

УДК 662.767.2:[697.24+621.3.031]

## ЛОКАЛЬНІ БІОГАЗОВІ УСТАНОВКИ

КУЧЕР І.Г. <sup>1\*</sup>, *магістр*,  
АДЕГОВ О.В. <sup>2\*</sup>, *к.т.н., доцент*  
ЮРЧЕНКО Є.Л. <sup>3\*</sup>, *к.т.н., доц.*  
КОВАЛЬ О.О. <sup>4</sup>, *к.т.н., с.н.с.*

<sup>1\*</sup> Кафедра системного аналізу та моделювання у теплогазопостачанні, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (099) 227-83-86, e-mail: [Igor\\_Kucher@i.ua](mailto:Igor_Kucher@i.ua), ORCID ID: 0000-0001-5601-0484

<sup>2</sup> Кафедра системного аналізу та моделювання у теплогазопостачанні, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-06, e-mail: [adegov@i.ua](mailto:adegov@i.ua), ORCID ID: 0000-0001-8837-4936

<sup>3\*</sup> Кафедра залізобетонних і кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського 24а, Дніпропетровськ 49600, Україна, тел. +38 (0562) 46-10-36, e-mail: [yel@mail.pgasa.dp.ua](mailto:yel@mail.pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0002-9356-3261

<sup>4</sup> Придніпровський науково-освітній інститут інноваційних технологій в будівництві, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського 24а, Дніпропетровськ 49600, Україна, тел. +38 (0562) 46-10-55, e-mail: [13koval@gmail.com](mailto:13koval@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-7805-6811

**Анотація. Мета.** Для розробки інноваційного проекту будівництва екопоселень та громадських об'єктів, що комбінуються з малими біогазовими установками, необхідно вирішити цілу низку питань. При вирішенні задач комбінації малих біогазових установок виникають такі вимоги, які необхідно вирішити для забезпечення безпечної та економічно доцільної експлуатації установок. Одночасно необхідно розглядати задачу комбінування установок та максимально ефективних і стабільних рішень. Для локальних установок, що розташовані в зоні громадських місць, будемо розглядати задачу безпечної експлуатації з наступними критеріями: відсутніх запахів та газів, компактні габаритні розміри установок, улаштування обладнання, від яких залежать капітальні витрати. Стаття присвячена визначенню конструктивних параметрів біогазової установки та параметрів її експлуатації для оптимізації роботи. **Методика.** Для пошуку рішень утилізації твердих побутових відходів (ТПВ), комунально-побутових стоків, мулу від стічних вод, опалого листя тощо запропоновано використовувати малі біогазові установки, максимально економічних, компактних, економічних, екологічних та ефективних. **Результати.** Запропоновані рішення слугують для подальших розрахунків економічної доцільності для конкретних об'єктів, зберігаючи природні ресурси та зменшуючи викиди метану в атмосферу, та рекомендуються до застосування при будівництві об'єктів суспільного значення. **Наукова новизна.** У статті наведені приклади рішення питань оптимальних параметрів роботи малих біогазових установок у громадських місцях та екопоселеннях, які здійснюються за двома критеріями, що одночасно суперечать один одному. Результати даного рішення дозволять поліпшити екологічну ситуацію, оскільки згідно до останніх досліджень, метан, який виділяють аграрний та харчовий сектори, шкідливіший для парникового ефекту від вуглекислого газу. **Практична значимість.** Для проектування малих біогазових установок, комбінованих із громадськими закладами та екопоселеннями, необхідно знайти оптимальне співвідношення між капітальними та експлуатаційними затратами. При пошуку оптимальних рішень даної системи переробки біологічні цінних ресурсів необхідно знайти відповіді на такі питання: сировина для роботи установки; безпечність роботи установки поряд із громадськими об'єктами; адаптованість до клімату. Відповіді на ці та інші питання запропоновані у даній роботі. Результати рішення даних задач забезпечать позитивний ефект для всього проекту будівництва екопоселень, громадських об'єктів, розв'язання проблем енергетичної кризи та утилізації потенційних в енергетичному сенсі відходів.

