

УДК:657.92:620.91(477.44)

*Л. В. Гуцаленко,  
д. е. н., професор, завідувач кафедри аудиту та державного контролю,  
Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця  
Т. О. Мулик,  
к. е. н., доцент, завідувач кафедри аналізу та статистики,  
Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця*

## **ОЦІНКА БІОЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ**

*L. V. Gutsalenko,  
Doctor of Economics, professor, Head of the Department of Audit and State Control, Vinnytsia  
National Agrarian University, Vinnytsia  
T. O. Mulyk,  
PhD, Associate Professor, Head of the Department of Analysis and Statistics,  
Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia*

### **ASSESSMENT OF BIOENERGETIC POTENTIAL IN VINNYTSIA REGION**

*В статті досліджено доцільність розвитку біоенергетичного потенціалу Вінницької області. Охарактеризовано основні терміни, що вживаються в біоенергетиці, види біопалива. Визначено здобутки Вінницької області в аграрному секторі, оцінено її позиції на ринку біоенергетики. Охарактеризовано заходи, направлені на заміщення природного газу на підприємствах Вінницької області, реалізацію масштабних енергоефективних проєктів. Досліджено зміст Програми підвищення енергоефективності та зменшення споживання енергоресурсів у Вінницькій області на 2017-2022 роки, якою передбачено заходи підвищення ефективності і зменшення обсягів використання енергетичних ресурсів бюджетними та комунальними закладами області, розвиток галузі відновлювальної енергетики.*

*In the article studied feasibility of bioenergy potential of Vinnytsia region. terms used in bioenergy, types of biofuels are described. Characterized the main terms used in the bioenergy and types of biofuels. The achievements of the Vinnytsia region in the agrarian sector were determined and assessed its position on the bioenergy market. Characterized measures aimed at replacing natural gas at the enterprises of Vinnytsia region and implementing of large-scale energy-efficient projects. The content of the Energy Efficiency Improvement and Energy Consumption Reduction Program in Vinnytsia Region for 2017-2022 is researched, which provides for measures to increase efficiency and reduce the use of energy resources by the budget and communal institutions of the region, development of the renewable energy sector.*

**Ключові слова:** біоенергетика, біоенергетичний потенціал, оцінка біоенергетичного потенціалу, біопаливо, біомаса, Вінницька область.

**Keywords:** bioenergetics, bioenergy potential, bioenergy potential assessment, biofuels, Vinnitsa

region.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Необхідність розвитку в Україні біоенергетики не викликає сумнівів, і найліпшим доказом цього є всесвітній досвід, що демонструє швидке збільшення частки відновлюваних джерел енергії в загальному балансі. Втім для нашої країни, і зокрема Вінницької області, зважаючи на вагомий ресурсний запас для виробництва біопалива та значну енергетичну залежність, є чимало перешкод, що стримують розвиток біопалива в промислових масштабах.

Прийнятий Урядом Національний план дій з ВДЕ до 2020 р. ставить задачу перед сектором біоенергетики додатково замінити 5,27 млрд. м<sup>3</sup>/рік природного газу твердим біопаливом й досягти загального заміщення газу в обсязі 7,2 млрд. м<sup>3</sup>/рік у 2020 р. Сектор біоенергетики вже сьогодні фактично заміщує понад 1,93 млрд. м<sup>3</sup>/рік природного газу в Україні [1].

Виконання поставлених цілей неможливе без швидкого нарощування енергетичного споживання аграрних відходів й біопалива з енергетичних плантацій. Потужність котлів, що працюватимуть на відходах сільського господарства й енергетичних культурах збільшуватиметься з понад 310 МВт (9% загальної встановленої потужності на біомасі) у 2013 р. до 11050 МВт (68%) в 2020 р. Фактично це еквівалентно росту споживання даних видів біомаси у 35 разів за найближчі 5 років [1]. За цих умов важливо оцінити біоенергетичний потенціал регіону.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання оцінки біоенергетичного потенціалу України та регіонів, роль біомаси для виробництва енергії вивчали багато вітчизняних та зарубіжних учених, зокрема: А.А. Соловйов, А. Рустамов, Е.Е. Мариненко, В.Г. Андрійчук, П.І. Гайдуцький, М.Я. Дем'яненко, П.Т. Саблук, Г.М. Калетник, С.М. Кваша, Л.В. Гуцаленко, Т.В. Пилипенко, Г.М. Заболотний, М.С. Самойлік, Г.Г. Глетуха, J. Twidell, T. Weir, J.A. Stasiek, T. B. Johansson, D.O. Hall, H. Kelly, A.K.N. Reddy, R.H. Williams та інші. Разом з тим проблеми дослідження біоенергетичного потенціалу регіонів та України, для поліпшення їх енергетичного забезпечення, вивчені не в повній мірі, деякі питання залишаються дискусійними, що і обґрунтовує дане дослідження.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Метою статті є оцінка біоенергетичного потенціалу Вінницької області для поліпшення екологічної та економічної ефективності регіону, зниження його енергонезалежності.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Доцільність розвитку енергетичного потенціалу Вінницької області зумовлена її геополітичним становищем, природними та соціально-економічними умовами. Біоенергетика — галузь енергетики, заснована на використанні біопалива, яке виробляється з біомаси. Трактуювання термінів, що використовуються в біоенергетиці наведено в табл. 1.

