

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Навчально-науковий інститут енергозбереження та енергоменеджменту

(повна назва інституту)

Кафедра електропостачання

(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»
В.о. завідувача кафедри
_____ Денис ДЕРЕВ'ЯНКО
«___» _____ 2024 р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
освітня програма Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології
на тему: «Впровадження та функціонування системи енергетичного менеджменту м.Запоріжжя»

Виконав (-ла): студент (-ка) II курсу, групи ОН-321мп

Розсоха Борис Вікторович

(прізвище, ім'я по батькові)

(підпис)

Науковий керівник к.т.н., доц. Бориченко О.В.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Нормоконтроль к.т.н., доц. Шовкалюк М.М.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент (-ка) _____

Київ – 2024 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут/факультет Навчально-науковий інститут енергозбереження та енергоменеджменту

Кафедра електропостачання

(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітньо-професійна програма «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології»

В.о. завідувача кафедри

_____ Денис ДЕРЕВ'ЯНКО

«___» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Розсосі Борисові Вікторовичу

1. Тема дисертації «Впровадження та функціонування системи енергетичного менеджменту м.Запоріжжя»
науковий керівник дисертації к.т.н., доц. Бориченко О.В.
затверджені наказом по університету від 08 листопада 2023 р. №5199-с
2. Строк подання студентом дисертації «08» січня 2024 року
3. Об'єкт дослідження: бюджетні установи та комунальні підприємства Запоріжжя.
4. Предмет дослідження: система енергетичного менеджменту міста.
5. Перелік завдань, які потрібно розробити: 1) дослідження механізмів та принципів впровадження систем енергетичного менеджменту в бюджетних установах; 2) розроблення та функціонування системи енергетичного менеджменту у м. Запоріжжя; 3) впровадження та функціонування системи енергомоніторингу будівель у м. Запоріжжя; 4) розроблення стартап-проєкту.
6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: презентація.
7. Орієнтовний перелік публікацій: "Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку –PEMS'2023". [Київ, 22-24 листопада 2023 р.]

Консультанти розділів дисертації:

Нормоконтроль:

Шовкалюк М.М.

8. Дата видачі завдання 30 травня 2023 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів МД	Примітка
1	Отримання завдання	30.05.2023	<i>Вик.</i>
2	Аналіз літературних джерел	03.06.2023	<i>Вик.</i>
3	Складання плану роботи	15.06.2023	<i>Вик.</i>
4	Механізми та принципи впровадження систем енергетичного менеджменту в бюджетних установах	01.09.2023 – 22.09.2023	<i>Вик.</i>
5	Розроблення та функціонування системи енергетичного менеджменту у м. Запоріжжя	23.09.2023 – 14.10.2023	<i>Вик.</i>
6.	Впровадження та функціонування системи енергомоніторингу будівель у м. Запоріжжя	15.10.2023 – 12.11.2023	<i>Вик.</i>
7.	Розроблення стартап-проєкту	13.11.2023 - 02.12.2023	<i>Вик.</i>
8.	Оформлення дисертації	03.12.2023 - 04.12.2023	<i>Вик.</i>
9.	Оформлення реферату та презентації, проходження перевірки на плагіат та рецензування	05.12.2023 - 12.12.2023	<i>Вик.</i>
10.	Передзахист МД	19.12.2023	<i>Вик.</i>
11.	Захист дисертації	15.01.2024	<i>Вик.</i>

Студент

Б.В. Розсоха

Науковий керівник

О.В. Бориченко

РЕФЕРАТ

Структура і обсяг роботи: магістерська дисертація викладена на 106 сторінках. Складається зі вступу, 4 розділів, висновку. Містить 14 рисунків, 14 таблиць, 24 формули. Список використаних джерел налічує 25 бібліографічних найменувань за переліком посилань.

Актуальність теми. Споживання паливно-енергетичних ресурсів, облік та контроль енергоносіїв, запровадження заходів із підвищення рівня енергетичної ефективності та використання потенціалу енергозбереження в умовах обмеженості ресурсів є дуже важливими питаннями, вирішувати які доводиться на сьогодні територіальним громадам. Наслідки повномасштабного вторгнення російської федерації на територію України ще більше загострили ці питання, і визначили їх пріоритетними для органів місцевого самоврядування. Ураховуючи важливість енергетичної безпеки та ощадливого використання наявних ресурсів, система енергетичного менеджменту все частіше стає невід'ємною частиною загальної системи ефективного управління бюджетним та комунальним секторами кожної громади. Енергетичний менеджмент – це управління енергоспоживанням у муніципалітетах, що дозволяє значно оптимізувати обсяги енерговитрат. Світова практика показує, що підвищення енергоефективності досягається, в тому числі, і за рахунок організаційних змін у системі управління енергогосподарством громади та оперативного реагування на відповідні показники споживання енергоресурсів. Запровадивши систему енергоменеджменту, можна без великих фінансових витрат досягти економії енергії від 3 до 5% за 1-2 роки.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Магістерську дисертацію виконано в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» відповідно до планів науково-дослідних робіт кафедри електропостачання.

Результати досліджень відповідають комплексній програмі КПП імені Ігоря Сікорського – «Енергетика сталого розвитку».

Метою магістерської дисертації є створення, впровадження та забезпечення функціонування системи енергетичного менеджменту у місті Запоріжжя.

Для досягнення зазначеної мети дослідження були вирішені наступні завдання:

- аналіз механізмів та принципів впровадження систем енергетичного менеджменту в бюджетних установах;
- розроблення та функціонування системи енергетичного менеджменту у місті Запоріжжя;
- впровадження та функціонування системи енергомоніторингу будівель у місті Запоріжжя.

Об'єктом дослідження є бюджетні установи та комунальні підприємства Запоріжжя.

Предметом дослідження є система енергетичного менеджменту міста.

Методи дослідження: метод Холта-Уінтерса для прогнозування обсягів споживання паливно-енергетичних ресурсів та комунальних послуг міста.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розробленні та функціонуванні системи енергетичного менеджменту у місті Запоріжжя, а також у запровадженні системи енергомоніторингу міста, до якої включено прогнозування обсягів споживання паливно-енергетичних ресурсів та комунальних послуг міста на основі метода Холта-Уінтерса, що дозволяє прогнозувати споживання електроенергії об'єктів на наступний рік, а також оцінювати точність цього прогнозу.

Практичне значення полягає у впровадженні системи енергоменеджменту для міста, що у перспективі скоротить споживання паливно-енергетичних та комунальних ресурсів, дозволить більш ефективно залучати приватні та закордонні інвестиції, та, в цілому, підвищить енергонезалежність держави.

Апробація результатів роботи. Відбулася на Міжнародній науково-технічній та навчально методичній конференції "Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку –REMS'2023". [Київ, 22-24 листопада 2023 р.]

Публікації: тези на конференцію: "Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку –REMS'2023". [Київ, 22-24 листопада 2023 р.]

Ключові слова: ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНІ РЕСУРСИ, ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, АНАЛІЗ, СИСТЕМА ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ, ЕНЕРГОМОНІТОРИНГ, ЕСКО, ПЛАНУВАННЯ, ПОСТАНОВА.

ABSTRACT

Structure and scope of the work: the master's thesis is presented on 106 pages. It consists of an introduction, 4 chapters, and a conclusion. Contains 14 figures, 14 tables, 24 formulas. The list of references includes 25 bibliographic titles according to the list of references.

Relevance of the topic. Consumption of fuel and energy resources, energy accounting and control, implementation of measures to improve energy efficiency and use of energy saving potential in conditions of limited resources are very important issues that territorial communities have to solve today. The consequences of the full-scale invasion of Ukraine by the Russian Federation have further exacerbated these issues and made them a priority for local governments. Given the importance of energy security and the economical use of available resources, the energy management system is increasingly becoming an integral part of the overall system of effective management of the budget and utility sectors of each community. Energy management is the management of energy consumption in municipalities, which allows for significant optimization of energy consumption. Global practice shows that energy efficiency is achieved, among other things, through organizational changes in the community's energy management system and prompt response to relevant energy consumption indicators. By implementing an energy management system, energy savings of 3 to 5% can be achieved in 1-2 years without large financial costs.

Relationship of the work to scientific programs, plans, topics. The master's thesis was completed at the National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" in accordance with the research plans of the Department of Electricity Supply. The research results correspond to the comprehensive program of Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute - "Energy of Sustainable Development".

The purpose of the master's thesis is to create, implement and ensure the functioning of the energy management system in the city of Zaporizhzhia.

To achieve this goal, the following tasks were solved:

- analysis of mechanisms and principles of implementation of energy management systems in budgetary institutions;
- development and functioning of the energy management system in the city of Zaporizhzhia;
- implementation and functioning of the energy monitoring system for buildings in Zaporizhzhia.

The object of the study is budgetary institutions and utilities of Zaporizhzhia.

The subject of the study is the city's energy management system.

Research methods: the Holt-Winters method for forecasting the consumption of fuel, energy and utility resources of the city.

The scientific novelty of the obtained results lies in the development and functioning of the energy management system in the city of Zaporizhzhia, as well as in the implementation of the city's energy monitoring system, which includes forecasting the consumption of fuel and energy resources and municipal services in the city based on the Holt-Winters method, which allows forecasting of electricity consumption objects for the next year, as well as evaluate the accuracy of this forecast.

The practical significance is the introduction of an energy management system for the city, which in the future will reduce the consumption of fuel, energy and utility resources, allow more efficiently attract private and foreign investment, and, in general, increase the energy independence of the state.

Testing the results of the work. It was held at the International Scientific, Technical and Educational Methodical Conference "Energy Management: State and Prospects of Development – PEMS'2023". [Kyiv, November 22-24, 2023]

Publications: Theses for the conference: "Energy management: status and development prospects – PEMS'2023" [Kyiv, November 22-24, 2023].

Keywords: FUEL AND ENERGY RESOURCES, ENERGY MANAGEMENT, ENERGY EFFICIENCY, ANALYSIS, ENERGY MANAGEMENT SYSTEM, ENERGY MONITORING, ESCO, PLANNING, RESOLUTION.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	16
1 МЕХАНІЗМИ ТА ПРИНЦИПИ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ В БЮДЖЕТНИХ УСТАНОВАХ.....	20
1.1 Коротка характеристика бюджетних установ у м. Запоріжжя.....	20
1.2 Етапи впровадження системи енергетичного менеджменту у м. Запоріжжя	23
1.3 Організаційна структура та механізми впровадження системи енергетичного менеджменту	27
2 РОЗРОБЛЕННЯ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ У М. ЗАПОРІЖЖЯ	32
2.1 Розроблення Положення про систему енергетичного менеджменту м. Запоріжжя.....	32
2.2 Процес енергетичного планування, що здійснюється органами впровадження систем енергетичного менеджменту	36
2.3 Забезпечення функціонування системи енергетичного менеджменту .	38
2.4 Розроблення системи стимулювання впровадження систем енергетичного менеджменту в органах місцевого самоврядування.....	44
3 ВПРОВАДЖЕННЯ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОМОНІТОРИНГУ БУДІВЕЛЬ У М. ЗАПОРІЖЖЯ	57
3.1 Організація збору даних та виявлення відхилень у щоденній роботі будівель.....	57
3.2 Розроблення заходів у разі зміни експлуатаційних характеристик будівель.....	65
3.3 Процедура контролю та моніторингу споживання енергетичних ресурсів та комунальних послуг.....	67
3.4 Прогнозування витрат енергії та обґрунтування впровадження енергоефективних заходів	77

4	РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЄКТУ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ВУЛИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ МЕХАНІЗМУ ЕСКО.....	94
4.1	Цілі та етапи реалізації стартап-проекту.....	94
4.2	Обґрунтування актуальності та новизна інноваційної ідеї стартап проекту.....	95
4.3	Розрахунок вартості ЕСКО договору	96
4.4	Аналіз ризиків стартап-проекту.....	100
	ВИСНОВКИ	102
	ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	103

ВСТУП

Актуальність теми. Споживання паливно-енергетичних ресурсів, облік та контроль енергоносіїв, запровадження заходів із підвищення рівня енергетичної ефективності та використання потенціалу енергозбереження в умовах обмеженості ресурсів є дуже важливими питаннями, вирішувати які доводиться на сьогодні територіальним громадам. Наслідки повномасштабного вторгнення російської федерації на територію України ще більше загострили ці питання, і визначили їх пріоритетними для органів місцевого самоврядування. Ураховуючи важливість енергетичної безпеки та ощадливого використання наявних ресурсів, система енергетичного менеджменту все частіше стає невід’ємною частиною загальної системи ефективного управління бюджетним та комунальним секторами кожної громади. Енергетичний менеджмент – це управління енергоспоживанням у муніципалітетах, що дозволяє значно оптимізувати обсяги енерговитрат. Світова практика показує, що підвищення енергоефективності досягається, в тому числі, і за рахунок організаційних змін у системі управління енергогосподарством громади та оперативного реагування на відповідні показники споживання енергоресурсів. Запровадивши систему енергоменеджменту, можна без великих фінансових витрат досягти економії енергії від 3 до 5% за 1-2 роки.

