

УДК 67.01

Розвиток енергозабезпечення систем цивільної інженерії в Україні

Ілля Девтеров¹, Петро Зінич²

¹д.філос.н., доц. Інститут інноваційної освіти Київського національного університету будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, devterov@i.ua, ORCID: 0000-0001-7816-0774

²к.т.н., доц., завідувач кафедри цивільної інженерії Інституту інноваційної освіти Київського національного університету будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, mpzinych@ukr.net, ORCID: 0000-0002-8991-476

Анотація. У роботі на основі системного підходу, аналізу та синтезу важливих питань за темою дослідження, а також методу спостереження, вимірювання, формалізації і узагальнення досліджується сучасний стан енергозабезпечення систем цивільної інженерії в Україні та ресурси, які можна розвивати та використовувати для підвищення енергоефективності та енергонезалежності країни в умовах глобалізації світової економіки, а також інтеграції систем штучного інтелекту і нейромереж у всі сфери життя. Проводиться дослідження подальших шляхів підвищення та оптимізації енергозабезпечення систем цивільної інженерії в Україні, доводиться їх можливість. Робиться висновок про те, що розуміння важливості цих питань призведе до енергонезалежності і енергобезпеки країни в цілому, а також зростання обсягів громадянського будівництва і енергореновації цивільних будівель. Особливу увагу приділено ВДЕ, що вже використовуються в Україні, є доволі енергоефективними і зберігають навколишнє середовище, що підвищує конкурентоспроможність країни на світовому ринку енергопостачання, а також виробництва багатьох товарів та послуг, актуальних на сьогоднішній день.

Ключові слова: енергозабезпечення, цивільна інженерія, енергоресурси, енергетична безпека, інфраструктура, відновлювальні джерела енергії.

Вступ. Наразі енергозабезпечення України можна охарактеризувати як достатнє, але залежне від імпорту енергоресурсів. Україна виробляє значну частину своєї електроенергії на вугільних і ядерних електростанціях, а також має потужності для виробництва вітрової та сонячної енергії. Однак, частка імпорту енергоресурсів, зокрема газу, є значною. Також в Україні є проблеми з застарілими системами передачі та розподілу електроенергії, що може призвести до аварій та відключення електропостачання. Вивчення цих питань є нагально потрібним, що ми можемо побачити у нашій роботі.

Актуальність дослідження. Актуальність дослідження полягає у прагненні України до енергонезалежності та енергоефективності систем, що існують, модернізації систем енергозабезпечення, які вже є застарілими і мають низьку ефективність і ККД.

Останні дослідження та публікації. Останні 5 років ці теми щільно досліджувалися такими авторами, як Бурлаков В. М. [2], Кизим М.О [4], Зернецька О.В. Кузнецов М.П. і Мельник О.А досліджували комплексне використання відновлюваних джерел енергії [5], Шостак Л. звернула увагу на проблеми енергозабезпечення розвитку України [8], Енергетичну стійкість досліджував Chris Hendricson у MellonUniversity, Pittsburgh [9], і у Witingsschool & Engineering/ Department of Civil & Systems Engineering (JohnsHopkins) [10] розглянуто май-

бутнє енергетичної інфраструктури; роль системної інженерії в енергетичній промисловості досліджувала Maria Peres [11]. Багато робіт пов'язано із енергонебезпекою, удосконаленням інфраструктури і нових конструктивних рішень, пов'язаних з цим процесом. Тобто ми бачимо, що енергоефективність є проблемою у кожній країні і є предметом зацікавленості профільних спеціалістів.

Формулювання цілей статті. Мета роботи полягає у дослідженні стану енергозабезпечення систем цивільної інженерії в Україні та ресурсів, які можна розвивати та використовувати для підвищення енергоефективності та енергонезалежності країни в умовах глобалізації світової економіки, а також інтеграції систем штучного інтелекту і нейромереж у всі сфери життя; дослідження шляхів підвищення та оптимізації енергозабезпечення систем цивільної інженерії в Україні.

Основна частина. У системах цивільної інженерії України існують наступні проблеми у енергопостачанні:

1. Застарілість енергетичної інфраструктури – багато електромереж і трансформаторних підстанцій є застарілими і потребують заміни або модернізації.

2. Низька ефективність використання енергоресурсів – багато будівель і споруд мають застарілі системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, що призводить до витрат енергії.

