

Полтавська державна аграрна академія

**РОЗРОБКА ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ
ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ З
УРАХУВАННЯМ НАЯВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ
АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ**

Колективна монографія

**За редакцією О.О. Горба,
Т.О. Чайки, І.О. Яснолоб**

Полтава – 2017

УДК 620.92

Р 64

Рецензенти:

Н.В. Карпенко, д-р екон. наук, проф., завідувача кафедрою

Полтавського університету економіки і торгівлі

В.І. Перебийніс, д-р екон. наук, проф., професор кафедри економіки підприємства та економічної кібернетики Полтавського університету економіки і торгівлі

В.М. Писаренко, д-р с.-г. наук, проф., зав. кафедри екології, охорони навколишнього середовища та збалансованого природокористування Полтавської державної аграрної академії

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Полтавської державної аграрної академії (протокол № 4 від 28.11.2017 р.)

Р 64 Розробка та вдосконалення енергетичних систем з урахуванням наявного потенціалу альтернативних джерел енергії : колективна монографія / за ред. О.О. Горба, Т.О. Чайки, І.О. Яснолоб. – П. : ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2017. – 326 с.

ISBN 978-617-7464-11-1

У колективній монографії з позицій міждисциплінарного підходу викладено результати дослідження економічних, соціальних та екологічних напрямів розвитку і використання альтернативних джерел енергії. Розглянуто питання щодо напрямів вдосконалення використання альтернативних джерел енергії в сільській місцевості. Висвітлено системи економічної та енергетичної оцінки технологій виробництва сільськогосподарських та енергетичних культур. Наведено агроекологічне обґрунтування використання доступного потенціалу рослинних решток сільськогосподарських та фітомаси енергетичних культур. Значну увагу приділено удосконаленню нормативно-правового забезпечення та регулювання у сфері альтернативної енергетики.

Колективна монографія є частиною НДДКР «Розробка оптимальних енергетичних систем з урахуванням наявного потенціалу відновлюваних джерел енергії в умовах Лісостепу України» Полтавської державної аграрної академії (номер державної реєстрації 0117U000397 від 10.02.2017 р.).

Розраховано на науковців, викладачів, керівників і спеціалістів органів державного управління, фахівців агроформувань, аспірантів, студентів і всіх, хто цікавиться питаннями створення й ефективного функціонування екологічно стабільних територій.

УДК 620.92

Автори вміщених матеріалів висловлюють власну думку, яка не завжди збігається з позицією редакції. За зміст матеріалів відповідальність несуть автори.

ISBN 978-617-7464-11-1

© Колектив авторів, 2017.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	6
РОЗДІЛ 1. АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ: ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТА ВИКОРИСТАННЯ (ЕКОНОМІЧНИЙ, СОЦІАЛЬНИЙ, ЕКОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТИ)	9
1.1. Альтернативні джерела енергії: досвід іноземних країн та їх стан в Україні (<i>Н.В. Баган</i>)	9
1.2. Біоенергетика в Україні: природні матеріали для економічно-вигідної ситуації та фактори для отримання великих об'ємів сировини (<i>О.В. Бараболя, Ю.В. Татарко, В.О. Шандиба</i>)	16
1.3. Пріоритетні напрями енергозбереження, потенціал розвитку нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії (<i>С.В. Дорошенко</i>)	22
1.4. Застосування альтернативних джерел енергоресурсів у сільському господарстві (<i>Ю.С. Калантиря</i>)	30
1.5. Перспективи розподіленої енергетики в Україні (<i>В.М. Калініченко, Т.В. Устік</i>)	36
1.6. Джерела енергозбереження у аграрному секторі України та країн світу (<i>Ю.П. Калюжна, Н.Ю. Процюк, Я.В. Радіонова</i>)	46
1.7. Відходи сільського господарства, як одне з джерел альтернативної енергетики України (<i>Л.М. Капаєва, В.В. Даценко</i>)	55
1.8. Альтернативні джерела енергії у свинарстві (<i>В.В. Оглобля, О.І. Кравченко</i>)	65
1.9. Пріоритети розвитку альтернативної енергетики в Україні в контексті світових тенденцій (<i>Ю.В. Самойлик</i>)	71
1.10. Особливості державної політики в стимулюванні використання відновлювальних джерел енергії в Україні (<i>Т.В. Сердюк, С.Ю. Франишина</i>)	79
1.11. Енерго-економічні перспективи розвитку біоенергетики в Україні (<i>Т.О. Чайка, І.О. Яснолоб</i>)	86
1.12. Майбутнє галузі свинини за використанням матеріало- та енергоощадних технологій (<i>А.М. Шостя, С.О. Усенко, І.В. Павлова, В.Г. Цибенко, В.Г. Слинько, О.С. Невідничий</i>)	93
РОЗДІЛ 2. НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В СІЛЬСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ	101
2.1. Енергоефективні джерела світла для вирощування томатів в умовах закритого ґрунту (<i>І.А. Велит, С.В. Ляшенко, А.В. Калініченко</i>)	101

2.2. Використання альтернативних джерел енергії в сільській місцевості (<i>І.Л. Кобзиста</i>)	111
2.3. Сутність категорій «енергія» та «енергетична ефективність» в рослинництві (<i>О.В. Калініченко</i>)	118
2.4. Сучасні тенденції створення і роботи молочарських кооперативів в Україні (<i>Х.З. Махмудов, І.В. Махмудова</i>)	127
2.5. Перспективний шлях вдосконалення енергетичних систем України (<i>Є.Я. Прасолов, Т.Г. Лапенко, О.У. Дрожжана Б.С. Черненко, А.В. Мацаков</i>)	132
2.6. Перспективи використання альтернативних джерел енергії в сільській місцевості (<i>О.М. Руденко</i>)	149

