

**Зелінська А.М.**, к. е. н.,  
доцент кафедри менеджменту організацій  
та адміністрування імені М.П. Поліщука  
*Житомирський національний агроекологічний університет*

## ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ВИРОБНИЦТВА ТВЕРДОГО АГРОПАЛИВА В УКРАЇНІ

**Зелінська А.М.** Оцінка енергетичного потенціалу виробництва твердого агропалива в Україні. У статті викладено підходи до оцінки енергетичного потенціалу спеціальних енергетичних культур та побічної продукції рослинництва. Розраховано потенціал виробництва агропалива в 1990–2016 рр. Визначено перспективи розвитку сировинної бази твердого агропалива на 2025 р.

**Ключові слова:** енергетична безпека, біоенергетика, сировинна база, побічна продукція рослинництва, спеціальні енергетичні культури, тверде агропаливо.

**Зелинская А.М.** Оценка энергетического потенциала производства твердого агроотоплива в Украине. В статье изложены подходы к оценке энергетического потенциала специальных энергетических культур и побочной продукции растениеводства. Рассчитан потенциал производства агроотоплива в 1990–2016 гг. Определены перспективы развития сырьевой базы твердого агроотоплива на 2025 г.

**Ключевые слова:** энергетическая безопасность, биоэнергетика, сырьевая база, побочная продукция растениеводства, специальные энергетические культуры, твердое агроотопливо.

**Zelins'ka A.M.** Estimation of energy potential for solid agro fuels production in Ukraine. The approach to assessing the energy potential of special energy crops and by-products of crop production are stated in the article. The potential of agro fuels production in 1990–2016 is calculated. The prospects of the development of the raw material source of solid agro fuels till 2025 are determined.

**Key words:** energy security, bioenergetics, raw material source, by-products of crop production, special energy crops, solid agro-fuels.

**Постановка проблеми.** Людська цивілізація, неконтрольовано використовуючи в останні два століття енергію викопних палив, підійшла до тієї межі, коли, з одного боку, використання не відновлювальних енергетичних ресурсів стає все дорожчим, їх запаси стають все меншими, а з іншого боку, відбувається безпрецедентне забруднення довкілля життєво небезпечними компонентами, які спричинили глобальне потепління та зміну клімату.

Суспільство, усвідомивши, що це вже реально загрожує не тільки цивілізації, але й планеті загалом, визначило необхідність виробити нову парадигму енергетики майбутнього, в якій чільне місце посідає паливо, вироблене з біомаси, зокрема сільськогосподарської.

Сучасний розвиток аграрного сектору України характеризується не лише позитивною динамікою щодо забезпечення продовольчої безпеки країни, але й нарощуванням обсягів виробництва енергетичних культур, які дають змогу розвивати біоенергетику та зміцнювати енергетичну безпеку. Наукові дослідження свідчать про те, що земельний потенціал держави можна використовувати для вирощування енергетичних культур, не створюючи загрози продовольчій безпеці.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Значний внесок у вирішення теоретико-методологічних аспектів розвитку сировинної бази для виробництва біопалива в Україні здійснили такі вчені, як, зокрема,

Г. Гелетуха, М. Гавриш, О. Бородіна, Г. Калетник, С. Кваша, О. Шпичак.

Водночас необхідно відзначити, що в Україні недостатньо дослідженими залишаються питання методичних підходів до визначення потенціалу біомаси, зокрема оцінки сировинних ресурсів, які можуть бути використані для виробництва твердого біопалива.

**Постановка завдання.** Метою статті є оцінка енергетичного потенціалу спеціальних енергетичних культур та побічної продукції рослинництва, які можуть бути використані як сировина для виробництва твердого аграрного палива.

**Виклад основних результатів.** Сільськогосподарською сировиною для виробництва твердого біопалива є побічна продукція рослинництва (солома зернових, зернобобових, технічних культур, лушпиння соняшнику), а також спеціально вирощені енергетичні культури (міскантус, свічграс, енергетична верба).

Для оцінки потенціалу виробництва аграрного твердого біопалива використовують методику, яка передбачає три основні потенціали біомаси, такі як теоретичний, технічний та економічний [1].

Теоретичний потенціал (який деякі дослідники ще називають валовим) – це енергетичний еквівалент повної кількості енергії, яка доступна для використання. Технічний потенціал – це та частина теоретичного потенціалу, яка може бути ефективно використана

із залученням відомих технологій та з урахуванням соціальних та екологічних факторів. Економічний потенціал – це та частина технологічного потенціалу, використання якої є економічно виправданим за наявного рівня цін на викопні види палива, тепло, електроенергію, обладнання, матеріали, робочу силу тощо.

