими роками, але вирости у країнах Європи та ЄС.

У сучасному світі відновлювальна енергетика розвивається у всіх регіонах світу. У 17 країнах потужності відновлювальної енергетики припадають переважно на сонячну та вітроенергетику, та перевищує 10 ГВт, а у 45 країнах світу трохи перевищує 1 ГВт.

Гідроенергетика у 90 країнах світу перевищує 1 ГВт, а у 30 країнах світу більш ніж 10 ГВт.

У країнах Африки більше ніж 150 мільйонів людей отримало електрику, використовуючи сонячну енергетику, а саме фотоелектричні системи.

Всебічна підтримка з боку політики різних країн світу, зіграли важливу роль у збільшенні частки вітроенергетики в виробництві електроенергії.

У 2018 році в 135 країнах світу застосовувалась регулююча політика у сфері відновлювальної енергетики в електроенергетиці (пільгові тарифи чи квоти на комунальні послуги) по співвідношенню з 2010 роком та 75 країнами.

Стрімке зростання використання відновлювальних джерел енергії, доводить, що зовсім недавня недовіра до відновлювальних джерел енергії була безпідставною. Об'єкти генерації на відновлювальні джерела енергії можуть бути успішно інтегровані у енергосистему [53].

Розвиток відновлювальних джерел енергії сприяє зменшенню викидів шкідливих речовин, зокрема парникових газів.

Задля з'ясування взаємозв'язку викидів парникових газів з обсягами виробництва електроенергії ВДЕ на базі статистичних даних за період 2013 – 2017 рр. був проведений кореляційний аналіз за допомогою програми Microsoft Excel.

Коефіцієнт кореляції показує ступінь взаємозв'язку між двома показниками. Вихідні дані для кореляційного аналізу показані у таблиці 2.5.

Результатом кореляційного аналізу взаємозв'язку між викидами ПГ та обсягом виробництва електроенергії в Україні ВДЕ є коефіцієнт кореляції, який склав – 0,751872298.

Коефіцієнт кореляції може набувати значень від -1 до +1. Знак кореляції вказує тільки на його напрямок, а на тісноту зв'язку, вказує модуль його значення.

Якщо коефіцієнт наближається до +1, то посилюється прямий зв'язок, чим ближче до одиниці тим він тісніший, а якщо коефіцієнт наближається до -1, то посилюється зворотній зв'язок, чим ближче він до -1 тим він тісніший. Кореляція не існує тільки тоді коли коефіцієнт наближається до нуля, наприклад, від -0,3 до 0, або від 0 до 0,3.

Таблиця 2.5

*Викиди ПГ та виробництво електроенергії ВДЕ в Україні*

<i>Роки</i>	<i>Викиди ПГ енергетичною галуззю, млн. тонн</i>	<i>Виробництво електроенергії в Україні ВДЕ, млн. кВт*год.</i>
2009	275,36	11226
2010	286,38	12504
2011	296,46	10373
2012	290,29	11244
2013	282,15	15230
2014	246,7	10007
2015	210,8	16809
2016	224,8	18666
2017	217,8	20648

Різні автори пропонують різні підходи до інтерпретації значення коефіцієнта кореляції. В той же час, всі критерії є певною мірою умовними, і не повинні трактуватися надто прискіпливо. Інтерпретація кореляції залежить від контексту та мети. В даному дослідженні нами використовувалась й інтерпретація за шкалою Чеддока (табл. 2.6).

Таблиця 2.6

*Величина коефіцієнта кореляції і тіснота зв'язку за «Шкалою Чеддока»*

<i>Коефіцієнт</i>	<i>Інтерпретація</i>
1,00	Повний зв'язок
0,91 – 0,99	Дуже високий
0,60 – 0,90	Високий

## Продовження таблиці 2.6

<i>Коефіцієнт</i>	<i>Інтерпретація</i>
<i>0,41 – 0,60</i>	<i>Середній</i>
<i>0,26 – 0,40</i>	<i>Слабкий</i>
<i>0,17 – 0,25</i>	<i>Поганий</i>
<i>0 – 0,16</i>	<i>Зв'язок відсутній</i>

Згідно результатів проведеної кореляції, можна зробити висновок, що розрахований коефіцієнт має зворотній високий зв'язок.

Крім відображення щільності зв'язку, коефіцієнт кореляції відіграє ще одну важливу роль – через коефіцієнт детермінації ( $D$ ), який характеризує розмір впливу факторів на результативну ознаку, що розраховують за формулою 2.1:

$$D=r^2 \quad (2.1),$$

де:  $D$  – коефіцієнт детермінації;

$r$  – коефіцієнт кореляції.

За отриманим коефіцієнтом кореляції, коефіцієнт детермінації склав:

$$D= 0,5653^2=0,32$$

Коефіцієнт детермінації, який дорівнює 0,32, показує, що зменшення кількості викидів парникових газів на 32 % залежить від переходу до виробництва електроенергії за технологіями відновлювальних джерел енергії.

На графіку рисунка 2.5, нами представлений характер зв'язку: чим щільніші розташовані точки, тим тісніше зв'язок, та вказано напрямок зв'язку, у даному дослідженні як раз мінус

і вказує, на нахил точок у графіку. Також на рисунку, вказані коефіцієнт рівняння та апроксимації.

Коефіцієнт показує, що на 56 % описує фактичний взаємозв'язок між двома показниками: викидами ПГ та обсягом виробництва електроенергії в Україні.  $Y$  – залежить від  $X$ , тому зміни  $Y$  на 56 % пояснюють свою залежність.

Має сенс коефіцієнт, який стоїть при  $X$ , він має мінус – 86,202, це вказує на те, що якщо виробництво електроенергії ВДЕ збільшується на кожен млрд. кВт\*год, то викиди ПГ будуть зменшуватись [54].

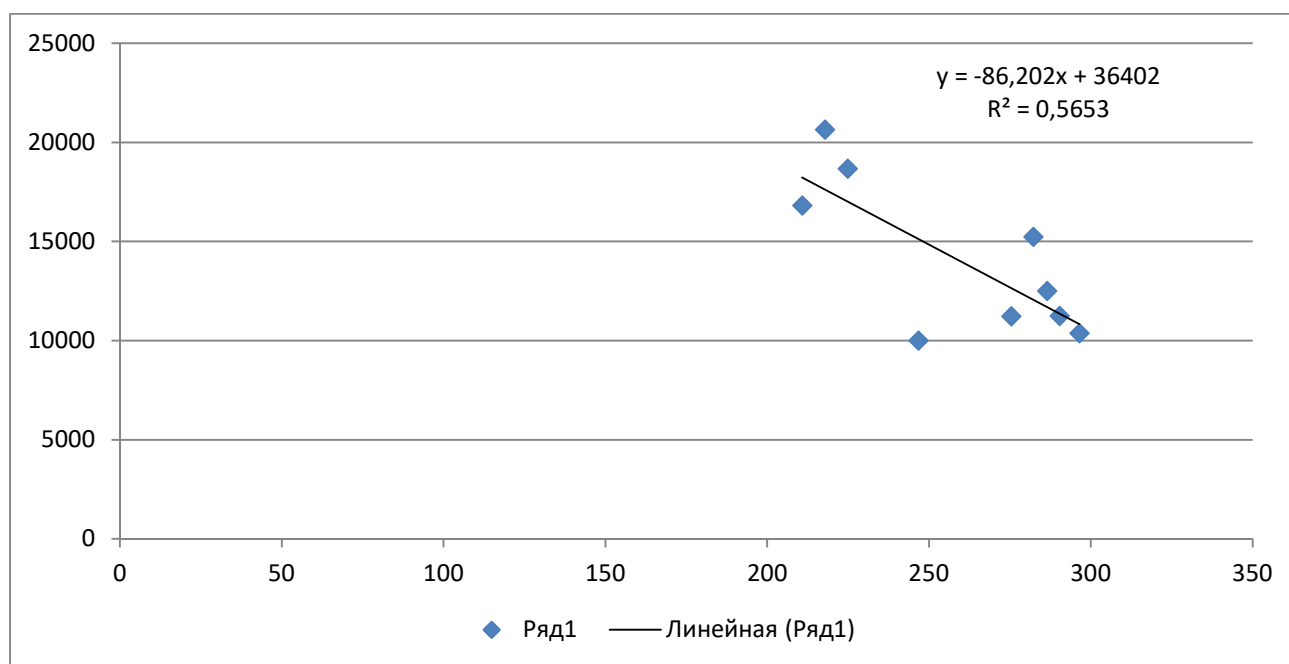


Рис. 2.5. Викиди парникових газів енергетичною галуззю та виробництво електроенергії в Україні ВДЕ

Коефіцієнт регресії дорівнює 0,56, що можна описати (апроксимувати) таким чином: обсяги викидів парникових газів енергетичною галуззю в Україні на 56 % залежить від виробництва електроенергії відновлювальних джерел енергії в Україні.



### *2.3. Світовий досвід розвитку та використання відновлювальних джерел енергії*

Не варто розраховувати, що пошук людством відновлювальних джерел енергії для їх життєдіяльності почався останнім часом, після усвідомлення, що природні запаси вуглеводнів є вичерпаними и не такими величезними.

Насправді перші ентузіасти вже зробили подібні припущення багато десятиків років тому. Тому, можна простежити таку основну хронологію:

- у 1774 році Французький вчений Бернар Форест з Белідори опублікував свою власну наукову працю під назвою «Гідравлічна архітектура», в якій він описує основні принципи гідротехніки;
- у 1846 році народився Пол Ла Кур, відомий створенням першої у світі вітроелектростанції;
- у 1861 році була офіційно запатентована перша у світі установка, яка виробляє електрику з енергії Сонця;
- у 1881 році почала свою роботу гідроелектростанція в Ніагарському водоспаді;
- італійський граф П'єро Генорі Конті у 1913 році в місті Лардерелло, спроектував та побудував першу геотермальну електростанцію за історію людства;
- у 1931 році в Криму була запущена перша промислова електростанція D-30 з використанням сили вітру, яка була повністю сконструйована інженерами CAGI;
- у 1954 році Лабораторія Белла створила першу кремнієву сонячну панель;

- у 1957 році у Нідерландах була запущена вітряна турбіна потужністю 200 кВт, яка виробляє електроенергію та підключається безпосередньо до державної електромережі. Вона офіційно є родоначальником сучасної вітрової галузі енергетики;

- у 1958 році на американському космічному супутнику були використані сонячні батареї;

- у 1966 році на французькому узбережжі поблизу міста Бретані було запущено першу електростанцію, що використовує енергію припливних хвиль [55].

Сполучені Штати першими почали запровадити розвиток «зеленої» енергетики та ввели «зелений» тариф у 1978 році, що привело країну до 4 % в споживанні відновлювальних джерел енергії в 1991 році.

Наступною країною, яка стала стимулювати розвиток відновлювальних джерел енергії Німеччина. У 1970-х країна почала інвестувати у розвиток нових енергетичних технологій.

У 1980-х створила законодавчу базу для стимулювання розвитку відновлювальних джерел енергії. У 1990 році створила програму «Тисяча сонячних дахів», яка покликана стимулювати населення країни реалізовувати проекти приватних сонячних електростанцій на приватних будинках. Згодом, у 1999 році, країна збільшила цю програму до «Сто тисяч сонячних дахів».

Компанія Google представила проект «Сонячний дах», який дозволяє власникам будинків визначити чи підходить їх будинок для встановлення сонячних батарей.

Також проект дозволяє зв'язатися із місцевими постачальниками цих сонячних панелей. Даний проект вже охоплює 42 штати Америки та близько 43 мільйони дахів будинків.

Проект працює разом із Google Earth, використовуючи аерофотознімки компанії. Враховуючи місце розташування будинку, погодні умови, затіненість тощо, сервіс пропонує оцінити економію від встановлення сонячних панелей, а якщо ввести інформацію про рахунки за комунальні послуги, то оцінку можливо провести більш точно. Дахи, де встановлення сонячних панелей є найбільш вигідним, сервіс позначає жовтим кольором.

Компанії, що займаються сонячними панелями, платять Google, щоб бути частиною платформи, пропонуючи свою ціну за панелі. Проект з кожним роком набирає обертів, та стає відомий по всьому світу [56 – 63].

У 1991 році був прийнятий Закон «Про постачання відновлюваної енергії», який передував Закону «Про відновлювальні джерела енергії» оприлюднений у 2000 році, після чого країна зазнала значного збільшення частки відновлювальних джерел енергії у енергетичній галузі.

Сьогодні Німеччина виробляє близько 30 % своєї електроенергії за допомогою відновлювальних джерел енергії, практично відмовившись від ядерної енергетики [64].

За останні роки, відновлювальні джерела енергії змінили традиційне паливо за об'ємами інвестицій у всьому світі. Найбільші з них – це такі інвестиційні гіганти, як Black Rock та Норвезький суверенний фонд. Свої зобов'язання, щодо відмови вкладати у традиційну енергію інвестицій, взяли такі уряди окремих міст та регіонів: Берліна, Каліфорнії, Вашингтона, Осло, Стокгольма, Сіднея, Копенгагена тощо.

Подібне явище назвали «зелена революція», воно дуже активно обговорюється у світових медіа. Адже, у світі близько 1,3 млрд. людей не мають доступу до електроенергії, а відновлювальні джерела енергії дають їм саме таку змогу [65].

Згідно підрахунків REN21, у 2017 році близько 74 % світових інвестицій припадає на країни-лідери з виробництва електроенергії відновлювальними джерелами енергії – це Китай, Європа та США.

На Китай припадає найбільша частка, близько 45 % світових інвестицій, це а 10 % більше ніж у 2016 році.

Друге місце у таблиці лідерів займає Європа – 15 % світових інвестицій, США – 14 % та Азія-Океанія, без Китаю та Індії – 11 %, Північна Америка та Південна Америка, без Бразилії та США – 5 %, Індія – 4 %, Близький Схід і Африка – 4 %, Бразилія – 2 %.

У 2018 році глобальні інвестиції у відновлювальну енергетику склали 332,1 млрд. доларів США. На рис. 2.6 нами показана динаміка змін інвестицій у відновлювальні джерела енергії за період від 2005 року до 2018 року.

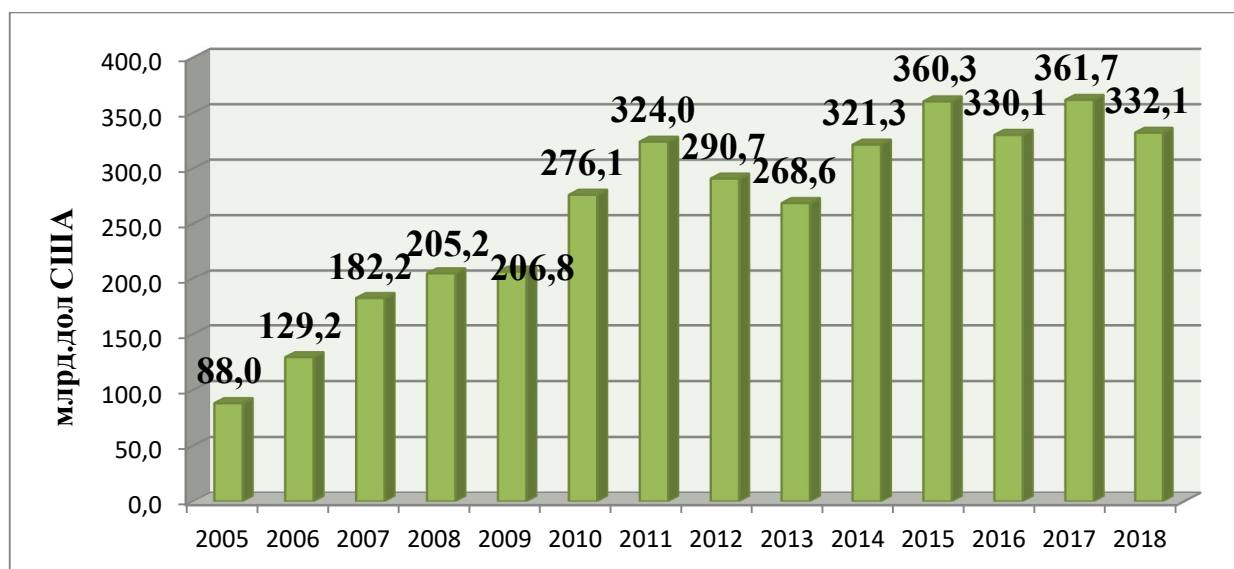


Рис. 2.6. Світові інвестиції у відновлювальні джерела енергії

Інвестиції у відновлювальні джерела енергії у три рази перевищують прилив іноземних інвестицій у виробництво традиційного палива та у два рази перевищують іноземні

інвестиції у традиційне паливо та ядерну потужність, разом узяті.