Головні біологічні енергетичні ресурси області це біоенергетичні культури, деревні відходи лісового господарства, органічні відходи сільського господарства тощо. Рациональне використання даних ресурсів дозволить вирішувати не лише енергетичні, але й економічні, екологічні та соціальні питання регіону.

**Таблиця 1**  
**Трактуювання термінів, що використовуються в біоенергетиці**

<i>Види термінів</i>	<i>Зміст терміну</i>
<i>Біомаса</i>	Це біологічно відновлювальна речовина органічного походження, що зазнає біологічного розкладу (відходи сільського господарства (рослинництва і тваринництва), лісового господарства та технологічно пов'язаних з ним галузей промисловості, а також органічна частина промислових та побутових відходів).
<i>Енергетичні культури</i>	Це окремі види дерев та рослин, що спеціально вирощуються для виробництва твердого біопалива.
<i>Біодизель</i>	Це метилові та/або етилові етери вищих органічних кислот, отриманих із рослинних олій або тваринних жирів, що використовуються як біопаливо чи біокомпонент.
<i>Біоетанол</i>	Це спирт етиловий зневоднений, виготовлений з біомаси або спирту етилового-сирцю для використання як біопалива.
<i>Біогаз</i>	Це газ, отриманий з біомаси, що використовується як паливо.

*Джерело: Побудовано авторами на основі [2]*

У практичному застосуванні біопаливо – це будь-які вуглеводневі, що виробляються з органічної речовини (біомаси) протягом короткого періоду часу [3].

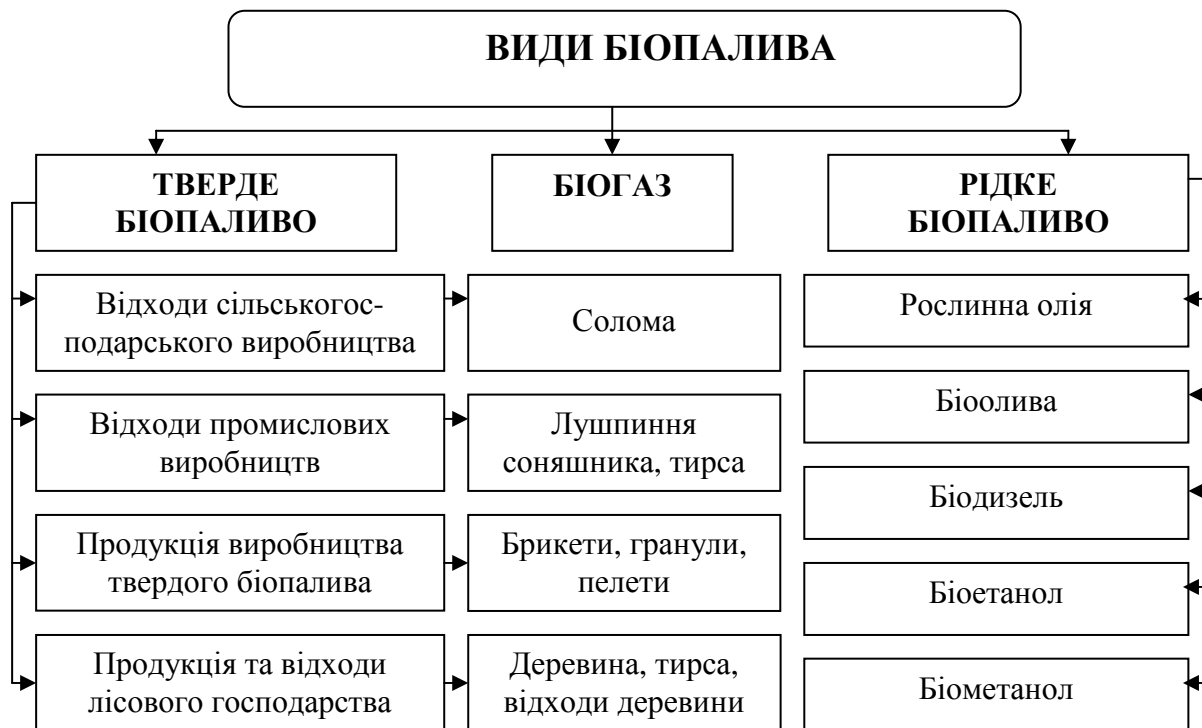
Біопаливо може бути різних видів та виготовляється із певної біологічної сировини (рис. 1).