Зв’язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Магістерську дисертацію виконано в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» відповідно до планів науково-дослідних робіт кафедри електропостачання. Результати досліджень відповідають комплексній програмі КПП імені Ігоря Сікорського – «Енергетика сталого розвитку».

Метою магістерської дисертації є створення, впровадження та забезпечення функціонування системи енергетичного менеджменту у місті Запоріжжя.

Для досягнення зазначеної мети дослідження були вирішені наступні завдання:

- аналіз механізмів та принципів впровадження систем енергетичного менеджменту в бюджетних установах;
- розроблення та функціонування системи енергетичного менеджменту у місті Запоріжжя;
- впровадження та функціонування системи енергомоніторингу будівель у місті Запоріжжя.

Об'єктом дослідження є бюджетні установи та комунальні підприємства Запоріжжя.

Предметом дослідження є система енергетичного менеджменту міста.

Методи дослідження: метод Холта – Уінтерса для прогнозування обсягів споживання паливно – енергетичних та комунальних ресурсів міста.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розробленні та функціонуванні системи енергетичного менеджменту у місті Запоріжжя, а також у запровадженні системи енергомоніторингу міста, до якої включено прогнозування обсягів споживання паливно-енергетичних ресурсів та комунальних послуг міста на основі метода Холта-Уінтерса, що дозволяє прогнозувати споживання електроенергії об'єктів на наступний рік, а також оцінювати точність цього прогнозу.

Практичне значення полягає у впровадженні системи енергоменеджменту для міста, що у перспективі скоротить споживання паливно – енергетичних та комунальних ресурсів, дозволить більш ефективно залучати приватні та закордонні інвестиції, та, в цілому, підвищить енергонезалежність держави.

Апробація результатів роботи. Відбулася на Міжнародній науково-технічній та навчально методичній конференції "Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку –PEMS'2023". [Київ, 22-24 листопада 2023 р.]

Публікації: тези на конференцію: "Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку –PEMS'2023". [Київ, 22-24 листопада 2023 р.]

Ключові слова: ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНІ РЕСУРСИ, ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, АНАЛІЗ, СИСТЕМА ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ, ЕНЕРГОМОНІТОРИНГ, ЕСКО, ПЛАНУВАННЯ, ПОСТАНОВА.

1 МЕХАНІЗМИ ТА ПРИНЦИПИ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ В БЮДЖЕТНИХ УСТАНОВАХ

1.1 Коротка характеристика бюджетних установ у м. Запоріжжя

Запоріжжя розташоване на обох берегах Дніпра, між якими розташований острів Хортиця. Площа міста – 331 кв.км, і це п'яте за площею місто України. Водні ресурси займають 13% території, промислові та складські об'єкти розмістилися на 24%, під сільське господарство використовуються 18%, решту займає житлова забудова.

Місто розділене на сім адміністративних районів: Олександрівський, Заводський, Комунарський, Дніпровський, Вознесенівський, Хортицький, Шевченківський. Центром міста вважається лівобережна частина Дніпровського району, Вознесенівський та Олександрівський райони. У Заводському районі зосереджені промислові підприємства, але також є житлові масиви. Решта районів – переважно спальні.

До складу міста входить близько 1300 проспектів, вулиць, провулків та площ [1].

Запорізькій міській раді підпорядковані бюджетні установи, споживання паливно-енергетичних та комунальних ресурсів якими для зручності можна сформувати у декілька категорій:

- будівлі департаменту освіти і науки (будівлі шкіл та гімназій, закладів дошкільної освіти, вищі навчальні заклади, гуртожитки тощо);
- будівлі департаменту охорони здоров'я (будівлі лікарень, поліклінік, госпіталів тощо);
- будівлі департаменту культури та туризму (приміщення музеїв, театрів тощо)
- інші будівлі(будівлі соціального захисту населення, спорту та молоді, адміністрації, фінансово-бюджетної політики тощо).

Для коректного функціонування системи енергоменеджменту важливо розуміти споживання паливно енергетичних та комунальних ресурсів об'єктами. Для зручності, споживання зведено по категоріях, вказаних вище. На рисунках нижче представлено споживання природного газу, теплової енергії, електроенергії та холодної води бюджетними установами протягом 2020-2022 років.

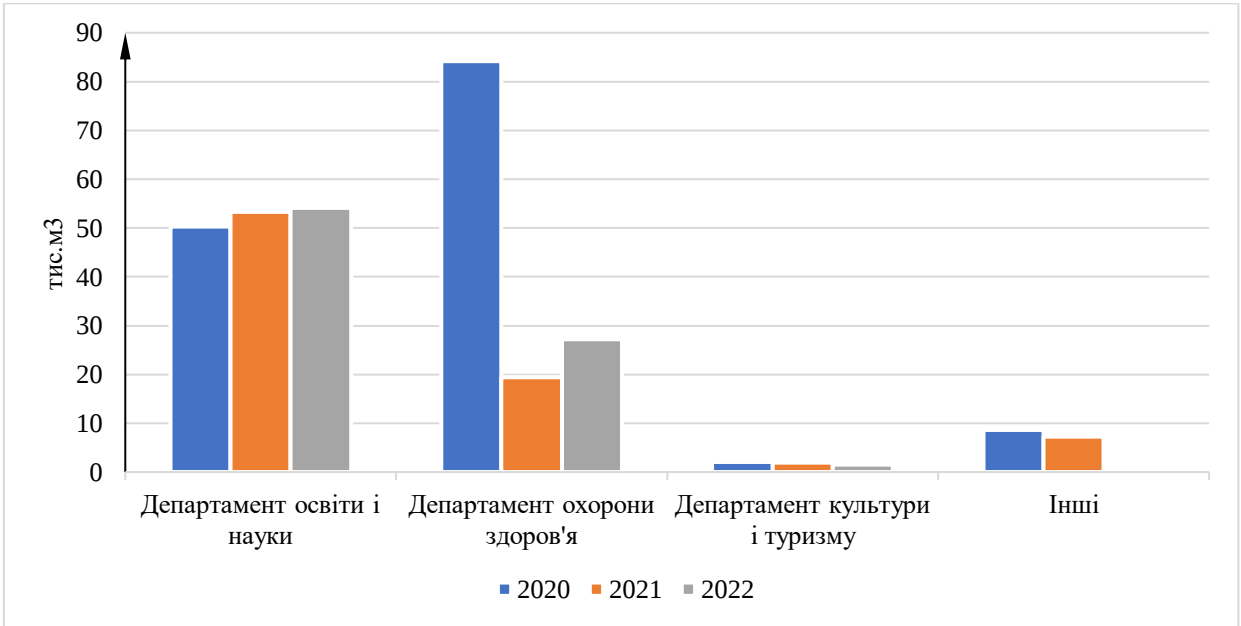


Рисунок 1.1 — Споживання природного газу бюджетними установами міста Запоріжжя протягом 2020-2022 років

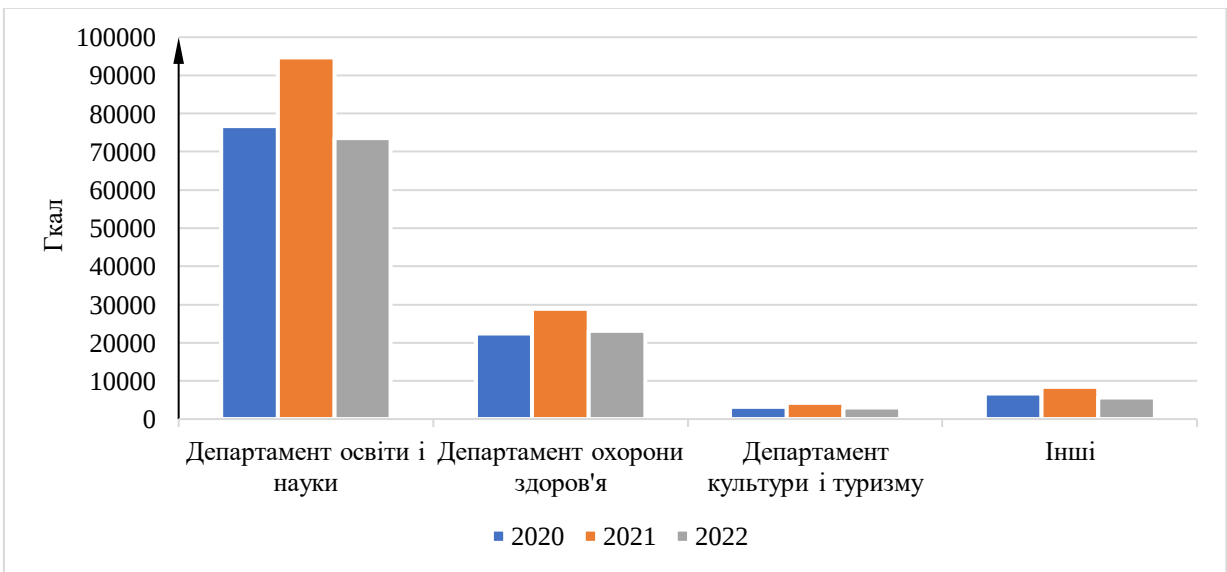


Рисунок 1.2 — Споживання теплової енергії бюджетними установами міста Запоріжжя протягом 2020-2022 років

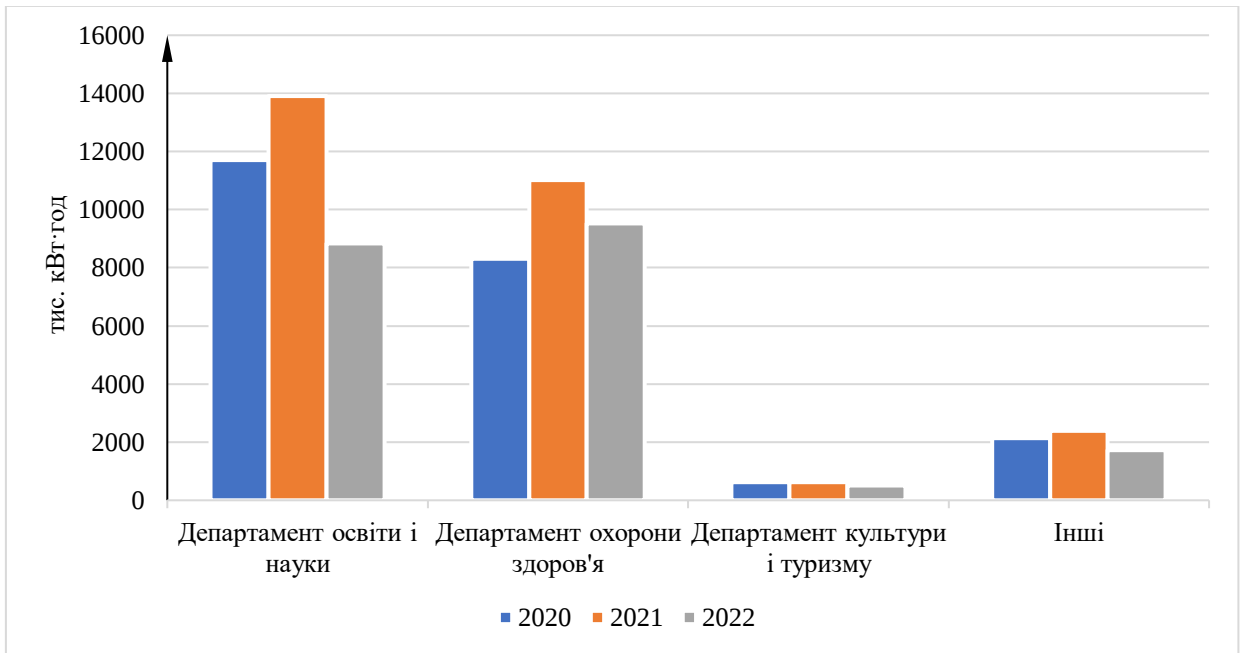


Рисунок 1.3 — Споживання електричної енергії бюджетними установами міста Запоріжжя протягом 2020-2022 років

