

КОНЦЕПЦІЯ ТРЕТЬОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ РЕВОЛЮЦІЇ

Постановка проблеми. Для сучасної людини як і для його прадавнього пращура *Homo habilis* енергія є каталізатором розумового, соціального і відповідно економічного розвитку. В усі часи людині необхідно було здобувати енергію для підтримки власної фізичної та розумової діяльності. Крім того, енергія була і залишається ключовим фактором, що забезпечує експлуатацію об'єктів праці (в'ючні тварини, станки тощо).

Якщо поглянути на процеси розвитку суспільства через призму природних сил, які його забезпечують, стає зрозумілим, що господарська діяльність людства зводиться до підпорядкування якомога більшої кількості енергії для потреб матерії. На підтвердження такого погляду можна навести слова нідерландського антрополога Фреда Спіра: «впродовж історії людства пошук матерії та енергії, достатньої для виживання та відтворення, були ключовими проблемами» [1].

Аналіз останніх наукових досліджень і публікацій. Ряд авторитетних дослідників поділяють погляди на енергетику як фундаментальний фактор суспільного розвитку. Серед них слід виділити: українських – Сергія Подолінського та Миколу Руденка; канадського аналітика у сфері енергетики Вацлава Сміла; американського економіста, соціального філософа Джеремі Ріфкіна; антрополога Леслі Уайта; валлійського історика Яна Моріса.

Мета статті полягає у формуванні концепції третьої енергетичної революції.

Виклад основного матеріалу дослідження. Зі стародавніх часів, енергетика відігравала важливу роль у житті суспільства, оскільки була рушійною силою для виробничих процесів. На ранніх етапах становлення промисловості (до XVIII ст.) актуальною була «термічно-органічна» парадигма¹ здобутку енергії, що передбачала використання теплової енергії від спалювання деревини (у поодиноких випадках вугілля) в рамках процесів термічного виробництва та енергії людських або тваринних м'язів для забезпечення енергії руху. В окремих галузях мало місце використання енергії вітру та води. Однак сфера застосування такого принципу здобутку енергії була занадто обмеженою (млини, вітрильники, пилорами), щоб вплинути на структуру існуючої енергетичної парадигми.

Ключовою передумовою до зміни енергетичної парадигми став винахід у XVII ст. парового двигуна. Такий пристрій давав змогу переводити термічну енергію в енергію руху. У перерахунку на енергоздобуток, використання парового двигуна як джерела енергії руху було економічно вигіднішим за використання енергії людських або тваринних м'язів. Цей факт спонукав суспільство до прийняття нової «вугільно-парової» енергетичної парадигми, в основі якої лежав принципи отримання енергії (як термічної так й енергії руху) за рахунок спалювання вугілля.

Промислове виробництво електроенергії наприкінці XIX ст. зробило процес здобутку енергії руху менш витратним, оскільки електроприводи (що працювали на електроенергії) мали значно вищий коефіцієнт корисної дії ніж парові машини. Крім того, компактна конструкція електроприводів розширювала спектр їх застосування. Таким чином, наприкінці XIX ст. розпочалось масове впровадження на виробництві промислових верстатів з електричним приводом, що призвело до збільшення виробничої продуктивності в кілька разів. Наприкінці XX ст. на підприємствах стали впроваджувати конвеєрні лінії (на електричному привідному механізмі), що дало початок процесу масового виробництва. Так, суспільством була прийнята нова «електрична» парадигма здобутку енергії, що актуально й на сьогоднішній день.

Як показує досвід, причиною зміни енергетичної парадигми ставали економічні мотиви. Коли суспільство доходило висновку, що може меншими зусиллями (фізичними або фінансовими) підпорядкувати своїм цілям більші обсяги енергії, воно приймало більш вигідні принципи енергоздобутку, що у сукупності своїй складали нову енергетичну парадигму. На підтвердження цих слів можна навести цитату канадського науковця Вацлава Сміла, який зазначив, що «з точки зору природознавства як доісторичний розвиток людства, так і подальший хід історії можуть розглядатися як пошук шляхів раціонального управління великими енергетичними запасами та потоками» [2].

Енергетична парадигма, що втілюється в життя шляхом енергетичної революції, завдає вектор руху економічним перетворенням, які в свою чергу починаються на соціальному устрої суспільства. Така

¹ Під енергетичною парадигмою слід розуміти сукупність загальноприйнятих у суспільстві методів здобутку енергії.

закономірність обумовлюється тим, що саме від типу використовуваної енергії та принципів її здобутку залежить технологічний розвиток виробництва, що складає основу соціально-економічного розвитку суспільства. Часи першої енергетичної революції можна назвати переходом до епохи «енергії пари», що дало початок розвитку технологій залізничного транспорту, пароплавства, фабричного виробництва. Другу енергетичну революцію можна назвати переходом до епохи «електричної енергії», в рамках якої було започатковано високоточне виробництво, удосконалено технології промислового

виробництва (автоматизація, конвеєрне виробництво тощо), гірничо-видобувної сфери, систем комунікації (телеграф, телефон, Інтернет).

Ряд дослідників відмічає тісний зв'язок між енергетичною парадигмою та соціально-економічним розвитком суспільства. Геофізик Ерл Кук розробив енергетичний ланцюжок, що характеризує енергоздобуток у різні епохи технологічного розвитку суспільства (рис. 1) [3]. Під енергоздобутком Ерл Кук розуміє здатність суспільства отримувати енергію з природного довкілля та використовувати її на потреби досягнення своїх цілей [4].