РОЗДІЛ 3. СИСТЕМИ ЕКОНОМІЧНОЇ ТА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ОЦІНКИ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ І ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР 156

3.1. Економічний механізм реалізації політики енерговикористання в діяльності сільськогосподарських підприємств (<i>О.В. Коломицева, Т.І. Бурцева, Т.А. Пальонна, І.В. Горяна</i>)	156
3.2. Альтернативні технології утримання свиней, спрямовані на скорочення енерговитрат при вирощуванні (<i>І.В. Павлова</i>)	163
3.3. Методологічні підходи оцінки екологізації аграрного виробництва в Україні (<i>В.В. Писаренко, А.С. Льовин</i>)	168
3.4. Економічна годівля свиней з використанням власних кормових ресурсів (<i>А.А. Поліщук, Л.М. Кузьменко, С.О. Семенов</i>)	175
3.5. Агроекологічна детермінація тренду врожайності кукурудзи як енергетичної сільськогосподарської культури (<i>С.В. Пономаренко</i>)	192

РОЗДІЛ 4. АГРОЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ДОСТУПНОГО ПОТЕНЦІАЛУ РОСЛИННИХ РЕШТОК СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТА ФІТОМАСИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР 202

4.1. Сортова специфіка формування основної та побічної продукції у сої (<i>Л.Г. Білявська, Ю.В. Білявський</i>)	202
4.2. Перспективи використання альтернативних енергетичних ресурсів при органічному вирощуванні культур (<i>О.О. Богданов</i>)	210
4.3. Збереження балансу парникових газів при вирощуванні енергетичних культур внаслідок непрямой зміни землекористування в умовах Лісостепу (<i>О.О. Горб, М.А. Галицька, М.І. Кулик</i>)	216
4.4. Забур'яненість посівів пшениці озимої залежно від добрив і обробітків ґрунту в усталених короткоротаційних сівозмінах (<i>А.А. Левченко, Л.М. Левченко, Л.О. Феценко</i>)	226

РОЗДІЛ 5. УДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА РЕГУЛЮВАННЯ У СФЕРІ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ	231
5.1. Агроекологічне обґрунтування використання доступного потенціалу рослинних решток сільськогосподарських та фітомаси енергетичних культур (<i>Г.І. Бездудний, В.І. Солоп</i>)	231
5.2. Використання біопаливних рослин як фіторемедіаційних агентів (<i>В.О. Безсонова</i>)	238
5.3. Стан державного регулювання у сфері енергетики з відновлювальних джерел (<i>Ю.В. Вакуленко, В.М. Сакало, О.Г. Мінькова</i>)	243
5.4. Невизначеність торгівлі України з країнами Євразії та СНД (<i>Л.М. Кошова</i>)	253
5.5. Агробіомаса та фітомаса енергетичних культур для виробництва біопалива (<i>П.В. Писаренко, В.Л. Курило, М.І. Кулик</i>)	258
5.6. Агроекологічні та селекційні основи використання конопель як біоенергетичної культури (<i>С.В. Міщенко</i>)	266
5.7. Регламентація екодизайну як проблема сучасного адміністративно-державного менеджменту (<i>О.В. Мирна</i>)	274
5.8. Характеристика та прогалини законодавства України у сфері альтернативної енергетики (<i>А.В. Молчанова, М.А. Галицька, І.І. Жорник</i>)	281
5.9. Потенціал рослинних решток сільськогосподарських і фітомаси енергетичних культур (<i>О.В. Онопрієнко, А.М. Тулиця, І.І. Рожко</i>)	292
5.10. Енергетичні культури як альтернатива традиційним видам палива (<i>Т.М. Пузир, Г.А. Сербенюк</i>)	301
5.11. Оцінка фосинтетичної продуктивності ярого ячменю в умовах змін клімату в Житомирській області (<i>О.А. Барсукова, А.О. Колун</i>)	306
5.12. Оцінка впливу змін клімату на продуктивність ярого ячменю в Кіровоградській області за сценарієм А2 (<i>О.А. Барсукова, Л.В. Недострелова, А.С. Гоман</i>)	311
ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ	318

практикується недостатньо.

Для розвитку ринку енергетичної біосировини та впровадження використання альтернативних джерел енергії необхідно створити стандарти якості на деревні паливні гранули та сировину для їх виробництва, розробити заходи підтримки інвестиційної діяльності у сфері біопалива, сприяти розвитку науково-технічної бази у виробництві біопалива, розвивати міжнародне науково-технічне співробітництво щодо використання досвіду виробництва біопалива.

1.5. Перспективи розподіленої енергетики в Україні

Калініченко В.М., Устік Т.В.

Полтавська державна аграрна академія

Українська електроенергетика знаходиться у кризовому стані. Витратно-екстенсивний принцип сировинної енергетики завів галузь в глухий кут, у замкнуте коло неефективних, але невідворотно зростаючих витрат на підтримання обладнання і фінансів хоча б у тому напівзруйнованому стані, який дозволяє хоч якось продовжувати їх експлуатацію. Стан енергетичного господарства України ніяк не відповідає основним вимогам як промислових так і приватних споживачів до енергопостачання: надійності, якості, сталості, адекватній ціні.

Для відродження Української енергетичної системи необхідне якісне інституційне переформатування філософії та структури її існування. Основною концепцією такого розвитку повинна стати Розподілена генерація використовує маломасштабну електроенергетику, яка живиться природним газом, сонячними батареями, вітряками, когенераційними установками на біогазі, МініТЕЦ на біомасі та іншими локальними енергогенеруючими потужностями, що об'єднані та самокеровані на локальних рівнях у так звані «озумні мережі» (smart grid).