Виробництво і використання біопалива в сільському господарстві України, розвиток його ринку є об'єктивною передумовою до створення додаткових робочих місць, збільшення зайнятості сільського населення, підвищення ефективності виробництва та добробуту селян. Адже переважна більшість переробних підприємств розташована в сільській місцевості, а для деяких населених пунктів вони є основними платниками податків у місцеві бюджети. На їхній базі побудовано соціальну і побутову інфраструктуру сільських населених пунктів, а неритмічна робота переробних заводів боляче б'є саме по

найбільш незахищених шарах населення - призводить, зокрема, до проблем із забезпеченням теплом та електроенергією дитячих садків, шкіл, житлових будинків [4].

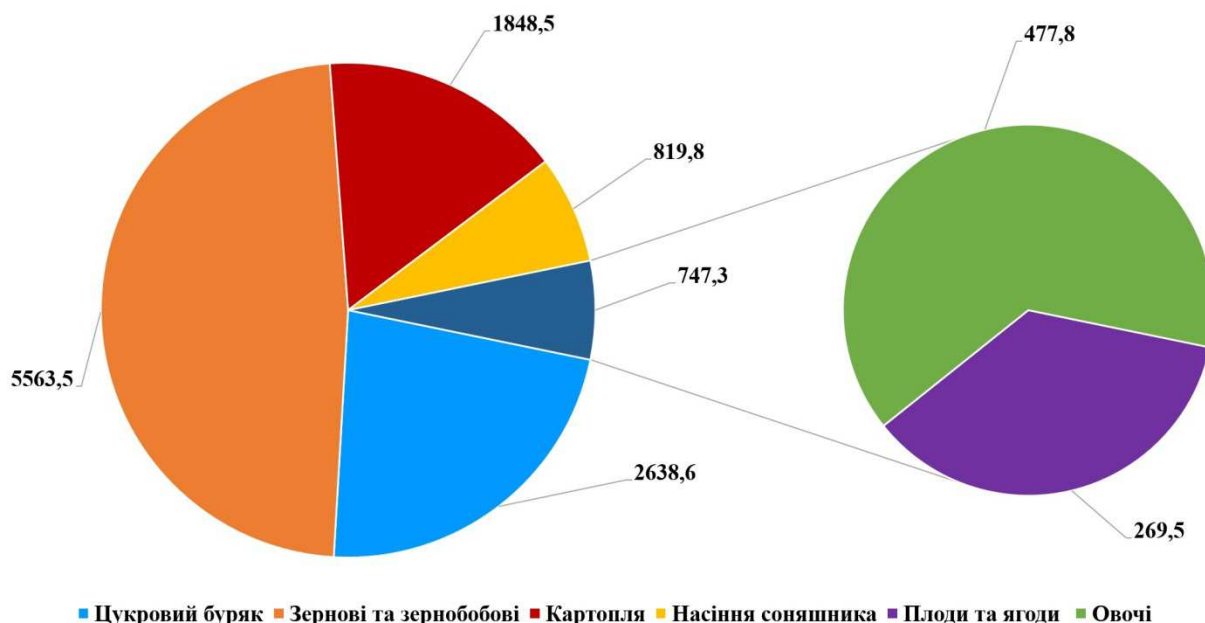
Вінницька область має потужний агропромисловий комплекс, який демонструє високі темпи розвитку та важливі результати господарювання.

Основу агропромислового комплексу області складають 774 сільськогосподарських підприємств, 1894 селянських фермерських господарств, 282,6 тис. особистих селянських господарств, 130 великих підприємств харчової та переробної промисловості, біля 400 малих переробних підприємств, 103 агросервісних підприємств та організацій, 4 науково-дослідні станції, національний аграрний університет, 8 коледжів та 1 технікум, інститут кормів і сільського господарства „Поділля” Національної академії аграрних наук України [6].



