

УДК 662.767.2

доцент **Олег Березюк**,
berezukoleg@i.ua, ORCID:0000-0002-2747-2978,
доцент **Михайло Лемешев**,
mlemeshev@i.ua, ORCID:0000-0002-6083-0378
Вінницький національний технічний університет

РЕГРЕСІЯ ДИНАМІКИ ЗРОСТАННЯ ПОТУЖНОСТІ УСТАНОВОК З ВИДОБУВАННЯ БІОГАЗУ НА ТЕРИТОРІЇ СМІТТЄЗВАЛИЩ УКРАЇНИ

Анотація. Впроваджувати сучасні альтернативні джерела енергії для забезпечення потреб населення, зокрема розвивати технології видобування та перероблення біогазу, спонукає країни світу глобальна екологічна криза. Тому визначення регресійної залежності, яка описує динаміку збільшення потужності установок з видобування біогазу на території сміттєзвалищ України і може бути використана під час прогнозування потужності таких установок, є актуальною науково-технічною задачею. Це дозволяє збільшити поширеність використання поновлюваних джерел енергії, заощадити викопні енергоносії та одночасно зменшити інтенсивність забруднення навколишнього середовища. Під час проведення дослідження використано метод регресійного аналізу результатів однофакторних експериментів та інших парних залежностей із вибором раціонального виду функції із шістнадцяти найпоширеніших варіантів за критерієм максимального значення коефіцієнта кореляції. Регресія проводилася на основі лінеаризувальних перетворень, які дозволяють звести нелінійну залежність до лінійної. Визначення коефіцієнтів рівнянь регресії здійснювалась методом найменших квадратів за допомогою розробленої комп'ютерної програми "RegAnaliz", яка захищена свідоцтвом про реєстрацію авторського права на твір. Отримано адекватну регресійну залежність, які описують динаміку збільшення потужності установок з видобування біогазу на території сміттєзвалищ України і може бути використана під час прогнозування потужності таких установок. Побудовано графічну залежність, що описує динаміку збільшення потужності установок з видобування біогазу на території сміттєзвалищ України та дозволяє наочно проілюструвати дану динаміку та показати достатню збіжність теоретичних результатів з фактичними даними. Встановлено, що потужність установок з видобування біогазу на території сміттєзвалищ України протягом 2012-2020 рр. зростала за степеневою залежністю.

Ключові слова: відновлюване джерело енергії, біогаз, звалищний газ, біогазова установка, потужність, динаміка, регресійний аналіз, регресійна залежність, математичне моделювання.

Вступ. Впроваджувати сучасні альтернативні джерела енергії для забезпечення потреб населення, зокрема розвивати технології видобутку та перероблення біогазу (БГ), спонукає країни світу глобальна екологічна криза [1]. Згідно з даними, представленими у дослідженні [2], у світі функціонує 481 система збору БГ, які загалом видобувають 5,15 млрд. м³ газу щорічно, зокрема 175 установок припадає на країни ЄС, 264 – знаходяться в Америці (244 – в США), по чотири в Австралії та Азії, дві – у країнах Африки. Однак, лише приблизно 25-50% зібраного біогазу використовується в комерційних цілях, тоді як решта спалюється у факелах. Глобальні викиди БГ в атмосферу відіграють значну роль у зміні клімату Землі. Найбільш ефективними видами сировини для отримання БГ є відходи ферм і сільськогосподарських підприємств, стічні води, а також тверді побутові відходи (ТПВ) зі сміттєзвалищ і полігонів [1]. Основним компонентом БГ є метан (CH₄), викиди якого з територій захоронення ТПВ становлять від 1,5 до 70 млн. тонн на рік [3, 4]. Якщо метан з усіх полігонів ТПВ у США буде утилізовано, його обсяг становитиме 5% від загального споживання природного газу в країні або 1% від загального споживання енергоносіїв [2]. За рівнем негативного впливу на довкілля метан посідає друге місце після вуглекислого газу серед парникових газів і становить 18% від їх загального обсягу викидів в атмосферу Землі. При цьому його потенціал глобального потепління приблизно у 21 раз перевищує потенціал вуглекислого газу.

