

УДК 352.07(477):06.048.6

*Т. В. Колесник,**к. е. н., доцент, завідувач кафедри адміністративного менеджменту та альтернативних джерел енергії, Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна**ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2061-3184>**О. В. Прокопенко,**к. філос. н., доцент, доцент кафедри політологічних та культурологічних студій, Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, м. Київ, Україна**ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-7549-1137>**П. О. Пашенко,**доктор філософії з менеджменту, викладач, Вище професійне училище № 94", м. Хмельницький, Україна**ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8375-2424>*

DOI: 10.32702/2306-6814.2024.18.81

АДМІНІСТРУВАННЯ ПРОЕКТІВ З ОПТИМІЗАЦІЇ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГІЇ В ІННОВАЦІЙНО ОРІЄНТОВАНИХ ОРГАНІЗАЦІЯХ В УМОВАХ БЕЗПЕКОВОГО ТА СОЦІОКУЛЬТУРНОГО РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД

T. Kolesnyk,

PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Administrative Management and Alternative Energy Sources, Vinnytsia National Agrarian University, Ukraine, Vinnytsia

O. Prokopenko,

PhD in Philosophy, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Political Science and Cultural Studies, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Ukraine, Kyiv

P. Paschenko,

PhD in Management, Teacher, Higher Vocational School 94, Khmelnytskyi, Ukraine

ADMINISTRATION OF ENERGY CONSUMPTION OPTIMIZATION PROJECTS IN INNOVATION-ORIENTED ORGANIZATIONS IN THE CONDITIONS OF SECURITY AND SOCIO-CULTURAL DEVELOPMENT OF TERRITORIAL COMMUNITIES

В статті розглянуто адміністрування проектів з оптимізації споживання енергії в інноваційно орієнтованих організаціях в умовах безпекового та соціокультурного розвитку територіальних громад. Апробовані проекти управління оптимізацією споживання енергії організацій бюджетної сфери, зокрема освітніх закладів, на основі аналізу часових рядів з урахуванням сезонності, часових інтервалів, тарифів на енергоносії та системи рангів коефіцієнта детермінації та коефіцієнта кореляції виробничих функцій використання електроенергії. Проведене дослідження та аналіз основних економічних показників дають змогу зробити висновок, що використання в обробленні та прогнозуванні економічних процесів лінійної та нелінійних виробничих функцій є доцільним і ефективним чинником оброблення інформації на різних рівнях управління. Основною метою є оптимізація зазначеного використання енергії для отримання не тільки економії енергії, але й економічного ефекту від управління проектами енергозбереження. Результати показали, що представлена методика прийнятна для моніторингу споживання енергії загалом та безпосередньо в закладах освіти й управління проектами енергозбереження в усій бюджетній сфері. Запропоновані моделі довгострокового

споживання електроенергії підвищать прогнозованість, постійність і стійкість процесу виробництва електроенергії та планування проектів енергозбереження в організаціях бюджетної сфери. У сучасних умовах ефективне управління енергоспоживанням сприяє зниженню витрат, підвищенню конкурентоспроможності та забезпеченню стійкого розвитку. Зниження витрат на енергоресурси дозволяє організаціям реінвестувати заощаджені кошти в інноваційні проекти та розвиток. Оптимізація споживання енергії знижує негативний вплив на навколишнє середовище, що є важливим аспектом сталого розвитку та соціальної відповідальності. В умовах підвищеної уваги до енергетичної безпеки, управління проектами з оптимізації енергоспоживання допомагає зменшити залежність від зовнішніх постачальників енергії та підвищити надійність енергопостачання. Інноваційні підходи до управління енергоспоживанням можуть включати участь місцевих громад у процесах прийняття рішень, що сприяє зміцненню соціальних зв'язків та підвищенню рівня обізнаності населення про енергоефективність. Інноваційні технології, такі як розумні мережі, енергоефективні будівлі та відновлювальні джерела енергії, є ключовими компонентами сучасних проектів з оптимізації енергоспоживання. Таким чином, адміністрування проектів з оптимізації споживання енергії є важливим інструментом для досягнення сталого розвитку, покращення економічних показників організацій та зміцнення соціальної та енергетичної безпеки територіальних громад.

