



КУДРЯ
Степан Олександрович —
член-кореспондент НАН
України, доктор технічних
наук, директор Інституту
відновлюваної енергетики
НАН України

ВІДНОВЛЮВАНА ЕНЕРГЕТИКА: ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ЕКОНОМІКА, ЕКОЛОГІЯ

**Стенограма наукової доповіді на засіданні
Президії НАН України 11 липня 2018 року**

Доповідь присвячено проблемам розвитку технологій використання відновлюваних джерел енергії, впровадження яких в Україні сприятиме забезпеченню енергетичної безпеки та незалежності держави, зниженню рівня забруднення довкілля, а також виконанню міжнародних зобов'язань України з розвитку відновлюваної енергетики. Останнє питання набуло особливої актуальності після приєднання України в 2010 р. до Європейського енергетичного співтовариства, оскільки наша держава взяла на себе зобов'язання до 2020 р. досягти у структурі загального балансу енергоспоживання частки енергії, отриманої з відновлюваних джерел, на рівні 11%. Інститут відновлюваної енергетики НАН України має вагомі розробки і напрацювання в галузі створення новітніх технологій, підвищення ефективності та забезпечення стабільної роботи енергосистем при використанні відновлюваних джерел енергії.

Шановний Борисе Євгеновичу!
Шановні члени Президії НАН України!
Шановні колеги!

Сьогодні я пропоную вашій увазі доповідь, присвячену питанням енергоефективності, економічним та екологічним аспектам розвитку відновлюваної енергетики в Україні.

Майже три роки тому з цієї трибуни я вже робив доповідь щодо перспектив розвитку вітчизняної відновлюваної енергетики, і за результатами її обговорення було прийнято постанову Президії НАН України від 07.10.2015 № 225 «Про стан та перспективи розвитку відновлюваної енергетики в Україні», за якою перед фахівцями Інституту відновлюваної енергетики НАН України було поставлено три важливі завдання: поглибити співпрацю з Державним агентством з енергоефективності та енергозбереження України, створити Міжнародний інформаційно-демонстраційний центр впровадження технологій відновлюваної енергетики і спільну з НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського» — кафедру відновлюваних джерел енергії.

Можу звітувати, що за цей час у рамках участі Інституту у створенні національної енергетичної політики в галузі відновлюваної енергетики спільно з Держенергоефективності України та іншими профільними відомствами було розроблено Національний план дій з відновлюваної енергетики, Атлас потенціалу відновлюваних джерел енергії, близько 20 державних стандартів та інших нормативних документів у сфері використання відновлюваних джерел енергії, кілька «дорожніх карт», а також виконано низку інших проєктів, спрямованих на збільшення інвестицій у відновлювану енергетику України.

З метою посилення роботи з підготовки кваліфікованих кадрів у галузі відновлюваної енергетики на базі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» та Інституту відновлюваної енергетики НАН України створено науково-освітнє об'єднання «Спільна кафедра відновлюваної енергетики». Крім підготовки студентів, на кафедрі проводяться спільні науково-дослідні роботи, і практика вже показала, що це правильний шлях підвищення ефективності співпраці академічної та університетської науки.

Спільно з Держенергоефективності України було розроблено концепцію діяльності Міжнародного інформаційно-демонстраційного центру впровадження та трансферу технологій відновлюваної енергетики. Метою створення центру є:

- демонстрація новітніх технологій використання відновлюваної енергетики та енергоефективних технологій;
- інформаційні науково-технічні заходи з підвищення енергоефективності та стимулювання використання відновлюваної енергії в різних сферах господарства;
- трансфер та вивчення технологій, інтеграція новітніх рішень у галузі відновлюваної енергетики та енергоефективних технологій у наявну енергетичну інфраструктуру України;
- демонстрація енергоефективних технологій відновлюваної енергетики в будівництві.