Енергетичний потенціал побічної продукції рослинництва можна оцінити, використовуючи офіційні статистичні дані валового виробництва основної продукції.

Як відомо, кількість побічної продукції можна оцінити з огляду на таку залежність:

$$V_{п.п.} = V_{о.п.} * K_{п.п.}, \quad (1)$$

де  $V_{п.п.}$  – валове виробництво побічної продукції;  $V_{о.п.}$  – валове виробництво основної продукції;  $K_{п.п.}$  – коефіцієнт виходу побічної продукції.

Коефіцієнт виходу побічної продукції визначає вихід побічної продукції (соломи, стебел) залежно від виду й сорту рослин.

Існують різні позиції щодо оцінки енергетичного потенціалу побічної продукції рослинництва. Такі оцінки стали актуальними з появою попиту на неї. Так, деякі дослідники стверджують, що, наприклад, солому зернових культур доцільно використовувати на корм худобі, а також як підстилку [2]. Інші, навпаки, доводять, що в оптимальних раціонах годівлі тварин використання соломи є недоцільним, а у зв'язку з використанням систем гідрозмиву зменшилась також потреба в підстилці.

Для визначення оптимальної кількості соломи, необхідної для удобрення ґрунтів, проведено багато досліджень як вітчизняними, так і зарубіжними вченими. В результаті цих досліджень встановлено, що для забезпечення підтримки родючості ґрунтів не обов'язково використовувати значну частину рослинних решток. Так, залишення на полі 4–8 ц рослинних решток на гектар є цілком достатнім [3].

Тому для оцінювання частини побічної продукції, яка може бути використана як сировина для виробництва твердого палива, пропонуємо використовувати коефіцієнт енергетичного використання побічної продукції рослинництва  $K_{ен.}$ . Тоді кількість побічної продукції, доступної для виробництва твердого біопалива, визначатимемо за такою формулою:

$$V_{ен.} = V_{о.п.} * K_{п.п.} * K_{ен.} \quad (2)$$

Коефіцієнти  $K_{п.п.}$  і  $K_{ен.}$  визначені нами на основі експертних оцінок.

Для розрахунку побічної продукції рослинництва за формулою (2) використані дані Державного комітету статистики України. Результати розрахунку представлені в табл. 2.

Приклад розрахунку кількості соломи зернових та зернобобових, які можна було використати на енергетичні цілі в 2016 р.:

$$V_{ен.} = V_{о.п.} * K_{п.п.} * K_{ен.} = 66088 * 1 * 0,6 = 39653 \text{ тис. т.}$$

З методологічної точки зору важливо оцінити не лише можливі фізичні обсяги побічної продукції рослинництва, які можна використати для твердого аграрного палива, але й їх енергетичний потенціал.

Для цього скористаємося дослідженнями науковців Інституту відновлюваної енергетики [4].

Енергетичний потенціал побічної продукції рослинництва визначається за такою формулою:

$$P_e = V_e * \frac{Q}{7000 \text{ кг ум.п.}}, \quad (3)$$

де  $Q$  – нижня теплота згорання робочого палива з побічної продукції рослинництва, ккал/кг; 7000 ккал – теплотворна здатність 1 кг умовного палива.

Згідно з дослідженнями [4] нижча теплота згорання для соломи зернових і зернобобових культур становить 3 000 ккал/кг; стебел соняшнику – 3 200 ккал/кг; стебел кукурудзи – 33 270 ккал/кг; соломи ріпаку – 3 660 ккал/кг; лушпиння соняшнику і соломи сої – 3 750 ккал/кг.

Результати розрахунку енергетичного потенціалу представлені в табл. 3.

Як видно із наведених даних (табл. 3), енергетичний потенціал побічної продукції рослинництва значно відрізнявся по роках від 12,9 млн. т ум. п. у 2000 р. до 60,1 млн. т ум. п. у 2016 р.

Важливим питанням є прогнозування енергетичного потенціалу твердого аграрного біопалива. На наш погляд, під час розроблення можливих сценаріїв розвитку аграрної біоенергетики загалом, зокрема сектору твердого біопалива, доцільно виходити з такого: в Україні буде збільшуватися виробництво рослинницької продукції за рахунок досягнення врожайності європейського рівня (досвід все більшої кількості сільськогосподарських підприємств підтверджує це), а також залучення в сільськогосподарський обіг не оброблюваної нині ріллі. Цьому

Таблиця 1

Значення коефіцієнтів для побічної продукції рослинництва

Вид побічної продукції	Коефіцієнт виходу побічної продукції	Коефіцієнт енергетичного використання
Солома зернових і зернобобових	1,0	0,6
Курудза (стебла)	1,2	1,0
Солома ріпаку	1,8	1,2
Соняшник (стебла)	3,5	1,0
Соняшник (лушпиння)	0,18	1,0
Солома сої	1,3	1,0