1. Перелік і проектні терміни виведення з експлуатації енергоблоків теплових електростанцій України

№	Назва	Потужність	Термін введення в експлуатацію	Фактичний термін експлуатації, років	Проектний термін експлуатації
1	Бурштинська ГРЕС	2300	1965	52	40 років для котлів і турбін (відповідно до ГОСТ 533-2000)
2	Вуглегірська ТЕС	2800	1972	45	
3	Добровірівська ТЕС	600	1959	48	
4	Запорізька ГРЕС	3600	1972	45	
5	Зміївська ТЕС	2130	1960	57	
6	Зуєвська ТЕС	1245	1980	37	
7	Криворізька ГРЕС	2820	1965	52	

8	Кураківська ГРЕС	1460	1937	80	
9	Ладизинська ГРЕС	1800	1970	47	
10	Луганська ГРЕС	1523	1956	61	
11	Придніпровська ГРЕС	1740	1959	58	
12	Слов'янська ГРЕС	800	1971	46	
13	Старобешівська ГРЕС	2000	1961	56	
14	Трипільська ГРЕС	1800	1969	48	

Джерело: дані [30]

Сучасний стан української енергетики є досить проблемним внаслідок таких основних факторів: зношеності енергетичних та розподільчих потужностей, застаріла технологічна їх структура родом з радянських часів, коли мережі конструювалися з прицілом на великих промислових споживачів. Але визначним є фактор відсутності по справжньому ринкових механізмів. Постачальники і виробники енергоресурсу на будь-якому енергоринку не повинні займатися одночасно і його транспортуванням.

Що стосується стану енергетичних потужностей, то 94,5 % блоків ТЕС і ТЕЦ перевищили межу фізичного зношення у 200 тис. годин наробітку й потребують модернізації або заміни (табл. 1). Атомні блоки наближаються до закінчення строку проектної експлуатації: понад 70 % атомних блоків працюють з подовженням строку експлуатації, ще у 30 % також у найближчі роки скінчується проектний термін експлуатації (табл. 2).

На сьогодні 42,2 % ЛЕП напругою 220–330 кВ експлуатуються понад 40 років, 64,4 % основного устаткування трансформаторних підстанцій випрацювали свій розрахунковий технічний ресурс.

У розподільчих мережах значна кількість об'єктів також відпрацювала свій ресурс: 40,5 % електричних мереж і 37,6 % трансформаторних підстанцій потребують реконструкції або заміни. За деякими експертними оцінками на ремонт українських електромереж країні необхідно близько 40 млрд дол. США [31].

2. Перелік і проектні терміни виведення з експлуатації енергоблоків атомних електростанцій України

Назва	№ енергоблока	Потужність, мВт	Термін введення в експлуатацію	Проектний рік виведення з експлуатації
Запорізька	1	1000	10.12.1984	2014
	2	1000	22.07.1985	2015
	3	1000	10.12.1986	2016
	4	1000	18.12.1987	2017
	5	1000	14.08.1989	2019

³⁰ Кудря С.О. Перспективи розвитку відновлюваної енергетики. Інститут відновлюваної енергетики [Електронний ресурс] / С.О. Кудря. – Режим доступу : <http://ive.org.ua/wp-content/uploads/2012/06/%D0%9A%D1%83%D0%B4%D1%80%D1%8F-22.04.2012-FINAL.pdf>.

³¹ НКРЕКП хоче перевести всі електромережі на "європейський" клас напруги, ціна питання [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://economics.unian.ua/energetics/1533036-nkrekp-hoche-perevesti-vsi-elektromereji-na-evropeyskiy-klas-naprugi-tsina-pitannya-za-sotnyu-milyardiv-ekspert.html>.

	6	1000	19.10.1995	2025
Південно українська	1	1000	31.12.1982	2013
	2	1000	06.01.1985	2015
	3	1000	20.09.1989	2019
Рівненська	1	420	22.12.1980	2010
	2	415	22.12.1981	2011
	3	1000	21.12.1986	2016
	4	1000	16.10.2004	2034
Хмельницька	1	1000	22.12.1987	2017

Джерело: дані [32]

Завдяки вище приведеним фактам Україна є певним «лідером» за втратами електромережі від виробника до споживача – втрати досягають 15–17 % від загального обсягу електроенергії. При всьому цьому річний обсяг купівлі продажу електроенергії на ОРЕ складає близько 200 млрд кВт·годин відповідно річні втрати складають в середньому 35 млрд кВт·годин. Річний обсяг розподілу природного газу складає близько 297 млрд кВт·годин (27 млрд м³), відповідно річні втрати близько 14,3 млрд кВт·годин (1,3 млрд м³).

При цьому «Споживач електричної енергії сплачує за обсяг електричної енергії, ... з урахуванням втрат електричної енергії. Розрахунок обсягу технологічних втрат електричної енергії в мережах споживача (основного споживача) здійснюється відповідно до методичних рекомендацій НКРЕ [33]. Тобто порушується основне правило ринку: «споживач оплачує тільки товар або послугу, а не втрати монополістів-постачальників».

