

УДК 005.8:502.171

П. О. Пащенко,

доктор філософії з менеджменту, викладач, Вище професійне училище № 94",

м. Хмельницький, Україна

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8375-2424>

Е. Ш. огли Омаров,

доктор філософії з менеджменту, викладач кафедри менеджменту та бізнесу, Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, м. Харків, Україна

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-5730-3082>

О. П. Завада,

к. ф.-м. н., доцент, доцент кафедри інформаційних систем у менеджменті,

Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8062-8169>

DOI: 10.32702/2306-6792.2024.17.55

ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ІННОВАЦІЙНО ОРІЄНТОВАНИХ ОРГАНІЗАЦІЯХ В УМОВАХ ДИДЖИТАЛІЗАЦІЇ

P. Paschenko,

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

E. S. Omarov,

PhD in Management, Lecturer of the Department of Management and Business,

Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Kharkiv, Ukraine

O. Zavada,

PhD in Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Information Systems in Management, Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine

FORECASTING THE EFFICIENCY OF THE MANAGEMENT SYSTEM OF ENERGY SAVING PROJECTS IN INNOVATION-ORIENTED ORGANIZATIONS IN THE CONDITIONS OF DIGITALIZATION

В статті розглянуто прогнозування ефективності системи управління проектами енергозбереження в інноваційно орієнтованих організаціях в умовах диджиталізації. Цифрові технології значно розширюють можливості для збору, обробки та аналізу великих обсягів даних, що дозволяє більш точно оцінювати ефективність енергозберігаючих заходів. Це, у свою чергу, сприяє більш обґрунтованому прийняттю рішень та оптимізації ресурсів. Диджиталізація створює умови для більш гнучкого та адаптивного управління проектами. Сучасні інструменти прогнозування дозволяють оперативно реагувати на зміни та ризики, що виникають в процесі реалізації проектів, тим самим підвищуючи їхню ефективність та знижуючи витрати. Інноваційно орієнтовані організації, завдяки своїй готовності до впровадження нових технологій та підходів, можуть отримати значні переваги від використання цифрових методів прогнозування. Це допомагає не лише покращити ефективність існуючих систем управління, але й розробляти нові стратегії, які відповідають сучасним викликам та потребам. Крім того, в умовах зростаючої конкуренції та посилення екологічних вимог, здатність прогнозувати ефективність енергозберігаючих заходів стає важливою конкурентною перевагою. Організації, які можуть точно оцінити та оптимізувати свої енергетичні процеси, зможуть досягати кращих результатів та забезпечувати свою сталу конкурентоспроможність на ринку. Аргументовано, що якщо порівняти прогнозні значення в реальному середовищі є ряд зовнішніх і внутрішніх факторів, які впливають на ці показники як позитивно, так і негативно, тобто в управлінні проектами енергозбереження організацій бюджетної системи можна вибрати найбільш доцільний і ефективний метод дослідження з урахуванням актуальних особливостей. Дослід-

ження дає змогу констатувати наявність фактору сприяння розвитку енергетичних проектів та інвестицій у нові проекти відновлюваної енергетики, питання енергозабезпечення і енергозбереження в організаціях бюджетної сфери, зниження попиту на енергію шляхом європейської практики підвищення ефективності експлуатації будівель. Змодельовані сценарії управління проектами енергозбереження в організаціях бюджетної сфери щодо використання електроенергії та теплоенергії в освітніх закладах України.

The article deals with the forecasting of the effectiveness of the management system of energy saving projects in innovation-oriented organizations in the conditions of digitalization. Digital technologies significantly expand the possibilities for collecting, processing and analyzing large volumes of data, which allows more accurate evaluation of the effectiveness of energy-saving measures. This, in turn, contributes to more informed decision-making and optimization of resources. Digitalization creates conditions for more flexible and adaptive project management. Modern forecasting tools make it possible to quickly respond to changes and risks arising in the process of project implementation, thereby increasing their effectiveness and reducing costs. Innovation-oriented organizations, due to their willingness to implement new technologies and approaches, can gain significant benefits from the use of digital forecasting methods. This helps not only to improve the efficiency of existing management systems, but also to develop new strategies that meet modern challenges and needs. In addition, in the conditions of growing competition and increasing environmental requirements, the ability to predict the effectiveness of energy-saving measures becomes an important competitive advantage. Organizations that can accurately assess and optimize their energy processes will be able to achieve better results and ensure their sustainable competitiveness in the market. It is argued that if you compare the forecast values in the real environment, there are a number of external and internal factors that affect these indicators both positively and negatively, that is, in the management of energy saving projects of budget system organizations, you can choose the most appropriate and effective research method taking into account the current features. The study makes it possible to ascertain the presence of a factor of promoting the development of energy projects and investments in new renewable energy projects, the issue of energy supply and energy saving in public sector organizations, reducing the demand for energy through the European practice of improving the efficiency of building operations. Simulated scenarios of management of energy saving projects in budget sector organizations regarding the use of electricity and heat energy in educational institutions of Ukraine.

Ключові слова: прогнозування, ефективність, система, управління проектами, енергозбереження, інноваційно орієнтовані організації, диджиталізація.