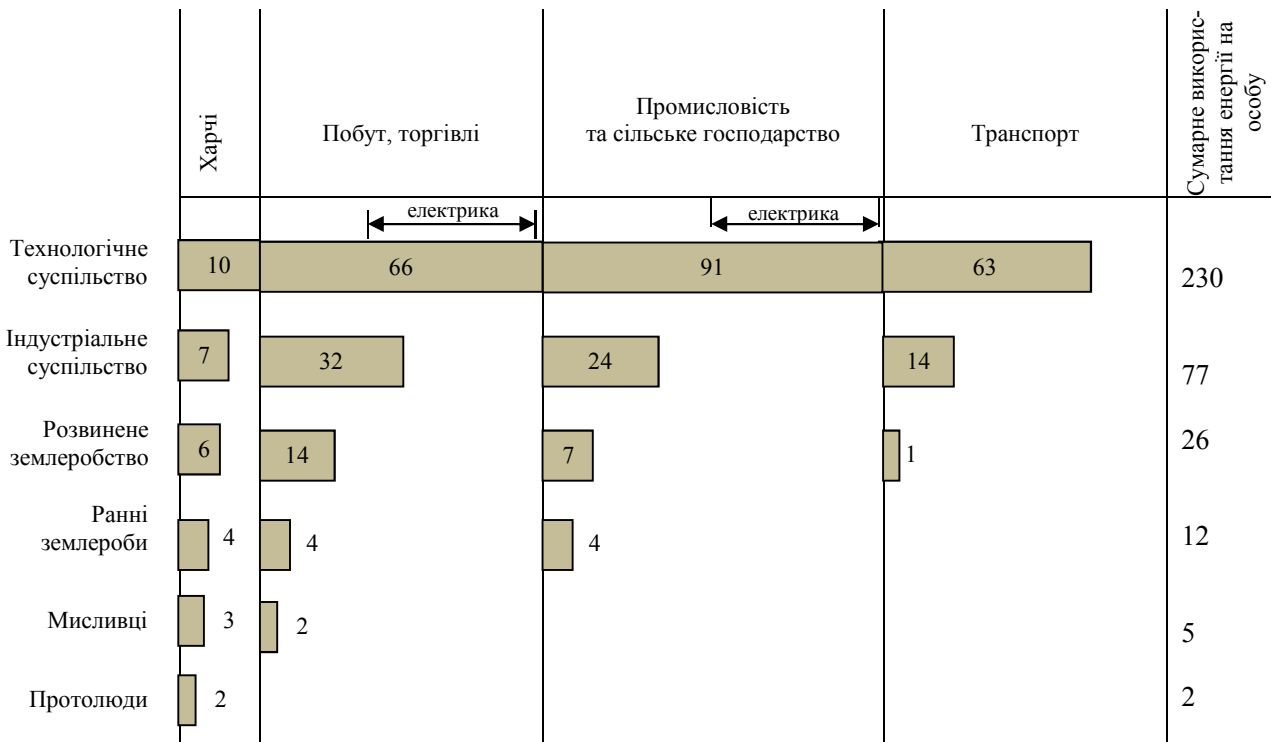


Рис. 1. Енергоспоживання на особу на добу, тис. кілокалорій

Джерело: Моріс Ян. Чому захід панує натеper // Оповіді з історії та що з них впливає щодо майбутнього. – К.: Вид-во «КЛІО», 2014. – 784 с.

За результатами аналізу енергетичного ланцюжка Ерла Кука встановлено, що період актуальності «термічно-органічної» енергетичної парадигми характеризувався надзвичайно повільним зростанням енергоздобутку. Так, з доісторичних часів до першої половини XVII ст.¹ середньодобовий енергоздобуток на одну особу зріс лише до 26 тис. кілокалорій. З прийняттям у XVIII ст. «вугільно-парової» парадигми² цей показник досяг рівня 77 тис. кілокалорій за 150 років. У результаті прийняття «електричної» парадигми, за перші 70 роки середньо-

добовий енергоздобуток на особу зріс до 230 тис. кілокалорій. Таким чином, результати аналізу енергетичного ланцюжка Ерла Кука доводять об'єктивність висновку щодо раціональності зміни енергетичної парадигми суспільством.

Дослідження Кука підтверджують очевидну гіпотезу про прямий зв'язок енергетичної парадигми з процесами технологічного розвитку суспільства. Однак залишається не вирішеним питання щодо першопричини. Тобто, що у даному контексті було первинним: енергетична або технологічна парадигма.

¹ Значеному періоду відповідають наведені у ланцюжку Кука суспільства протолюдей, мисливців, ранніх землеробів, розвинених землеробів.

² Період актуальності якої ототожнюється з епохою індустріального суспільства наведеного у ланцюжку Кука.

Валлійський історик Ян Моріс удосконалив енергетичний ланцюжок Кука, беручи за основу показники енергоздобутку на початок століття. Крім

цього він окремо визначив показники для західного та східного суспільства (рис. 2).

