

УДК 621.3

Фроленков К.Д., студент 2-го курсу магістратури,
наук.керівник: канд.техн.наук, доцент каф.електропостачання Коцар О.В.

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ КОНЦЕПЦІЇ V2G В УКРАЇНІ

Анотація: Концепція V2G передбачає використання ресурсу акумуляторів електромобілів для балансування ринку електричної енергії, стабілізуючи періодичність виробництва електроенергії з ВДЕ, покращуючи таким чином їх інтеграцію до електричної мережі. У статті розглянуто типи зарядних станцій різних рівнів, основні напрями досліджень, алгоритм і стислий план імплементації концепції «електромобіль до мережі» в Україні та її аспекти.

Ключові слова: розумні системи обліку електроенергії, Vehicle-to-grid, відновлювальні джерела енергії, станції постійного струму, станції змінного струму, електромобіль.

Abstract: The V2G concept envisages the use of the battery life of electric vehicles to balance the electricity market, stabilizing the frequency of electricity production from RES, thus improving their integration into the electricity grid. The article considers the types of charging stations of different levels, the main directions of research, the algorithm and a brief plan for the implementation of the concept of "electric car to the network" in Ukraine and its aspects.

Key words: smart metering system, vehicle-to-grid, renewable energy sources, DC charging station, AC charging station, electric car.

Вступ

Широке впровадження некерованих генерувальних установок на базі альтернативних та відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) і практична відсутність накопичувачів електричної енергії великої ємності зумовлює, зокрема, виникнення переважно непередбачуваних періодів дефіциту та надлишку електричної потужності у мережі, і, як наслідок, невідповідність попиту та пропозицій на ринку електричної енергії в кожний момент часу. Найефективніший шлях усунення такої невідповідності полягає в адаптивному керуванні попитом на електричну потужність (електроенергію), зокрема, через імплементацію концепції Vehicle-to-grid (V2G).

Мета та завдання

Метою статті є визначення передумов та аналіз окремих аспектів імплементації концепції V2G в Україні.

Задля досягнення поставленої мети в статті стисло розглянуто сучасний стан застосування електромобілів для керування попитом на електричну потужність в Україні, визначено окремі перешкоди та запропоновано поступовий план імплементації концепції V2G в Україні.

Матеріал і результати досліджень

1. Стисло про V2G

Технологія «електромобіль до мережі» (Vehicle-to-grid – V2G) використовує накопичену в акумуляторах електромобілів енергію для повернення її назад в електричну мережу на запит оператора мережі. Таким чином, електромобілі можуть приймати енергію з електромережі під час надлишків її виробництва та повертати її назад до електромережі під

час її дефіциту в періоди зростання попиту, збалансовуючи виробництво та споживання електричної енергії, а також стабілізуючи періодичність виробництва електроенергії з відновлюваних джерел енергії, покращуючи їх інтеграцію до електричної мережі [1].

V2G описується як система, в якій електромобілі можуть взаємодіяти з електромережею для продажу або купівлі енергії, щоб керувати попитом на електроенергію. Щоб зробити можливим систему зарядки акумуляторів, потрібна допомога інтелектуальної та спільної системи для управління обома процесами, а також для додавання додаткових функціональних можливостей, таких, як пошук періодів з нижчими цінами для зарядки акумуляторів, визначення доступних слотів для зарядки в громадських місцях та надати корисну інформацію водіям. Кожен транспортний засіб повинен мати два основні елементи: з'єднання для двонаправленого потоку електричної енергії і логічний зв'язок для "спілкування" та управління обома сторонами. Сигнал управління від оператора електромережі до транспортних засобів може бути реалізований через широкомовний радіосигнал, мережу стільникового зв'язку, Інтернет. Відомі й інші концепції використання накопиченої в акумуляторах електромобілів енергії окрім V2G, наприклад, Vehicle-to-Home (V2H), Vehicle-to-Building (V2B) і Vehicle-to-Everything (V2X).

Станом на 2019 рік кількість зарядних станцій в Україні становила 2719 шт., а кількість зарядних пунктів – 5902 шт. Впродовж 2019 року українці зареєстрували 7542-а електромобілі, які, до того ж, лише приймають електроенергію і не здатні її віддавати в мережу. Так само, в Україні впроваджуються зарядні станції, які спроможні лише заряджати електромобілі і не здатні приймати електроенергію з акумуляторів електромобілів в мережу [2]. Все це свідчить про те, що процес впровадження концепції V2G в Україні знаходиться лише на етапі досліджень.