Key words: forecasting, efficiency, system, project management, energy saving, innovation-oriented organizations, digitalization.

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

Цифрові технології значно розширюють можливості для збору, обробки та аналізу великих обсягів даних, що дозволяє більш точно оцінювати ефективність енергозберігаючих заходів. Це, у свою чергу, сприяє більш обґрунтованому прийняттю рішень та оптимізації ресурсів. Диджиталізація створює умови для більш гнучкого та адаптивного управління проектами. Сучасні інструменти прогнозування дозволяють оперативно реагувати на зміни та ризики, що виникають в процесі реалізації проектів, тим самим підвищуючи їхню ефективність та знижуючи витрати. Інноваційно орієнтовані організації, завдяки своїй готовності до впровадження нових технологій та підходів, можуть отримати значні переваги від використання цифрових методів прогнозування. Це допомагає не лише покращити ефективність існуючих систем управління, але й розробляти нові стратегії, які відповідають сучас-

ним викликам та потребам. Крім того, в умовах зростаючої конкуренції та посилення екологічних вимог, здатність прогнозувати ефективність енергозберігаючих заходів стає важливою конкурентною перевагою. Організації, які можуть точно оцінити та оптимізувати свої енергетичні процеси, зможуть досягати кращих результатів та забезпечувати свою сталу конкурентоспроможність на ринку. Таким чином, прогнозування ефективності системи управління проектами енергозбереження в інноваційно орієнтованих організаціях в умовах диджиталізації є критичним для їх успіху та сталого розвитку.

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

У сучасних умовах гостро постає раціональне використання енергії, її постачання та збереження. Енергосектор відновлюваних джерел енергії

(ВДЕ) України знаходиться в стані невизначеності. Зважаючи на те, що Україна прагне стати повноцінним членом європейського міждержавного об'єднання, то центральним інструментом української енергетичної політики стає Європейська директива про відновлювані джерела енергії, в якій зазначено, що заходи з енергоефективності та енергозбереження для кожної держави-члена є одними з найефективніших методів збільшення частки енергії з відновлюваних джерел [1; 5—6; 10]. Також передбачені заходи, направлені на розвиток сфери ВДЕ у Меморандумі "Про взаєморозуміння щодо врегулювання проблемних питань у сфері відновлюваної енергетики України", який було укладено у 2020 р. [7].

Необхідно зазначити, що за рейтингом BloombergNEF Україна у 2021 р. посіла 48 місце серед 136 країн світу за загальним інвестиційним потенціалом держави [3] щодо розвитку системи відновлюваних джерел і частки відновлюваних джерел у загальній системі енергопостачання, а в 2019 р. за темпами розвитку відновлюваної енергетики Україна увійшла у першу десятку країн світу. Також почесним є 8 місце серед 104 країн світу в рейтингу Climatescope [3] від Bloomberg New Energy Finance (Bloomberg NEF) за інвестиційною привабливістю країни саме у питанні розвитку низьковуглецевих джерел енергії і будівництва "зеленої" економіки. У 2020 р. Україна увійшла у першу п'ятірку європейських країн за темпами розвитку сонячної енергетики [4].

Слід звернути увагу на те, що в Національному плані дій з енергоефективності позначається траєкторія розвитку відновлюваної енергії в Україні на період до 2030 р., встановлюючи національні цілі щодо частки енергії, отриманої з відновлюваних джерел, і політичні та економічні заходи для її досягнення [9]. Одним із завдань плану заходів є стимулювання запровадження новітніх технологій, що зменшують споживання енергії і викопного палива та призводять до скорочення викидів парникових газів. Безсумнівно, якщо зростання викидів вуглецю та споживання природних ресурсів продовжуватиметься такими ж темпами, то екологічні, людські та економічні наслідки зміни клімату будуть руйнівними. Через високе енергоспоживання в бюджетній галузі управління проектами енергозбереження матимуть значний вплив на досягнення цілей скорочення споживання та викидів вуглецю.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Формулювання цілей статті (постановка завдання) — дослідити прогнозування ефек-

тивності системи управління проектами енергозбереження в інноваційно орієнтованих організаціях в умовах диджиталізації.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ З ПОВНИМ ОБГРУНТУВАННЯМ ОТРИМАНИХ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

На будівлі бюджетної сфери припадає понад третину світового споживання енергії. Більша частина цієї енергії використовується для кондиціонування повітря, внутрішнього освітлення та використання обладнання будівлі. Традиційно енергія, яка використовується для задоволення цього попиту, надходить із невідновлюваних джерел, переважно від спалювання викопного палива. У процесі виробництва енергії з невідновлюваних джерел виділяються парникові гази, головним чином вуглекислий газ. Збільшення концентрації парникових газів унаслідок діяльності людини є основною причиною прискорення процесу зміни клімату [2].

Підвищення температури Землі внаслідок зміни клімату має наслідки для екологічного та теплового балансу планети, впливаючи на частоту метеорологічних явищ, цикл врожаю, рівень моря та баланс між видами живих істот.