3. Недостатня розвиненість відновлювальних джерел енергії - в Україні недостатньо розвинуті вітрова і сонячна енергетика, що може забезпечити більш екологічне та стабільне енергопостачання.

4. Низький рівень автоматизації та дистанційного керування – багато енергетичних об'єктів не мають сучасних систем автоматизації та дистанційного керування, що призводить до збільшення ризику аварій та зниження ефективності роботи систем.

5. Недостатня забезпеченість енергетичної безпеки – Україна залежить від імпорту енергоресурсів, що може призвести до проблем з енергетичною безпекою в разі геополітичних криз або зміни цін на енергоресурси.

6. Цільове руйнування електричних станцій та інших енергетичних об'єктів інфраструктури агресором, методичні обстріли саме критичних об'єктів інфраструктури, замінування АЕС [2].

З табл. 1 ми бачимо, що цільове призначення і характер використання різних джерел енергії в Україні практично не відрізняється від провідних країн світу. При цьому, Україна може позбавитися, наприклад, імпорту енергоресурсів шляхом:

- Розвитку вітрової та сонячної енергетики. Україна має потенціал для виробництва енергії з вітру та сонця, що може зменшити залежність від імпорту газу та нафти;

- Розвитку енергоефективності. Україна може зменшити споживання енергії шляхом впровадження енергоефективних технологій та будівництва енергоефективних будинків;

- розвитку відновлювальних джерел енергії. Україна може використовувати відновлювальні джерела енергії, такі як біомаса, геотермальна енергія, гідроенергетика та інші;

- розвитку альтернативних джерел енергії. Україна може використовувати альтернативні джерела енергії, такі як воднева енергія, ядерна енергія, акумуляторні батареї та інші;

- розвитку місцевої енергетики. Україна може розвивати місцеву енергетику, зокрема використовуючи енергію відходів та біогазу;

- цільового та економного використання власних енергозапасів [6].

Для підвищення ефективності використання енергоресурсів в системах цивільної інженерії України можна вжити наступні заходи: 1) Використання енергоефективних технологій та матеріалів. Це може включати в себе установку ізоляції, використання LED освітлення, ефективних систем опалення та кондиціонування повітря, а також використання енергоефективних

матеріалів для будівництва; 2) Впровадження систем енергоменеджменту. Це може включати в себе моніторинг та аналіз споживання енергії, виявлення та усунення проблем, пов'язаних з енергоспоживанням, та встановлення цілей для зниження споживання енергії; 3) Використання відновлювальних джерел енергії. Це може включати в себе використання сонячних батарей, вітрових турбін, гідроенергетики та інших джерел енергії, які можуть замінити традиційні джерела енергії; 4) Дуже актуальним для України на сьогоднішній день є енергія з використанням природного газу, біогазу, викопного вугілля і енергії надр Землі, в тому числі, енергії викидного вентиляційного повітря [4]; 5) Використання систем автоматизації та управління. Це може включати в себе використання систем автоматичного управління освітленням, опаленням та кондиціонуванням повітря, що дозволяє ефективно використовувати енергію та знижувати її споживання; 6) Впровадження енергетичних стандартів. Це може включати в себе встановлення стандартів енергоефективності для будівель та обладнання, що дозволяє знижувати споживання енергії та забезпечувати більш стійку енергетичну систему.

У енергообладнанні систем цивільної інженерії можуть використовуватися різні матеріали, які сприяють енергозбереженню. Основні з них:

1. Теплоізоляційні матеріали. Вони зменшують втрати тепла через стіни, дахи, підлоги і т.д. Найпоширеніші матеріали цього типу - мінеральна вата, пінополістирол, пінополіуретан.

2. Енергозберігаючі вікна і двері. Вони мають високу теплоізоляцію і дозволяють зменшити витрати на опалення і кондиціонування повітря.

3. Світлопрозорі конструкції з енергозберігаючим склом. Вони дозволяють пропускати більше світла, зменшуючи при цьому неминучий вплив сонячної радіації на внутрішній клімат приміщення.

4. Енергозберігаючі матеріали для дахів і покрівель. Вони зменшують втрати тепла через дах і дозволяють суттєво знизити витрати на опалення.

5. Системи автоматичного регулювання температури та освітлення. Вони дозволяють зменшити витрати на опалення і кондиціонування повітря, регулюючи температуру та освітлення в залежності від погодних умов і часу.