The article deals with the administration of energy consumption optimization projects in innovation-oriented organizations in the conditions of security and socio-cultural development of territorial communities. Approved energy consumption optimization management projects of budget organizations, in particular educational institutions, based on the analysis of time series taking into account seasonality, time intervals, energy tariffs and the system of ranks of the coefficient of determination and the correlation coefficient of production functions of electricity use. The conducted research and analysis of the main economic indicators make it possible to conclude that the use of linear and non-linear production functions in the processing and forecasting of economic processes is an appropriate and effective factor in processing information at different levels of management. The main goal is to optimize the specified energy use to obtain not only energy savings, but also the economic effect of managing energy saving projects. The results showed that the presented methodology is acceptable for monitoring energy consumption in general and directly in educational institutions and management of energy saving projects in the entire budgetary sphere. The proposed models of long-term electricity consumption will increase the predictability, consistency and sustainability of the electricity production process and the planning of energy saving projects in public sector organizations. In modern conditions, effective management of energy consumption helps to reduce costs, increase competitiveness and ensure sustainable development. Reducing energy costs allows organizations to reinvest the savings in innovative projects and development. Optimizing energy consumption reduces the negative impact on the environment, which is an important aspect of sustainable development and social responsibility. In the context of increased attention to energy security, project management for optimization of energy consumption helps to reduce dependence on external energy suppliers and increase the reliability of energy supply. Innovative approaches to energy consumption management can include the participation of local communities in decision-making processes, which contributes to strengthening social ties and raising the level of public awareness of energy efficiency. Innovative technologies such as smart grids, energy-efficient buildings and renewable energy sources are key components of today's energy optimization projects. Thus, the administration of energy consumption optimization projects is an important tool for achieving sustainable development, improving the economic performance of organizations, and strengthening the social and energy security of territorial communities.

Ключові слова: адміністрування, проекти, оптимізації споживання енергії, інноваційно орієнтовані організації, безпековий розвиток, соціокультурний розвиток, територіальні громади.

Key words: administration, projects, optimization of energy consumption, innovation-oriented organizations, security development, sociocultural development, territorial communities.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

У сучасних умовах ефективне управління енергоспоживанням сприяє зниженню витрат, підвищенню конкурентоспроможності та забезпеченню стійкого розвит-

ку. Зниження витрат на енергоресурси дозволяє організаціям реінвестувати заощаджені кошти в інноваційні проекти та розвиток. Оптимізація споживання енергії знижує негативний вплив на навколишнє середовище, що є важливим аспектом сталого розвитку та соціальної відповідальності. В умовах підвищеної уваги до енергетичної безпеки, управління проектами з оптимізації

енергоспоживання допомагає зменшити залежність від зовнішніх постачальників енергії та підвищити надійність енергопостачання. Інноваційні підходи до управління енергоспоживанням можуть включати участь місцевих громад у процесах прийняття рішень, що сприяє зміцненню соціальних зв'язків та підвищенню рівня обізнаності населення про енергоефективність. Інноваційні технології, такі як розумні мережі, енергоефективні будівлі та відновлювальні джерела енергії, є ключовими компонентами сучасних проектів з оптимізації енергоспоживання. Таким чином, адміністрування проектів з оптимізації споживання енергії є важливим інструментом для досягнення сталого розвитку, покращення економічних показників організацій та зміцнення соціальної та енергетичної безпеки територіальних громад.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ, В ЯКИХ ЗАПОЧАТКОВАНО РОЗВ'ЯЗАННЯ ДАНОЇ ПРОБЛЕМИ І НА ЯКІ СПИРАЄТЬСЯ АВТОР, ВИДІЛЕННЯ НЕ ВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ, КОТРИМ ПРИСВЯЧУЄТЬСЯ ОЗНАЧЕНА СТАТТЯ

Для розроблення методології, здатної розв'язати проблему прогнозування споживання електроенергії в освітніх закладах України, виникає потреба в більш точних моделях, здатних моделювати моделі споживання в довгостроковій перспективі. Моделювання це метод вивчення об'єктів. У логіці та методології науки модель — це аналог певного фрагмента дійсності, концептуальних і теоретичних образів. Форми відтворення різні і залежать від області застосування. За характером моделей розрізняють матеріальне та ідеальне моделювання, які виражаються у відповідній символічній формі. Моделювання полягає в заміні вихідного об'єкта моделлю, тобто спеціально створеним для цієї мети аналогом. Вони можуть бути моделями об'єктів, агрегатів, систем, явищ і процесів. Моделювання як метод дослідження використовується в тих випадках, коли вивчення самого об'єкта, явища, процесу неможливо або недоцільно з тих чи інших причин [1; 2; 4]. Тому питання адміністрування проектів з оптимізації споживання енергії в інноваційно орієнтованих організаціях в умовах безпекового та соціокультурного розвитку територіальних громад потребує системного дослідження.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Формулювання цілей статті (постановка завдання) — дослідити адміністрування проектів з оптимізації споживання енергії в інноваційно орієнтованих організаціях в умовах безпекового та соціокультурного розвитку територіальних громад.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ З ПОВНИМ ОБГРУНТУВАННЯМ ОТРИМАНИХ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Динаміка використання електроенергії в освітніх закладах України як результативного показника та та-

