

Plotnytska S. I.

*Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine;
e-mail: svitlana.plotnytska@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0634-1848*

Arutiunian R. R.

*PhD in Economics, Associate Professor
Odessa national economic university, Ukraine;
e-mail: ruzaodessa@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6577-390X*

Berezhna Yu. H.

*PhD in Economics, Senior Lecturer,
Luhansk National Agrarian University, Ukraine;
e-mail: uliana_gen@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0522-8349*

Bogomolova K. S.

*PhD in Economics, Senior Lecturer, Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Ukraine;
e-mail: a_bogomolov@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-4908-3826*

FORMATION AND EFFICIENT DEVELOPMENT OF BIOGAS PRODUCTION IN THE AGRICULTURAL SECTOR

Abstract. In conditions of the country's economy decline, the agrarian sector is the driving force behind the processes of economic stabilization. 17% of the country's GDP is created in agriculture, and agricultural products are exported at the amount of 17.9 billion dollars, representing 33.6% of all overseas incomes of the country, while the level of state support is rather low and amounts to only 1% of GDP.

The increase in tariffs for the main energy sources leads to a constant increase in material costs for crop and livestock production. The average annual growth of material expenses for the 2014-2016 period constituted 7.8% for fuel and lubricant materials, 15.2% - for electricity, 6.4% - for fuel and energy. Thus, according to the actual data farmers should have profitability not lower than 25.4%, however they received a loss of UAH 1.2 bn.

Under such conditions, it is necessary to mobilize own finances to form a raw material base and to introduce the use of alternative energy sources in agriculture.

215904.6 thousand heads of cattle and poultry are concentrated in agriculture, only 54% of which - in agrarian enterprises. According to our estimates, the theoretical potential of biogas output got from animal waste was 1.75 billion m³ in 2016, while the potential level needed for energy purposes equals to 0.76 million tons. Moreover, according to experts, the possible energy potential of biogas is expected to increase to 2.38 million tons in 2050.

According to the research, it has been established that the use of biogas has the following advantages over traditional fuels, namely: the use of biogas is attractive either because of lower cost or due to economic incentives; if farmers can not get permission (license) for the supply of electricity obtained from biogas to the general power grid according to the "green tariff", they use this energy for their own economic purposes; the construction of new biogas and bio-methane plants receives investment grants from 20 to 30% of the total volume of investments; the chemical composition of biogas is similar to that of natural gas, which makes it possible to sell it to the gas distribution network, while enriching it by bio-methane and using as gaseous fuel; to use waste received as a result of biogas obtaining as enriched organic fertilizers for the needs of plant growing; the use of livestock waste for the production of biogas reduces the burden on the environment and the cost of utilizing such waste.

Keywords: alternative fuels, renewable energy sources, energy resources, biogas, bio-methane, material costs, efficiency

Formulas: 0; fig.: 1; tabl.: 3; bibl.: 21

Плотницька С. І.

*д.е.н., доцент, Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова, Україна;
e-mail: svitlana.plotnytska@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0634-1848*

Арутюнян Р. Р.

*к.е.н., доцент, Одеський національний економічний університет, Україна;
e-mail: ruzaodessa@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6577-390X*

Бережна Ю. Г.

*к.е.н., ст. викладач, Луганський національний аграрний університет, Україна;
e-mail: uliana_gen@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0522-8349*

Богомолова К. С.

*к.е.н., ст. викладач, Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенкам, Україна;
e-mail: a_bogomolov@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-4908-3826*

ФОРМУВАННЯ ТА ЕФЕКТИВНИЙ РОЗВИТОК ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ

Анотація. В умовах занепаду економіки країни, аграрний сектор виступає рушійною силою процесів економічної стабілізації. В аграрному секторі створюється 17% усього ВВП країни, експортується аграрної продукції на суму 17,9 млрд дол., що становить 33,6% усієї валютних надходжень у країну, при цьому рівень державної підтримки є доволі низьким й становить усього 1% ВВП.

Зростання тарифів на основні енергоносії призводить до постійного зростання матеріальних витрат на продукцію рослинництва й тваринництва. Середньорічне зростання матеріальних витрат за 2014-2016 рр. становило на пально-мастильні матеріали 7,8%, на електроенергію 15,2%, паливо та енергію 6,4%. Таким чином, аграрії повинні отримувати рівень рентабельності не нижче 25,4%, за фактичними ж даними отримали збиток у розмірі 1,2 млрд грн.

За таких умов потрібно мобілізувати власні фінанси з метою формування сировинної бази та впровадження альтернативних джерел енергії у сільському господарстві.