Діяльність Міжнародного інформаційно-демонстраційного центру як виробничо-демонстраційного енергокомплексу для забезпечення електричною і тепловою енергією приміщень Інституту відновлюваної енергетики НАН України має сприяти більш активному залученню інвестицій у розвиток відновлюваної енергетики в Україні; використанню передових зарубіжних технологій і сучасних наукових та технічних рішень установ НАН України; ознайомленню потенційних інвесторів, енергопостачальних компаній, споживачів енергії з перевагами використання відновлюваних джерел енергії, а також створенню можливостей для пріоритетного застосування найефективніших технологій у цій галузі.

Так, разом із громадською організацією «Екодія» ми вже провели тренінг, присвячений впровадженню сонячних фотоелектричних систем.

Найцікавішим прикладом міжнародного партнерства є реалізація проєкту UNIDO/GEF «Підвищення енергоефективності та стимулювання використання відновлюваної енергії в агрохарчових та інших малих та середніх підприємствах України», який виконується під егідою та за фінансової підтримки Організації Об'єднаних Націй з промислового розвитку (ЮНІДО) і Глобального екологічного фонду (ГЕФ). Загальний обсяг фінансування проєкту, в тому числі грантові кошти на реалізацію пілотних проєктів, становить 5,1 млн дол. США. Провідною установою для реалізації цього проєкту вибрано Інститут відновлюваної енергетики НАН України. Спільно з організаціями-партнерами було проведено тренінги з питань підвищення енергоефективності, впровадження енергоменеджменту, застосування енергостандартів, промислового використання енергії з відновлюваних джерел в агрохарчових та інших енергомістких малих і середніх підприємствах. Розроблена програма тренінгів та напрацьовані методичні матеріали дозволяють здійснювати підготовку та перепідготовку фахівців з впровадження технологій енергоефективності, тепло- та електропостачання будівель. За цим проєктом уже

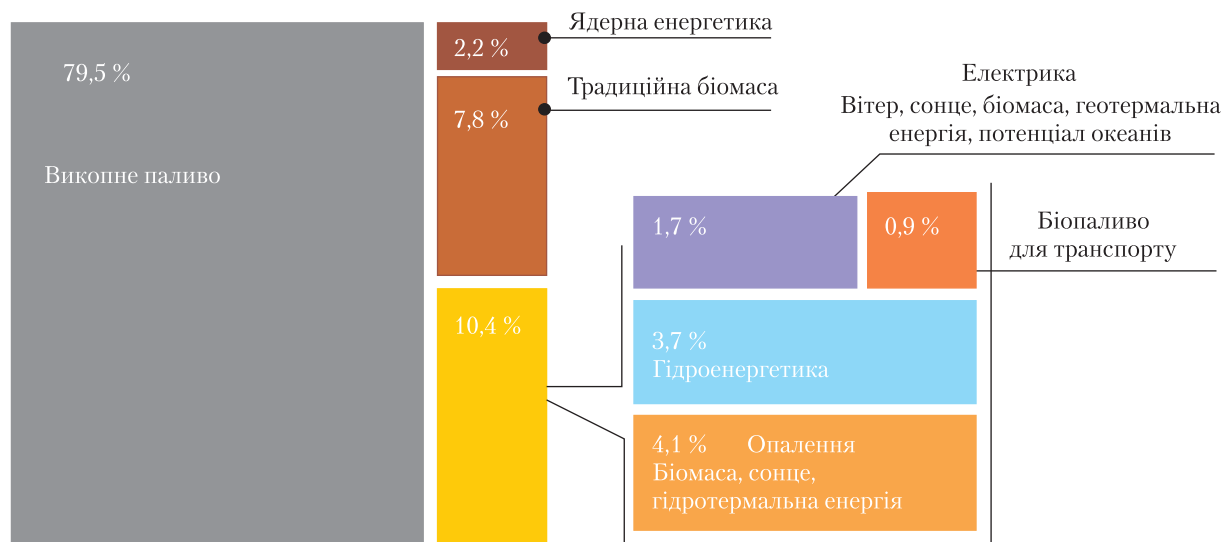


Рис. 1. Частка відновлюваної енергетики в загальносвітовому енергоспоживанні у 2016 р. (за даними звіту міжнародної групи REN21)

підготовлено 50 тренерів і 300 спеціалістів для агропромислової галузі. Бажано було б, щоб і співробітники НАН України також пройшли підготовку на таких тренінгах, оскільки сьогодні у кожній установі Академії має бути такий фахівець — менеджер з енергозбереження і впровадження відновлюваних джерел енергії.