Таблиця 1. Динаміка використання електроенергії в освітніх закладах України як результативного показника та тарифу на електроенергію, як факторної ознаки, що впливає, у 2012—2021 рр.

Рік	Використання електроенергії, млн кВт/год, Y	Тариф на електроенергію, коп./кВт, X
2012	1237,83	28,00
2013	1160,41	28,00
2014	1082,99	30,80
2015	1005,57	36,60
2016	928,15	71,40
2017	835,10	90,00
2018	767,60	90,00
2019	754,20	90,00
2020	581,50	168,00
2021	591,05	168,00

Джерело: складено авторами за матеріалами Державної служби статистики України.

рифу на електроенергію як факторної ознаки, що впливає, у 2012—2021 рр. представлено в табл. 1.

Прогнозування споживання електроенергії має важливе значення для планування потужності, передачі та ціноутворення. Прогнозування споживання електроенергії має різні особливості в різних перспективах прогнозування. Довгостроковий прогноз загального споживання як функції економічних або соціальних критеріїв є важливим для управління проектами енергозбереження. Прогноз споживання електроенергії залежить від аналізу часових рядів для загального споживання цієї енергії. Для довгострокового прогнозування річний аналіз даних минулих і поточних значень може бути корисним для прогнозування майбутніх значень. Річні дані можна аналізувати та розділяти на основі кількох методів, таких як сезонність, часові інтервали чи інші зовнішні змінні, щоб дати чітке уявлення про загальне споживання електроенергії в майбутньому. Важливо використовувати кілька статистичних показників для оцінки точності моделі, оскільки вона може добре працювати з одним показником, але менш ефективно з іншим.

Існує нескінченна кількість дослідницьких робіт, пов'язаних із прогнозуванням моделей і методологій для побудови ефективних систем управління енергією, таких як попит на енергію та визначення профілів споживання тощо [10].

Методи прогнозування поділяються на три групи: оцінювальні, однофакторні та багатофакторні. Метод оціночних прогнозів залежить від суджень чи інтуїції, а однофакторні прогнози дають прогнози на майбутнє лише за допомогою минулого та сьогодення.

Прогнозування є цінним для будь якої сфери, оскільки воно дає змогу приймати обгрунтовані рішення та розробляти стратегії на основі даних. Алгоритм управління проектами енергозбереження слід розробляти на основі точних прогнозів і найкращих моделей прогнозування.

Слід зазначити, що після проведених досліджень найбільш інноваційних методів прогнозування даних й виявлені ризики прогнозування, які потрібно враховувати при розробці моделі: внутрішній ризик, параметр ризику, модельний ризик [6; 8—10].

Коротко характеризуючи внутрішній ризик: можна зазначити, що це випадкова варіація, яку неможливо пояснити наявними даними та інструментами. Внутрішній ризик зазвичай вимірюється "стандартною помилкою моделі", яка є розрахунковим стандартним відхиленням показника в змінній, яку намагаємося передбачити.