**Рис. 1. Класифікація біопалива**  
*Джерело: [5, с.169]*

Область має понад 2,0 млн. га сільськогосподарських угідь, з них 1,7 млн. га ріллі. В переважній більшості - це високоякісні чорноземи. У регіоні в 2016 році було вироблено 8,4 % обсягу валової продукції сільського господарства України. Сільське господарство регіону спеціалізується на виробництві зернових, технічних культур, вирощуванні худоби та птиці з розвинутими іншими галузями сільського господарства. Аграрний сектор області за підсумками 2016 року займав лідируючі позиції в сільському господарстві: за обсягами виробництва валової продукції, за обсягами виробництва валової продукції на одну особу, за обсягами виробництва цукрових буряків, картоплі, плодово-ягідної продукції, м'яса, молока, за чисельністю поголів'я ВРХ, в т.ч. корів, та птиці (рис. 2) [6].



**Рис. 2. Виробництво основних видів продукції рослинництва, тис. тонн (станом на 01.01.2017 р.)**  
Джерело: [6]

Технічно досяжний енергетичний потенціал Вінниччини за побічною продукцією сільського господарства, за даними Міністерства аграрної політики, складає 0,67 млн. т у.п. [5, с.169] (табл. 2).

**Таблиця 2**  
**Технічно досяжний енергетичний потенціал Вінниччини, тис. т у.п.**

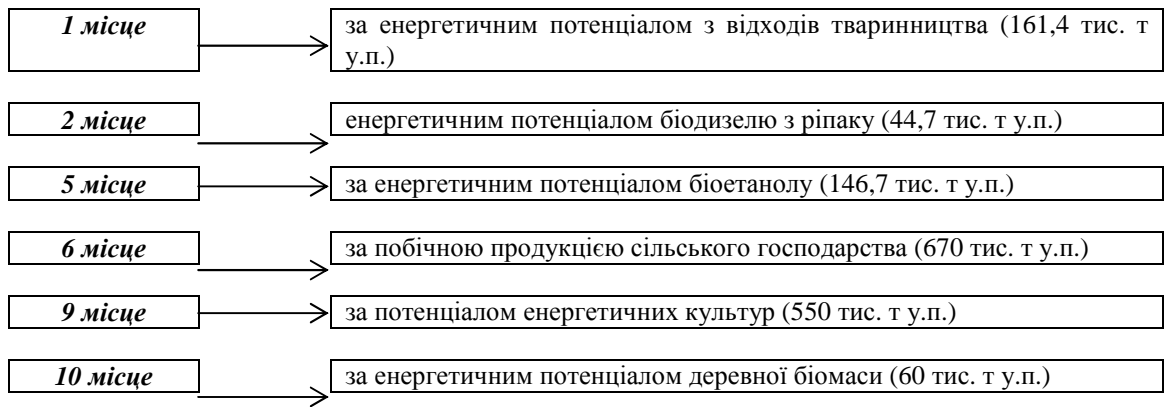
№ з/п	Енергетичний потенціал	Україна в цілому, млн. т у.п.	Вінниччина, млн. т у.п.	Рейтингове місце серед областей України
1	За побічною продукцією сільського господарства	12,81	0,67	6
2	Деревної біомаси	1,66	0,06	10
3	Енергетичних культур	12,39	0,55	9
4	Відходів тваринництва	2,46	0,16	1
5	Біодизелю з ріпаку	0,51	0,045	2
6	Біоетанолу	2,33	0,15	5

Джерело: [7, с. 144]

Загалом Вінницька область займає лідируючі позиції на ринку біоенергетики, що підтверджує рис. 3.