Існують різні стратегії енергоефективності, які можна застосовувати для зменшення впливу на навколишнє середовище. Прикладом запровадження проекту енергозбереження в бюджетній організації є науково-дослідна лабораторія "Енергозбереження та відновлюваних джерел енергії", яка була створена у 2010 р. на інженерно-технологічному факультеті тоді ще Полтавської державної аграрної академії у рамках міжнародного українсько-польського освітнього проекту для дослідження інноваційних енергозберігаючих технологій, технічних засобів та обладнання відновлюваної енергетики, підготовки кваліфікованих спеціалістів для їх розроблення, монтажу й обслуговування [7].

Перший сонячний колектор для забезпечення гарячою водою душової кабінки у будівлі їдальні був установлений ще у 2004 р. Це був перший досвід використання відновлюваної енергетики — енергії сонця. У 2008 р. на даху 4-го корпусу академії було змонтовано вітровий генератор потужністю 700 Вт виробництва харківської фірми.

Але тільки у 2010 р. дослідження ВДЕ та енергоощадних технологій було створено потужну матеріальну базу для науково-дослідної лабораторії "Енергозбереження та відновлюваних джерел енергії". Тоді польська фірма НЕОН на даху одного з гуртожитків академії

Таблиця 1. Динаміка загального постачання первинної енергії, загального постачання енергії відновлюваних джерел і частки постачання енергії відновлюваних джерел організаціям бюджетної сфери в Україні у 2007—2021 рр.

Рік	Загальне постачання первинної енергії, тис. грн	Загальне постачання енергії відновлюваних джерел, тис. грн	Частка постачання енергії відновлюваних джерел, %
2007	757955,20	2384,00	1,71
2008	732017,28	2604,00	1,94
2009	891331,80	2463,00	2,15
2010	1050525,52	2611,00	1,97
2011	1007710,86	2514,00	1,99
2012	978679,12	2476,00	2,02
2013	926360,60	3166,00	2,73
2014	1256570,87	2797,00	2,65
2015	1967565,60	2700,00	3,00
2016	2411485,65	3616,00	3,83
2017	2379689,20	3907,00	4,37
2018	2543907,20	4303,00	4,60
2019	2309930,15	4335,00	4,90
2020	2328346,48	5687,00	6,60
2021	2149349,84	4794,47	5,60

Джерело: складено автором за матеріалами [8]*.

*Дані за 2014—2021 рр. наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополь і тимчасово окупованих територій у Донецькій і Луганській областях

встановила геліосистему з двох сонячних колекторів і розбудувала першу чергу лабораторії з обладнанням для монтажу та налагодження геліосистем.

Завдяки подальшій співпраці з польськими виробниками обладнання ВДЕ у 2011 р. було побудовано другу лабораторію з комплексною установкою теплозабезпечення. На даху будівлі кафедри терапії було встановлено 4 сонячних колектори різного типу.

Третій етап розвитку лабораторії припав на 2013 р., коли було виграно грант міністерства закордонних справ Республіки Польща на розвиток міжнародного українсько-польського освітнього проекту. В рамках цього етапу проекту було підвищено потужність геліосистеми, все обладнання підключено до об'єднаної комп'ютерної мережі. Це дає змогу за допомогою спеціальних програм проводити вимірювання багатьох параметрів, що характеризують роботу системи та зберігати ці дані на сервері для подальшого аналізу. Аналіз роботи системи дає можливість отримувати порівняльну характеристику ефективності різних видів сонячних колекторів, представлених зараз на світовому ринку, в умовах Полтави й оцінити технічний та економічний ефекти застосування кожного з колекторів у різні періоди та впродовж року. Крім того, ми можемо виставляти ці дані у гло-

бальній мережі Інтернет і порівнювати їх з даними наших краківських колег, які мають подібну лабораторну установку.

У лабораторії є й сонячна фотобатарея з габаритними розмірами 1056×2030 мм. Технічні параметри її роботи також записуються спеціальними програмами на сервер.

Лабораторія має тепловий насос типу "повітря — повітря", який також підключений до комбінованої системи теплопостачання. Таким чином ми можемо отримувати дані та розраховувати коефіцієнт потужності при різних температурах навколишнього повітря.

Отже, студенти та наукові співробітники можуть вивчати та досліджувати роботу основних типів відновлюваних джерел енергії. Лабораторне обладнання використовуватиметься як у навчально-наукових цілях, так і для забезпечення гарячою водою наших студентських гуртожитків і навчальної ветеринарної клініки. Загальний об'єм баків акумуляторів становить 640 літрів [9].

Вищезазначена інформація слугувала дослідженню, аналізу та прогнозуванню енергетичної системи, системи відновлюваних джерел і частки відновлюваних джерел у загальній системі енергопостачання та енергозбереження організацій і підприємств бюджетної сфери.

При здійсненні заходів з управління підприємств та організацій використовуються різні форми й методи. Моделі оцінки попиту на енергію є інструментами, на основі яких можна розрахувати споживання будівель як на етапі проектування, так і на етапі використання. Вони також дають змогу оцінити ефективність стратегій скорочення споживання до, під час і після їх упровадження. В ряді випадків використовується метод моделювання, зокрема аналіз статистичних показників з використанням трендових моделей.