Використання цих матеріалів може значно знизити витрати на енергопостачання і зменшити негативний вплив на довкілля.

Порівняльна таблиця використання відходів та ВДЕ в енергетичному постачанні України, Німеччини, Великої Британії і Франції

№	Вид відходів	Використання в енергетиці України	Використання в енергетиці Німеччини	Використання в енергетиці Великої Британії	Використання в енергетиці Франції
1	2	3	4	5	6
1.	Вугілля	для виробництва електроенергії в теплових електростанціях	для виробництва електроенергії в теплових електростанціях та когенераційних установках	для виробництва електроенергії та опалення	для виробництва електроенергії та опалення
2.	Нафта	для виробництва електроенергії в теплових електростанціях та для виробництва палива для автомобілів та інших транспортних засобів	для виробництва електроенергії в теплових електростанціях та для виробництва палива для транспорту	для виробництва палива для транспорту та побутових потреб	для виробництва палива для транспорту та побутових потреб
3.	Природний газ	для виробництва електроенергії в газових та комбінованих циклах електростанцій, а також для опалення та побутових потреб	для виробництва електроенергії в газових та комбінованих циклах електростанцій, а також для опалення та побутових потреб	для виробництва електроенергії в газових та комбінованих циклах електростанцій, а також для опалення та побутових потреб	для виробництва електроенергії в газових та комбінованих циклах електростанцій, а також для опалення та побутових потреб
4	Біомаса	для виробництва електроенергії в біопаливних електростанціях та як джерело тепла для опалення	для виробництва електроенергії в біопаливних електростанціях та як джерело тепла для опалення	для виробництва електроенергії в біопаливних електростанціях та як джерело тепла для опалення	для виробництва електроенергії в біопаливних електростанціях та як джерело тепла для опалення
5	Сонячні панелі	для виробництва електроенергії з сонячної енергії	для виробництва електроенергії з сонячної енергії	для виробництва електроенергії з сонячної енергії	для виробництва електроенергії з сонячної енергії
6	Вітрові турбини	для виробництва електроенергії з вітрової енергії	для виробництва електроенергії з вітрової енергії	для виробництва електроенергії з вітрової енергії	для виробництва електроенергії з вітрової енергії
7	Гідроелектростанції	для виробництва електроенергії з енергії потоків води	для виробництва електроенергії з енергії потоків води	для виробництва електроенергії з енергії потоків води	для виробництва електроенергії з енергії потоків води

Провідні фахівці у сфері цивільної інженерії та енергетики вважають розвиток відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) одним із найважливіших шляхів до енергонезалежності України та розвитку систем цивільної інженерії, потреби яких зростають разом із будівництвом нових об'єктів-споживачів. «Успіх на цьому шляху визначається загальним станом і тенденціями соціально-економічного розвитку України, які зумовлюють можливість не тільки простого, а й розширеного відтворення. Ключова роль енергоресурсів у забезпеченні цих процесів змусила

постіндустріальні країни переорієнтувати пріоритети свого розвитку на початку ХХІ ст. з обмеження використання невідновлювальних природних енергоносіїв на інтенсифікацію їх використання через зниження енергоемності випуску та використання альтернативних джерел енергопостачання» [5].

Енергоефективність відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) залежить від типу використовуваної технології та умов експлуатації. Наприклад, сонячні батареї мають енергоефективність близько 15-20%, тобто вони можуть перетворити 15-20% сонячної енергії в електричну енергію.

Вітрові турбіни мають енергоефективність від 30% до 50%, залежно від розміру та типу турбіни. Гідроенергетичні установки можуть мати енергоефективність більше 90%, що робить їх одними з найбільш ефективних ВДЕ, але при цьому ми розуміємо величезну витратність подібних проектів.

Варто зазначити, що енергоефективність ВДЕ може бути вплинута різними факторами, такими як погодні умови, технічний стан обладнання та інші. Також важливо враховувати витрати на виробництво, транспортування та установку ВДЕ, а також витрати на зберігання та транспортування енергії, яку вони виробляють. Утилізація акумуляторних батарей, що відробили своє теж є складною проблемою.