У 2017 році найбільший інтерес до інвесторів склали сонячні та вітряні електростанції.

Через збільшення інвестицій у галузь відновлювальної енергетики, підвищуються і плани держав, щодо збільшення частки відновлювальних джерел енергії.

Нові планові загальносистемні цілі з 2014 року підтримує Франція. Держава планує збільшити споживання енергії завдяки відновлювальним джерелам енергії на 32 %.

Також, Японія прийняла план на досягнення 13,5 % відновлювальних джерел енергії до 2020 року, а до 2030 року на 20 %. Швеція довела цей показник до 49 %, Румунія досягла 24 %, Уругвай забезпечує 95 % потреб в електроенергії через відновлювальні джерела енергії, а Коста-Рика перейшла на 100 % відновлювальну енергетику [66 – 71].

Стосовно України, то держава планувала перейти до показника в 11 % відновлювальних джерел енергії до 2020 року.

Розвиток відновлювальної енергетики стрімко зростає, навіть в умовах зниження цін на нафту. Наприклад, в Об'єднаних Арабських Еміратах, на кінець 2015 року, поставили ціль збільшити до 2030 року частку використання сонячної енергетики до 25 % [66 – 71].

Відома компанія Apple сьогодні використовує 87 % енергії з відновлювальних джерел енергії і планує перейти до показнику у 100 % [66 – 71].

Зміни інвестицій у відновлювальні джерела енергії відбувався залежно від регіону, наприклад, у Китаї, Латинській Америці, на Близькому Сході та Африці – інвестиції збільшувались, а у Європі, США, Азії й Океанії, Індії та Японії, навпаки зменшувались.

Інвестиції Китаю у відновлювальну енергетику та паливо досягли 126,6 млрд. доларів США в 2017 році, збільшились на 31 % порівняно з 2016 роком. Динаміку змін інвестицій у Китаї нами проілюстровано графіком рисунка 2.7.

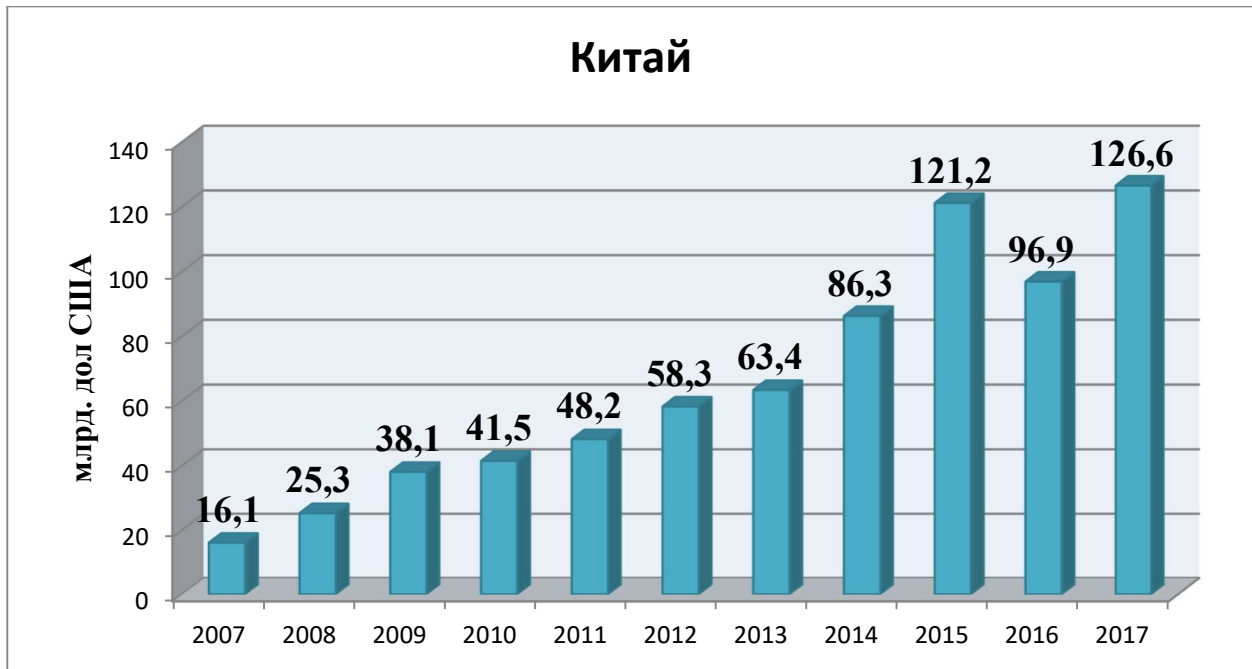


Рис. 2.7. Інвестиції у відновлювальну енергетику та паливо у Китаї

Основна частина сонячної енергетики у Китаї складають сонячні електростанції загального користування, близько 1 МВт, а інвестиції у розвиток невеликих сонячних проектів збільшився у п'ять разів.

Інвестиції у Європу складають близько 40,9 млрд. доларів США в 2017 році, порівняно із 2016 роком, це на 36 % менше (рис. 2.8).

У Великобританії обсяги інвестицій зменшились на 65 %.

Також, інвестиції збільшили такі країни, як Швеція (на 127 %), Греція (на 287 %) та Нідерланди (на 52 %).

Сполучені Штати залишаються найбільшим інвестором серед розвинутих країн. 2017 року кількість інвестицій склала

40,5 млрд. доларів США, тобто на 6 % менше, ніж у 2016 році (рис. 2.9). Фінансування комунального сектору склало 29,3 млрд. доларів США.

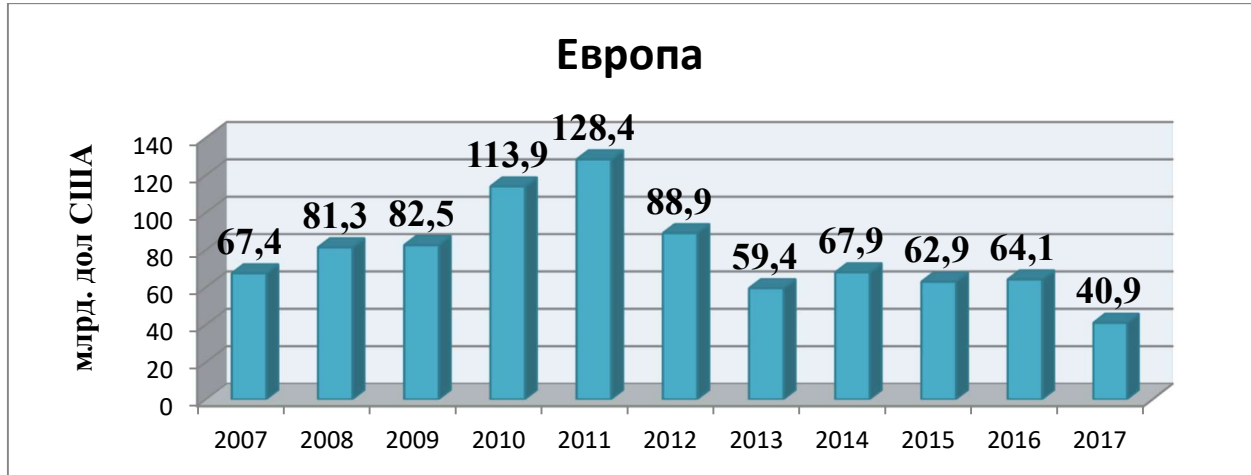


Рис. 2.8. Інвестиції у відновлювальну енергетику та паливо у країнах Європи

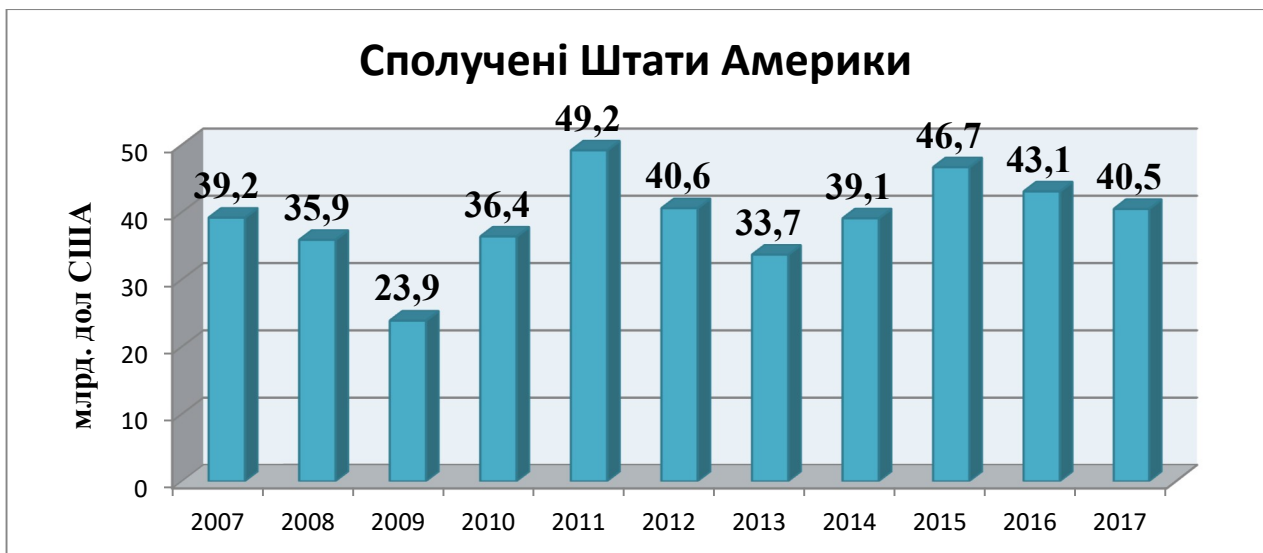


Рис. 2.9. Інвестиції у відновлювальну енергетику та паливо у Сполучених Штатах Америки

В Азії та Океанії (без врахування Китаю та Індії) іноземні інвестиції зменшились на 12 %, в основному через спад економіки Японії.

Інвестиції Японії зменшилися на 28 % у 2017 році, порівняно із 2016 роком. У 2017 році порівняно із 2016 роком на Філіппінах відбулось зменшення інвестицій на 77 %, а у Таїланді на 72 %. Втім, в Індонезії, спостерігається збільшення інвестицій на 67 % у 2017, порівняно із 2016 роком, та у Пакистані на 42 %.

Інвестиції в Індії зменшилися на 20 %. У Північній та Південній Америці (без врахування США та Бразилії) інвестиції зросли на 124 % у 2017 році, порівняно із 2016 роком. А у Мексиці та Аргентині інвестиції збільшилися у дев'ять разів.

Обсяг інвестицій у Бразилії склав понад 6 млрд. доларів США та збільшився на 8 %. На Близькому Сході спостерігається збільшення інвестицій на 11 % у 2017, при значному збільшенні інвестиції в Єгипті у шість разів та Об'єднаних Арабських Еміратах у 29 разів. В Йорданії інвестиції зросли на 26 % [73].

У 2015 році міжнародним агентством з відновлювальної енергії було представлено нову програму Remap 2030 року. Програма допоможе з'ясувати, як розшири використання відновлювальних джерел енергії та збільшити у два рази частку цих технології у енергетичному балансі світу до 2030 року.

В ході десятого Міжнародного Форуму, що проходив у кінці 2018 року, був визначений прогноз, щодо зростання у 10 разів потужність відновлювальних джерел енергії до 2030 року, та планується перевищити 12 ГВт.

У 2018 році в Україні ввели в експлуатацію порівняно із 2017 роком, у три рази більше потужностей відновлювальних джерел енергії.

На 2018 рік Європейський банк інвестував в Україні у 11 проектів з відновлювальних джерел енергії та близько 123 мільйонів євро.



У 2019 році планувалось інвестувати більше ніж 4 мільярди євро у відновлювальні джерела енергії, що означає, що в Україні є величезний потенціал для розвитку відновлювальної енергетики [74].

Дослідивши питання визначні другим розділом даної монографії, підсумуємо наступне.

Проаналізувавши нормативно-правову базу щодо розвитку альтернативної енергетики в Україні, можна виділити такі основні документи як:

Закон України «Про альтернативні джерела енергії»;

Закон України «Про альтернативні види палива»;

Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо сприяння виробництву та використанню біологічних видів палива»;

за рішенням Ради Міністрів Енергетичного товариства підписала розпорядження «Про затвердження планів заходів з імплементації Директиви 2001/77/ЄС і Директиви 2003/30/ЄС»;

Кабінетом Міністрів України затверджено Розпорядження «Про Національний план дій з відновлювальної енергетики на період до 2020 року»;

Закон України «Про енергозбереження».

Україна має потужний потенціал ВДЕ. Потенціал вітроенергетики України становить 16 – 24 ГВт.

Найбільш перспективними регіонами вважають – південний та південно-західний. У цих регіонах середня річна швидкість вітру на висоті 80 метрів більше ніж 7,5 м/сек.

Технічний потенціал енергії води складає 21,5 ТВт\*год на рік. Потенціал енергії Сонця достатньо великий. Найефективніше використання сонячного фотоелектричного обладнання припадає у південних областях – з квітня до

жовтня, а у північних – з травня до вересня. Сонячна енергетика має приблизний потенціал в Україні на рівні 4 ГВт.

Україна має також великий потенціал у використанні біомаси, здебільшого для теплопостачання, що обумовлений значними ресурсами сільськогосподарських та лісгосподарських відходів.

На базі статистичних даних за період 2013 – 2017 рр. був проведений кореляційний аналіз, який показав ступінь взаємозв'язку викиди ПГ енергетичною галуззю та виробництвом електроенергії в Україні ВДЕ.

Результатом кореляційного аналізу взаємозв'язку між викидами ПГ та обсягами виробництва електроенергії в Україні ВДЕ є коефіцієнт кореляції, який дорівнює – 0,751872298.

За отриманим коефіцієнтом кореляції, коефіцієнт детермінації склав: 0,32. Коефіцієнт детермінації, який дорівнює 0,32, показав, що зменшення кількості викидів парникових газів на 32 % залежить від переходу до виробництва електроенергії за технологіями відновлювальних джерел енергії.

Спроби впровадження ВДЕ мають досить давню історію. Але значного прориву розвиток ВДЕ досяг у ХХ сторіччі. У 2018 році глобальні інвестиції у відновлювальну енергетику склали 332,1 млрд. доларів США.

Інвестиції у відновлювальні джерела енергії у три рази перевищують прилив іноземних інвестицій у виробництво традиційного палива та у два рази перевищують іноземні інвестиції у традиційне паливо та ядерну потужність, разом узяті.

## РОЗДІЛ 3

# ПАРАДИГМА РОЗВИТКУ ПОТЕНЦІАЛУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ У НАЦІОНАЛЬНОМУ ГОСПОДАРСТВІ УКРАЇНИ

### *3.1. Прогнозні перспективи розвитку відновлювальних джерел енергії*

Україна має досить високий рівень енергозалежності. Це пояснюється низкою факторів як об'єктивного так й суб'єктивного характеру й виступає важелем певного політичного й соціального загострення, отже потрібно сформувані певні парадигмальні основи використання потенціалу відновлювальної (альтернативної) вітчизняної енергетики в довгостроковій пролонгованій перспективі.

В сучасних умовах розвитку енергетична безпека для України набула першочергового значення. Цьому сприяли бойові дії на Сході країни; підвищення цін на енергоресурси та електроенергію, як для виробників так і для населення; підвищення частки відновлювальних джерел енергії в виробництві електричної та теплової енергії у світі.

Розвитку відновлювальних джерел енергії в Україні мають сприяти іноземні та вітчизняні інвестиції, розвиток «зеленого тарифу».

На рівні держав та міжнародних установ було розроблено прогнози щодо тенденції розвитку відновлювальних джерел енергії.

