

10. Perelmuter, V. (2020). *Advanced Simulation of Alternative Energy* (1st ed.). CRC Press. 314 p. DOI: <https://doi.org/10.1201/9780429324055> [in English].

Petro Plieshkov, Prof., PhD tech. sci., **Vasyl Zinzura**, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Serhii Plieshkov**, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Valentyn Soldatenko**, Assoc. Prof., PhD tech. sci.
Central Ukrainian Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine

Determination of the optimal point of connection of the solar power plant to the electrical network by computer simulation

The purpose of this study is to minimize the negative impact of the solar power plant on the value of the steady voltage deviation and the level of electricity losses by determining the optimal place for its connection to the distribution network.

Currently, quite a large number of methods of optimal placement of renewable sources of electricity in electrical networks have been developed. However, most of them either do not fully take into account the multifunctional influence of renewable energy sources on the parameters of the electric network regime, or are quite difficult to use. In order to solve the problem of optimal placement of renewable sources of electricity in electric networks, it is proposed to use the method of computer simulation modeling. The essence of this method is to determine the optimal place for connecting a renewable energy source to the electrical network based on the analysis of the results of computer simulation modeling of network mode parameters. This approach is the most acceptable in the case of connecting a solar power plant of average power to the electrical network of an industrial enterprise. The developed computer simulation model of a distribution electric network with a solar power plant allows for the research of network mode parameters, including the determination of the level of active power loss in network elements and the level of steady voltage deviation. The specified computer simulation models of the distribution electric network with a solar power plant made it possible to determine the optimal place for connecting the solar power plant based on the values of power losses in the elements of the electric network at the level of the established voltage deviation.

The results of computer modeling of an electrical network with a solar power plant confirmed the need to take into account not only the values of the established voltage deviation, but also the amount of electrical energy losses in the network elements in the process of choosing a place to install a solar power plant.

The results of the research can be used in solving the problems of determining the place of connection of a medium-power solar power plant to the electrical network of an industrial enterprise.

solar power plant, computer modeling, distribution network

Одержано (Received) 23.10.2023

Прорецензовано (Reviewed) 27.11.2023

Прийнято до друку (Approved) 27.12.2023

УДК 621. 31:658.26

DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8\(39\).2.57-64](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8(39).2.57-64)

В.В. Третяк, здобувач вищої освіти, **В.В. Яцун**, доц., канд. техн. наук, **К.Г. Петрова**, доц., канд. техн. наук, **І.В. Савеленко**, доц., канд. техн. наук, **А.І. Котиш**, доц., канд. техн. наук
Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна
e-mail: kateflash27@gmail.com

Побудова моделі електроспоживання компресорної станції підприємства з виробництва молочної продукції

Робота присвячена створенню моделі електроспоживання компресорної станції підприємства з виробництва молочної продукції задля оцінювання фактичного рівня її енергоефективності. Розглянуті підходи до моделювання та аналізу електроспоживання на основі математичного моделювання та статистичних методів підтверджують актуальність й потенційну ефективність таких стратегій. Результати аналізу електричного балансу та використання методів статистичного аналізу, зокрема

© В.В. Третяк, В.В. Яцун, К.Г. Петрова, І.В. Савеленко, А.І. Котиш, 2023

регресійного підходу, підтверджують, що продуктивність є основним чинником, який визначає рівень електроспоживання. Графічне порівняння фактичних та розрахункових показників підтверджує точність моделі та можливість її використання для оптимізації енергоефективності компресорної станції підприємства.

модель електроспоживання, компресорна станція, промисловий об'єкт, регресійний аналіз

Постановка проблеми. Енергетичні ресурси є надзвичайно важливою складовою забезпечення життєвого функціонування промислових об'єктів та інфраструктури. Ця проблема набуває особливої актуальності для України, як країни, яка перебуває у складних воєнних подіях та майже щодня зіштовхується із викликами, пов'язаними з енергетичною безпекою та необхідністю ефективного управління електроспоживанням. У той же час, промислові об'єкти є ключовими складовими економіки країни та є основною ланкою забезпечення енергетичних потреб. А отже, прогнозування необхідного рівня витрат електричної енергії (ЕЕ) на продукцію промислових об'єктів стає важливою стратегічною задачею, що має на меті забезпечення стабільності виробництва та функціонування промисловості, навіть у найкризовіший період.