Джерело: [3]

Таблиця 2

**Динаміка валового виробництва побічної продукції рослинництва,  
яка може бути використана в енергетичних цілях**

Показники	Роки						
	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Валове виробництво основної продукції, тис т							
Зернові і зернобобові	51 009	24 459	39 270	63 051	63 859	60 125	66 088
Кукурудза	4 637	3 848	11 953	30 949	28 497	23 328	28 075
Соняшник	2 571	3 457	6 772	11 050	10 134	11 181	13 627
Ріпак	130	131	1 470	2 352	2 198	1 738	1 154
Соя	99	64	1 680	2 774	3 882	3 931	4 277
Валове виробництво побічної продукції, яка може бути використана в енергетичних цілях, тис т							
Солома зернових і зернобобових	30 605	11 293	23 562	37 830	38 315	36 075	39 653
Курудза (стебла)	5 564	4 070	14 343	37 149	34 196	27 994	3 369
Соняшник (стебла)	8 999	12 091	23 702	38 675	35 469	39 134	47 695
Соняшник (лушпиння)	463	622	1 218	1 989	1 824	2 012	2 453
Солома ріпаку	234	235	2 646	4 234	3 956	3 128	2 077
Солома сої	129	83	2 184	3 606	5 046	5 110	5 560

Джерело: розраховано автором за даними Державної статистичної звітності [5]

Таблиця 3

**Енергетичний потенціал побічної продукції рослинництва  
для виробництва твердого агропалива, тис. т ум. п.**

Види продукції	Роки						
	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Солома зернових і зернобобових	13 116	4 940	10 098	16 212	16 420	15 460	16 994
Курудза (стебла)	2 615	1 912	6 741	17 460	16 072	13 157	15 834
Соняшник (стебла)	4 139	5 562	10 903	17 791	16 316	18 001	21 940
Соняшник (лушпиння)	250	336	658	1 074	985	1 086	1 325
Солома ріпаку	121,6	122	1 376	2 202	2 057	1 627	1 080
Солома сої	69	44	1 179	1 947	2 724	2 759	3 002
Всього	20 310	12 916	30 955	56 686	54 574	52 090	60 175

Джерело: розраховано автором за даними Державної статистичної звітності [5]

буде сприяти зростаючий світовий попит на продовольство та біоенергію. Можливо припустити, що в країні значно збільшаться площі під виробництвом спеціальних енергетичних культур. Нині в сільськогосподарських підприємствах України площі, зайняті під спеціальними енергетичними культурами, є незначними. Так, вирощуванням енергетичної верби займаються окремі фермерські господарства Івано-Франківської, Львівської, Волинської та Рівненської областей. Першою промислове виробництво енергетичної верби в Україні розпочала аграрно-енергетична компанія “SALIX energy”, яка працює на біоенергетичному ринку з 2010 р. Ця українська компанія визначила своєю спеціалізацією вирощування енергетичних рослин в промислових масштабах як джерела для виробництва твердого біопалива. Нині в підприємстві промислові насадження енергетичної верби становлять 1 800 га [6].

Компанія “Phytofuels” вирощує однорічні енергетичні культури (просо прутіподібне, сорго цукрове тощо) на площі понад 35 тис. га в Полтавській області. Брикети і гранули, вироблені з цих культур, “Phytofuels” реалізує як на вітчизняному, так і на зарубіжному ринках [7].

Найбільші площі міскантусу знаходяться в Харківській області, є невеликі площі міскантусу в Житомирській області.

Всі енергетичні рослини, практика поширення яких спостерігається в Україні, можна поділити на такі групи: рослини аграрного лісу (енергетична верба, тополя), однорічні рослини (свічграс) та багаторічні трави (міскантус, шавнат).

Враховуючи тенденції поширення енергетичних плантацій в Україні, ми обґрунтували розширення їх площ до 2025 р. для енергетичної верби до 200 тис. га, для міскантусу до 100 тис. га, для енергетичної тополі до 80 тис. га. Це дасть змогу, згідно з нашими прогнозами, отримати близько 2,5 млн. т у. п.

Виходячи з прогнозних розрахунків валового виробництва сільськогосподарських культур, побічна продукція яких може бути використана як сировина для твердого аграрного палива, ми розраховали можливий обсяг виробництва агропелет і агробрикетів, який становить 65–70 млн. т ум. п.