Дослідження, аналіз і прогнозування за допомогою трендових моделей за останні п'ятнадцять років та прогноз на наступний трирічний період будемо проводити в три етапи за такими статистичними показниками:

загальне постачання первинної енергії, тис. грн;
загальне постачання енергії відновлюваних джерел, тис. грн;
частка постачання енергії відновлюваних джерел, %.

Загальновідомо, що тренд — це дослідження динаміки змін рівня показника в часі. Лінія тренду — графічне подання напрямку зміни ряду даних.

Користуючись даними статистичного збірника України 2007—2021 рр., сформовано

вихідні дані досліджуваних статистичних показників за ці роки [9]. Динаміку загального постачання первинної енергії, загального постачання енергії відновлюваних джерел і частки постачання енергії відновлюваних джерел організаціям бюджетної сфери за останні п'ятнадцять років представлено в табл. 1.

Обробку даних, аналіз отриманих результатів і прогнозування загального постачання первинної енергії, загального постачання енергії відновлюваних джерел і частки постачання енергії відновлюваних джерел за останні п'ятнадцять років проводимо за допомогою електронних таблиць Microsoft Excel, використовуючи чотири моделі тренду: лінійну, логарифмічну, степеневу та експонентну. Охарактеризуємо їх:

лінійна модель — це пряма лінія, що якнайкраще описує набір даних. Рівняння прямої $Y = a_1 X + a_0$, де a_1 та a_0 — коефіцієнти рівняння;

логарифмічну лінію тренду слід використовувати у тому разі, якщо дані мають тенденцію до швидкого зростання чи спаду з подальшим вирівнюванням. Для логарифмічної лінії тренду можуть використовуватись як додатні, так і від'ємні значення. Рівняння логарифмічної лінії тренду має такий вигляд: $Y = a_1 \ln(X) + a_0$;

степеневу лінію тренду є кривою, що ефективно використовується для аналізу даних, які порівнюються та зростають у певній пропорції. Степеневу лінію тренду не можна створити, якщо дані містять нульові або від'ємні значення.

Таблиця 2. Результати дослідження загального постачання первинної енергії, загального постачання енергії відновлюваних джерел і частки постачання енергії відновлюваних джерел організаціям бюджетної сфери в Україні у 2007–2021 рр. за допомогою моделей тренду

Модель тренду загального постачання первинної енергії, 2007–2021 рр.	R^2	Ранжування за коефіцієнтом детермінації R^2	Характеристика моделі
Лінійна $Y = 144\,310,75x + 424\,942,38$	0,81	2	тіснота зв'язку між фактичними та теоретичними значеннями досить висока, модель якісна
Логарифмічна $Y = 754\,904,17\ln(x) + 175\,343,28$	0,68	4	тіснота зв'язку між фактичними та теоретичними значеннями середня
Степеневу $Y = 529\,155,64x^{0,53}$	0,75	3	тіснота зв'язку між фактичними та теоретичними значеннями середня
Експонентна $Y = 645\,276,22e^{0,10x}$	0,84	1	тіснота зв'язку між фактичними та теоретичними значеннями досить висока, модель якісна
Модель тренду загального постачання енергії відновлюваних джерел, 2007–2021 рр.	R^2	Ранжування за коефіцієнтом детермінації R^2	Характеристика моделі
Лінійна $Y = 205,33x + 1\,714,53$	0,79	2	тіснота зв'язку між фактичними та теоретичними значеннями досить висока, модель якісна
Логарифмічна $Y = 976,35\ln(x) + 1\,541,20$	0,55	4	тіснота зв'язку між фактичними та теоретичними значеннями середня
Степеневу $Y = 1\,904,78x^{0,28}$	0,60	3	тіснота зв'язку між фактичними та теоретичними значеннями середня
Експонентна $Y = 2\,023,68e^{0,06x}$	0,84	1	тіснота зв'язку між фактичними та теоретичними значеннями досить висока, модель якісна
Модель тренду частки постачання енергії відновлюваних джерел, 2007–2021 рр.	R^2	Ранжування за коефіцієнтом детермінації R^2	Характеристика моделі
Лінійна $Y = 0,003x + 0,008$	0,87	2	тіснота зв'язку між фактичними та теоретичними значеннями досить висока, модель якісна
Логарифмічна $Y = 0,016\ln(x) + 0,004$	0,63	4	тіснота зв'язку між фактичними та теоретичними значеннями середня
Степеневу $Y = 0,01x^{0,49}$	0,73	3	тіснота зв'язку між фактичними та теоретичними значеннями середня
Експонентна $Y = 0,01e^{0,10x}$	0,93	1	тіснота зв'язку між фактичними та теоретичними значеннями досить висока, модель якісна

Джерело: складено авторами.

Рівняння степеневі лінії тренду має такий вигляд: $Y = a_1 X^{a_0}$;

експонентна лінія тренду є кривою, яка використовується для аналізу даних, що мають властивість зростати або спадати. Експонентну лінію тренду як і степеневу створити не можна, якщо дані містять нульові або від'ємні значення [3; 4]. Рівняння експонентної лінії тренду в загальному вигляді: $Y = a_1 EXP^{a_0 X}$.

Отже, проведено обробку даних статистичних показників і результати проведеного дослідження загального постачання первинної енергії, загального постачання енергії відновлюваних джерел і частки постачання енергії відновлюваних джерел за останні п'ятнадцять років можна згрупувати, ранжувати та порівняти коефіцієнти детермінації і скласти прогноз на наступний період (табл. 2).