Потреба в прогнозуванні електроспоживання промислових об'єктів на рівні країни вимагає розроблення ефективних моделей з врахуванням специфіки виробничих процесів, технологічні інновації та зміни в споживчих попитах. Недостатня точність існуючих підходів може призвести до надмірного використання ЕЕ, непродуктивних витрат та нестабільності системи електропостачання. Тому створення фактичних моделей електроспоживання є ключовим етапом у розвитку ефективних стратегій управління енергоефективністю промислових об'єктів на рівні країни.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Однією із складових процесу управління енергоефективністю є здатність фактичного контролю рівня ефективності енергоспоживання. Це обумовлює необхідність дослідження взаємозв'язків між обсягом енергоспоживання та технологічними параметрами об'єкта, тобто створення моделі його базового рівня електроспоживання [1]. На разі, одним із найпростіших та зручних підходів до створення таких моделей є застосування методів статистичного моделювання.

Так, робота [2] присвячена обґрунтуванню доцільності застосування методів математичного моделювання з використанням фактичних технологічних змінних режиму водопостачання та натурних вимірювань, а також створення моделі електроспоживання насосної станції. У [3] подана методика встановлення "стандартів" енергоспоживання в системах оперативного контролю ефективності використання палива й енергії підприємств з використанням методів математичного моделювання обсягу витрат енергоресурсів, у [4] – стохастичного оцінювання факторів впливу на енергоспоживання з подальшим їх обробленням з використанням штучного інтелекту. У той же час, особливої цікавості набувають моделі планування енергоспоживання за галузями промисловості, наприклад у [5, 6] наведені для металургійної, а у [7] – для харчової; окремих підприємств: у [8] розглянуто підземні залізородні; окремих установок, зокрема у [9] – досліджені питання оптимізації енергоспоживання процесу буріння на прикладі гідроциклонної установки; або ж, навіть, окремих будівель, наприклад у роботі [5] розроблено модель базового рівня енергоспоживання будівлі дошкільного навчального закладу, на основі якої здійснено прогнозування попиту на енергетичні ресурси для будівель бюджетних установ.

У той же час, кожному специфічному об'єкту та технологічному процесу притаманні свої особливості, які найбільш характерно можна дослідити під час створення подібних моделей електроспоживання.

Постановка завдання. Метою даного дослідження є побудова моделі електроспоживання компресорної станції підприємства з виробництва молочної продукції задля оцінювання фактичного рівня його енергоефективності.

Виклад основного матеріалу. Побудова моделі електроспоживання підприємства передбачає визначення його загального споживання та виявлення найбільш енергоємних процесів. Загальне споживання ЕЕ визначаємо відповідно до виразу:

$$W_i = n \cdot P_{Bi} \cdot k_{Bi} \cdot T_{Pi}, \quad (1)$$

де n – загальна кількість обладнання, шт.;

P_{Bi} – значення встановленої потужності обладнання, кВт;

k_{Bi} – коефіцієнт використання;

T_{Pi} – річна тривалість роботи обладнання.

На рис.1 наведено електричний баланс цеху виготовлення сирів підприємства з вироблення молочної продукції відповідно до (1).

Вочевидь, якщо лівову частку споживання ЕЕ цеху становить компресорне обладнання (70,8%), у той же час на другому місці – холодильне (10,2 %), далі – насосне (9,2 %), то й доцільним є подальше дослідження найбільш енергоємного споживача – компресорного устаткування.

Для побудови моделі було виконано натурні вимірювання технологічних параметрів компресорної станції (табл. 1). За результатами місячного спостереження (обсяг вибірки - 30 спостережень) отримано масив значень вхідних параметрів: продуктивності (X_1), температури (X_2) та тиску (X_3), а також відповідного їм значення електроспоживання - вихідної змінної (Y).

Для аналізу наявності зв'язку між параметрами застосовано кореляційно-регресійний підхід із використанням можливостей програмного пакету MS Excel "Аналіз даних". Результати моделювання наведені у табл. 2-4.