У сільському господарстві зосереджено 215904,6 тис гол худоби та птиці, з яких тільки 54% в аграрних підприємствах. Теоретичний потенціал виходу біогазу з відходів тваринництва, за нашими підрахунками, становив у 2016 р. 1,75 млрд м³, потенціал ж доступний до використання в енергетичних цілях дорівнює 0,76 млн т н.е. При чому згідно приведених даних фахівців можливий енергетичний потенціал біогазу зростає до 2,38 млн т н.е. у 2050 р.

Згідно проведених досліджень встановлено, що використання біогазу має наступні переваги перед традиційними видами палива, а саме: використання біогазу є привабливим або через меншу вартість, або через економічні стимули; якщо аграрії не можуть отримати дозвіл (ліцензію) на постачання електроенергії виробленого з біогазу у загальну електромережу за «зеленим тарифом», вона використовує його на власні господарські цілі; будівництво нових біогазових та біометанових заводів отримує інвестиційні гранти від 20 до 30% загальної вартості інвестицій; біогаз за хімічним складом аналогічний складу природного газу, що дає можливість збувати його у газорозподільну мережу; збагачуючи його до біометану та використовуючи як газоподібне паливо; використовувати відходи, отримувані у результаті отримання біогазу, у якості збагачених органічних добрив для потреб рослинництва; використання тваринницьких відходів для виробництва біогазу знижує навантаження на екологію та витрати на утилізацію таких відходів.

Ключові слова: альтернативні види палива, відновлювальні джерела енергії, енергоносії, біогаз, біометан, матеріальні витрати, ефективність

Формул: 0; рис.: 1; табл.: 3; бібл.: 21

Плотницкая С. И.

*д.э.н., доцент, Харьковский национальный университет городского хозяйства
имени А.Н. Бекетова, Украина;
e-mail: svitlana.plotnytska@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0634-1848*

Арутюнян Г. Г.

*к.э.н., доцент, Одесский национальный экономический университет, Украина;
e-mail: ruzadessa@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6577-390X*

Бережная Ю. Г.

*к.э.н., доцент, Луганский национальный аграрный университет, Украина;
e-mail: uliana_gen@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0522-8349*

Богомолова К. С.

*к.э.н., ст. выкл., Харьковский национальный технический
университет сельского хозяйства имени Петра Василенко, Украина;
e-mail: a_bogomolov@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-4908-3826*

ФОРМИРОВАНИЕ И ЭФФЕКТИВНОЕ РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВА БИОГАЗА В АГРАРНОМ СЕКТОРЕ

Аннотация. В сельском хозяйстве сосредоточено 215904,6 тыс гол скота и птицы, из которых только 54% в аграрных предприятиях. Теоретический потенциал выхода биогаза из отходов животноводства, по нашим подсчетам, составил в 2016 г. 1,75 млрд м³, потенциал же доступный к использованию в энергетических целях равнялся 0,76 т н.э. Причем согласно приведенных данных специалистов энергетический потенциал биогаза возрастет до 2,38 т н.э. в 2050 г.

Согласно проведенных исследований установлено, что использование биогаза имеет следующие преимущества перед традиционными видами топлива, а именно: использование биогаза является привлекательным или через меньшую стоимость, или через экономические стимулы; если аграрии не могут получить разрешение (лицензию) на поставку электроэнергии произведенной из биогаза в общую электросеть по «зеленому тарифу», они используют его на собственные хозяйственные цели; строительство новых биогазовых и биометановых заводов получает инвестиционные гранты от 20 до 30% общей стоимости инвестиций; биогаз по химическому составу аналогичен составу природного газа, что дает возможность сбывать его в газораспределительную сеть; обогащая его до биометана и используя как газомоторное топливо; использовать отходы, образованные в результате получения биогаза, в качестве обогащенных органических удобрений для нужд растениеводства; использования животноводческих отходов для производства биогаза снижает нагрузку на экологию и затраты на утилизацию таких отходов.

Ключевые слова: альтернативные виды топлива, возобновляемые источники энергии, энергоносители, биогаз, биометан, материальные затраты, эффективность

Формул: 0; рис.: 1; табл.: 3; библи.: 21

Introduction. The agrarian sector is becoming more and more apparently dominant in the structure of GDP and currency revenues in the conditions of decline of the Ukrainian economy. The agrarian complex, together with the processing industry, in 2017 accounted for 17% of the country's GDP. In 2017, agricultural products and food products worthing 17.9 bn dollars were exported, representing 33.6% of all currency revenues in the country. Despite the achievements, the state support to the industry is rather low equating to only 1% of GDP, meaning that the State receives 17 UAH of net dividends for each 1 UAH invested into agrarian sector. Despite these advances, agriculture and the food industry had losses of UAH 1.2 bn in the financial year 2017.