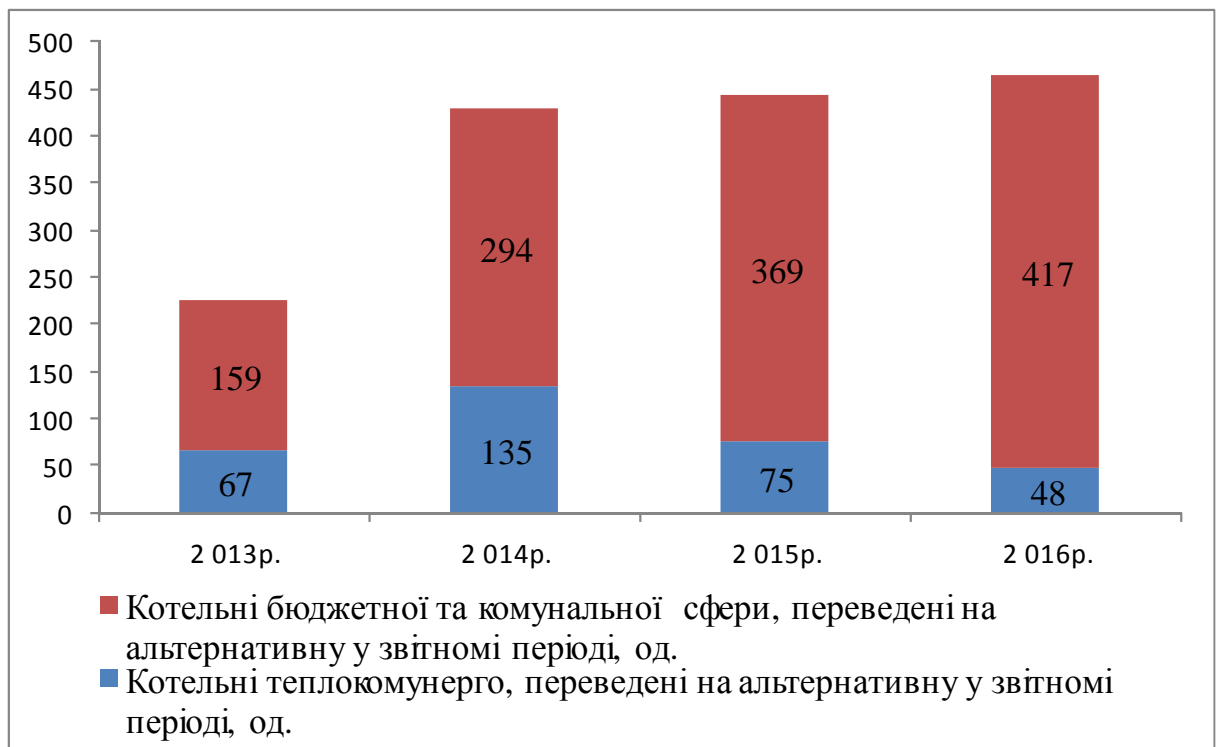
За перспективними показниками регіонального розвитку біоенергетики Вінницька область входить у першу п'ятірку областей України [7, с. 142-144].

В області впродовж останніх кількох років ведеться активна робота, направлена на скорочення споживання природного газу місцевими видами палива. Так, починаючи з 2010 року, в області загалом переведено на місцеві види палива 417 котелень бюджетної та комунальної сфери. Динаміку їх збільшення за останні три з половиною роки можна спостерігати на рис 4. Причому, 417 котелень відносяться саме до бюджетної сфери, 48 котелень належать підприємствам теплокомуненерго. Не відстає в даному напрямку і промисловість. Позитивними прикладами використання альтернативних видів палива для виробітку теплової енергії є котельня на лушпинні соняшника ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат», котельня, що працює на відходах деревообробної промисловості ТОВ «Барлінек», а також сушарки зернових культур, що використовують в якості палива солому, загалом кількість таких об'єктів в області постійно зростає і наразі становить понад 10 одиниць [6].



**Рис. 3. Позичування Вінницької області на ринку біоенергетики**  
*Джерело: Побудовано авторами на основі [5, с.170]*

Варто відзначити, що реалізація масштабних енергоефективних проєктів досить часто реалізується у співпраці з іноземними партнерами, які готові надавати фінансову та технічну підтримку. Прикладом такої співпраці є облаштування на полігоні твердих побутових відходів (с. Стадниця, Вінницького району) свердловин з відбору полігонного газу та встановлення когенераційної установки, що використовує в якості палива звалищний газ. Дана установка може генерувати 1 мегават електроенергії за годину. При цьому утворюється 1,2 мегават теплової енергії. Роботи виконано за рахунок коштів спільного українсько-німецького підприємства «АЕУ ЕНЕРГО» (представник «HAASE» в Україні) та комунального підприємства «ЕкоВін», фінансування проєкту - 1,6 млн. євро. Реалізація проєкту дозволила зменшити викиди CO<sub>2</sub> в атмосферу на 4,5 тис. тонн щорічно, забезпечити виробіток електричної енергії тільки за I півріччя 2017 року у розмірі 2 млн.кВт.год, вирішити проблему із samozагоранням полігону, а також отримати додаткові кошти на утримання та в подальшому на рекультивацію полігону побутових відходів [6].