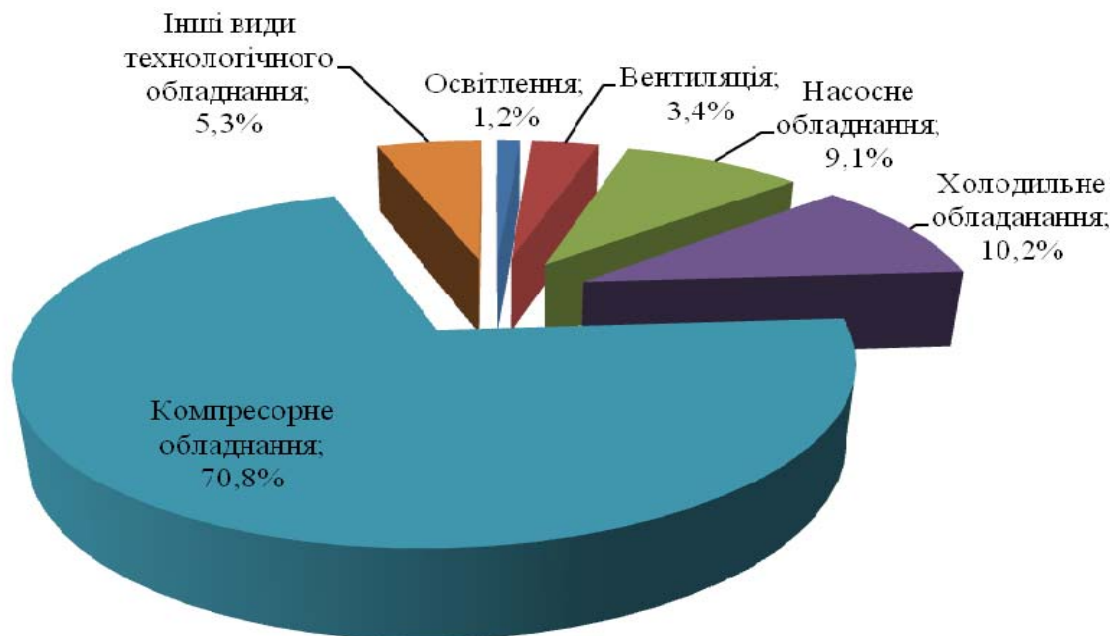


Рисунок 1 – Баланс споживання ЕЕ обладнанням цеху

Джерело: розроблено авторами

Таблиця 1 – Технологічні параметри компресорної станції (грудень 2022 року)

Дата вимірювань	Продуктивність, м ³ /добу	Температура, °С	Тиск, бар	Споживання ЕЕ, кВт·год
01.12.2022	245879,8	28	4	8950,669253
02.12.2022	256675	30	6,3	9259,618691
03.12.2022	239341,5	30	6,3	10179,0079
...
...
29.12.2022	153465,55	13	2,6	6226,121869
30.12.2022	147377,5	13	2,6	6086,69411
31.12.2022	173686,12	13	3,6	6484,516121

Джерело: розроблено авторами

Таблиця 2 – Звіт підсумків регресійної статистики

Регресійна статистика	
Коефіцієнт множинної кореляції R	0,991550909
R - квадрат	0,983173204
Нормований R - квадрат	0,981303561
Стандартна помилка	358,5111476
Кількість спостережень	31

Джерело: розроблено авторами

Таблиця 3 – Результати регресійного аналізування

Найменування параметра	Коефіцієнти	Стандартна помилка	t - статистика	P -Значення
Y - перетин	526,0258437	317,2602664	1,658026231	0,108887215
X_1	0,033413892	0,00149383	22,36793958	5,86411E-19
X_2	-14,12001567	12,96396629	-1,08917405	0,285703474
X_3	164,3611034	92,83162815	1,770529147	0,087930579

Джерело: розроблено авторами

Відповідно до результатів, наведених в табл.3 P -Значення чиннику « X_2 » становить 0,2857, що перевищує допустиме значення 0,05, а отже доцільно прибрати його із подальшого розгляду.