В Україні, було розроблено прогноз «Викид парникових газів в Україні: шляхи до 2050 року», який підготовлено спеціально на доручення Програми розвитку Організації Об'єднаних Націй (ПРООН).

В даному прогнозі представлено пакет прогнозів викидів парникових газів для України. Також, детально розроблено три сценарії прогнозів викидів парникових газів:

- базовий випадок;
- плановий випадок;
- низьковуглецевий випадок.

Для забезпечення найкращого відображення моделі у своєму класі економічних та політичних припущень, дана модель проаналізована Інститутом економіки та прогнозування та Фондом цільових екологічних інвестицій.

Базовий випадок модель розробляє на основі прогнозів обсягу виробництва та методів, що забезпечують зменшення обсягів викидів, за умови, що чинна політика діє і надалі.

Сценарій побудовано Інститутом економіки та прогнозування та Фондом цільових екологічних інвестицій. Далі від даного прогнозу віднімаються невеликі величини, що показують підвищення ефективності та заходи зі зменшення викидів.

Стосовно прогнозів об'ємів викидів парникових газів, то за Базовим випадком, обсяги спочатку падають нижче 400 мільйонів тонн, але після 2020 року планується поступове

зростання і вже у 2050 році буде складати 561 мільйонів тон. Даний прогноз об'ємів викидів нами наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

*Прогноз виробництва електроенергії за Базовим випадком*

<i>Базовий випадок</i>	2013	2015	2020	2025	2030	2040	2050
<i>Виробництво, всього</i>	194	198	213	232	255	305	343
<i>Виробництво, всього (без ТЕЦ)</i>	177	182	197	216	240	288	326
<i>АЕС</i>	83	93	116	117	118	124	130
<i>ГЕС (великі, ГАЕС)</i>	14	14	20	21	21	23	24
<i>ТЕС (вугілля)</i>	78	73	55	68	86	118	138
<i>ТЕС (природний газ)</i>	0	1	2	2	2	2	2
<i>Відновлювальні джерела</i>	1	2	4	9	13	21	31
<i>Малі ГЕС</i>	1	1	2	5	7	13	19
<i>Вітрогенерація</i>	0	1	1	2	2	4	6
<i>Сонячна генерація</i>	0	0	0	1	1	1	1
<i>Малі ГЕС</i>	0	0	0	1	2	3	5
<i>Інші види ВДЕ</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Державні ТЕС</i>	8	8	7	7	7	7	7
<i>Промислові ТЕС</i>	8	8	8	8	9	10	10

Для розрахунку Планового випадку, враховуються обсяги зменшення викидів, які пов'язані з визначеною політикою та заходами зі скорочення викидів, тому як результат цього базовий випадок зменшується.

Стосовно прогнозів обсягів парникових газів, плановий випадок дає більш нижчий рівень забруднень, показуючи створення «чистих» політик та ефективних технології у промисловості та сільському господарстві.

У 2020 році обсяги викидів знижуються до 363 мільйонів тонн, а у 2050 році збільшується до 501 мільйонів тонн. Прогноз за Плановим випадком нами наведено у таблиці 3.2.

Для Низьковуглецевого випадку заходи щодо скорочення викидів повністю реалізуються. Даний сценарій відповідає

повній реалізації заходів та політик щодо зменшення обсягів викидів парникових газів, тому у 2020 році обсяги викидів знижуються до 334 мільйонів тонн, а у 2050 році збільшуються до 408 мільйонів тонн.

Таблиця 3.2

*Прогноз виробництва електроенергії за Плановим випадком*

<i>Плановий випадок</i>	2013	2015	2020	2025	2030	2040	2050
<i>Виробництво, всього</i>	194	198	213	232	255	305	343
<i>Виробництво, всього (без ТЕЦ)</i>	177	181	194	212	233	279	314
<i>АЕС</i>	83	93	116	124	133	137	142
<i>ГЕС (великі, ГАЕС)</i>	14	14	20	21	21	23	24
<i>ТЕС (вугілля)</i>	78	73	54	59	69	103	125
<i>ТЕС (природний газ)</i>	0	1	2	2	2	2	2
<i>Відновлювальні джерела</i>	1	2	4	9	13	21	31
<i>Малі ГЕС</i>	1	1	2	5	7	13	19
<i>Вітрогенерація</i>	0	1	1	2	2	4	6
<i>Сонячна генерація</i>	0	0	0	1	1	1	1
<i>Малі ГЕС</i>	0	0	0	1	2	3	5
<i>Інші види ВДЕ</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Державні ТЕС</i>	8	8	8	8	8	8	8
<i>Промислові ТЕС</i>	8	8	8	9	9	10	11

Слід зазначити, що прогнози обсягів виробництва для базового економічного рівня (надані ІЕП) узгоджуються по всіх трьох сценаріях.

Прогноз за Низьковуглецевим випадком нами представлено у таблиці 3.3.

Економічний прогноз до 2050 року будується на базовому сценарії, побудований для обчислювальної моделі загальної рівноваги, розробленої Інститутом економіки та прогнозування [76-81].

Прогнози обсягів викидів парникових газів прямо залежать від політичних припущень. У напрямку від Базових викидів до Планових викидів, а потім і до Низьковуглецевих

викидів припущення базується на поточній ситуації на місцях, а згодом на повному пакеті політичних стимулів, цілей та рішень. Основні політичні припущення показані у таблиці 3.4.

Таблиця 3.3

*Прогноз виробництва електроенергії за Низьковуглецевим випадком*

<i>Низьковуглецевий випадок</i>	2013	2015	2020	2025	2030	2040	2050
<i>Виробництво, всього</i>	194	198	213	232	255	305	343
<i>Виробництво, всього (без ТЕЦ)</i>	177	181	194	212	233	279	314
<i>АЕС</i>	83	93	116	129	141	145	148
<i>ГЕС (великі, ГАЕС)</i>	14	14	20	21	21	23	24
<i>ТЕС (вугілля)</i>	78	71	48	45	45	68	81
<i>ТЕС (природний газ)</i>	0	1	2		2	2	2
<i>Відновлювальні джерела</i>	1	4	11	20	31	50	70
<i>Малі ГЕС</i>	1	2	6	11	18	30	43
<i>Вітрогенерація</i>	0	1	3	4	6	10	14
<i>Сонячна генерація</i>	0	0	1	1	2	2	3
<i>Малі ГЕС</i>	0	0	1	3	5	8	10
<i>Інші види ВДЕ</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Державні ТЕС</i>	8	8	7	7	7	7	7
<i>Промислові ТЕС</i>	8	8	8	8	9	10	10

Економічний прогноз до 2050 року, зроблений нами, будується на базовому сценарії, побудованому для обчислювальної моделі загальної рівноваги, розробленої ДУ «Інститут економіки та прогнозування НАН України» [76 – 81].

Прогнози обсягів викидів парникових газів прямо залежать від політичних припущень. У напрямку від Базових викидів до Планових викидів, а потім і до Низьковуглецевих викидів припущення базується на поточній ситуації на місцях, а згодом на повному пакеті політичних стимулів, цілей та рішень.

Основні політичні припущення зроблені нами для трьох основних випадків, що розглядаються, у узагальненому вигляді показані у таблиці 3.4.

Можна зробити висновок, що даний документ аналізує та прогнозує все можливі варіанти прогнозу викидів до 2050 року за допомогою якого можна визначити, яка динаміка зміни викидів парникових газів простежується в Україні [82].

Таблиця 3.4

*Політичні припущення для Базових, Планових та Низьковуглецевих випадків*

<i>Базовий випадок</i>	<i>Плановий випадок</i>	<i>Низьковуглецевий випадок</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• «зелений тариф» для відновлювальної енергетики;</li> <li>• скасування субсидій на продаж вугілля.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• стимулювання модернізації інфраструктури центрального опалення, сектора виробництва та лінії електропередачі;</li> <li>• реформи житлової системи для спонукання інвестувати в енергоефективне житло;</li> <li>• «зелений тариф» для відновлювальної енергетики;</li> <li>• малі субсидії на біопалива;</li> <li>• підтримка нових потужностей атомної енергетики та гідроенергетики.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• механізм установлених цін на вуглець для стимулювання покращення клімату в усій економіці;</li> <li>• прями державні інвестиції в технології, безпечні для клімату в усіх галузях;</li> <li>• підвищений «зелений тариф», задля стимулювання вкладати більше інвестицій у цю галузь;</li> <li>• підтримка атомної енергетики;</li> <li>• стандарти енергоефективності транспортних засобів та підтримка споживання біопалив.</li> </ul>



За результатами моделювання базового та альтернативного сценаріїв розвитку енергетичного сектору України було підготовлено звіт «Перехід України на відновлювальну енергетику до 2050 року».

Дане дослідження проведено у 2016 – 2017 роках Державною установою «Інститут економіки та прогнозування Національної академії наук України» за підтримки Представництва Фонду ім. Гайнріха Бьолля в Україні.

У звіті показані результати моделювання базового та альтернативних сценаріїв розвитку енергетичного сектору України до 2050 року, те як може бути досягнутий перехід від традиційних видів палива до відновлювальних джерел енергії, та економічні наслідки цього переходу.

У 2015 році «Greenpeace» представила дослідження з моделювання глобальних сценаріїв енергетичного переходу. Ці сценарії визначають поступовий перехід від споживання традиційного палива до повного використання відновлювальних джерел енергії до 2050 року, а також направлені на стимулювання глобального потепління близько двох градусів.

Базовий сценарій показує, що слід очікувати зростання загального кінцевого споживання енергії на 65 % від дійсного. Згідно сценарію Енергетичної Революції кінцеве споживання енергетичних ресурсів зменшиться на 12 %.

Відновлювальні джерела енергії на сьогоднішній день задовольняють 21 % світового попиту на тепло, здебільшого за рахунок біомаси.

У промисловості зростає роль сонячних колекторів та геотермальної енергії після 2030 року. Загальний попит на електроенергію збільшиться з 18860 ТВт год/рік у 2012 році до 37000 ТВт год/рік у 2050 році.

У 2020 році частка електроенергії, виробленої з відновлювальних джерел енергії, складатиме 31 %, а в 2030 році 58 %. Визначена потужність відновлювальних джерел енергії складе 7 800 ГВт у 2030 році і 17 000 ГВт до 2050 року.

Галузь відновлювальних джерел енергії є потенційним джерелом величезної кількості робочих місць. Світова вугільна промисловість налічує близько 10 мільйонів працівників. Сонячна енергетика може досягти 10 мільйонів працівників вже за 15 років, а вітроенергетика може збільшити з сьогоднішніх 700 тисяч працівників до 7,8 мільйонів працівників вже до 2030 року, але якщо зміни розпочнуться вже сьогодні.

Відповідно до сценарію Енергетичної Революції енергетичний сектор у світі у 2030 році матиме 46,1 мільйонів робочих місць.

Звіт «Перехід України на відновлювальну енергетику до 2050 року» визначає три основні сценарії розвитку енергетичного сектору України.

Базовий сценарій або консервативний – визначається як гіпотетичний сценарій, тобто характеристики більшості технологій залишаються незмінними до 2050 року.

Заміщення одних технологій іншими відбувається тоді, коли термін експлуатації старих закінчується. Вартість та ефективність нових технологій, відповідають сучасним нормам, але з часом вартість зменшується, а ефективність збільшується.

«Зелений» тариф діє відповідно графіку, що визначений законодавством до 2030 року, однак екологічних обмежень на будь-яке паливо відсутні.

Ліберальний або досконалий сценарій – визначає наявність досконалої конкуренції на національному

енергетичного ринку та його секторах, існування стимулів з боку економіки для розвитку відновлювальних джерел енергії та реалізації заходів з енергозбереження та енергоефективності.

Сценарій допомагає провести оцінку конкурентоспроможності відновлювальної енергетики перед традиційною. Відсутні будь-які інституційні перешкоди. Наявний лише економічний стимул для розвитку відновлювальних джерел енергії.

Революційний сценарій – визначає єдину комплексну ціль задовольнити енергетичні потреби кінцевого споживання за рахунок відновлюваних джерел енергії. Це суттєво посилить енергетичну незалежність України.

Ліберальний та Революційний сценарій вимагають виконання Директиви 2010/75/ЄС щодо викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря великими spalювальними установками > 50 МВт. Регламентують, що «Зелений» тариф діє згідно графіку, що визначений законодавством до 2030 року [83].

Наявні прогнозні сценарії досить оптимістичні і є сподівання на їх реалізацію та втілення в недалекому майбутньому. Цьому будуть сприяти новітні розробки вчених по удосконаленню технологій відновлювальних джерел енергії.

Провідну роль у розвитку потужностей відновлювальних джерел енергії займе сонячна енергетика. Встановлення на будинках, промислових об'єктах та комерційних будівлях сонячних панелей буде розпочато на протязі п'яти років, змінивши виробництво та споживання енергії.

Про це говорить останній (станом на 01.01.2020) прогноз Міжнародного енергетичного агентства щодо ринку відновлювальної енергії Renewables 2019.

У звіті є прогноз щодо загальної потужності відновлювальних джерел енергії, у період між 2019 роком на 2024 роком загальна потужність зросте на 50 %.

У глобальному виробництві доля відновлювальних джерел енергії зросте з 26 % до 30 % у 2024 році. Прогнозується, що до 2024 року на дахах будинків кількість сонячних панелей зросте понад у два рази та буде складати 100 мільйонів, а основними ринками на душу населення стануть такі країни, як Австралія, Бельгія, Нідерланди та Австрія. Міжнародне енергетичне агентство прогнозує, що вже до 2024 року, витрати на сонячні фотоелектричні системи зменшаться на 15 – 35 %, це зробить технологію більш популярною, що сприятиме її стимулюванню та впровадженню у світі[84].

У прогнозі зроблено висновок, що при вдалій політичній підтримці та більш ефективному регулюванню до 2024 року загальна встановлена потужність перевищить потужність такої країни, як Японія.

Американська компанія Bloomberg New Energy Finance, пропонує збільшити частку відновлювальних джерел енергії до 50 % у загальній світовій потужності вже до 2050 року (рис. 3.1).

Основним фактором збільшення потужностей відновлювальної енергетики є зменшення вартості самих відновлювальних джерел енергії та їх удосконалення.

Однак, такі види традиційних джерел енергії, як вугілля та атомна генерація, продовжать свою роботу. Але частка вугільної генерації зменшиться з 37 % до 12 %. Згідно прогнозам у наступні три десятки років у розвиток відновлювальних джерел енергії вкладуть близько 13 трильйонів доларів.

У Південній Кореї вчені створили новітні прозорі сонячні панелі, які можливо буде встановлювати на вікнах будівель.

Розробники прогнозують, що у майбутньому за допомогою їхньої технології, цими сонячними панелями можна буде замінити всі вікна.

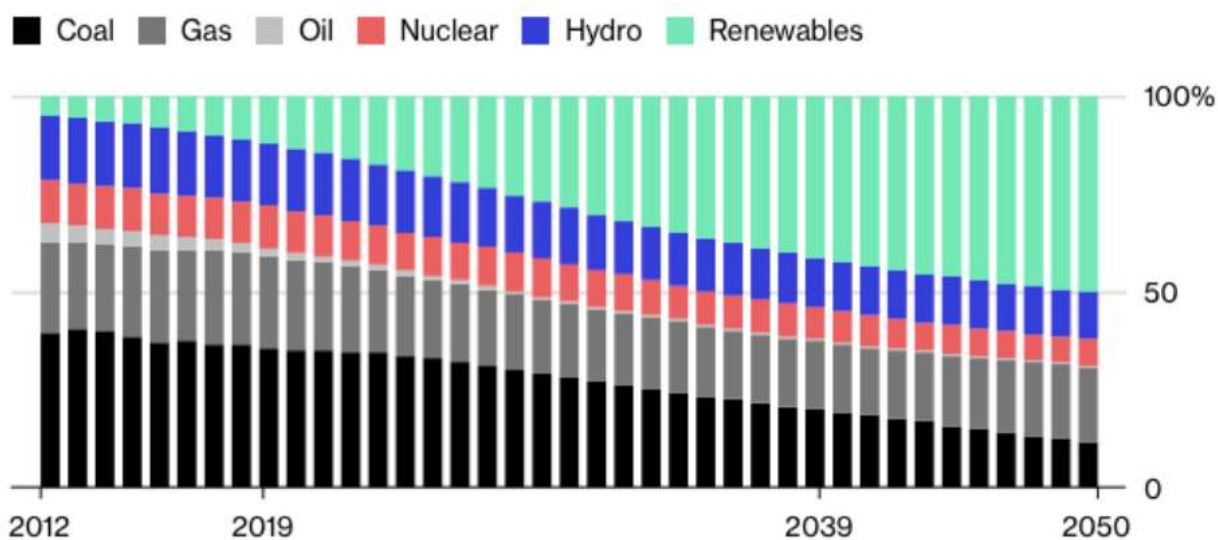


Рис. 3.1. Вітрова, сонячна та інші відновлювальні джерела енергії становитимуть половину всієї енергії до 2050 року

Раніше вже були подібні розробки, але у них був певний дефект з синім або червоним відтінком. Тому вчені розробили сонячні панелі з кремнієвих пластин.

