

Шифр «Енергонезалежний автотранспорт»

**ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗВИТКУ
ІНФРАСТРУКТУРИ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ**

2020

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ В УМОВАХ СТАНОВЛЕННЯ ЗЕЛЕНОЇ ЕКОНОМІКИ.....	6
1.1. Аналіз інфраструктури електро-автопарку на світовому та національному рівнях.....	6
1.2. Сутність, особливості та види електрогенерування.....	9
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБЛЕННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ БІЗНЕС-МОДЕЛІ АВТОНОМНИХ ЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ.....	14
2.1 Аналіз ринку електрозарядних станцій.....	14
2.2 Економічне обґрунтування проекту автономної зарядної станції електротранспорту.....	18
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОНОМНИХ ЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ	21
3.1 Оцінка доцільності використання інноваційної моделі енергозабезпечення електромобілів.....	21
3.2 Проблеми реалізації бізнес-проекту.....	22
ВИСНОВКИ.....	25
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	27

ВСТУП

Актуальність дослідження. Враховуючи обмеженість викопного палива у світі, країни намагаються забезпечити достатню кількість природних ресурсів для створення економічного та екологічного балансу. Пошук альтернативних джерел енергії буде вирішальним для майбутнього розвитку нації. Одним з найважливіших видів використання викопного палива є автотранспорт. Основним наслідком спалення викопного палива є викид великої кількості шкідливих газів, що частково створює ефект глобального потепління та шкодить здоров'ю людей. Тому необхідно шукати альтернативні види палива для автомобілів. Електрика вважається найбільш універсальною формою енергії, яка може ефективно передаватися від однієї форми до іншої. Перетворюючи стійкі відновлювані джерела енергії, такі як енергія сонця та вітру, в електрику, ми можемо обробляти енергію набагато ефективніше та чистіше. Електрифікація транспорту та розповсюдження електромобілів можуть не тільки полегшити наш попит на викопне паливо, але й сприятимуть поліпшенню умов життя. Тому електромобілі стануть головною частиною майбутньої транспортної системи. Лише розширення населення електричними транспортними засобами в місті без належних дорожніх зв'язків та належної інфраструктури зарядки та паркування придушить корисність використання електромобілів через обмежений діапазон їх руху. Крім того, існуючі заправні станції в основному призначені для заправки газом. Поєднання інфраструктури заправки із звичайними АЗС може бути недоцільним, оскільки відносно довгий процес заправки насичує обмежений простір АЗС. Відповідно, необхідно ретельно планувати електричні зарядні станції, щоб модернізувати транспортну систему, або вивчити, як електромобілі будуть інтегровані в транспортну систему без будь-яких проблем з акцентом на зарядних станціях.

Інтерес до дослідження електричного транспорту та інфраструктури, яка має бути для його ефективного та комфортного функціонування виявляють багато зарубіжних та вітчизняних науковців, а саме: Lam A. Y. S., Leung Y. W.,

Chu X. [3], Giansoldati M., Monte A., Scorrano M. [2], Rubino L., Capasso C., Veneri O. [5], Балацький О., Дмитрієв В., Згуровець О. В. [14], Криворучко О., Кузнецова Є., Рудзінський В., Сич Є., Шевченко І., Мица Н. В. [20], Стогній Б. С. [34, 35], Мхитарян Н. М. [21], Дубровін В. О. та ін.

Зважаючи на значну кількість праць та наукових розробок, питання створення сприятливої інфраструктури та умов для користування електротранспортом залишається мало дослідженим та вимагає поглибленого вивчення.

Метою даної роботи є створення ефективної бізнес-моделі засобів енергозабезпечення для електротранспорту в містах України. Для реалізації поставленої мети є необхідність виконання наступних **завдань**:

- проаналізувати інфраструктуру електро-автопарку на світовому та національному рівнях;
- визначити сутність, особливості та види електрогенерування;
- зробити аналіз ринку електрозарядних станцій;
- розрахувати економічну вартість створення автономної зарядної станції «зеленого» транспорту;
- оцінити доцільність використання інноваційної моделі енергозабезпечення електромобілів;
- з'ясувати проблеми реалізації бізнес-проекту в сучасних умовах розвитку;

Використана методика: системно-структурний і порівняльний аналіз – при аналізі еколого-економічних проблем використання паливних речовин для функціонування автотранспорту, дослідженні інноваційних технологій та методів заміни існуючих викопних палив; методи формально-логічного аналізу – при формуванні інноваційного погляду на використання альтернативних видів палива, визначенні напрямів розвитку електричних транспортних систем; економіко-статистичні методи – при дослідженні тенденцій розвитку та структури ринку електричних зарядних станцій та доцільності їх застосування в умовах сучасного розвитку національної економіки.

Наукова новизна роботи полягає у формуванні векторів розвитку електромобільного транспорту, зокрема запропоновано практичні заходи щодо підвищення рівня електромобільності шляхом розвитку приватних електрозаправок.

Загальна характеристика роботи: наукова робота складається із вступу, трьох розділів, 6 підрозділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний її обсяг становить 30 сторінок, у тому числі 3 рисунки, 2 таблиці, список літератури з 37 джерел. Обсяг роботи (без літератури) – 26 сторінок.

Ключові слова: автотранспорт, «зелена» економіка, електричні зарядні станції, альтернативні джерела енергії, бізнес-модель, електрогенерування.

РОЗДІЛ 1. СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ В УМОВАХ СТАНОВЛЕННЯ ЗЕЛЕНОЇ ЕКОНОМІКИ

1.1. Аналіз інфраструктури електро-автопарку на світовому та національному рівнях

Ринок електромобілів відносно молодий і динамічно розвивається. Точкою відліку його створення можна назвати 2013 рік, коли перші Tesla Model S і Nissan Leaf стали доступними для масової експлуатації. Хоча Leaf став першим масовим електромобілем в історії, саме компанія Ілона Маска дала поштовх консервативним автоконцернам до створення своїх моделей електрокарів. Згідно з дослідженням, проведеного Центром досліджень сонячної енергії і водню (ZSW), в 2019 році кількість електромобілів та гібридів у світі виросла до 7,9 млн, збільшившись на 2,3 млн у порівнянні з попереднім роком. Кількість нових реєстрацій досягла нового максимуму, але зросла незначно в порівнянні з 2018 роком (глобальні темпи зростання в 2019 році склали всього 4 %) [37].

Китай залишається безперечним лідером в світі, тут в цілому налічується 3 810 000 чистих електромобілів і плагін-гібридів. Далі слідує США – 1 500 000 шт., Норвегія (370 800), Японія (300 000), Франція (274 100), Великобританія (235 700) і Німеччина (230 075) (табл. 1.1) [16].

