

УДК 620.92

Гелетуха Г.Г., Желєзна Т.А., Дроздова О.І.

Институт технічної теплофізики НАН України

АНАЛІЗ МЕХАНІЗМІВ СТИМУЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ «ЗЕЛЕНОЇ» ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ В ЄВРОПЕЙСЬКОМУ СОЮЗИ

Розглянуто сучасний стан та перспективи розвитку сектору «зеленої» електроенергетики Європейського Союзу. Проаналізовано існуючі механізми стимулювання виробництва електроенергії з відновлюваних джерел в ЄС. Показано, що основними інструментами підтримки даного сектору є «зелені» тарифи, «зелені» сертифікати та різного роду субсидії.

Рассмотрено современное состояние и перспективы развития сектора «зеленой» электроэнергетики Европейского Союза. Проанализированы существующие механизмы стимулирования производства электроэнергии из возобновляемых источников в ЕС. Показано, что основными инструментами поддержки данного сектора являются «зеленые» тарифы, «зеленые» сертификаты и различного рода субсидии.

The paper presents review of the state of the art and future trends in the development of green electricity sector in the European Union. The existing supporting systems for the power produced from renewables are analyzed. It is shown that the main subsidy systems to promote green power are feed-in tariffs, green certificates and different fiscal regulation mechanisms.

ВДЕ – відновлювані джерела енергії;
ВЕС – вітрова електростанція;
ГЕС – гідроелектростанція;
ЗЕ – «зелена» електроенергія;

ЗСПЕ – загальне споживання первинної енергії;
ЄС – Європейський Союз;
e/e – електроенергія;
н.е. – нафтовий еквівалент.

Загальна характеристика енергетичного сектору ЄС

Енергоспоживання Європейського Союзу має дві характерні особливості. По-перше, рівень загального споживання первинної енергії є майже незмінним протягом останніх двадцяти років – 1700...1800 млн. т н.е./рік, і це за умови постійного розвитку економіки і приєднання нових країн до ЄС. Утримання енергоспоживання на постійному рівні досягається шляхом планомірного вживання заходів по підвищенню енергоефективності та енергозбереження. По-друге, Євросоюз виробляє лише близько половини всієї необхідної кількості енергії, і, зважаючи на це, приділяє велику увагу розвитку відновлюваних джерел енергії. Тим не менш, має місце певна тенденція по збільшенню його залежності від імпортованих енергоносіїв. Якщо у 1991 р. виробництво енергії в Європейському Союзі покривало 55 % загального енергоспоживання, то у 2009 р. – тільки 48 %. Тому країни ЄС продовжують шукати шляхи для подальшого підвищення енер-

гоефективності і збільшення обсягів виробництва енергії з відновлюваних джерел.

За період з 1991 року споживання енергії з ВДЕ збільшилося в два рази і становить зараз 153 млн. т н.е./рік, або 9 % загального енергоспоживання (табл. 1). Основними енергоносіями в Євросоюзі залишаються нафтопродукти (37 % ЗСПЕ), природний газ (25 %) і вугілля (16 %). Частка біомаси в ЗСПЕ складає 6,2 %. У порівнянні зі структурою енергоспоживання ЄС середини 1990-х років можна відмітити збільшення частки використання природного газу (на 5 %), зменшення частки вугілля (на 6 %) і збільшення внеску ВДЕ, включаючи біомасу, майже в 2 рази.

Виробництво електроенергії в Європейському Союзі останніми роками тримається на рівні 3200...3300 ТВт·год/рік. На сьогодні основна частина електроенергії виробляється на атомних електростанціях (28 %) та на теплових електростанціях з вугілля (28 %) і природного газу (23 %). На частку ВДЕ припадає близько 17 % загального обсягу виробництва, в тому

Табл. 1. Виробництво та споживання енергії в Європейському Союзі [1-4, 9]

Показник	1991	1996	2000	2005	2009
Загальне виробництво первинної енергії, млн. т н.е.	917	983	941	896	812
Загальне споживання первинної енергії, млн. т н.е.	1667	1725	1724	1823	1702
Частка виробленої енергії в ЗСПЕ	55 %	57 %	55 %	55 %	48 %
Споживання енергії з ВДЕ, млн. т н.е.	73	86	97	116	153
Частка ВДЕ в загальному енергоспоживанні	4,4 %	5 %	5,6 %	6,4 %	9 %
Загальне виробництво електроенергії, ТВт·год	2640	2833	3025	3310	3210
Виробництво електроенергії з ВДЕ, ТВт·год	305	360	400	460	539
Виробництво електроенергії з біомаси, ТВт·год	13,5	26	40	80	103
Частка ВДЕ в загальному виробництві е/е	11,5 %	12,7 %	13,2 %	13,9 %	16,8 %
Частка біомаси в загальному виробництві е/е	0,5 %	0,9 %	1,3 %	2,4 %	3,2 %