Було взято квадратні елементи із кристалічного кремнію, зробили в них отвори діаметром 100 мікрометрів, що дозволило пропускати 100 % сонячного світла. Тверда частина модуля, поглинає сонячне світло та забезпечує на рівні 12 % ефективність перетворення енергії, але це набагато менше, ніж у звичайних сонячних панелей, у яких ефективність перетворення енергії 20 %. Але вчені прогнозують у найближчі роки збільшити показник не менше 15 % [85].

Ізраїльські вчені створили захисний шар для сонячних панелей, що дає змогу самостійно очищатися від пилу. Вчені створили особливий водовідштовхувальний матеріал, завдяки

якому вода стікає вниз по панелях та змиває основну частку пилу на них.

При тестуваннях було досягнуто показника у 98 % самоочищення установки. Вчені наполягають на тому, що найкраще видалення частинок пилу відбувається не через низьке тертя між краплинами і супергідрофобними поверхнями, а через збільшення сил, які «відривають» частки від модулів [86].

В Україні за допомогою лазерної технології в два рази збільшили потужність сонячних панелей. За словами інноватора Я.Гнилицького [87], на сьогодні в Україні подібного обладнання немає. З допомогою технології українця фемтосекундний лазер змінює властивості будь-якої поверхні.

Перевага технології у тому, що вона дозволяє створювати наноструктури. При обробці поверхні нанолазером, поверхня перестає намокати та відштовхує лід. Також є можливість обробити поверхню сонячного елемента, що вдвічі збільшить поглинання панелями сонячної радіації [87].

У Німеччині інженери вбудували в штукатурку гнучкі органічні сонячні панелі. Такі панелі можуть не тільки збирати енергію, а також доповнюють функціональність теплового фасаду, вони дозволяють інтегрувати у будівництво сонячні панелі при розрахунку балансу первинної енергії, що дозволить знизити товщу теплоізоляції. Гнучкі панелі можуть бути вбудовані в будь-які багатошарові фасадні теплоізоляційні системи [88].

Німецькі вчені розробили особливий тип сонячних панелей, які можна встановлювати на дахах машин та перефарбовувати у будь-який колір. Втрата енергоефективності через скляне покриття складе 7 %.

Сонячні панелі перетворюють сонячну радіацію в електрику, та допомагають зменшити перегрів машини. Сонячні панелі даного типу, мають 210 Вт/м<sup>2</sup> [89].

Вчені із Німеччини розробили гнучкі сонячні панелі на тканинній основі. Вони створені для використання на фасадах будівель та вантажівках в якості тентів. Використання планується у тентових вантажівках для виробництва електроенергії для потреб водія. Дана тканина навіть відповідає всім нормам пожежної безпеки [90].

### *3.2. Реалізація потенціалу відновлювальних джерел енергії в умовах діючого підприємства*

Найявне техніко-технологічне обладнання стосовно використання сонячної енергії як джерела опалення офісного приміщення адаптуємо за допомогою певних розрахунків до умов функціонування закладу вищої освіти Маріупольський державний університет (МДУ) м. Маріуполь (Україна), в дослідній лабораторії якого проводились наукові розробки, основні результати яких викладені в даній монографії.

Для забезпечення екологічної складової розвитку МДУ та отримання теоретичної відносної незалежності, пропонуємо впровадити проект заміни використання електричної енергії з традиційних джерел на альтернативні.

Проект реалізується на базі економіко-правовому факультеті МДУ. Пропонується декілька певних варіантів повної заміни використання електроенергії з традиційних

джерел на альтернативну сонячну енергетику, за допомогою встановлення сонячних панелей.

Розглянемо три варіанти розрахунків сонячної електростанції для забезпечення електроенергії економіко-правового корпусу МДУ:

- повністю автономною, не залежить від зовнішніх мереж;
- мережева станція, віддача виробленої електроенергії в мережу, за «зеленим» тарифом;
- мережева станція, віддача виробленої електроенергії в мережу за звичайним тарифом.

Дані, які знадобитися для розрахунку:

- споживання електроенергії за рік економіко-правового факультету;
- рівень сонячної інсоляції на даній території;
- площа, місце під установку сонячних модулів і устаткування;
- ціни і витрати.

Сонячна електростанція складається з:

- сонячні панелі (фото модулі) – перетворюють сонячну радіацію в електрику;
- інвертор – перетворює струм з постійного на змінний (свого роду трансформатор);
- акумулятори – акумулюють надлишок енергії і віддають коли її не вистачає;
- станція гібридна – прилади обліку і захисту.

На рис. 3.2 показана принципова схема гібридної сонячної електростанції, а на схемі рис. 3.3 мережева, вона, на відміну від першого варіанту не тримає надлишки енергії, а віддає її у споживчу мережу.



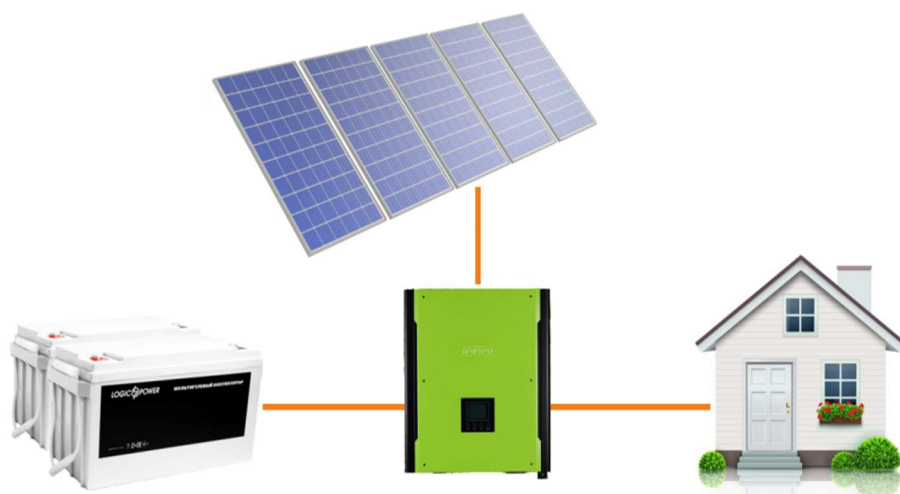


Рис. 3.2. Гібридна сонячна електростанція

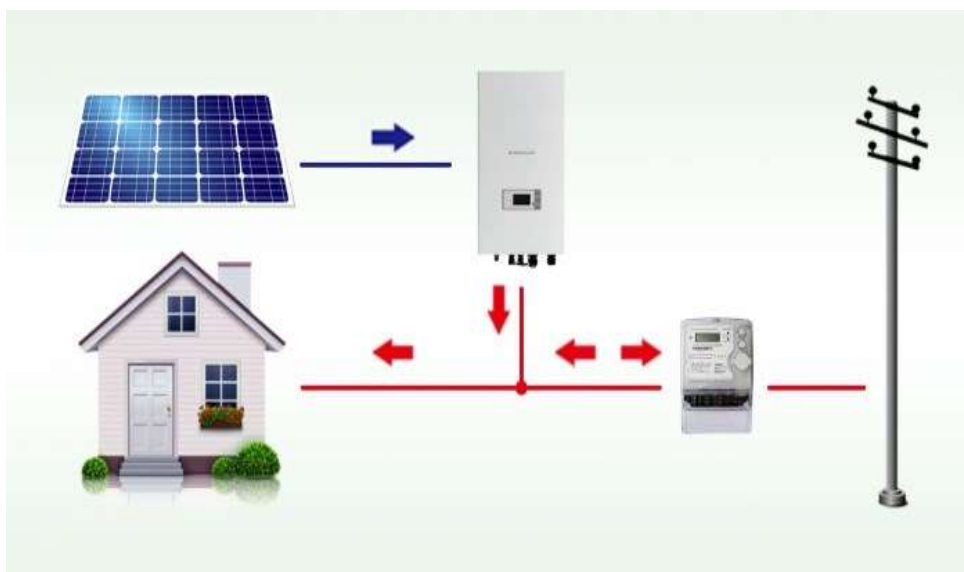


Рис.3.3. Мережева сонячна електростанція

Використання акумуляторів здорожує і робить системи складнішими.

По-перше гібридний інвертор повинен працювати як і з АКБ так і сонячною панеллю, він більш універсальний, його можна програмувати під різні умови. Він може працювати як без мережі так і з нею, але ціна – значно вища.

По-друге для акумуляторів потрібно місце, а для великого запасу енергії багато місця і спеціальне обслуговування (якщо дешеві кислотні акумуляторних батареї наприклад). Ціна гелевих акумуляторні батареї в рази більше ніж кислотних (1,5 – 2,5 рази).

Далі треба з'ясувати рівень інсоляції та виміряти рівень сонячної активності. Поняття сонячної активності в сучасній науці пов'язане з терміном «сонячна інсоляція».

Під інсоляцією розуміється кількість радіації, отримана протягом одного світлового дня, або, просто кажучи, ступінь «опромінення» 1 м.кв. землі за конкретний проміжок часу.

В даному контексті, не варто лякатися терміну «радіація», оскільки тут сонячне опромінення є потенційно корисним енергетичним ресурсом, а не джерелом небезпеки.

Рівень розподілу сонячної «радіації» на території України зображено на мапі рис. 3.4.

Специфіка вимірювання рівня сонячної активності.

Необхідні для прорахунку сонячної інсоляції дані відправляються зі супутників NASA. Отримані величини зводяться до деякого середнього показника, що дозволяє систематизувати інформацію.

Складність полягає в тому, що точно виміряти кількість потрапив на землю світла неможливо, адже процес радіаційного опромінення піддається впливу безлічі факторів, наприклад:

- висота ділянки над рівнем моря і, відповідно, віддаленість сонця від даної місцевості;
- час року (вносить корективи в величину відстані Сонця від Землі) погодні умови (хмарність, тумани тощо);
- кут падіння сонячних променів (різниться за часом доби), зображено на рис. 3.5.

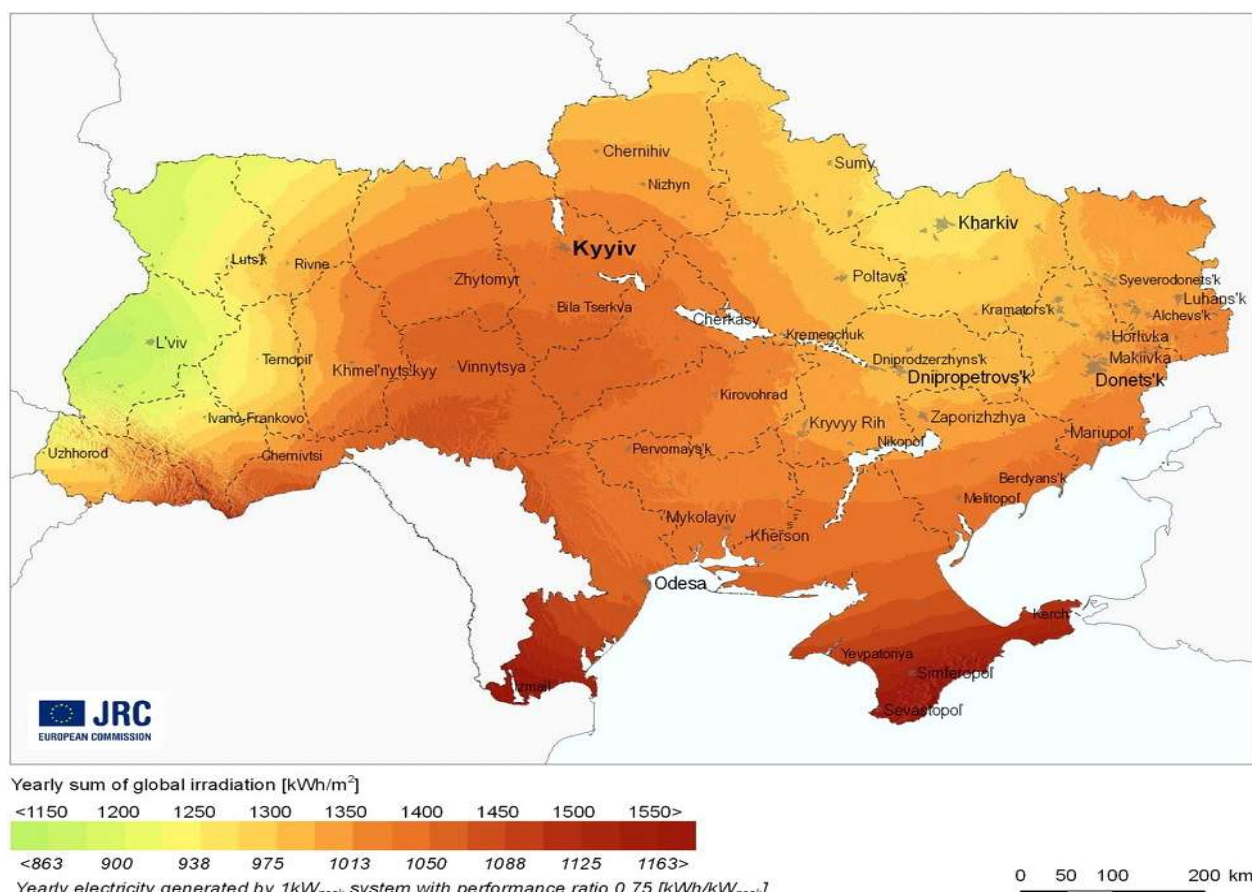


Рис. 3.4. Розподіл сонячної радіації по території України

Навіть при обліку всіх перерахованих факторів одержувану величину не можна вважати універсальною. Будь-яка поверхня, що перешкоджає прямому попаданню сонячних променів на поверхню Землі, вплине на точність отриманих даних про рівень сонячної активності. Значення мають навіть такі дрібні деталі, як наявність на території огорож.

У таблиці 3.5 вказані споживання електроенергії по місяцях. В середньому економіко-правовий корпус споживає 8 тис. кВт\*год. На місяць, або 265 кВт\*год. В день. Це означає, що для забезпечення корпусу за добу має бути вироблено 265 кВт\*год. Електроенергії.

З огляду на те, що сонячна радіація змінюється залежно від пори року і погоди в цілому для цього використовується таблиця інсоляції.