2. Електричні структурні схеми електромобіля і зарядних станцій

На рисунку 1 наведено електричну схему системи зарядки акумуляторів електромобілів від джерела змінного струму з коефіцієнтом потужності 1. Ця система зарядки акумуляторів забезпечує двонаправлений потік енергії між електромережею та акумуляторами, працюючи в обох режимах зі змінним струмом, і тому її можна розглядати, як розумне зарядне обладнання. Вона складається з двох основних частин: двонаправленого перетворювача потужності, який використовує індуктивності, конденсатори та біполярні транзистори із ізольованим затвором як напівпровідники з імпульсною потужністю; і системи управління, яка складається з мікроконтролера, схеми обробки сигналу, драйверів командних сигналів і драйверів.[3]

У світі існують електромобілі з різними характеристиками, різної комплектації. Існує три типи електромобілів, які заряджаються від мережі: цілком електричні, гібридні та електричні з великим запасом ходу. Цілком електричні автомобілі працюють виключно на своєму електродвигуні і мають вбудовану акумуляторну батарею. Гібридні автомобілі мають акумуляторну батарею, а також паливний бак для резерву. Таким чином, автомобіль за необхідності додаткової потужності почне працювати на традиційному двигуні внутрішнього згоряння (ДВЗ). Електромобіль з великим запасом ходу схожий на гібридний електромобіль, але не має ДВЗ. Натомість є невеликий паливний генератор, що працює для підзарядки акумулятору в разі необхідності.

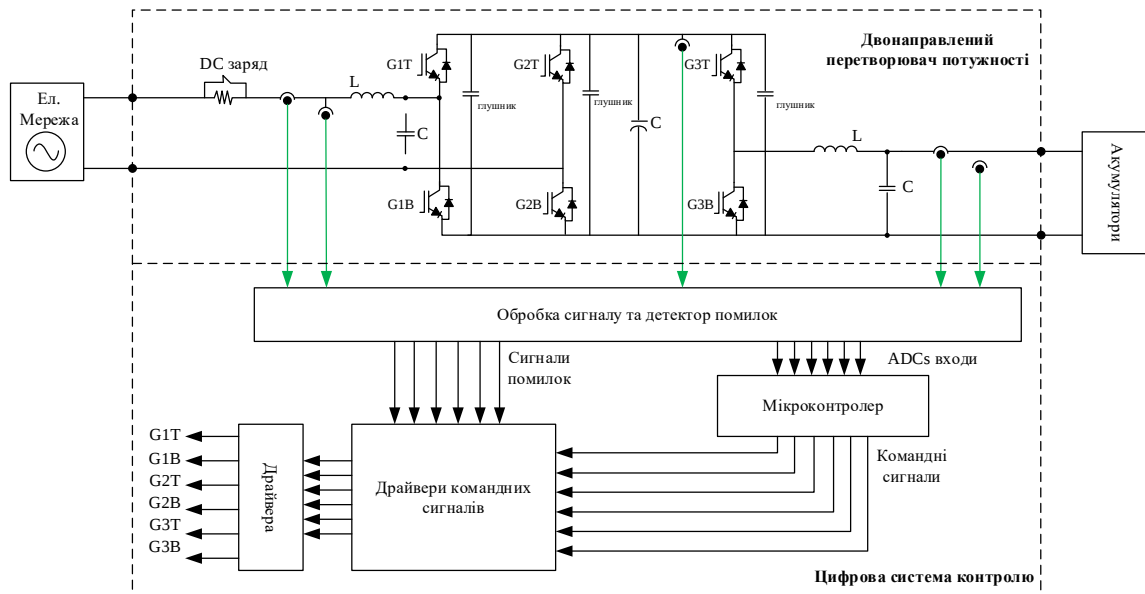


Рис. 1 – схема зарядки аккумулятора электромобиля

Слід зазначити, що не всі електромобілі спроможні віддавати електроенергію в мережу, і не всі зарядні станції можуть приймати цю електроенергію. Прикладом електромобілів, які можуть віддавати в мережу і приймати з мережі електроенергію, є Nissan LEAF, Mitsubishi Outlander PHEV.