**Ключові слова:** малі біогазові установки; когенераційні установки; відновлювана енергія; зелений тариф, енергетичний потенціал України

## ЛОКАЛЬНЫЕ БИОГАЗОВЫЕ УСТАНОВКИ

КУЧЕР И.Г. <sup>1\*</sup>, *магистр*,  
АДЕГОВ А.В. <sup>2\*</sup>, *к.т.н., доцент*  
ЮРЧЕНКО Е.Л. <sup>3\*</sup>, *к.т.н., доц.*  
КОВАЛЬ Е.А. <sup>4</sup>, *к.т.н., с.н.с.*

<sup>1\*</sup> Кафедра системного анализа и моделирования в теплогазоснабжении, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина, тел. +38 (099) 227-83-86, e-mail: [Igor\\_Kucher@i.ua](mailto:Igor_Kucher@i.ua), ORCID ID: 0000-0001-5601-0484

<sup>2</sup> Кафедра системного анализа и моделирования в теплогазоснабжение, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина, тел. +38 (056) 756-34-06, e-mail: [adegov@i.ua](mailto:adegov@i.ua), ORCID ID: 0000-0001-8837-4936

<sup>3\*</sup> Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение „Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры”, ул. Чернышевского 24а, Днепропетровск 49600, Украина, тел. +38 (0562) 46-10-36, e-mail: [yel@mail.pgasa.dp.ua](mailto:yel@mail.pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0002-9356-3261

<sup>4</sup> Приднепровский научно-образовательный институт инновационных технологий в строительстве, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского 24а, Днепропетровск 49600, Украина, тел. +38 (0562) 46-10-55, e-mail: [13koval@gmail.com](mailto:13koval@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-7805-6811

**Аннотация. Цель.** Для разработки инновационного проекта строительства экопоселений и общественных объектов, комбинирующихся с малыми биогазовыми установками, необходимо решить целый ряд вопросов. При решении задач комбинации малых биогазовых установок возникают такие требования, которые необходимо решить для обеспечения безопасной и экономически целесообразной эксплуатации установок. Одновременно необходимо рассматривать задачу комбинирования установок и максимально эффективных и стабильных решений. Для локальных установок, расположенных в зоне общественных мест, будем рассматривать задачу безопасной эксплуатации со следующими критериями: отсутствие запахов и газов, компактные габаритные размеры установки, устройство оборудования, от которых зависят капитальные затраты. Статья посвящена определению конструктивных параметров биогазовой установки и параметров ее эксплуатации для оптимизации работы. **Методика.** Для поиска решений утилизации твердых бытовых отходов (ТБО), коммунально-бытовых стоков, ила от сточных вод, опавших листьев и т.п. предложено использовать малые биогазовые установки, максимально экономные, компактные, экономичные, экологические и эффективные. **Результаты.** Предлагаемые решения служат для дальнейших расчетов экономической целесообразности для конкретных объектов, сохраняя природные ресурсы и уменьшая выбросы метана в атмосферу, и рекомендуются к применению при строительстве объектов общественного значения. **Научная новизна.** В статье приведены примеры решения вопросов оптимальных параметров работы малых биогазовых установок в общественных местах и экопоселениях, которые осуществляются по двум критериям, одновременно противоречат друг другу. Результаты данного решения позволяют улучшить экологическую ситуацию, поскольку согласно последним исследованиям, метан, выделяемый аграрным и пищевым секторами, вреден для парникового эффекта от углекислого газа. **Практическая значимость.** Для проектирования малых биогазовых установок, комбинированных с общественными учреждениями и экопоселения, необходимо найти оптимальное соотношение между капитальными и эксплуатационными затратами. При поиске оптимальных решений данной системы переработки биологические ценных ресурсов необходимо найти ответы на следующие вопросы: сырье для работы установки; безопасность работы установки рядом с общественными объектами; адаптированность к климату. Ответы на эти и другие вопросы предложены в данной работе. Результаты решения данных задач обеспечат положительный эффект для всего проекта строительства экопоселений, общественных объектов, решения проблем энергетического кризиса и утилизации потенциальных в энергетическом смысле отходов.