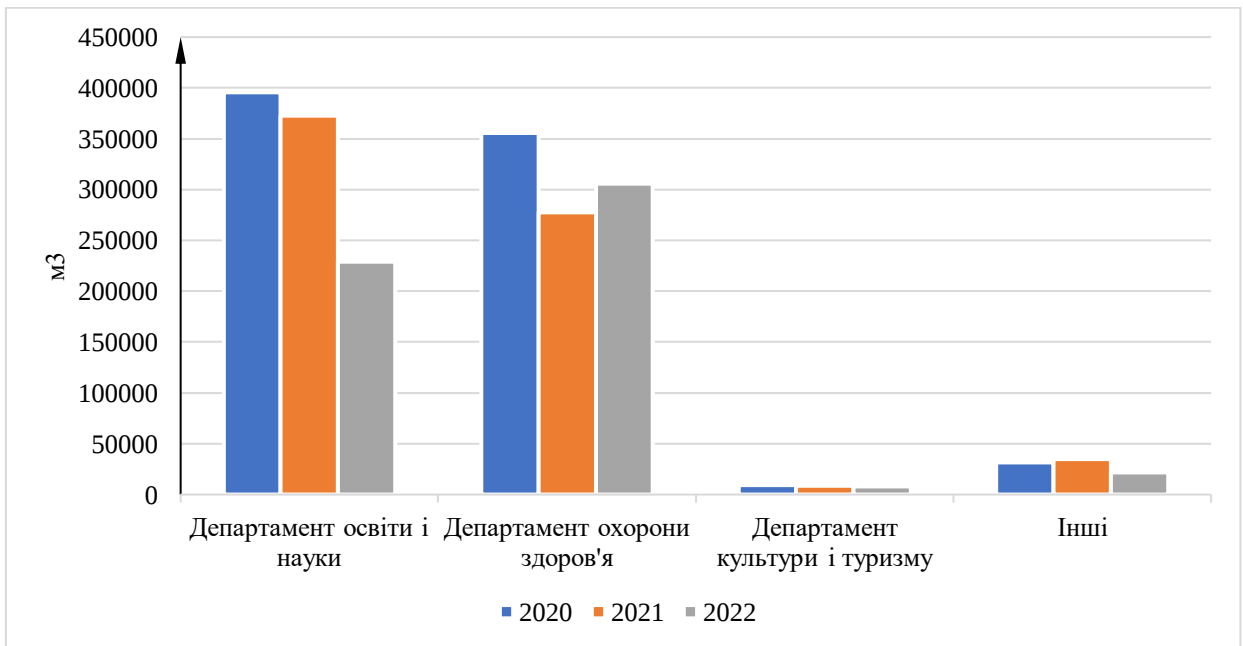


Рисунок 1.4 — Споживання холодної води бюджетними установами міста Запоріжжя протягом 2020-2022 років

З графіків споживання помітно, що основними споживачами ПЕР бюджетними установами є будівлі освіти та охорони здоров'я. Запровадивши систему енергоменеджменту, можна без великих фінансових витрат досягти

економії енергії від 3 до 5% за 1-2 роки. Такий поступ для українських громад у сучасних умовах є досить суттєвим та вкрай необхідним [2], [3].

В таблиці 1.1 представлено загальне споживання паливно енергетичних та комунальних ресурсів міста Запоріжжя протягом 2020-2022 років.

Таблиця 1.1 — Загальне споживання паливно-енергетичних та комунальних ресурсів міста Запоріжжя (2020-2022рр.)

Ресурси	2020	2021	2022	Всього
Природний газ, тис. м ³	145,21	81,98	82,89	310,0771
Теплова енергія, Гкал	109178,70	136290,80	105368,70	350838,30
Електроенергія, тис. кВт·год	22764,48	27933,44	20593,18	71291,10
Холодна вода, м ³	792033,40	693586,90	564617,70	2050238

Скорочення споживання ПЕР у 2020 році пояснюється епідемією COVID-19, та загальнодержавним карантинном, а на споживання 2022 року вплинуло повномасштабне вторгнення російської федерації на територію України, подальше ведення бойових дій біля міста, а також масований обстріл енергетичної та комунальної інфраструктури. Це викликало відтік мешканців, що також вплинуло на споживання енергоресурсів.

1.2 Етапи впровадження системи енергетичного менеджменту у м. Запоріжжя

Розбудова систем енергоменеджменту, у тому числі закладає фундамент для ефективності кризового реагування на проблеми наявності і якості енергоресурсів, забезпечення раціональності їх споживання, життєдіяльності енергоспоживаючих процесів і обладнання. Законом України "Про енергетичну ефективність" визначено вимоги для органів державної влади,

органів місцевого самоврядування, а також суб'єктів господарювання з впровадження систем енергоменеджменту. На виконання Закону було розроблено і прийнято постанову Уряду «Про впровадження систем енергоменеджменту», яка окреслює детальний порядок дій у цьому напрямі [4]. Також, забезпечення функціонування системи енергетичного менеджменту, зокрема щодо будівель бюджетних установ регламентується статтею 30(1/1) Закону України «Про місцеве самоврядування».

Впровадження системи енергетичного менеджменту у м. Запоріжжя можна умовно розділити на декілька етапів:

- прийняття рішення про створення системи енергоменеджменту;
- вибір способу забезпечення впровадження та подальшого виконання функцій систем енергетичного менеджменту. Функціонування системи енергоменеджменту може покладатись на спеціально створений відділ, та/або – на підрядну організацію з енергоменеджменту;
- приведення змін до структури відповідних органів з метою відповідності їх новоствореній системі енергоменеджменту;
- прийняття Положення про систему енергетичного менеджменту у місті Запоріжжі.

З метою початку впровадження систем енергетичного менеджменту керівник органу впровадження систем енергетичного менеджменту у місті Запоріжжі приймає рішення про початок впровадження систем енергетичного менеджменту та визначення відповідального за впровадження та функціонування системи енергетичного менеджменту у місті. Відповідальним за систему енергетичного менеджменту може бути керівник відповідного органу або за його рішенням заступник керівника органу [3]. У місті Запоріжжя відповідальним за систему енергетичного менеджменту назначений заступник міського голови з питань діяльності виконавчих органів ради.

Керівник органу впровадження систем енергетичного менеджменту приймає рішення про вибір способу забезпечення впровадження та

подальшого виконання функцій систем енергетичного менеджменту шляхом покладення обов'язків щодо забезпечення функціонування систем енергетичного менеджменту на:

- існуючі або спеціально створені структурні підрозділи органу впровадження систем енергетичного менеджменту (далі – структурний підрозділ енергоменеджменту) або окрему його посадову особу (енергоменеджера);
- підрядну організацію з енергетичного менеджменту – фізичну особу-підприємця або юридичну особу незалежно від форми власності, яка на постійній основі провадить діяльність із впровадження та забезпечення функціонування систем енергетичного менеджменту.

Система енергетичного менеджменту незалежно від способу забезпечення впровадження та подальшого виконання функцій систем енергетичного менеджменту повинна відповідати вимогам, установленим пунктами 14-23 Постанови №1460 «Про впровадження систем енергетичного менеджменту». У місті Запоріжжя обраний спосіб забезпечення впровадження та подальшого виконання функцій систем енергетичного менеджменту шляхом покладення обов'язків щодо забезпечення функціонування систем енергетичного менеджменту на структурний підрозділ енергоменеджменту.

Керівник органу впровадження систем енергетичного менеджменту забезпечує затвердження організаційної структури систем енергетичного менеджменту та документів, які регламентують виконання функцій систем енергетичного менеджменту.

Система енергетичного менеджменту міста повинна охоплювати такі сфери діяльності органу впровадження зазначеної системи, його структурних та територіальних підрозділів, підприємств, установ і організацій, що належать до сфери управління зазначених органів:

- експлуатація та утримання будівель та споруд;
- управління персоналом та провадження адміністративно-господарської діяльності;

- публічні закупівлі енергоспоживчої продукції (товарів) та послуг, пов'язаних із споживанням енергії;
- збір та внесення даних для бази даних будівель.

Під час впровадження та забезпечення функціонування систем енергетичного менеджменту у Запоріжжі органи впровадження систем енергетичного менеджменту керуються у своїй роботі:

- ДСТУ ISO 50001:2020 (ISO 50001:2018, IDT) «Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання»;
- ДСТУ ISO 50004:2016 (ISO 50004:2014, IDT) «Системи енергетичного менеджменту. Настанова щодо впровадження, супровід та поліпшення системи енергетичного менеджменту».

Команда з енергетичного менеджменту м. Запоріжжя є багаторівневою організаційною структурою, до якої входять:

- заступник міського голови з питань діяльності виконавчих органів ради;
- управління енергетичного менеджменту та інвестицій департаменту економічного розвитку Запорізької міської ради;
- керівники та особи, відповідальні за впровадження системи енергетичного менеджменту та здійснення енергомоніторингу виконавчих органів Запорізької міської ради, яким підпорядковані організації, установи, заклади та комунальні підприємства м. Запоріжжя;
- керівники та особи, відповідальні за впровадження системи енергетичного менеджменту та здійснення енергомоніторингу організацій, установ, закладів та комунальних підприємств м. Запоріжжя.

Для забезпечення ефективного та постійного функціонування системи енергетичного менеджменту відповідно до організаційної структури на відповідальних осіб покладні відповідні обов'язки, які чітко прописані у розробленому Положенні про систему енергетичного менеджменту в м. Запоріжжя. Крім цього, було затверджено план діяльності системи

енергетичного менеджменту м. Запоріжжя на 2023-2025 роки, у якому сформульовані цілі та завдання, вказані терміни виконання і призначені відповідальні за їх виконання [5].

1.3 Організаційна структура та механізми впровадження системи енергетичного менеджменту

Під час проектування організаційної структури систем енергетичного менеджменту в місті Запоріжжя кількість штатних одиниць структурного підрозділу енергоменеджменту визначається згідно Постанови 1460, а саме: урахуванням передбачення мінімум однієї штатної одиниці на 50 будівель, які перебувають у володінні та/або користуванні (господарському віданні, оперативному управлінні) або належать до сфери управління органу впровадження систем енергетичного менеджменту. У випадку системи енергоменеджменту міста Запоріжжя, для забезпечення функціонування систем енергетичного менеджменту необхідно більше однієї штатної одиниці, тому обов'язки були покладені на окремий структурний підрозділ енергоменеджменту, що уже веде свою роботу в місті.

Діяльність структурного підрозділу енергоменеджменту провадиться відповідно до затвердженого Положення, яке повинне передбачати, зокрема, такі функції:

- 1) енергетичне планування;
- 2) здійснення енергомоніторингу в будівлях;
- 3) проведення поточного аналізу споживання енергії/енергетичних ресурсів та комунальних послуг за будівлями, виявлення причини відхилень від норми та їх усунення;
- 4) здійснення контролю за технічним станом будівель;
- 5) здійснення контролю за впровадженням енергоефективних заходів у будівлях;

- 6) забезпечення обміну інформацією та публікації інформації про споживання енергії/енергетичних ресурсів та комунальних послуг;
- 7) розроблення пропозицій щодо впровадження енергоефективних заходів у будівлях на наступний рік;
- 8) визначення потенціалу економії енергії/енергетичних ресурсів та комунальних послуг у будівлях;
- 9) здійснення моніторингу, розрахунку і оцінки показників ефективності використання енергетичних ресурсів;
- 10) прогнозування споживання енергетичних ресурсів;
- 11) здійснення контролю за досягненням індикативних та операційних цілей систем енергетичного менеджменту;
- 12) підготовку і виконання передбачених законодавством процедур щодо забезпечення енергосервісу у відповідних будівлях (у разі наявності діючих енергосервісних договорів);
- 13) проведення публічних закупівель енергоспоживчої продукції (товарів) та послуг, пов'язаних із споживанням енергії з дотриманням критеріїв енергоефективності;
- 14) забезпечення сертифікації енергетичної ефективності будівель відповідно до Закону України «Про енергетичну ефективність будівель»;
- 15) розроблення та впровадження інформаційних матеріалів та навчальних програм для працівників та відвідувачів органу впровадження систем енергетичного менеджменту, спрямованих на формування відповідального та ощадного ставлення до споживання енергії/енергетичних ресурсів та комунальних послуг;
- 16) навчання персоналу структурних підрозділів та енергоменеджерів бюджетних установ, що перебувають у безпосередньому підпорядкуванні органу впровадження систем енергетичного менеджменту;
- 17) розроблення та впровадження систем мотивації ефективного енергоспоживання;

- 18) підготовку до укладення договорів з підприємствами - постачальниками енергії/енергетичних ресурсів та комунальних послуг у межах затверджених лімітів споживання енергії/енергетичних ресурсів та комунальних послуг;
- 19) проведення розрахунку базових рівнів споживання енергії/енергетичних ресурсів та комунальних послуг будівлями;
- 20) інвентаризація будівель, які перебувають у володінні та/або користуванні (господарському віданні, оперативному управлінні) органу впровадження систем енергетичного менеджменту або належать до сфери їх управління, із внесенням експлуатаційних та енергетичних характеристик до бази даних будівель;
- 21) збір, внесення та актуалізація в базі даних будівель відомостей щодо експлуатаційних та енергетичних характеристик будівель.

Структурний підрозділ енергоменеджменту (енергоменеджер) разом із структурним підрозділом з питань організаційно-господарського (адміністративно-технічного) забезпечення на основі пропозицій та обґрунтувань головних розпорядників бюджетних коштів Запорізької міської ради, подає обґрунтовані пропозиції:

- керівнику органу впровадження систем енергетичного менеджменту та структурному підрозділу з питань бюджетного планування – щодо впровадження енергоефективних заходів;
- фінансовому підрозділу органу впровадження систем енергетичного менеджменту – щодо перегляду встановлених лімітів споживання енергії/енергетичних ресурсів та комунальних послуг у межах бюджетних призначень, спрямованих на оплату комунальних послуг та енергоносіїв, фінансування систем енергетичного менеджменту, впровадження енергоефективних заходів.