Табл. 2. Структура виробництва електроенергії в Європейському Союзі [3, 4, 8]

Джерела енергії	Частка в загальному виробництві електроенергії	
	1991 рік	2008 рік
Вугілля	37,7 %	27,9 %
Атомна енергія	31,3 %	27,8 %
Природний газ	9,0 %	23,3 %
ВДЕ, в тому числі:	11,5 %	16,8 %
гідроенергія	10,8 %	9,7 %
вітроенергія	0,06 %	3,5 %
біомаса	0,51 %	3,2 %
сонячні фотоелементи	-	0,2 %
геотермальна енергія	0,13 %	0,2 %
Нафта	9,4 %	3,1 %
Інше	1,1 %	1,1 %
Загальне виробництво, ТВт·год	2640	3374

числі на біомасу – 3 %. З відновлюваних джерел перше місце по виробництву електроенергії займає гідроенергія (57,7 % всіх ВДЕ), на другому і третьому місцях знаходяться вітроенергія (20,9 %) і біомаса (19 %). У порівнянні зі структурою виробництва у 1991 році можна відзначити суттєвий ріст використання природного газу та зниження обсягів виробництва електроенергії з нафти (табл. 2). Щодо відновлюваних джерел енергії, помітно зросло виробництво електроенергії з енергії вітру та біомаси.

Цілі ЄС по виробництву «зеленої» електроенергії та їх виконання

Першу індикативну (тобто бажану, але не обов'язкову) ціль щодо обсягів виробництва електроенергії з відновлюваних джерел було поставлено у Білій Книзі (1997 р.) [5], яка протягом десяти років була основним програмним документом по розвитку ВДЕ в країнах ЄС. Згідно планів Білої Книги, у 2010 році частка «зеленої» електроенергії мала скласти 23,5 %, в тому числі з біомаси – 8 %. У Директиві Європарламенту і Ради [6] (2001 р.), присвяченій стимулюванню

виробництва електроенергії з відновлюваних джерел, містилася трохи нижча ціль – 22,1 % «зеленої» електроенергії у 2010 році.

На практиці виявилось, що виробництво електроенергії з ВДЕ розвивається не так динамічно, як прогнозувалося у Білій Книзі – з 1991 по 2005 роки ріст становив менше 1 % за кожні 5 років, чого явно було недостатньо для досягнення запланованих 22...23 % у 2010 році (табл. 1).

Погляди на темпи розвитку відновлюваних джерел енергії в Євросоюзі було переглянуто в новому Енергетичному плані Європейської Комісії 2007 року. За обов'язкову до виконання мету було поставлено досягнення частки ВДЕ у загальному енергоспоживанні – на рівні 20 % та частки моторних біопалив – мінімум 10 % у 2020 році [7]. У «Дорожній Карті по відновлюваній енергетиці» (2007 р.) [8], розробленій Європейською Комісією, проаналізовано, за рахунок чого мають бути досягну-

ті нові цілі до 2020 року. Так, вітрові електростанції можуть забезпечити 12 % від необхідного обсягу електроенергії. Виробництво електроенергії з біомаси (тверда біомаса, органічні відходи, біогаз) має потроїтися, сягаючи близько 300 ТВт·год/рік. Також очікується певний ріст виробництва електроенергії з енергії сонця та хвиль у зв'язку з потенційним здешевленням відповідних технологій (рис. 1). Загалом, за рахунок відновлюваних джерел енергії в Євросоюзі у 2020 році має бути забезпечено 34 % загального споживання електроенергії.