Певною відповіддю держави на такий стан справ стало прийняття «Енергетичної стратегії України на період до 2035 року». ЕСУ визначає цілі, завдання та механізми виведення енергетичного комплексу на принципово новий, якісний рівень розвитку. На першому етапі «Реформування енергетичного сектору» (до 2020 р.) очікується досягнути радикального прогресу у сфері ВДЕ через збільшення їх частки у кінцевому споживанні до 11 % (8 % від ЗППЕ) за рахунок проведення стабільної та прогнозованої політики у сфері стимулювання розвитку ВДЕ та у сфері залучення інвестицій. На другому етапі «Оптимізація та інноваційний розвиток енергетичної інфраструктури» (до 2025 р.) планується інтенсивне залучення інвестицій у сектор ВДЕ, розвиток розподіленої генерації, зокрема розробка та початок реалізації плану впровадження «розумних» енергетичних мереж (Smart Grids) та створення розгалуженої інфраструктури для розвитку електротранспорту.

Попередній аналіз ставить під сумнів доцільність відтягування другого етапу до 2025 року. Достовірних підрахунків коштів необхідних

³² Атомна пролонгація: скільки ще прослужать українські реактори [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://forbes.net.ua/ua/nation/1407605-atomna-prolongaciya-skilki-shche-prosluzhat-ukrayinski-reaktori>.

³³ Правила користування електричною енергією, затверджені Постановою НКРЕ від 31.07.2009 р. № 28, зареєстровані Міністерством юстиції України 02.08.1996 р. за № 417/1442 (зі змінами).

для відновлення 70 % старих та побудову нових енергоблоків (табл. 1, 2) немає: приблизні (за заявою заступника міністра енергетики та вугільної промисловості В. Уліди) близько 200 млрд грн інвестицій. Ці кошти необхідно направити на модернізацію і реконструкцію теплових електростанцій (у плані – близько 38 блоків на 98 млрд грн), будівництво нових атомних енергоблоків на Хмельницькій АЕС і підтримку вже існуючих ресурсів, будівництво гідроелектростанцій. 40 мільярдів доларів тільки на підтримку стану електромереж [34].

Загальна встановлена потужність електричних станцій ОЕС України на кінець 2016 р. (без енергогенеруючих об'єктів вільної економічної зони «Крим») складає 55,3 ГВт, з яких 62% припадає на теплові електростанції (ТЕС, ТЕЦ, блок-станції), 25% – на атомні електростанції (АЕС), 11,2 % – на гідроелектростанції (ГЕС) і гідроакумуючі електростанції (ГАЕС), 1,7 % – на електростанції, що працюють на альтернативних джерелах енергії – ВЕС, СЕС, БіоЕС [35].

Якщо взяти середню вартість встановленої потужності сонячної енергії – 1 дол. США/Вт, то на гроші, що плануються на відновлення «старої» системи можна встановити 8 ГВт сонячних електростанцій, або 13 ГВт вітрових потужностей (0,6 дол. США/Вт). Це досить умовне припущення, яке не враховує ні потенціалу вищеназваних джерел ВДЕ ні наявності площ під їх розміщення і інших факторів. Але ці цифри показують реальну перспективу переходу України до концепції розподілених мереж уже сьогодні. Враховуючи те, що якщо згідно загальносвітової практики ці гроші задіяти для створення економічних механізмів стимулювання ВДЕ, вони можуть стати мультиплікатором глобальних змін у конфігурації енергетичної системи України.

Ще одним з важливих факторів переходу до малої генерації є постійне зменшення її вартості у перерахунку на кВт встановленої потужності.

Основними компонентами, що впливають на загальну вартість системи є сонячні панелі, інвертори, монтажні конструкції, електрична арматура та система обліку електроенергії (рис. 1). Окремим рядком необхідно виділити акумулюючі потужності, що можуть працювати або у складі автономної системи або в якості стабілізуючого елемента у системах smart grid.



³⁴ Інвестиції на розвиток г [Електронний ресурс]. – Режим д
neobhidno-blizko-200-mlrd-griven-mi

³⁵ План розвитку ОЕС У
<https://ua.energy/wp-content/uploads/2>

лучити до 2020 року
energosisitemi-ukrayini-

– Режим доступу :
26-roky.pdf.

Рис. 1. Вартість елементів сонячної системи, %

Дані: власна розробка

Ця діаграма враховує актуальні середні ціни для комплектуючих сонячної системи. Розглядаючи перспективи впровадження ВДЕ необхідно враховувати загальні тенденції зміни ринкових цін на елементи таких систем.

Як показано на діаграмі (рис. 2), ціни на фотоелектричні (PV) сонячні батареї знизилися в 100 раз за останні 38 років, і в 28 разів за останні 15 років. Середня ціна у 2015 р. становила 0,30 дол. США за ват, а середня ціна сонячного «модуля» становила 0,72 дол. США за ват. Наслідком стрімкого розвитку технологій та появою фотоелементів 3 покоління є підвищення ефективності сонячних елементів (рис. 5) і, відповідно ще більше зменшення їх вартості.

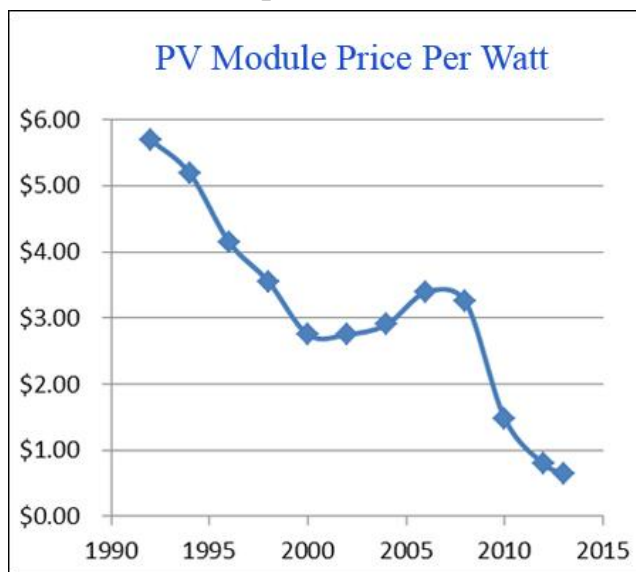


Рис. 2. Зменшення собівартості виробництва фотомодулів

Джерело: дані [36]

³⁶ Solar web site [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://solarcellcentral.com>.