In a context of a constant growth of the costs of basic energy resources, farmers are seeking to reduce them. One of the possible ways of reducing the share of energy resources in the structure of production costs is the organization and the use of various types of renewable energy sources, in particular of biogas.

Agriculture is the leading link in the formation of different waste in the sectors of plant growing and animal husbandry. The availability of the appropriate base makes it much easier to organize the creation and the operation of these facilities for the production and the use of biogas.

World experience also shows that the transition to alternative energy sources has significant advantages over the use of traditional fuels. Under such conditions, the burden on the environment decreases, carbon dioxide emissions into the atmosphere are reduced, the ecological situation in the places where such objects are located is improving, and the dependence of enterprises on the monopoly position of public and private energy companies, which dictates excessively high tariffs for electricity, gas - that heat supply, etc, is decreasing.

Analysis of research and problem statement. In Ukraine, an appropriate legislative framework has been formed to regulate the development of production and use of biogas, in particular: Laws of Ukraine "On energy saving" [1], "On Alternative Fuels" [2], "On Alternative Energy Sources" [3], "On the Electricity Market" [4], "On Heat Supply" [5], "On Priority Areas of Innovation Activity in Ukraine" [6], "On Environmental Protection" [7] and others, in which the organizational and economic mechanism of functioning of the market, raw materials base, finite types of energy that is produced by the enterprises of the agrarian sector and used for their own needs or sold out are revealed.

Domestic and foreign scientists made a significant scientific contribution to the development of research on renewable energy sources. Thus, Hijazi O., Munro S., Zerhusen B. and Effenberger M. conducted a study on the assessment of the state of the biogas production and its environmental impact via greenhouse gases and the impact of other factors on the environment [8].

Hahn H., Krautkremer B., Hartmann K. and Wachendorf M. found that demand-driven biogas production is vital for balancing electricity generation and could be generally achieved through the storage of biogas or flexible biogas production concepts. Both concepts are related to their ability to provide biogas supply for short- and long-term balancing of electricity production [9].

Patrizio P. and Chinese D. explore the impact of the Italian energy policy on the profitability of alternative ways of using biogas in two regional studies characterized by different penetration of KPG gas stations [10].

In their work Bilan Y., Goncharuk A., Havrysh V., Nitsenko V. and D. Streimikiene investigate the domestic and world development of alternative fuel markets in agriculture and, stress the importance of vertical integration in the energy sector in the autonomous development of agrarians and in the decrease in total production and general expenses [11-14].

The scientific work of these authors has become the basis for subsequent more detailed and in-depth research in this direction.

The purpose of the article is to determine the achievements and main directions of the development of biogas production in the agrarian sector of the economy.

Research results. Our research conducted on the basis of data for 2014-2016 shows that farmers increased the expenses for all types of energy resources (Table 1). As a whole, in agriculture, energy expenses for fuel and lubricant materials (FLM) grew by 23.5% (including 24.1% for crop production and 16.5% for livestock production), for electricity - by 45.7% (including 53.5% for crop production and 38.6% for livestock production) and 19.2% - for fuels and energy (including 19.3% for crop production and 19.2% for animal husbandry).

Table 1.

Material expenses on energy resources of agrarian enterprises

Indicators	2016			2015			2014		
	Fuel and lubricant materials	Electricity	Fuel and Energy	Fuel and lubricant materials	Electricity	Fuel and Energy	Fuel and lubricant materials	Electricity	Fuel and Energy
Agriculture, mln. UAH	20633	2954,9	2079,3	19730	2324,7	2263,4	16702	2028,1	1744,2
structure, %	11,3	1,6	1,1	12,9	1,5	1,5	15,4	1,9	1,6
incl. plant production, mln. UAH	19156	1483,1	1147,1	18303	1103,8	1311,3	15434	966,2	961,9
structure, %	14,4	1,1	0,9	16,7	1,0	1,2	20,0	1,3	1,2
incl. animal husbandry, mln. UAH	1477,2	1471,8	932,2	1426,8	1220,9	952,1	1268,1	1061,9	782,2
structure, %	2,9	2,9	1,8	3,3	2,8	2,2	4,0	3,4	2,5

Source: built on the basis of [15-17]

Constant increase of tariffs on the main energy resources and excise taxes on FLM leads to an increase in the share of the latter in the structure of material costs and, consequently, to the increase in the cost of production.