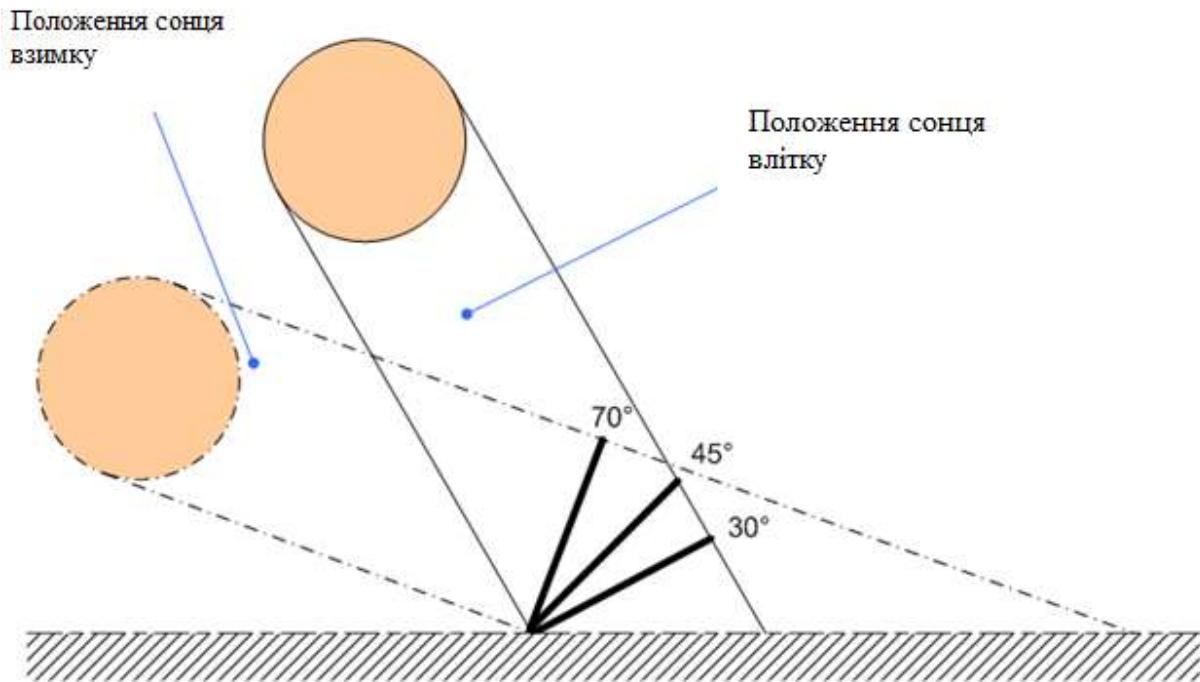


Рис. 3.5. Залежність від кута падіння промінів на сонячну панель (зима–літо)

Таблиця 3.5

Споживання та сума спожитої електроенергії  
об'єктом дослідження

	Активна електроенергія		Реактивна електроенергія	
	кВт*год	сума	кВАр*год	сума
Січень	7180	18422,90	1036	69,08
Лютий	8557	22943,88	764	73,34
Березень	6927	18569,15	776	71,03
Квітень	7003	19622,406	760	89,90
Травень	5787	16215,17	823	95,74
Червень	5563	15587,58	838	78,16
Липень	7025	19776,58	976	84,49
Серпень	8463	23824,28	1288	95,57
Вересень	8618	24261,39	1340	100,9
Жовтень	5201	14727,67	821	78,32
Листопад	0	0	0	0
Грудень	0	0	0	0
Всього	70324	193951,02	9422	836,03

У Додатку А ми бачимо скільки приходить енергії на 1 м<sup>2</sup> в день від сонячного випромінювання для кожного регіону України. Для літніх місяців цей параметр значно вище, ніж для зимових.

Отже, для Донецької області приблизно середня добова інсоляція становить – 3,34 кВт\*год / м<sup>2</sup>.

Для перетворення сонячної енергії в електричну нам знадобитися фотоелектричний модуль.

Сонячна батарея чи інакше фотоелектрична панель – це свого роду перетворювач, що перетворює електромагнітне сонячне випромінювання певної довжини хвиль в електричну енергію.

Коефіцієнт корисної дії (ККД) сонячних батарей сьогодні знаходиться в межах 15 – 30 %, а в деяких найсучасніших моделях – він може бути і більше.

У даній роботі ми будемо використовувати, для прикладу, один з самих ефективних модулів. Полікристалічна кремнієва панель від фірми Jinko, Jinko solar 400w half-cell.

Потужність однієї панелі становить 400 Вт (за умови прямого попадання сонячних променів з інсоляцією 1000 Вт/м<sup>2</sup>, температура навколишнього середовища 25 С<sup>o</sup>) ККД – 19,88 %. Габарити панелі 2008x1002x40, тобто площа знімання радіації приблизно 2 м<sup>2</sup> або 400 Вт / (1000Вт / м<sup>2</sup> \* 0,1988) ≈ 2 м<sup>2</sup>, з одного м<sup>2</sup> отримаємо 200 Вт.

Отже для вироблення 265 кВт \* год в день, кількість панелей можна обчислити за такою формулою (3.1):

$$N = \frac{P_{пт}}{Q_c \cdot P_m \cdot F} \text{ де,} \quad (3.1)$$

де:

- *N* – кількість панелей;

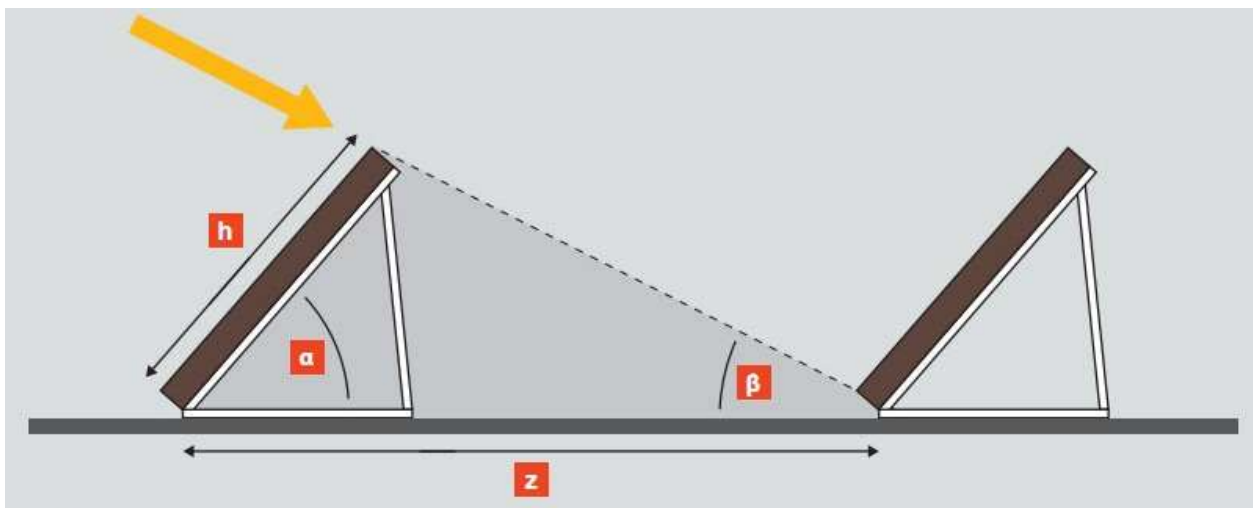
- $P_{ит}$  – усереднена потужність споживання електроенергії на добу;
- $Q_c$  – середньодобова енергія сонячної інсоляція на  $1 \text{ м}^2$ ;
- $P_m$  – потужність сонячної панелі на  $1 \text{ м}^2$ , ( $200 \text{ Вт/м}^2$ );
- $F$  – площа поглинання сонячного випромінювання однієї панеллю.

$265 \text{ кВт} \cdot \text{год} / (3,34 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2 \cdot 0,2 \text{ кВт} \cdot 2 \text{ м}^2) = 198,3$ , тобто приблизно 200 шт.

Сумарна потужність панелей  $200 \cdot 0,4 = 80 \text{ кВт}$ .

Наступне завдання, розмістити дані панелі на даху. Для монтажу знадобитися спеціальні монтажні столи на які і кріпитися панелі під певним кутом і азимутом.

Площа займана одним столом буде залежати від розміру столу (кількості панелей на ньому – довжина, ширина) і кута установки. Для нашого регіону оптимальний кут  $30\text{--}35^\circ$ . За нескладним параметрам можна визначити відстань на якому повинні ставитися панелі і відповідно визначити площу (рис. 3.6) за формулою (3.2).



- $h$  – висота столу (або панелі);
- $\alpha$  – кут монтажу приблизно дорівнює  $35$ ;
- $\beta$  – кут нахилу сонця щодо землі  $-22^\circ$  (зима коли тінь найдовша);
- $Z$  – шукане відстань.

Рис. 3.6. Розрахункові відстань і кут монтажу панелей

$$Z = h \cdot \cos\alpha + h \cdot \sin\alpha / \tan\beta \quad (3.2)$$

Для даху візьмемо стіл розміром з панель, розкладка альбомна - ширина столу 2 м, висота 1.

$$Z = 1 \cdot \cos(35) + 1 \cdot \sin(35) / \tan(22) = 2,24 \text{ м округлимо до } 2,5 \text{ м.}$$

Площа без урахування технічних проходів на одну панель складе  $2,5 \cdot 2 = 5 \text{ м}^2$ .

Для 200 шт. панелей приблизно знадобитися  $5 \cdot 200 = 1000 \text{ м}^2$ .

Якщо повністю використовувати дах економіко-правового корпусу даної площі має вистачити. Площа корпусу вказана на рис. 3.7.

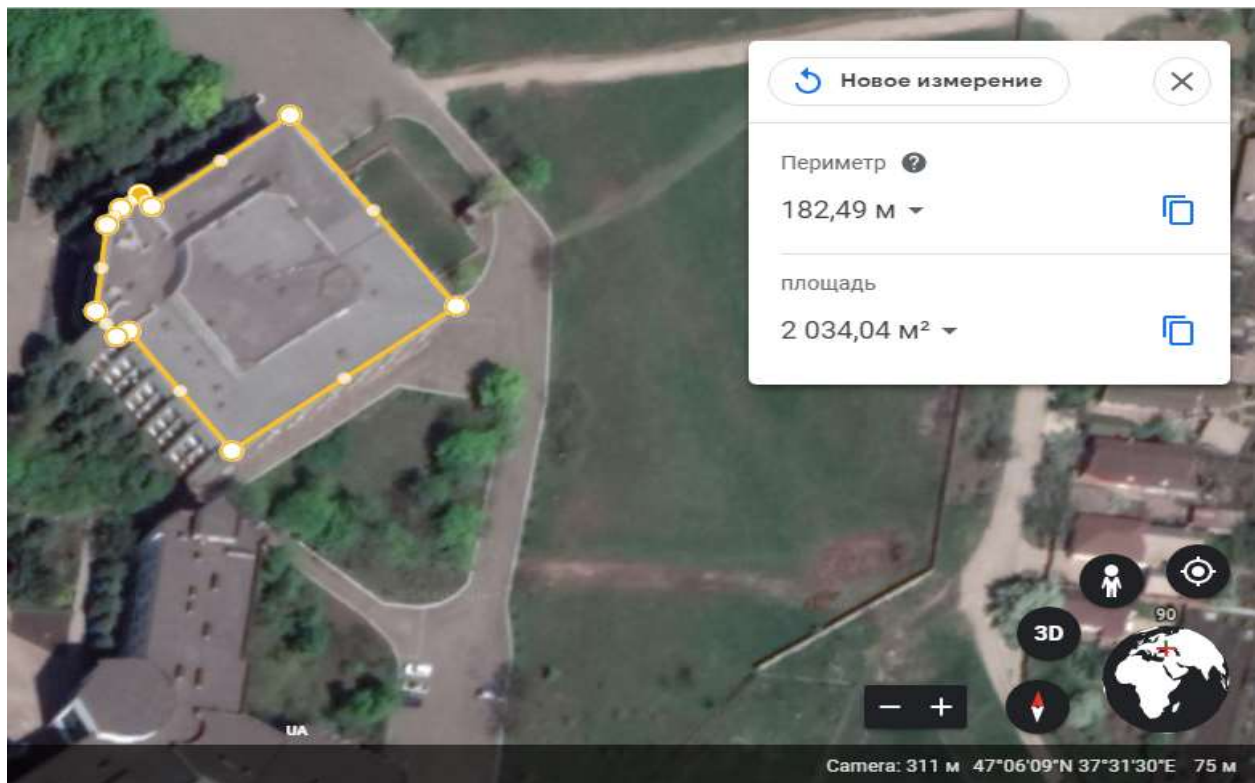


Рис. 3.7. Площа даху об'єкту дослідження для монтажу панелей

Для того, щоб дізнатися скільки станція буде виробляти електроенергії, для спрощення розрахунку скористаємося безкоштовною програмою Pvgis (див. рис. 3.8).

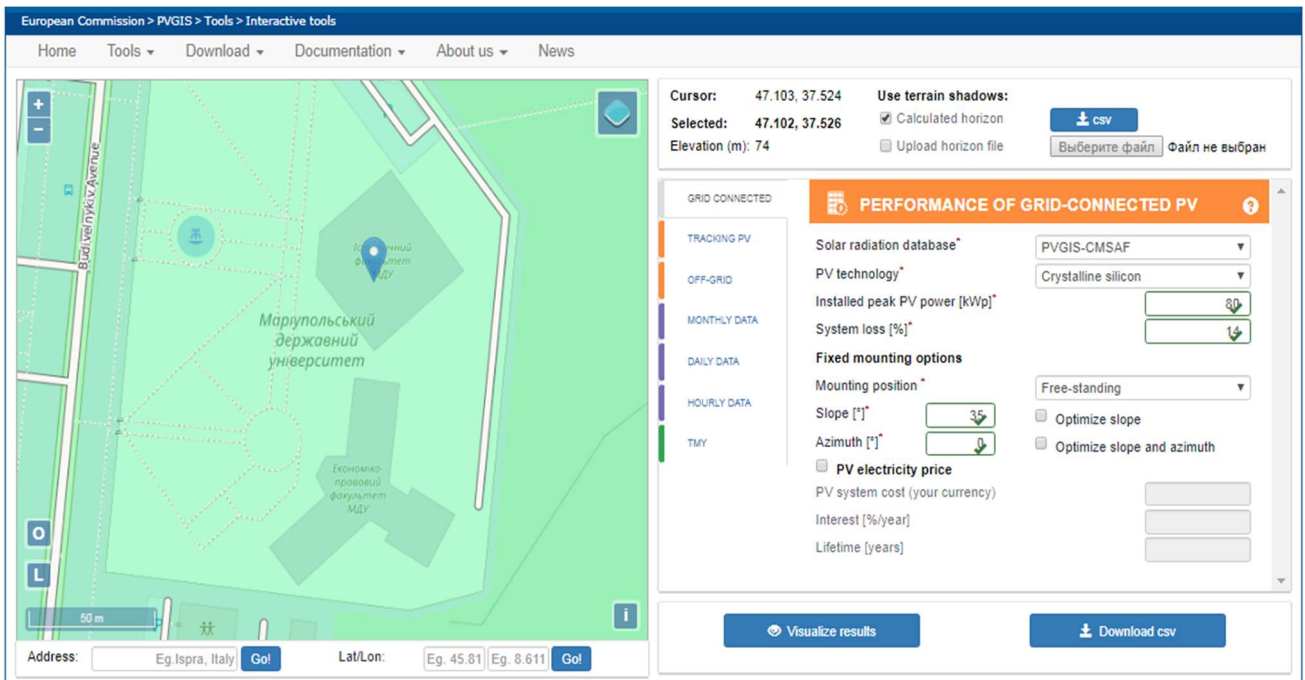


Рис. 3.8. Pvgis – Програма для приблизного розрахунку сонячної електростанції

За допомогою даної програми підраховано, що вироблення складе 109000 кВт\*г за рік (див. рис. 3.9).