Результати регресійний аналізу без « X_2 » наведено у табл.4.

Таблиця 4 – Результати регресійного аналізу з врахуванням X_1 та X_3

Найменування параметра	Коефіцієнти	Стандартна помилка	t - статистика	P -Значення
Y - перетин	280,9732875	224,425434	1,251967224	0,220939533
X_1	0,034301832	0,00125592	27,31212553	1,00036E-21
X_3	109,2826312	78,10767287	1,399127989	0,172755348

Джерело: розроблено авторами

Відповідно до результатів, наведених в табл.4 P -Значення чиннику « X_3 » становить 0,172, що також перевищує допустиме значення, тобто для подальшого розгляду залишаємо лише X_1 .

Отже, найвпливовішим чинником, що формує рівень електроспоживання є продуктивність. Відповідно до результатів регресійного аналізу було визначено коефіцієнти рівняння лінійної регресії $a_1 = -0,0355$, $a_0 = 448,492$ та отримано математичну модель виду:

$$Y = 448,492 + 0,0355 \cdot X_1, \quad (1)$$

де Y – споживання ЕЕ, кВт·год;

X_1 – продуктивність, м³/добу.

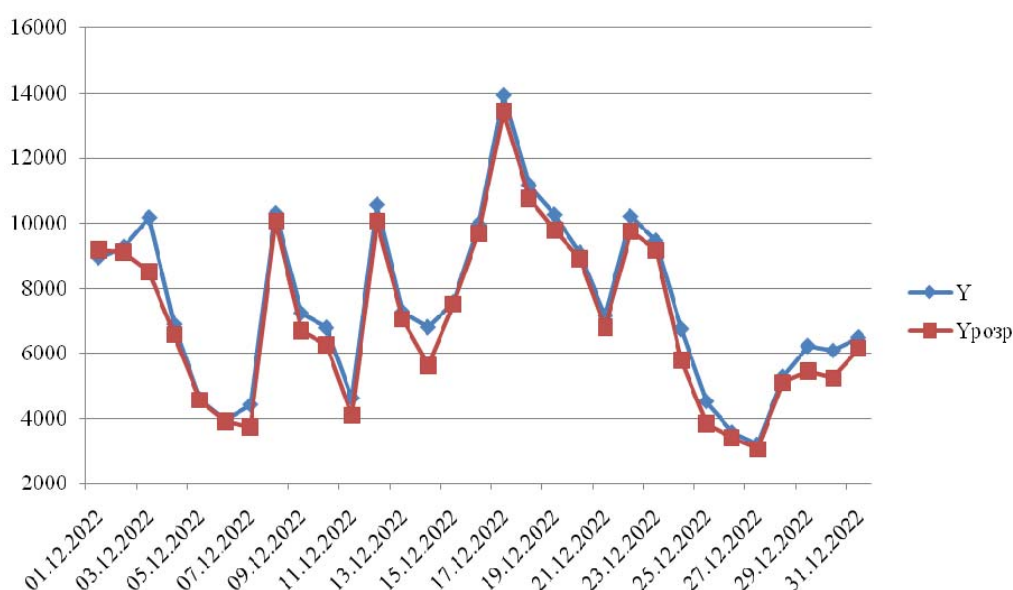


Рисунок 2 – Порівняння фактичного електроспоживання (Y) та визначеного за математичною моделлю ($Y_{\text{Розр}}$)

Джерело: розроблено авторами

На рис. 2 наведено графік фактичного споживання ЕЕ компресорним обладнанням цеху виготовлення сирів підприємства з вироблення молочної продукції за грудень 2022 року, а також побудованої базової лінії електроспоживання, отриманої з використанням математичних моделей регресійного аналізу. Незначні відхилення у фактичних та розрахункових показниках підтверджують адекватність та можливість використання запропонованого підходу.

Висновки. 1. Потреба в прогнозуванні електроспоживання промислових об'єктів у контексті складних умов, зокрема енергетичної нестабільності, підкреслює важливість розвитку ефективних моделей управління енергоефективністю. Аналіз існуючих досліджень показує, що використання математичного моделювання та методів статистичного аналізу дозволяє створювати точні та адаптивні моделі для різноманітних промислових об'єктів. Задokumentовані підходи до прогнозування електроспоживання в різних галузях і на різних рівнях (від окремих установок до галузей загалом) підтверджують значимість цієї проблеми для підприємств різного профілю.