Системи зарядки акумуляторів можуть бути трьох типів: змінним струмом від розетки (малої потужності), змінним струмом високої потужності (рис. 2) і постійним струмом (рис. 3) [4].

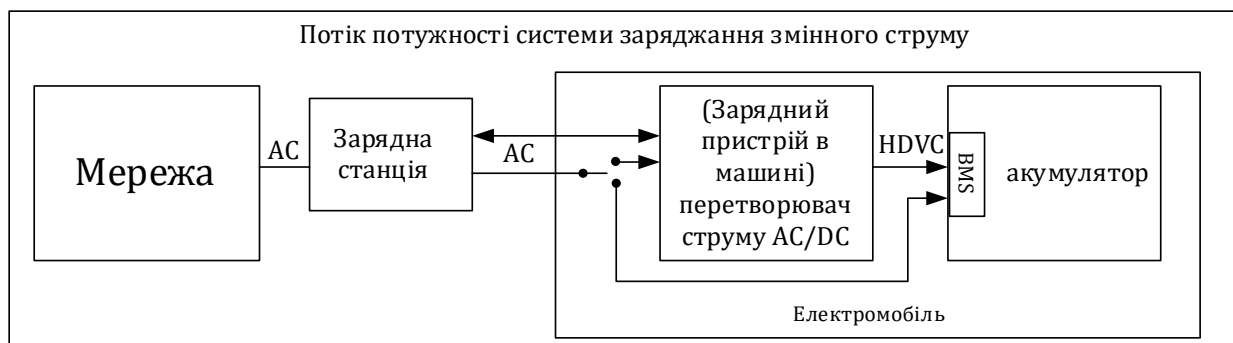


Рис. 2 – Структурна схема зарядної станції змінного струму: 1 і 2 рівні

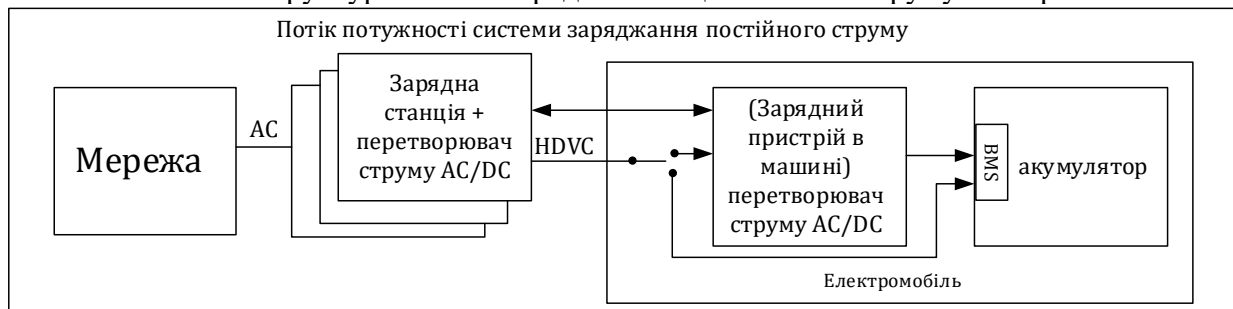


Рис. 3 – Структурна схема зарядної станції постійного струму: 3 рівень

Зарядка від звичайної розетки: час повної зарядки таким способом складає 10-12 годин з розрахунку ємності батареї 30-35 кВт•год. Зарядка змінним струмом підвищеної потужності: час повноцінного заряду батареї в такому режимі триває до 4 годин. І зарядка постійним струмом підвищеної потужності – найшвидший варіант заряду батареї електромобіля. Час повноцінного заряду батареї становить приблизно 30 хв.