**Рис. 4. Заходи щодо заміщення природного газу на підприємствах Вінницької області місцевими видами палива**  
*Джерело: [6]*

Що стосується галузі відновлювальної енергетики області, то тут варто зазначити, що на сьогодні в області функціонує 32 сонячних (фотогальванічних) електростанції, загальною потужністю 113,18 МВт. Крім того, в області розміщені 23 малих гідроелектростанцій, встановленою потужністю 21,65 МВт. Найпотужніші з даних генеруючих об'єктів, зокрема, фотогальванічна електрична станція ТОВ «ЛІДЕР» у Чечельницькому районі, встановленою потужністю 19,8 МВт та Ладижинська гідроелектростанція, встановленою потужністю 8 МВт. [6].

Відповідно до енергетичного балансу Вінницької області твердими видами біопалива є відходи аграрного виробництва (солома, соняшник лушпиння, відходи технічних культур), деревинна маса (кускові відходи деревини, тирса, хмиз, дрова) (табл. 3).

Втім на нашу думку, необхідно більше приділяти увагу біоенергетичним культурам, які слугують сировиною для виробництва біопалива.

На думку Г.М. Калетніка, до енергетично-привабливих рослин європейської ґрунтово-кліматичної зони відносять наступні: 1) однорічні з високим умістом цукру і крохмалю (цукрові буряки, зернові колосові, кукурудза, картопля) для промислового виробництва біоетанолу; 2) олійні культури (ріпак, соняшник, соя, льон олійний), з яких отримують олію та біодизель; 3) багаторічні трав'янисті рослини (міскантус великий або тростина, міжвидовий гібрид щавлю - румекс, просо прутовидне, топінамбур, мальва пенсильванська, гречаник гострокінцевий, горець сахалінський та ін.). Розвиваються й біотехнології, котрі базуються на досягненнях генної енергії та генної інженерії, що дає можливість переглянути стереотипи виробництва біоетанолу на основі енергетичних культур, розширити різноманітність цукро- та інуліноносних культур і зменшити собівартість виробництва біопалива [4].

**Таблиця 3.**

**Забезпеченість Вінницької області твердими видами біопалива (згідно з енергетичним балансом)**

№ з/п	Тверді види біопалива	Кількість
1	Солома сільськогосподарських культур	951,5 тис. т
2	Лушпиння соняшнику	82,0 тис. т
3	Відходи технічних культур	61,1 тис. т
4	Деревинна маса (кускові відходи деревини, тирса, хмиз, дрова)	331,3 тис. м <sup>3</sup>

*Джерело: [8, с. 44]*

Рішенням 7-ї сесії Вінницької обласної ради сьомого скликання від 24.03.2017 р. № 310 затверджено Програму підвищення енергоефективності та зменшення споживання енергоресурсів у Вінницькій області на 2017-2022 роки [9], якою передбачено заходи підвищення ефективності і зменшення обсягів використання енергетичних ресурсів бюджетними та комунальними закладами області, розвиток галузі відновлювальної енергетики та використання місцевих видів палива.

Згідно даної програми наведена структура потенціалу альтернативної енергетики у Вінницькій області, сформована на основі матеріалів Інституту відновлювальної енергетики НАН України, викладених в Атласі енергетичного потенціалу відновлювальних джерел енергії України (табл. 4).