2. У результаті дослідження було побудовано модель електроспоживання компресорної станції на підприємстві з виробництва молочної продукції. Аналізуючи електричний баланс цеху, виявлено, що компресорне обладнання є найбільш енергоємним. Здійснено натурні вимірювання технологічних параметрів та електроспоживання, які були підґрунтям для побудови регресійної моделі.

Результати моделювання показали, що найважливішим фактором, що впливає на рівень електроспоживання, є продуктивність. Отримана математична модель дозволяє прогнозувати споживання електроенергії на основі продуктивності обладнання. Графічне порівняння фактичних та розрахункових показників підтверджує адекватність моделі. Таким чином, запропонований підхід до моделювання електроспоживання є ефективним і може бути використаний для оптимізації енергоефективності на підприємстві.

Список літератури

1. ДСТУ ISO 50001:2020 Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанови щодо застосовування (ISO 50001: 2018, IDT). [Чинний від 2020-09-15]. Київ, 2020. 33 с. (Державний стандарт України).
2. Давиденко Л., Давиденко Н. Моделювання електроспоживання насосної станції водо подачі. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. 2019. Вип. 1 (114). С. 20-26.
3. Находов В.Ф., Бориченко О.В., Іванько Д.О. Вибір математичної моделі для встановлення "стандартів" енергоспоживання виробничих об'єктів на основі багатокритеріального підходу. *Наукові вісті Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут"*. 2014. Вип. 1. С. 20-28.
4. Богданов О.М., Плескач Б.М. Інформаційна технологія моніторингу ефективності енергоспоживання технологічних систем. *Штучний інтелект*. 2019. Вип. 1. С. 34-42.
5. Кійко С.Г., Дружинін Є.А., Прохоров О. В. Модель планування енергоспоживання металургійного підприємства. *Системи управління навігації та зв'язку*. 2020. Вип.1(59). С. 27-32.
6. Yujuan R., Bao H. Modeling and Simulation of Metallurgical Process Based on Hybrid Petri Net. Second International Conference on Mechanical Engineering and Automation Science: IOP Conf. Series, Materials Science and Engineering, 19 nov. 2016 p. : IOP Publishing, 2016. P. 157-161.
7. Онищенко Я.Д., Замулко А.І. Системний підхід в енергетичному менеджменті як аналітичний засіб для оцінювання енергоємних процесів на підприємствах харчової промисловості України. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2020. Вип. 26, № 2. С. 131-139.
8. Сінчук І. О., Купін А. І., Барановський В. Д. До тактики розбудови архітектури узагальненого алгоритму енергоорієнтованого керування електроспоживанням підземних залізрудних підприємств. *Електромеханічні і енергозберігаючі системи*. 2021. Вип. № 1(53). С.51-63.
9. Крижанівський Є. І., Лях М. М., Бурда, Ю. М. Оптимізація енергоспоживання в бурінні на прикладі гідроциклонної установки. *Prospecting and Development of Oil and Gas Fields*, 2013. Вип. 4(49). С. 98–108.
10. Прокопенко В.В., Чорний А.О. Створення базового рівня енергоспоживання для прогнозування попиту на енергоресурси дошкільного навчального закладу. Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – PEMS'22: зб. мат. конф. VIII Міжн. наук.-практ. та навч.-метод. конф., 15-17 лист. 2022 р. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. С. 44-45.