Інша картина складається з частками нових реєстрацій всіх автомобілів в світі. У Норвегії більше ніж кожен другий новий автомобіль (57 %) є електричним. Для порівняння: в Німеччині частка електромобілів в нових реєстраціях становить 3 %, в Китаї – 5 %, в США – 2 %.

Найбільшим виробником електромобілів залишається Tesla, яка в липні 2019 року продала близько 20 тис. таких машин. Слідом розташувався китайський бренд BYD, а трійку лідерів замкнула BMW. Це показано на рис. 1.1 [22].

Таблиця 1.1 – Кількість чистих електромобілів і плагін-гібридів в країнах за 5 років

Країна	2015	2016	2017	2018	2019
Бельгія	7 900	17 360	31 900	45 090	62 570
Китай	388 000	721 100	1 354 000	2 610 000	3 810 000
Данія	8 060	8 640	8 750	13 400	22 760
Німеччина	37 360	55 000	98 280	150 170	230 750
Фінляндія	1 590	3 290	7 170	15 500	29 370
Франція	75 100	109 700	151 100	204 600	274 100
Японія	126 400	151 300	205 400	255 100	300 000
Канада	17 840	29 270	48 920	93 090	147 100
Нідерланди	88 270	113 600	121 500	145 900	207 900
Норвегія	85 450	135 500	206 200	289 200	370 800
Австрія	6 540	11 360	18 570	26 540	37 390
Португалія	1 830	4 350	9 680	20 390	33 070
Швеція	15 770	27 920	45 230	68 720	110 500
Швейцарія	10 960	16 520	23 480	32 020	49 280
Іспанія	13 830	20 010	28 340	42 230	59 710
Південна Корея	5 950	11 210	25 920	59 600	93 600
Велика Британія	54 700	78 670	118 900	163 200	235 700
США	404 100	563 700	762 100	1 123 400	1 452 900
Україна	300	1 600	3 800	9 300	18 000
Решта світу	48 100	76 700	141 200	239 700	341 000
Разом	1 398 050	2 156 800	3 410 340	5 607 150	7 886 500

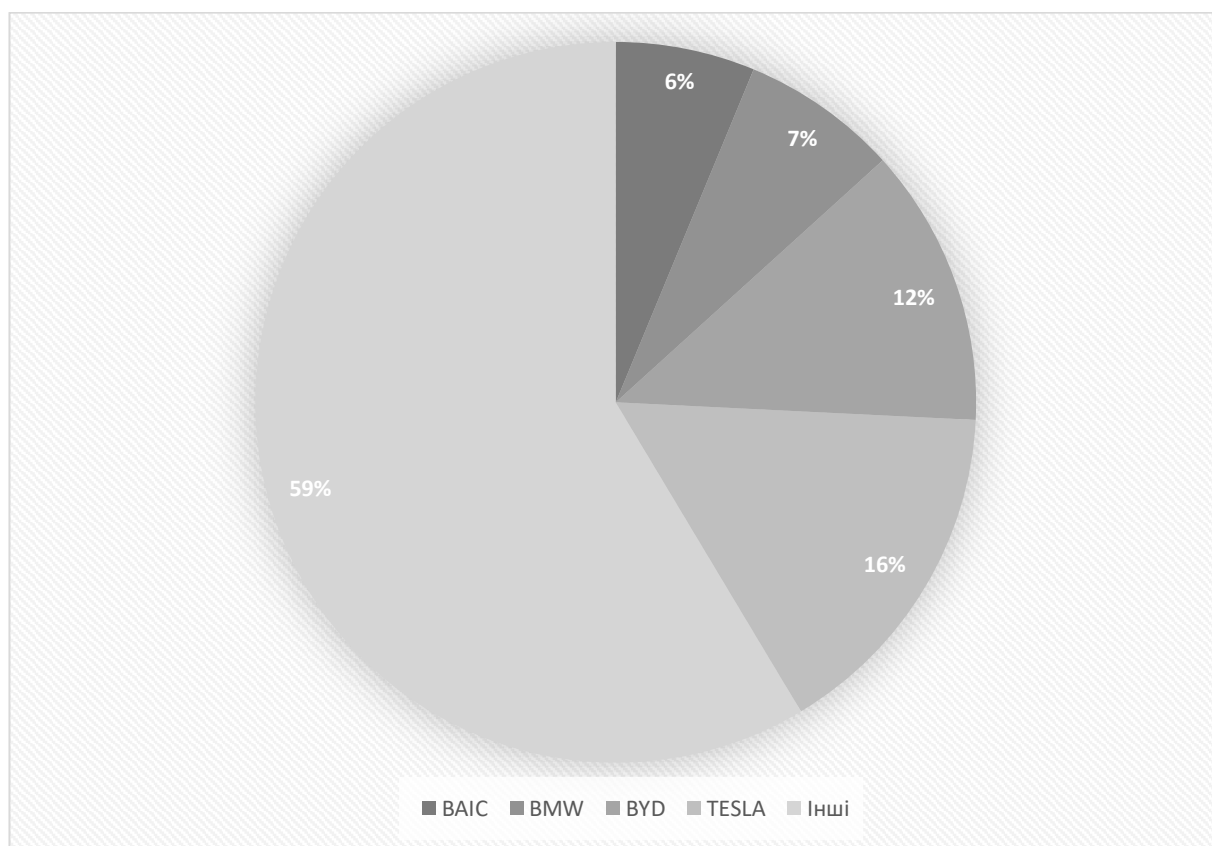


Рисунок 1.1 – Структура виробництва електромобілів за компаніями-виробниками

Число електромобілів в Україні також зростає досить швидко. Всього в Україні на 2019 рік зареєстровано майже 18 тис. електрокарів. З них понад 8 тис. українці купили за цей рік. Для порівняння, в 2018 році ця цифра складала 9,3 тис. електрокарів, що удвічі більше, ніж в 2017 році. Зростанню продажів сприяло скасування митних зборів і податків на ввезення електромобілів. Але все ж поки що загальне число електромобілів в країні невелике. Частка електричних машин в продажах становить всього 3–3,2 %.

Держава поки надає ринку електромобілів помірну підтримку. Вона полягає в тому, що до 2022 року при ввезенні електромобіля на територію України не потрібно платити ПДВ. З 1 січня 2020 року вводяться також штрафи за парковку на місцях, відведених для електромобілів, транспорту з ДВС. Розмір штрафу складе 340-510 грн [37].