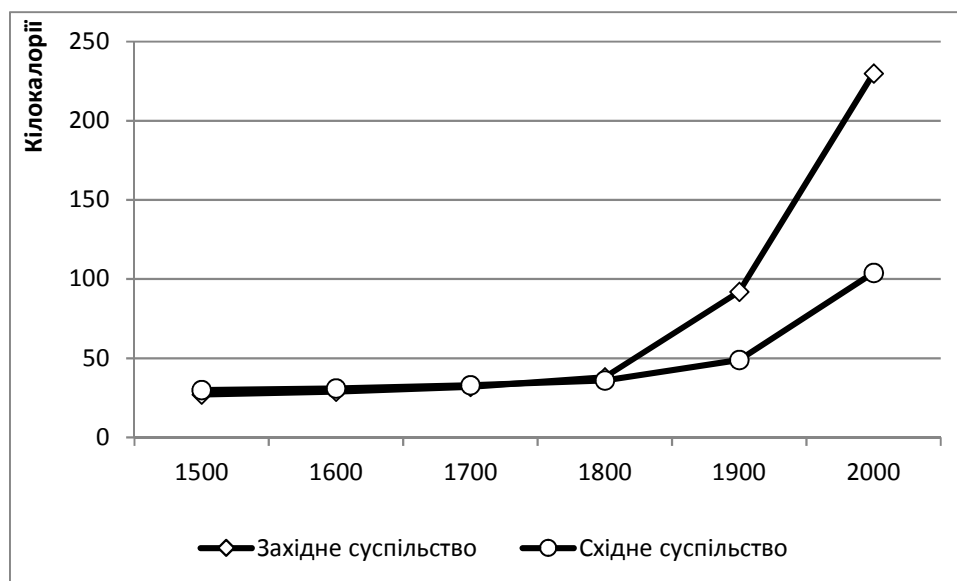


Рис. 2. Здобуток енергії, кілокалорій на людину на добу

Наголошуючи на важливості енергоздобутку в контексті суспільного розвитку Моріс зазначав, що «1840 року британці не досягли б Тингаю¹ й не знищили б його, якби не вміли використовувати енергію рослин та тварин на харчування солдатів та моряків, що самі не займалися землеробством, енергію вітру та вугілля на доправлення кораблів до Китаю та енергію вибухівки на обстріл китайського гарнізону» [4]. Однак при цьому Моріс заперечує пріоритетну роль енергоздобутку в контексті суспільного розвитку, ставлячи його в один ряд з такими, не менш важливими на його думку, факторами, як: урбанізм (організація життя у великому місті), опрацювання інформації, військово мистецтво. Беручи до уваги те, що наведені фактори безпосередньо залежать від здобутку енергії, можна зробити висновок, що запропонована Морісом модель суспільного розвитку не є об'єктивною.

Американський антрополог Леслі Уайт звужив кількість факторів [5], що впливають на розвиток суспільства, звівши їх до двох основних, це енергоздобуток (E) та технології (T). За результатами дослідження Уайт вивів формулу, що на його думку характеризує суспільний розвиток (C):

$$E * T \rightarrow C.$$

Можна погодитись з Уайтом, що наведені у його формулі фактори є головними рушійними силами процесу суспільного розвитку. Однак недоліком такої формули є те, що вона не враховує взаємозалежного характеру цих двох факторів.

З огляду на те, що технологічні рішення можуть бути реалізовані лише в рамках вже існуючої парадигми енергоздобутку, формулу суспільного розвитку можна представити у такому вигляді:

$$C = \sum E_I \rightarrow T_I \rightarrow E_{II} \rightarrow T_{II} \dots E_n \rightarrow T_n,$$

де індекс характеризує технологічні епохи.

Американський філософ Томас Семюел Кун [6] визначив процес переходу до нової парадигми як революцію. Погоджуючись з висновками Куна, слід зазначити, що така інтерпретація є об'єктивною і по відношенню до енергоздобутку. У наведеній формулі перехід $E_I \rightarrow E_{II} \dots E_n$ є процесом енергетичної революції. Однак сам цей перехід знаходиться у площині існуючої технологічної парадигми (T_n), яка має технологічно забезпечувати реалізацію новітніх (для відповідного часу) принципів енергоздобутку.

Отже, спираючись на методологічні основи теорії революції, можна дати визначення, що енергетичною революцією є процес зміни усталеної енергетичної парадигми шляхом комплексного впровадження новітніх принципів енергоздобутку. Подібний погляд на енергетичну революцію поділяють більшість науковців, серед яких слід виділити лауреата Нобелівської премії в області економіки Пола Кругмана [7], російського експерта в галузі енергетики Володимира Лихачова [8], економіста у сфері енергетичних технологій Володимира Сидоровича [9].

¹ Мається на увазі битва при Тингаю «Опійної» війни 1840-1842 рр.

Беручі за основу вищенаведене трактування, можна виділити дві енергетичні революції в історії суспільства. Перша енергетична революція відбувалась на етапі переходу до «вугільно-парової» парадигми енергоздобутку, друга виникла як наслідок прийняття суспільством «електричної» парадигми. Характерною особливістю як поточної так і попередніх енергетичних парадигм стало широке використання викопного палива для потреб енергоздобутку. Однак сьогоднішнє зростання цін на викопне паливо зумовлене швидким вичерпанням його запасів робить процес використання палива для потреб енергоздобутку все менш раціональним. Крім того, висока ентропія¹ процесу трансформації енергії викопного палива в електричну енергію негативним чином позначається на навколишньому середовищі, що зрештою призводить як до екологічних, так і до економічних збитків.