До того ж, у 2018 р. було подано і схвалено заявку на проект UNIDO/GEF «Глобальна програма екологічних та інноваційних технологій для малих і середніх підприємств в Україні», реалізація якого дасть імпульс для генерації нових інноваційних ідей в Україні і дієвих механізмів втілення їх у життя, що сприятиме інноваційному та енергоефективному розвитку як окремих підприємств, так і країни загалом.

Що ж змінилося у світі за останні кілька років у галузі відновлюваної енергетики? В енергозабезпеченні людства поки що переважає викопне паливо. За даними звіту міжнародної групи REN21, у 2016 р. частка відновлюваної енергетики в загальносвітовому енергоспоживанні становила 18,2%, з яких використання традиційної біомаси — 7,8%, а нові відновлювані джерела енергії — 10,4% (рис. 1). Частка використання відновлюваних джерел енергії в

загальносвітовому виробництві електроенергії станом на кінець 2017 р. становила 26,5% (рис. 2).

Загальна встановлена потужність фотоелектричних станцій у світі за останні два роки збільшилася майже вдвічі і досягла 402 ГВт (за потужністю це еквівалентно 402 енергоблокам АЕС, а за обсягами виробленої електроенергії — роботі 80 ядерних енергоблоків). Лише за 2017 р. було встановлено близько 98 ГВт потужностей сонячних електростанцій, а це означає, що кожну годину у світі встановлюють приблизно 40 тис. нових фотоелектричних сонячних батарей. Це дійсно вражаючі цифри!

У галузі вітроенергетики загальна встановлена потужність у світі оцінюється в 539 ГВт (за обсягами виробленої електроенергії вітроенергетика замінила порядку 175 ядерних енергоблоків). Упродовж 2017 р. було встановлено 52 ГВт нових потужностей. Беззаперечними лідерами у розвитку сонячної та вітрової енергетики є Китай і США.

Яка ж загальна світова встановлена потужність відновлюваної енергетики на сьогодні? Станом на кінець минулого року цей показник становив 2 200 ГВт, з яких найбільша частка припадає на ГЕС — 1300 ГВт встановленої по-