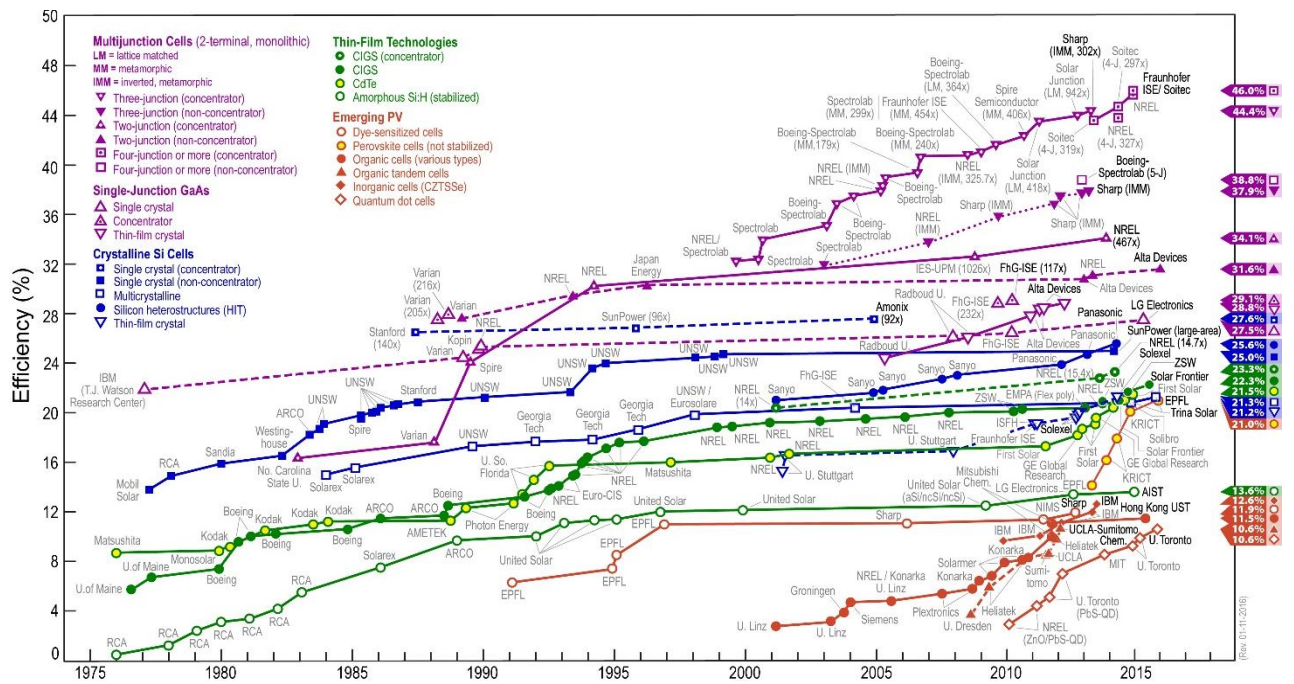
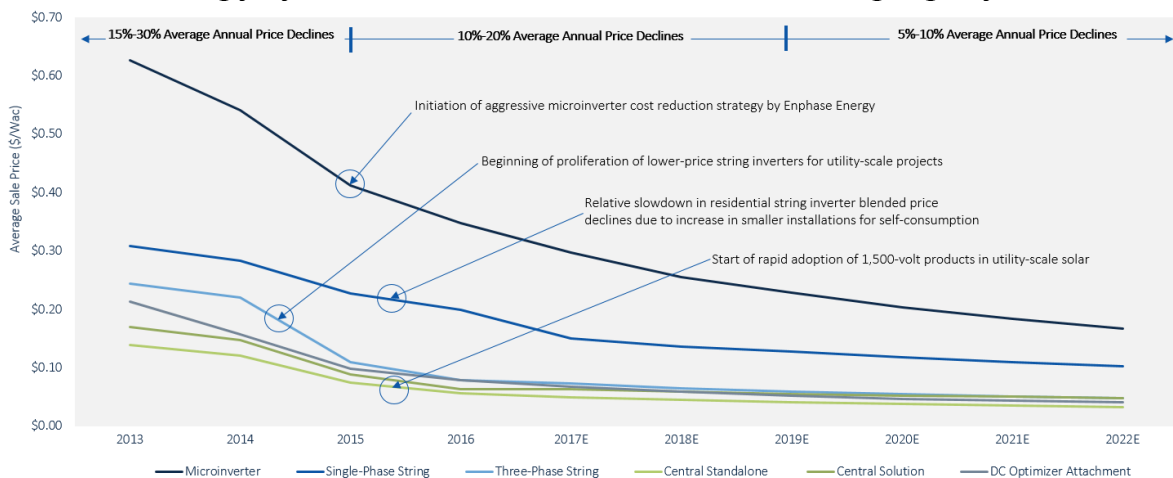


Рис. 3. Підвищення ефективності сонячних елементів

Джерело: дані [37]

Спостерігається також суттєве зменшення цін на інвертори. На діаграмі (рис. 4.) надаються ціни та прогнози для мікроінверторів, одно- та трифазних інверторів, центральних інверторів та стабілізаторів постійного струму 24 найбільших постачальників інверторів у світі.