*Ключевые слова:* малые биогазовые установки; когенерационные установки; возобновляемая энергия; зеленый тариф, энергетический потенциал Украины

## LOCAL BIOGAS PLANTS

KUCHER I.G. <sup>1\*</sup>, *master*,

ADEGOV A.V. <sup>2\*</sup>, *Cand. Sc. (Tech), Assoc. Prof.*

YURCHENKO Y.L. <sup>1\*</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Ass.-prof.*

KOVAL O.O. <sup>3</sup>, *Cand. Sc. (Tech.)*

<sup>1\*</sup> Department of System Analysis and Modeling in Heat and Gas Supply, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipro 49600, Ukraine, phon. +38 (099) 227-83-86, e-mail: [Igor\\_Kucher@i.ua](mailto:Igor_Kucher@i.ua), ORCID ID: 0000-0001-5601-0484

<sup>2</sup> Department of System Analysis and Modeling in Heat and Gas Supply, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipro 49600, Ukraine, phon. +38 (056) 756-34-06, e-mail: [adegov@i.ua](mailto:adegov@i.ua), ORCID ID: 0000-0001-8837-4936

<sup>3\*</sup> Department of Reinforce-Concrete and Stone Structures, State Higher Education Establishment "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", Chernyshevsky St. 24a, Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-10-36, e-mail: [yel@mail.pgasa.dp.ua](mailto:yel@mail.pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0002-9356-3261

<sup>4</sup> Pridneprovsky Research and Educational Institute for Innovation Technology in Construction, State Higher Education Establishment "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", Chernyshevsky St. 24a, Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel., тел. +38 (0562) 46-10-55, e-mail: [13koval@gmail.com](mailto:13koval@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-7805-6811

**Abstract. Purpose.** To develop an innovative project for the construction of eco-settlements and public facilities, combined with small biogas plants, it is necessary to solve a number of issues. When solving the tasks of a combination of small biogas plants, there are such requirements that must be solved to ensure the safe and economically expedient operation of plants. At the same time, it is necessary to consider the task of combining plants and maximizing effective and stable solutions. For local installations located in the zone of public places, we will consider the task of safe operation with the following criteria: absence of odors and gases, compact

overall dimensions of the installation, installation of equipment on which capital costs depend. The article is devoted to the definition of design parameters of the biogas plant and its operation parameters for optimization of operation. **Methodology.** To find solutions for the disposal of solid domestic waste (MSW), municipal sewage, sludge from waste water, fallen leaves, etc. It was suggested to use small biogas plants, maximally economical, compact, economical, ecological and efficient. **Findings.** The proposed solutions serve for further calculations of economic feasibility for specific facilities, preserving natural resources and reducing methane emissions into the atmosphere, and are recommended for use in the construction of public facilities. **Originality.** The article gives examples of solutions to the optimal parameters of small biogas plants in public places and eco-settlements, which are carried out according to two criteria, simultaneously contradict each other. The results of this decision will improve the ecological situation since according to recent studies, methane from the agrarian and food sectors is harmful to the greenhouse effect of carbon dioxide. **Practical value.** For the design of small biogas plants, combined with public institutions and eco-settlements, it is necessary to find the optimal ratio between capital and operating costs. when searching for optimal solutions for this system of processing biological valuable resources, it is necessary to find answers to the following questions: raw materials for the operation of the plant; safety of the installation near public facilities; climate adaptability. the answers to these and other questions are proposed in this paper. The results of solving these tasks will provide a positive effect for the entire project of construction of eco-villages, public facilities, solving the problems of the energy crisis and recycling energy-potential wastes.

Keywords: small biogas plants; Cogeneration plants; Renewable energy; Green tariff, energy potential of Ukraine

## Вступ

Явна тенденція до збільшення кількості людей в великих містах тягне за собою підвищення витрат енергоресурсів. Урбанізація населення неминуче призводить до необхідності утилізації зростаючої кількості відходів життєдіяльності людини, а також флори і фауни, які його оточують й зосереджені на незначній території .