3. Алгоритм імплементації V2G в Україні

3.1 Основні аспекти

Імплементація концепції V2G в Україні вимагає дослідження і розв'язання низки завдань, зокрема, але не виключно:

- Запровадження програм лояльності під час купівлі електромобілів та обміну традиційних автомобілів на електрокари. Співпрацю держави з автовиробниками та дилерами спрямовано на підвищення усесторонньої вигоди від збільшення частки електромобілів в країні (вигоди під час купівлі-продажу-обміну, покращання екології, додаткові робочі місця, підвищення рівня обслуговування тощо).
- Розвиток інтелектуальних електромереж. Створення системи передачі даних, дата-центрів, які будуть зберігати і обробляти інформацію. Розповсюдити розумні лічильники на зарядні станції. Створення єдиної системи, яка буде інформувати користувача про поточну кон'юнктуру ринку; найближчі зарядні станції; кількість коштів на його рахунок; кількість авто, які є у користувача; компанії, які надають послуги зарядки; ціну зарядки/розрядки автомобіля в даний момент і час зарядки/розрядки; ресурс акумуляторних батарей тощо.
- Розгортання мережі пунктів двонаправленого обміну електроенергією з достатнім покриттям. Згідно [5] в Європі, щоб визначити відповідну кількість пунктів зарядки, доступних для громадськості, потрібно враховувати кількість існуючих пунктів зарядки, доступних для громадськості, їх технічні характеристики, та вирішувати, чи зосередити зусилля з розгортання на пунктах перезарядки як звичайних, так і великих потужностей. Але йдеться про зарядки G2V. Потрібно взяти до уваги цей пункт і зробити поступову заміну станцій G2V на станції V2G, а також почати будівництво нових станцій V2G в місцях, де це можливо (паркінги біля будинків, торговельних центрів, аеропортів, портів, авто- та залізничних вокзалів тощо). Доцільно встановлювати зарядки високої потужності, особливо в тих місцях, де людина знаходиться, відносно, не довго (наприклад: паркінги біля магазинів).
- Налагодження взаємодії операторів системи розподілу (ОСР) з власниками зарядних станцій. Оператори системи розподілу, які володіють або експлуатують пункти зарядки, повинні співпрацювати на недискримінаційній основі з будь-якими іншими власниками або операторами пунктів зарядки, зокрема забезпечуючи їх з інформацією, необхідною для ефективного доступу до системи та її використання.
- В пунктах зарядки електроавтомобілів повинні використовуватись інтелектуальні системи обліку, щоб сприяти стабільності електроенергетичної системи, забезпечуючи безпеку та гнучку обробку даних. Інтелектуальні системи обліку, потрібно забезпечити отриманням даних, необхідних для стабільності мережі та заохочення раціонального використання послуг, також забезпечити точною інформацією про вартість та доступність послуг, що в свою чергу оптимізує зарядку і надасть переваги для електроенергетичної системи та для споживачів.
- Розвиток конкурентного ринку електричної енергії. Створення та функціонування пунктів зарядки для електромобілів слід розвивати, як конкурентний ринок із відкритим доступом для всіх сторін, зацікавлених у впровадженні або експлуатації

інфраструктури зарядки. Реакція на попит є ключовою для забезпечення розумної зарядки електричних транспортних засобів і, таким чином, для ефективної інтеграції електричних транспортних засобів в електричну мережу, що буде вирішальним для процесу декарбонізації транспорту.

- Запровадження ринку допоміжних послуг в рамках конкурентного ринку електричної енергії в Україні. Завдяки ринку допоміжних послуг оператор системи передачі (ОСП) буде купувати електроенергію для забезпечення надійної роботи об'єднаної електроенергетичної системи (ОЕС) України та належної якості електричної енергії.
- Залежно від потреб мережі, в різні години доби електроенергія буде мати різну вартість, тому потрібно запровадити систему динамічного ціноутворення, яка буде формувати ціни на електроенергію залежно від кон'юнктури ринку.
- З попитом електромобілів в майбутньому знадобиться розгорнути мережі утилізації акумуляторів. Згідно [6] небезпечні відходи, які широко використовуються в усіх сферах діяльності людини: в побутових, виробничих, технічних і технологічних цілях, і підлягають утилізації. Утилізація автомобілів та їх акумуляторів надзвичайно важливе завдання для захисту навколишнього середовища. Акумулятори та електромобілі в цілому може бути перероблено і сировину використано повторно, що дозволяє компенсувати частину витрат на їх придбання.

3.2 Стислий опис алгоритму імплементації V2G в Україні

Блок-схему алгоритму імплементації концепції V2G в Україні наведено на рис. 4.