Слід згадати нормативні межі, які встановлені для коефіцієнта детермінації. Якщо коефіцієнт детермінації знаходиться в межах $[0,75 — 0,99]$, то тіснота зв'язку досить висока, $[0,45 — 0,74]$ — середня, $[0,1 — 0,44]$ — тіснота зв'язку слабка, $< [0,1]$ — зв'язок відсутній.

Найкращою моделлю для економічного аналізу та подальшого прогнозу є та лінія тренду, де коефіцієнт детермінації R^2 найближче до одиниці та характеризує достовірність значень лінії тренду до фактичних даних. У процесі оброблення результатів спостерігаємо досить високі коефіцієнти детермінації, що свідчить про якість трендових моделей. Але, порівняльний аналіз отриманих результатів свідчить про те, що для дослідження та прогнозування загального постачання первинної енергії, загального постачання енергії відновлюваних джерел і частки постачання енергії відновлюваних джерел за останні п'ятнадцять років за допомогою моделей тренду доцільно використовувати експонентну модель тренду, оскільки ця модель у всіх трьох дослідженнях більш точно показує та порівнює фактичні й теоретичні значення загального постачання первинної енергії, загального постачання енергії відновлюваних джерел і частки постачання енергії відновлюваних джерел: при дослідженні загального постачання первинної енергії коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,84$; при дослідженні загального постачання енергії відновлюваних джерел коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,84$; при дослідженні частки постачання енергії відновлюваних джерел $R^2 = 0,93$, що порівняно з іншими моделями найближче до 1 та свідчить про якість вибраних моделей.

Як зазначалося попередньо, при дослідженні загального постачання первинної енергії, загального постачання енергії відновлюваних джерел і частки постачання енергії відновлюваних джерел і інші виробничі функції мають досить високі коефіцієнти детермінації.

Наступний етап дослідження — прогнозування загального постачання первинної енергії, загального постачання енергії відновлюваних джерел і частки постачання енергії відновлюваних джерел на 2024—2026 рр. Для цього ви-

користуємо експонентну модель тренду. В підсумку отримано теоретичні значення загального постачання первинної енергії, загального постачання енергії відновлюваних джерел і частки постачання енергії відновлюваних джерел (для порівняння з фактичними показниками) та прогноз загального постачання первинної енергії, загального постачання енергії відновлюваних джерел і частки постачання енергії відновлюваних джерел за допомогою експонентної моделі тренду на 2024—2026 рр. (табл. 3).

Якщо проводити аналіз порівняння прогнозних і фактичних значень загального постачання первинної енергії, загального постачання енергії відновлюваних джерел і частки постачання енергії відновлюваних джерел, то можна зробити висновок про незначне зростання досліджуваних показників порівняно з 2021 р., що може бути виправданим і закономірним явищем економічного становища бюджетної сфери.

Далі проведемо дослідження та прогнозування загального постачання первинної енергії, загального постачання енергії відновлюваних джерел і частки постачання енергії відновлюваних джерел за допомогою вбудованих статистичних і математичних функцій за 2007—2021 рр. і на наступний період.

Скористаємося, як зазвичай, електронними таблицями Microsoft Excel, вбудованою статистичною функцією ТЕНДЕНЦИЯ, нелінійною вбудованою статистичною функцією РОСТ, математичними функціями EXP та LN і динамічним рядом результативних показників загального постачання первинної енергії, загального постачання енергії відновлюваних джерел і частки постачання енергії відновлюваних джерел за 2007—2021 рр.

Стисла характеристика функцій, що будуть використані при дослідженні та прогнозуванні загального постачання первинної енергії, загального постачання енергії відновлюваних джерел і частки постачання енергії відновлюваних джерел:

вбудована статистична функція ТЕНДЕНЦИЯ точно відображає динаміку економічних процесів;

вбудована статистична функція нелінійного характеру РОСТ — точна ілюстрація прямої економічного розвитку;

комбінація математичних функцій EXP та LN і функції ТЕНДЕНЦИЯ порівнює прогнозну лінію з прогнозою лінією функції РОСТ.

В результаті обчислень різними методами отримано теоретичне та прогнозне значення

Таблиця 3. Фактичні, теоретичні та прогнозні значення загального постачання первинної енергії, загального постачання енергії відновлюваних джерел та частки постачання енергії відновлюваних джерел організаціям бюджетної сфери в Україні у 2007–2021 рр. та на 2024–2026 рр.