В свою чергу, сталий розвиток сучасних технологій дозволяє людям працювати віддалено, що дає можливість втілити у життя бажання людей повернутись у природне середовище, жити невеликими поселеннями в оточенні однодумців, в гармонії з природою та не вчиняти шкоди екології. Так звана *руралізація* (лат. *ruralis* — сільський) потребує вирішення низки питань, які пов'язані з забезпеченням сучасних, комфортний умов проживання, тому необхідність в економічних та екологічних енергоресурсах постає на одне з перших місць.

Вирішенням цих та багатьох інших питань з енергопостачання та збереження екології може стати біогаз.

## Мета

Стаття присвячена огляду досліджень по розробці малих локальних біогазових установок: визначенню конструктивних параметрів біогазового реактора та параметрів його експлуатації, визначенню необхідної сировини та адаптованості до соціальних і кліматичних умов України, що можуть дати позитивний ефект при будівництві екопоселень та нових громадських споруд.

## Методика

Біогаз – газ, отриманий з біомаси, що використовується як паливо. Виробництво енергії з

біогазу не шкідливе для оточуючого середовища, оскільки не спричиняє додаткову емісію парникового газу CO<sub>2</sub> і зменшує кількість органічних відходів. На відміну від енергії вітру і сонячного випромінювання, біогаз можна отримувати незалежно від кліматичних і погодних умов, а на відміну від викопних джерел енергії біогаз в Україні має дуже великий відновлюваний потенціал. Річний теоретичний потенціал біогазу в Україні становить 3,2 млрд. м. куб [1].

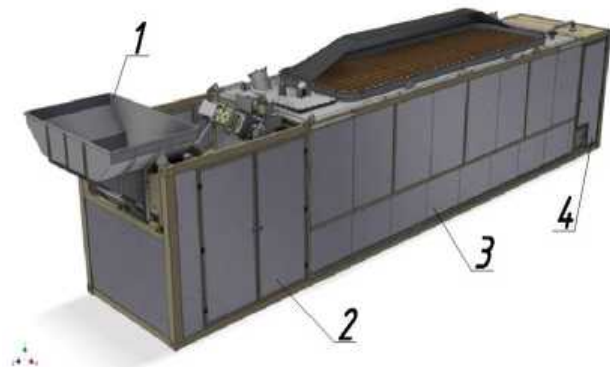


Рис.1. Вид біогазової установки: / General view of the biogas plant:

- 1 – отвір для подавання сировини; 2 - прийомна камера;  
 3 - ферментатор; 4 - камера вивантаження;  
 1 - inlet; 2 - receiving chamber;  
 3 - fermenter; 4 - unloading chamber.

Досліджується нове технічне рішення (рис.1): мала локальна біогазова установка, яка може розташовуватись у громадських місцях та поруч із житловими будинками екопоселень [2]. Для інноваційного проекту будівництва біогазової установки необхідно вирішити задачу поєднання обладнання із громадськими туалетами, підприємствами громадського харчування, а також

встановлення інноваційних біогазових установок в екопоселеннях, підбір обладнання, розрахунок необхідної сировини та вихід біогазу (який буде перероблений у електроенергію та тепло) [3].

Завданням локальних біогазових установок для екопоселень, комунального господарства та громадських закладів є виробництво і використання біогазу для продукування електричної і теплової енергії. Крім того, що установка є локальним джерелом енергії, завдяки ній можлива також утилізація харчових відходів, опалого листя, побутових стоків тощо [4]. Залишок від процесу отримання біогазу використовується в господарстві як добриво.

Серед вимог при рішенні задач комбінуння із громадськими закладами, необхідно забезпечити безпечну роботу установки для оточуючих. Для цього біогазовий реактор повністю герметичний та розміщений під землею, що перешкоджає поширенню неприємних запахів, автоматика установки гарантує безпеку людей та обладнання від дії газів та їх сполук [5].