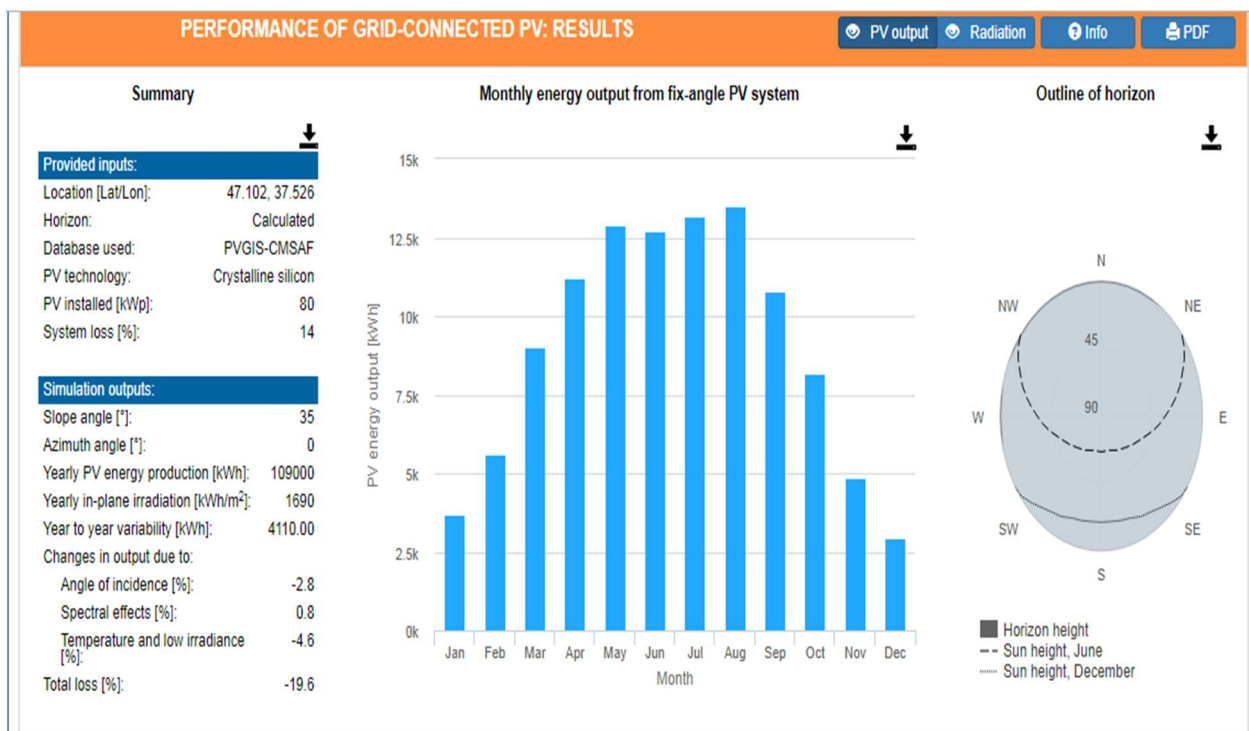


Рис.3.9. Розрахунок потужності сонячної електростанції



На рис.3.10 видно, обсяг електроенергії вироблений сонячними електростанціями помісячно.

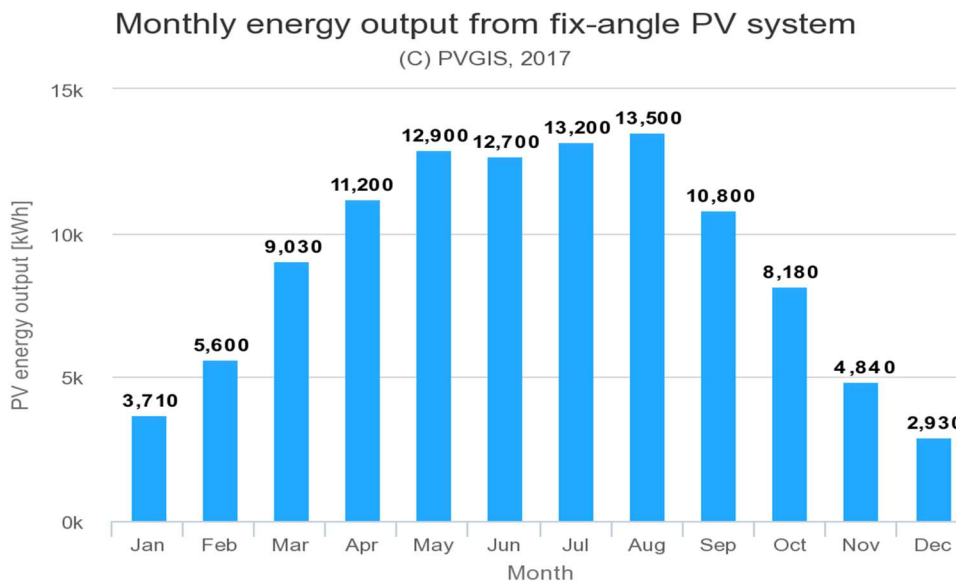


Рис.3. 10. Помісячне вироблення електроенергії від сонячної електростанції

Розрахуємо такі варіанти роботи сонячної електростанції для забезпечення електроенергією об'єкта дослідження – будівлі корпусу ЕПФ МДУ:

1. Можна використовувати різні комбінації для підбору інвертора. З такою потужністю нам знадобитися 3 інвертори по 30 кВт – Huawei 33ktl-a., або один інвертор 50 кВт (Huawei 50ktl-a) і один потужністю 30 кВт (Huawei 33ktl-a). Це мережеві інвертори. Система може працювати таким чином:

Університет складає договір на продаж електроенергії під «зелений» тариф, але так як, МГУ некомерційна організація гроші безпосередньо отримати не можна. Як варіант, можливо використовувати міську мережу, як свого роду, довготривалий балансовий акумулятор.

Надлишок електроенергії, яку виробляє сонячна електростанція влітку, можливо відшкодувати недоліком

вироблення взимку, тобто буде балансний рахунок в кВт\*год, який «збиратися» влітку, а взимку «списується» за тією ж ціною. Це вигідно як державі (так як нижче ніж зелений тариф), так і МГУ.

В середньому вартість такого виду сонячної електростанції від 0,8 \$ до 1 \$ за 1 Вт електроенергії. Терміни окупності під зелений тариф, до 4 – 5 років.

Це можна легко перевірити: станція виробить за рік 109 000 кВт\*год, її потужність 80 кВт, отже станція на 1 кВт потужності буде виробляти  $109\,000/80 = 1\,362$  кВт\*год, тобто вироблення з 1Вт в середньому 1,2 – 1,4 кВт \* год на рік, ціна за кВт \* год 3,20 грн – 0,13 \$ (якщо «зелений» тариф приблизно 0,16 \$), отже  $0,8 \$ / (1,3 * 0,13 \$) = 4,7$  років. Це за умови, що тариф на електроенергію не буде рости, а якщо буде то проект окупитися ще швидше.

2. Для повністю автономної сонячної електростанції, до попередніх умов потрібно додати акумуляторні батареї і більше сонячних панелей.

Більше панелей потрібні для зимових місяців (енергії споживаємо як і споживали, а сонячних днів менше). У скільки разів більше можна порахувати, порівнявши інсоляцію грудня 0,96 кВт\*г/м<sup>2</sup> і середньорічну 3,34 кВт\*г/м<sup>2</sup>.

Виходить в 3,5 рази більше панелей. Потужність СЕС тепер вже не 80 кВт, а 280 кВт. Влітку плюс до того отримуємо надлишок електроенергії.

З панелями визначилися, станція вже стала дорожче в 3,5 рази і площа для розміщення також зросла. Було 200 шт. панелей стало 700 шт. плюс інвертори. Ємність, точніше кількість АКБ залежить від обсягу енергії яке вони можуть накопичити. У зимовий час середньодобова кількість годин приблизно 3 – 4 години.

Допустимо, що в сонячні години ми нічого не споживаємо, отже за цей час, надлишок енергії повинен зарядити АКБ приблизно на 250 кВт\*год, (точно порахувати складно, так як потрібно бачити добову динаміку споживання електроенергії, можливо майже все вироблення з модулів піде у «витрати», що є ідеальним варіантом), а в нічний час повернути цю енергію. Візьмемо АКБ 12 В і 100 Аг його повна місткість дорівнює  $12 \times 100 = 1,2$  кВт\*г. Потрібно врахувати АКБ не можна розряджати нижче 70-60 % інакше його термін служби буде менше року, також вони обмежені по струму заряду і розряду.

За дуже скромними підрахунками нам буде потрібно  $250 / (1,2 \times 0,4) = 520$  шт. АКБ. Ціна акумулятора на 100А \* Ч (12В) приблизно 200-300 \$, ціна панелі 0,4 кВт 150-200 \$. На 520 таких АКБ можна було закупити 780 шт. сонячних панелей.

Повністю автономна станція значно дорожче, ніж проста мережева. З цього економічно вигідніше використовувати 1 варіант.

3. Розрахунок окупності сонячних батарей, за звичайним тарифом. Для розрахунку окупності визначимо, які нам потрібні деталі та їх ціну. Отже, приблизно розрахуємо:

- панелі – \$ 150 за 1 штуку;
- інвертор 50 кВт – \$ 4000;
- інвертор 30 кВт – \$ 3500;
- кріплення – \$ 100 на одну панель;
- кабель та колектори – \$ 1200;
- технічні документи та інші проекти – \$ 3000;
- прилади обліку та захисту – \$ 1500;
- +15 % за роботу і монтаж.

Інверторів нам потрібно 3 по 30 кВт або один 50 кВт і один 30 кВт.

$(150 \cdot 200) + 7500 + 20000 + 1200 + 4500 + 8805 = \$ 72005.$

$70324 + 9422 = 79746$  кВт\*год - загалом спожита електроенергія.

$(79746 \cdot 0,15) / 1,2 = \$ 9968$  - електрика за рік.

$72005 / 9968 = 7,2$  років окупності сонячних панелей.

- 70324 кВт\*год - електроенергія за весь рік спожита факультетом;
- 9422 кВт\*год - спожита реактивна електроенергія;
- 0,15 - тариф за електроенергію;

Таблиця 3.6

## Порівняльний підсумок окупності

	<i>1 варіант</i>	<i>2 варіант</i>	<i>3 варіант</i>
<i>Років окупність</i>	4,7	Близько 15	7,2

Варіант перший окупиться за менш короткий термін та складе 4,7 років.

Далі надамо певні узагальнення. У сучасних умовах розвитку енергетична безпека для України набула першочергового значення. Розвитку відновлювальних джерел енергії в Україні мають сприяти іноземні та вітчизняні інвестиції, розвиток «зеленого тарифу».

На різних рівнях розробляються прогнози щодо тенденцій розвитку відновлювальних джерел енергії. В Україні, було розроблено прогноз «Викид парникових газів в Україні: шляхи до 2050 року», в якому представлено пакет прогнозів викидів парникових газів для України. Розроблено три сценарії прогнозів викидів парникових газів:

- базовий випадок;
- плановий випадок;
- низьковуглецевий випадок.

Базовий випадок модель розробляє на основі прогнозів обсягу виробництва та методів, що забезпечують зменшення обсягів викидів, за умови, що чинна політика діє і надалі.

Для розрахунку Планового випадку, враховуються обсяги зменшення викидів, які пов'язані з визначеною політикою та заходами зі скорочення викидів, тому як результат цього базовий випадок зменшується.

Стосовно прогнозів обсягів парникових газів, плановий випадок дає більш нижчий рівень забруднень, показуючи створення «чистих» політик та ефективних технології у промисловості та сільському господарстві. У 2020 році обсяг викидів знижується до 363 мільйонів тонн, а у 2050 році збільшується до 501 мільйонів тонн.

Для Низьковуглецевого випадку заходи щодо скорочення викидів повністю реалізуються. Даний сценарій відповідає повній реалізації заходів та політик щодо зменшення обсягів викидів парникових газів, тому у 2020 році обсяг викидів знижується до 334 мільйонів тонн, а у 2050 році збільшиться до 408 мільйонів тонн.

За результатами моделювання базового та альтернативного сценаріїв розвитку енергетичного сектору України було підготовлено звіт «Перехід України на відновлювальну енергетику до 2050 року».

У звіті показані результати моделювання базового та альтернативних сценаріїв розвитку енергетичного сектору України до 2050 року, те як може бути досягнутий перехід від традиційних видів палива до відновлювальних джерел енергії, та економічні наслідки цього переходу.

У 2015 році «Greenpeace» представила дослідження з моделювання глобальних сценаріїв енергетичного переходу. Ці сценарії визначають поступовий перехід від споживання

традиційного палива до повного використання відновлювальних джерел енергії до 2050 року, а також направлені на стимулювання глобального потепління близько двох градусів. Базовий сценарій показує, що слід очікувати зростання загального кінцевого споживання енергії на 65 % від дійсного.

У 2020 році частка електроенергії, виробленої з відновлюваних джерел енергії, складатиме 31 %, а в 2030 році 58 %. Визначена потужність відновлювальних джерел енергії складе 7 800 ГВт у 2030 році і 17 000 ГВт до 2050 року.

У звіті «Перехід України на відновлювальну енергетику до 2050 року» визначається три основні сценарії розвитку енергетичного сектору України.

Базовий сценарій або консервативний – визначається як гіпотетичний сценарій, тобто характеристики більшості технологій залишаються незмінними до 2050 року.

Вартість та ефективність нових технологій, відповідають сучасним нормам, але з часом вартість зменшується, а ефективність збільшується.

«Зелений» тариф діє відповідно графіку, що визначений законодавством до 2030 року, однак екологічних обмежень на будь-яке паливо відсутні.

Ліберальний або досконалий сценарій – визначає наявність досконалої конкуренції на національному енергетичному ринку та його секторах, існування стимулів з боку економіки для розвитку відновлювальних джерел енергії та реалізації заходів з енергозбереження та енергоефективності.

Революційний сценарій – визначає єдину комплексну ціль задовольнити енергетичні потреби кінцевого споживання за рахунок відновлювальних джерел енергії.

Для забезпечення екологічної складової розвитку об'єкта дослідження – навчального корпусу МДУ та отримання теоретичної відносної незалежності, пропонуємо впровадити проект заміни використання електричної енергії з традиційних джерел на альтернативні.

Проект реалізується на базі економіко-правового факультету МДУ, а саме використання сонячної енергетики. Пропонується декілька певних варіантів повної заміни використання електроенергії з традиційних джерел енергії на альтернативну сонячну енергетику, за допомогою встановлення сонячних панелей. Розрахунки показали, що з 3 варіантів перший є найбільш швидкоокупним – 4,7 роки.

## ПІСЛЯМОВА

Розвиток людства та науки, призвів до того, що одночасно покращується рівень життя населення та посилюється навантаження на навколишнє середовище.

У наш час економіка більшості країн світу сконцентрована на використанні вуглеводневих джерел енергії. Основною проблемою цих ресурсів є те, що вони є вичерпаними, їх видобуток з кожним роком стає дедалі складнішим та дороговартісним, а спосіб їх видобутку стає ще більш руйнівним для навколишнього середовища.

У сучасний час стрімко зростає інтерес до відновлювальних джерел енергії. Щорічно темпи росту будівництва сонячних панелей та вітряків, зростають на 20–30 % від попереднього року. Відновлювальна енергетика в Україні є відносно молодого галуззю, яка активніше почала розвиватися з введення «зеленого» тарифу у 2009 році.

Так, як запаси традиційних джерел енергії обмежені, то зелена енергетика дозволить людству розвиватися, задовольняти свої потреби у майбутньому без шкоди наступним поколінням, тобто сприяти сталому розвитку людства.

Дослідження видів альтернативних джерел енергії, показало, що кожен з видів ВДЕ має свої недоліки та переваги використання, та характерні ознаки. Результати цього дослідження представлено у вигляді SWOT таблиці, що показало можливості та загрози впровадження ВДЕ. Значну



увагу приділено біоенергетичним ресурсам, на які багата Україна.

Досліджено тенденції розвитку відновлювальних джерел енергії в Україні та країнах світу. Розглянуто фактори, які вплинули на становлення розвитку альтернативної енергетики.

У період 2015 р. та 2016 р. світові інвестиції у відновлювальну енергетику стали рекордними, та підвищили частку відновлювальної енергетики, з впроваджених нових потужностей на ВДЕ припадає більш ніж 50 %, а у країнах ЄС майже 87 %.

Найпопулярнішими в Україні є використання вітрових та сонячних електростанцій, так як клімат України дуже сприяє цим видам відновлювальної енергетики. Фактором, який стимулює розвиток відновлювальної енергетики – це система «зелених тарифів».

Розвиток «зеленої» енергетики також сприяв росту робочих місць в цій галузі. Розвиток видів ВДЕ в кожній країні залежить від тих ресурсів, якими вона забезпечена.

Енергетична стратегія України до 2030 року, прогнозує динамічне зростання обсягів використання енергії біомаси до 10 %. Поряд з цим, наша країна має великий потенціал біомаси, доступної для енергетичного використання, має передумови для розширення використання рослинних решток на біопаливо.

В ході дослідження було досліджено нормативно-правову базу щодо забезпечення розвитку відновлюваної енергетики в Україні, окремо можна виділити Закон України «Про альтернативні джерела енергії»; Закон України «Про альтернативні види палива»; Розпорядження «Про

Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року»; Закон України «Про енергозбереження».

Всю законодавчу базу України стосовно альтернативної енергетики регулюють агентства та міністерства такі, як: Міністерство енергетики та захисту довкілля, яке створене шляхом реорганізації Міністерства охорони навколишнього природного середовища України, а у 2019 році до нього приєднали Міністерство енергетики та вугільної промисловості України; Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг.