References

1. DSTU ISO 50001:2020 Systemy enerhetychnoho menezhmentu. Vymohy ta nastanovy schodo zastosovuvannia (ISO 50001: 2018, IDT) (2020). [Energy management systems. Application requirements and guidelines]. *DSTU ISO 50001:2020 from 15 th September 2020*. Kyiv: Minregion Ukrainy [in Ukrainian].
2. Davydenko, L. & Davydenko, N. (2019). Modeliuvannia elektrospozhyvannia nasosnoi stantsii vodo podachi [Modeling of power consumption of water supply pumping station]. *Visnyk KrNU imeni Mykhajla Ostrohrads'koho - Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyyi National University, 1 (114)*, 20-26 [in Ukrainian].
3. Nakhodov, V.F. Borychenko, O.V. & Ivan'ko, D.O. (2014). Vybir matematychnoi modeli dlia vstanovlennia "standartiv" enerhospozhyvannia vyrobnychych ob'ektiv na osnovi bahatokryterial'noho pidkhdodu [Selection of a mathematical model for establishing "standards" of energy consumption of

- production facilities based on a multi-criteria approach]. *Naukovi visti Natsional'noho tekhnichnoho universytetu Ukrainy "Kyivs'kyj politekhnichnyj instytut"* – *Scientific news of the National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"*, 1, 20-28 [in Ukrainian].
4. Bohdanov, O.M. & Pleskach, B.M. (2019). Informatsijna tekhnolohiia monitorynhu efektyvnosti enerhospozhyvannia tekhnolohichnykh system [Information technology for monitoring the efficiency of energy consumption of technological systems]. *Shtuchnyj intelekt – Artificial Intelligence*, 1, 34-42 [in Ukrainian].
 5. Kijko, S.H., Druzhynin, Ye.A. & Prokhorov, O. V. (2020). Model' planuvannia enerhospozhyvannia metalurhijnoho pidpriemstva [Model of energy consumption planning of a metallurgical enterprise]. *Systemy upravlinnia navihatsii ta zv'iazku - Navigation and communication control systems*, 1(59), 27-32 [in Ukrainian].
 6. Yujian, R. & Bao, H. (2016). Modeling and Simulation of Metallurgical Process Based on Hybrid Petri Net. Second International Conference on Mechanical Engineering and Automation Science: *IOP Conf. Series, Materials Science and Engineering*, 19 nov. 2016 p. (pp. 157-161) [in English].
 7. Onyschenko, Ya.D. & Zamulko, A.I. (2020) Systemnyj pidkhid v enerhetychnomu menedzhmenti iak analitychnyj zasib dlia otsiniuvannia enerhoiemnykh protsesiv na pidpriemstvakh kharchovoi promyslovosti Ukrainy [A systematic approach in energy management as an analytical tool for evaluating energy-intensive processes at Ukrainian food industry enterprises]. *Naukovi pratsi Natsionalnoho universytetu kharchovykh tekhnolohii – Scientific works of the National University of Food Technologies*, 26, 2, 131-139. [in Ukrainian].
 8. Sinchuk, I. O., Kupin, A. I. & Baranovs'kyj, V. D. (2021). Do taktyky rozbudovy arkhitektury uzahal'nenoho alhorytmu enerhoorientovanoho keruvannia elektrospozhyvanniam pidzemnykh zalizorudnykh pidpriemstv [To the tactics of building the architecture of the generalized algorithm of energy-oriented control of electricity consumption of underground iron ore enterprises]. *Elektromekhanichni i enerhozberihaiuchi systemy – Electromechanical and energy-saving systems*, 1(53), 51-63 [in Ukrainian].
 9. Kryzhanivs'kyj, Ye. I., Liakh, M. M. & Burda, Yu. M. (2013). Optyimizatsiia enerhospozhyvannia v burinni na prykladi hidrotsyklonnoi ustanovky [Optimization of energy consumption in drilling using the example of a hydrocyclone installation]. *Prospecting and Development of Oil and Gas Fields*, 4(49), 98-108 [in Ukrainian].
 10. Prokopenko, V.V. & Chornyj, A.O. (2022). Stvorennia bazovoho rivnia enerhospozhyvannia dlia prohnozuvannia popytu na enerhoresursy doshkil'noho navchal'noho zakladu [Creation of a basic level of energy consumption for forecasting the demand for energy resources of a preschool educational institution]. Energy management: status and development prospects PEMS'22: *VIII Mizhnarodna naukovo-praktychna ta navchal'no-metodychna konferentsiia (15-17 lystopada 2022 r.)- International scientific-practical and educational-methodological conference* (pp.44-45). Kyiv: KPI im. Ihoria Sikors'koho [in Ukrainian].