Актуальність дослідження. Необхідність врахування валових викидів метану зумовлена, зокрема, тим, що цей газ входить до національної квоти речовин, які впливають на парниковий ефект і зміну озонового шару планети. Тому визначення регресійної залежності, що описує динаміку зростання потужності установок з видобування біогазу на території сміттєзвалищ України і може використовуватися для прогнозування їх розвитку, є актуальним науково-технічним завданням. Це сприятиме адекватному прогнозуванню використання відновлюваних джерел енергії, економії викопних паливних ресурсів і водночас зменшенню рівня забруднення навколишнього середовища.

Останні дослідження та публікації. У матеріалах статті [1] зазначено, що будівництво біогазових установок є важливим кроком до економіки замкнутого циклу, орієнтованої на впровадження відновлюваних джерел енергії та зменшення викидів парникових газів. Також проведено техніко-економічне обґрунтування ефективності будівництва таких установок. У науковій праці [5] проведено аналіз європейського досвіду виробництва БГ з відходів агропромислового комплексу. У роботах [6-8] наведено склад та фізико-хімічні властивості БГ, що утворюється на територіях захоронення твердих побутових відходів [9-15]. Виробництво БГ на кожному з полігонів ТПВ може досягати від

350 до 2400 м³/год [8], що дозволить значно покращити екологічну ситуацію в Україні, запобігаючи викидам парникових газів в обсязі 16 млн. тонн у СО₂-еквіваленті, а також зменшити викиди токсичних речовин. У матеріалах наукової статті [16] опубліковано склад БГ, отриманого в процесі анаеробного розкладу ТПВ за різних співвідношень композиційних сумішей ТПВ і компосту, а також їх відносної вологості.

Досвід та перспективи видобування БГ у в місцях захоронення ТПВ детально описано в роботах [17-19]. Зокрема, в статті [19] розглянуто досвід впровадження біогазових установок у Литві, а в статтях [20, 21] вивчені особливості утворення БГ, що дозволяють оптимізувати цей процес. Це, у свою чергу, відкриває широкі можливості для використання БГ у створенні екологічно чистих, відновлюваних джерел енергії. Утворений БГ збирається за допомогою спеціального технічного обладнання та/або спалюється безпосередньо на блочній теплоелектроцентралі (ТЕЦ) для виробництва електричної і теплової енергії, або збагачується до біометану (очищеного БГ) і подається в наявну газотранспортну мережу. Також біометан може використовуватися як пальне для автомобілів, що працюють на природному газі. Використання БГ в децентралізованому енергопостачанні сприяє зменшенню імпорту енергоносіїв та підвищенню надійності енергопостачання, особливо в сільській місцевості. Значною перевагою виробництва БГ є використання відновлюваних джерел енергії, зокрема ТПВ, вихід БГ з органічної фракції яких в середньому становить 123 Нм³/т субстрату. Широкий і постійно доступний спектр органічних речовин дозволяє здійснювати безперервне виробництво БГ, що, в свою чергу, сприяє економії викопних енергоносіїв [22]. Нижня теплотворна здатність звалищного БГ складає 16-18 Дж/Нм³ [23], а верхня становить 20-25 МДж/Нм³ [8]. У роботі [24] автори розглядають методи використання біомаси для виробництва теплової енергії, перспективні конструкції газогенераторних установок, а також способи очищення від домішок генераторного газу. У матеріалах роботи [25] описано фази розкладу ТПВ, 80% яких відбуваються в анаеробних умовах, а також визначено фактори, що впливають на процес біодеструкції відходів.

Автори наукової статті [26] наводять огляд технологій видобутку і використання БГ на звалищах та полігонах ТПВ, а також аналізують економічні та екологічні аспекти цих технологій, доповнюючи це статистичними даними щодо потенціалу БГ в різних країнах світу. У роботі [27] наведено математичну модель прогнозування питомого об'єму видобутку БГ у вигляді квадратичної регресії з ефектами взаємодій першого порядку. В статті [28] опублікована математична модель прогнозування питомого потенціалу БГ, на основі якої отримано залежність ефективності видобутку БГ від основних параметрів

впливу [29], результати удосконалення якої опубліковано в статті [30].