Маючи на сьогоднішній день альтернативні джерела енергоздобутку (у вигляді відновлюваних джерел енергетики), людству слід замислитися над прийняттям нової енергетичної парадигми. Такий погляд поділяють ряд авторитетних дослідників, серед яких слід виділити Джереми Ріфкіна [10], Вацлава Сміла [11] та Лестера Брауна [12]. Однак, погоджуючись з необхідністю прийняття нової енергетичної парадигми, кожен з дослідників має власне бачення щодо реалізації процесу переходу до неї. Тобто, бачення енергетичної революції.

Американський економіст, соціальний філософ Джереми Ріфкін вважає, що енергетична революція має відбуватися шляхом злиття воедино нових комунікаційних технологій з новими енергетичними системами. Він доходить висновку, що сучасні Інтернет-технології наряду з технологіями відновлюваної енергетики створюють сприятливі передумови для цього.

Беручі за основу сучасні технологічні досягнення у сфері енергетики та комунікацій, Ріфкін визначає п'ять стовпів, на яких повинна базуватися майбутня енергетична революція: 1) перехід до відновлюваних джерел енергії; 2) перетворення всіх будівель на кожному континенті в міні-електростанції, що виробляють електроенергію у місті її споживання; 3) використання водневої та інших технологій у кожній будівлі для акумуляції електроенергії; 4) використання інтернет-технологій для перетворення енергосистеми кожного континенту в інтелектуальну електромережу, що забезпечує розподілення електроенергії, подібно до розподілення інформації в Інтернеті (мільйони будівель, що генерують невелику кількість електроенергії, мають мож-

ливість передачі надлишку в енергомережу, ділячись таким чином електроенергією з іншими континентальними споживачами); 5) переведення автомобільного парку на електромобілі з підзарядкою від мережі або автомобілі на паливних елементах. Ріфкін вважає, що результатом реалізації зазначених заходів стане широка децентралізація системи енергозабезпечення, в рамках якої окремі домогосподарства виконуватимуть функцію енергогенеруючих компаній.

На сьогодні концепція енергетичної революції, що базується на переході до відновлюваних джерел енергії стала основою для багатьох світових програм розвитку енергетики. Однак такі програми не можна вважати сценаріями енергетичної революції, оскільки вони не передбачають повного переходу до відновлюваних джерел енергії. Так, наприклад, IEA (International Energy Agency) у своїй доповіді «Energy Technology Perspective 2012» [13] робить наголос на збереженні паливних енергогенеруючих потужностей. На думку експертів з IEA, відновлювані джерела енергетики та електромобілі є окремими елементами, що мають лише доповнювати існуючу енергетичну парадигму (рис. 3). Такий підхід не змінить існуючої парадигми, а лише доповнить її новими принципами енергоздобутку (що наразі фактично відбувається в світі).

Найбільш об'єктивним в контексті переходу до нової енергетичної парадигми можна вважати «World Energy Scenario» [14], складений спільними зусиллями GWEC (Global Wind Energy Council), Solar Power Europe та GREENPEACE. Згідно даного сценарію, енергетична революція має бути реалізована в п'ять етапів: 1) впровадження енергозберігаючих технологій у промисловості та комунальному секторі; 2) перехід до відновлюваних джерел енергії (сонячної, вітрової, гідро, геотермальної, океанічних хвиль, біомаси); 3) перехід до електричного транспорту; 4) впровадження смарт-інфраструктури для забезпечення безперебійної роботи нової енергосистеми; 5) запровадження нової політики у сфері енергетики. Перехід до відновлюваних джерел енергії має реалізовуватись на двох рівнях: централізованому (будівництво крупних електростанцій, що стануть основними постачальниками енергії в мережу) та децентралізованому (будівництво дрібних електростанцій в межах окремих домогосподарств, що вироблятимуть електроенергію для власних потреб та продаватимуть її надлишок в енергомережу). Сценарієм передбачено збереження певної частки теплових електростанцій, що виконуватимуть функцію стабілізатора енергосистеми (рис. 4).

¹ Під ентропією мається на увазі частина енергії викопного палива, що не може бути перетворена на електроенергію. При спалюванні вугілля та нафтопродуктів неперетворена енергія виділяється у вигляді парникових газів.