Найбільш популярним серед українців електромобілем вже досить тривалий час залишається Nissan – частка присутності на ринку 52 %. Однак модель починає трохи здавати позиції – у першому півріччі 2018 року охоплення ринку становило 62 %. Посилила свою присутність на ринку Tesla – 12,4 %. Далі слідують BMW і Renault з Fiat – 6 % і 5 % ринку відповідно (рис. 1.2) [22].

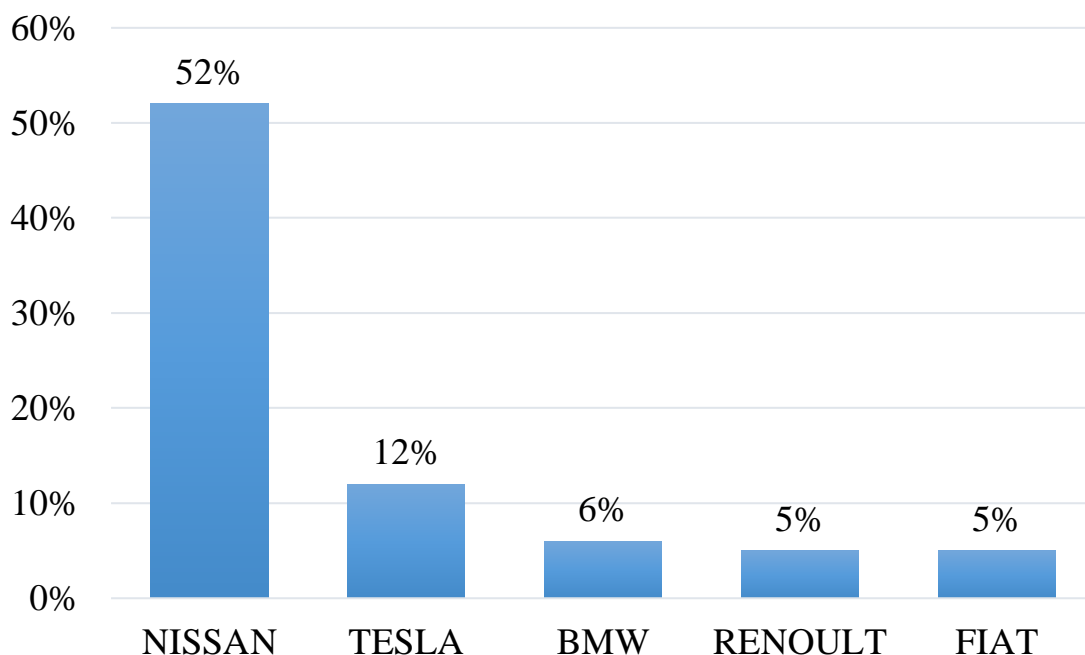


Рисунок 1.2 – Топ-5 авто з електричним приводом за кількістю реєстрацій, 2019 р.

Отже, кількість електрокарів в Україні стрімко зростає, незважаючи на те що в світових масштабах цифри поки не вражають, а справжній розквіт ринку електромобілів має розпочатися в середині 2020-х років. Як очікують аналітики Bloomberg New Energy Finance (BNEF), електромобілі досягнуть цінового паритету з бензиновими аналогами до 2023 року. Ось тоді їх продажі посправжньому злетять. Висока вартість акумуляторів продовжує стримувати зростання їхньої популярності, хоча з кожним роком електромобілі стають все доступніше.

1.2 Сутність, особливості та види електрогенерування

Сучасна енергетика – це складна ієрархічна структура на декількох рівнях, метою якої є забезпечення жителям комфортних житлових умов, а також нормального функціонування промислових підприємств, галузей та установ. Їх нормальне функціонування та розвиток можливі лише на основі надійної та ефективної системи, що забезпечує споживачів різного рівня необхідною енергією та енергетичними ресурсами. Енергетична цінність ресурсів, ефективність методів їх перетворення, ступінь досконалості процесів та обладнання, технічні фази виробництва енергії в кінцевому рахунку визначаються фактором енергоспоживання. Тож, енергетика являє собою галузь національної економіки, яка передбачає виробництво, перетворення та використання різних видів енергії. Розглянемо наступні п'ять основних типів обладнання або систем, які використовуються в енергетиці:

- мережі – призначені для передачі та розподілу енергії (електричні, теплові, газові, дизельні, стиснене повітря тощо);
- генератори – перетворюють потенційну або хімічну енергію з природних джерел енергії в електричну, теплову, механічну або інші джерела енергії (наприклад, турбіни, газові генератори, котли, компресори);

- трансформація – зміна параметрів та інших властивостей певного виду енергії (трансформаторні станції, лінії зберігання, теплові трансформатори тощо);
- склад – призначений для часткового контролю методів виробництва енергії (електричні та теплові акумулятори, накопичувальні гідростатичні насоси тощо);
- побутові прилади – призначені для перетворення енергії у вигляд, який використовується безпосередньо (електричні машини, системи опалення, промислові печі, світильники тощо).

Зазначимо, що найважливішими формами використання енергії є тепло та електрика. Енергетичний сектор, де ці види енергії зберігаються, перетворюються, транспортуються та використовуються при спалюванні викопного палива, називається тепловою енергією. Гілки енергії, що перетворюють гідроенергію в електроенергію, називаються гідроенергетикою. Відкриття того, як використовувати енергію атомного ядра, створило нову галузь енергії – атомну енергію або атомну енергію. Енергія вітру – це використання енергії вітру [17, 20].

Сонячна енергія включає енергетичні технології, засновані на використанні сонячної енергії. Кожна з галузей енергетики як науки має свою теоретичну основу, засновану на законах фізичних явищ у цій галузі. Перетворення енергії пов'язане з необхідністю використання різних її форм для сучасних технологічних процесів і не обмежується переходом з однієї форми в іншу.

Тому тепла енергія використовується при різних рівнях температури та тиску в теплоносії (пара, газ, вода) електрично – у вигляді змінного або постійного струму та при різних рівнях напруги. Перетворення енергії відбувається в різних машинах, агрегатах та обладнанні, що, як правило, є технічною основою енергетики. Отже, в котельнях хімічна енергія палива перетворюється на тепло; у паровій турбіні тепла енергія, що передається паром, перетворюється на механічну енергію, яка в свою чергу перетворюється

на електричну в електричному генераторі. На гідроелектростанціях та гідротурбінах та генераторах електроенергії енергія водного потоку перетворюється на електричну; в електродвигунах електрична енергія перетворюється на механічне загасання.

Способи створення і експлуатації різних установок, машин, апаратів і пристроїв, призначених для одержання, перетворення, транспортування і застосування різних форм енергії, базуються на використанні відповідних розділів теоретичних основ енергетики: теплотехніки, електротехніки, гідротехніки, віротехніки та ін.