Using the Ukrainian legal framework, we have formed an appropriate interconnection between its separate components. As a result, we suggested the following organizational and legal mechanism of the market for renewable (alternative) energy sources (Fig. 1).

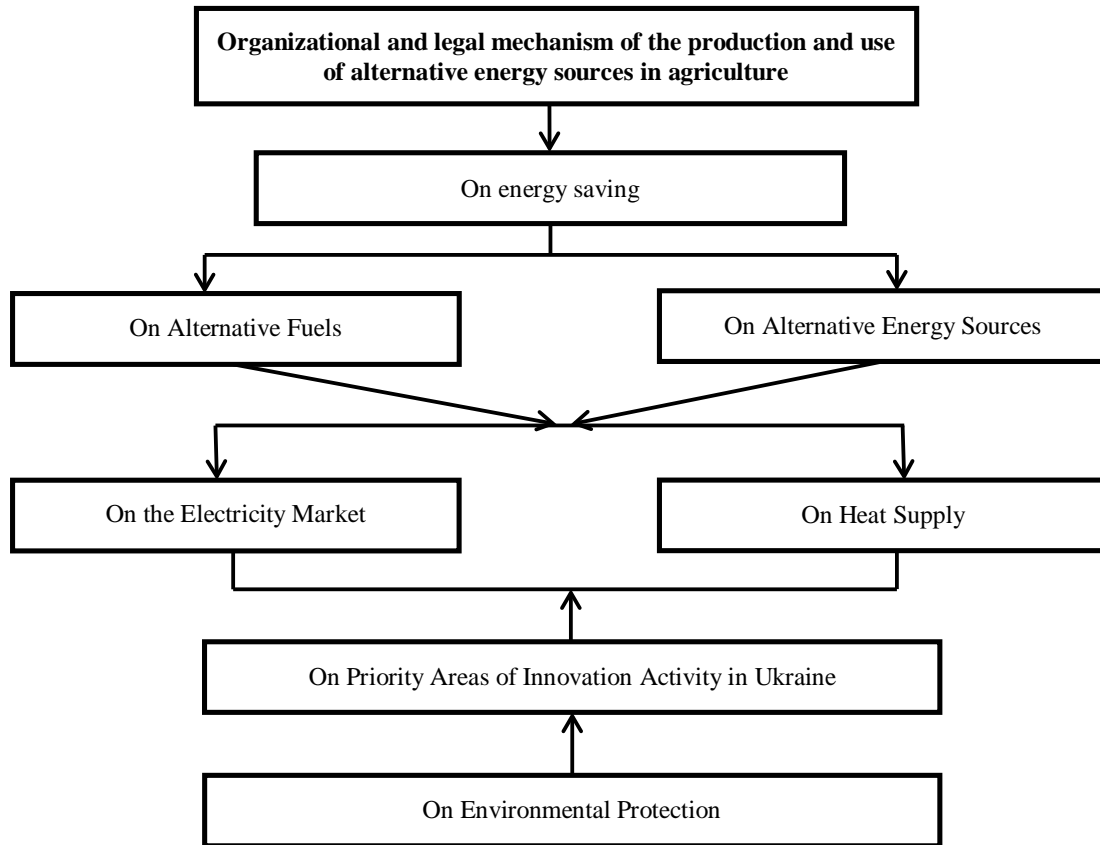


Fig. 1. Organizational and legal mechanism of production and use of alternative energy sources in agriculture
Source: authors' research result

The given scheme shows that the priority direction of development of the energy market is alternative energy sources. In our opinion, the Law of Ukraine "On Energy Saving" [1], which states that it is strategically important to reduce the energy component of production processes and finished products, to introduce the production and use of alternative types of fuel, is the primarily one. Thus, the legislative base is formed (Laws of Ukraine "On Alternative Fuels" [2] and "On Alternative Energy Sources" [3]), it defines the basic concepts, objects, subjects and mechanism of production of electric and thermal energy (Laws Ukraine "On the Electricity Market" [4] and "On Heat Supply" [5]) through the use of waste and raw materials in agriculture. It is advisable to highlight the positive impact of the introduction of renewable (alternative) energy sources on the environment (Law of Ukraine "On Environmental Protection" [7]), of the reduction of carbon dioxide emissions, utilization of waste from the crop and livestock sector, etc. For these purposes, it is needed to develop, acquire and implement energy-efficient innovative technologies, machines and equipment (Law of Ukraine "On Priority Areas of Innovation Activity in Ukraine" [68]), which are produced by research and production domestic enterprises or supplied by well-known foreign companies.