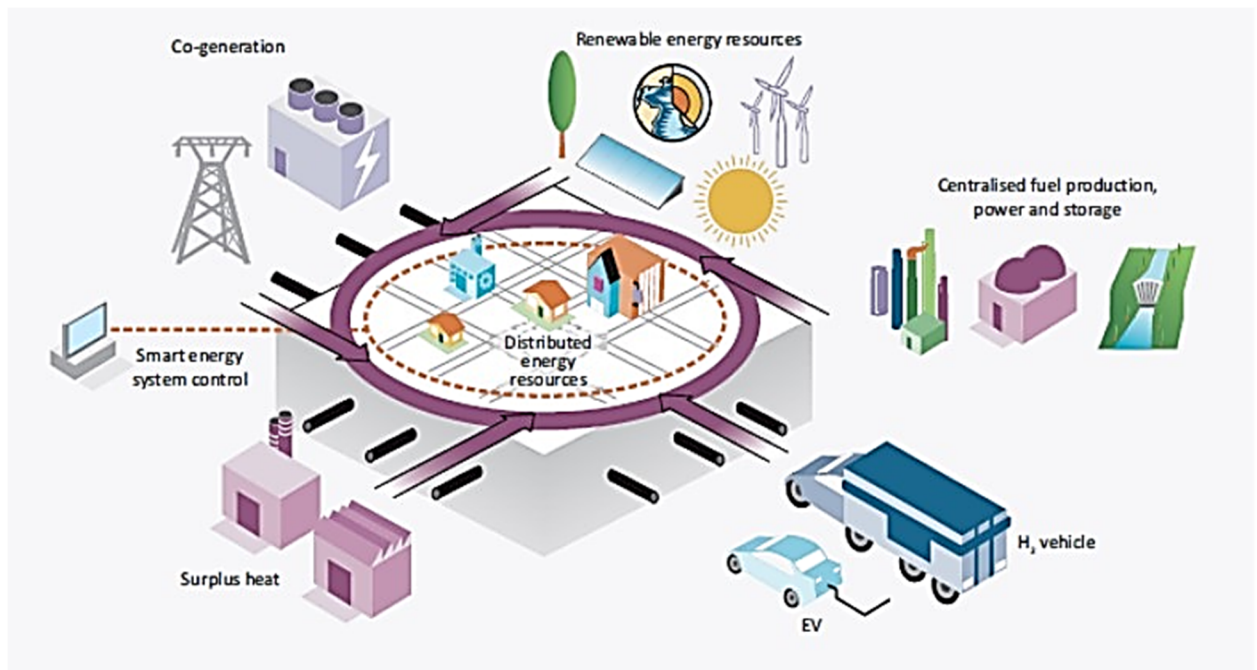
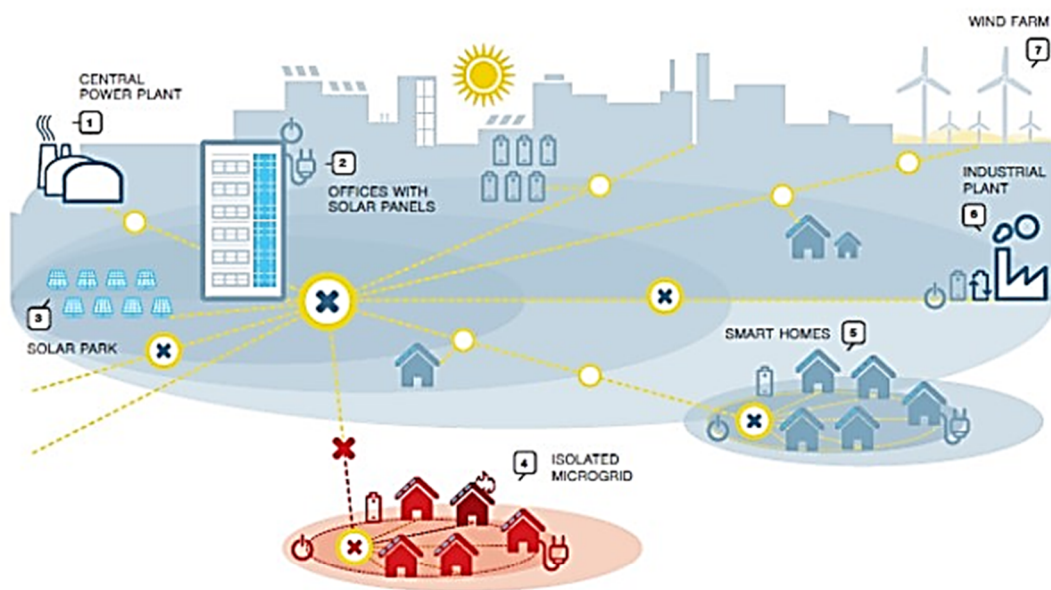


Рис. 3. Енергетична система майбутнього за версією ІЕА

Джерело: https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/ETP2012_free.pdf.



<p>PROCESSORS</p> <ul style="list-style-type: none"> ⊗ EXECUTE SPECIAL PROTECTION SCHEMES IN MICROSECONDS <p>SENSORS (ON 'STANDBY')</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ DETECT FLUCTUATIONS AND DISTURBANCES, AND CAN SIGNAL FOR AREAS TO BE ISOLATED 	<p>SENSORS ('ACTIVATED')</p> <ul style="list-style-type: none"> ⊗ DETECT FLUCTUATIONS AND DISTURBANCES, AND CAN SIGNAL FOR AREAS TO BE ISOLATED <p>DISTURBANCE</p> <ul style="list-style-type: none"> ⚡ IN THE GRID 	<p>SMART APPLIANCES</p> <ul style="list-style-type: none"> ⏻ CAN SHUT OFF IN RESPONSE TO FREQUENCY FLUCTUATIONS <p>DEMAND MANAGEMENT</p> <ul style="list-style-type: none"> ⌚ USE CAN BE SHIFTED TO OFF PEAK TIMES TO SAVE MONEY 	<p>GENERATORS</p> <ul style="list-style-type: none"> ⚡ ENERGY FROM SMALL GENERATORS AND SOLAR PANELS CAN REDUCE OVERALL DEMAND ON THE GRID <p>STORAGE ENERGY</p> <ul style="list-style-type: none"> 🔋 GENERATED AT OFF-PEAK TIMES COULD BE STORED IN BATTERIES FOR LATER USE
--	---	--	--

Рис. 4. Енергетична революція згідно «World Energy Scenario»

Джерело: <http://www.greenpeace.org/international/Global/international/publications/climate/2015/Energy-Revolution-2015-Full.pdf>.