Енергію у вільній формі неможливо накопичувати на будь-який тривалий час. Тому процеси виробництва і споживання енергії мають збігатися в часі або відбуватися безпосередньо один за одним і бути пов'язаними між собою відповідною ланкою передачі. Це суттєво впливає на характер виробничих, технічних і економічних зв'язків енергетики з іншими галузями матеріального виробництва і стосується структури та форм розвитку власне енергетики і систем енергопостачання [5].

У ряді випадків уживають поняття види енергії, під яким розуміють різні джерела енергії. Зокрема, розглядають невідновлювані ПЕР: викопне органічне паливо (вугілля, нафту, природний газ, торф, горючі сланці), ядерну енергію. Існують й інші ПЕР або джерела енергії, наприклад біомаса, енергія сонця, вітру, хвиль, гідроенергія, геотермальна енергія. Це відновні види енергії, які є прямим результатом впливу енергії сонця, тоді як викопне паливо отримано в процесі біохімічних реакцій в надрах Землі сотні мільйонів років тому. Усі названі вище види енергії – це первинні енергетичні ресурси, вони утворюють першу ланку ланцюга перетворення енергії (рис. 1.3). Ця діаграма чітко показує шлях енергії від стану джерела до кінцевого споживання, що забезпечує загальний зв'язок між джерелом енергії та типом кінцевої енергії. Наприклад, сира нафта, видобута з ґрунту, є основним джерелом енергії, але рідко використовується. Її можна перетворити на більш корисні вторинні джерела енергії, такі як бензин, газове паливо, мазут, дизель тощо. Ці перетворення пов'язані зі значними втратами енергії.



Рисунок 1.3 – Структура енергопостачання

Вторинна енергія повинна подаватися споживачеві. Її транспортування та розподіл вимагають додаткового споживання енергії. На цьому етапі джерело енергії перетворюється у відповідне джерело енергії, яке нарешті використовується для отримання кінцевої корисної енергії та її доставки до місця споживання. Наприклад, в процесі спалювання мазуту в печі ми отримуємо холодоагент (пар, гаряча вода), який може подаватися для технічних потреб, опалення та гарячого водопостачання окремих будівель.

Найважливішими природними (первинними) джерелами енергії, на яких базується сучасна енергетика, є викопне паливо (вугілля, торф, нафта, сланці,

природний газ), джерела води (енергія з річок, морів та океанів), ядерне паливо (уран, торій). Ця обставина визначає найважливіші напрямки сучасного енергетичного розвитку: теплову енергію (використання викопного палива); гідроенергетика (розробляється з водних ресурсів); ядерна енергія (заснована на перетворенні внутрішньоядерної енергії в інші типи).

Найважливішими продуктами енергетичної галузі є електроенергія та тепло. Рослини, в яких енергія перетворюється з природних джерел енергії в інші види енергії, називаються джерелами енергії (або джерелами енергії); об'єкти, в яких енергія перетворюється в остаточну форму - споживачі енергії або абоненти.

Таким чином, на основі даних про енергопостачання та ланцюжок перетворення енергії, будь-яка система енергопостачання базується на конкретних джерелах енергії та містить три основні елементи: джерело енергії (генератор енергії), мережа (розподіл та транспорт) та споживач енергії (учасник).

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБЛЕННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ БІЗНЕС-МОДЕЛІ АВТОНОМНИХ ЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

2.1 Аналіз ринку електрозарядних станцій

Електричні машини тракуються як найновіші технології на автомобільному ринку. Незважаючи на те, що всі розвинені країни намагаються перейти на «зелені» електромобільні системи, інтерес до цих транспортних засобів у всьому світі все ще низький. Важливим питанням для електромобілів є наявність адекватної зарядної інфраструктури, оскільки очікування на зарядних станціях через відсутність зарядних пристроїв може відмовити власників електромобілів. Однак, оскільки в даний час кількість електромобілів та зарядних станцій низька, досвіду нерухомості немає, тому для планування цих зарядних станцій необхідні комп'ютерні моделювання. Є багато способів зарядити акумулятори для електромобілів, а зарядні станції вважатимуться важливим джерелом енергії. Місце розливного заводу має вирішальне значення; він повинен бути не тільки достатньо широким, щоб електричний автомобіль мав легкий доступ до зарядної станції в будь-якому місці, що знаходиться в межах досяжності, але також повинен бути розширеним, щоб електромобілі могли заряджатися по всьому місту після зарядки [4].

Відповідно до вищезазначеного, ринок зарядки електроенергії потребує аналізу. Нині на території України рішеннями для зарядки електромобілів являються такі аналоги:

- суперчарджери STRUM;
- електрозарядні станції на заправках та парковках;
- домашні зарядні станції;

Кожна компанія, яка виробляє електромобілі, також намагається забезпечити своїх клієнтів достатньою кількістю зарядних станцій. Такі компанії, як Tesla, Renault та інші, розвиваються в цьому напрямку. Зарядні станції STRUM – це так звані компресори. Це означає, що ці станції дуже швидко

заряджають автомобіль. Зазвичай сеанс триває від 20 хвилин до години, залежно від ємності акумулятора. Так, ці зарядні станції відносно потужні та швидкі, але у них є і свої недоліки. Найбільша проблема, що призводить до інших, полягає в тому, що для такої швидкої зарядної станції потрібна відносно потужна мережа. В свою чергу це обумовлює таку малу кількість таких електростанцій на території країни [5, 18, 13].

Наступними аналогами є станції на АЗС і паркінги. Зазвичай це примітивні та повільні зарядні станції, які не мають інтерфейсу управління користувачем. Людський фактор зазвичай використовується для оплати та нагляду за процесом зарядки – оператор включає зняття з централізованого пульта дистанційного керування або плата входить у плату за паркування.

Останній аналог – це домашній зарядний пристрій. Для цього придбайте спеціальний кабель, який має доступ до стандартної розетки. Тому електромобіль можна заряджати безпосередньо в гаражі. Основним недоліком цього методу є те, що середній час зарядки становить 12 годин. Це також може перевантажити мережу.

Дослідження MOESK-EV також показало, що, хоча кількість електромобілів швидко зростає, попит на спеціалізовані електростанції зростає не так швидко, і такі станції не є основною проблемою для користувачів екологічно чистих автомобілів. Майже 90 % часу зарядки під час зарядки автомобіля відбувається вдома [9]. Це неефективно і недостатньо позитивно в домашній мережі. Але користувачам зручніше заряджати свої машини ближче до дому.