Проаналізовані потенціальні можливості щодо розвитку альтернативних джерел енергії: загальний потенціал вітроенергетики України становить 16 – 24 ГВт.

Найбільш перспективними регіонами вважають південний та південно-західний. У цих регіонах середня річна швидкість вітру на висоті 80 метрів більше ніж 7,5 м/сек; технічний потенціал енергії води складає 21,5 ТВт\*год на рік.

Річний технічний потенціал малих ГЕС оцінюється близько 20,1 ТВт\*год. Потенціал будівництва малих ГЕС вирішує такі проблеми, як забезпечення енергопостачання у віддалених районах, підвищуючи енергетичну безпеку країни; потенціал енергії сонця достатньо великий.

Середньорічна кількість енергії сонячного випромінювання в Україні у північних регіонах близько 1070 кВт\*год/м<sup>2</sup>, а у південних близько 1400 кВт\*год/м<sup>2</sup>.

Сонячна енергетика має приблизний потенціал в Україні на рівні 4 ГВт; на території України є значна кількість геотермальних джерел з високим температурним потенціалом близько 120°C – 180°C.

За підрахунками незалежних експертів потенціал економічно значних енергетичних ресурсів термальних вод на території України складає 8,4 Мт.н.е./рік.

За період 2009 – 2017 років був проведений кореляційний аналіз, який показав, що зниження викидів ПГ на 56 % залежить від збільшення виробництва електроенергії в Україні з ВДЕ.

Пошук людством відновлюваних джерел енергії для життєдіяльності не почався тільки останнім часом, а має давню історію. Сполучені Штати першими почали запровадити розвиток «зеленої» енергетики та ввели «зелений» тариф у 1978 році, що призвело країну до 4 % в споживанні відновлюваних джерел енергії у 1991 році.

Наступною країною, яка стала стимулювати розвиток відновлюваних джерел енергії – Німеччина. У 1970-х країна почала інвестувати у розвиток нових енергетичних технологій. У 1980-х створила законодавчу базу для стимулювання розвитку відновлюваних джерел енергії.

У 1990 році створила програму «Тисяча сонячних дахів», яка покликана стимулювати населення країни реалізовувати проекти приватних сонячних електростанцій на приватних будинках. Згодом, у 1999 році, країна збільшила цю програму до «Сто тисяч сонячних дахів».

Згідно підрахунків REN21, у 2017 році близько 74 % світових інвестицій припадає на країни-лідери з виробництва електроенергії відновлюваними джерелами енергії – це Китай, Європа та США.

У 2018 році глобальні інвестиції у відновлювальну енергетику склали 332,1 млрд. доларів США. Інвестиції Китаю у відновлювану енергетику та паливо досягли аж 126,6 млрд.

доларів США у 2017 році, збільшилися на 31 % порівняно з 2016 роком.

Інвестиції у Європу складають близько 40,9 млрд. доларів США в 2017 році, порівняно із 2016 роком, це на 36 % менше. Сполучені Штати залишаються найбільшим інвестором серед розвинутих країн. 2017 року кількість інвестицій склала 40,5 млрд. доларів США, тобто на 6 % менше, ніж у 2016 році.

В сучасних умовах розвитку енергетична безпека для України набула першочергового значення. Розвитку відновлюваних джерел енергії в Україні сприяють іноземні та вітчизняні інвестиції, розвиток «зеленого тарифу».

Розроблено державні та міжнародні прогнози щодо тенденцій розвитку відновлюваних джерел енергії.

Галузь відновлюваних джерел енергії є потенційним джерелом величезної кількості робочих місць. Світова вугільна промисловість налічує близько 10 мільйонів працівників.

Сонячна енергетика може досягти 10 мільйонів працівників вже за 15 років, а вітроенергетика може збільшити з сьогоднішніх 700 тисяч працівників до 7,8 мільйонів працівників вже до 2030 року, але якщо зміни почнуться вже сьогодні.

Наявні прогнозні сценарії досить оптимістичні і є сподівання на їх реалізацію та втілення в недалекому майбутньому. Цьому будуть сприяти новітні розробки вчених з удосконалення технологій відновлювальних джерел енергії.

Для забезпечення екологічної складової розвитку МДУ та отримання теоретичної відносної незалежності, запропоновано впровадження проекту заміни використання електричної енергії з традиційних джерел на альтернативні.

Проект реалізується на базі економіко-правового факультету МДУ, а саме використання сонячної енергетики.

Пропонується декілька певних варіантів повної заміни використання «традиційної» електроенергії на альтернативну – сонячну енергетику, за допомогою встановлення сонячних панелей.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вольчин І.А. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. – Кн. 1: Від вогню та води до електрики. – Київ Режим доступу: <http://energetika.in.ua/ua/books/121-entsiklopediya/vid-vognyu-ta-vodi-do-elektriki/vstup/2-intro>.

2. P statistical review of world energy june 2016 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://large.stanford.edu/courses/2017/ph241/burke1/docs/bp\\_2016.pdf](http://large.stanford.edu/courses/2017/ph241/burke1/docs/bp_2016.pdf).

3. Іванова В.В., Грицик В.В. Перспективи розвитку альтернативної енергетики країни // Сучасний рух науки: тези доп. VII міжнародної науково-практичної інтернет-конференції – Дніпро, 2019.– С. 637 – 642.

4. Іванова В.В., Грицик В.В. Значення та можливості зеленої енергетики у вирішенні екологічних проблем людства / Особливості інтеграції країн в світовий економічний та політико-правовий простір: Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції, 22 листопада 2019 р.– Укл.: Марена Т.В., Беззубченко О.А., Мітюшкіна Х.С., Захарова О.В., Ніколенко Т.І., Балабанова Н.В., Омельченко Г.П. За заг. Редакцією д.е.н., проф. Булатової О.В., д.е.н., проф. Чентукова Ю.І. – Маріуполь: МДУ, 2019. – С. 136 – 137.

5. Формування безпечного та стійкого енергетичного майбутнього для всіх [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.iea.org>.

6. Альтернативные источники энергии – 20 наиболее интересных и перспективных [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uaenergy.com.ua/post/32464/alternativnye-istochniki-energii-20-naibolee-interesnyh-i-perspektivnyh>.

7. Развитие «зеленой» энергетики: результаты та перспективи [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/1957690-rozvitok-zelenoi-energetiki-rezultati-ta-perspektivi.html>.

8. Ашимова Т.С., Біатова А.А. Порівняльний аналіз використання альтернативних джерел / Екологія, природокористування та охорона навколишнього середовища: прикладні аспекти: матер. Всеукр. Наук.-практ. Заоч. Конф. Студ., аспір. Та молод. Учених, м. Маріуполь, 25 травня 2019 р. / за заг. Ред. Г.О. Черніченка. – Маріуполь: МДУ, 2019. – С. 4-7.

9. Коваль І. Галузі майбутнього: розвиток «зеленої» енергетики [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mind.ua/publications/20189674-galuzi-majbutnogo-rozvitok-zelenoyi-energetiki>.

10. Буквич Р.М. Рыночные механизмы сокращения выбросов парниковых газов, активности и перспективы / Р.М.Буквич // Вестник НГИЭИ. – 2015, №. 9 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/n/rynochnye-mehanizmy-sokrascheniya-vybrosov-parnikovyyh-gazov-aktivnosti-i-perspektivy-rossii/viewer>.

11. Замула И.В., Кирейцева А.В. Квоты на выбросы парниковых газов как объект бухгалтерского учета на предприятиях Украины // Международный бухгалтерский учет. – 2014. – №. 46 (340) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eztuir.ztu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/2804/1/13.pdf>.

12. Про ратифікацію Паризької угоди: Закон від 14.07.2016 р. 1469-VIII [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1469-19>.

13. Альтернативные источники энергии: обзор технологий [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: [https://aqua-rmnt.com/otoplenie/alt\\_otoplenie/alternativnye-istochniki-energii.html](https://aqua-rmnt.com/otoplenie/alt_otoplenie/alternativnye-istochniki-energii.html)

14. Девяткіна С.С. Альтернативні джерела енергії [навч. Посіб.]. – К. : НАУ, 2006. – 92 с.

15. Аль-Ани О.А. Солнечная энергия и ее использование // Молодой ученый. – 2015. – №7. – С. 80–82 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/87/16842/>.

16. Прорив у майбутнє – основні напрямки використання енергії Сонця на Землі // Екотехнології строительства «Енерго.Хаус» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://energo.house/sol/ispolzovanie-energii-solntsa-na-zemle.html>

17. Альтернативні джерела енергії // Портал про альтернативну енергетику [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://alter220.ru/news/alternativnye-istochniki-energii.html>.

18. Мельника Л.Г. Економіка енергетики: підручник / за ред. Д.е.н., проф. Л.Г. Мельника, д.е.н., проф. І.М. Сотник. – Суми: Університетська книга, 2015. – 378 с.

19. Плачкова С.Г. Енергетика. История, настоящее и будущее. Книга 5. Электроэнергетика и охрана окружающей среды. Функционирование энергетики в современном мире / С.Г. Плачкова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://energetika.in.ua/ru/books/book-5/part-1/section-2/2-8>.

20. Грицик В.В., Овчеренко О.С. Перспекти розвитку альтернативної енергетики України // Матеріали Міжнародного конкурсу студентських наукових робіт за окремими спеціальностями (м. Кременчук, 2019). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://krnukonkurs.kdu.edu.ua/members.php>.

21. Про альтернативні види палива: Закон України від 24.11.2016 р. 1713 – VIII / ВР України // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 2000. – № 12, ст. 94.

22. Основи екології: підручник / Я.Б. Олійник, П.Г. Шищенко, О.П. Гавриленко. – К.: Знання, 2012. – 558 с.

23. Данчук І. Biomass energy [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://bioenergy.in.ua/media/filer\\_public](http://bioenergy.in.ua/media/filer_public)



/2a/3d/2a3da499-5057-4a5f-8e5b-565a5 2daf 34c/ dokument uvannya\_naikrashchikh\_praktik\_zast\_bioenerget\_tekhnologii.pdf .

24. Кузьмінський Є.В., Голуб Н.Б., Щурська К.О. Стан, проблеми та перспективи біоенергетики в Україні // Відновлювана енергетика. – 2009. – № 4. – С. 70.

25. Паранчич С.Ю. Відновлювальні джерела енергії: навч. Посібник. Чернівецький національний ун-т ім. Юрія Федьковича. – Чернівці : Рута, 2002. – 68 с.

26. Розвиток відновлюваних джерел енергії в Україні 2017 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://abc.in.ua/wp-content/uploads/2017/03/Rozvitok-VDE-v-Ukrai-ni.pdf>.

27. Енергореформа. Україна способна 74 % электроэнергии производить из возобновляемых источников [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://reform.energy/news/ukraina-sposobna-74-elektroenergii-roizvodit-izvoz-obnovlyaemykh-istochnikov-evrostat-3251>.

28. Енергоефективність та відновлювані джерела енергії / Бевз С.М. [та ін.]; під заг. Ред. А.К. Шидловського; НАН України, П-во «Укренергозбереження». – К.: Українські енциклопедичні знання, 2007. – 560 с.

29. Олейник Е., Жовмир Н., Дрозд К., Еловицова Т. Энергетические плантации [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pelleta.com.ua/energeticheskie-plantacii-o481.html>.

30. Про альтернативні джерела енергії: Закон України від 09.08.2019 р. 2755 -VIII / ВР України // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 2003. – № 24, ст.155.

31. Про внесення змін до деяких законів України щодо сприяння виробництву та використанню біологічних видів палива: Закон України від 28.06.2015 222-VIII / ВР України // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 2009. – № 40, ст. 577.

32. Про затвердження планів заходів з імплементації Директиви 2001/77/ЕС і Директиви 2003/30/ЕС: Розпорядження КМУ від 19.06.2013 р. № 492-р / КМУ

[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.Rada.gov.ua/laws/show/492-2013-%D1%80>.

33.Офіційний сайт Міністерства енергетики та захисту довкілля України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [tre.kmu.gov.ua](http://tre.kmu.gov.ua).

34.Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://sae.gov.ua/sites/default/files/UKR%20RENA%20REMAP%20\\_%202015.pdf](https://sae.gov.ua/sites/default/files/UKR%20RENA%20REMAP%20_%202015.pdf).

35.Про енергозбереження: Закон України від 23.07.2017 2095- III / ВР України // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 1994. – № 30, ст.283.

36.Стан і перспективи розвитку технологій «інтелектуальних» електромереж, управління попитом та систем режимного управління в умовах розвитку поновлюваних джерел енергії у зарубіжній енергетичній сфері. К. – 2018. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/04/1.-Stan-rozvytku-smart-grid.pdf>.

37.Як ефективно модернізувати енергосистему України. / О.Ф. Оніпко, Б.П. Коробко, В.В. Куніцин. // Новини енергетики. – 2016. – №7. – С. 31 – 35.

38.«Укренерго» підводить ітоги. / В. Михайлов // Енергобизнес. – 2018. – №7. – С. 18 – 19.

39.Дорожня карта розвитку відновлюваної енергетики України на період до 2020 року (проект) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://sae.gov.ua/uk/pressroom/1133>.

40.Зарубіжна практика стимулювання розвитку поновлюваних джерел енергії та їх приєднання до електромереж енергосистем. – Київ, 2012 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/5.-Praktyka\\_stymul\\_rozvyt\\_PDE.pdf](https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/5.-Praktyka_stymul_rozvyt_PDE.pdf).

41.Рижкова Г.В. Політика енергозбереження: напрями та джерела фінансування // Наука й економіка. – 2011. – № 2 (22). – С. 37-43.

42.Європейський досвід інституційних відносин органів виконавчої влади, відповідальних за формування та реалізацію державної політики в сфері енергоефективності / енергозбереження та/або розвитку відновлювальних джерел енергії // Інформаційна довідка, підготовлена Європейським інформаційно-дослідницьким центром на запит народного депутата України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http:// euinfocenter.rada.gov. ua/uploads/documents/28964.pdf](http://euinfocenter.rada.gov.ua/uploads/documents/28964.pdf).

43.Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://sae.gov. ua/sites/ default/ files/ documents/ brochure\\_ukr\\_NET %2B31.pdf](https://sae.gov.ua/sites/default/files/documents/brochure_ukr_NET%2B31.pdf)

44.Перспективи розвитку відновлюваної енергетики в Україні, IRENA, Абу-Дабі. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://sae.gov.ua /sites/default/files/UKR % 20IRENA %20REMAP %20\\_ %202015.pdf](https://sae.gov.ua/sites/default/files/UKR%20IRENA%20REMAP%20_%202015.pdf).

45.Офіційний сайт Міністерства фінансів України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://index.minfin.com.ua/ua/tariff/electric>.

46.«Зелений» тариф для домогосподарств [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://fliphtml5.com/swbx/xbik>.

47.Борис Коробко. Енергетика та сталий розвиток. Інформаційний посібник для українських ЗМІ. – Київ. – 2007 рік.

48.«Підготовка та впровадження проектів заміщення природного газу біомасою при виробництві теплової енергії в Україні». Практичний посібник / За ред. Г.Гелетуха. – К.: «Поліграф плюс», 2015. – 72 с.

49.Можливості Зеленої Економіки в Україні: Перспективи екологізації енергетичного сектору: Огляд політики: ЮНЕП, України, 2016 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://green-economy.org.ua>.

50.Екологізація секторів економіки: енергетика [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://>

[www.ecoleague.net/pro-vel/tematychni-napriamy-diia-lnosti-ekolohizatsiia-sektoriv-ekonomiky-enerhetyka](http://www.ecoleague.net/pro-vel/tematychni-napriamy-diia-lnosti-ekolohizatsiia-sektoriv-ekonomiky-enerhetyka).

51. Зупиніться! В Україні слід негайно припинити будівництво сонячних електростанцій по чинному зеленому тарифу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://texty.org.ua/pg/article/editorial/read/79056/Zupynitsa\\_V\\_Ukrajinі\\_slid\\_negajno\\_prypynyty\\_budivnytvo](http://texty.org.ua/pg/article/editorial/read/79056/Zupynitsa_V_Ukrajinі_slid_negajno_prypynyty_budivnytvo).

52. Офіційний сайт Bioenergy [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [bioenergy.in.ua](http://bioenergy.in.ua).