Механізми стимулювання виробництва електроенергії з відновлюваних джерел

Існує багато механізмів стимулювання розвитку «зеленої» електроенергетики, з яких найбільш поширеними в Європейському Союзі є «зелені» тарифи, «зелені» сертифікати, різноманітні надбавки та субсидії. Практично всі країни ЄС застосовують одночасно декілька

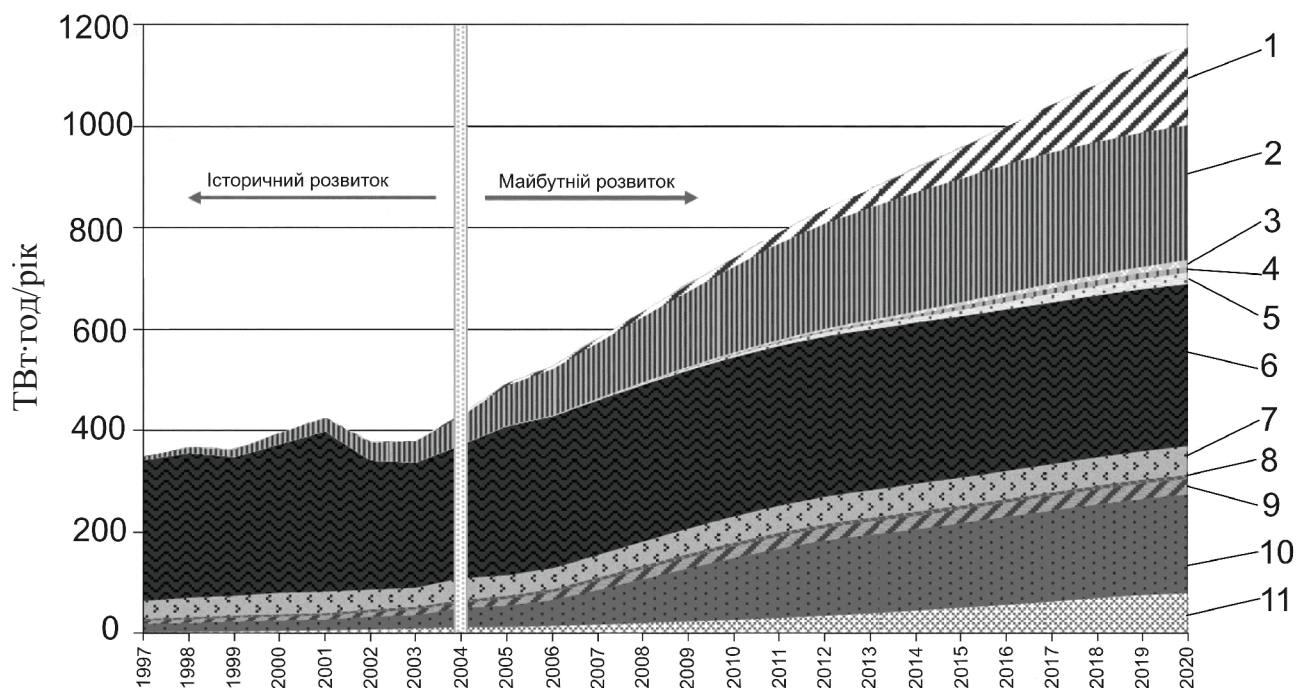


Рис. 1. Прогноз Європейської Комісії по росту виробництва електроенергії з ВДЕ до 2020 р. [8]:
 1 – енергія вітру (офшорні ВЕС); 2 – енергія вітру (наземні ВЕС); 3 – енергія приливів та відливів; 4 – сонячна тепла енергія на виробництво електроенергії; 5 – фотоелектрика; 6 – великі ГЕС; 7 – малі ГЕС; 8 – геотермальна енергія; 9 – органічна частина відходів; 10 – тверда біомаса; 11 – біогаз.

схем підтримки, з яких одна-дві є для даної країни є основними.

«Зелений» тариф являє собою спеціальний підвищений тариф на електроенергію, вироблену з ВДЕ, за яким виробник гарантовано може її продати. Зазвичай він встановлюється на довготривалий період (10...20 років) з поступовим зменшенням його величини і диференціюється для різних технологій і потужностей установок. Менш розвинені технології отримують більш високий тариф для скорішого досягнення ними комерційного рівня. А в межах однієї технології, чим менше потужність установки, тим більший «зелений» тариф вона може отримати. Наразі «зелений» тариф діє у 21 країні Євросоюзу – Австрії, Данії, Фінляндії, Німеччині, Іспанії та ін.

Прикладом послідовної політики щодо розвитку сектору електроенергії з ВДЕ і успішного застосування «зеленого» тарифу є Німеччина. Протягом 1989-1995 р.р. в країні діяла програма, спрямована на створення 250 МВт генеруючих потужностей вітрових електростанцій. Програма гарантувала фіксовані платежі за кожну кВт·год виробленої електроенергії. У 1991 році було прийнято закон, згідно якого незалежні виробники «зеленої» електроенергії мають доступ до мереж, а оператори мереж зобов'язані компенсувати виробникам 90 % середнього тарифу для приватних споживачів. Після лібералізації ринку електроенергії у 1998 році виникла потреба зміни системи платежів за «зелену» електроенергію. У 2000 році було прийнято «Закон про відновлювані джерела енергії», який увів диференційований «зелений» тариф на 20 років. Протягом наступного періоду деякі положення закону було кілька разів змінено та доповнено [10-14].