*Сировина для біогазового процесу:* оскільки комунально-побутові стоки вельми токсичні, потрібне додавання буферних речовин, таких як силос, свіжа трава, опале листя і т.п. Сировина не повинна містити істотних домішок важких металів, хімічних речовин, ПАРів тощо [6].

*Кроки до енергетичної біогазової незалежності – шлях до незалежного майбутнього.* Щоб дійсно мати істотні конкурентні переваги над існуючими європейськими технологіями, в Україні необхідно створити біогазову технологію, яка:

1. На 50% збільшить швидкість переробки біомаси в біогаз.
2. Мінімум на 15% збільшити концентрацію метану в біогазі безпосередньо в ферментаторі незалежно від виду і якості сировини в порівнянні з класичними технологіями.
3. Як мінімум не призвести до збільшення вартості, а як максимум скоротити капітальні витрати при масштабуванні технології до промислового масштабу.
4. Технологія повинна бути стійка до кліматичних особливостей аж до північних районів.

При цьому технологія повинна бути інтегрована в нові проекти будівництва тваринницьких комплексів, паркових зон, підприємств громадського харчування, так як впровадження в уже існуючі споруди вельми безперспективне. Це, в першу чергу, пов'язано з недосконалою системою видалення відходів, відсутністю технічної інфраструктури та фахівців відповідного рівня [7].

Дані споруди, вписуючись в навколишнє середовище, стають непомітні для відвідувачів, не псують зовнішнього вигляду парків тощо (Рис.2).



*Рис.2. Вид громадського туалету, що розташований в парку відпочинку: / The view of public toilet in a recreation park*

Дуже перспективним напрямком є створення гібридних підходів, тобто проектів, що містять не тільки біогазові реактори, а й повітро-сонячні системи і (або) установки, що віднімають частину тепла землі (теплові насоси). Такий підхід вимагає створення додаткових технологій по контролю сонячної інсоляції, вітрових характеристик і спеціалізованого програмного забезпечення. Таким чином, відновлювальна енергетика цілком здатна стати драйвером багатьох галузей економіки і бізнесу, адже в Україні ці технології знаходяться на достатньо низькому рівні. При цьому ринок ВДЕ в Україні величезний, хоча потенціал використовується лише на 1,5%. Найбільший потенціал біогазу зосереджений у Дніпропетровській, Донецькій та Київській областях і становить понад 150 тис. т н.е./рік [1].

#### **Приклад розрахунку завантаження ферментатора для екопоселення:**

Установка отримує щодня 3 м<sup>3</sup> силосної кукурудзи, 4 м<sup>3</sup> твердого гною биків, 3 м<sup>3</sup> трав'яного силосу і 0,25 т зернового шроту.

Ферментатор і доброжувач мають об'єм 400 м<sup>3</sup> кожний, це означає, що можна ефективно використовувати 800 м<sup>3</sup> ферментатора.

Спочатку необхідно субстрат з одиниць об'єму перевести в одиниці ваги, потім зробити перерахунок зі свіжої маси в суху, після чого слід перерахувати в органічну суху масу:

- У тоннні гною близько 25% сухої речовини, все інше вода.
- 25% від 2,4 т гною биків - це 0,6 т сухої маси, 80% з якої є органічною сухою масою, все інше - зола, мінерали, уламки каміння і т.д.
- 80% з 0,6 т - це 480 кг.

З фактичних 2400 кг гною лише з 480 кг можна отримати газ, оскільки тільки вони містять органічні речовини. Все інше, це вода і неорганічні, мінеральні компоненти гною.

Аналогічно можна проводити розрахунки для інших субстратів.

Ферментатор установки можна завантажувати в цілому 1,1 т органічної сухої речовини / м<sup>3</sup>·д.

Таким чином, ферментатор має середнє завантаження, яке в разі потреби можна підвищити [8].

Для задоволення потреб двигунів внутрішнього згорання, можна використовувати біометан, отриманий з біогазових установок, які працюють на території екопоселень. Зріджений газ для автомобілів та сільськогосподарської техніки здатен забезпечити автопарк поселення дешевим та екологічним паливом [9]. Також такий газ можна використовувати для побутових потреб, зберігаючи його у сталевих балонах під високим тиском.