Хоча завжди існує певний внутрішній ризик, оцінку його величини іноді можна зменшити шляхом уточнення моделі таким чином, щоб вона враховувала додаткові індикатори, завдяки яким будуть враховані всі змінні. Це не обов'язково означає, що оригінальна модель була "неправильною", а просто означає, що вона була надто спрощеною або недостатньо враховано інформації стосовно якихсь параметрів або показників. Що стосується параметру ризику, то це ризик через помилки в оцінці параметрів моделі прогнозування, за припущення, що була обрана правильна модель до даних. Зазвичай це набагато менше джерело помилки прогнозу, ніж внутрішній ризик, якщо модель справді правильна. Параметр ризику вимірюється в термінах "стандартних помилок оцінки коефіцієнта" в моделі прогнозування (наприклад, стандартна помилка оціненого нахилу лінії тренду). Ризик параметрів можна зменшити в принципі шляхом отримання більшої вибірки даних. Однак при прогнозуванні часових рядів не завжди велика кількість вибірових даних означає краще. Використання більшої вибірки може означати включення старіших даних, які не відповідають поточним умовам. Стандартна помилка прогноз що в кінцевому підсумку створює модель, обчислюється за формулою, яка включає стандартну помилку моделі та стандартні помилки коефіцієнтів, таким чином враховуючи обидва внутрішній ризик і параметричний ризик. Стандартна помилка прогнозу завжди більша за стандартну помилку моделі, тобто стандартна помилка моделі є нижньою межею точності прогнозу. Наскільки він більший, залежить від стандартних помилок різних коефіцієнтів, а також від того, наскільки значення незалежних змінних знаходяться від їхніх власних середніх значень. Помилки в оцінках коефіцієнтів стають відносно більш важливими при складанні прогнозів в екстремальних умовах або для дуже віддалених моментів часу. У тій мірі, в якій неможливо зменшити або усунути внутрішній ризик і ризик параметрів, потрібно спробувати визначити кількісно їх у реалістичних термінах [3-4].

Розглядаючи модельний ризик можна визначити, що це ризик вибору неправильної моделі, тобто створення неправильних припущень про те, чи буде майбутнє схоже на минуле. Зазвичай це найсерйозніша форма помилки прогнозу, і не існує "стандартної помилки" для її вимірювання, оскільки кожна модель припускає, що вона правильна. Ризик моделі можна зменшити, дотримуючись належних статистичних практик.

Нарешті, зважаючи вищезазначене, саме математико-статистичні моделі для прогнозування споживання енергоресурсів, які базуються на класичних техніках, доцільно використовувати для прогнозування проєктів енергозбереження в бюджетних установах. Після проведеного статистичного дослідження було виявлено, що найбільш істотний вплив на результат використання електроенергії в освітній галузі є зростання тарифів на енергоносії.

Система за допомогою спеціальних методів прийняття рішень визначає відповідні рішення та ранжує їх за різними показниками. Регресійний метод тісно пов'язаний з кореляційним й, фактично, вони вивчають однаковий взаємозв'язок між показниками, але з різних сторін, доповнюючи один одного. Завдяки використанню цих методів можна оцінити запропоновані заходи енергозбереження й створити та вибрати декілька найкращих рішень [7].

Виробнича функція є економіко-статистичною моделлю процесу виробництва продукції, товарів, послуг в економічній системі та виражає стійку закономірну кількісну залежність між показниками обсягів ресурсів і виробництвом продукції, товарів і послуг. Тому виробничі функції слід розуміти як математико-статистичні моделі, що характеризують залежність обсягу одержаної продукції, товарів і послуг, або інших результатів виробництва від рівня найважливіших виробничих факторів. Вони визначені для описування та дослідження виробничих процесів.

Виробничі функції є результатом апроксимації даних, що одержані у процесі діяльності підприємства. За їх допомогою можна в простій і наочній формі визначити складні виробничі закономірності та різні параметри для високоефективного ведення діяльності суб'єкта господарювання.

Виробничі функції поділяють на лінійні та нелінійні. В цьому разі на основі даних статистичного щорічника України за 2012-2021 рр., постанов Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сфері енергетики, та за допомогою лінійної та нелінійних виробничих функцій будемо досліджувати залежність використання електроенергії в освітніх закладах України від тарифу на електроенергію.

Основною метою розрахунку регресійних моделей та аналізу статистичних коефіцієнтів є визначення виробничої функції, яка найточніше виражає залежність між фактором і показником, тобто тарифом на електроенергію та використанням електроенергії в освітніх закладах України, що в подальшому дослідженні дасть змогу прогнозувати результативний показник та отримувати економічний ефект від запропонованих економіко-математичних методів і моделей.

Коротко розглянемо в загальному вигляді виробничі регресійні моделі, які будемо використовувати для статистичної обробки залежності використання електроенергії в освітніх закладах України від тарифу на електроенергію.