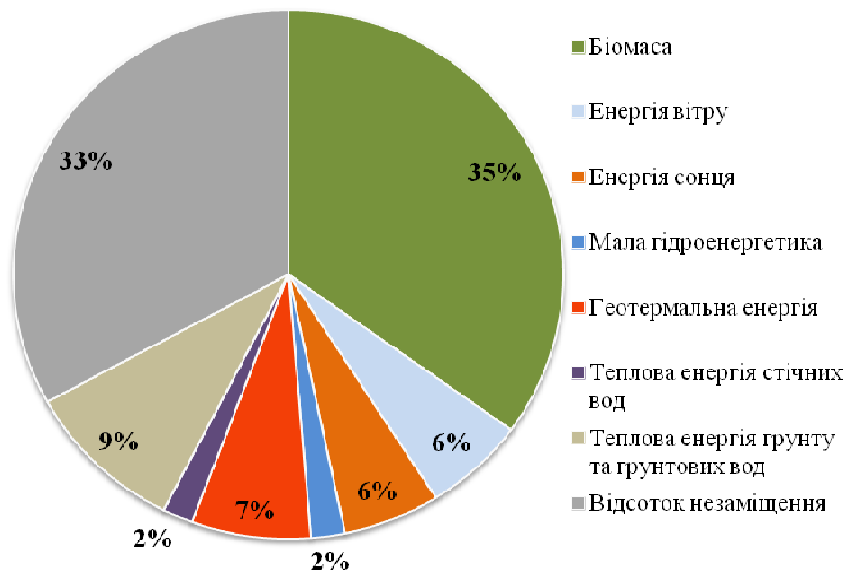
**Таблиця 4.**

**Потенціал заміщення традиційних видів палива за рахунок використання відновлювальних джерел енергії**

Джерело енергії	Технічно-досяжний енергетичний потенціал, млн. тонн умовного палива	Скорочення викидів CO <sub>2</sub> при впровадженні технологій, тис. тонн	Заміщення традиційних видів палива, %
Біомаса	1,57	9082,43	35
Енергія вітру	0,26	2250,01	6
Енергія сонця	0,25	2163,47	5,7
Мала гідроенергетика	0,09	778,84	2
Геотермальна енергія	0,31	2682,7	7
Теплова енергія стічних вод	0,08	692,3	1,8
Теплова енергія ґрунту та ґрунтових вод	0,42	3634,63	9,5
<b>Всього</b>	<b>2,98</b>	<b>21284,38</b>	<b>67</b>

*Джерело: [9]*

Як видно із табл. 4, теоретичний потенціал заміщення традиційних видів палива складає 2,98 млн. тонн умовного палива, що становить 67% від рівня споживання традиційних паливно-енергетичних ресурсів.



**Рис. 5. Теоретичний потенціал заміщення споживання традиційних видів палива альтернативними джерелами енергії**

*Джерело: [9]*

Водночас, враховуючи економічні показники, зокрема, капітальні та експлуатаційні витрати, рівень ефективності установок та вартість електричної та/або теплової енергії - пріоритетними до впровадження та найбільш економічно доцільними є технології з використанням біомаси та енергії сонця.

**Висновки.** Біоенергетика посідає провідне місце серед усіх інших видів відновлювальної енергетики. Необхідність та доцільність розвитку біоенергетики на Вінниччині обумовлена її геополітичним положенням, природними та соціально-економічними факторами. Раціональне використання головних біоенергетичних ресурсів регіону, зокрема відходів лісового господарства, біоенергетичних культур, органічних відходів сільського господарства дасть змогу вирішувати не тільки енергетичні, але й екологічні та соціальні проблеми регіону.

Заходи з поліпшення енергоефективності та енергетичного потенціалу регіону можуть бути наступні:

- обґрунтування реалізації енергоефективних проєктів;
- формування переліку заходів з енергозбереження, запропонованих до виконання;
- створення карти енергетичного потенціалу біомаси у Вінницькій області;
- запровадження системи щоденного моніторингу споживання паливно-енергетичних ресурсів закладами обласного підпорядкування;
- проведення організаційних заходів щодо популяризації енергозбереження серед населення області;
- система управління та контролю за ходом виконання енергоефективних проєктів.

#### **Література.**

1. Підготовка та впровадження проєктів заміщення природного газу біомасою при виробництві теплової енергії в Україні: практичний посібник/За ред. Г. Гелетухи. – К.: «Поліграф плюс», 2016. – 104 с.
2. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України [Електронний ресурс]: [Веб-сайт].- Режим доступу: <http://sae.gov.ua/ae/bioenergy>
3. Дворник І. В. Біопаливо та перспективи його розвитку в Україні. / І. В. Дворник, М. П. Талавира // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер. : Економіка, аграрний менеджмент, бізнес. - 2013. - Вип. 181(6). - С. 113-120. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnu\\_econ\\_2013\\_181\(6\)\\_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnu_econ_2013_181(6)_18)
4. Калетнік Г. М. Розвиток ринку біопалив в Україні / Г. М. Калетнік // Біоенергетика. - 2013. - № 1. - С. 11-16. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Bioen\\_2013\\_1\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Bioen_2013_1_3).
5. Гуцаленко Л.В. Стан та основні чинники розвитку виробництва біологічного палива в Україні та світі / Л.В. Гуцаленко, В.Ю. Фабіянська // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. – 2013. – Вип. 19. – С. 168–174.
6. Інвестиційний портал Вінниччини [Електронний ресурс]: [Веб-сайт].- Режим доступу: <http://vininvest.gov.ua/silske-gospodarstvo>
7. Цицюра Я. Г. Оцінка біоенергетичного потенціалу області / Я. Г. Цицюра // Матеріали міжнар. наук.-техн. конф. [«Земля України – потенціал енергетичної та екологічної безпеки держави»], (Вінниця, 24–26 берез. 2010 р.) // 36. наук. праць Вінн. нац. аграр. ун-ту. – Вінниця, 2010. – Вип. 42, т. 4. – 172 с.
8. Заболотний Г. Економічні та природні закономірності розвитку біоенергетики у Вінницькій області / Г. Заболотний, В. Мормітко // Матеріали міжнар. наук.-техн. конф. [«Земля України – потенціал енергетичної та екологічної безпеки держави»], (Вінниця, 24–26 берез. 2010 р.) // 36. наук. праць Вінн. нац.