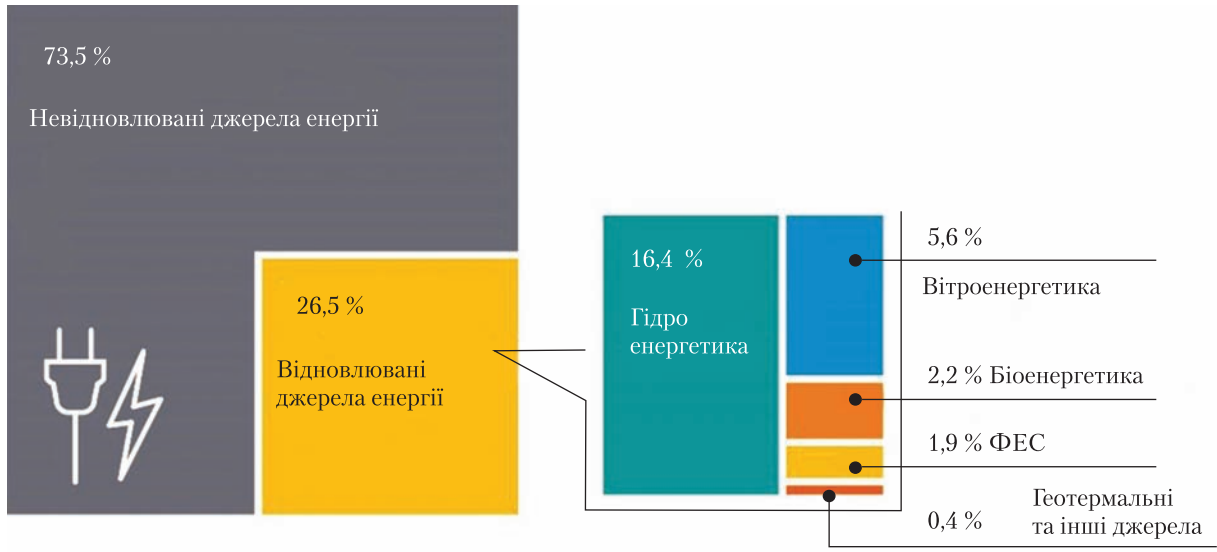


Рис. 2. Частка відновлюваної енергетики в загальносвітовому виробництві електроенергії у 2017 р. (за даними звіту міжнародної групи REN21)

тужності, ВЕС — 514 ГВт, сонячні фотоелектричні системи — 390 ГВт, станції на біогазі та біомасі — 109 ГВт, станції геотермальної енергетики — 12,8 ГВт. Щороку встановлена потужність відновлюваних джерел енергії збільшується у світі в середньому на 8,5% (в Україні цей показник сягає 20%). При цьому тільки за 2017 р. кількість робочих місць у відновлювальній енергетиці збільшилася на 1,5 млн і досягла загального значення 10,3 млн.

Сальдо вводу-виводу з експлуатації електростанцій у Євросоюзі за період 1995–2017 рр. переконливо свідчить про зростання потужностей відновлюваної енергетики, а також легкоманеврових газотурбінних станцій, і поступове виведення з експлуатації вугільних, атомних станцій та станцій, що працюють на мазуті.

Згідно з прогнозом світового розвитку відновлюваної енергетики, зробленим фахівцями Міжнародного енергетичного агентства у 2017 р., частка відновлюваних джерел енергії в загальному виробництві електричної енергії у 2040 р. збільшиться в 3,5 рази порівняно з 2016 р. і досягне 85%. Встановлена потужність гідроенергетики зросте в 1,5 рази, сягнувши 1 828 ГВт. Потужність ВЕС має підвищитися в 13 разів, до 5 500 ГВт. У сонячній електроенергетиці

потужності мають зрости в 32 рази, до 7122 ГВт встановленої потужності. Збільшення встановленої потужності в біоенергетиці очікується в 3,5 рази, у геотермальній енергетиці, відповідно, в 22,7 рази.

Прогноз інвестиційної привабливості галузей електроенергетики в країнах ЄС, зроблений Міжнародним енергетичним агентством на 2014–2035 рр., наочно демонструє, в які саме енергетичні технології надходитимуть найбільші інвестиції до 2035 р. Як можна бачити на рис. 3, 75% інвестицій, що становить близько 1,2 трлн дол. США, спрямовуватимуться в будівництво електростанцій, що працюють на відновлюваних джерелах енергії, з яких 53% припадає на ВЕС, 23% — на фотоелектричні системи, 15% — на станції, які працюють на біомасі і біогазі, і 9% — на ГЕС.

Україна також не стоїть осторонь глобальних трендів у розвитку енергетики. Згідно з новою Енергетичною стратегією України на період до 2035 року, частка зеленої енергії в загальному енергобалансі має становити 25% (для порівняння: у 2015 р. цей показник був на рівні 4%).