Отже, у країнах, які розвиваються, електромобілі можуть досягти значної економії енергії, бути частиною міського планування, яке включає датчики та нові комунікаційні технології (наприклад, паркування, організація дорожнього руху), і, що більш важливо, бути частиною Електромобільності – основної стратегії розвитку розумне місто для зменшення викидів на автомобільному транспорті та покращення стійкості міст, що у свою чергу буде сприяти сталому розвитку країни в цілому.

Розглянемо успішний зарубіжний досвід формування сприятливого інфраструктурного середовища для застосування електромобілів. Деякі автовиробники активно беруть участь у будівництві зарядних станцій. Так, Японія розробила Nippon Charge Service – партнерство урядових автовиробників для розвитку інфраструктури зарядки.

Французьке агентство з питань навколишнього середовища та енергетики розподілило фінансування між регіональними урядами та муніципалітетами в плані побудови понад 12 000 пунктів зарядних станцій.

У Сполучених Штатах Америки Закон про відновлення та реінвестування розглядав дотації на фінансування зарядних станцій, а Міністерство енергетики США передбачило кошти на суму близько 37 мільйонів доларів США для впровадження 4600 місць зарядки [7, 5].

Відповідно до аналізу зарубіжного досвіду дослідимо ситуацію із розбудовою мережі електричних зарядних станцій в Україні (табл. 2).

Таблиця 2.1 – Динаміка кількості та регіональна структура електрзарядних станцій в Україні, 2017-2018 рр.

Регіон	Кількість ЕЗС на початок року, од.		Темп зростання, рази	Структура ЕЗС на початок року, %		Структурні зрушення за 2017–2018 рр., п. п.
	2017	2018		2017	2018	
Західний	34	75	2,2	23,6	13,0	-10,6
Центральний	65	257	4,0	45,1	44,5	-0,6
Південний	15	49	3,3	10,4	8,5	-1,9
Східний	5	73	14,6	3,5	12,7	+9,2
Північний	25	123	4,9	17,4	21,3	+4,0
Разом	144	577	4,0	100,0	100,0	0,0

Можемо бачити, що в таблиці 1 показано нерівномірність регіонального розповсюдження електрзарядних станцій та відносно нерівномірне збільшення їх кількості. Різке збільшення кількості станцій відбулося протягом 2018 року (14,6 разів) на сході країни. Це було пов'язано з тим, що ЕЗС з'явилися з самого початку в контрольованій частині Донецької та Луганської областей, а також

Запорізької області. Як результат, частка станцій у східних регіонах за рік зросла на 9,2 пункту і складала 12,7% від загальної кількості в Україні. Швидке збільшення станцій відбулось на маршрутах Київ-Полтава-Харків та Харків-Дніпро-Запоріжжя-Мелітополь-Азов, а також Харків, де знаходиться більше 100 станцій, також призвело до позитивних структурних змін на півночі країни (+4 в.п.). У 2018 році Харків поступався лише Києву за кількістю муніципальних та приватних зарядних станцій. Пальма першості явно належала центральним регіонам, на які припадало 44,5 % від загальної кількості ЕЗС. Левова частка цих станцій (73,9 %) знаходилась у Києві та у двох містах-супутниках Київської області (Бориспіль, Біла Церква). Мережа зарядних станцій розвивалася повільніше в західних регіонах, де кількість за рік зросла у 2,2 рази і була майже такою ж, як у східних регіонах. Світова карта електричних зарядних станцій [7] показує, що покриття Західної України зарядними станціями є більш рівномірним, ніж решта території. В основному вони зосереджені в населених пунктах, де розташовані туристичні та рекреаційні об'єкти. Розглядаючи масштаби розширення мережі ЕЗС, також слід брати до уваги потужність станцій. Повільні завантажувальні станції потужністю до 22 кВт мають великий попит в Україні. Більше того, значна кількість станцій не змогла отримати європейську сертифікацію, і, як зазначалося вище, за даними Renault, близько третини перевірених станцій не змогли забезпечити точну та безпечну зарядку [11]. Що важливо, ЕЗС не лише виробляє аматорські електричні зарядні станції, а й станції якісного вітчизняного виробництва, такі як Greenfuel, E-Line.

2.2 Економічне обґрунтування проекту автономної зарядної станції електротранспорту

Відкривати електрозаправку з метою заробити на ній тут і зараз – справа неоднозначна. Потрібно бути готовим до невеликого доходу і довгого періоду окупності.

Інфраструктура зарядних станцій зосереджена в основному в великих містах, а ось на міжміських маршрутах кількість зарядних пунктів вкрай обмежена. Тож, розглянемо створення автономної зарядної станції електротранспорту на міжміському маршруті Київ – Суми, у м. Ромни.

Оскільки заплановано створити повністю автономну зарядну станцію, почнемо розрахунок з кількості сонячних батарей, які необхідні для безперервної роботи такої станції.

Величина сонячної інсоляції в різних регіонах України суттєво відрізняється. Усереднено можна вважати, що кожен 1 кВт потужності сучасних високоякісних панелей забезпечить наступну щорічну генерацію електроенергії – 1135 кВт*год (північний, північно-західний регіони) [30].

Для нашої бізнес-моделі обрано сонячну панель з потужністю 320 Вт, ціна однієї такої панелі 2 800 грн [30]. Щоб розрахувати, скільки дає енергії сонячна батарея потужністю 320 Вт, наведену вище цифру знадобиться розділити на 3,125. Це дасть наступні показники (рік) – 363,2 кВт*год.

Станції зарядки електромобілів мають попит не всю добу безперервно – показники по завантаженню коливаються від 5 до 35 %. Візьмемо середнє значення: в такому випадку нам необхідно 250 кВт кожної доби. Тож необхідно, щоб на рік сонячні панелі виробляли 91 250 кВт. Таким чином, підраховано, що необхідно 286 сонячних батарей потужністю 320 Вт. Також необхідно придбати інвертор, термінал, лічильник та акумуляторну батарею.

Оскільки одна батарея має площу $1,65\text{ м} \times 1\text{ м} = 1,65\text{ м}^2$ [32], для побудови станції знадобиться така площа:

– для сонячних батарей: $1,65\text{ м}^2 \times 286 = 472\text{ м}^2$;

- для інвертора та акумулятора: 10 м²;
 - для місця парковки електрокарів: 5*10 м²=50 м².
- Разом 472+10+50=531 (м²).

Вартість 100 м² в м. Ромни – 2 500 грн [6], таким чином для побудови станції необхідно придбати землі на 13 275 грн.