Source: GTM Research

Note: All prices and market values in this report are listed in 2017 U.S. dollars.

Рис. 4. Зменшення вартості інверторів різних модифікацій, \$/Вт

Джерело: дані [38]

Тенденції до зниження вартості виробленої вітрогенераторами електроенергії теж стійкі (рис. 6).

³⁷ Floyd D. Solar Energy: Will Perovskite Cells Live Up To Their Promise? [Електронний ресурс] / D. Floyd. – Режим доступу : <http://www.nasdaq.com/article/solar-energy-will-perovskite-cells-live-up-to-their-promise-cm486362/>
⁹ Greentechmedia [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.greentechmedia.com>.

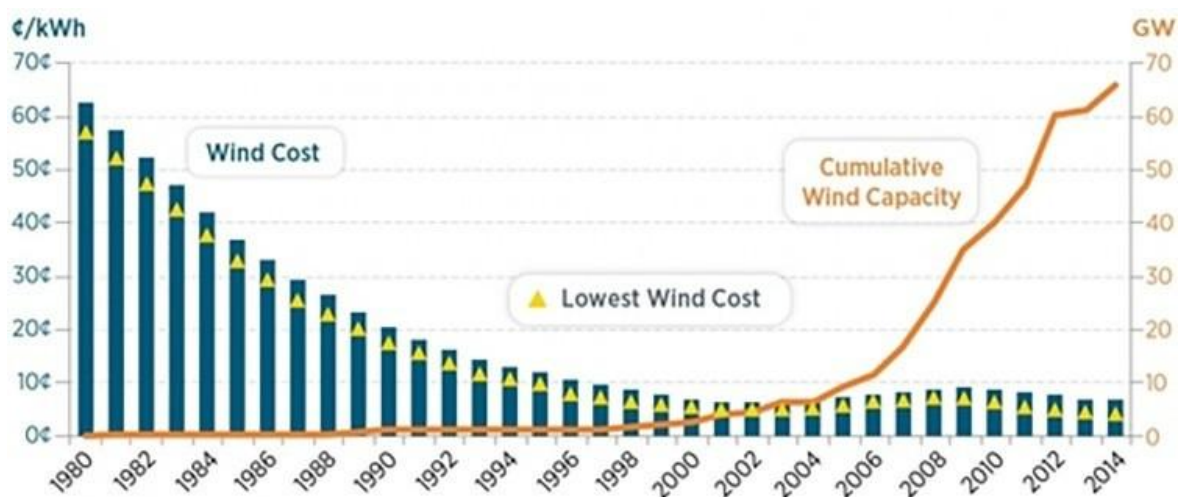


Рис. 5. Діаграма вартості та кількості встановленої потужності вітрової енергетики

Джерело: дані [39]

Важливим атрибутом систем енергозабезпечення через непостійність виробництва електроенергії вітрогенераторами або сонячними батареями стали системи зберігання енергії (акумуляуючі станції). При цьому слід розуміти, що система накопичення і зберігання енергії – це не просто акумулятор. Провідні світові компанії вкладають в це поняття дещо інший сенс, пропонуючи споживачеві комплексне рішення, яке включає як власне акумулятори (накопичувачі), так і програмні рішення, які забезпечують контроль за станом накопичувачів і оптимальним розподілом навантаження, що важливо, зокрема, для інтеграції їх у розподілені електромережі. Стислий огляд новітніх технологій дозволяє зробити висновок про технічну і цінову готовність ринку підтримати нову концепцію розподілених мереж [40].

Компанія Redflow, технологія ZCell. Система збереження енергії заснована на цинк-бромній акумуляторній батареї місткістю 10 кВт. Серед переваг можна відмітити: максимально допустима глибина розряду складає 100%, при цьому розробники стверджують, що повний розряд ніяк не позначається на місткості батареї і її експлуатаційних характеристиках; батарея може знаходитися розрядженою дуже тривалий час, це ніяк не позначиться на її характеристиках; місткість батареї практично не змінюється з часом – гарантія на акумулятор 10 років; у батарею вбудована власна система електрозахисту, крім того, існуючий інтерфейс дозволяє контролювати і управляти роботою системи дистанційно, використовуючи Інтернет.

Компанія Tesla, технологія Powerwall and Powerpack. Перша може використовуватися в житлових і невеликих офісних приміщеннях, друга – для роботи на підприємствах, здатна працювати з великими потужностями

³⁹ Ecowatch [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.ecowatch.com/renewable-energy-soars-in-2015-1882134526.htm>.

⁴⁰ Рентехно-промышленные солнечные электростанции [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://rent techno.ua>.

і для великої кількості споживачів. «Домашня» Powerwall має декілька різновидів – 7 кВт (вартість 3 тис. дол. США), 10 кВт (вартість 3,5 тис. дол. США) і 14 кВт (вартість 5,5 тис. дол. США, місткості акумулятора вистачить на добу для енергозабезпечення будинку з двома спальнями).

Потужність промислової Powerpack складає 100 кВт, але її конструкція дозволяє легко об'єднувати окремі елементи у великі системи потужністю до 100 МВт, що досить для енергозабезпечення великого промислового об'єкту. Приблизна вартість складе 250 дол. США за 1 кВт.

Технологія SonnenCommunity акумуляторні батареї місткістю від 2 до 16 кВт/ч, термін служби — не менше 10 тисяч циклів зарядки/розрядки при максимально допустимій глибині розрядки близько 80 %.