The Law No. 1391-XIV states that biological fuels (biofuels) are solid, liquid and gaseous fuels made from biologically renewable raw materials (biomass) that can be used as fuel or a component of other fuels [2].

Biogas is the most common source of alternative energy in agriculture. It is produced in the agrarian sector from the waste of animal husbandry or via the addition of substrates of plant origin to them.

Since agriculture produces huge volumes of animal waste as a result of base production, it is rational to use them as raw materials for biogas production.

What are the advantages of using biogas and its derivatives in energy form over traditional fuels, especially gas engines, let's discuss them below:

- World practice shows that biogas use is attractive either because of lower costs or because of economic incentives [11];

- if farmers can not obtain permission (license) for the supply of electricity from biogas to the general grid according to the "green tariff", they use it for their own economic purposes [9; 13];

- construction of new biogas and biomethane plants receives investment grants from 20 to 30% of the total volume of investments [12];

- chemical composition of biogas is similar to that of natural gas, which makes it possible to sell it to the gas distribution network, while enriching it by bio-methane and using as gaseous fuel [10; 14];

- to use waste received as a result of obtaining biogas, as enriched organic fertilizers for the needs of plant growing;

- the use of livestock waste for the production of biogas reduces the burden on the environment and the expenses on the utilizing of such a waste [8].

In 2008 specialists of the Training and Scientific Institute of Forestry and Landscape Management of NUBiP of Ukraine conducted the research, the results of which showed the highest technical potential of the use of livestock waste for the needs of biogas (75%) compared with its possible level, which is higher than the for primary and secondary crop production wastes [18].

Basing on publicly available information, we calculated the potential of biogas production and the possible output of bio-methane from it (Table 2).

Table 2.

Potential of the main livestock waste for the production of biogas in Ukraine
(as of 2016)

Kind of animals and poultry	Livestock and poultry, thousand heads	Manure exit		Output of biogas, Nm ³ /t of substrate	Methane content, %	Output of biogas, Nm ³ /year	Output of bio-methane, Nm ³ /year
		th tons/day	mln tons/year				
Cattles	3750,3	101258,1	36959,2	25	60	923980,2	554388,1
Pigs	7079	63711,0	23254,5	28	65	651126,4	423232,2
Sheep	743,9	1487,8	543,0	30	100	16291,4	16291,4
Goats	581,4	1162,8	424,4	27	95	11459,4	10886,4
Horses	305,8	5198,6	1897,5	63	55	119541,8	65748,0
Chickens	186354,3	50315,7	18365,2	1,4	64	25711,3	16455,2
Turkeys	1825,0	784,8	286,4			401,0	256,6
Ducks	10150,2	5582,6	2037,7			2852,7	1825,7
Geese	5114,7	3068,8	1120,1			1568,2	1003,6
Total	215904,6	232570,1	84888,1	x	x	1752932,4	1090087,3

Source: calculated on [19, p. 12-13]

The above calculations show only the theoretical potential. However, it should not be forgotten that the data provided includes animals and poultry kept by the public and agricultural enterprises. Therefore, in determining the possible potential, it is expedient to adjust the obtained data by the proportion of animals and poultry that are kept only in agricultural enterprises, since the formation of sufficient volumes of livestock waste for the production of biogas in individual farms of the households seems inappropriate or unlikely. Thus, the maximum possible potential equals to no

more than 54%, taking into account the fact that 33.9% of cattle, 52.3% of pigs, 24.4% of sheep, 59% of chickens and 44.6% of turkeys are kept on an industrial scale. It should be noted that it is necessary to apply also crop production or waste as a substrate. In terms of chemical composition, the most effective one is silage (especially of corn and grains), cereals, root crops, vegetables and rape. The possible energy potential of livestock waste in Ukraine is represented below, with the use of the indicators of the theoretical potential and potential available for energy (Table 3).

Table 3.

Energy potential of livestock wastes in Ukraine (2015-2050)

Biomass type	Theoretical potential, bn M ³			Share available for energy, %			Potential available for energy, mln tons of oil equivalent		
	2015	2016	2050	2015	2016	2050	2015	2016	2050
Biogas from waste and byproducts of agroindustrial complex	1,60	1,75	11,20	50	54	100	0,68	0,76	2,38

Source: [20] and own calculations

As an example, we suggest the results of the study for the Odessa region, which showed that for the construction and efficient use of biogas plants it is necessary to have more than 2000 heads of cattle, not less than 9,400 heads of pigs and a total number of birds of more than 420000 heads. Based on the number of pig farms (LLC AgroPrime Holding, LLC Tarutin Agrarian Company and the Joint Ukrainian-French Enterprise Dniester-Hybrid), the economic potential of biogas from pig manure was more than 1.71 th tons of oil equivalent in 2013, and more than 2.28 th tons of oil equivalent in 2014 and 2015 [21, p. 33].