Для нашої моделі обрано дві зарядні станції, а саме 1 звичайну (модель T2-36.1-22.2-7) [12], що має три пункти підключення та 1 швидкісну з трьома пунктами підключення (модель Efaces QC45) [1]. З їх допомогою можна обслуговувати такі моделі автомобілів: BMW i3, Chevrolet Volt, Citroen C-Zero, Nissan Leaf, Renault Zoe, TESLA Model S, TESLA Model X, тобто ті, які найбільше представлені в Україні.

Обслуговувати електрозаправку можна силами 2-3 осіб. Орієнтовні витрати на зарплату представлені нижче.

Посада, грн/міс.:

- 1) фахівець контактного центру – 7 000;
- 2) електрик (сервісний фахівець) – 8 000;
- 3) охорона (аутсорсинг) – 6 000.

Разом: 21 000

Розглянемо основні фінансові показники при відкритті автономної зарядної станції (звичайно, основні витрати підуть на закупівлю безпосередньо самого обладнання):

- 1) вартість сонячних батарей: 286*2800 = 800 800 грн;
- 2) 2 зарядні станції = 950 000;
- 3) вартість земельної ділянки: 13 275 грн;
- 4) інвертор, акумуляторна батарея, лічильник: 50 000 грн;
- 5) термінал: 6 000 грн;
- 6) відеоспостереження: 7 000 грн;
- 7) спеціалізоване програмне забезпечення: 11 000 грн.

Разом: 1 838 075 грн.

Наступний крок – встановлення тарифів на електрозаправці:

Вартість «заправки» електрокарів на швидкісній і звичайній станції відрізнятимуться. Для початку візьмемо середні ціни [31]:

- мережа швидкісної зарядки – 9 грн/кВт;
- мережа звичайної зарядки – 5 грн/кВт.

Таким чином, можемо порахувати термін окупності даної автономної станції за формулою:

$$T = I / \Pi$$

Початкові витрати (інвестиції) – 1 838 075 грн, а прибуток розрахуємо за формулою:

$$\Pi = Д - ЗВ$$

Змінні витрати кожного року (з/п): $21\,000 * 12 = 252\,000$ грн.

Дохід кожного року: $91250 * ((5+9)/2) = 638\,750$ грн.

Звідси $\Pi = 638\,750 - 252\,000 = 386\,750$ грн.

Маючи всі дані для розрахунку обчислимо термін окупності:

$$T = 1\,838\,075 / 386\,750 = 4,8 \text{ років}$$

Отже, для відкриття автономної зарядної станції необхідно 1 838 075 грн, дохід кожного року складатиме 638 750 грн, а прибуток – 341 125 грн. Термін окупності даного проекту складатиме 4,8 років.

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОНОМНИХ ЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ

3.1. Оцінка доцільності використання інноваційної моделі енергозабезпечення електромобілів

Настає нова епоха, електрокари починають витіснити автомобілі з ДВЗ. Зараз багато автоконцернів презентують свої моделі електрокарів. Навіть ті ж виробники легендарних спорткарів, які планували все життя виготовляти потужні автомобілі преміум класу, анонсували запуск електричних моделей. Для потреб середнього класу варто виділити моделі Audi, Hyundai Motor 2, Renault. Розрахуємо вартість зарядки електрокару та авто з бензиновим двигуном.

Для розрахунку візьмемо середні значення витрат палива на 100 км – 10 л з урахуванням комбінованого циклу (міста і траси), та електромобіль Hyundai Ioniq, який офіційно продається в Україні, ємність його батареї становить 28 кВт год, що вистачає на 200 км пробігу. Отже, для даного електромобіля 100 км пробігу – це 14 кВт.

Вартість 10 л бензину складає в середньому 230 грн (в залежності від АЗС) [36]. Якщо взяти звичайну зарядку (5 грн/кВт), вартість 14 кВт становитиме 70 грн, на швидкісній зарядці 14 кВт – 126 грн.

Таким чином, вартість 100 км на електрокарі при звичайній зарядці в порівнянні з авто з бензиновим двигуном в 3,29 рази дешевше, а при швидкісній – в 1,83 рази.

Так як електростанція повністю автономна, то можна розрахувати термін окупності інвестицій у випадку, якщо продавати електроенергію, вироблену сонячними батареями, за «зеленим тарифом».

З 01.01.2020 р. зелений тариф для юридичних осіб для наземної СЕС – 0,14 євро за кВт*год [29]. Вартість однієї кВт*год в гривні – $0,14 * 30,17 = 4,23$ грн [24]. Спочатку для розрахунку терміну окупності необхідно розрахувати:

- 1) дохід кожного року: $91250 \cdot 4,23 = 385\,987,5$ (грн);
- 2) змінні витрати (з/п електрика): $8000 \cdot 12 = 96\,000$ (грн);
- 3) початкові витрати (залишаються незмінними): 1 838 075 грн.

Термін окупності даної автономної станції обчислимо за формулою:

$$T = I/P = I/(D - ZM)$$

$$T = 1\,838\,075 / (385\,987,5 - 96\,000) = 6,3 \text{ роки}$$

Отже, вартість 100 км на електрокарі при звичайній зарядці в порівнянні з автомобілем з бензиновим двигуном в 3,29 рази дешевше, а при швидкісній – дешевше в 1,83 рази. Також, розрахувавши термін окупності у випадку відсутності жодного клієнта на ЕЗС, виявлено, що він складе 6,3 роки, це на 1,5 роки більше, ніж коли прибуток буде приносити саме електрична зарядна станція, що доводить доцільність використання даної інноваційної моделі енергозабезпечення електромобілів.

3.2. Проблеми реалізації бізнес-проекту

Під час розроблення бізнес-моделі запуску та експлуатації електрзарядної станції для електричних автомобілів необхідно максимально врахувати усі чинники, що можуть впливати на функціонування автономної зарядної станції з метою мінімізації усіх можливих ризиків. Саме тому виникає потреба у детальному аналізі перешкод, які можуть виникати при реалізації зазначеного проекту. Отже, перш за все, виникає проблема доступності зарядної станції в обраному місці та оцінка можливості скористатися нею.

В цілому, систему проблем запуску зарядної станції з урахуванням усіх можливих факторів можна представити як дворівневу. На першому рівні здійснюється порівняння потенційних місць для побудови зарядних станцій, які можна визначити на основі аналізу планів містобудування, аналіз типу

землекористування, впливу на навколишнє середовище та безпеки, а також деяких інженерних факторів. Відповідно до цього, можемо стверджувати, що на міжміському маршруті Київ – Суми у м. Ромни є місця, що задовольняють зазначеним критеріям з достатнім потоком автомобілів, а отже, вибір локації є доцільним. На другому рівні розглядаються технологічні питання щодо обслуговування та забезпечення ефективної роботи зарядної станції, що є визначальним для проекту. Ефективність роботи електрзарядної станції обумовлена в першу чергу її автономністю за рахунок використання сонячної енергії [25].