Права та посадові обов'язки енергоменеджера мусять відображатися в його посадовій інструкції, для чого необхідно внести зміни до такої інструкції, якщо відповідних прав та обов'язків там не вказано. У випадку виконання

функцій із забезпечення функціонування систем енергетичного менеджменту однією особою функції енергоменеджера покладаються на таку особу. Для забезпечення функціонування систем енергетичного менеджменту структурні підрозділи органу впровадження систем енергетичного менеджменту повинні забезпечувати виконання, зокрема, таких функцій:

- збору інформації про споживання енергії/енергетичних ресурсів та комунальних послуг будівель, підготовки та реалізації проектних та будівельно-монтажних робіт із реконструкції та капітального ремонту бюджетних установ
- закупівель енергоспоживчої продукції (товарів) та послуг, пов'язаних із споживанням енергії;
- надання обґрунтованих пропозиції щодо впровадження енергоефективних заходів та перегляду встановлених лімітів споживання енергії/енергетичних ресурсів та комунальних послуг у межах бюджетних призначень на відповідний бюджетний період.

Підрозділи Запорізької міської ради у разі розроблення проектної документації, завдання на проектування та під час будівництва мають узгоджувати з керівником структурного підрозділу енергоменеджменту такі роботи та документи в частині впровадження енергоефективних заходів, закупівлі енергоспоживчої продукції (товарів) та послуг, пов'язаних із споживанням енергії.

Запорізька міська рада забезпечує виконання вимог Закону України «Про доступ до публічної інформації» та постанови Кабінету Міністрів України від 21 жовтня 2015 р. № 835 «Про затвердження Положення про набори даних, які підлягають оприлюдненню у формі відкритих даних» [6](Офіційний вісник України 2015 р., № 85, ст. 2850) в частині збору, підготовки та опублікування на офіційному веб-порталі відкритих даних щодо споживання енергії/енергетичних ресурсів та комунальних послуг та про експлуатаційні характеристики будівель комунальних підприємств, установ

(закладів) та організацій, в яких впроваджено системи енергетичного менеджменту.

Висновки до розділу 1

1. Розбудова системи енергоменеджменту, закладає стійку основу для ефективності споживання паливно-енергетичних ресурсів та забезпечення раціональності їх споживання. У місті Запоріжжя впроваджено систему енергоменеджменту, визначено відповідальних осіб та створено Управління енергетичного менеджменту. Усі відповідні процедури відбувалися згідно чинного законодавства України.

2. В перспективі, система енергоменеджменту міста дозволить скоротити споживання енергоресурсів за рахунок об'єктивного контролю споживання та оперативному реагуванню на нештатні ситуації. Також, можливе ефективніше залучення іноземних інвестицій, грантів, ЕСКО компаній, та інших джерел фінансування. Система енергоменеджменту міста повинна постійно розширюватися та вдосконалюватися.

2 РОЗРОБЛЕННЯ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ У М. ЗАПОРІЖЖЯ

2.1 Розроблення Положення про систему енергетичного менеджменту м. Запоріжжя

Розробка та впровадження Положення про систему енергетичного менеджменту у місті Запоріжжя сформує комплексний підхід до впровадження міської системи енергетичного менеджменту (далі – СЕМ), енергетичної політики та енергетичного планування. Положення забезпечить:

- ефективне споживання енергії/енергетичних ресурсів та комунальних послуг;
- раціональне використання коштів на оплату енергії/енергетичних ресурсів та комунальних послуг, впровадження заходів з енергоефективності [1];
- підвищення рівня енергетичної ефективності у будівлях та зменшення викидів CO₂;
- створення та функціонування механізмів матеріального стимулювання працівників до ефективного використання енергії/енергетичних ресурсів та комунальних послуг;
- своєчасну сертифікацію енергетичної ефективності будівель, тощо.

Положення має бути розроблено відповідно до діючих стандартів з енергозбереження в Україні та встановлювати вимоги до керівників та працівників організацій, установ, закладів та комунальних підприємств м. Запоріжжя, що належать Запорізькій міській територіальній громаді щодо підтримання та покращення процедур аналізу ефективності енергоспоживання, підготовки та реалізації проєктів, направлених на підвищення ефективності енергоспоживання та забезпечення системного підходу до постійного підвищення енергетичних параметрів будівель на об'єктах комунальної власності міста Запоріжжя. У розробленому Положенні

термін СЕНМ має вживатися у значенні Закону України «Про енергетичну ефективність» [7] та Постанови Кабінету Міністрів України від 23.12.2021 №1460 «Про впровадження систем енергетичного менеджменту» [3].

Система енергетичного менеджменту у місті Запоріжжя представляє собою багаторівневу організаційну структуру, до якої входять:

- заступник міського голови з питань діяльності виконавчих органів ради;
- управління енергетичного менеджменту та інвестицій департаменту економічного розвитку Запорізької міської ради;
- керівники та особи, відповідальні за впровадження СЕНМ та здійснення енергомоніторингу виконавчих органів Запорізької міської ради, яким підпорядковані організації, установи, заклади та комунальні підприємства м. Запоріжжя, власником яких є Запорізька міська територіальна громада;
- керівники та особи, відповідальні за впровадження СЕНМ та здійснення енергомоніторингу організацій, установ, закладів та комунальних підприємств м. Запоріжжя, власником яких є Запорізька міська територіальна громада.

Особи, відповідальні за впровадження СЕНМ (енергоменеджери), у своїй діяльності повинні керуватися чинним законодавством України, нормативними актами центральних органів влади, рішеннями Запорізької міської ради та її виконавчого комітету, розпорядженнями міського голови та цим Положенням.

Концепція енергетичного менеджменту м. Запоріжжя базується на циклі Демінга «Плануй-Впроваджуй-Перевіряй-Дій» (Plan-Do-Check-Act, PDCA) – циклі безперервного покращання та передбачає включення СЕНМ в повсякденну організаційну практику бюджетних установ. Цикл можна представити наступним чином:

- 1) планування – проведення аналізу і визначення індикаторів (показників) енергоефективності, постановку цілей, задач і розроблення планів заходів, необхідних для досягнення результатів, які сприятимуть

- підвищенню рівня енергетичної ефективності відповідно до енергетичної політики;
- 2) впровадження – впровадження планів заходів, визначених системою енергетичного менеджменту;
 - 3) перевірка – здійснення моніторингу та вимірювання досягнення:
 - операційних цілей систем енергетичного менеджменту;
 - індикативних цілей систем енергетичного менеджменту;
 - результатів виконання затверджених проєктів;
 - 4) дія – прийняття управлінських рішень щодо перегляду цілей, планів заходів та проєктів і вжиття інших заходів для постійного підвищення рівня енергоефективності. Переваги використовуваного системного підходу наступні: аналіз всіх аспектів, що впливають на енергоефективність, а також на постійне покращення; бізнес-процеси, пов'язані з енергоменеджментом, чітко визначені і перевіряються, як з боку внутрішніх, так і зовнішніх аудиторів, включаючи можливість сертифікації; безперервний і планований процес енергоменеджменту, що має певні параметри порівняння (базові лінії) для досягнутих результатів і документовані енергоцілі; підхід, заснований на кращій світовій практиці, який продовжує удосконалювати міжнародна організація.

Стандарт ISO 50001 як один із інструментів енергоменеджменту допомагає створити основу для інтеграції енергоефективності у практику управління підприємством, більш ефективно використовувати існуючі енергоактиви. Завдяки стандарту досягається прозорість у сфері управління енергетичними ресурсами, можна оцінювати пріоритетність впровадження нових енергозберігаючих технологій [8].

Концептуальні засади стандарту ISO 50001 полягають у тому, що повинна впроваджуватися не програма заходів, а система менеджменту з механізмами проведення моніторингу, планування, аналізу, контролю та коригуючих дій. Ключовими елементами стандарту є [9], [10]:

- 1) енергетична політика, яка розробляється вищим керівництвом підприємства;
- 2) цілі та задачі в області енергоменеджменту;
- 3) плани реалізації цілей та задач;
- 4) забезпечення ресурсами і повноваженнями представників Управління енергетичного менеджменту міста;
- 5) періодичний енергетичний аналіз організації;
- 6) встановлення базових ліній енергоспоживання;
- 7) встановлення індикаторів енергоефективності, що в сукупності з базовою лінією, дозволяють оцінити зміни в енергоспоживанні;
- 8) операційний контроль і процедури в частині суттєвого енергоспоживання;
- 9) вимірювання і документування енергоменеджменту;
- 10) періодичний аналіз функціонування системи енергоменеджменту зі сторони керівництва.

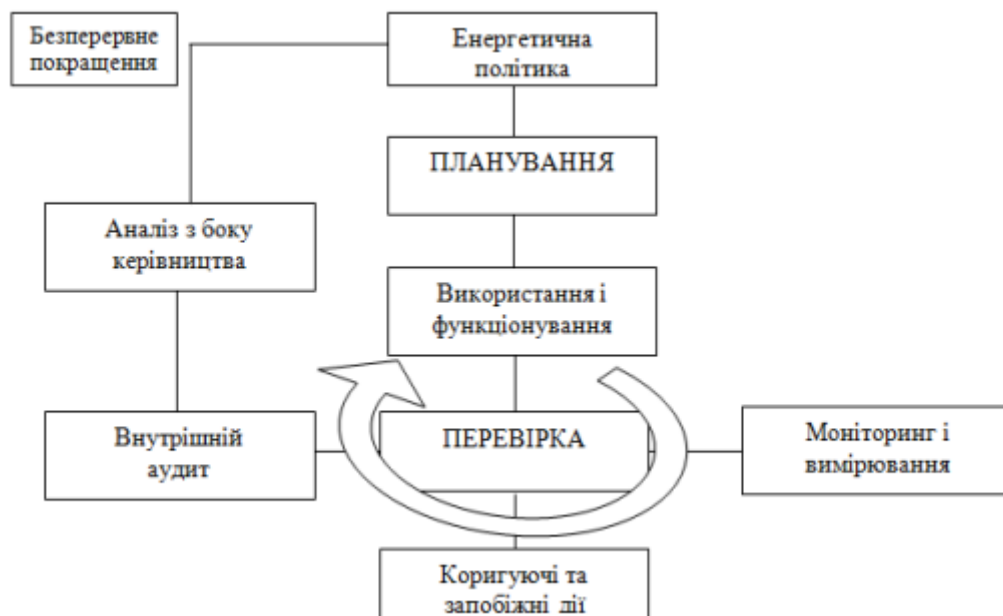


Рисунок 2.1 – Модель циклу PDCA

Основна ідея вирішення проблеми підвищення рівня енергоефективності об'єктів міста полягає у послідовному застосуванні системного підходу до енергоменеджменту. Додаткові можливості підвищення рівня енергоефективності можуть бути отримані на основі застосування стандартної методології PDCA (Plan–Do– Check–Act) (рис. 2.1), властивої всім добре відомим міжнародним стандартам (ISO 9001, 14001 та інші).

2.2 Процес енергетичного планування, що здійснюється органами впровадження систем енергетичного менеджменту

Процес енергетичного планування здійснюється органом впровадження системи енергоменеджменту у місті Запоріжжя – Управлінням енергетичного менеджменту у складі департаменту економічного розвитку Запорізької міської ради. В цілому, процес енергетичного планування передбачає в собі:

- збір, обробку та проведення аналізу інформації про обсяги споживання енергії/енергетичних ресурсів та комунальних послуг будівлями за поточний та попередні періоди;
- збір, обробку та проведення аналізу інформації про показники енергетичної ефективності будівель, перелік та стан впроваджених енергоефективних заходів;
- розрахунок та встановлення операційних цілей систем енергетичного менеджменту;
- визначення необхідних для досягнення цілей ресурсів та їх джерел;
- визначення та документальне оформлення операційних цілей, переліку та послідовності заходів для досягнення встановлених цілей;
- поточний та періодичний моніторинг виконання заходів та досягнення встановлених операційних та індикативних цілей;

- підготовку та подання Держенергоефективності звітної інформації про стан впровадження систем енергетичного менеджменту за формою, що розроблена ДАЕЕ.

За результатами енергетичного планування розробляється План діяльності систем енергетичного менеджменту. Планом визначаються операційні цілі систем енергетичного менеджменту, завдання системи енергетичного менеджменту, план впровадження енергоефективних заходів у будівлях, ключові показники результативності роботи систем енергетичного менеджменту та план заходів щодо досягнення операційних цілей та виконання ключових показників результативності. Операційні цілі систем енергетичного менеджменту повинні містити цільові показники скорочення обсягів споживання енергетичних ресурсів та комунальних послуг будівлями органу впровадження систем енергетичного менеджменту. Оцінка рівня досягнення цільових показників скорочення обсягів споживання енергії/енергетичних ресурсів та комунальних послуг будівлями органу впровадження систем енергетичного менеджменту здійснюється на основі базового рівня споживання енергетичних ресурсів та комунальних послуг відповідно до встановленого порядку.