Але, що більш важливо платформа Sonnen Community запустила пілотний проект, який можна розцінювати як етап переходу до розподілених мереж. Платформа надає можливість створити віртуальний пул з власників сонячних систем і електричних батарей. Надлишки електроенергії, отриманої сонячними батареями і не використані в побуті, можуть бути розподілені серед учасників віртуальної мережі, наприклад, можуть бути спрямовані на заряджання акумуляторної системи у іншого власника, а пізніше – реалізовані на оптовому ринку. Враховуючи різке падіння цін на «зелену» електроенергію, це дозволить її виробникам продавати її в реальному часі в мить, коли ціни будуть найбільш сприятливими. До платформи може підключитися будь-який користувач, який придбав устаткування компанії. Sonnen також використовує нове програмне забезпечення, яке може візуалізувати агреговане зберігання в режимі реального часу.

Компанія Panasonic, технологія : Smart Towns. Компанія Panasonic реалізує власний проект «розумного» міста, розташованого біля Йокогами. Передбачається, що в межах цього міста усі домашні сонячні електростанції і системи накопичення енергії будуть об'єднані в єдину мережу. Це дозволить не лише забезпечити незалежність міста, але і в перспективі – вийти на японський оптовий ринок продажу електроенергії.

Компанія NGK Insulators, технологія сірчано-натрієвих батарей. однією з перших вийшла на світовий ринок систем накопичення і зберігання електрики з технологією сірчано-натрієвих батарей з рідким електролітом. На сьогодні сумарна потужність акумуляторів, встановлених по усій земній кулі NGK Insulators, складає близько 3 ГВт, у тому числі на основі акумуляторів саме цього типу в Японії створена найбільша у світі мережа накопичувальних батарей.

Отже провідні компанії вже розробили та випробували поки що на локальних територіях та об'єктах технології інтелектуальних мереж – Інтелектуальна електромережа – повністю інтегрована, здатна самостійно регулювати і відновлювати свою роботу електроенергетична система, що має мережеву топологію і включає в себе всі генеруючі

джерела, магістральні і розподільні мережі і всі види споживачів електричної енергії, керовані однією мережею автоматизованих пристроїв в режимі реального часу. Це визначення концепції запропоновано Інститутом інженерів електротехніки та електроніки [41].

Інтелектуальні енергетичні системи обладнані різними приладами і лічильниками, сполученими через інтернет для більш ефективного енергоспоживання.

Основними функціями інтелектуальної мережі є:

- розвиток та інтеграція розподіленої генерації, включаючи відновлювані джерела енергії;
- управління попитом – підвищення енергоефективності споживачів;
- розгортання та інтеграція технологій зберігання електроенергії та зняття піків навантаження;
- збільшення використання цифрових і контролюючих технологій для забезпечення надійності, безпеки та ефективності електричної мережі;
- динамічна оптимізація операцій в мережі із забезпеченням повної інформаційної захищеності;
- використання інтелектуальних технологій для моніторингу стану мережі і управління мережею;
- інтеграція «розумних» приладів обліку і пристроїв споживача;
- інтелектуальна мережа розширює за допомогою цифрових технологій розподільну і транспортну мережу для оптимізації поточних операцій і відкриття нових ринків для альтернативної енергетики (IEEE).

Наразі на ринок технологій smart grid заходять величезні гроші ($40 \cdot 10^{12}$ дол. США), і він продовжує активно розвиватися. Експерти передбачають біля 5 трлн дол. США інвестицій в інфраструктуру виробництва і продаж з 2015 по 2030 рік [42].

Концептуальна схема розподіленої генерації, що об'єднує об'єкти маломасштабної електроенергетики, що об'єднані та самокеровані на локальних рівнях у так звані «розумні мережі» (smart grid) на рис. 6.

Поширені на сьогодні технології розподіленої генерації при порівнянні з централізованою генерацією в багатьох випадках дають для розподіленої генерації більш високі капітальні витрати (дол. США/кВт) і поточні витрати (дол. США/кВт год). Однак додаткові переваги, такі як когенерація тепла, підвищення надійності, відсутність мережових витрат, вже зараз роблять розподілену генерацію вигідною в багатьох застосуваннях. Справедлива ринкова оцінка всіх переваг є ключовим фактором для визначення перспективності таких проектів. Розвиток

⁴¹ Немировський І.А. Використання концепції інтелектуальних мереж у енергосистемі України [Електронний ресурс] / І.А. Немировський, С.О. Федорчук // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2016. – Вип. 176. – С. 28–30. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdtusg_2016_176_12.

⁴² Smart Grid Top Markets Report [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.trade.gov/topmarkets/pdf/Smart_Grid_Top_Markets_Report.pdf

технологій виводить на рівень економічної виправданості все більше варіантів використання РГ.