Vladyslav Tretiak, higher education recipient, **Volodymyr Yatsun**, Assoc. Prof., PhD tech. sci. **Kateryna Petrova**, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Ivan Savelenko**, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Andrii Kotysh**, Assoc. Prof., PhD tech. sci.

Central Ukrainian Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine

Construction of the electricity consumption model of the compressor station of the enterprise for the production of dairy products

Maintaining a stable power supply for industrial facilities in modern conditions, especially in the context of war and energy instability, is critically important. Highlighting the need to forecast electricity consumption and develop effective models to manage energy efficiency at the country level is a key step in solving this problem.

One of the control components of energy efficiency management processes is the ability of the actual level of energy efficiency. The purpose of this study is to build a model of the power consumption of the compressor station of the enterprise for the production of dairy products in order to assess the actual level of its energy efficiency

The considered approaches to modeling and analysis of electricity consumption based on mathematical modeling and statistical methods confirm the relevance and potential effectiveness of such strategies. The approach used in the study to analyze electricity consumption at industrial facilities, in particular the application of regression analysis, is promising for forecasting and optimizing energy efficiency at enterprises of various profiles.

The constructed model of power consumption of the compressor station at the enterprise for the production of dairy products is an important basis for ensuring the appropriate level of energy efficiency of the

industry. The results of the analysis of the electrical balance and the use of statistical analysis methods, in particular the regression approach, confirm that productivity is the main factor that determines the level of electricity consumption.

The proposed mathematical model makes it possible to effectively forecast electricity consumption based on equipment parameters. Graphical comparison of actual and calculated indicators confirms the accuracy of the model and its possible use for optimizing energy efficiency at industrial facilities.

electricity consumption model, compressor station, industrial facility, regression analysis

Одержано (Received) 26.10.2023

Процеженовано (Reviewed) 02.12.2023

Прийнято до друку (Approved) 27.12.2023

УДК 621.311.1; 621.315.62

DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8\(39\).2.64-69](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8(39).2.64-69)

А.І. Котиш, доц., канд. техн. наук, **В.В. Зінзура**, доц., канд. техн. наук,

Н.Ю. Гарасьова, доц., канд. техн. наук, **І.В. Савеленко**, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна

О.Ф. Котиш, здобувачка третього рівня вищої освіти

Льотна академія національного авіаційного університету, м. Кропивницький, Україна

e-mail: akotysh@gmail.com

Вплив роботи трансформаторів напруги підстанцій 35/10 кВ на похибки системи обліку електроспоживання

Роботу присвячено питанню оптимального функціонування систем обліку електроспоживання в умовах ринкових відносин та пов'язаною з цим проблемою надійного й раціонального використання режимів роботи трансформаторів напруги. Досліджено вплив параметрів силових трансформаторів на роботу системи комерційного обліку електричної енергії при встановленні трансформаторів струму і напруги на різних рівнях напруги. Визначено, що завантаження силового трансформатора та схема включення його обмоток впливає на величину похибки вимірювальних каналів в автоматизованих системах контролю і обліку електроенергії. Проаналізовано можливість організації системи обліку електроспоживання при відсутності трансформаторів напруги на високій стороні підстанції та розраховано можливий недооблік електроенергії у цьому випадку.

система електроспоживання, трансформатор напруги, активна, реактивна електроенергія

Постановка проблеми. В теперішній час надзвичайно важливим стає точний облік електроенергії на всіх етапах її виробництва, передачі та споживання. Існуючі системи обліку електроенергії далеко не завжди відповідають вимогам точності, необхідним у сучасних ринкових умовах. Більшість з них були розроблені десятки років тому, коли електроенергія не розглядалася як товар і точність її обліку приділялася меншою увагою. Нажаль, експлуатаційний персонал суб'єктів оптового і роздрібного ринків електроенергії дотепер не приділяють належної уваги стану електричних ланцюгів струму і напруги, що використовується при вимірюваннях з метою комерційного і технічного обліку. Підтвердженням цьому служать численні спроби пристосувати наявні системи обліку до вимог оптового ринку і збільшити точність вимірювань тільки шляхом установки лічильників підвищеного класу точності, ігноруючи