Розрахунок базового рівня споживання енергетичних ресурсів та комунальних послуг здійснюється відповідно до Закону України «Про енергетичну ефективність». Відповідно до абзацу 4 частини 4 статті 12 Закону України «Про енергетичну ефективність». Базовий рівень енергетичної ефективності щодо будівель, які перебувають у власності або користуванні органів місцевого самоврядування, органів державної влади, визначається відповідно до методики, затвердженої центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель. [7]. Станом на сьогодні, Мінінфраструктури не затвердив вищезазначену методику. Враховуючи таку нормативно-правову прогалину, вирішено тимчасово (для цілей аналізу) використати норму Закону України «Про запровадження нових інвестиційних

можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації» [11].

Відповідно до пункту 1 частини першої статті 1 зазначеного Закону, базовий рівень споживання паливно-енергетичних ресурсів та житлово-комунальних послуг – усереднене значення обсягів річного споживання паливно-енергетичних ресурсів та житлово-комунальних послуг (у натуральних показниках) об'єктом енергосервісу із зазначенням обсягів споживання кожного виду паливно-енергетичних ресурсів та житлово-комунальних послуг середньорічних за три роки, що передують року, в якому здійснюється публічна закупівля енергосервісу. Джерелами інформації про обсяги споживання енергетичних ресурсів та комунальних послуг можуть бути: дані систем автоматизованого збору інформації, дані з рахунків за надання комунальних послуг, дані та покази приладів обліку, звіти про енергетичний аудит, енергетичні сертифікати тощо. Також, для визначення базового рівня споживання ПЕР, в цілях аналізу, можна використовувати методику, вказану в пункті 2.4.

2.3 Забезпечення функціонування системи енергетичного менеджменту

Безперервне циклічне функціонування системи СЕнМ включає оперативний контроль та аналіз показників енергоефективності, а також моніторинг реалізації енергоефективних проєктів. Для досягнення мети застосування процедури СЕнМ на відповідальних осіб покладаються наступні обов'язки :

- заступник міського голови з питань діяльності виконавчих органів ради:
- організовує загальну координацію роботи відповідного підрозділу департаменту економічного розвитку Запорізької міської ради, його

взаємодію з виконавчими органами ради, комунальними підприємствами та бюджетними установами;

- забезпечує представництво міста в перемовинах з органами державної влади, органами місцевого самоврядування, міжнародними організаціями та іншими інституціями з питань енергоефективності;
- організовує контроль за загальним станом енергоефективності організацій, установ, закладів та комунальних підприємств м. Запоріжжя, Власником (Засновником) яких є Запорізька міська територіальна громада та станом реалізації проектів з підвищення ефективності енергоспоживання.

Управління енергетичного менеджменту у складі департаменту економічного розвитку Запорізької міської ради:

в частині енергомоніторингу та контролю:

- забезпечує проведення поточного аналізу споживання енергії/енергетичних ресурсів та комунальних послуг за будівлями виявлення причини відхилень від норми та їх усунення;
- здійснює енергомоніторинг в будівлях за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, контроль та оцінку показників ефективності використання енергетичних ресурсів та комунальних послуг;
- здійснює контроль за проведенням інвентаризації будівель, які перебувають у володінні та/або користуванні (господарському віданні, оперативному управлінні) або належать до сфери управління Запорізької міської територіальної громади, із внесенням експлуатаційних та енергетичних характеристик до бази даних будівель;
- здійснює контроль за технічним станом будівель та впровадженням енергоефективних заходів;
- здійснює збір, внесення та актуалізацію в базі даних будівель відомостей щодо експлуатаційних та енергетичних характеристик;

- здійснює подання необхідних відомостей до бази даних національного фонду будівель відповідно до Закону України «Про енергетичну ефективність будівель» [7];
- забезпечує сертифікацію енергетичної ефективності будівель відповідно до Закону України «Про енергетичну ефективність будівель»;
- здійснює забезпечення обміну інформацією та публікацію інформації про споживання енергії/енергетичних ресурсів та комунальних послуг; в частині енергетичного планування:
- здійснює енергетичне планування, прогнозування споживання енергетичних ресурсів;
- визначає потенціал економії енергії/енергетичних ресурсів та комунальних послуг у будівлях;
- здійснює аналіз та погодження планів заходів (пропозиції) по впровадженню енергозберігаючих заходів та енергоефективних проектів на об'єктах бюджетної сфери для подальшого планування фінансування та затвердження відповідних програм Запорізькою міською радою;
- здійснює контроль за досягненням індикативних та операційних цілей систем енергетичного менеджменту;
- виконує розрахунки базових рівнів споживання енергії/енергетичних ресурсів та комунальних послуг у будівлях;
- здійснює аналіз та погодження пропозицій перегляду встановлених лімітів споживання енергетичних ресурсів та комунальних послуг;
- проводить моніторинг публічних закупівель енергоспоживчої продукції (товарів, енергії) та послуг, пов'язаних із споживанням енергії, з дотриманням критеріїв енергоефективності;
- здійснює моніторинг, розрахунки і оцінку показників ефективності використання енергетичних ресурсів;
- розробляє системи мотивації ефективного енергоспоживання;

- здійснює підготовку і контролює виконання передбачених законодавством процедур щодо забезпечення енергосервісу у відповідних будівлях (у разі наявності діючих енергосервісних договорів);
- здійснює контроль за підготовкою до укладення договорів з підприємствами – постачальниками енергії/енергетичних ресурсів та комунальних послуг у межах затверджених лімітів споживання енергії/енергетичних ресурсів та комунальних послуг;
- розробляє, розповсюджує та впроваджує інформаційні матеріали та навчальні програми, спрямовані на формування відповідального та ощадного ставлення до споживання енергетичних ресурсів та комунальних послуг;
- забезпечує навчання персоналу структурних підрозділів та енергоменеджерів бюджетних установ.

Керівники та особи, відповідальні за впровадження СЕнМ та здійснення енергомоніторингу виконавчих органів Запорізької міської ради, яким підпорядковані організації, установи, заклади та комунальні підприємства м. Запоріжжя, власником яких є Запорізька міська територіальна громада:

- організовують роботу підпорядкованих організацій, установ, закладів та комунальних підприємств в частині впровадження СЕнМ та ведення енергомоніторингу;
- узагальнюють списки енергоменеджерів підпорядкованих організацій, установ, закладів та комунальних підприємств, які надаються до департаменту економічного розвитку Запорізької міської ради із зазначенням необхідних реквізитів та контактів (назва підпорядкованого підприємства, організації, установи та закладу, П.І.Б., посада, номери стаціонарного та мобільного телефонів, електронна адреса). У разі внесення змін до відповідної інформації інформують департамент економічного розвитку Запорізької міської ради протягом десяти робочих днів з моменту внесення таких змін;

- здійснюють контроль внесення відповідних змін та доповнень до посадових інструкцій призначених осіб в частині виконання функцій енергоменеджерів, визначених даним Положенням;
- здійснюють контроль за виконанням енергоменеджерами підпорядкованих організацій, установ, закладів та комунальних підприємств покладених функцій;
- проводять аналіз ефективності використання енергоресурсів по відношенню до аналогічного періоду минулого року;
- здійснюють документований облік наявності і технічного стану приладів обліку енергетичних (газ, тепла енергія, електрична енергія) та комунальних (холодна та гаряча вода) ресурсів та енергоспоживаючого обладнання (паспорти, акти технічних перевірок, пломбувань тощо);
- здійснюють контроль за технічним станом будівель, проводять періодичні огляди підпорядкованих об'єктів з питань дотримання організаційних заходів з енергозбереження та визначають проблемні місця за результатами оглядів;
- щорічно до визначеного терміну розробляють та надають до департаменту економічного розвитку Запорізької міської ради план заходів (пропозиції) по впровадженню енергозберігаючих заходів та енергоефективних проектів, у тому числі капітальні та поточні ремонти, на об'єктах на наступний рік та щокварталу інформують департамент економічного розвитку Запорізької міської ради про їх виконання;
- контролюють ефективність реалізації проектів з підвищення ефективності енергоспоживання;
- здійснюють визначення потенційних об'єктів енергосервісу, які потребують впровадження енергоефективних заходів, та щоквартально надають відповідну інформацію до департаменту економічного розвитку Запорізької міської ради;

- за наявності укладеного енергосервісного договору (ЕСКО контракт) здійснюють моніторинг його реалізації та щомісячно надають інформацію щодо досягнутої економії енергоресурсів до департаменту економічного розвитку Запорізької міської ради;
- здійснюють підготовку та/або укладення договорів з підприємствами - постачальниками енергії, енергетичних ресурсів та комунальних послуг у межах затверджених лімітів споживання;
- проводять інвентаризацію будівель, які перебувають у володінні та/або користуванні (господарському віданні, оперативному управлінні) або належать до сфери їх управління, контролюють внесення експлуатаційних та енергетичних характеристик до бази даних будівель;
- проводять розрахунки базових рівнів споживання енергії/енергетичних ресурсів та комунальних послуг будівлями.

Керівники та особи, відповідальні за впровадження СЕнМ та здійснення енергомоніторингу організацій, установ, закладів та комунальних підприємств м. Запоріжжя, власником яких є Запорізька міська територіальна громада та підпорядкованих виконавчим органам Запорізької міської ради:

- здійснюють збір, внесення та актуалізацію в базі даних будівель відомостей щодо експлуатаційних та енергетичних характеристик будівель;
- здійснюють систематичний оперативний контроль за споживанням енергетичних ресурсів за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення;
- здійснюють збір та внесення даних про енергоспоживання та умови мікроклімату в приміщеннях, а також про виникнення аварійних ситуацій;
- беруть участь у контролі за виконанням технічного обслуговування інженерних систем, а також інших заходів, пов'язаних з підвищенням ефективності енергоспоживання;

- надають пропозиції щодо підвищення ефективності енергоспоживання на своєму об'єкті;
- ведуть документований облік наявності і технічного стану приладів обліку енергетичних ресурсів та енергоспоживаючого обладнання (паспорти, акти технічних перевірок, пломбувань тощо).
- забезпечують енергоефективну експлуатацію високотехнологічного обладнання.

Фінансове забезпечення організаційних та технічних заходів з енергоефективності в організаціях, установах, закладах та комунальних підприємствах м. Запоріжжя здійснюється відповідно до бюджетних програм, а також шляхом залучення коштів міжнародних фінансових організацій та міжнародної технічної допомоги. Проведення публічних закупівель енергоспоживчої продукції (товарів, енергії) та послуг, пов'язаних із споживанням енергії, здійснюється відповідно до Закону України «Про публічні закупівлі» [12].

2.4 Розроблення системи стимулювання впровадження систем енергетичного менеджменту в органах місцевого самоврядування

Системи стимулювання відіграють важливу роль в організації робочого процесу. Створення системи і стимулювання праці для будь-якої організації – дуже специфічний і складний процес, що вимагає професійного розуміння суті трудової мотивації, знань і досвіду розробки, вживання методів винагороди персоналу [13].

У концепціях людських відносин і особливо – людських ресурсів, зміст стимулу зазнав значних змін в результаті його націленості не стільки на саму працю (як в класичній концепції), скільки на людину, її якості – основні джерела активності персоналу і, перш за все, її інтереси і потреби. Урахування індивідуальних, особистісних якостей працівників змінив зміст процесу

стимулювання, який став ґрунтуватися не лише на нормуванні й організації праці, але і на аналізі того, що очікується персоналом від запропонованих системою управління стимулів, з врахуванням їх актуальності для задоволення зростаючих потреб тих, хто працює [14].

Сучасні власники, керівники, і менеджери всіх рівнів в рамках своїх посадових функцій повинні розуміти і враховувати в управлінській діяльності, що на діяльність конкретного працівника в процесі праці значний вплив мають різні мотиви, потреби, стимули, цілі. Матеріальна винагорода у вигляді оплати праці, використання різних видів трудових і соціальних пільг, безсумнівно, робить істотний вплив на активність персоналу і його інтерес до роботи. Однак, як показують різні дослідження, на ефективність діяльності персоналу, співробітників підприємств впливають й інші умови. Усі ці елементи ставляться до процесу стимулювання та мотивації праці, або системі стимулювання та мотивації праці персоналу [15], [16].

У місті Запоріжжя впроваджено систему енергоменеджменту. У якості стимулювання подальшого впровадження такої системи в органах місцевого самоврядування пропонується впровадити систему використання економії коштів, що виникла в результаті функціонування системи енергетичного менеджменту, або так звану «енергоефективну премію». Таким чином, система енергоменеджменту, за умови коректного функціонування, може довести свою ефективність та економічну привабливість роботи для працівників. Для впровадження даного виду стимулювання рекомендується прийняти наступні рішення.