Так, лінійна виробнича регресія в загальному вигляді представлена рівнянням:

$$Y = a_1 X + a_0 \quad (1).$$

Нелінійні виробничі регресії в загальному вигляді представлені рівняннями:

$$Y = a_1 / X + a_0 \quad (2);$$

$$Y = a_1 \ln X + a_0 \quad (3);$$

$$Y = a_1 e^X + a_0 \quad (4);$$

$$Y = a_1 \sqrt{X} + a_0 \quad (5);$$

$$Y = a_1 X^2 + a_0 \quad (6);$$

Таблиця 2. Результати обробки даних для визначення виробничої функції використання електроенергії в освітніх закладах України у 2012—2021 рр.

Виробнича функція в загальному вигляді	Виробнича функція використання електроенергії в освітніх закладах України	Параметри регресії		Коефіцієнт детермінації R^2	Коефіцієнт кореляції r	Розрахункове значення F-критерію Фішера Грозр.	Табличне значення F-критерію Фішера Fтабл.
		a_1	a_0				
$Y = a_1 X + a_0$	$Y = -4,05X + 1218,77$	4,05	1218,77	0,898	-0,948	70,73	5,32
$Y = a_1 / X + a_0$	$Y = 17699,55/X + 557,33$	17699,55	557,33	0,913	0,956	84,39	
$Y = a_1 \ln X + a_0$	$Y = -316,99 \ln X + 2216,51$	-316,99	2216,51	0,955	-0,977	168,07	
$Y = a_1 e^X + a_0$	$Y = 0,00eX + 971,48$	0,00	971,48	0,508	-0,713	8,27	
$Y = a_1 \sqrt{X} + a_0$	$Y = -75,06\sqrt{X} + 1532,60$	-75,06	1532,60	0,942	-0,970	128,94	
$Y = a_1 X^2 + a_0$	$Y = -0,02X^2 + 1062,86$	-0,02	1062,86	0,766	-0,875	26,25	
$Y = a_1 X^3 + a_0$	$Y = -0,00010X^3 + 1013,41$	-0,00010	1013,41	0,655	-0,809	15,17	
$Y = \frac{1}{a_1 X + a_0}$	$Y = 1/(-687777,52X + 1713,07)$	-687777,52	1713,07	0,952	-0,976	157,78	
$Y = a_1^X a_0$	$Y = -2078,31X^*(1124,30)$	-2078,31	1124,30	0,839	-0,916	41,63	
$Y = X^{a_1} a_0$	$Y = X^{1970,32}*(-4894,83)$	1970,32	-4894,83	0,988	0,994	641,43	

Джерело: розроблено авторами.

$$Y = a_1 X^3 + a_0 \quad (7);$$

$$Y = \frac{1}{a_1 X + a_0} \quad (8);$$

$$Y = a_1^X a_0 \quad (9);$$

$$Y = X^{a_1} a_0 \quad (10).$$

Для розрахунку та оброблення даних залежності використання електроенергії в освітніх закладах України від тарифу на електроенергію користуємося електронними таблицями Microsoft Excel та вбудованими статистичними функціями TRANSPOSE, LINEST, CORREL, FINV.

В процесі математичних перетворень і статистичних обчислень отримані лінійна виробнича регресія та нелінійні виробничі регресії використання електроенергії в освітніх закладах України у 2012—2021 рр., які представлені в табл. 2.

Враховуючи досить високі коефіцієнти детермінації та кореляції виробничих моделей використання електроенергії в освітніх закладах України у 2012—2021 рр., які в подальшому детально будуть описані, проведемо їх ранжування за допомогою вбудованої статистичної функції RANK електронних таблиць Microsoft Excel з метою визначення найкращої виробничої функції (табл. 3).

Отже, для деталізації отриманих результатів оброблення залежності використання електроенергії в освітніх закладах України від тарифу на електроенергію за 2012—2021 рр. порівнюємо за коефіцієнтами кореляції, коефіцієнтами детермінації, критерієм Фішера, визначимо найкращий коефіцієнт кореляції, який характеризує залежність між фактором і показником, а також визначимо якість та адекватність виробничої моделі, що в подальшому дасть змогу проводити прогнозування результативного показника.

Таблиця 3. Ранжування коефіцієнта детермінації та коефіцієнта кореляції виробничих функцій використання електроенергії в освітніх закладах України у 2012—2021 рр.