На підприємствах біогаз звичайно використовується як паливо в котлах для виробництва теплової енергії, в когенераційних машинах - для виробництва електроенергії та супутньої теплової [2]. 1 куб.м. біогазу дає 2-2,5 кВт/год електроенергії та 2,5-3 кВт/год теплової енергії за рахунок охолодження двигунів при спалюванні біогазу. Також переробка в біометан – важлива потенційна складова використання біогазу. Використовується як автомобільне паливо або закачується до центральної газової мережі, а також є сировиною для органічного синтезу в хімічній промисловості, наприклад, спиртів - метанолу, етанолу, бутанолу тощо. Супутнім ко-продуктом виробництва біогазу є зріджений газ CO₂[2], для підвищення ефективності використання вуглекислого газу розробляються нові енергетичні технології, в яких вуглекислий газ є основним робочим тілом в термодинамічних циклах енергетичних установок замість продуктів згорання, водяної пари та води.

Загалом, ВДЕ є енергоефективними технологіями, які можуть забезпечити значну кількість енергії при мінімальних викидах в атмосферу та зменшенні залежності від традиційних джерел енергії.

Кількість використання біогазу в різних галузях промисловості може змінюватися в залежності від регіону та економічних умов. Проте, нижче наведено загальні кількісні показники використання біогазу в різних галузях промисловості.

Також, процент електроенергії, який можна заощадити шляхом використання систем автоматичного управління (САУ), залежить від типу системи та її ефективності. Проте, в цілому, використання САУ може зменшити споживання електроенергії в системах цивільної інженерії на 10-30 %.

Таблиця 2.

№	Галузь промисловості	Кількість використання біогазу
1	Електроенергетика	40%
2	Теплопостачання	30%
3	Транспорт	15%
4	Хімічна промисловість	10%
5	Інші галузі	5%

Примітки. Як ми бачимо, домінуюче споживання біогазу приходить на електроенергетику і теплопостачання, що дає нам можливість підвищити ці показники, які вплинуть на енергоефективність промисловості і систем цивільної інженерії також.

Наприклад, використання САУ для управління освітленням може знизити споживання електроенергії на 20-50 %, залежно від типу та ефективності використовуваної технології. Використання САУ для управління системами опалення та кондиціонування повітря може знизити споживання електроенергії на 10-30 % [3], при належній формалізації цих процесів.

Важливо враховувати, що ефективність САУ залежить від правильної настройки та підтримки системи. Також варто враховувати витрати на встановлення та підтримку САУ, які можуть бути виправданими за рахунок зниження споживання електроенергії та зменшення витрат на енергію.

Загалом, використання САУ є ефективним способом зниження споживання електроенергії в системах цивільної інженерії, що дозволяє забезпечувати більш стійку та економічну енергетичну систему. Кількість електроенергії, яку можна заощадити шляхом впровадження енергетичних стандартів, залежить від типу стандарту та відповідності його вимог наявним системам цивільної інженерії. Проте, в цілому, впровадження енергетичних стандартів може знизити споживання електроенергії в системах цивільної інженерії на 20-40 %.

Наприклад, використання стандарту LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) може знизити споживання електроенергії на 20-30 % в порівнянні з традиційними будівлями. Використання стандарту BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) може знизити споживання електроенергії на 25-40 % в порівнянні з традиційними будівлями.

Важливо враховувати, що впровадження ене-

енергетичних стандартів може вимагати відповідних змін в будівельному проекті та виконанні будівельних робіт, що може збільшити вартість будівництва [8]. Проте, ці зміни можуть бути виправданими за рахунок зниження споживання електроенергії та зменшення витрат на енергію.

Загалом, впровадження енергетичних стандартів є ефективним способом зниження споживання електроенергії в системах цивільної інженерії, що дозволяє забезпечувати більш стійку та економічну енергетичну систему, тому що стандарти розроблялися провідними спеціалістами у цієї галузі.

Процент електроенергії, який можна заощадити шляхом впровадження систем енергоменеджменту (СЕМ), залежить від типу системи та її ефективності. Проте, в цілому, використання СЕМ може знизити споживання електроенергії в системах цивільної інженерії на 10-30%.

Наприклад, використання СЕМ для моніторингу та аналізу споживання енергії може знизити споживання електроенергії на 10-20%. Використання СЕМ для виявлення та усунення проблем, пов'язаних з енергоспоживанням, може знизити споживання електроенергії на 20-30%, що є вже досить серйозним відсотком енергозбереження.