Рік	Загальне постачання первинної енергії, тис. грн	Теоретичне значення загального постачання первинної енергії, тис. грн	Прогнозне значення загального постачання первинної енергії, тис. грн
2007	757955,20	713140,51	
2008	732017,28	788142,15	
2009	891331,80	871031,79	
2010	1050525,52	962639,00	
2011	1007710,86	1063880,63	
2012	978679,12	1175769,93	
2013	926360,60	1299426,74	
2014	1256570,87	1436088,64	
2015	1967565,60	1587123,40	
2016	2411485,65	1754042,62	
2017	2379689,20	1938516,90	
2018	2543907,20	2142392,50	
2019	2309930,15	2367709,88	
2020	2328346,48	2616724,11	
2021	2149349,84	2891927,38	
2024			3196074,04
2025			3532208,08
2026			3903693,65
Рік	Загальне постачання енергії відновлюваних джерел, тис. грн	Теоретичне значення загального постачання енергії відновлюваних джерел, тис. грн	Прогнозне значення загального постачання енергії відновлюваних джерел, тис. грн
2007	2384,00	2148,82	
2008	2604,00	2281,69	
2009	2463,00	2422,78	
2010	2611,00	2572,60	
2011	2514,00	2731,68	
2012	2476,00	2900,60	
2013	3166,00	3079,96	
2014	2797,00	3270,42	
2015	2700,00	3472,65	
2016	3616,00	3687,39	
2017	3907,00	3915,40	
2018	4303,00	4157,52	
2019	4335,00	4414,60	
2020	5687,00	4687,59	
2021	4794,47	4977,45	
2024			5285,24
2025			5612,06
2026			5959,09
Рік	Частка постачання енергії відновлюваних джерел, %	Теоретичне значення частки постачання енергії відновлюваних джерел, %	Прогнозне значення частки постачання енергії відновлюваних джерел, %
2007	1,71	1,11	
2008	1,94	1,22	
2009	2,15	1,35	
2010	1,97	1,49	
2011	1,99	1,65	
2012	2,02	1,82	
2013	2,73	2,01	
2014	2,65	2,23	
2015	3,00	2,46	
2016	3,83	2,72	
2017	4,37	3,00	
2018	4,60	3,32	
2019	4,90	3,67	
2020	6,60	4,06	
2021	5,60	4,48	
2024			6,05
2025			6,69
2026			7,39

Джерело: складено авторами за матеріалами [8]*

*Дані за 2014–2021 рр. наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополь і тимчасово окупованих територій у Донецькій і Луганській областях.

Таблиця 4. Дослідження та прогнозування загального постачання первинної енергії, загального постачання енергії відновлюваних джерел та частки постачання енергії відновлюваних джерел організаціям бюджетної сфери в Україні за допомогою вбудованих статистичних та математичних функцій, 2007–2021, 2024–2026 рр.

Рік	Загальне постачання первинної енергії, тис. грн	Тенденція	Зростання	Тенд + Exp + Ln
2007	757955,20	569253,13	712306,62	712306,62
2008	732017,28	713563,87	786300,04	786300,04
2009	891331,80	857874,62	867979,80	867979,80
2010	1050525,52	1002185,37	958144,33	958144,33
2011	1007710,86	1146496,12	1057675,04	1057675,04
2012	978679,12	1290806,86	1167544,85	1167544,85
2013	926360,60	1435117,61	1288827,79	1288827,79
2014	1256570,87	1579428,36	1422709,44	1422709,44
2015	1967565,60	1723739,11	1570498,52	1570498,52
2016	2411485,65	1868049,85	1733639,72	1733639,72
2017	2379689,20	2012360,60	1913727,81	1913727,81
2018	2543907,20	2156671,35	2112523,20	2112523,20
2019	2309930,15	2300982,09	2331969,18	2331969,18
2020	2328346,48	2445292,84	2574210,90	2574210,90
2021	2149349,84	2589603,59	2841616,36	2841616,36
2024		3022535,83	3822340,75	3822340,75
2025		3166846,58	4219400,20	4219400,20
2026		331157,33	4657705,64	4657705,64
Роки	Загальне постачання енергії відновлюваних джерел, тис. грн	Тенденція	Зростання	Тенд + Exp + Ln
2007	2384,00	1919,86	2145,16	2145,16
2008	2604,00	2125,19	2273,94	2273,94
2009	2463,00	2330,52	2410,45	2410,45
2010	2611,00	2535,85	2555,15	2555,15
2011	2514,00	2741,18	2708,54	2708,54
2012	2476,00	2946,51	2871,13	2871,13
2013	3166,00	3151,84	3043,49	3043,49
2014	2797,00	3357,16	3226,19	3226,19
2015	2700,00	3562,49	3419,87	3419,87
2016	3616,00	3767,82	3625,17	3625,17
2017	3907,00	3973,15	3842,79	3842,79
2018	4303,00	4178,48	4073,48	4073,48
2019	4335,00	4383,81	4318,01	4318,01
2020	5687,00	4589,14	4577,23	4577,23
2021	4794,47	4794,47	4852,00	4852,00
2024		5410,46	5779,32	5779,32
2025		5615,79	6126,26	6126,26
2026		5821,12	6494,03	6494,03
Роки	Частка постачання енергії відновлюваних джерел, %	Тенденція	Зростання	Тенд + Exp + Ln
2007	1,71	1,08	1,55	1,55
2008	1,94	1,40	1,71	1,71
2009	2,15	1,72	1,88	1,88
2010	1,97	2,04	2,07	2,07
2011	1,99	2,37	2,28	2,28
2012	2,02	2,69	2,50	2,50
2013	2,73	3,01	2,76	2,76
2014	2,65	3,34	3,03	3,03
2015	3,00	3,66	3,34	3,34
2016	3,83	3,98	3,68	3,68
2017	4,37	4,31	4,05	4,05
2018	4,60	4,63	4,46	4,46
2019	4,90	4,95	4,91	4,91
2020	6,60	5,28	5,40	5,40
2021	5,60	5,60	5,94	5,94
2024		6,57	7,93	7,93
2025		6,89	8,73	8,73
2026		7,21	9,61	9,61

Джерело: складено авторами за матеріалами [8]*.