У матеріалах роботи [31] проведено дослідження впливу характеристик ТПВ на обсяги, динаміку утворення, склад та потенціал енергетичного використання БГ з полігонів захоронення ТПВ.

Авторами наукової статті [32] проаналізовано способи утилізування видобутого БГ, а в роботі [33] наведено математичну модель поширеності даних способів утилізації.

У роботі [34] визначено регресійні залежності, що дозволяють описати динаміку збільшення кількості біогазових установок лише на полігонах захоронення ТПВ в таких країнах, як Німеччина та Україна, а у статті [35] визначено регресійну залежність, яка описує динаміку збільшення загальної кількості біогазових установок в Україні.

Однак, конкретних математичних залежностей, що описують збільшення загальної потужності установок з видобування біогазу на території сміттєзвалищ України, в результаті аналізу відомих публікацій, авторами не виявлено.

Формулювання цілей статті. Ціль статті – визначення регресійної залежності, яка описує динаміку збільшення потужності установок з видобування біогазу на території сміттєзвалищ України і може бути використана під час прогнозування потужності таких установок, з метою збільшення поширеності використання поновлюваних джерел енергії, заощадження викопних енергоносіїв та одночасного зменшення інтенсивності забруднення навколишнього середовища.

Основна частина. Табл. 1 містить статистичні дані щодо динаміки збільшення потужності установок видобування біогазу на території сміттєзвалищ України [1], на основі яких планувалось отримати парну регресійну залежність, яка описує динаміку збільшення потужності установок з видобування біогазу на території сміттєзвалищ України. Оскільки аргументом регресійних залежностей є рік, порядок значень якого на три порядки перевищує порядок ширини діапазону його зміни, то з метою підвищення точності регресійної залежності пропонується за початок координат прийняти рік, який передує початку досліджуваного діапазону ($x = t - 2011$).

Регресія проводилася на основі лінеаризувальних перетворень, які дозволяють звести нелінійну залежність до лінійної. Визначення коефіцієнтів рівнянь регресії здійснювалась методом найменших квадратів за допомогою розробленої комп'ютерної програми "RegAnaliz", яка захищена свідоцтвом про реєстрацію авторського права на твір [36].

Таблиця 1. Потужність установок з видобування біогазу на території сміттєзвалищ України в різні роки [1]

Рік	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Потужність установок з видобування біогазу на території сміттєзвалищ України, МВт	7	7	7	7	7	11	18	26	30

Програма "RegAnaliz" дозволяє проводити регресійний аналіз результатів однофакторних експериментів та інших парних залежностей із вибором кращого виду функції із 16 найпоширеніших варіантів за критерієм максимального коефіцієнту кореляції зі збереженням результатів у форматі MS Excel та Вітмар. Результати регресійного аналізу (табл. 2) виявили залежність з максимальним значенням коефіцієнта кореляції R (виділено сірим кольором).

Таблиця 2. Результати регресійного аналізу динаміки збільшення потужності установок з видобування біогазу на території сміттєзвалищ України

№	Вид регресії	Коефіцієнт кореляції R	№	Вид регресії	Коефіцієнт кореляції R
1	$y = a + b \cdot x$	0,87544	9	$y = a \cdot x^b$	0,75116
2	$y = 1 / (a + b \cdot x)$	0,90738	10	$y = a + b \cdot \lg x$	0,71502
3	$y = a + (b/x)$	0,51637	11	$y = a + b \cdot \ln x$	0,71502
4	$y = x / (a + b \cdot x)$	0,15299	12	$y = a / (b + x)$	0,90738
5	$y = a \cdot b^x$	0,90035	13	$y = a \cdot x / (b + x)$	0,57626
6	$y = a \cdot e^{b \cdot x}$	0,90035	14	$y = a \cdot e^{b/x}$	0,55236
7	$y = a \cdot 10^{b \cdot x}$	0,90035	15	$y = a \cdot 10^{b/x}$	0,55236
8	$y = 1 / (a + b \cdot e^{-x})$	0,47065	16	$y = a + b \cdot x^n$	0,98311

Отже, за результатами регресійного аналізу на основі даних табл. 1, як найбільш, адекватну остаточно прийнято таку регресійну залежність

$$P_{зг} = 6,032 + 0,01356 \cdot (t - 2011)^{3,434} \text{ [МВт]}, \quad (1)$$

де $P_{зг}$ – потужність установок з видобування звалищного газу (біогазу на території сміттєзвалищ) України, МВт; t – рік.