Загалом концепція наведена у «World Energy Scenario» відповідає концепції енергетичної революції. Однак при цьому в ній міститься ряд положень, що суперечать основним принципам революції. Серед них слід виділити положення щодо збереження певної частки потужностей теплової генерації електроенергії (включно з енергогенеруючими установками, що використовують біопаливо). З огляду на те, що спалювання палива задля виробництва електроенергії є характерною властивістю сучасної енергетичної парадигми, така технологія не може бути вписана в контекст економіки третьої енергетичної революції. Виходячи з цього, постає питання: як стабілізувати роботу енергетичної системи в рамках «World Energy Scenario» без застосування потужностей теплової енергогенерації. Вирішення даного питання може знаходитись у площині концепції Д. Ріфкіна, де функції стабілізатора енергосистеми виконують новітні засоби акумуляції електроенергії (у тому числі водневі), або може бути застосований підхід, що передбачає широке застосування енергоакумулюючих потужностей (гідро та пневмоакумулюючі електростанції).

Отже, спираючись на методологічні основи теорії революції та беручи до уваги сучасні погляди на майбутнє енергетики (що домінують у наукових та політичних колах) можна дійти висновку, що метою нової енергетичної революції має стати забезпечення суспільства електроенергією, процес генерації якої не потребуватиме палива та характеризуватиметься низькою ентропією. В сучасних умовах таку електроенергію можна отримувати з відновлюваних джерел енергії, таких як: сонце, вода, вітер, морські хвилі, геотермальні джерела. Щодо інших заходів, які Д. Ріфкін та інші визначають як невід'ємні складові енергетичної революції (енергоефективність, децентралізація енергопостачання, впровадження смарт-мережі, акумуляція енергії) слід зазначити, що їх роль зводиться лише до забезпечення ефективності експлуатації нової енергетичної системи. Тобто, самі по собі ці заходи не є обов'язковими умовами енергетичної революції.

Канадський науковець Вацлав Сміл [15] загалом підтримує концепцію енергетичної революції, що базується на переході до відновлюваних джерел енергії. Однак при цьому він наводить ряд скептичних поглядів щодо практичної можливості її реалізації. Серед них слід виділити наступні:

1) швидка зміна енергетичної парадигми не є можливою, оскільки в світі залишились значні запаси енергетичного палива та висококапіталізована інфраструктура, що обслуговує його видобуток, транспортування та переробку;

2) практична можливість використання енергії вітру є обмеженою, оскільки щільність вітру є низькою (5-7 Вт/м²). У зв'язку з цим задля забезпечення 50% світових потреб в енергетиці виникне необхідність у забудові вітровими електростанціями території у розмірі 2 млн км²;

3) у короткостроковій перспективі електромобілі не зможуть замінити автомобілі з двигуном внутрішнього згоряння, оскільки для електромобілів є характерним високе споживання електроенергії. Таким чином, при масовій підзарядці автомобілів (уночі) виникатиме пікове навантаження на енергомережу, з яким не зможуть впоратись електростанції.

Скептичні погляди В. Сміла щодо практичної можливості реалізації енергетичної революції можна вважати цілком логічними. Однак, попри це слід зауважити, що сучасні технології дають можливість подолати перепони визначені Смілом. Так, наприклад масштабне впровадження у комунальній сфері концепції «smart-house» (рис. 5) нівелює потребу у будівництві великої кількості централізованих вітрових електростанцій. Таким чином, буде знято порушене Смілом питання щодо необхідності забудови обширних територій ВЕС.

Масштабне впровадження в енергосистему дешевих¹ засобів акумуляції електроенергії (на кшталт тих, що вироблятиме Tesla Gigafactory) та розвиток сектору акумулюючої енергетики (будівництво гідро та пневмоакумулюючих електростанцій) знімуть проблему надмірного навантаження на енергосистему у часи масової підзарядки електромобілів.

Також можна піддати сумніву позицію В. Сміла про те, що енергетичну революцію гальмуватиме наявність значних запасів енергетичного палива та висококапіталізованої інфраструктури. Підставою для цього є той факт, що процес генерації електроенергії з відновлюваних джерел не передбачає наявності паливної статті витрат (що зазвичай складає 80-90% від собівартості), а отже, собівартість виробництва такої електроенергії є нижчою. Таким чином, незважаючи на високу капіталізацію паливного сектору енергетики, можна очікувати переміщення капіталу у бік відновлювальної енергетики.

Результатом зміни енергетичної парадигми може стати не лише трансформація моделі енергозабезпечення, а й зміна соціально-економічного устрою суспільства в цілому. Якщо перша енергетична революція породила капіталістів як клас, друга посилила їхні позиції у світовому господарстві, то третя цілком очікувано призведе до початку трансформації капіталістичної системи. Першою передумовою до цього стане втрата прибутків власників компаній з видобутку викопних енергоресурсів, що

¹ Масштабне виробництво акумулюючих засобів дозволить знизити собівартість їх виробництва, що зробить їх більш доступними для споживачів.