Conclusions. The conducted studies have made it possible to come to the following conclusions:

1. Constant increase of tariffs and the price of energy leads to an increase in material expenses on fuel oil, electricity, natural gas and other fuels, and as a result, an increase in the cost of agricultural products. The given data testify to the necessity of introducing alternative sources of energy, in particular biogas, with the aim of partial or complete replacement of traditional types of energy resources.

2. Ukraine has formed the appropriate legislative framework regarding alternative energy sources. We represented an organizational and legal mechanism linking the main legislative acts of Ukraine assuming the possible realization of biogas production potential.

3. Livestock production is an important branch of agriculture. As a result of livelihoods of animals, manure, which acts as the main substrate in the digestion and production of biogas, is produced. However, the gradual reduction of the stock of main species of animals (cattle and pigs) and poultry (chickens) on an industrial scale also inflicts a reduction in the energy potential of the industry.

4. Due to the fact that farmers are primarily oriented to meet their own needs, the construction of the agro-energy vertical is considered to be most effective, as it reduces the material expenses for the main energy sources, namely for: fuel and energy materials, electricity, natural gas and other fuels.

5. In addition to the energy potential, it is also necessary to pay attention to the improvement of the ecological situation in the areas of livestock facilities, since the manure obtained at the entrance of the technological process used for the production of biogas turns into an organic fertilizer output.

6. We have estimated the theoretical potential of the production of biogas from animal waste in 2016. Its share available for energy needs equals to 54% of 1.75 bn m³ of biogas, comparable to 0.76 mln tons of oil equivalent. It is planned to increase the total volume for energy needs up to 2.38 mln tons of oil equivalent in 2050.

Література

1. Про енергозбереження : Закон України від 01.07.1994 № 74/94-ВР [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. — Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80>.
2. Про альтернативні види палива : Закон України від 14.01.2000 № 1391-XIV [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. — Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1391-14>.
3. Про альтернативні джерела енергії : Закон України від 20.02.2003 № 555-IV [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. — Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15>.
4. Про ринок електричної енергії : Закон України від 13.04.2017 № 2019-VIII [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. — Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19>.
5. Про тепlopостачання : Закон України від 02.06.2005 № 2633-IV [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. — Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2633-15>.
6. Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні : Закон України від 08.09.2011 № 3715-VI [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. — Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3715-17>.
7. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. — Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>.
8. Hijazi O. Review of life cycle assessment for biogas production in Europe / O. Hijazi, S. Munro, B. Zerhusen, M. Effenberger // Renewable and Sustainable Energy Reviews. — 2014. — Vol. 54. — P. 1291—1300.
9. Hahn H. Review of concepts for a demand-driven biogas supply for flexible power generation / H. Hahn, B. Krautkremer, K. Hartmann, M. Wachendorf // Renewable & sustainable energy reviews. — 2014. — Vol. 29. — P. 383—393.
10. Patrizio P. The impact of regional factors and new bio-methane incentive schemes on the structure, profitability and CO₂ balance of biogas plants in Italy / P. Patrizio, D. Chinese // Renewable Energy. — 2016. — Vol. 99 (C). — P. 573—583.
11. Havrysh V. I. Current state of world alternative motor fuels market / V. I. Havrysh, V. S. Nitsenko // Actual problems of economics. — 2016. — № 7 (181). — P. 41—52.
12. Goncharuk A. G. National features for alternative motor fuels market / A. G. Goncharuk, V. I. Havrysh, V. S. Nitsenko // International Journal of Energy Technology and Policy. — 2018. — Vol. 14. — № 2/3. — P. 226—249.
13. Bilan Y. Energy aspect of vertical integration in agriculture / Y. Bilan, V. Nitsenko, V. Havrysh // Rynek Energii. — 2017. — Vol. 5 (132). — P. 98—110.
14. Havrysh V. Assessment of optimal location for a centralized biogas upgrading facility / V. Havrysh, V. Nitsenko, Y. Bilan, D. Streimikiene // Energy & Environment. — 2018.
15. Основні економічні показники виробництва продукції сільського господарства в сільськогосподарських підприємствах за 2014 рік : статистичний бюлетень / відп. за вип. О. М. Прокопенко / Державна служба статистики України. — Київ, 2015. — 84 с.
16. Основні економічні показники виробництва продукції сільського господарства в сільськогосподарських підприємствах за 2015 рік : статистичний бюлетень / відп. за вип. О. М. Прокопенко / Державна служба статистики України. — Київ, 2016. — 48 с.
17. Витрати на виробництво продукції сільського господарства в сільськогосподарських підприємствах за 2016 рік : статистичний бюлетень / відп. за вип. О. М. Прокопенко / Державна служба статистики України. — Київ, 2017. — 23 с.
18. Енергетичний потенціал біомаси в Україні / П. І. Лакида, Г. Г. Гелетука, Р. Д. Василюшин, та ін. ; відп. наук. ред. д.с.г.н., проф. П. І. Лакида ; Навчально-науковий інститут лісового і садово-паркового господарства НУБіП України. — Київ : Видавничий центр НУБіП України, 2011. — 28 с.
19. Тваринництво України : статистичний збірник 2016 / відп. за вип. О. М. Прокопенко. — Київ : Державна служба статистики України, 2017. — 141 с.
20. Лященко В. Практичний посібник з використання біомаси в якості палива у муніципальному секторі України (для представників агропромислового комплексу) [Електронне видання] / В. Лященко. — Режим доступу : http://bioenergy.in.ua/media/filer_public/f5/9c/f59c3f7f-8eca-4b6d-94cd-ffda1150f3ae/biofin.pdf.
21. Оцінка потенціалу біомаси в Одеській області (на прикладі двох районів) : фінальний звіт // Вибір видів біомасової сировини та технологій її енергетичного використання в умовах Кілійського та Ширяївського районів : рекомендації щодо найбільш ефективних біоенергетичних проектів. — [б. м.], 2017. — 134 с.