На рис. 1 показані фактичні дані та регресійна графічна залежність, які описують динаміку збільшення потужності установок з видобування біогазу на території сміттєзвалищ України.

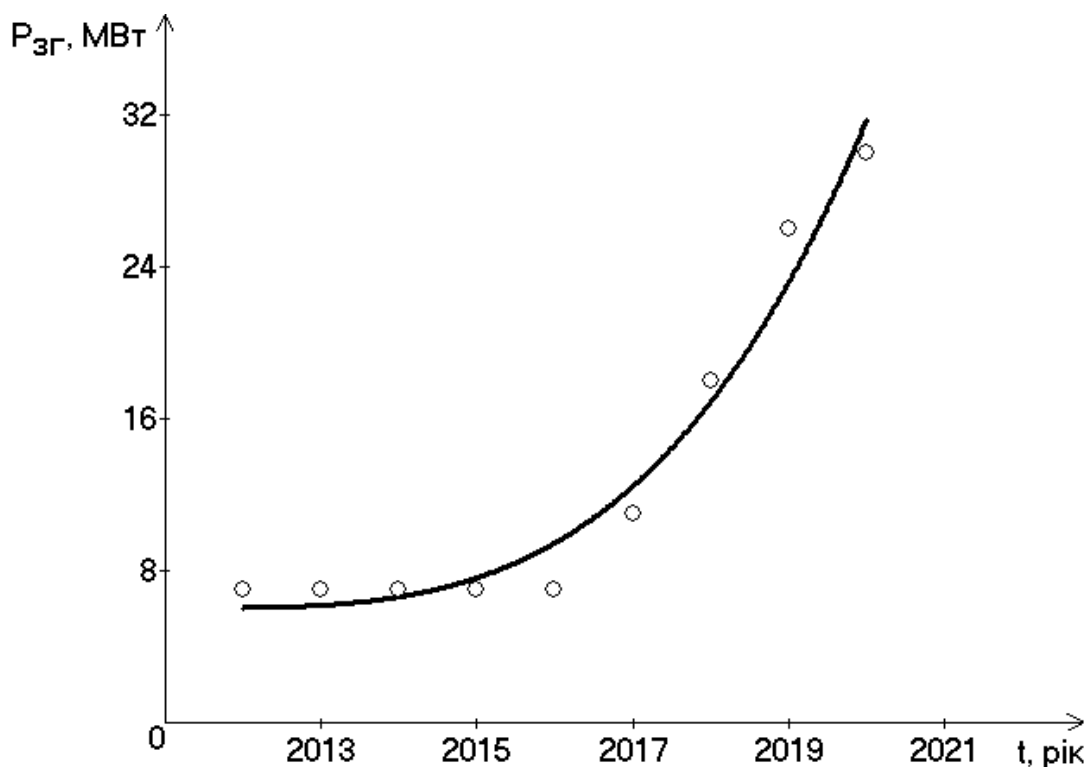


Рис. 1. Залежності, які описують динаміку збільшення потужності установок з видобування звалищного газу (біогазу на території сміттєзвалищ) протягом 2012-2020 рр.: $\circ$ – фактичні дані; – – теоретичні дані

Порівняння фактичних та регресивних даних показало, що теоретична динаміка збільшення потужності установок з видобування біогазу на території сміттєзвалищ України, розрахована за допомогою рівняння регресії (1), несуттєво відрізняється від даних, наведених в роботі [1], що підтверджує визначену раніше достатню точність отриманої залежності.