Для прикладу в табл. 3 наведено поточні значення «зеленого» тарифу в Німеччині на електроенергію, вироблену з біомаси/біогазу. Так, для електроенергії з біомаси базовий тариф становить 7,79...11,67 євроцентів/кВт·год в залежності від потужності установки, а для електроенергії з біогазу, отриманого шляхом анаеробної ферментації біомаси – 8,79...12,67 євроцентів/кВт·год. Існують надбавки до базово-

го тарифу: за одночасне виробництво теплової та електричної енергії, за застосування в якості біомаси енергетичних культур та за використання інноваційних технологій при виробництві електроенергії з біомаси, наприклад, термохімічної газифікації, двигуна Стірлінга та ін. «Зелений» тариф в Німеччині не поширюється на сумісне спалювання біомаси з викопними паливами. Уведення «зеленого» тарифу сприяло росту частки ВДЕ у виробництві електроенергії в Німеччині з 5,8 % у 2005 році до більш, ніж 15 %, у теперішній час.

Іншим досить широко розповсюдженим механізмом стимулювання є система «зелених» сертифікатів. «Зелений» сертифікат є документом, що підтверджує факт виробництва кожної МВт·год електроенергії з відновлюваних джерел. Певна країна встановлює обов'язкову квоту на обсяг «зеленої» електроенергії в загальному об'ємі виробництва. Якщо якийсь виробник (постачальник) електроенергії не може виконати цю квоту, він має купити «зелені» сертифікати на ринку або заплатити штраф, сума якого зазвичай вище вартості «зелених» сертифікатів. Іноді зобов'язання по квоті «зеленої» електроенергії накладається не на виробника (постачальника), а на споживача електроенергії. Система квот і «зелених» сертифікатів діє в Швеції, Італії, Польщі, Румунії, Великобританії, Бельгії [10, 15].

В Швеції вартість «зеленого» сертифікату становить близько 28 євро/МВт·год, а штраф за невиконання квоти – у півтора рази більший. Інтенсивне використання біомаси (деревини, деревних відходів, чорного лугу та торфу) для виробництва електроенергії почалося в цій країні з 1990 року. Обов'язкова квота на «зелену» електроенергію, встановлена до 2030 року, розповсюджується на постачальників та споживачів електричної енергії. Її обсяг протягом 2010-2012 рр. становить 17,9 % з поступовим зменшенням до 4,2 % у 2030 році (табл. 4) [12, 15].

Система доплат (бонусів, субсидій) на електроенергію з ВДЕ наразі діє в Фінляндії, Данії, Чеській Республіці, Нідерландах, Іспанії

Табл. 3. «Зелений» тариф на електроенергію, вироблену з біомаси в Німеччині [12, 14]

Вид ВДЕ	Потужність	Базовий «зелений» тариф, євроцентів/кВт·год
Біомаса	≤ 150 кВт	11,67
	150...500 кВт	9,18
	500...5000 кВт	8,25
	5...20 МВт	7,79
Біогаз (анаеробна ферментація біомаси)	≤ 150 кВт	12,67
	150...500 кВт	10,18
	500...5000 кВт	9,25
	5...20 МВт	8,79
Біогаз з полігонів твердих побутових відходів	≤ 500 кВт	9,0
	500...5000 кВт	6,16
Біогаз станцій аерації	≤ 500 кВт	7,11
	500...5000 кВт	6,16
Технологія	Надбавка до базового тарифу, євроцентів/кВт·год	
	біомаса	біогаз
- когенерація	3	-
- енергетичні культури	2,5...6	7...11
- інноваційна технологія	2	2

та деяких інших країнах. Доплата нараховується на кожен МВт·год виробленої «зеленої» електроенергії і становить, наприклад, в Фінляндії 6,9 євро/МВт·год для електроенергії з лісових відходів, 4,2 євро/МВт·год – для електроенергії з біогазу. В Іспанії надбавка на електроенергію з біомаси, вироблену на установках потужністю до 50 МВт_e, складає 19...101 євро/МВт·год в залежності від виду біомаси. Для установок потужністю 50...100 МВт_e надбавка зменшується згідно спеціальної формули. В Данії величина субсидії на «зелену» електроенергію становить 20 євро/МВт·год.