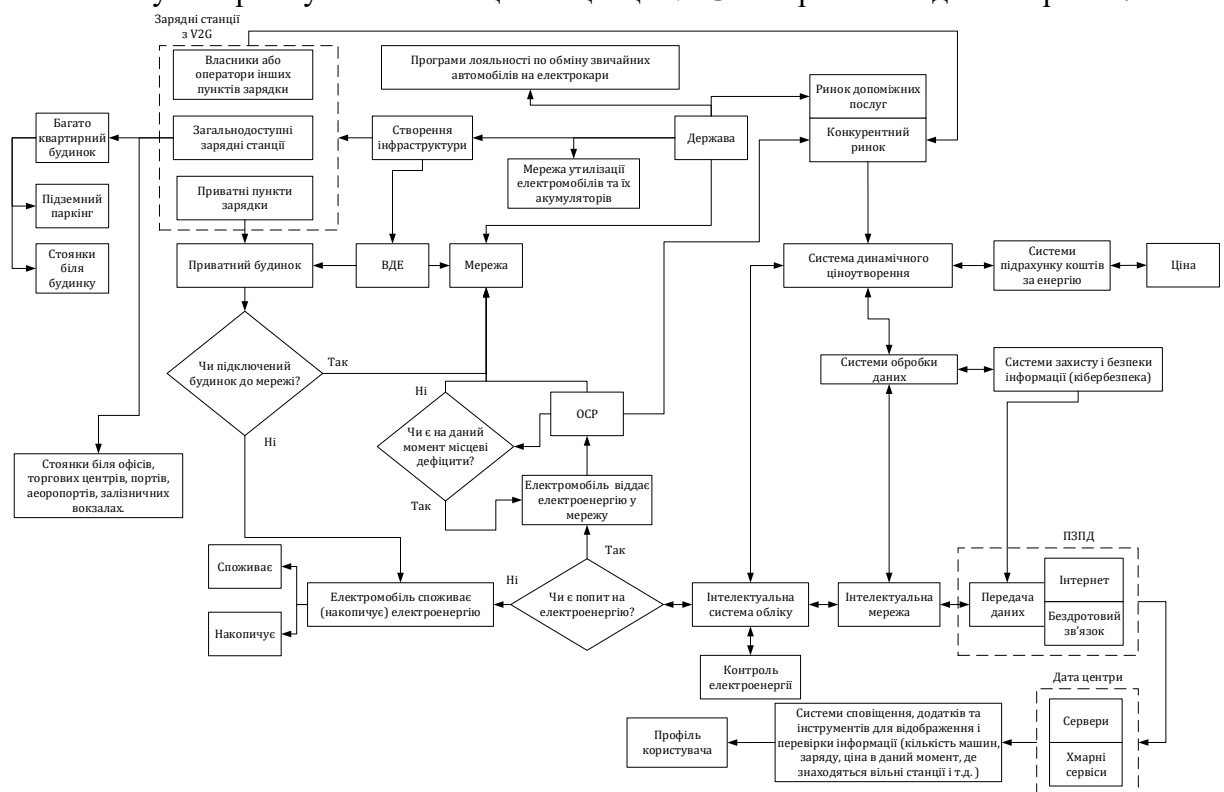


Рис.4 – Алгоритм імплементації концепції V2G в Україні

Держава стимулює впровадження програм лояльності під час купівлі-продажу електрокарів або обміну традиційних авто на електромобілі; розвиває конкурентний ринок електричної енергії, зокрема, ринок допоміжних послуг; розширює і підтримує мережу утилізації електромобілів та їх акумуляторів; сприяє створенню розгалуженої інфраструктури зарядних станцій V2G. Будується більше станцій відновлювальних джерел енергії і зарядних

станцій нового типу. Власники приватних будинків, які повністю забезпечують самі себе електроенергією, можуть продавати надлишки електроенергії для зарядки електрокарів за динамічними цінами. ОСР закуповує електроенергію у власників автомобілів за динамічними цінами. Завдяки системі динамічного ціноутворення власники електроавтомобілів можуть продавати та закуповувати електроенергію за вигідними цінами, а завдяки інтелектуальним системам обліку і системам сповіщення, наприклад, додаток в телефоні, користувач зможе відслідковувати інформацію, зокрема: кількість авто, яку має споживач; характеристики авто; найближчі зарядні станції і вільні місця на них; кількість зарядок з малою/великою потужністю; поточну ціну на електроенергію. Вся інформація захищена системами захисту і безпеки.