Висновки. Визначено регресійну залежність, яка описує динаміку збільшення потужності установок з видобування біогазу на території сміттєзвалищ України і може бути використана під час прогнозування потужності таких установок. Побудовано графічні залежності, що описують динаміку збільшення потужності установок з видобування біогазу на території сміттєзвалищ України та дозволяють наглядно проілюструвати дану динаміку та показати достатню збіжність теоретичних результатів з фактичними. Встановлено, що потужність установок з видобування біогазу на території сміттєзвалищ України протягом 2012-2020 рр. зростала за степеневою залежністю.

Перспективи подальших досліджень. Визначення залежності теплотворної здатності біогазу від основних факторів впливу вимагає проведення додаткових досліджень.

References

1. Sakun L. M., Riznichenko L. V., Vielkin B. O. "Perspektyvy rozvytku rynku biohazu v Ukraini ta za kordonom." *Ekonomika i orhanizatsiia upravlinnia*, 2020, no. 1 (37), pp. 160-170. (in Ukrainian)
2. Isidorov V. A. *Organichna khimiia atmosfery*. Khimiia, 1992. (in Ukrainian)
3. Minko O. I., Lifshits A. B. "Ekologicheskie i geokhimicheskie kharakteristiki svalok tverdykh bytovykh otkhodov." *Ekologicheskaiia khimiia*, no. 2, 1992, pp. 37-47. (in Russian)
4. Tekhniko-ekonomichne obgruntuvannia "Prohramy utylizatsii zvalyshchnoho metanu v Luhanskii oblasti za dopomohoiu mekhanizmiv Kitskoho protokolu". Luhansk, 2008. (in Ukrainian)
5. Kolomiiets T. V. "Analiz yevropeiskoho dosvidu vyrobnytstva biohazu z vidkhodiv APK." *Ekonomika ta suspilstvo*, 2024, no. 60, 9 p. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-60-46> (in Ukrainian)
6. Krasnianskii M. E., Belgasem E. "Ekologicheskie ugrozy svalok TBO." *Tverdye bytovye otkhody*, no. 5, 2005, 12 p. (in Russian)
7. Ratushniak H. S., Dzhezdzhula V. V. *Enerhozberezhennia v systemakh biokonversii*. Navchalnyi posibnyk. VNTU, 2006. (in Ukrainian)
8. Piatnichko A. I., Zhuk G. V., Bannov V. E. "Rezultaty obsledovaniia poligonov TBO Ukrainy dlia ustanovleniia obiomov dobychi i sostava biogaza." *Tekhnicheskie gazy*, no. 2, 2010, pp. 63-66. (in Russian)
9. Kazachiner O., Boychuk Y., Halii A. *Theoretical foundations of pedagogy and education*. International Science Group, 2022.
10. Korniylo I., Gnyp O. *Scientific foundations in research in Engineering*. Primedia eLaunch, 2022.
11. Hladyshhev D., Hnat H. *Prospective directions of scientific research in engineering and agriculture*. International Science Group, 2023.
12. Azarenkov V. *Modern teaching methods in pedagogy and philology*. Primedia eLaunch, 2023.
13. Kazachiner O., Boychuk Y. *Theoretical and scientific foundations of pedagogy and education*. Iternational Science Group, 2022.
14. Khrebtii H. *Innovative ways of improving medicine, psychology and biology*. Primedia eLaunch, 2023.
15. Alieva M. *Conceptual options for the development and improvement of medical science and psychology*. International Science Group, 2023.
16. Dzhamalova G. A. "Intensifikaciia anaerobnogo razlozheniia modelnykh obraztsov tverdykh bytovykh otkhodov v bioreaktorakh." *Izvestiia SPbGTI(TU)*, no. 23, 2014, pp. 84-86. (in Russian)
17. Geletukha G. G., Kucheruk P. P., Matveev Yu. B. "Perspektivy proizvodstva

i ispolzovaniia biometana v Ukraine.” Analiticheskaia zapiska BAU. Bioenergeticheskaiia asociaciya Ukrainy, no. 11, 2014, 43 p. (in Russian)