Крім того, слід пам'ятати, що енергія виробляється лише при денному світлі, тому для ефективного використання сонячних панелей необхідно подбати про способи перетворення та накопичення електроенергії. Потрібно або заощадити гроші і придбати звичайні кадмієві батареї з невеликим строком експлуатації або вкласти гроші в літій-іонні акумулятори і отримати більш тривалий строк їх служби.

Слід також зазначити, що на ефективність експлуатації сонячних елементів впливають частота опадів, особливо снігу. Сонячні елементи можна використовувати відносно ефективно протягом року, але найефективніші - протягом 7 місяців (з квітня по жовтень). Наприклад, нікель-кадмієві батареї негативно реагують на перепади температури. Охолодження акумулятора до температури більше 0° С призводить до втрати енергії.

Наступною проблемою, з якою можна стикнутися, – це надмірне вироблення енергії. У цьому випадку ми матимемо пропозицію енергії більшу, ніж попит на неї. Проте, розумне рішення цієї проблеми – «зелений» тариф. Щоб простимулювати розвиток «зеленої» енергетики, НКРЕКП прийняв постанову № 170 від 25.04.2014 [28]. Згідно з цією постановою, регіональний постачальник від Обленерго зобов'язаний купувати сонячну електроенергію у фізичних осіб і не має права відмовити в покупці такої електроенергії за «зеленим» тарифом. При цьому, «зелений» тариф значно більше тарифів закупівлі електроенергії у

традиційних електростанцій, так як покликаний відшкодувати високу собівартість для домашніх СЕС.

Таким чином це є дієвим та раціональним виходом з економічно вигідним результатом для проекту. Політика стимулювання розвитку альтернативної енергетики шляхом введення «зеленого» тарифу працює, а попит на екологічно чисті СЕС постійно зростає [15].

Відповідно до вищезазначеного зауважимо, що питання реалізації проекту автономної зарядної станції для електромобілів мають місце і вони є суттєві. Разом з цим, існують доцільні шляхи їх уникнення або вирішення. Тож, якщо ґрунтовно підходити до всіх етапів створення механізму технологічного обслуговування процесу заряджання електромобілів, то можна завчасно врахувати ймовірні втрати та підвищити ефективність проекту.

ВИСНОВКИ

Аналізуючи усе вище приведене, можна зробити висновки, що кількість електромобілів з кожним роком зростає, що у свою чергу потребує збільшення кількості зарядних станцій для електромобілів. У ході дослідження проаналізовано інфраструктуру електро-автопарку на світовому та національному рівнях. Виявлено, що Китай залишається безперечним лідером в світі, тут в цілому налічується 3,8 млн од. чистих електромобілів і плагін-гібридів. Далі слідують США – 1,5 млн од., Норвегія (0,4 млн од.), Японія (0,3 млн од.), Франція (0,27 млн од.), Великобританія (0,24 млн од.) і Німеччина (0,23 млн од.). В Україні кількість електрокарів також стрімко зростає, незважаючи на те, що в світових масштабах цифри поки не вражаючі, а найбільше зростання ринку електромобілів очікується в середині 2020-х років. Відповідно, в роботі обґрунтовано ефективну бізнес-модель автономної електрзарядної станції для електромобілів в містах України

Визначено, що енергію неможливо накопичувати на будь-який тривалий час. Тому процеси виробництва і споживання енергії мають збігатися в часі або відбуватися безпосередньо один за одним і бути пов'язаними між собою відповідною ланкою передачі. Виявлено, що будь-яка система енергопостачання базується на використанні конкретних джерел енергії та містить три основні елементи: джерело енергії (генератор енергії), мережа (розподіл та транспортування) та споживач енергії (учасник).

Проаналізовано ринок електрзарядних станцій, визначено, що різке збільшення кількості станцій відбулося протягом 2018 року (у 14,6 разів) на сході країни. Швидке збільшення станцій відбулось на маршрутах Київ-Полтава-Харків та Харків-Дніпро-Запоріжжя-Мелітополь-Азов, а також в м. Харків, де знаходиться більше 100 станцій.

Розраховано термін окупності автономної зарядної станції, він складатиме 4,8 роки. За нашими оцінками, для відкриття даної зарядної станції необхідно

1 838 075 грн, дохід кожного року складатиме 638 750 грн, а прибуток – 341 125 грн.

Оцінено доцільність використання даної інноваційної моделі енергозабезпечення електромобілів. Адже вартість 100 км на електрокарі при звичайній зарядці в порівнянні з автомобілем з бензиновим двигуном в 3,29 рази дешевше, а при швидкісній – дешевше в 1,83 рази. Також розраховано термін окупності у випадку відсутності жодного клієнта на ЕЗС, виявлено, що він складе 6,3 роки, що на 1,5 року більше ніж, коли прибуток буде приносити саме електрична зарядна станція.

Також з'ясовано проблеми реалізації бізнес-проекту в сучасних умовах розвитку. В цілому, систему проблем реалізації проекту зарядної станції з урахуванням усіх можливих факторів, можна уявити як дворівневу. На першому рівні має відбутися вибір потенційних місць для побудови зарядних станцій, які можна визначити на основі особливостей містобудування. Відповідно до цього на міжміському маршруті Київ – Суми, у м. Ромни наявний достатній потік автомобілів, а отже, вибір локації є доцільним. На другому рівні розглядалися технологічні питання щодо обслуговування та забезпечення ефективної роботи зарядної станції. На ефективність сонячних елементів впливає частота опадів, особливо снігу, крім того, слід пам'ятати, що енергія виробляється лише при денному світлі, тому для ефективного використання сонячних панелей необхідно подбати про способи перетворення та накопичення електроенергії.

Виявлено, що однією з найбільших проблем, з якою можна стикнутися – це надмірне створення енергії. Розумне рішення цієї проблеми - «зелений» тариф, адже попит на електроенергію СЕС постійно зростає.