Стаття рекомендована до друку 15.02.2019

© Плотницька С. І., Арутюнян Р. Р.,
Бережна Ю. Г., Богомолова К. С.

References

1. Verchovna Rada Ukrainy. (1994). *Pro enerhozberezhennia: Zakon Ukrainy vid 01.07.1994 № 74/94-VR* [On energy saving: Laws of Ukraine dated on 01.07.1994 № 74/94-VR]. Retrieved from <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80> [in Ukrainian].
2. Verchovna Rada Ukrainy. (2000). *Pro alternatyvni vydy palyva: Zakon Ukrainy vid 14.01.2000 № 1391-XIV* [On Alternative Fuels: Laws of Ukraine dated on 14.01.2000 № 1391-XIV]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1391-14> [in Ukrainian].
3. Verchovna Rada Ukrainy. (2003). *Pro alternatyvnidzherelaenerhii: Zakon Ukrainy vid 20.02.2003 № 555-IV* [On Alternative Energy Sources: Laws of Ukraine dated on 20.02.2003 № 555-IV]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15> [in Ukrainian].
4. Verchovna Rada Ukrainy. (2017). *Pro rynek elektrychnoi enerhii: Zakon Ukrainy vid 13.04.2017 № 2019-VIII* [On the Electricity Market: Laws of Ukraine dated on 13.04.2017 № 2019-VIII]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19> [in Ukrainian].
5. Verchovna Rada Ukrainy. (2005). *Pro teplopostachannia: Zakon Ukrainy vid 02.06.2005 № 2633-IV* [On Heat Supply: Laws of Ukraine dated on 02.06.2005 № 2633-IV]. Retrieved from <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2633-15> [in Ukrainian].
6. Verchovna Rada Ukrainy. (2011). *Pro priorytetni napriamy innovatsiinoi diialnosti v Ukraini: Zakon Ukrainy vid 08.09.2011 № 3715-VI* [On Priority Areas of Innovation Activity in Ukraine: Laws of Ukraine dated on 08.09.2011 № 3715-VI]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3715-17> [in Ukrainian].