### Результати

Запропоновані рішення слугують для подальших розрахунків економічної доцільності для конкретних об'єктів, зберігаючи природні ресурси та зменшуючи викиди СН<sub>4</sub> в атмосферу [10], та можуть бути застосовані при будівництві таких об'єктів, як екопоселення, громадські парки відпочинку, підприємства громадського харчування тощо.

### Наукова новизна і практична значимість

При рішенні задач утилізації твердих побутових відходів, опалого листя, відходів від роботи закладів

громадського харчування, мулу на станціях очистки води, виникає можливість зберегти екологію від викидів метану в атмосферу, від просочування в ґрунт токсичних речовин, отримавши при цьому екологічно чисту енергію у вигляді тепла та електроенергії від когенераційних установок [11] або зрідженого газу для автомобільного транспорту у вигляді зрідженого газу. Ця технологія повинна стати провідною для забезпечення енергетичної незалежності екопоселень та громадських споруд.

### Висновки

Визначене улаштування локальних біогазових установок являється оптимальним рішенням для безпечної та економічно вигідної утилізації комунально-побутових відходів від домашніх господарств, стоків, скошеної трави та опалого листя, активного мулу, відходів сільськогосподарської продукції, призначені для продукування «зеленої електроенергії», тепла та якісного добрива. Дані установки рекомендуються при будівництві нових та реконструкції старих громадських об'єктів: парків відпочинку, сільськогосподарських містечок та сел., підприємств громадського харчування тощо.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. Режим доступу: <http://saee.gov.ua/uk/ae/bioenergy>.
2. BE sustainable. The magazine of bioenergy and the bioeconomy. Issue 1 – January 2014. pp. 27-28. Innovative biogas solutions. (in English). Режим доступу: URL: [https://issuu.com/besustainablemagazine/docs/be-sustainable-january\\_2014-single](https://issuu.com/besustainablemagazine/docs/be-sustainable-january_2014-single).
3. Компактні біогазові установки контейнерного виконання, виробництва Польщі, 2016. Режим доступу: [http://atagos.com.ua/product/kompaktnye\\_biogazovye\\_ustanovki\\_v\\_kontejnernom\\_ispolnenii\\_proizvodstvo\\_polsha/](http://atagos.com.ua/product/kompaktnye_biogazovye_ustanovki_v_kontejnernom_ispolnenii_proizvodstvo_polsha/)
4. German Biogas Association. Biogas journal. The trade magazine of the biogas sector. May 2016. pp. 14-15. (in English). Режим доступу: [https://issuu.com/fachverband.biogas/docs/bgj\\_english\\_2016](https://issuu.com/fachverband.biogas/docs/bgj_english_2016).
5. Renewable Energy Guide - For Youth Trainers and Trainees Lefkas - Greece, May 2010. 62 p. (in English).
6. Biogas directory 2nd edition, International Clean Energy & Sustainability Network, 2015. 17 p. (in English).
7. О проблемах «Зеленого тарифу», 2014 р., Режим доступу: <https://www.rbc.ua/rus/news/ukrainskiy-gynok-ne-budet-interesen-investoram-v-sluchae-11072014105300>
8. Біогазові установки. Практичний посібник. Барбара Едер, Хайнц Шульц, 2008.
9. Petroleum review, May 2016, pp. 35-36. (in English). Режим доступу: <https://issuu.com/acstededesign/docs/14-biogas-comes-of-age>.
10. Methane vs. Carbon Dioxide: A Greenhouse Gas Showdown, One Green Planet, 2014. Режим доступу: <http://www.onegreenplanet.org/animalsandnature/methane-vs-carbon-dioxide-a-greenhouse-gas-showdown/>.
11. Biogas directory 4<sup>th</sup> edition, International Clean Energy & Sustainability Network, 2017. 18 p. (in English). Режим доступу: [https://issuu.com/ryanhofmann/docs/biogas\\_directory\\_-\\_vol04](https://issuu.com/ryanhofmann/docs/biogas_directory_-_vol04).
12. Юрченко Е.І. Разработка проектов энергосбережения в зданиях бюджетных организаций на основе реинвестирования. – Рукопись: 05.13.22 / Юрченко Е.І. – Днепропетровск, 2004. – 180с.
13. CSN EN 13829 Thermal performance of building - Determination of air permeability of buildings - Fan pressurization method (ISO 9972:1996, modified)
14. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.
15. Energy performance of buildings - Calculation of energy use for space heating and cooling, European Committee for Standardization, 2008