*Дані за 2014–2021 рр. наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополь і тимчасово окупованих територій у Донецькій і Луганській областях.

загального постачання первинної енергії, загального постачання енергії відновлюваних джерел та частки постачання енергії відновлюваних джерел (табл. 4).

Наприкінці дослідження та прогнозування загального постачання первинної енергії, загального постачання енергії відновлюваних джерел і частки постачання енергії відновлюваних джерел проведено ранжування цих показників за виробничими моделями з використанням вбудованої функції РАНГ (табл. 5).

Якщо порівняти прогнозні значення загального постачання первинної енергії, загального постачання енергії відновлюваних джерел і частки постачання енергії відновлюваних джерел, то лідируючими позиціями (1, 2 та 3) у прогнозування цих показників є вбудована статистична функція РОСТ, вбудовані математичні функції, експонентна модель тренду та вбудована статистична функція ТЕНДЕНЦИЯ. Але слід бути обережними з занадто високими показниками у прогнозуванні загального постачання первинної енергії, загального постачання енергії відновлюваних джерел і частки постачання енергії відновлюваних джерел, адже прогнозування цих показників ґрунтується на економіко-математичних методах і моделях, а в реальному середовищі є ряд зовнішніх і внутрішніх факторів, які впливають на ці показники як позитивно, так і негативно.

Отже, проведений статистичний аналіз і прогнозування з використанням різних методів лінійного та нелінійного обчислення загального постачання первинної енергії, загального постачання енергії відновлюваних джерел і частки постачання енергії відновлюваних джерел, свідчать про те, що в управлінні енергопостачання та енергозбереження бюджетної системи можна вибрати найбільш доцільний і ефективний метод дослідження з урахуванням особливостей цієї фінансової системи. Попри те, що чинне законодавство України сприяє розвитку енергетичних проектів та інвестиціям у нові проекти відновлюваної енергетики, питання енергозабезпечення та енергозбереження на підприємствах та

Таблиця 5. Ранжування прогнозних значень загального постачання первинної енергії, загального постачання енергії відновлюваних джерел і частки постачання енергії відновлюваних джерел організаціям бюджетної сфери в Україні на 2024–2026 рр.

Модель тренду	Прогнозні значення загального постачання первинної енергії, тис. грн			Ранжування прогнозного значення загального постачання первинної енергії		
	2024	2025	2026	2024	2025	2026
Лінійна $Y = 144\,310,75x + 424\,942,38$	2733914,38	2878225,13	3022535,88	5	5	5
Логарифмічна $Y = 754\,904,17\ln(x) + 175\,343,28$	2268382,07	2314147,85	2357296,97	7	7	7
Степенева $Y = 529\,155,64x^{0,53}$	2300207,53	2375315,80	2448374,55	6	6	6
Експонентна $Y = 645\,276,22e^{0,10x}$	3196074,04	3532208,08	3903693,65	3	3	3
Вбудована статистична функція ТЕНДЕНЦІЯ	3022535,83	3166846,58	3311157,33	4	4	4
Вбудована статистична функція РОСТ	3822340,75	4219400,20	4657705,64	1	1	1
Вбудовані математичні функції	3822340,75	4219400,20	4657705,64	1	2	1
Модель тренду	Прогнозні значення загального постачання енергії відновлюваних джерел, тис. грн			Ранжування прогнозного значення загального постачання енергії відновлюваних джерел		
	2024	2025	2026	2024	2025	2026
Лінійна $y = 205,33x + 1\,714,53$	4999,81	5205,14	5410,47	5	5	5
Логарифмічна $y = 976,35\ln(x) + 1\,541,20$	4248,22	4307,41	4363,21	6	6	6
Степенева $y = 1\,904,78x^{0,28}$	4139,98	4210,86	4278,79	7	7	7
Експонентна $y = 2\,023,68e^{0,06x}$	5285,24	5612,06	5959,09	4	4	3
Вбудована статистична функція ТЕНДЕНЦІЯ	5410,46	5615,79	5821,12	3	3	4
Вбудована статистична функція РОСТ	5779,32	6126,26	6494,03	1	1	1
Вбудовані математичні функції	5779,32	6126,26	6494,03	2	2	1
Лінійна $y = 0,003x + 0,008$	5,60	5,90	6,20	5	5	4
Логарифмічна $y = 0,016\ln(x) + 0,004$	4,84	4,93	5,02	6	6	6
Степенева $y = 0,01x^{0,49}$	3,89	4,01	4,12	7	7	7
Експонентна $y = 0,01e^{0,10x}$	6,05	6,05	6,05	4	4	5
Вбудована статистична функція ТЕНДЕНЦІЯ	6,57	6,89	7,21	3	3	3
Вбудована статистична функція РОСТ	7,93	8,73	9,61	2	1	1
Вбудовані математичні функції	7,93	8,73	9,61	1	1	1

Джерело: складено авторами.