В Нідерландах з 2007 року система доплат діє таким чином, що при комбінованому виробництві теплової та електричної енергії на установках потужністю 10...50 МВт_e виробники отримують 106 євро/МВт·год, а при виробництві тільки електроенергії – 67 євро/МВт·год (дані 2010 року). Величина субсидії уточнюється кожного року в залежності від

поточних цін на електроенергію та природний газ і розповсюджується тільки на нові установки. Сумісне спалювання біомаси з вичерпними паливами субсидується в Нідерландах у разі використання чистої деревини, 61 євро/МВт·год, але ця підтримка буде діяти тільки до 2015 року.

Суть системи тендерів полягає в тому, що в країні оголошується тендер на будівництво об'єктів «зеленої» електроенергетики, і переможець тендеру одержує повне або часткове державне фінансування будівництва. Ця система є у Франції і Латвії. Так, в секторі біоенергетики у Франції у 2005 році державну підтримку отримали проекти по будівництву установок загальною потужністю 232 МВт_e, у 2006 році – 300 МВт_e, у 2009 році – 250 МВт_e [12].

В деяких країнах існують спеціальні фонди, які надають пільгові кредити на впровадження технологій, що потребують стимулювання, в тому числі технології виробництва

Табл. 4. Обов'язкова квота на «зелену» електроенергію в Швеції [15]

Рік	МВт·год ЗЕ/МВт·год загального обсягу проданої/спожитої електроенергії
2009	0,170
2010 – 2012	0,179
2013	0,089
2014	0,094
2015	0,097
2016 – 2018	0,111
2019 – 2020	0,112
2021	0,113
2022	0,106
2023	0,094
2024	0,090
2025	0,083
2026	0,075
2027	0,067
2028	0,059
2029	0,050
2030	0,042

електроенергії з ВДЕ. Наприклад, в Польщі Національний фонд захисту довкілля та водних ресурсів надає пільгові кредити на реалізацію проектів «зеленої» електроенергетики у разі використання в них енергії вітру, біогазу та гідроенергії. Розмір кредиту становить 1... 12,5 млн. євро, але не може перевищувати 75 % вартості проекту. Позичальник звільнюється від виплати до 50 % обсягу кредиту. Пільгове кредитування «зелених» технологій в різних формах діє також в Данії, Словенії та Чеській Республіці.

Висновки

Виробництво електроенергії з відновлюваних джерел динамічно розвивається в Європейському Союзі. Наразі внесок ВДЕ в загальне виробництво становить близько 17 % (567 ТВт·год/рік), в тому числі доля біомаси – 3,2 % (108 ТВт·год/рік). Розвиток сектору відбувається завдяки цілій низці механізмів стимулювання, що діють в країнах Євросоюзу.

Найбільш поширеними з них є «зелені» тарифи, «зелені» сертифікати та надбавки (субсидії) на електроенергію, вироблену з відновлюваних джерел. «Зелений» тариф, певно, є найбільш ефективним інструментом підтримки, оскільки він дозволяє гнучко стимулювати використання конкретних технологій і конкретних видів біомаси на розсуд країни, в якій він діє.

ЛІТЕРАТУРА

1. Eurostat <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home>
2. *Panorama of Energy*. Eurostat Statistical Books, 2009.
3. *EU energy and transport in figures*. Statistical Pocketbook. European Commission, 2010.
4. *Renewables make the difference*. European Commission, 2011.
5. *Energy for the Future: Renewable Sources of Energy*. White Paper for a Community Strategy and Action Plan. COM(97)599 final, 26.11.1997.
6. *Directive 2001/77/EC of the European*

Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market.

7. *Directive 2009/28/EC* of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC.

8. *Renewable Energy Road Map*. Renewable energies in the 21st century: building a more sustainable future. COM(2006) 848 final, Brussels, 10.01.2007.

9. *Renewable Energy Snapshots 2010*, JRS, European Commission.

10. *Renewables 2010*. Global Status Report. REN 21.

11. *Renewable Energy Law*. Altener case study № 7 (21 October, 2004).

12. *M. Bubholz, R. Nowakowski* Mapping of subsidy systems and future consumption of biomass. Vattenfall Research and Development AB, 2010.

13. *Act revising the legislation* on renewable energy sources in the electricity sector of 21 July 2004.

14. *Act revising the legislation* on renewable energy sources in the electricity sector and amending related provisions of 2008.

15. *RES LEGAL* – Legal sources on renewable energy <http://www.res-legal.de/en.html>

Получено 21.06.2011 г.