СПИСОК ВИКОРИСТАННИХ ДЖЕРЕЛ

1. Efacec QC45. URL: <https://faraday.in.ua/product/efacec-qc45/>
2. Giansoldati M., Monte A., Scorrano M. Barriers to the adoption of electric cars: Evidence from an Italian survey. *Energy Policy*. 2020. 146. P. 146. URL: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111812>
3. Lam A. Y. S., Leung Y. W., Chu X. Electric vehicle charging station placement: Formulation, complexity, and solutions. *IEEE Transactions on Smart Grid*. 2014. 5(6). P. 2846–2856. URL: <https://doi.org/10.1109/TSG.2014.2344684>
4. New Energy Outlook 2017. URL: <https://about.bnef.com/new-energy-outlook/>
5. Rubino L., Capasso C., Veneri O. Review on plug-in electric vehicle charging architectures integrated with distributed energy sources for sustainable mobility. *Applied Energy*, 207, 2017. P. 438–464. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.06.097>
6. Використання земельних ресурсів. URL: <https://romny-vk.gov.ua/vikoristannya-zemelnykh-resursiv/>
7. Всесвітня карта електрзарядних станцій. URL: www.plugshare.com
8. Довкілля України за 2016 рік: стат. зб. *Державна служба статистики України*. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/publnav_ser_u.htm
9. Дослідження компанії МОЭСК–EV. 2018. URL: https://www.dp.ru/a/2018/09/11/V_rasshireniy_seti_jelektro
10. Біопалива (технології, машини і обладнання) / В. Дубровін, М. Корчемний, І. Масло, О. Шептицький та ін. Київ : ЦТІ «Енергетика і електрифікація», 2004. 256 с.
11. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. Інформаційно-аналітичний бюлетень «Відомості Мінпаливенерго України». Спеціальний випуск. Київ, 2006. 113 с.
12. Зарядная станция для электромобилей 36 кВт. URL: <https://rozetka.com.ua/166726848/p166726848/?gclid=CjwKCAiAkan9BRAqEiwAP>

9X6UczWR2Ygsb6YeYNH8ikCKTDDxSvnW_I_231X-
T8SmQE6G36JC1K1ehoCRJsQAvD_BwE

13. Звіт компанії STRUM 2015. URL: <https://strum.dtek.com/>
14. Згуровець О. В. Эффективные методы управления потреблением электрической энергии. *Проблеми загальної енергетики*. 2007. №16. С. 75-80.
15. «Зеленый» тариф 2020. Условия, подключение и заработок. URL: https://starkenergy.com.ua/zelenyj-tarif/?gclid=Cj0KCQiAnb79BRDgARIsAOVbhRoc4Lw-aS7EOm2zXG35YtystFyqfRZ5TXPknPTVYy1StaTcTfp3bZMaAtInEALw_wcB
16. Количество электромобилей и плагинов-гибридов в мире увеличилось на 2,3 млн в 2019 году (с 5,6 до 7,9 млн). URL: <https://hevcars.com.ua/reviews/chislo-elektromobilej-i-plagin-gibridov-dostiglo-7-9-mln-v-mire-2019/>
17. Концепції розвитку інфраструктури електромобілів в Україні 2017. URL: <https://hevcars.com.ua/kontseptsiya-razvitiya-ryinka-elektrozaryadnyihstantsiy-v-ukraine/>
18. Концепція розвитку ринку електрзарядних станцій. URL: https://cdn.regulation.gov.ua/d8/cf/1d/fc/regulation.gov.ua_El.car-conception-1.pdf
19. Методологічні основи та пояснення до позицій Класифікації видів економічної діяльності. *Державна служба статистики України*. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/klasf/st_kls/kved.rar/
20. Мица Н. В. Управління попитом на електроенергію як необхідна передумова ефективної фінансової діяльності енергопостачального підприємства. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2010. №6. Т.3. С. 93-98.
21. Мхитарян Н. М. Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников. Опыт и перспективы. Киев : Наукова думка, 1999. 320с.
22. Общее количество количество электромобилей в Украине перевалило за 15000: статистика. URL: <https://autogeek.com.ua/obshhee-kolichestvo-jelektromobilej-v-ukraine-perevalilo-za-15-000-statistika/>

23. Офіційний веб-сайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

24. Офіційний курс гривні щодо іноземних валют. URL: <https://bank.gov.ua/ua/markets/exchangerate-chart>

25. Перспективність використання енергії сонця. URL: <https://www.unian.ua/ecology/alternativeenergy/1112310-perspektivnist-vikoristannya-energiji-soncsya.html>

26. Письменна У., Трипольська Г. Електромобілі та державна політика. URL: <https://dt.ua/business/elektromobili-ta-derzhavna-politika-vrahovuyuchiracionalnist-ukrayinciv-mozhna-chekati-vidchutnogorozvitku-rinku-elektromobiliv-i-bez-osoblivoyi-pidtrimki-z-boku-derzhavi-.html>

27. Про засади функціонування ринку електричної енергії України: Закон України від 24.10.2013 № 663-VII. Офіційний сайт Верховної Ради України. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/663-18>.

28. Про затвердження Порядку продажу, обліку та розрахунків за електричну енергію, що вироблена з енергії сонячного випромінювання об'єктами електроенергетики (генеруючими установками) приватних домогосподарств: Постанова № 539/25316 від 25.05.2014. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сфері енергетики. URL: <http://www3.nerc.gov.ua/index.php?id=11123>

29. Проект закону про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії від 05.12.2018, №8449-д. URL: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=65076

30. Скільки енергії дає одна сонячна батарея. URL: <https://greentechtrade.com.ua/skilky-energiyi-daye-odna-sonyachna-batareya/>

31. Скільки коштує зарядити автомобіль. URL: https://faraday.in.ua/electric_cars_news/skilky-koshtuye-zaryadyty-elektromobil/

32. Сонячна панель Ulica Solar UL-320M-60. URL: <https://ergy.com.ua/p1116699755-sonyachna-panel->

ulica.html?gclid=CjwKCAiAkan9BRAqEiwAP9X6UQjB8Ximhf47umDKYq79TOi
PbyCRoBrLsWKecCTrt0-DMwKmVJWishoCdAoQAvD_BwE

33. Способи зарядки електромобіля. 2016. URL:
<https://ecotechnica.com.ua/stati/786-sposoby-zaryadkielektromobilej-kak-eto-vse-rabotaet.html>

34. Стогній Б. С. Еволюція інтелектуальних електричних мереж та їхні перспективи в Україні. *Технічна електродинаміка*. 2012. № 5. С. 52-67.

35. Стогній Б. С. Інтелектуальні електричні мережі електроенергетичних систем та їхнє технологічне забезпечення. *Технічна електродинаміка*. 2010. № 6. С. 44-50

36. Ціна на бензин, дизпаливо, газ на АЗС України. URL:
<https://index.minfin.com.ua/ua/markets/fuel/>

37. Електромобіли удвоились. URL:
<http://www.nefterynok.info/stati/elektromobili-udvoilis>