приведе не лише до зникнення відповідного класу капіталістів (вугільних, нафтових та газових магнатів)¹, а й нівелює ефект накопичення капіталу в інших галузях за рахунок фінансових надходжень від продажу енергоресурсів. Другою, не менш суттєвою передумовою стане втрата ринкових позицій централізованими (вертикальними) енергокомпаніями внаслідок децентралізації енергопостачання, що вплине на зменшення сукупних прибутків капі-

талістів енергетичного сектору. Крім цього, здешевлення електроенергії викликане зниженням собівартості її генерації, приведе до зниження ціни на засоби виробництва, що зробить їх більш доступними для широкого кола підприємців. За таких умов масштабне (комплексне) виробництво може поступитися місцем мережі дрібних виробничих підприємств², що цілком очікувано може призвести до зниження концентрації капіталу у виробничому середовищі.

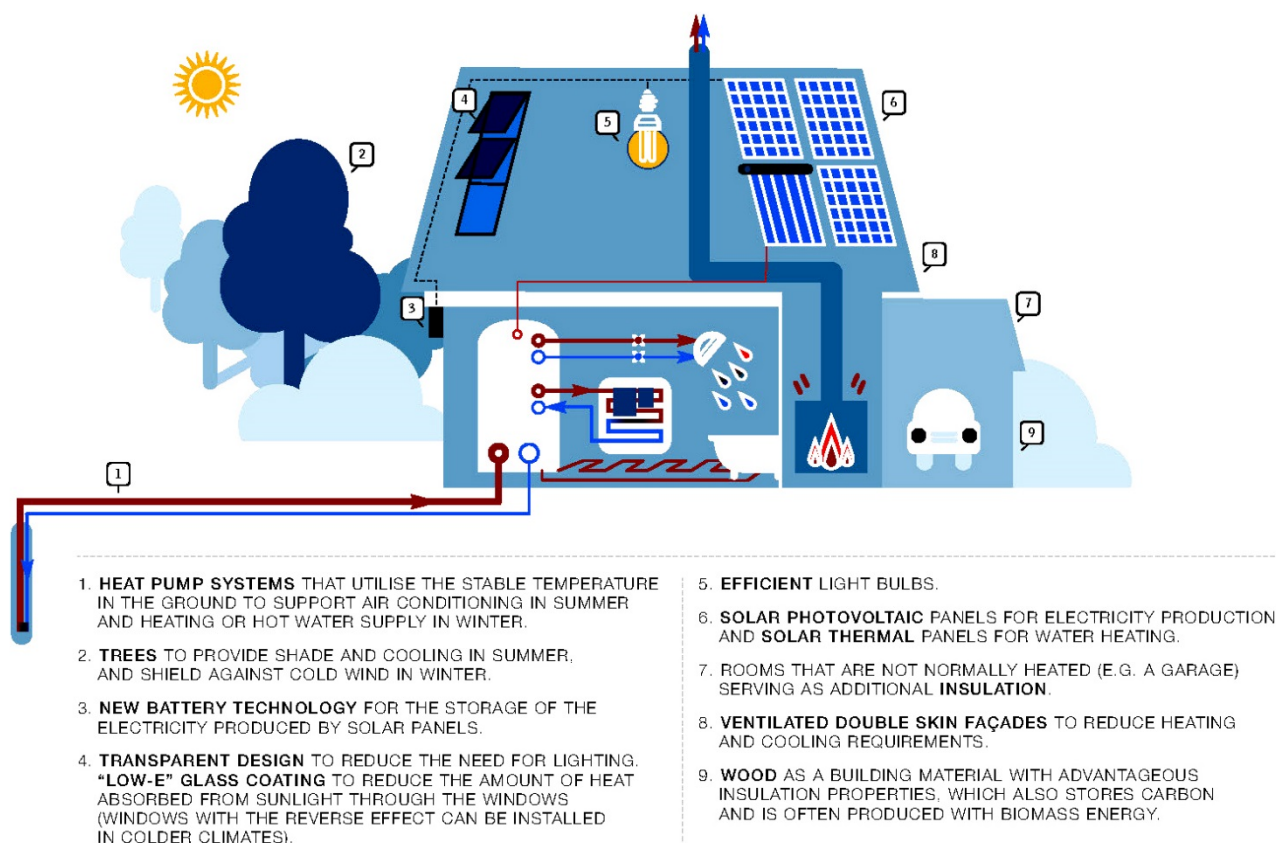


Рис. 5. Концепція «smart-house»

Джерело: <http://www.greenpeace.org/international/Global/international/publications/climate/2015/Energy-Revolution-2015-Full.pdf>.

Висновки. Отже, в минулі часи (за актуальності «вугільно-парової» та «електричної» парадигм) суспільству доводилось об'єднувати свій капітал для підпорядкування енергії викопного палива власним цілям. З настанням економіки третьої енергетичної революції кожен індивід матиме можливість виробляти електроенергію власними силами. В результаті чого відбудеться зниження капіталомісткості процесу енергогенерації, що може призвести

до трансформації економічної системи, в рамках якої більша частина капіталу знаходитиметься у власності окремих індивідів, а розподілення продукції відбуватиметься як на загальному ринку, так і в рамках окремих мережових об'єднань³.