Фахівці Інституту відновлюваної енергетики НАН України зробили прогноз щодо

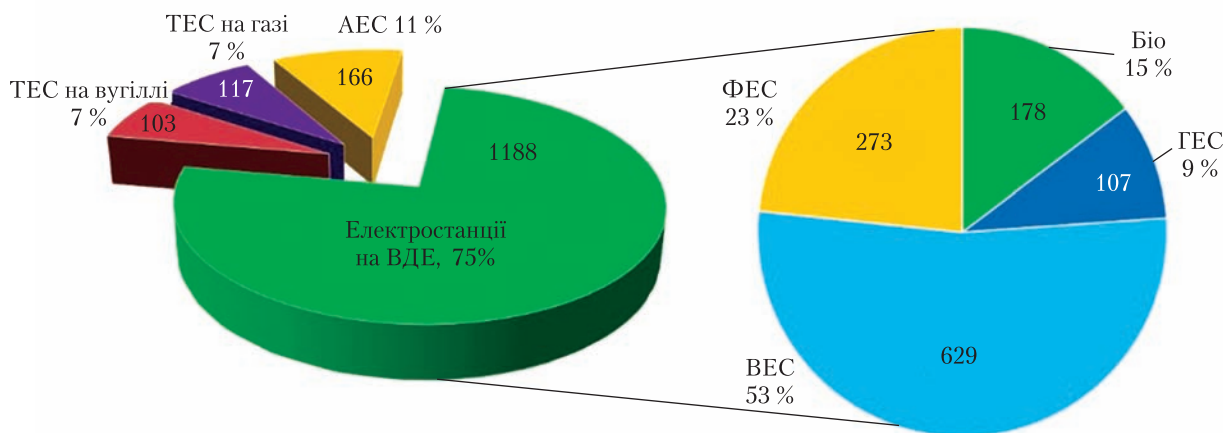


Рис. 3. Прогноз інвестиційної привабливості галузей електроенергетики в країнах ЄС у 2014–2035 рр., млрд \$ (за даними World Energy Investment Outlook)

Прогноз Інституту відновлюваної енергетики НАН України щодо впровадження ВДЕ в Україні до 2050 р.

Види ВДЕ	2020 рік		2030 рік		2040 рік		2050 рік	
	ГВт	млрд кВт·год	ГВт	млрд кВт·год	ГВт	млрд кВт·год	ГВт	млрд кВт·год
Малі ГЕС (до 10 МВт)	0,15	0,34	0,25	0,56	0,33	0,90	0,34	0,95
Вітрові електростанції	1,5	4,2	10,0	30,0	18,0	54,9	23,0	73,0
Фотоелектростанції	2,0	2,4	4,5	5,5	8,0	10,0	14,0	20,0
Геотермальна енергія	0,02	0,12	0,5	3,0	1,0	6,0	1,2	7,2
Біомаса	1,0	4,2	1,6	7,0	2,4	10,6	2,7	12,5
Усього	4,6	11,3	16,9	46,1	29,7	82,4	41,2	113,7
Загальне споживання*		182		195		224		253
Частка ВДЕ**, %		6,2		23,6		36,8		44,9
Великі ГЕС*	5,8	10	6	12	6	12	6	12
Частка ВДЕ з ГЕС, %		11,7		29,8		42,1		49,7

* Прогноз за ліберальним сценарієм (Дячук О. та ін. Перехід України на відновлювану енергетику до 2050 року).
 ** Без урахування великих ГЕС.

впровадження відновлюваних джерел енергії в Україні з перспективою до 2050 р. У таблиці наведено дані, отримані за базовим сценарієм розвитку, щодо встановленої потужності та обсягів валового виробництва електроенергії з відновлюваних джерел.

У 2017 р. в Україні на станціях, що працюють на відновлюваних джерелах енергії, було вироблено понад 2 млрд кВт·год електроенергії, в тому числі (рис. 4):

- вітрові станції — 971 млн кВт·год, або 48% загального обсягу виробництва електроенергії з ВДЕ;
- сонячні фотоелектричні системи — 711 млн кВт·год;
- малі ГЕС — 210 млн кВт·год;
- біогазові станції та станції на біомасі — 195 млн кВт·год.

З урахуванням генерації великих ГЕС цей показник у 2017 р. становить 8,9 млрд кВт·год.

Втім, лише за перші 5 місяців 2018 р. в Україні «зелена» генерація електрики загалом становила 1,2 млрд кВт·год, а з урахуванням великих ГЕС — 6,5 млрд кВт·год.