**Висновки.** В результаті проведеного дослідження вдосконалено методику розрахунку енергетичного потенціалу побічної продукції рослинництва та спеціальних енергетичних культур, які можуть бути вико-

ристанні як сировина для твердого аграрного палива. Встановлено, що величина енергетичного потенціалу побічної продукції рослинництва залежить від багатьох чинників (структура посівних площ, валове виробництво окремих культур, можливості альтернативного використання), а за період 2000–2016 рр. зросла майже в 5 разів. Сумарний енергетичний потенціал аграр-

ного твердого біопалива в середньому за досліджуваний період становить близько 40 млн. т ум. п, що складає 9% загального енергоспоживання в Україні. Розраховані прогнозні показники сировинної бази для виробництва твердого аграрного палива свідчать про зростання ролі сільського господарства в забезпеченні енергетичної безпеки держави.

### Список літератури:

1. Безруких П., Стребков Д. Возобновляемая энергия: стратегия, ресурсы, технологии. Москва: ГНУ ВИЭСХ, 2005. 264 с.
2. Кузнецова А. Використання соломи в Україні – можливості та перспективи. URL: [http://www.ier.com.ua/files/publications/Policy\\_papers/Agriculture\\_dialogue/2010/AgPP\\_31\\_ukr.pdf](http://www.ier.com.ua/files/publications/Policy_papers/Agriculture_dialogue/2010/AgPP_31_ukr.pdf).
3. Довідник агронома / за ред. Л. Зіневича. Київ: Урожай, 1983. 671 с.
4. Кудря С., Щокін А. Деякі аспекти визначення коефіцієнтів переводу теплотворної здатності паливно-енергетичних ресурсів з натуральних одиниць в умовні. Відновлювана енергетика. 2006. № 6. С. 15–22.
5. Статистичний щорічник України за 2016 рік. URL: [http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/publ1\\_u.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/publ1_u.htm).
6. Безруких П., Арбузов Ю., Борисов Г. и др. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России. Санкт-Петербург: Наука, 2002. 314 с.
7. Гументик М. Атлас високопродуктивних біоенергетичних культур. Біоенергетика. 2013. № 2. С. 6–7.
8. Розробка та вдосконалення енергетичних систем з урахуванням наявного потенціалу альтернативних джерел енергії: колективна монографія / за ред. О. Горба, Т. Чайки, І. Яснолоб. Полтава: ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2017. 326 с.

УДК 339.13

**Верхоглядова Н.І.**, д. е. н., професор

*Придніпровська державна академія будівництва та архітектури*

**Мардус Н.Ю.**, к. е. н., доцент

*Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»*

## ПОСТУЛАТИ РОЗВИТКУ ОБ'ЄКТІВ І СИСТЕМ ТА ВІДПОВІДНІСТЬ ЦИМ ПОСТУЛАТАМ ПРОЦЕСІВ, ЩО ПРОТІКАЮТЬ НА ВНУТРІШНЬОМУ РИНКУ ТОВАРІВ

**Верхоглядова Н.І., Мардус Н.Ю.** Постулати розвитку об'єктів і систем та відповідність цим постулатам процесів, що протікають на внутрішньому ринку товарів. У статті висвітлено постулати розвитку об'єктів та систем, а також відповідність цим постулатам процесів, що протікають на внутрішньому ринку товарів. Сформовано класифікацію видових проявів розвитку за різними ознаками, в якій класифікаційні ознаки розташовані згідно з їхньою відповідністю постулатам розвитку, що дало змогу доповнити їх перелік класифікаційною ознакою «основа для забезпечення». Досліджено періодизація розвитку внутрішнього ринку товарів України. Запропоновано визначення розвитку внутрішнього ринку товарів як процесу кон'юнктурних та структурних зрушень у сукупності економічних відносин на внутрішньому ринку.

**Ключові слова:** постулат, процес, внутрішній ринок товарів, класифікація, забезпечення.

**Верхоглядова Н.И., Мардус Н.Ю.** Постулаты развития объектов и систем и соответствие этим постулатам процессов, протекающих на внутреннем рынке товаров. В статье освещены постулаты развития объектов и систем, а также соответствие этим постулатам процессов, протекающих на внутреннем рынке товаров. Сформирована классификация видовых проявлений развития по различным признакам, в которой классификационные признаки расположены в соответствии с их постулатами развития, что позволило дополнить перечень классификационным признаком «основа для обеспечения». Исследована периодизация развития внутреннего рынка товаров Украины. Предложено определение развития внутреннего рынка товаров как процесса конъюнктурных и структурных сдвигов в совокупности экономических отношений на внутреннем рынке.

**Ключевые слова:** постулат, процесс, внутренний рынок товаров, классификация, обеспечение.