аграр. ун-ту. – Вінниця, 2010. – Вип. 42, т. 4. – 172 с.

9. Програма підвищення енергоефективності та зменшення споживання енергоресурсів у Вінницькій області на 2017-2022 роки: рішенням 17 сесії обласної Ради 7 скликання від 24 березня 2017 року №310 [Електронний ресурс].- Режим доступу: [https://vinrada.gov.ua/perelik\\_dovgostrokovih\\_program.htm](https://vinrada.gov.ua/perelik_dovgostrokovih_program.htm)

#### References.

1. Heletukha, H. (2016), *Pidhotovka ta vprovadzhennia proektiv zamishchennia pryrodnoho hazu biomassoiu pry vyrobnyctvi teplovoi enerhii v Ukraini: praktychnyj posibnyk* [Preparation and implementation of natural gas biomass substitution projects for heat energy production in Ukraine: practical guide], «Polihraf plus», Kyiv, Ukraine, p. 104.

2. State Agency for Energy Efficiency and Energy Conservation of Ukraine, [Online], available at: <http://sae.gov.ua/ae/bioenergy>

3. Dvornyk, I. V. and Talavyria, M. P. (2013), "Biofuels and prospects for its development in Ukraine", *Naukovyj visnyk Nacionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Ser. : Ekonomika, ahrarnyj menedzhment, biznes*, vol. 181(6), pp. 113-120, [Online], available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau\\_econ\\_2013\\_181\(6\)\\_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_econ_2013_181(6)_18)

4. Kaletnik, H. M. (2013), "Development of the Biofuels Market in Ukraine", *Bioenerhetyka*, vol. 1, pp. 11-16, [Online], available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Bioen\\_2013\\_1\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Bioen_2013_1_3).

5. Hucalenko, L.V. and Fabiianska, V.Iu. (2013), "Status and main factors of development of biofuel production in Ukraine and in the world", *Naukovi praci Instytutu bioenerhetychnykh kultur i cukrovykh buriakiv*, vol. 19, pp. 168–174.

6. Investment Portal of Vinnytsia, [Online], available at: <http://vininvest.gov.ua/silske-gospodarstvo>

7. Cyciura, Ya. H. (2010), "Estimation of the Biogeny Potential of the Oblast", *Materials of the international scientific and technical conference (Vinnytsya, March 24-26, 2010)" The Land of Ukraine - The Potential of Energy and Environmental Safety of the State*", *Zb. nauk. prac Vinn. nac. ahrar. un-tu.*, Vol. 42, no. 4, Vinnytsia, Ukraine, p.172.

8. Zabolotnyj, H. (2010), " Economic and natural laws of bioenergy development in the Vinnytsia region", *Materials of the international scientific and technical conference (Vinnytsya, March 24-26, 2010)" The Land of Ukraine - The Potential of Energy and Environmental Safety of the State*", *Zb. nauk. prac Vinn. nac. ahrar. un-tu.*, Vol. 42, no. 4, Vinnytsia, Ukraine, p.172.

9. Energy efficiency improvement program and reduction of energy consumption in Vinnytsia region for 2017-2022: decision of the 17th session of the regional council of the 7th convocation dated March 24, 2017, No. 330, [Online], available at: [https://vinrada.gov.ua/perelik\\_dovgostrokovih\\_program.htm](https://vinrada.gov.ua/perelik_dovgostrokovih_program.htm)

*Стаття надійшла до редакції 14.03.2018 р.*