- 1) Обрати декілька об'єктів (будинків, закладів), що будуть виступати у ролі так званого «пілотного проекту громади».
- 2) Рішенням міської ради затвердити базові рівні споживання ресурсів на цих об'єктах. Це пов'язано з необхідністю обрахунку фактичної економії паливно-енергетичних ресурсів. Для затвердження базових рівнів пропонується створити і затвердити Методику визначення базових рівнів.

- 3) Рішенням міської ради затвердити Порядок використання економії коштів, що виникла в результаті функціонування системи енергетичного менеджменту в органі місцевого самоврядування.

Методика затвердження базових рівнів необхідна для визначення базових рівнів споживання паливно-енергетичних та комунальних ресурсів. Основною метою застосування методики є орієнтація управлінської та господарчої діяльності установ Запоріжжя на раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів, комунальних послуг та енергоносіїв (в тому числі: тепла енергія, природний газ, вугілля, дрова, альтернативні види палива, холодна та гаряча вода, електроенергія, умови мікроклімату, далі все разом – ПЕР), контроль виконання норм законодавства у сфері енергозбереження, енергоефективності.

Головною складовою частиною оцінки ефективності енергозберігаючих заходів є визначення базового рівня споживання ПЕР.

Базовий рівень споживання ПЕР є основою для:

- планування витрат на ПЕР та визначення обґрунтованих лімітів споживання ПЕР;
- розрахунку економічного ефекту від впровадження заходів з підвищення рівня енергоефективності основних фондів громади;
- оцінки ефективності системи енергетичного менеджменту громади;
- стимулювання енергоефективної поведінки.

Методику визначення базового рівня споживання паливно-енергетичних ресурсів, комунальних послуг та енергоносіїв закладів бюджетної сфери Запоріжжя застосовують для визначення базових рівнів споживання таких ПЕР:

- тепла енергія;
- природний газ;
- електроенергія;
- холодна вода;
- гаряча вода.

Базові рівні споживання гарячої води визначаються тільки за умов централізованого гарячого водопостачання. Базові рівні споживання інших видів ПЕР (вугілля, дрова, альтернативні види палива, інші види ПЕР) визначається за окремими методиками.

Базові рівні споживання ПЕР (далі – базовий рівень) повинні враховувати вимоги державних будівельних норм, правил та норм утримання (експлуатації) будівель, споруд, інженерних мереж, енергоспоживчого та енергогенеруючого устаткування, вимоги санітарних норм і правил для установ бюджетної сфери.

Базовий рівень визначається для кожного місяця базового (нормативного року). Першим базовим (нормативним) роком в цілях розрахунку приймається 2021 рік. За умови відсутності даних, енергоменеджер громади приймає за базовий (нормативний) рік інший календарний рік в межах попереднього трирічного періоду відносно 2021 року. Базовий (нормативний) рік змінюється кожні три роки.

Базовий рівень має наступні принципи визначення:

- відносно установи (незалежного від кількості будівель);
- відносно кожного виду ПЕР;
- виключно за показниками вузлів (приладів) комерційного обліку.

Якщо споживання одного виду ПЕР відбувається із використанням декількох вузлів (приладів) комерційного обліку в одній будівлі та/або у декількох будівлях однієї установи та/або із використанням вузлів (приладів) розподільного обліку, базовий рівень дорівнює показникам споживання, що визначаються відповідно до вимог законодавства про комерційний облік відповідних видів ПЕР.

Базовий рівень не визначається:

- для ПЕР, облік споживання яких здійснюється розрахунковим шляхом (без використання вузлів (приладів) комерційного обліку);
- для установ, що ліквідовано та/або перебувають у стадії ліквідації;

- для установ, що не функціонували протягом всього базового (нормативного) року;
- якщо інформація за усіма або частинами показників, зазначених в Методиці, відсутня (відсутня проектна документація, нова будівля, інші причини).

Базовий рівень кожного виду ПЕР складається із 2 складових:

- показник фактичного споживання ПЕР за даними відповідного вузла (приладу) комерційного обліку;
- нормалізуючі показники, що дозволяють приводити розрахунки щодо економії споживання ПЕР до співставних (нормалізованих) умов нормативного року.

Першоджерелом даних щодо показників споживання ПЕР є система енергомоніторингу. За відсутності даних системи енергомоніторингу, показники споживання ПЕР визначаються за первинними документами бухгалтерського обліку (акти та/або рахунки щодо виконаних (наданих) послуг, поставки, продажу ПЕР, протоколи, відомості енерго-, ресурсоспоживання).

Нормалізуючі показники, що використовуються для розрахунків економії споживання ПЕР, повинні ґрунтуватися на достовірній інформації із:

- системи енергомоніторингу;
- звітних, аналітичних, бухгалтерських документів установи, що споживає ПЕР та/або відповідного розпорядника вищого рівня;
- офіційних порталів підприємств, державних установ, що уповноважені на збір, аналіз та оприлюднення статистичних даних [17].

Базовий рівень споживання установою кожного виду ПЕР має річний вимір із деталізацією (розбивкою) відносно кожного місяця базового (нормативного) року. Базовий рівень споживання теплової енергії складається із щомісячних даних:

- показників фактичного споживання теплової енергії за вузлом (приладом) комерційного обліку теплової енергії, Гкал, тривалості опалювального періоду (за даними установи), діб;
- температура зовнішнього повітря (середнє значення місячної температури за даними Укргідрометцентру), град. С;
- температура повітря в приміщенні (середнє значення місячної температури за показниками засобів вимірювальної техніки установи та/або системи енергомоніторингу), град. С.

Базовий рівень споживання природного газу складається із щомісячних даних:

- показників фактичного споживання природного газу за приладом комерційного обліку газу, куб. м;
- тривалість опалювального періоду (за даними установи), діб;
- температура зовнішнього повітря (середнє значення місячної температури за даними Укргідрометцентру України), град. С;
- температура повітря в приміщенні (середнє значення місячної температури за показниками засобів вимірювальної техніки установи та/або системи енергомоніторингу), град. С.

Базовий рівень споживання електроенергії складається із щомісячних даних:

- показників фактичного споживання електроенергії за приладом комерційного обліку електроенергії, кВт·год;
- кількість робочих днів установи (за даними установи), діб;
- кількість перебуваючих осіб (штатного персоналу та профільних відвідувачів) в установі (у середньому за місяць за звітними даними установи), осіб.

Базовий рівень споживання холодної води складається із щомісячних даних:

- показників фактичного споживання холодної води за вузлом (приладом) комерційного обліку холодної води, куб. м.;

- кількість робочих днів установи (за даними установи), діб;
- кількість перебуваючих осіб (штатного персоналу та профільних відвідувачів) в установі (у середньому за місяць за звітними даними установи), осіб.

Базовий рівень споживання гарячої води складається із щомісячних даних:

- показників фактичного споживання гарячої води за вузлом (приладом) комерційного обліку гарячої води, куб. м.;
- кількість робочих днів установи (за даними установи), діб;
- кількість перебуваючих осіб (штатного персоналу та профільних відвідувачів) в установі (у середньому за місяць за звітними даними установи), осіб.

Після затвердження Методики по визначенню базових рівнів пропонується впровадити систему матеріального стимулювання - використання економії коштів, що виникла в результаті функціонування системи енергетичного менеджменту. З метою виконання даного стимулювання пропонується розробити та затвердити Порядок використання економії коштів, що виникла в результаті функціонування системи енергетичного менеджменту (далі Порядок). Розрахунок досягнутої економії коштів, що виникла в результаті функціонування системи енергетичного менеджменту (далі – економія коштів), пропонується здійснювати Управлінням енергетичного менеджменту із залученням відділу економічно-фінансової діяльності та енергоменеджерів об'єктів енергоменеджменту. Нижче наведено основні пункти, правила та розрахунки Положення.

Розподіл досягнутої економії коштів здійснюється щоквартально протягом 30 календарних днів після закінчення відповідного періоду (кварталу). Розподіл досягнутої економії коштів здійснюється за умови:

- 1) встановлених обґрунтованих базових рівнів витрат енергії та комунальних послуг для об'єктів енергоменеджменту;

- 2) систематичного достовірного обліку витрат енергії та комунальних послуг, що здійснюється на підставі даних контрольно-вимірювальних приладів;
- 3) дотримання санітарних правил і норм та правил технічної експлуатації інженерних мереж.

Базові рівні споживання енергії та відповідна досягнута економія коштів для процесів та транспорту встановлюються на основі даних системи енергетичного менеджменту відповідно до ДСТУ ISO 50001:2020 Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання.

Базові рівні споживання енергії та комунальних послуг для будівель об'єктів енергоменеджменту визначаються відповідно до методики, затвердженої центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель.

Розподіл досягнутої економії коштів здійснюється лише за умови, коли зниження витрат енергії та комунальних послуг досягається без погіршення умов перебування осіб в приміщеннях, порушення санітарно-гігієнічних та інших експлуатаційних та будівельних норм (вимог, стандартів) до енергоспоживчого (енергогенеруючого) устаткування, споруд, будівель, інженерних систем (мереж). Контроль дотриманням зазначених умов та норм здійснюється Управлінням енергетичного менеджменту міста, енергоменеджерами об'єктів енергоменеджменту відповідно до Положення про систему енергетичного менеджменту в органі місцевого самоврядування.

Якщо протягом періоду, що аналізується, будь-який з приладів обліку якийсь час не функціонував (вийшов з ладу, знаходився на повірці, був розпломбований або знятий тощо), фактичне споживання у зазначений період може бути розраховане лише на підставі підтверджуючих документів від виконавців комунальних послуг, завірених належним чином і поданих до Управлінням енергетичного менеджменту енергоменеджером у звітний період.

Досягнута економія коштів може використовуватись для фінансування заходів з підвищення енергоефективності та розвитку відновлюваних джерел енергії, інформаційних та організаційних заходів з питань енергоефективності та розвитку відновлюваних джерел енергії, преміювання осіб, які задіяні в системі енергетичного менеджменту тощо.

Преміювання осіб за досягнуту економію коштів здійснюється додатково до інших премій, встановлених за основну діяльність працівників. Преміювання має індивідуальний характер відносно осіб, які задіяні в системі енергетичного менеджменту, а показники, умови і розмір преміювання повинні бути конкретними, тобто кожен працівник повинен знати за досягнення яких результатів він може отримати премію.

Преміюванню підлягають наступні посадові (службові) особи:

- заступник міського голови з питань діяльності виконавчих органів ради;
- працівники Управління енергетичного менеджменту;
- енергоменеджери об'єктів енергоменеджменту;
- особи, відповідальні за внесення інформації щодо обсягів спожитих паливно-енергетичних ресурсів та умов мікроклімату в будівлях до електронної системи енергомоніторингу;
- інші посадові (службові) особи, визначені заступником міського голови або керівником об'єкту енергоменеджменту, які сприяли зниженню споживання енергії та комунальних послуг.

Також необхідно розробити механізм розподілу коштів, що виникли в результаті функціонування системи енергоменеджменту.

Досягнута економія коштів на об'єкті енергоменеджменту розподіляється наступним чином:

- 30% залишається в бюджеті Запорізької територіальної громади і використовуються на впровадження заходів з підвищення енергоефективності та розвитку відновлюваних джерел енергії у громаді, просвітницькі заходи з питань енергоефективності та розвитку відновлюваних джерел енергії (проведення днів сталої енергії,

виготовлення поліграфічної продукції, реалізація навчальних програм, стажування тощо), преміювання заступника міського голови, працівників Управління енергетичного менеджменту;

- 70% використовуються об'єктом енергоменеджменту на впровадження заходів з підвищення енергоефективності, розвитку відновлюваних джерел енергії та/або фінансування інвестиційних програм в частині енергоефективності об'єкту енергоменеджменту, розвиток матеріально-технічної бази та просвітницькі заходи на об'єкті енергоменеджменту, підвищення рівня знань та навичок у сфері енергоефективності та розвитку відновлюваних джерел енергії, особистісного та професійного розвитку працівників об'єкту енергоменеджменту, преміювання енергоменеджерів та відповідальних осіб, інших посадових (службових) осіб, які сприяли зниженню споживання енергії та комунальних послуг.

Преміювання осіб, здійснюється в залежності від особистого вкладу в досягнення економії енергії та комунальних послуг у розмірі до 0,5 посадового окладу 1 раз на квартал.

Сума премій енергоменеджера, відповідальних осіб та інших посадових (службових) осіб, які сприяли зниженню споживання енергії та комунальних послуг на об'єкті енергоменеджменту, не може перевищувати 30% від досягнутої економії коштів на відповідному об'єкті енергоменеджменту.

Сума преміювання заступника міського голови, працівників Управління енергетичного менеджменту не може перевищувати 10% досягнутої економії коштів у громаді.

Управління енергетичного менеджменту:

- до 10 числа місяця, що триває за звітним кварталом, узагальнює пропозиції (із відповідними розрахунками) усіх об'єктів енергоменеджменту щодо преміювання;
- до 20 числа місяця, що триває за звітним кварталом, перевіряє розрахунки в частині коректності вихідних даних, дотримання методології розрахунків, обмежень та умов згідно із даним Порядком;

- до 25 числа місяця, що триває за звітним кварталом, узгоджує розмір премій із структурним підрозділом з економічно-фінансової діяльності з врахуванням вимог цього Порядку та норм бюджетного законодавства.