В Україні лідером виробництва електроенергії з відновлюваних джерел є вітроенергетика. За більш ніж 24-річну історію розвитку промислова вітроенергетика пройшла шлях від використання 100-кіловатних ліцензійних вітроенергетичних установок до найсучасніших вітрогенераторів потужністю 3,5 МВт.

Не секрет, що Україна конче потребує відродження потенціалу вітчизняного машинобудування, і одним з найперспективніших шляхів для цього є розвиток виробництва сучасного вітроенергетичного обладнання, на що й була спрямована свого часу державна комплексна програма будівництва вітрових електростанцій. Зараз спільно з фахівцями Інституту проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України та Інституту електродинаміки НАН України ми розробили «дорожню карту» комплексного розвитку вітроенергетики та машинобудування України. Оскільки на сьогодні переважну більшість комплектного обладнання для вітроагрегатів, у тому числі й великогабаритного, доводиться завозити з-за кордону, однією з основних цілей цього документа є локалізація в Україні виробництва 65 % компонентів вітроенергетичних установок, що дасть можливість залучити в розвиток вітчизняного машинобудування 11,2 млрд дол. США інвестицій.

Слід зазначити, що, крім наземного розташування вітроенергетичних установок (особливо привабливими для цього є південно-східні регіони), українські фахівці розглядають можливість розвитку офшорної вітроенергетики — встановлення вітроагрегатів на мілководді водосховищ та узбережжі Чорного та Азовського морів. За даними Національної лабораторії відновлюваної енергетики США, Україна посідає друге місце в Європі (після Великої Британії) за потенціалом офшорної вітроенергетики — 146 ГВт. Наприклад, вивчений нами технічний потенціал відновлюваної енергетики акваторії Київського водосховища оцінюється в 1 ГВт

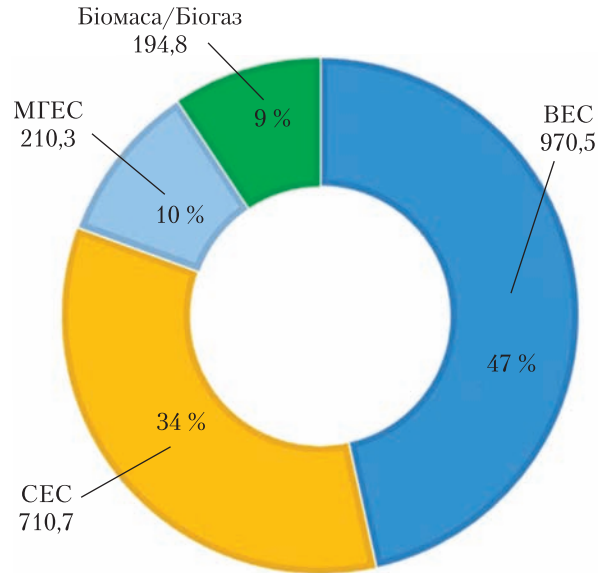


Рис. 4. Структура «зеленої» генерації в Україні у 2017 р. за видами відновлюваних джерел енергії, млн кВт·год

для вітрових електростанцій і 1 ГВт для плаваючих сонячних фотоелектричних станцій. Розміщення таких об'єктів може, крім іншого, допомогти з вирішенням екологічних проблем: якщо закрити панелями хоча б 10 % поверхні Київського моря, це сприятиме помітному зниженню температури водної маси і запобігатиме активному цвітінню водойми.

Розроблення та впровадження ефективної політики зі стимулювання використання відновлюваних джерел енергії для приватних домогосподарств, яких в Україні налічується 6,5 млн, демонструє значний розвиток цього сектору відновлюваної енергетики. Так, за даними Держенергоефективності України, лише за 1-й квартал 2018 р. встановлена потужність сонячних станцій приватних домогосподарств, що працюють за «зеленим» тарифом, збільшилася на 24 % і становила 63 МВт. На сьогодні вже встановлено понад 4 тис. малих, так званих дахових, сонячних станцій. За період з 2014 р. у цей сектор було інвестовано 64 млн євро.