## REFERENCES

1. Derzhavne agentstvo z energoefektivnostI ta energoberezhennya Ukraini. Available at : URL: <http://sae.gov.ua/uk/ae/bioenergy>.
2. BE sustainable. The magazine of bioenergy and the bioeconomy. Issue 1 – January 2014. pp. 27-28. Innovative biogas solutions. Available at : URL: [https://issuu.com/besustainablemagazine/docs/be-sustainable-january\\_2014-single](https://issuu.com/besustainablemagazine/docs/be-sustainable-january_2014-single).
3. Kompaktni blogazovi ustanovki konteynernogo vikonnannya, virobnitstva Polschi, 2016. Available at : URL: [http://atagos.com.ua/product/kompaktnye\\_biogazovye\\_ustanovki\\_v\\_kontejnernom\\_ispolnenii\\_proizvodstvo\\_polsha/](http://atagos.com.ua/product/kompaktnye_biogazovye_ustanovki_v_kontejnernom_ispolnenii_proizvodstvo_polsha/)
4. German Biogas Association. Biogas journal. The trade magazine of the biogas sector. May 2016. pp. 14-15. (in English). Available at : URL: [https://issuu.com/fachverband.biogas/docs/bgj\\_english\\_2016](https://issuu.com/fachverband.biogas/docs/bgj_english_2016).
5. Renewable Energy Guide - For Youth Trainers and Trainees Lefkas - Greece, May 2010. 62 p.
6. Biogas directory 2nd edition, Internationalclean Energy & Sustainability Network, 2015. 17 p. (in English).
7. O problemah «Zelenogo tarifu», 2014. Available at : URL: <https://www.rbc.ua/rus/news/ukrainskiy-rynok-ne-budet-interesen-investoram-v-sluchae-11072014105300>.
8. Biogazovi ustanovki. Praktichniy posibnik. Barbara Eder, Haynts Shults, 2008.
9. Petroleum review, May 2016, pp. 35-36. (in English). Available at : URL: <https://issuu.com/acstededesign/docs/14-biogas-comes-of-age>.
10. Methane vs. Carbon Dioxide: A Greenhouse Gas Showdown, One Green Planet, 2014. Available at : URL: <http://www.onegreenplanet.org/animalsandnature/methane-vs-carbon-dioxide-a-greenhouse-gas-showdown/>.
11. Biogas directory 4<sup>th</sup> edition, Internationalclean Energy & Sustainability Network, 2017. 18 p. (in English).
12. Iurchenko Iev.L. Development of the energy saving projects in the buildings of budget organizations on the basis of reinvestment. – Manuscript: 05.13.22 / Iurchenko Iev.L. – Dnipropetrovsk, 2004. – 180p.
13. CSN EN 13829 Thermal performance of building - Determination of air permeability of buildings - Fan pressurization method (ISO 9972:1996, modified)
14. DSTU-N B V.1.1-27:2010. Budivel'na klimatologija [Civil Engineering Climatology]. – K.: Minregionbud Ukraïni, 2011. – 123 pp.
15. Energy performance of buildings - Calculation of energy use for space heating and cooling, European Committee for Standardization, 2008

*Стаття рекомендована до публікації д-ром.техн.наук, проф. А. С. Беліковим (Україна);  
д-ром.техн.наук, проф. С. З. Поліщуком (Україна)*

*Стаття надійшла до редколегії: 21.04.2017.*