Виробнича функція використання електроенергії в освітніх закладах України	Ранжування коефіцієнта детермінації R^2	Ранжування коефіцієнта кореляції r
$Y = -4,05X + 1218,77$	6	7
$Y = 17699,55/X + 557,33$	5	2
$Y = -316,99 \ln X + 2216,51$	2	10
$Y = 0,00e^X + 971,48$	10	3
$Y = -75,06\sqrt{X} + 1532,60$	4	8
$Y = -0,02X^2 + 1062,86$	8	5
$Y = -0,00010X^3 + 1013,41$	9	4
$Y = 1/(-687777,52X + 1713,07)$	3	9
$Y = -2078,31X^*(1124,30)$	7	6
$Y = X^{1970,32}*(-4894,83)$	1	1

Джерело: розроблено авторами.

У підсумку аналізу основних статистичних показників і їх ранжування вибрана виробнича регресійна модель використання електроенергії в освітніх закладах України у 2012—2021 рр. має такий вигляд:

$$Y = X^{1970,32}*(-4894,83).$$

Про якість виробничої моделі свідчать коефіцієнт кореляції, коефіцієнт детермінації та критерій Фішера. Коротко їх охарактеризуємо.

Оскільки $F_{\text{розн. табл.}} > F_{\text{табл.}} (F_{\text{розн.}} = 641,43 \text{ та } F_{\text{табл.}} = 5,32)$, то з надійністю $P = 0,95$ економетричну модель залежності використання електроенергії в освітніх закладах України від тарифу на електроенергію можна вважати адекватною вихідним даним, тож на підставі прийнятої моделі, як зазначалось вище, в подальшому можна буде проводити економічний аналіз і прогнозування цього показника.

Таблиця 4. Фактичні, теоретичні та прогнозне значення використання електроенергії в освітніх закладах України у 2012–2021 рр. і на 2024 рр. із використанням нелінійної функції $Y = X^{1970,32} \cdot (-4894,83)$

Роки	Фактичні значення використання електроенергії, млн кВт/год, Y	Теоретичні значення використання електроенергії, млн кВт/год, Y	Прогнозне значення використання електроенергії, млн кВт/год, Y
2012	1237,83	1198,69	
2013	1160,41	1143,42	
2014	1082,99	1084,34	
2015	1005,57	1020,87	
2016	928,15	952,31	
2017	835,10	861,91	
2018	767,60	789,79	
2019	754,20	774,72	
2020	581,50	552,20	
2021	591,05	566,14	
2024			596,24

Джерело: розроблено авторами.

Розглянемо параметри виробничої нелінійної моделі, які визначені методом найменших квадратів: $a_1 = 1970,32$ та $a_0 = -4894,83$. Зростання факторної ознаки тарифу на електроенергію спричиняє зростання використання електроенергії, хоча за логікою може бути навпаки, але цей результат ґрунтується на обробці економіко-математичної моделі виробничої нелінійної функції. Вільний член $a_0 = -4894,83$ економічного змісту не має.

Далі охарактеризуємо коефіцієнт кореляції. Одержані залежності оцінюють за рівнем показників тісноти зв'язку. Якщо їх абсолютна величина менша ніж 0,3 — зв'язок слабкий; коли вона в межах 0,3–0,7 — середній, якщо 0,7 — тісний і коли абсолютна величина дорівнює 1, то це вказує на практично-функціональний зв'язок.

Якщо аналізувати лінійну та нелінійні виробничі моделі, то можна зробити висновок, що у всіх моделях досить високі коефіцієнти кореляції, що свідчить про вдалий вибір залежності, але методом ранжування вибрана виробнича регресійна модель використання електроенергії в освітніх закладах України за 2012–2021 рр. $Y = X^{1970,32} \cdot (-4894,83)$ — рейтингове місце 1, коефіцієнт кореляції $r = 0,988$ — високий, що свідчить про прямий і тісний зв'язок між тарифом на електроенергію та її використанням. Щодо коефіцієнта детермінації $R^2 = 0,994$, який у рейтинговій оцінці також посідає 1 місце, то він свідчить про якість виробничої моделі та варіацію використання електроенергії, яка на 99,38 % зумовлена величиною тарифу на електроенергію. Отже, ця виробнича регресійна модель якісна та вдало вибрана за допомогою статистичних коефіцієнтів.

Оскільки представлена виробнича нелінійна модель використання електроенергії в освітніх закладах України у 2012–2021 рр. $Y = X^{1970,32} \cdot (-4894,83)$ адекватна та якісна, можна визначити теоретичне значення результативної ознаки та провести її прогнозування на наступний період (табл. 4).