Подальші процедури подання, погодження, затвердження (встановлення) та нарахування (виплати) премій відносно кожної посадової (службової) особи відбуваються за встановленими порядками (положеннями) про преміювання відповідно до чинного законодавства та нормативних актів міської ради.

Перерозподіл видатків та використання коштів від досягнутої економії коштів на преміювання відбувається щоквартально протягом 45 календарних днів після закінчення кварталу відповідно до порядків, встановлених для нарахування та виплати премій відповідним особам.

Перерозподіл видатків та використання коштів від досягнутої економії на покращення матеріального стану об'єкту енергоменеджменту, здійснення заходів з підвищення енергоефективності, розвитку відновлюваних джерел енергії та/або фінансування інвестиційних програм з енергоефективності відбувається двічі на рік у липні та грудні з врахуванням фактичних невикористаних залишків бюджетних призначень за погодженням із відділом з економічно-фінансової діяльності. У таблицях 2.1 та 2.2 представлено розрахунок фактичної економії енергії та комунальних послуг у вибраній будівлі. Такий розрахунок пропонується застосовувати до «пілотних» об'єктів громади.

Таблиця 2.1 — Розрахунок фактичної економії енергії та комунальних послуг

Вид енергії/комунальної послуги	Формула	Одиниці виміру
Теплова енергія	$\Delta Q_{\text{нат.}}^i = Q_{\text{баз.}}^i - Q_{\text{факт.}}^i$	Гкал
Електрична енергія	$\Delta W_{\text{нат.}}^i = W_{\text{баз.}}^i - W_{\text{факт.}}^i$	кВт·год
Холодна вода	$\Delta G_{\text{хв.нат.}}^i = G_{\text{хв.баз.}}^i - G_{\text{хв.факт.}}^i$	м³
Гаряча вода	$\Delta G_{\text{гв.нат.}}^i = G_{\text{гв.баз.}}^i - G_{\text{гв.факт.}}^i$	м³
...		

де:

$\Delta Q_{\text{нат.}}^i, \Delta W_{\text{нат.}}^i, \Delta G_{\text{хв.нат.}}^i, \Delta G_{\text{гв.нат.}}^i$ – фактична економія теплової енергії, електроенергії, холодної та гарячої води за i -тий період року відповідно у натуральному вираженні;

$Q_{\text{баз.}}^i, W_{\text{баз.}}^i, G_{\text{хв.баз.}}^i, G_{\text{гв.баз.}}^i$ – базові рівні витрат теплової енергії, електроенергії, холодної та гарячої води за i -тий період року відповідно у натуральному вираженні (приведені до умов розрахункового періоду);

$Q_{\text{факт.}}^i, W_{\text{факт.}}^i, G_{\text{хв.факт.}}^i, G_{\text{гв.факт.}}^i$ – фактичні витрати теплової енергії, електроенергії, холодної та гарячої води за i -тий період року відповідно у натуральному вираженні.

Таблиця. 2.2 – Розрахунок досягнутої економії коштів

Вид енергії/комунальної послуги	Формула	Од. вим.
Теплова енергія	$\Delta Q_{\text{УАН}}^i = \Delta Q_{\text{нат.}}^i \cdot T_{\text{т.е.факт.}}^i$	грн
Електрична енергія	$\Delta W_{\text{УАН}}^i = \Delta W_{\text{нат.}}^i \cdot T_{\text{е.е.факт.}}^i$	
Холодна вода	$\Delta G_{\text{хв.УАН}}^i = \Delta G_{\text{хв.нат.}}^i \cdot T_{\text{хв.факт.}}^i$	
Гаряча вода	$\Delta G_{\text{гв.УАН}}^i = \Delta G_{\text{гв.нат.}}^i \cdot T_{\text{гв.факт.}}^i$	
...		
Досягнута економія коштів	$\Delta E_{\text{УАН}}^i = \Delta Q_{\text{УАН}}^i + \Delta W_{\text{УАН}}^i + \Delta G_{\text{хв.УАН}}^i + \Delta G_{\text{гв.УАН}}^i$	грн

де:

$\Delta Q_{\text{УАН}}^i, \Delta W_{\text{УАН}}^i, \Delta G_{\text{хв.УАН}}^i, \Delta G_{\text{гв.УАН}}^i$ – фактична економія теплової енергії, електроенергії, холодної та гарячої води за i -тий період року відповідно у грошовому вираженні;

$T_{\text{факт.}}^i$ – поточна вартість (тариф) на відповідний вид енергії/комунальної послуги в i -тому періоді року;

$\Delta E_{\text{УАН}}^i$ - досягнута економія коштів за i -тий період року.

Висновки до розділу 2

1. Розробка та впровадження Положення про систему енергетичного менеджменту у місті Запоріжжя сформує комплексний підхід до впровадження міської системи енергетичного менеджменту. Положення забезпечить більш ефективне споживання паливно-енергетичних ресурсів, допоможе ефективно розподіляти кошти, та залучати заощаджені кошти на фінансування енергоефективних програм. Основною метою застосування положення є орієнтація управлінської та господарчої діяльності установ Запоріжжя на раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів, комунальних послуг та енергоносіїв

2. Пропонується впровадити систему стимулювання енергоменеджерів. Згідно цієї системи, енергоменеджери будуть матеріально винагороджені, за умови заощадження паливно-енергетичних ресурсів у «своїй» установі.

3 ВПРОВАДЖЕННЯ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОМОНІТОРИНГУ БУДІВЕЛЬ У М. ЗАПОРІЖЖЯ

3.1 Організація збору даних та виявлення відхилень у щоденній роботі будівель

Енергетичний моніторинг надає можливість дослідити потенціал енергозбереження в кожному звітному періоді з урахуванням виділених фінансових ресурсів. Дозволяє відстежити, проаналізувати та запланувати впровадження енергозберігаючих заходів, підготувати необхідну інформацію для формування управлінських рішень. Метою запровадження моніторингу споживання енергетичних ресурсів є оцінка ефективності використання енергоносіїв, а також пошуку можливостей зниження витрат на енергетичні ресурси. Основними функціями енергетичного моніторингу є:

- збір даних;
- верифікація даних;
- аналіз даних.

Впровадження енергетичного моніторингу потребує найменших витрат, але ефект може бути дуже відчутним, навіть без впровадження капітальних заходів. Як показує практика (в тому числі і у місті Запоріжжі), впровадження енергомоніторингу дозволяє скоротити річний обсяг витрат на оплату енергоносіїв на 5-12% [18].

Постійний контроль над витратою паливно-енергетичних ресурсів дозволяє:

- виявити джерела невиробничих втрат енергоресурсів;
- оптимізувати режим експлуатації будівлі та обладнання;
- своєчасно виявити відхилення в енергоспоживанні, викликані технічними проблемами, що виникають при експлуатації будівель та обладнання;

- забезпечити оперативність дій щодо усунення причин завищеного енергоспоживання;
- провести оцінку ефективності впровадження енергозберігаючих проектів;
- забезпечити створення та поглиблення навичок з енергозбереження в експлуатаційного персоналу.

Енергомоніторинг довів, що він не тільки корисний інструмент після реалізації проекту з енергоефективності, але і протягом всього терміну експлуатації будівлі. В доповнення до виявлення та усунення надлишкового споживання енергії і води, енергомоніторинг дозволяє власнику будівлі та експлуатаційному персоналу забезпечити більш правильну експлуатацію технічних установок, документування результатів енергозберігаючих заходів, допомогу у виявленні будівель з найбільшим потенціалом підвищення енергоефективності тощо [19].

Моніторинг енергоспоживання здійснюється за допомогою системи обліку ПЕР, включаючи:

- прилади обліку теплової енергії;
- прилади обліку електроенергії;
- прилади обліку води;
- прилади обліку гарячої води;
- прилади обліку природного газу;
- прилади для вимірювання температури зовнішнього повітря та повітря всередині будівлі.

Здійснення моніторингу фактичного споживання енергоресурсів організаціями, установами, закладами та комунальними підприємствами м. Запоріжжя регулюється відповідною Постановою. Згідно даної постанови формуються принципи роботи енергоменеджерів міста з спеціалізованою автоматизованою інформаційної системи моніторингу споживання паливно-енергетичних ресурсів (далі – АІС) у режимі щоденного контролю за

показниками приладів обліку енергетичних ресурсів на будівлях об'єктів комунальної власності Запорізької міської територіальної громади.

Положення встановлює вимоги до керівників та працівників організацій, установ, закладів та комунальних підприємств м. Запоріжжя, власником яких є Запорізька міська територіальна громада щодо моніторингу фактичного споживання енергоресурсів за допомогою АІС, що дозволяє здійснювати аналіз та оцінку стану використання енергетичних ресурсів, виявляти факти їх нераціонального використання, потенціал економії та забезпечити системний підхід до постійного підвищення енергетичних параметрів будівель об'єктів комунальної власності Запорізької міської територіальної громади.

Об'єктом енергомоніторингу є будівля, окреме приміщення будівлі, що знаходиться в користуванні відповідних установ і де ведеться відокремлений облік споживання енергоресурсів (далі – Будівля). У разі, якщо приміщення Будівлі знаходяться у користуванні декількох установ, що не мають відокремленого обліку енергоспоживання, енергомоніторинг здійснюється установою, в оперативному управлінні або господарському віданні якої знаходиться така Будівля, при цьому враховується енергоспоживання всіх користувачів будівлі. У випадку, коли декілька окремих Будівель однієї Установи мають загальну точку обліку споживання енергоресурсів, моніторинг може здійснюватися за сумарними показниками, або за диференційованими показниками відповідно до розмірів будівель, їх площин тощо. Енергомоніторинг ведеться на підставі показів приладів обліку за обсягами споживання енергетичних ресурсів (газ, теплова енергія, електрична енергія, холодна та гаряча вода).

Комерційний, у тому числі розподільний, облік послуг з постачання теплової енергії, постачання гарячої води, централізованого водопостачання забезпечується відповідно до Закону України «Про комерційний облік теплової енергії та водопостачання» [20].

Всі прилади обліку, за допомогою яких здійснюється контроль споживання енергоресурсів, повинні бути сертифіковані на території України відповідно до чинного законодавства.

У місті Запоріжжя наявна система розподілу енергоменеджерів (за напрямками, кількістю об'єктів у підпорядкуванні, районна тощо). Енергомоніторинг на об'єктах організацій, установ, закладів та комунальних підприємств м. Запоріжжя виконується на 3 рівнях управління за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення моніторингу за фактичним споживанням енергоресурсів.

- відповідальний за енергомоніторинг 3 рівня – особа призначена керівником підприємства, організації, установи та закладу м. Запоріжжя, підпорядкованих виконавчим органам Запорізької міської ради, яка забезпечує моніторинг за фактичним споживанням енергоресурсів безпосередньо на об'єкті енергомоніторингу;
- відповідальний за енергомоніторинг 2 рівня – особа призначена керівником виконавчого органу Запорізької міської ради, яка забезпечує організацію роботи підпорядкованих підприємств, організацій, установ та закладів в частині ефективного споживання енергоресурсів та ведення енергомоніторингу;
- відповідальний за енергомоніторинг 1 рівня – фахівець департаменту економічного розвитку Запорізької міської ради, який забезпечує функціонування АІС та надає необхідну консультативну підтримку з питань використання спеціалізованого програмного забезпечення.

Відповідальні за енергомоніторинг 3 рівня забезпечують:

- Збір інформації про стан споживання енергоресурсів в Будівлях та надання її за вимогою відповідальним за енергомоніторинг наступних рівнів.
- Щоденне (в робочі дні тижня, з 11:00 до 13:00 години) зняття показників споживання енергетичних ресурсів з наявних приладів обліку

(лічильників) та внесення їх до АІС в той самий день, не пізніше 16:00 години.

Для об'єктів моніторингу, на яких не передбачений приладний облік споживання теплової енергії та річний обсяг споживання не перевищує 2500 кВт·год, води 15 м³, за погодженням з відповідальним за енергомоніторинг 1 рівня, допускається моніторинг з періодичністю один раз на тиждень, з наданням показів в останній робочий день тижня.

- Систематичний оперативний контроль за споживанням енергетичних ресурсів. У разі відхилення понад 10% від споживання за попередню добу, з'ясовується причина відхилення та інформується керівник Установи.
- Щоденну фіксацію середньофактичної внутрішньої температури у приміщеннях Будівель під час опалювального періоду для контролю дотримання вимог санітарно-гігієнічних нормативів в Будівлях.
- Документований облік наявності і технічного стану приладів обліку енергетичних ресурсів та енергоспоживаючого обладнання (паспорти, акти технічних перевірок, пломбувань тощо).
- Щомісячне проведення порівняння обсягів спожитих енергоресурсів за виставленими рахунками з показниками фактичного споживання енергоресурсів та при наявності розбіжностей інформування відповідальних за енергомоніторинг 2 рівня.
- Щомісячне оновлення в АІС інформації щодо середньомісячної кількості присутніх осіб: дітей (ДНЗ), учнів (школи), хворих (лікарні), відвідувачів (поліклініки, заклади культури тощо) та окремо щодо загальної кількості присутніх людей (разом із штатними працівниками).
- Щорічно, до 01 лютого поточного року введення даних про затверджені ліміти на енергоресурси.
- За результатами закриття звітних місяців, формування та надання керівнику Установи звіту щодо фактичного споживання енергетичних

ресурсів та відповідно до встановленого нормативу і при необхідності надання пояснення.