18. Masleeva O. V., Pachurin G. V. “Ekologicheskaiia i ekonomicheskaiia tselesoobraznost ispolzovaniia biotopliva.” Fundamentalnye issledovaniia, no. 6, 2012, pp. 139-144. (in Russian)

19. Savickas Yu. Yu. “Opyt ekspluatatsii biogazovykh ustanovok pri anaerobnoi obrabotke organicheskikh otkhodov.” Promyshlennaia teplotekhnika, vol. 23. no. 4-5. 2001. pp. 128-131. (in Russian)

20. Bepalov V. I., Adamian R. G. “Analiz uslovii obrazovaniia biogaza na poligone po zakhoroneniiu tverdykh otkhodov potrebleniia.” Inzhenernyi vestnik Dona, no. 25.2 (25), 2013. (in Russian)

21. Sheina O. A., Sysoev V. A. “Biokhimiia protsessa proizvodstva biogaza kak alternativnogo istochnika energii.” Vestnik TGU, vol. 14, no. 1, 2009, pp. 73-76. (in Russian)

22. Shults R. Vyrobnystvo i vykorystannia biohazu v Ukraini. Biznes-tsentr «Ievraziia», 2012. (in Ukrainian)

23. Shmarin S. L. Prohnozuvannia vykydiv parnykovykh haziv z mist zakhoronennia tverdykh pobutovykh vidkhodiv v Ukraini. Diss. Natsionalnyi tekhnichnyi universytet Ukrainy “Kyivskyi politekhnichnyi instytut imeni Ihoria Sikorskoho”, 2018. (in Ukrainian)

24. Tkachenko S. Y., Bodnar L. A., Yuziuk A. O. “Perspektyvni napriamky vykorystannia biomasy yak dzherela enerhii. Visnyk Vinnytskoho politekhnichnoho instytutu, no. 2, 2011, pp. 68-73. (in Ukrainian)

25. Hodovska T. B., Feshchenko V. P. “Kryterii indyikatoriv vplyvu na ahroekosystemy polihonu tverdykh pobutovykh vidkhodiv m. Zhytomyr.” Visnyk ZhNAEU: naukovo-teoretychnyi zbirnyk, vol. 1, no. 1 (28), 2011, pp. 400-407. (in Ukrainian)

26. Geletukha G. G., Marceniuk Z. A. “Obzor tekhnologii dobychi i ispolzovaniia biogaza na svalkakh i poligonakh tverdykh bytovykh otkhodov i perspektivy ikh razvitiia v Ukraine.” Ekotekhnologii i resursosberezhenie, no. 4, 1999, pp. 6-14. (in Russian)

27. Bereziuk O. V. “Vyivlennia parametriv vplyvu na pytomyi obiem vydobuvannia zvalyshchnoho hazu.” Visnyk Vinnytskoho politekhnichnoho instytutu, no. 3, 2012, pp. 20-23. (in Ukrainian)

28. Bereziuk O. V. “Rozrobka matematychnoi modeli prohnozuvannia pytomoho potentsialu zvalyshchnoho hazu.” Visnyk Vinnytskoho politekhnichnoho instytutu, no. 2, 2013, pp. 39-42. (in Ukrainian)

29. Bereziuk O. V. “Modeliuvannia efektyvnosti vydobuvannia zvalyshchnoho hazu dlia rozrobky obladnannia ta stratehii povodzhennia z tverdymy pobutovymy

vidkhodamy." Visnyk Vinnytskoho politekhnichnoho instytutu, no. 6, 2013, pp. 21-24. (in Ukrainian)

30. Bereziuk O. V., Lemeshev M. S. "Udoskonalennia matematychnoi modeli efektyvnosti vydobuvannia zvalyshchnoho hazu." Ventyliatsiia, osvittlennia ta teplohapostachannia, no. 44, 2023, pp. 10-16. <https://doi.org/10.32347/2409-2606.2023.44.12-16> (in Ukrainian)

31. Pukhniuk O. Yu. Utvorennia biohazu na polihonakh tverdykh pobutovykh vidkhodiv Ukrainy ta otsinka potentsialu yoho enerhetychnoho vykorystannia: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. tekhn. nauk: 05.14.08. Kyiv, 2013, 26 p. (in Ukrainian)