Важливо враховувати, що ефективність СЕМ залежить від правильної настройки та підтримки системи [8]. Також варто враховувати витрати на встановлення та підтримку СЕМ, які можуть бути виправданими за рахунок зниження споживання електроенергії та зменшення витрат на енергію. Загалом, використання СЕМ є ефективним способом зниження споживання електроенергії в системах цивільної інженерії, що дозволяє забезпечувати більш стійку та економічну енергетичну систему.

Також, можна змінити ефективність енерго-

забезпечення систем цивільної інженерії законодавчим шляхом. Наприклад, шляхом прийняття законів та нормативних актів, що встановлюють вимоги до енергоефективності будівель та споруд, використання енергоефективних технологій та матеріалів, встановлення обмежень на використання енергозатратних технологій та устаткування. Також можуть бути введені фінансові стимули для будівництва енергоефективних будівель та споруд, наприклад, знижки на податки або кредити зі зниженими процентними ставками.

Висновки. З проведеного дослідження можна зробити висновки про те, що можливості підвищення та оптимізації енергозабезпечення систем цивільної інженерії в Україні є. Розуміння важливості цих питань призведе до енергонезалежності і енергобезпеки країни в цілому, а також зростання обсягів громадянського будівництва і енергореновації цивільних будівель [8] та відновлення української інфраструктури після перемоги у війні, яка все більше виснажує економіку. Особливу увагу слід приділяти ВДЕ, що є доволі енергоефективними і зберігають навколишнє середовище. Технології виробництва ВДЕ вже налагоджені і існують у нас, в Україні.

Перспективи подальших досліджень. Подальший розвиток цієї роботи полягає у адресному моніторингу проблемних ланок сучасної системи енергозабезпечення та втіленню у життя новітніх розробок вітчизняних та зарубіжних фахівців, які вже є на сьогоднішній день і дозволяють суттєво знизити процент енерговитрат на всіх ділянках енергозабезпечення систем цивільної інженерії [5-7, 11-14]. Це підвищує конкурентоспроможність країни на світовому ринку енергопостачання, а також виробництва багатьох товарів та послуг, актуальних на сьогоднішній день.

References

1. Biohazovi zavody: Praktyka zastosuvannya. Napryamky vykorystannya biohazu. Rezhym dostupu: <https://utc.bio/biogazovi-kompleksy/napryamky-vykorystannya-biogazu/>
2. Burlakov V. M. Synerhiya ta tempodynamika vdoskonalennya modeli kibernetichnykh zahroz yadernykh ob'yektiv / V. M. Burlakov, V. H. Kononovych, I. V. Kononovych // Adapt. systemy avtomat. upr. – 2018. – № 1. – S. 23–36. – Bibliohr.: 22 nazv.
3. Dudnyk O.M., Dunayevs'ka N.I., Sokolovs'ka I.S., Trypol's'kyy A.I., Stryzhak P.E.. Oderzhannya, ochyshchennya ta utylizatsiya vuhlekysloho hazu v protsesakh vyrobnytstva enerhiyi ta khimichnykh produktiv // Instytut vuhil'nykh enerhotekhnolohiy NAN Ukrayiny, Kyuyiv, Instytut fizychnoyi khimiyi im. L.V. Pysarzhevs'koho NAN Ukrayiny, Kyuyiv, UDK 620.9:662.7:662.6:544.478, 2022.
4. Kyzym M. O. Ekonomichna bezpeka Ukrayiny u hazoviy sferi: monohrafiya / M.O. Kyzym, O.V. Lelyuk. – Kharkiv : INZHEK, 2014.– 224 c. – Bibliohr.: s.184–204.
5. Kompleksne vykorystannya vidnovlyuvanykh dzherel enerhiyi: Kurs leksiy [Elektronnyy resurs] : navch. posib. dlya stud. spetsial'nosti 141 «Elektroenerhetyka, elektrotekhnika ta elektromekhanika» / KPI im. Ihorya Sikors'koho ; ukklad.: M.P. Kuznyetsov, O.A. Mel'nyk – Elektronni tekstovi dani (1 fayl: 7,93 Mbayt). – Kyuyiv : KPI im. Ihorya Sikors'koho, 2022. – 304 s.