Одним із потужних викликів, що постають сьогодні перед енергетикою, є проблеми сталого енергозабезпечення, оскільки генерація

електроенергії станціями на відновлюваних джерелах енергії має мінливий характер. Для підтримання стабільного і сталого енергозабезпечення необхідно вирішити низку проблем, пов'язаних з комплексним використанням відновлюваних джерел енергії, створенням інноваційних моделей диспетчеризації (розумні та віртуальні мережі), надійністю прогнозування виробництва енергії, акумулюванням електричної та теплової енергії тощо.

Для поширення набутого досвіду з використання відновлюваних джерел енергії в різні періоди було створено кілька комплексних демонстраційних систем енергозабезпечення:

- комплексна система використання ВДЕ, розроблена ще в 1980-х роках під керівництвом члена-кореспондента НАН України Г.І. Денисенка і встановлена на полігоні «Десна»;
- система енергопостачання приватного будинку в м. Обухів (біогазова установка — ФЕС-геліоколектори — акумулятори);
- комплексна система енергопостачання в НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського» (ВЕУ — ФЕС-теплові насоси — котел на біомасі — система візуалізації);
- комплексна система енергопостачання в корпусі № 2 на території Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України (ФЕС — геліоколектори — тепловий насос — мала ВЕУ-система акумулювання);
- комплексна система енергопостачання в нових приміщеннях Інституту відновлюваної енергетики НАН України у Феофанії на базі Міжнародного демонстраційного центру відновлюваної енергетики та трансферу технологій (ФЕС-геліоколектори — тепловий насос — система акумулювання);
- система енергопостачання приватного будинку в с. Вища Дубечня (ФЕС-геліоколектори — тепловий насос — система акумулювання теплової та електричної енергії);
- перша в Києві промислова сонячна дахова фотоелектрична станція.

Розрахунки, нещодавно проведені нами для НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», свідчать, що в разі встановлення геліостанцій на дахах усіх будівель на території університету

можна отримати від 5 до 10 МВт потужностей. Подібна пропозиція була б слушною і для НАН України — встановити на всіх спорудах, що належать Академії, дахові сонячні станції. Це дасть можливість отримувати до 10% безкоштовної електроенергії, перекласти на інвестора видатки на підтримання належного стану дахів і одержувати орендну плату за використання площ під сонячні панелі.

Зараз Інститут відновлюваної енергетики НАН України бере участь у розробленні проекту екопоселення на 100 сімей та логістичного центру в с. Городище Бориспільського району Київської області, в якому використано новітні технології енергоефективності в будівництві та задіяно принцип комплексного використання відновлюваних джерел енергії.

Крім того, за прогнозами фахівців, у світі дедалі ширшого використання набуватимуть водневі технології як спосіб акумулювання енергії з метою нівелювання мінливого характеру генерації електроенергії станціями на відновлюваних джерелах. Водень можна зберігати протягом кількох місяців, не втрачаючи більшу частину його потужності. Ще у 90-х роках минулого століття фахівці нашого Інституту брали участь у створенні першої в Європі вітроводневої станції в данському центрі розвитку відновлюваної енергетики — Фолькецентрі (Nordic Folkecenter). Подібну систему, але більш сучасну і вдосконалену, було розроблено та впроваджено спільними зусиллями Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України, Інституту відновлюваної енергетики НАН України та Інституту проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України. Вона розташована під Києвом і складається з вітроустановки, електрохімічної системи акумулювання та електролізера високого тиску (до 150 атм), що дає змогу уникнути встановлення компресорної техніки.