Практична можливість реалізації концепції третьої енергетичної революції в рамках української економіки обумовлюється вирішенням ряду акту-

¹ Даний висновок стає об'єктивним за умови повного переходу до другої енергетичної епохи. Тобто, повної електрифікації всіх сфер життя суспільства.

² Існуюча на сьогоднішній день технологія 3-D принтингу додає ймовірності такому припущенню.

³ Під мережовим об'єднанням маються на увазі автономні, кластерні об'єднання виробників продукції, що задовольнятимуть більшу частину потреб за рахунок власного виробництва.

альних питань, а саме: розробка концепцій реформування енергетичного сектору на основі оцінки потенціалу відновлювальної енергетики в Україні; розробка концепції реформування паливних секторів з урахуванням специфіки виробництва та його технологічного стану; розробка інструментів фінансово-кредитного та податково-бюджетного забезпечення процесів реформування паливно-енергетичного комплексу; надання організаційного та інституційного забезпечення процесам реформування паливно-енергетичного комплексу.

Література

1. **Spier F.** Big History and the Future of Humanity / F. Spier. – Chichester: Wiley-Blackwell, 2010. – 290 p.
2. **Smil V.** Energy in World History / V. Smil. – Boulder: Westview Press, 1994. – 300 p.
3. **Cook Earl.** «The Flow of Energy in an Industrial Society.» Scientific American 225 (1971), pp. 135-44.
4. **Моріс Ян.** Чому захід панує натеper / Оповіді з історії та що з них впливає щодо майбутнього. – К.: ТОВ «Видавництво «КЛІО»», 2014. – 784 с.
5. **White Leslie** The Science of Culture. New York: Farrar, Straus, 1949.
6. **Структура** научных революций / Томас Кун; [пер. с англ. И. Налетова]. – Москва: Издательство АТС, 2015. – 320 с.
7. **Електронний** портал «Независимая» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ng.ru/krugman/2016-02-08/5_revolution.html.
8. **Електронний** портал «Российский совет по международным делам» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://russiancouncil.ru/inner/?id_4=575#top-content.
9. **Сидорович В.** Мировая энергетическая революция. Как возобновляемые источники энергии изменят наш мир / В. Сидорович. – М.: Альпина Диджитал, 2015. – 230 с.
10. **Рифкин Д.** Третья промышленная революция. Как горизонтальные взаимодействия меняют энергетику, экономику и мир в целом / Д. Рифкин; пер. с англ. – М.: Альпина нон-фикшн, 2014. – 410 с.
11. **Смил В.** Глобальные катастрофы и тренды. Следующие 50 лет / В. Смил; пер. с англ. – М.: АСТ-Пресс Книга, 2012. – 368 с.
12. **Браун Л.** Как избежать климатических катастроф? План Б 4.0: Спасение цивилизации / Л. Браун; пер. с англ. – М.: Эксмо, 2010. – 416 с.
13. **Energy** Technology Perspective 2012 [Electronic resource]. – Access mode: https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/ETP2012_free.pdf.
14. **World** Energy Scenario [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.greenpeace.org/international/Global/international/publications/climate/2015/Energy-Revolution-2015-Full.pdf>.
15. **Смил В.** Энергетика. Мифы и реальность. Научный подход к ана-

лизу мировой энергетической политики / В. Смил; пер. с англ. – М.: АСТ-Пресс Книга, 2012. – 272 с.

Сердюк О. С. Концепція третьої енергетичної революції

У статті розглянуто процеси формування енергетичних парадигм, визначено передумови до їх зміни. Досліджено зв'язок між здобутком енергії та розвитком суспільства. Доведено фундаментальність фактору енергетики для процесів суспільного розвитку. Визначено сутність поняття «енергетична революція». Виявлено кількість енергетичних революцій, що мали місце в історії. Розглянуто сучасні погляди на третьою енергетичну революцію. Сформувано концепцію третьої енергетичної революції.

Ключові слова: енергетична революція, енергетична парадигма, здобуток енергії, суспільний розвиток, відновлювальна енергетика, джерела енергії.

Сердюк А. С. Концепция третьей энергетической революции

В статье рассмотрены процессы формирования энергетических парадигм, определены предпосылки к их изменению. Исследована связь между получением энергии и развитием общества. Доказана фундаментальность фактора энергетики для процессов общественного развития. Определена сущность понятия «энергетическая революция». Виявлено количество энергетических революций, имевших место в истории. Рассмотрены современные взгляды на третью энергетическую революцию. Сформирована концепция третьей энергетической революции.

Ключевые слова: энергетическая революция, энергетическая парадигма, получение энергии, общественное развитие, возобновляемая энергетика, источники энергии.

Serdiuk O. The concept of the third energy revolution

In the article reviewed the processes of formation energy paradigm. Defined prerequisites for their change. Researched connection between the achievement of energy and the development of society. Proved energy as fundamental factor for the processes of social development. Determined essence of the concept of "energy revolution". Discovered amount of energy revolutions that took place in history. Reviewed modern view of the third energy revolution. Formed concept of the third energy revolution.

Keywords: energy revolution, energy paradigm, achievement of energy, social development, renewable energy, energy resource.

Стаття надійшла до редакції 08.06.2017

Прийнято до друку 22.06.2017