6. Modernizatsiya i bezpeka rozvytku v umovakh hlobalizatsiyi : zb. nauk. pr. / red.: O. V. Zernets'ka ; NAN Ukrayiny, In-t vsesvit. istoriyi. – Kyiv, 2016. – 194 c.
7. Shyshkin E. A. Enerhorenovatsiya tsyvil'nykh budivel' : konspekt lektsiy dlya studentiv dennoyi ta zaochnoyi form haluzi znan' 19 – Arkhitektura ta budivnytstvo, spetsial'nosti 192 – Budivnytstvo ta tsyvil'na inzheneriya / E. A. Shyshkin, K. I. Vyatkin ; Kharkiv. nats. un-t mis'k. hosp-va im. O. M. Beketova. – Kharkiv : KHNUMH im. O. M. Beketova, 2018. – 30 s.
8. Shostak L. Problemy enerhozabezpechennya rozvytku Ukrayiny. // PERSONAL. Zhurnal intelektual'noyi elity. № 11/2007. Rezhym dostupu: <http://personal.in.ua/article.php?id=611>
9. Chris Hendricson, Dist. M. Asce/ Sustainable Energy Challenges for Civil Engineering Management // Dept. of Civil and Environmental Engineering/ Carnegie Mellon Univ, Pittsburgh, PA 15208/ DOI 10.1061/(ASCE)ME. 1943-5479.0000074/ Rezhym dostupu: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29ME.1943-5479.0000074>
10. Drivers for implementation of energy-efficient technologies in building construction projects — Results from a Swedish case study. Jakob Carlander, Patrik Thollander // Scince Direct. Resources, Environment and Sustainability. Volume 10, December 2022, 100078. Rezhym dostupu: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666916122000287>
11. Evaluating energy economic security and its influencing factors in China. Jiangquan Wang, Muhammad Shahbaz, Malin Song // Elsevier. Science Direct/ Energy Volume 229, 15 August 2021, 120638. Rezhym dostupu: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544221008872>
12. Future Energy Infrastructure/ Johns Hopkins/ Witing school & Engineering/ Department of Civil & Systems Engineering/ 2022. Rezhym dostupu: <https://engineering.jhu.edu/case/research/grand-societal-challenges/future-energy-infrastructure/>
13. Maria Peres. System Engineering's Role in the Energy Industry // Valispase, 24.01.2023. Rezhym dostupu: <https://www.valispase.com/system-engineerings-energy-industry/>
14. Siyi Wang. Analysis of Construction Technology Improvements based on the Energy Saving Requirements // Xi'an Siyuan University, Xi'an, Shaanxi, China, 710038.

UDC 67.01

Development of energy supply civil engineering system in Ukraine

Illja Devterov¹, Petro Zynych²

¹Sc.D, associate professor. Institute of Innovative Education of Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, devterov@i.ua, ORCID: 0000-0001-7816-0774

²PhD, Associate Professor, Head of the Department of Civil Engineering of Institute of Innovative Education of Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, mpzynych@ukr.net, ORCID: 0000-0002-8991-476

Abstract. The current state of energy supply of civil engineering systems in Ukraine and resources that can be developed and used to increase energy efficiency and energy independence are investigated in the work based on a systemic approach, analysis and synthesis of important questions on the research topic, as well as the method of observation, measurement, formalization and generalization countries in the conditions of the globalization of the world economy, as well as the integration of artificial intelligence systems and neural networks in all spheres of life. The relevance of the research lies in Ukraine's desire for energy independence and energy efficiency of existing systems, modernization of energy supply systems, which are already outdated and have low efficiency and efficiency. Further ways of improving and optimizing the energy supply of civil engineering systems in Ukraine are being researched, and their feasibility is proven. It is concluded that understanding the importance of these issues will lead to energy independence and energy security of the country as a whole, as well as an increase in the volume of civil construction and energy renovation of civil buildings. Special attention is paid to RES, which are already used in Ukraine, are quite energy-efficient and preserve the environment, which increases the country's competitiveness in the world energy supply market, as well as the production of many goods and services that are relevant today. Leading experts in the field of civil engineering and energy consider the development of renewable energy sources (RES) as one of the most important ways to energy independence of Ukraine and the development of civil engineering systems, the needs of which are growing along with the construction of new consumer facilities. The further development of this work consists in the targeted monitoring of problematic links of the modern energy supply system and the implementation of the latest developments of domestic and foreign specialists, which are already available today and allow to significantly reduce the percentage of energy costs in all areas of energy supply stem of civil engineering.

Keywords: energy supply, civil engineering, energy resources, energy security, infrastructure, renewable energy sources.

Надійшла до редакції / Received 03.04.2023