3.3 Стислий план імплементації V2G в Україні

1. Розвиток лібералізованого ринку електричної енергії України, зокрема, запровадження ринку допоміжних послуг.
2. Запровадження програм лояльності під час купівлі-продажу електромобілів та обміну традиційних авто на електромобілі.
3. Створення інфраструктури зарядних станцій V2G.
4. Створення системи інформаційної підтримки функціонування V2G в Україні.
5. Розгортання розумних систем обліку в пунктах зарядки електромобілів.
6. Запровадження динамічного ціноутворення на електричну енергію залежно від кон'юнктури ринку.

4. Застереження

Запровадження концепції V2G може мати певні застереження, наслідки і проблеми. Потрібно врахувати доходи населення, ставлення власників авто до того, що їх авто буде накопичувати і віддавати електроенергію, що швидше буде призводити до втрати ємності акумулятора і, як наслідок, до скорішої заміни останнього на новий, що в свою чергу потребує додаткових витрат. Технологія V2G підтримується лише стандартом зарядки “CHArge de MOve” (CHAdemo) – з французької “Заряджайся для руху” [7], в той час як більшість виробників орієнтовані на стандарт “Combined Charging System” (CCS) – з англійської “Комбінована система зарядки” [8], яким не передбачено технологію V2G. CHAdemo і CCS – це конкуруючі стандарти швидкої зарядки. CHAdemo – двоконтактний з’єднувач для зарядки постійним струмом з максимальною напругою 500 В, силою струму 125 А і потужністю до 200 кВт (наприклад, автомобілів типу Tesla Model S, Mitsubishi, Nissan Leaf 1, 1.1). В свою чергу, CCS – двоконтактний з’єднувач з можливістю зарядки напругою 200-500 В змінного струму і з функцією швидкої зарядки постійним струмом потужністю до 170 кВт. (наприклад, автомобілів типу KIA Niro, Hyundai eSUV).

Також, проблема утилізації акумуляторів і авто, повинна вирішуватись державою на законодавчому рівні, щоб якомога менше забруднювати навколишнє середовище, створення центрів утилізації. Потрібно підняти проблему безпеку електромобіля внаслідок надзвичайних ситуацій, наприклад таких, як пожежа.

Висновки

Імплементація концепції V2G в Україні спрямована на усунення невідповідності попиту і пропозицій на ринку електричної енергії, зумовленої некерованим виробленням електричної енергії генерувальними установками на базі ВДЕ, через управління попитом

шляхом відбору з електромережі і тимчасового зберігання надлишків електричної енергії у пулі електромобілів та часткового повернення її в електромережу на запит ринку, що має на меті підвищити збалансованість електроенергетичної системи, збільшити дозволену частку генерувальних установок на базі ВДЕ в енергобалансі України, що врешті решт має призвести до скорочення використання викопного палива та покращання екології довкілля.

Список використаних джерел / References

1. Vehicle-to-Grid Sociotechnical Transition Beyond Electric Mobility / Lance Noel, Gerardo Zarazua de Rubens, Johannes Kester, Benjamin K. Sovacool. – Stirling: Springer Nature Switzerland AG, 2019. – 270 с.
2. IRS: [Електронний ресурс]. URL: <http://irsgroup.com.ua/> (дата звернення: 05.05.2021).
3. “Batteries Charging Systems for Electric and Plug-In Hybrid Electric Vehicles,” 1st ed / Vítor Monteiro, Henrique Gonçalves, João C. Ferreira, João L. Afonso. - InTech, 2012, pp.149-168
4. Electric Vehicle Service Infrastructure [Електронний ресурс] // Texas Instruments. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ti.com/>.
5. On the deployment of alternative fuels infrastructure: Directive 2014/94/EU of the European Parliament and of the Council of 22 October 2014 p. 1–20
6. Про відходи: Закон України від 5 березня 1998 року № 187/98-ВР Відомості Верховної Ради України № 36-37, ст.242
7. CHAdeMO fast charging for EVs: [Електронний ресурс]. URL: <https://www.chademo.com/> (дата звернення: 01.05.2021).
8. CHARIN: [Електронний ресурс]. URL: <https://www.charin.global/> (дата звернення: 01.05.2021).