Фахівцями Інституту відновлюваної енергетики НАН України було визначено потенціал використання відновлюваних джерел енергії в Чорнобильській зоні відчуження. Навіть обережні оцінки, за якими доступний ресурс джерел електричної енергії (вітрових, сонячних

станцій) використовується лише на третину, свідчать про можливість отримувати щороку до 15 млрд кВт·год енергії, без використання палива та шкоди навколишньому середовищу. Хочу підкреслити, що 15 млрд кВт·год — це 10% загальної генерації електроенергії в Україні. Використання біоресурсів Зони відчуження ЧАЕС, зокрема вирощування безпечних для застосування енергетичних рослин, дасть змогу щороку отримувати до 5 т біопалива (етанолу) з гектара, а загалом за умови використання третини доступних угідь — до 10 тис. т біоетанолу в рік. При цьому додатковий позитивний ефект полягає в очищенні ґрунтів та повітря, одержанні сировини для виробництва целюлози, паливних брикетів, біогазу.

У травні цього року вперше було проведено науково-практичну конференцію «Відновлювана та воднева енергетика — 2018», присвячену 100-річчю Національної академії наук України. У рамках конференції відбулися пленарні засідання та засідання молодіжної секції. Щороку ми проводимо також науково-практичну конференцію «Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті», у третій день якої, за традицією, яка склалася в результаті нашої співпраці з Малою академією наук, присутні заслуховують найцікавіші доповіді наукової молоді.

Отже, перспективними напрямками майбутнього розвитку відновлюваної енергетики в Україні є такі:

- 1) вивчення потенціалу використання відновлюваних джерел енергії та проблем декарбонізації енергетики;
- 2) інтеграція систем з використанням відновлюваних джерел енергії в енергетичні системи та прогнозування їх роботи;
- 3) комплексне використання відновлюваних джерел енергії;
- 4) нові технології «розумних» енергосистем та систем акумулювання енергії;

- 5) розвиток екологічно чистого транспорту;
- 6) якісна освіта.

Отже, на завершення доповіді сформулюю наші пропозиції.

1. Із залученням міжнародних організацій і фахівців створити Міжнародний інформаційно-демонстраційний центр впровадження та трансферу технологій відновлюваної енергетики. Передбачити використання Центру як виробничо-демонстраційного енергокомплексу та консультативного центру для проведення освітніх проектів, підготовки і перепідготовки кадрів у галузі відновлюваної енергетики, надання консультативних послуг державним та приватним структурам щодо особливостей новітніх технологій використання відновлюваних джерел енергії, а також для сприяння ширшому впровадженню технологій відновлюваної енергетики.

2. Звернутися до Держенергоефективності України з пропозицією щодо підтримки і сприяння діяльності Міжнародного інформаційно-демонстраційного центру впровадження та трансферу технологій відновлюваної енергетики.

3. Розглянути доцільність започаткування цільового проекту НАН України з проведення енергоаудиту всіх споруд Академії та розроблення рекомендацій з підвищення енергоефективності й енергозбереження, в тому числі з використанням технологій відновлюваної енергетики.

4. Створити в структурі НАН України робочу групу аудиторів з енергоефективності та впровадження систем з використанням відновлюваних джерел енергії. Це особливо важливо з огляду на те, що невдовзі обов'язковою стане паспортизація всіх будівель, які належать державним організаціям.

Дякую за увагу!

За матеріалами засідання підготувала О.О. Мележик

S.O. Kudria

Institute for Renewable Energy of National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv)

RENEWABLE ENERGY INDUSTRY: ENERGY EFFICIENCY, ECONOMY, ECOLOGY

Transcript of scientific report at the meeting of the Presidium of NAS of Ukraine, July 11, 2018

The report is devoted to the problems of the development of renewable energy technologies, implementation of which in Ukraine will contribute to ensuring energy security and independence of the state, reducing the level of environmental pollution, as well as fulfillment of Ukraine's international obligations on renewable energy development. The latter issue became particularly relevant after the accession of Ukraine to the European Energy Community in 2010, as our state has committed itself to achieving a quota of renewable energy of 11% in the overall balance of energy consumption by 2020. The Institute of Renewable Energy of NAS of Ukraine has significant developments in the field of creating the latest technologies, increasing the efficiency and ensuring the stable operation of power systems in the use of renewable energy sources.