53. REN21 renewables now [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/1900916\\_GSR\\_2019\\_Perspectives\\_Russian.pdf](https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/1900916_GSR_2019_Perspectives_Russian.pdf).

54. Тарасова В.В. Екологічна статистика (з блочно-модульною формою контролю знань). Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 392 с.

55. Історія альтернативної енергетики в даних [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://smarteco.biz.ua/news/eco-energy-history>.

56. Федосенко Н. Проект Google «Сонячний дах» охопив 43 млн. дахів у більшості штатів США [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecotown.com.ua/news/Projekt-Google--Sonyachnyy-dakh-okhopyv-43-mln-dakhiv-u-bilshosti-shtativ-SSHA>.

57. Відновлювана енергетика [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://sae.gov.ua/uk/activity/vidnovlyuvana-enerhetyka>.

58. Українцям заборонили будувати малі сонячні електростанції на землі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://zaxid.net/ukrayintsyam-zaboronili-buduvati-mali-sonyachni-elektrostantsiyi-na-zemli\\_n1480322](https://zaxid.net/ukrayintsyam-zaboronili-buduvati-mali-sonyachni-elektrostantsiyi-na-zemli_n1480322).

59. Солнечные электростанции – надежный вариант инвестирования в Мариуполе [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.0629.com.ua/news/2217137/solnecnye-elektrostantsii-nadezhnyj-variant-investirovaniya-v-mariupole>.

60. Поновлювані джерела енергії 2018 року: Аналіз та прогнози до 2023 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.iea.org/reports/renewables-2018>.

61. «Зелена» енергетика – ключовий напрям економічного зростання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uare.com.ua/novyny/497-zelena-energetika-klyuchovij-napryam-ekonomichnogo-zrostannya.html>.

62. Райдужні перспективи сонячної енергетики [Електронний ресурс] // Екол. Життя. – 2014. – Режим доступу: <http://www.eco-live.com.ua/content/blogs/rayduzhni-perspektivi-sonyachnoi-energetiki>.

63. Райхенбах, Т. М. Використання альтернативних джерел енергії як перспективна складова державної політики в енергетичній галузі [Електронний ресурс] / Т. М. Райхенбах // Держава і ринок. – С. 179–184. – Режим доступу: <http://www.kbuara.kharkov.ua/e-book/putp/2011-2/doc/4/06.pdf>.

64. Розвиток «зеленої» енергетики: результати та перспективи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/1957690-rozvitok-zelenoi-energetiki-rezultati-ta-perspektivi.html>

65. Зінченко А., Михайленко О. «Зелена» революція в Україні: для всіх чи для обраних [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/publications/2018/02/16/634141>.

66. Башинська Ю.І. Перспективи розвитку малої відновлюваної енергетики в Західному регіоні України // Інвестиційно-інноваційні засади розвитку національної економіки в ринкових умовах: матеріали міжнар. Науково-практичної конф. – Ужгород, 2015. – С. 199-200.

67. Сонячна енергетика [Електронний ресурс] // Екол. Життя. – 2015. – Режим доступу: <http://www.eco-live.com.ua/content/blogs/sonyachna-energetika>

68. Шкурідін Є.Є. Поняття альтернативних джерел енергії [Електронний ресурс] / Є.Є. Шкурідін // Молодий вчений. –

2014. – № 4(07). – С. 42–44. – Режим доступу: [http:// cyber leninka.ru/article/n/ponyattya-alternativnih-dzherel-energiyi](http://cyberleninka.ru/article/n/ponyattya-alternativnih-dzherel-energiyi).

69. Васюкова Г.Т. Альтернативні джерела енергії [Електронний ресурс] / Г.Т. Васюкова, І.О. Грошева // Г.Т. Васюкова, І.О. Грошева Екологія. – К.: Кондор, 2009. – 524 с. – Режим доступу: [http:// pidruchniki.com/13820328/ ekologiya/ alternativni \\_dzherela \\_energiyi](http://pidruchniki.com/13820328/ekologiya/alternativni_dzherela_energiyi).

70. Експерти: «Альтернативні джерела енергії дешевшають» [Електронний ресурс] // Новини співпраці Україна-ЄС. – Режим доступу: [http://euukrainecoop. Net/2014/05/ 21/ solar \\_energy/](http://euukrainecoop.Net/2014/05/21/solar_energy/).

71. Уделл С. Солнечная энергия и другие альтернативные источники энергии / С. Уделл. – М.: Знание, 1980. – 88 с.

72. Башинська Ю.І. Сучасний стан розвитку відновлюваної енергетики у Львівській області // Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи: Матеріали II міжнар. Науково-практичної конф. – Львів, 2015. – С. 253- 254.

73. Башинська Ю.І. Світові тенденції в інвестуванні у відновлювану енергетику // Відновлювана енергетика на Львівщині – можливості для бізнесу та розвитку території: матеріали конф. – Львів, 2014. – С. 29-30.

74. Світові потоки інвестицій у відновлювані джерела енергії [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https:// avenston. Com/articles/world \\_investment \\_flows](https://avenston.Com/articles/world_investment_flows).

75. Джастін Е. Фелт. Прогнози викидів ПГ в Україні: шляхи до 2050 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.ua.undp.org/content /ukraine /uk/home /library/ environment \\_energy/2050-.html](https://www.ua.undp.org/content/ukraine/uk/home/library/environment_energy/2050-.html).

76. Челіжко В. Безперспективна стратегія для альтернативної енергетики / В. Челіжко // Уряд. Кур'єр. – 2012. – 26 лип. (№ 132)– С. 4.

77. Челіжко В. Інвестиції вкладаються в альтернативу [Біоенергетика] / В. Челіжко // Уряд. Кур'єр. – 2012. – 15 черв. (№ 106). – С. 6.

78. Шульгин В. Энергия солнца / В. Шульгин. – М, 1937. – 188 с.

79. Щекун Л. Сонячна енергетика освоєє південні степи / Л. Щекун // Уряд. Кур'єр. – 2012. – 23 лист.(№ 216). – С 11.

80. Юдасин Л.С. Энергетика: проблемы и надежды / Л.С. Юдасин. – М.: Просвещение, 1990. – 207с.

81. Патон Б.Є. Умови ефективного застосування сонячних електроенергетичних систем / Б.Є. Патон // Вісник НАН України. – 2012. – № 3. – С. 48-58.

82. Перехід України на відновлювану енергетику до 2050 року / О. Дячук, М. Чепелєв, Р. Подолець, Г. Трипольська та ін.; за заг. Ред. Ю. Огаренко та О. Алієвої. Пред-во Фонду ім. Г. Бьолля в Україні. – Київ: Вид-во ТОВ «АРТ КНИГА», 2017. – 88 с.

83. Ключову роль у глобальних потужностях ВДЕ гратиме сонячна фотоелектрична енергетика [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mind.ua/news/20203500-mea-opublikovalo-novij-prognoz-rozvitku-vidn-ovlyuvalnih-dzherel-energiyi>.

84. Місце ВДЕ у світовій генерації 2050 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kosatka.Media/uk/category/vozobnovlyaemaya-energiya-analytics/mesto-vie-v-mirovoy-generacii-2050-goda>.

85. Шухарт А. Створено сонячні панелі, які зможуть замінити вікна: як це працює [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.obozrevatel.com/ukr/green/solar-power/stvoreno-sonyachni-paneli-yaki-zmozhut-zaminiti-vikna-yak-tse-pratsyue.htm>.

86. Шухарт А. Вчені змогли зробити сонячні панелі невразливими для забруднень [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.obozrevatel.com/ukr/green/solar-power/vcheni-zmogli-zrobiti-zrobiti-sonyachni-paneli-nevrazlivimi-dlya-zabrudnen.htm>.

87. Шухарт А. Лазери і нанотехнології: в Україні навчилися різко збільшувати потужність сонячних панелей [Електронний

ресурс]. – Режим доступу: [https:// www.obozrevatel.com /ukr /green/solar-power/lazeri-i-nanotehno logii-v-ukraini-navchilisya -rizko-zbilshuvati-potuzhnist-sonyachnih-anelej.htm](https://www.obozrevatel.com/ukr/green/solar-power/lazeri-i-nanotehno-logii-v-ukraini-navchilisya-rizko-zbilshuvati-potuzhnist-sonyachnih-anelej.htm).

88. Шухарт А.В. В Германии гибкие солнечные панели научились встраивать прямо в стены домов [Электронный ресурс]. – Режим доступу: [https:// www.obozrevatel.com /green /energy-efficiency/v-germanii-gibkie-solneschnye -paneli-nauchilis-vstravat-pryamo-v-stenyi-domov.htm](https://www.obozrevatel.com/green/energy-efficiency/v-germanii-gibkie-solneschnye-paneli-nauchilis-vstravat-pryamo-v-stenyi-domov.htm).

89. Шухарт А.В. В Германии создали «невидимые» солнечные панели для авто домов [Электронный ресурс]. – Режим доступу: [https://www.obozrevatel.com/green/transport/v-germanii-sozdali -nevidimyye-solneschnyye-paneli-dlya-avto.htm](https://www.obozrevatel.com/green/transport/v-germanii-sozdali-nevidimyye-solneschnyye-paneli-dlya-avto.htm).

90. Вместо бетона: ученые создали инновационные солнечные панели [Электронный ресурс]. – Режим доступу: [https://www.obozrevatel.com /green/solar-power/v-germanii-budut-delat-solneschnyye-paneli-na-tkani.htm](https://www.obozrevatel.com/green/solar-power/v-germanii-budut-delat-solneschnyye-paneli-na-tkani.htm).

91. Солоха Д., Янковська Л., Семчук Ж., Белякова О. та ін. Управління стратегічним потенціалом комплексного національного розвитку. Монографія: за наук. Ред. Д-ра екон.наук, про. Солохи Д. Подгайська: вид-во Європейський інститут післядипломної освіти, 2020. 306 с.

92. Іванова В.В., Грицик В.В., Овчеренко О.С. Енергетична безпека України: особливості сьогодення // The 8th International conference – Science and society (November 9, 2018) Accent Graphics Communications & Publishing, Hamilton, Canada. 2018. P. 322–328.

93. Грицик В.В. Альтернативні джерела енергії в Україні / Екологія, природокористування та охорона навколишнього середовища: прикладні аспекти: матер. Всеукр. наук.-практ. заоч. конф. студ., аспір. та молод. учених, м. Маріуполь, 25 травня 2019 р. / за заг. ред. Г.О. Черніченка. – Маріуполь: МДУ, 2019. – С. 62 – 66.

94. Іванова В.В., Грицик В.В. Перспективи розвитку альтернативної енергетики країни / Сучасний рух науки: тези



доп. VII міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 6–7 червня 2019 р. – Дніпро, 2019. – С. 637 – 642.

95. Грицик В., Овчеренко О. Перспективи розвитку альтернативної енергетики України / Міжнародний конкурс студентських наукових робіт за окремими спеціальностями 2019 р. (Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського) (3 місце). – Режим доступу: <http://krnukonkurs.kdu.edu.ua/members.jhp>.

96. Іванова В.В., Грицик В.В. Значення та можливості зеленої енергетики у вирішенні екологічних проблем людства / Особливості інтеграції країн в світовий економічний та політико-правовий простір: Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції, 22 листопада 2019 р. – Укл.: Марена Т.В., Беззубченко О.А., Мітюшкіна Х.С., Захарова О.В., Ніколенко Т.І., Балабанова Н.В., Омельченко Г.П. За заг. редакцією д.е.н., проф. Булатової О.В., д.е.н., проф. Чентукова Ю.І. - Маріуполь: МДУ, 2019. – С. 136 – 137.

**ДОДАТКИ**

Регіони / Місяці	січ	лют	бер	квіт	трав	чер	лип	серп	вер	жовт	лист	груд	Середня
Сімферополь	1,27	2,06	3,05	4,3	5,44	5,84	6,2	5,34	4,07	2,67	1,55	1,07	3,58
Вінниця	1,07	1,89	2,94	3,92	5,19	5,3	5,16	4,68	3,21	1,97	1,1	0,9	3,11
Луцьк	1,02	1,77	2,83	3,91	5,05	5,08	4,94	4,55	3,01	1,83	1,05	0,79	2,99
Дніпропетровськ	1,21	1,99	2,98	4,05	5,55	5,57	5,7	5,08	3,66	2,27	1,2	0,96	3,36
<b>Донецьк</b>	<b>1,21</b>	<b>1,99</b>	<b>2,94</b>	<b>4,04</b>	<b>5,48</b>	<b>5,55</b>	<b>5,66</b>	<b>5,09</b>	<b>3,67</b>	<b>2,24</b>	<b>1,23</b>	<b>0,96</b>	<b>3,34</b>
Житомир	1,01	1,82	2,87	3,88	5,16	5,19	5,04	4,66	3,06	1,87	1,04	0,83	3,04
Ужгород	1,13	1,91	3,01	4,03	5,01	5,31	5,25	4,82	3,33	2,02	1,19	0,88	3,16
Запоріжжя	1,21	2	2,91	4,2	5,62	5,72	5,88	5,18	3,87	2,44	1,25	0,95	3,44
Івано-Франківськ	1,19	1,93	2,84	3,68	4,54	4,75	4,76	4,4	3,06	2	1,2	0,94	2,94
Київ	1,07	1,87	2,95	3,96	5,25	5,22	5,25	4,67	3,12	1,94	1,02	0,86	3,1
Кіровоград	1,2	1,95	2,96	4,07	5,47	5,49	5,57	4,92	3,57	2,24	1,14	0,96	3,3
Луганськ	1,23	2,06	3,05	4,05	5,46	5,57	5,65	4,99	3,62	2,23	1,26	0,93	3,34
Львів	1,08	1,83	2,82	3,78	4,67	4,83	4,83	4,45	3	1,85	1,06	0,83	2,92
Миколаїв	1,25	2,1	3,07	4,38	5,65	5,85	6,03	5,34	3,93	2,52	1,36	1,04	3,55
Одеса	1,25	2,11	3,08	4,38	5,65	5,85	6,04	5,33	3,93	2,52	1,36	1,04	3,55
Полтава	1,18	1,96	3,05	4	5,4	5,44	5,51	4,87	3,42	2,11	1,15	0,91	3,25
Рівне	1,01	1,81	2,83	3,87	5,08	5,17	4,98	4,58	3,02	1,87	1,04	0,81	3,01
Суми	1,13	1,93	3,05	3,98	5,27	5,32	5,38	4,67	3,19	1,98	1,1	0,86	3,16
Тернопіль	1,09	1,86	2,85	3,85	4,84	5	4,93	4,51	3,08	1,91	1,09	0,85	2,99
Харків	1,19	2,02	3,05	3,92	5,38	5,46	5,56	4,88	3,49	2,1	1,19	0,9	3,26
Херсон	1,3	2,13	3,08	4,36	5,68	5,76	6	5,29	4	2,57	1,36	1,04	3,55
Хмельницький	1,09	1,86	2,87	3,85	5,08	5,21	5,04	4,58	3,14	1,98	1,1	0,87	3,06
Черкаси	1,15	1,91	2,94	3,99	5,44	5,46	5,54	4,87	3,4	2,13	1,09	0,91	3,24
Чернігів	0,99	1,8	2,92	3,96	5,17	5,19	5,12	4,54	3	1,86	0,98	0,75	3,03
Чернівці	1,19	1,93	2,84	3,68	4,54	4,75	4,76	4,4	3,06	2	1,2	0,94	2,94

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Штулер Ірина Юріївна,  
Іванова Вікторія Віталіївна,  
Белякова Оксана Володимирівна,  
Грицик Вячеслав Володимирович

**ФОРМУВАННЯ ПАРАДИГМИ РОЗВИТКУ ПОТЕНЦІАЛУ  
ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ НАЦІОНАЛЬНОГО  
ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ**

Монографія

за науковою редакцією  
доктора економічних наук, професора  
Солохи Дмитра Володимировича

Оригінал-макет - к.е.н., доц. Белякова О.В.  
Автор обкладинки - к.е.н., доц. Белякова О.В.

Підписано до друку 21.09.2018 р.  
Формат 60x84/16. Папір офсетний.  
Ум. друк. арк.. 8,25. Наклад 500.

Видавництво: КАРПАТСЬКА ВЕЖА