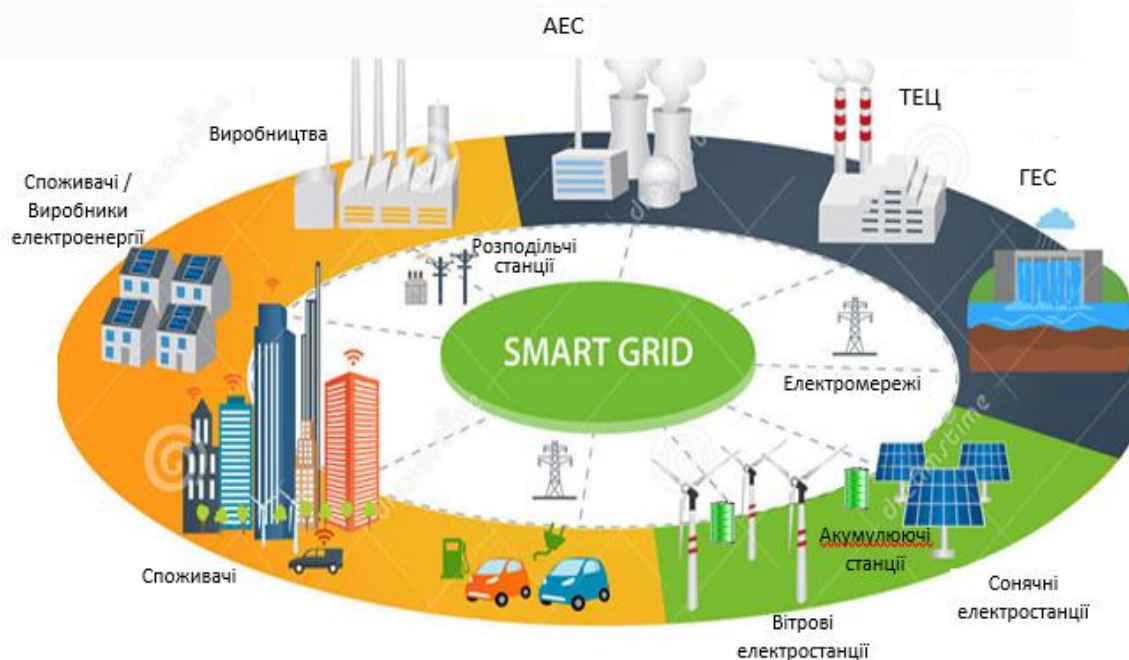


Рис. 6. Розподілена розумна електромережа smart grid

Джерело: дані [42]

Наприклад, з 2015 р. декілька регіонів США, де екологічно чиста, сонячна і вітрова енергія стала конкурентоспроможною за вартістю з традиційною потужністю. Якщо ж врахувати побічні екологічні наслідки від традиційної енергетики, вирішення яких лягає важким тягарем на суспільний бюджет з охорони здоров'я і навколишнього середовища, то переваги нового типу енергетики є безперечними.

Таким чином в Україні склалася ситуація, коли об'єктивні фактори надають унікальну можливість революційних змін у енергетиці України: нагальна необхідність швидкої модернізації існуючої енергосистеми та поява новітніх технологій ВДЕ, здатних конкурувати за рівнем цін з традиційними джерелами енергії, світова орієнтація на екологічно безпечні технології.

Основними суб'єктивними факторами, що стають на перешкоді є ментальна неготовність до переходу на іншу енергетичну систему та лютий спротив енергетичних монополій та їх лоббістів у державних структурах. Можна назвати велику кількість проблемних моментів, що наразі виникають на шляху впровадження ВДЕ і безсумнівно виникнуть у процесі реалізації концепції: це складність та зарегульованість енергетичного сектору, дефіцит вільних коштів, високі проценти по кредитах, несприятливий інвестиційний клімат і таке інше. Але вони є похідними від перших двох, і маючи політичну волю їх можна відносно швидко вирішити.

На шляху до переходу до нової моделі енергосистеми необхідне залучення всіх учасників та регуляторів ринку.

Рівень державних інституцій:

- на законодавчому рівні забезпечувати сприятливі умови для інвестування;

- підтримувати розробку та впровадження конкурентоспроможних технологій і локалізацію виробництва потрібного устаткування ВДЕ;

- стимулювати розвиток цивілізованих відносин «споживач – постачальник»,

- прийняття та підтримка стратегічних рішень та фінансових програм для стимулювання енергозберігаючих технологій, заходів.

Рівень об'єднаної енергетичної системи України:

- передбачити механізми забезпечення зростання ВДЕ зростанням маневрових потужностей, яке повинне здійснюватись у межах, які технологічно допустимі задля збереження надійної роботи енергосистеми України;

- заміна зношених та морально застарілих розподільчих систем новими з орієнтацією на концепцію smart grid (інтелектуальних мереж),

- переглянути механізм розподілення (між суб'єктами – виробниками з ВДЕ та компаніями-власниками електромереж) витрат на реконструкцію та будівництво магістральних та розподільчих мереж, необхідних для підключення електростанцій на ВДЕ до енергосистеми;

- передбачити акумулюючи потужності для стабільної роботи

Отже, перехід до концепції розподілених мереж дозволить побудувати сталу енергетичну систему з оптимальним використанням розподілених генераторів і перетворити тисячі приватних будинків, офісних будівель і невеликих, або й великих підприємств – у виробників і продавців електроенергії. При цьому споживачі самі продукують енергію на місці споживання, а «розумні» мережі самі розподіляють надлишки, регулюють баланс виробітку і споживання, виконуючи функції центру диспетчерського управління на рівні місцевої самоорганізації та «реакцій всіх на кожного». Така організація дозволить підвищити якість та надійність енергопостачання, сформувати адекватні ціни та значно зменшити екологічне навантаження на зовнішнє середовище.

Розвиток технологій ВДЕ нівелює колись величезну різницю між традиційними і альтернативними джерелами енергії. Враховуючи значне зменшення експлуатаційних витрат на електромережі, підвищення надійності, відсутність мережевих витрат, відсутність побічних екологічних наслідків від традиційної енергетики перехід до нової моделі є економічно виправданим.

На шляху по переходу до нової моделі енергосистеми необхідне широка участь всіх учасників та регуляторів ринку, від державних органів та інституцій об'єднаної електромережі країни до рядових споживачів (потенційних виробників) електроенергії.

1.6. Джерела енергозбереження у аграрному секторі України та країн світу