Спостерігається деяке зростання прогнозного значення використання електроенергії в освітніх закладах України до 596,24 млн кВт/год, що на 5,19 млн кВт/год більше, ніж у 2021 р., при ціні на електроенергію в 2023 р. 264,00 коп./кВт. Якщо порівнювати прогнозний результативний показник використання електроенергії в освітніх закладах України на 2024 р., розрахований попередньо з використанням динамічних рядів, який

становить 598,32 млн кВт/год, то відзначимо незначну відмінність, але оброблення даних проводилося різними методами. Тобто можна вибрати для опрацювання даних, економічного, економетричного аналізу та прогнозування будь-який зручний економіко-математичний метод і модель для отримання результатів.

Отже, проведене статистичне дослідження та аналіз основних економічних показників дають змогу зробити висновок, що використання в обробленні та прогнозуванні економічних процесів лінійної та нелінійних виробничих функцій є доцільним і ефективним чинником оброблення інформації на різних рівнях управління. Основною метою є оптимізація зазначеного використання енергії для отримання не тільки економії енергії, але й економічного ефекту від управління проектів енергозбереження.

Результати показали, що методологія, викладена в цьому дослідженні, прийнятна для моніторингу споживання енергії загалом та безпосередньо в закладах освіти й управління проектами енергозбереження в усій бюджетній сфері. Запропоновані моделі довгострокового прогнозування споживання електроенергії підвищують впевненість, постійність і стійкість процесу виробництва електроенергії та планування проектів енергозбереження у сфері послуг.

ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

Апробовані проекти управління оптимізацією споживання енергії організацій бюджетної сфери, зокрема освітніх закладів, на основі аналізу часових рядів з урахуванням сезонності, часових інтервалів, тарифів на енергоносії та системи рангів коефіцієнта детермінації та коефіцієнта кореляції виробничих функцій використання електроенергії. За результатами дослідження спостерігається деяке зростання прогнозного значення використання електроенергії в освітніх закладах України до 596,24 млн кВт/год у 2024 р., що на 5,19 млн кВт/год більше, ніж у 2021 р. Якщо порівнювати прогнозний результативний показник використання електроенергії в освітніх закладах України на 2024 р., розрахований попередньо з використанням динамічних рядів, який становить 598,32 млн кВт/год, то відзначимо незначну відмінність при опрацюванні даних

по запропонованій методиці. Проведене дослідження та аналіз основних економічних показників дають змогу зробити висновок, що використання в обробленні та прогнозуванні економічних процесів лінійної та нелінійних виробничих функцій є доцільним і ефективним чинником оброблення інформації на різних рівнях управління. Основною метою є оптимізація зазначеного використання енергії для отримання не тільки економії енергії, але й економічного ефекту від управління проєктів енергозбереження. Результати показали, що представлена методика прийнятна для моніторингу споживання енергії загалом та безпосередньо в закладах освіти й управління проєктами енергозбереження в усій бюджетній сфері. Запропоновані моделі довгострокового споживання електроенергії підвищують прогнозованість, постійність і стійкість процесу виробництва електроенергії та планування проєктів енергозбереження в організаціях бюджетної сфери.

Література:

1. Калініченко А.В. Економіко-математичні методи та моделі. Полтава: ПДАА, 2021. 24 с.
2. Колесник Т. В. Інституційні стимули підвищення ефективності державного сектору при децентралізації. Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики. 2020. № 1 (51). С. 69—86.
3. Ложачевська О. М., Підвальна О. Г., Мохонько Г. А., Литвишко Л. О. Бізнес-адміністрування механізму антикризового менеджменту фінансів інноваційно орієнтованих підприємств в умовах диджиталізації та розвитку публічного управління. Інвестиції: практика та досвід. 2023. № 24. С. 30—34.
4. Маслікевич М. Р., Сердюк Б. М. Сутність оцінки енергоефективності підприємства. Актуальні проблеми економіки та управління. 2011. Вип. 5. С. 110—114.
5. Пашченко П. О. Управління проєктами енергозбереження в організаціях бюджетної сфери. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 073 "Менеджмент". Полтавський державний аграрний університет, Полтава, 2023. 243 с.
6. Kaletnik G.M., Lutkovska S.M. Implementation of Public-Private Partnership Models in the Field of Ecological Modernization of the Environmental Safety System. European Journal of Sustainable Development. 2021. Vol. 10.1. P. 81—89.
7. Khodakivska O., Kobets S., Bachkir I., Martynova L., Klochan V., Klochan I., Hnatenko, I. Sustainable development of regions: Modeling the management of economic security of innovative entrepreneurship. International journal of advanced and applied sciences. Volume 9, Issue 3 (March 2022). P. 31—38.
8. Klymchuk O., Khodakivska O., Kireytseva O., Podolska O., Mushenyk I. Prospects of biodiesel production: the place and role of Ukraine in the context of implementation of the EU green course. Independent Journal of Management & Production. Vol. 13.3, Special Edition ISE, S&P — May 2022. P. 225—240.
9. Ovcharenko I., Khodakivska O., Sukhomlyn L., Shevchenko O., Lemeshenko I., Martynov A., Zos-Kior M., Hnatenko I., Michkivskyy S., Bilyavska L. Spatial organization management: modeling the functioning of eco-clusters in the context of globalization. Journal of Hygienic Engineering and Design. 2022. Vol. 40. P. 351—356.
10. Zhyvko Z., Nikolashyn A., Semenets I., Karpenko Y., Zos-Kior M., Hnatenko I., Klymenchukova N., Krakhmalova N. Secure aspects of digitalization in management accounting and finances of the subject of the national economy in the context of globalization. Journal of Hygienic Engineering and Design. 2022. Vol. 39. P. 259—269.

References:

1. Kalinichenko, A.V. (2021), Ekonomiko-matematychni metody ta modeli [Economic and mathematical methods and models], PDAA, Poltava, Ukraine.
2. Kolesnyk, T.V. (2020), "Institutional incentives for increasing the efficiency of the public sector during decentralization", Ekonomika, finansy, menedzhment: aktual'ni pytannya nauky i praktyky, vol. 1 (51), pp. 69—86.
3. Lozhachevska, O. M., Pidvalna, O. G., Mohonko, G. A., Litvyshko, L. O. (2023), "Business administration of the mechanism of anti-crisis management of finances of innovatively oriented enterprises in the conditions of digitalization and development of public administration", Investytsiyi: praktyka ta dosvid, vol. 24, pp. 30—34.
4. Maslikevich, M.R., and Serdyuk, B.M. (2011), "The essence of energy efficiency assessment of the enterprise", Actual problems of economy and management, vol. 5, pp. 110—114.
5. Pashchenko, P. O. (2023), "Management of energy saving projects in budget sector organizations", Abstract of PhD dissertation, Economy, Poltava, Ukraine.
6. Kaletnik, G.M., and Lutkovska, S.M. (2021), "Implementation of Public-Private Partnership Models in the Field of Ecological Modernization of the Environmental Safety System", European Journal of Sustainable Development, vol. 10.1, pp. 81—89.
7. Khodakivska, O., Kobets, S., Bachkir, I., Martynova, L., Klochan, V., Klochan, I. and Hnatenko, I. (2022), "Sustainable development of regions: Modeling the management of economic security of innovative entrepreneurship", International journal of advanced and applied sciences, vol. 9.3, pp. 31—38.
8. Klymchuk, O., Khodakivska, O., Kireytseva, O., Podolska, O. and Mushenyk, I. (2022), "Prospects of biodiesel production: the place and role of Ukraine in the context of implementation of the EU green course", Independent Journal of Management & Production, vol. 13.3, pp. 225—240.
9. Ovcharenko, I., Khodakivska, O., Sukhomlyn, L., Shevchenko, O., Lemeshenko, I., Martynov, A., Zos-Kior, M., Hnatenko, I., Michkivskyy, S. and Bilyavska, L. (2022), "Spatial organization management: modeling the functioning of eco-clusters in the context of globalization", Journal of Hygienic Engineering and Design, vol. 40, pp. 351—356.
10. Zhyvko, Z., Nikolashyn, A., Semenets, I., Karpenko, Y., Zos-Kior, M., Hnatenko, I., Klymenchukova, N. and Krakhmalova, N. (2022), "Secure aspects of digitalization in management accounting and finances of the subject of the national economy in the context of globalization", Journal of Hygienic Engineering and Design, vol. 39, pp. 259—269.

Стаття надійшла до редакції 05.08.2024 р.