7. Verhovna Rada Ukrainy. (1991). *Pro okhoronu navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha: Zakon Ukrainy vid 25.06.1991 № 1264-XII [On Environmental Protection: Laws of Ukraine dated on 25.06.1991 № 1264-XII]*. Retrieved from <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12> [in Ukrainian].
8. Hijazi, O., Munro, S., Zerhusen, B., & Effenberger, M. (2016). Review of life cycle assessment for biogas production in Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 1291—1300. DOI: 10.1016/j.rser.2015.10.013.
9. Hahn, H., Krautkremer, B., Hartmann, K., & Wachendorf, M. (2014). Review of concepts for a demand-driven biogas supply for flexible power generation. *Renewable & sustainable energy reviews*, 29, 383—393. DOI: 10.1016/j.rser.2013.08.085.
10. Patrizio, P., & Chinese, D. (2016). The impact of regional factors and new bio-methane incentive schemes on the structure, profitability and CO₂ balance of biogas plants in Italy. *Renewable Energy*, 99 (C), 573—583. DOI: 10.1016/j.renene.2016.07.047.
11. Havrysh, V. I., & Nitsenko, V. S. (2016). Current state of world alternative motor fuels market. *Actual problems of economics*, 7 (181), 41—52.
12. Goncharuk, A. G., Havrysh, V. I., & Nitsenko, V. S. (2018). National features for alternative motor fuels market. *International Journal of Energy Technology and Policy*, 14 (2/3), 226—249. DOI: 10.1504/IJETP.2018.090681.
13. Bilan, Y., Nitsenko, V., & Havrysh, V. (2017). Energy aspect of vertical integration in agriculture. *Rynek Energii*, 5 (132), 98—110.
14. Havrysh, V., Nitsenko, V., Bilan, Y., & Streimikiene, D. (2018). Assessment of optimal location for a centralized biogas upgrading facility. *Energy & Environment*. DOI: 10.1177/0958305X18793110.
15. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. (2015). *Osnovni ekonomichni pokaznyky vyrobnytstva produktsii silskoho hospodarstva v silskohospodarskykh pidpriemstvakh za 2014 rik: statystychnyi biuletyn [Main economic indicators of agricultural production in agricultural enterprises for 2014: statistical bulletin]*. Kyiv [in Ukrainian].
16. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. (2016). *Osnovni ekonomichni pokaznyky vyrobnytstva produktsii silskoho hospodarstva v silskohospodarskykh pidpriemstvakh za 2015 rik: statystychnyi biuletyn [Main economic indicators of agricultural production in agricultural enterprises for 2015: statistical bulletin]*. Kyiv [in Ukrainian].
17. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. (2017). *Vytraty na vyrobnytstvo produktsii silskohospodarstva v silskohospodarskykh pidpriemstvakh za 2016 rik: statystychnyi biuletyn [Costs for the production of agricultural products in agricultural enterprises for 2016: statistical bulletin]*. Kyiv [in Ukrainian].
18. Lakyda, P. I. (Ed.), Heletukha, H. H., Vasylyshyn, R. D., et al. (2011). *Enerhetychnyi potentsial biomasy v Ukraini [Energy potential of biomass in Ukraine]*. Kyiv: Vydavnychiy tsentr NUBiP Ukrainy [in Ukrainian].
19. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. (2017). *Tvarynnyctvo Ukrainy: statystychnyi zbirnyk 2016 [Livestock of Ukraine: Statistical Collection 2016]*. Kyiv [in Ukrainian].
20. Liashchenko, V. (2017). *Praktychnyi posibnyk z vykorystannia biomasy v yakosti palyva u muni-tsypalnomu sektori Ukrainy (dlia predstavnykiv ahropromyslovoho kompleksu) [Practical manual on the use of biomass as a fuel in the municipal sector of Ukraine (for representatives of the agro-industrial complex)]*. Retrieved from http://bioenergy.in.ua/media/filer_public/f5/9c/f59c3f7f-8eca-4b6d-94cd-ffda1150f3ae/biofin.pdf [in Ukrainian].
21. Finalnyi zvit [Final report]. (2017). *Otsinka potentsialu biomasy v Odeskii oblasti (na prykladi dvokh raioniv) Vybir vydiv biomasovoi syrovyny ta tekhnologiiy ii enerhetychnoho vykorystannia v umovakh Kiliiskoho ta Shyryaivskoho raioniv. Rekomendatsii shchodo naibilsh efektyvnykh bioenerhetychnykh proektiv [Estimation of Biomass Capacity in the Odesa Oblast (on the Example of Two Districts) Selection of Biomass Raw Material and Technologies for its Energy Use in the Kiliysky and Shiryayevsky Districts. Recommendations for the most effective bioenergy projects]*. Retrieved from http://bioenergy.in.ua/media/filer_public/f5/9c/f59c3f7f-8eca-4b6d-94cd-ffda1150f3ae/biofin.pdf [in Ukrainian].

The article is recommended for printing 15.02.2019

© Plotnytska S. I., Arutiunian R. R.,
Berezhna Yu. H., Bogomolova K. S.