32. Kuris Yu. V., Tkachenko S. Y., Semenenko N. V. "Sposoby utylizatsii biohazu." Enerhosberezhenye. Enerhetyka. Enerhoaudyt, no. 7 (77), 2010, pp. 20-30. (in Ukrainian)

33. Bereziuk O. V. "Modeliuvannia poshyrenosti sposobiv utylizatsii zvalyshchnoho hazu dlia rozrobky obladnannia ta stratehii povodzhennia z tverdymy pobutovymy vidkhodamy." Visnyk Vinnytskoho politekhnichnoho instytutu, no. 5, 2014, pp. 65-68. (in Ukrainian)

34. Bereziuk O. V., Kraievskyi V. O., Bereziuk L. L. "Svitovi tendentsii zmenshennia kilkosti smittiezvalyshch na prykladi SShA." Naukovi pratsi Vinnytskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu, no. 1, 2020, 6 p. <https://doi.org/10.31649/2307-5376-2020-1-8-13> (in Ukrainian)

35. Bereziuk O. V., Lemeshev M. S. "Rehresiina zalezhnist dynamiky zrostantia kilkosti biohazovykh ustanovok v Ukraini." Ventyliatsiia, osvittlennia ta teplohapostachannia, no. 49, 2024, p. 16-25. <https://doi.org/10.32347/2409-2606.2024.49> (in Ukrainian)

36. Bereziuk O. V. "Kompiuterna prohrama "Rehresiinyi analiz" ("RegAnaliz")." Svidotstvo pro reiestratsiiu avtorskoho prava na tvir no 49486, K.: Derzhavna sluzhba intelektualnoi vlasnosti Ukrainy, Data reiestratsii: 03.06.2013. (in Ukrainian)

UDC 662.767.2

Dr Hab., Assoc. Prof. **Oleh Bereziuk**,
berezyukoleg@i.ua, ORCID:0000-0002-2747-2978,
PhD, Assoc. Prof. **Mykhailo Lemeshev**,
mlemeshev@i.ua, ORCID:0000-0002-6083-0378
Vinnytsia National Technical University

DYNAMICS REGRESSION OF THE CAPACITY GROWTH OF BIOGAS PRODUCTION PLANTS IN THE LANDFILLS TERRITORY OF UKRAINE

Abstract. *The global ecological crisis is prompting countries to introduce modern alternative energy sources to meet the needs of the population, in particular to develop technologies for the extraction and processing of biogas. Therefore, the determination of a regression dependence that describes the dynamics of increasing the capacity of biogas production plants in the territory of landfills in Ukraine and can be used when forecasting the capacity of such plants is an urgent scientific and technical task. The purpose of the study is to determine a regression dependence that describes the dynamics of increasing the capacity of biogas production plants in the territory of landfills in Ukraine and can be used when forecasting the capacity of such plants, in order to increase the prevalence of the use of renewable energy sources, save fossil fuels and simultaneously reduce the intensity of environmental pollution. During the study, the method of regression analysis of the results of single-factor experiments and other pairwise dependencies was used with the selection of a rational type of function from the sixteen most common options according to the criterion of the maximum value of the correlation coefficient. The regression was carried out on the basis of linear transformations, which allow reducing the nonlinear dependence to a linear one. The coefficients of the regression equations were determined by the least squares method using the developed computer program "RegAnaliz", which is protected by a certificate of copyright registration for the work. An adequate regression dependence was obtained, which describes the dynamics of increasing the capacity of biogas production plants in the territory of landfills in Ukraine and can be used when forecasting the capacity of such plants. A graphical dependence was constructed, which describes the dynamics of increasing the capacity of biogas production plants in the territory of landfills in Ukraine and allows us to clearly illustrate this dynamics and show sufficient convergence of theoretical results with actual data. It was established that the capacity of biogas production plants in the territory of landfills in Ukraine during 2012-2020 grew according to a power dependence.*

Keywords: renewable energy source, biogas, landfill gas, biogas plant, power, dynamics, regression analysis, regression dependence, mathematical modeling.