в організаціях бюджетної сфери постає особливо гостро. Розроблення, впровадження та управління енергоощадними проектами на сьогодні є дуже актуальними.

Політика України щодо зменшення впливу бюджетного сектора на навколишнє середовище корелюється з політикою, розробленою європейськими країнами. Вона спрямована, крім іншого, на зниження попиту на енергію шляхом підвищення ефективності експлуатації будівель і збільшення споживання енергії з джерел відновлюваної енергії.

ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

Аргументовано, що якщо порівняти прогнозні значення в реальному середовищі є ряд зовнішніх і внутрішніх факторів, які впливають на ці показники як позитивно, так і негативно, тобто в управлінні проектами енергозбереження організацій бюджетної системи можна вибрати найбільш доцільний і ефективний метод дослідження з урахуванням актуальних особливостей. Дослідження дає змогу констатувати

ти наявність фактору сприяння розвитку енергетичних проектів та інвестицій у нові проекти відновлюваної енергетики, питання енергозабезпечення і енергозбереження в організаціях бюджетної сфери, зниження попиту на енергію шляхом європейської практики підвищення ефективності експлуатації будівель. Змодельовані сценарії управління проектами енергозбереження в організаціях бюджетної сфери щодо використання електроенергії та теплоенергії в освітніх закладах України з використанням рядів динаміки. У відповідності до розрахунків, зі зменшенням динаміки використання енергії на 1 % результативні показники використання електроенергії та теплоенергії в освітніх закладах України зменшаться на 0,46 та 0,26 % відповідно. Аналітичне вирівнювання дає змогу зробити прогноз використання електроенергії та теплоенергії в освітніх закладах України на 2024 р. Так, прогнозне значення використання електроенергії та теплоенергії в освітніх закладах України становить відповідно 598,32 млн кВт/год та 2230,42 тис. Гкал, тобто дещо зростає.

Література:

1. Адаменко Я. О., Архипова Л. М., Москальчук Н. М. Методика екологічної оцінки використання відновлюваних джерел енергії. Екологічна безпека. 2015. № 2 (20). С. 37—42.
2. Добровольська Л. Деякі аспекти державного фінансування вищої освіти. Фінанси України. 2003. № 8. С. 50—54.
3. Каленюк І. Фінансування освіти: проблеми та можливості їх вирішення. Економіка. Фінанси. Право. 2001. № 11. С. 9—12.
4. Кириленко О. Ефективне фінансування вищої освіти — шлях до конкурентної економіки і відкритого суспільства. Вища школа. 2007. № 4. С. 23—34.
5. Кичко І. Фінансування освіти в умовах формування соціально-орієнтованої економіки. Фінанси України. 2003. № 1. С. 53—59.
6. Колісниченко Н. Альтернативні джерела фінансування вищої освіти: досвід США. Вісник Національної академії державного управління при Президентові України. 2006. № 1. С. 320—326.
7. Маслікевич М. Р., Сердюк Б. М. Сутність оцінки енергоефективності підприємства. Актуальні проблеми економіки та управління. 2011. Вип. 5. С. 110—114.
8. Монаєнко А. Суб'єкти та правові засоби, за допомогою яких здійснюється фінансування освіти та науки. Підприємництво, господарство і право. 2007. № 12. С. 103—106.
9. Пашченко П. О. Управління проектами енергозбереження в організаціях бюджетної сфери. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 073 "Менеджмент". Полтавський державний аграрний університет, Полтава, 2023. 243 с.
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. pp. 259—269.

References:

1. Adamenko, Y. O., Arkhipova, L. M. and Moskalchuk, N. M. (2015), "Methodology of ecological assessment of the use of renewable energy sources", Ecological safety, vol. 2 (20), pp. 37—42.
2. Dobrovolska, L. (2003), "Some aspects of state financing of higher education", Finances of Ukraine, vol. 8, pp. 50—54.
3. Kaleniuk, I. (2001), "Financing of education: problems and possibilities of their solution. Economy", Finances. Right, vol. 11, pp. 9—12.
4. Kyrilenko, O. (2007), "Effective financing of higher education — the way to a competitive economy and an open society", High school, vol. 4, pp. 23—34.
5. Kychko, I. (2003), "Financing of education in the conditions of the formation of a socially-oriented economy", Finances of Ukraine, vol. 1, pp. 53—59.
6. Kolisnychenko, N. (2006), "Alternative sources of financing higher education: experience of the USA", Bulletin of the National Academy of Public Administration under the President of Ukraine, vol. 1, pp. 320—326.
7. Maslikevych, M.R. and Serdyuk, B.M. (2011), "The essence of enterprise energy efficiency assessment", Actual problems of economy and management, vol. 5, pp. 110—114.
8. Monayenko, A. (2007), "Subjects and legal means by which education and science are financed", Entrepreneurship, economy and law, vol. 12, pp. 103—106.
9. Pashchenko, P. O. (2023), "Management of energy saving projects in budget sector organizations", Abstract of PhD dissertation, Economy, Poltava, Ukraine.
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 03.08.2024 р.