- Розроблення та надання керівнику Установи пропозицій щодо проведення заходів з енергозбереження та енергоефективності.

До енергомоніторингу 2 рівня відносяться виконавчі органи Запорізької міської ради, яким підпорядковані організації, установи, заклади та комунальні підприємства м. Запоріжжя, власником яких є Запорізька міська територіальна громада.

Відповідальні за енергомоніторинг 2 рівня:

- Організують роботу підпорядкованих підприємств, установ та закладів в частині ефективного споживання енергоресурсів та ведення енергомоніторингу.
- Узагальнюють списки відповідальних за енергомоніторинг 2 та 3 рівня, які надаються до департаменту економічного розвитку Запорізької міської ради із зазначенням необхідних реквізитів та контактів (назва підпорядкованого підприємства, організації, установи та закладу, П.І.Б., посада, номери стаціонарного та мобільного телефонів, електронна адреса). У разі внесення змін до відповідної інформації повідомляти департамент економічного розвитку Запорізької міської ради протягом десяти робочих днів з моменту внесення таких змін. Списки відповідальних за енергомоніторинг оновлювати щорічно до 01 лютого поточного року.
- Здійснюють контроль внесення відповідних змін та доповнень до посадових інструкцій призначених осіб в частині виконання функцій відповідальних за енергомоніторинг, визначених даним Положенням.
- Здійснюють контроль за допомогою АІС за виконанням відповідальними за енергомоніторинг покладених функцій.
- Контролюють своєчасне та планомірне наповнення онлайн бази АІС та узагальнюють і аналізують інформацію, отриману від відповідальних за енергомоніторинг 3 рівня.

- Проводять аналіз ефективності використання енергоресурсів по відношенню до аналогічного періоду минулого року та надають його за вимогою відповідальним за енергомоніторинг 1 рівня.
- Здійснюють документований облік наявності і технічного стану приладів обліку енергетичних (газ, теплова енергія, електрична енергія) та комунальних (холодна та гаряча вода) ресурсів та енергоспоживаючого обладнання (паспорти, акти технічних перевірок, пломбувань тощо).
- При отриманні або виявленні інформації про виявлені розбіжності у виставлених рахунках до показників фактичного споживання енергетичних ресурсів проводять аналіз та перевірку, і вживають заходи щодо усунення розбіжностей.
- Проводять періодичні огляди підпорядкованих об'єктів з питань дотримання організаційних заходів з енергозбереження та визначають проблемні місця за результатами оглядів.
- Щорічно розробляють та надають до департаменту економічного розвитку Запорізької міської ради план заходів (пропозиції) по впровадженню енергозберігаючих заходів та енергоефективних проектів на об'єктах бюджетної сфери та інформують департамент економічного розвитку Запорізької міської ради про їх виконання.
- На підставі щорічного звіту про споживання енергетичних ресурсів формують потребу в коштах на наступний рік.

До енергомоніторингу 1 рівня відносяться фахівці департаменту економічного розвитку Запорізької міської ради.

Відповідальні за енергомоніторинг 1 рівня:

- Забезпечують функціонування АІС та надають необхідну консультативну підтримку організаціям, установам, закладам та комунальним підприємствам м. Запоріжжя, з питань використання спеціалізованого програмного забезпечення моніторингу за фактичним споживанням енергоресурсів.

- Здійснюють контроль за допомогою АІС за реальним споживанням паливно-енергетичних ресурсів Установ міста Запоріжжя.
- Забезпечують загальний аналіз споживання енергоресурсів, ефективності проведених енергозберігаючих заходів та реалізованих енергоефективних проектів в розрізі виконавчих органів Запорізької міської ради, а у разі потреби по окремих будівлях чи приміщеннях об'єктів бюджетної сфери.
- Забезпечують узагальнення та аналіз інформації щодо фактичного споживання енергоресурсів Будівлями за допомогою АІС.
- Здійснюють контроль за виконанням функцій відповідальними за енергомоніторинг 2 та 3 рівнів за допомогою АІС.
- Готують матеріали для проведення нарад, заходів, семінарів з питань функціонування енергомоніторингу в місті Запоріжжя.
- Узагальнюють пропозиції відповідальних за енергомоніторинг 2 рівня щодо реалізації заходів з енергозбереження на Будівлях.
- Забезпечують підготовку щоквартальної та річної інформації щодо показників споживання енергоресурсів Будівлями та надання її заступникам міського голови з питань діяльності виконавчих органів ради за вимогою та/або у разі значної зміни показників.
- Проводять навчання відповідальних за енергомоніторинг 2 та 3 рівнів в частині їх діяльності з обліку енергоресурсів та користування АІС.

Загальну координацію реалізації державної та місцевої політики в сфері енергозбереження та енергоефективності, спрямованої на раціональне використання енергоресурсів, здійснює заступник міського голови з питань діяльності виконавчих органів ради, до функціональних обов'язків якого належать відповідні питання.

3.2 Розроблення заходів у разі зміни експлуатаційних характеристик будівель

Зміна експлуатаційних характеристик будівель, в яких впроваджено систему енергоменеджменту має фіксуватися відповідною особою, що здійснює оперативний контроль як за споживанням паливно енергетичних ресурсів будівлею, так і її загальним станом. У місті Запоріжжя такими особами визначено енергоменеджерів 3 рівня (див. п. 3.1), оскільки саме ця людина здійснює робочу діяльність безпосередньо на об'єкті/будівлі. На основі зафіксованої інформації, енергоменеджер 2 рівня має розробити заходи, що відповідають даним змінам, та внести інформацію про зміну в автоматизовану систему енергомоніторингу, а енергоменеджер 1 рівня – внести інформацію у відповідні джерела. Для прикладу розроблення відповідних заходів необхідно зазначити, що список експлуатаційних характеристик будівель розміщено на Порталі відкритих даних Міністерства цифрової трансформації України [21]. До експлуатаційних характеристик будівлі входять, зокрема:

- дані про місцезнаходження будівлі (область, населений пункт, адреса тощо);
- найменування органу (органів) влади, апарат якого (яких) розміщується в будівлі;
- назва об'єкта (установи/закладу);
- відповідальна особа;
- інформація щодо віднесення будівлі до пам'ятки архітектури;
- рік прийняття в експлуатацію;
- наявність проектної документації на будівлю та шифр проекту;
- технічні характеристики будівлі (площа, об'єм, рік побудови тощо);
- інформація щодо джерел теплопостачання, електропостачання, постачання та відведення води;

- наявність інформації щодо приладів обліку (про їх наявність, серійний номер, дату останньої повірки);
- відомості щодо управління будівлею (чи запроваджено систему енергомоніторингу, енергоменеджменту, чи наявний сертифікат енергетичної ефективності).

Розглянемо ситуацію, що призведе до зміни експлуатаційних характеристик будівлі. 29 листопада 2013 року місто Запоріжжя офіційно приєдналося до Угоди Мерів – масштабної ініціативи Європейської комісії щодо реалізації загальноєвропейського Плану «20-20-20», який передбачав зниження шкідливих викидів в атмосферу на 20%, зменшення споживання енергоносіїв на 20% і збільшення використання альтернативних джерел енергії на 20%. Рішенням Запорізької міської ради від 24.06.2020, місто приєдналось до Угоди Мерів щодо Клімату та Енергії. Згідно з цим Рішенням, місто зобов'язується до 2030 року скоротити викиди CO₂ щонайменше на 30%, зокрема шляхом підвищення енергоефективності.

На виконання зобов'язань Угоди Мерів рішенням міської ради від 27.06.2014 №6 був затверджений Муніципальний енергетичний план міста Запоріжжя на 2014-2030 роки.

Відповідно до вимог Єврокомісії на базі Муніципального енергетичного плану за підтримки проекту USAID «Муніципальна енергетична реформа в Україні» розроблено План дій сталого енергетичного розвитку міста Запоріжжя на 2016-2020 роки (далі – ПДСЕР), затверджений рішенням міської ради від 30.11.2016 №56.

Це дало змогу розпочати співпрацю міста з такими міжнародними фінансовими організаціями, як Європейський інвестиційний банк, Німецький банк розвитку KfW, Міжнародна фінансова корпорація тощо, та залучити 83,07 млн.євро кредитних та грантових коштів. Наразі у стадії розгляду фінансові угоди щодо реалізації енергоефективних інвестиційних проєктів на суму понад 30,0 млн.євро. Згідно цих, та уже виконаних угод, на об'єктах, що

входять у систему енергоменеджменту міста було виконано заходи з енергозбереження, що включали в себе зокрема:

- утеплення фасадів будівлі;
- зміна джерела постачання теплової енергії (перехід на твердопаливні котельні);
- добудову та розширення корисного об'єму будівлі.

Вищенаведені заходи змінюють експлуатаційні характеристики будівлі, тому при їх впровадженні енергоменеджери 1 та 2 рівня, що безпосередньо пов'язані з об'єктом мають діяти за наступним розробленим алгоритмом.

Енергоменеджер 3 рівня:

- фіксує відповідні зміни, та подає їх список енергоменеджеру 2 рівня.

Енергоменеджер 2 рівня:

- ініціює впровадження заходів, що відповідають зміні експлуатаційної характеристики. Приклад – розробка технічного паспорту після термомодернізації, заміна лічильника, тощо.

Після впровадження відповідних заходів, інформація про це вноситься в автоматизовану систему енергомоніторингу.

Енергоменеджер 1 рівня:

- змінює інформацію про експлуатаційні характеристики будівлі, зокрема на Порталі відкритих даних Міністерства цифрової трансформації України.

3.3 Процедура контролю та моніторингу споживання енергетичних ресурсів та комунальних послуг

Енергомоніторинг дозволяє виявити негативні тенденції та вжити заходів з їх усунення, що в підсумку сприяє підвищенню енергоефективності, захисту довкілля, покращенню якості життя та підвищенню конкурентоспроможності економіки громади. Завдяки енергомоніторингу

можна зменшити споживання енергії в громаді до 10% без впровадження капітальних заходів з енергозбереження.

Відомо, що споживання паливно-енергетичних ресурсів варіюється впродовж дня. І пошук стратегій ефективного управління попитом на енергію та зниження енергоспоживання в піковий період може зробити громади більш енергоефективними.

Постійний контроль над витратою енергії дозволяє:

- виявити джерела невиробничих втрат енергоресурсів;
- оптимізувати режим експлуатації будівлі та обладнання;
- своєчасно виявити відхилення в енергоспоживанні, викликані технічними проблемами, що виникають при експлуатації будівель та обладнання;
- забезпечити оперативність дій щодо усунення причин завищеного енергоспоживання;
- оцінити ефективність енергозберігаючих проектів;
- забезпечити формування навичок з енергозбереження в експлуатаційному персоналу.

Енергомоніторинг базується на періодичній (щотижневій, щоденній) реєстрації енергоспоживання і вимірювання зовнішньої температури, температури всередині приміщення, а також інших факторів, що впливають. В доповнення до виявлення та усунення надлишкового споживання енергії і води, енергомоніторинг дозволяє власнику будівлі та експлуатаційному персоналу забезпечити:

- більш правильну експлуатацію технічних установок;
- документування результатів енергозберігаючих заходів;
- допомогу у виявленні будівель з найбільшим потенціалом підвищення енергоефективності;
- швидке реагування на наслідки змін в режимах експлуатації;
- краще бюджетування затрат на енергію і воду.

У місті Запоріжжя декілька років функціонує система енергомоніторингу «Umuni». Umuni — це високоінтегроване рішення, яке допомагає автоматизувати господарську діяльність. Доступний інструментарій для здійснення енергоменеджменту в організації, що базується на інтегрованому температурному аналізі дозволяє здійснювати прийом та обробку даних, детальний опис будівлі, конструкторської документації та інженерних мереж, а також паспортизацію техніки, для повного обліку, з деталями використання, технічними характеристиками та історією використання для аналізу ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів.

Для контролю та моніторингу споживання енергетичних ресурсів та комунальних послуг важливо налаштувати періодичність внесення інформації у АІС. Згідно Положення про енергомоніторинг (розділ 3.2), відповідальні за енергомоніторинг 3 рівня щоденно виконують зняття показників споживання енергетичних ресурсів з лічильників, та вносять інформацію в АІС – Umuni.

На рисунку 3.1 представлений вигляд робочого місця енергоменеджера 3 рівня в автоматизованій інформаційній системі енергомоніторингу.

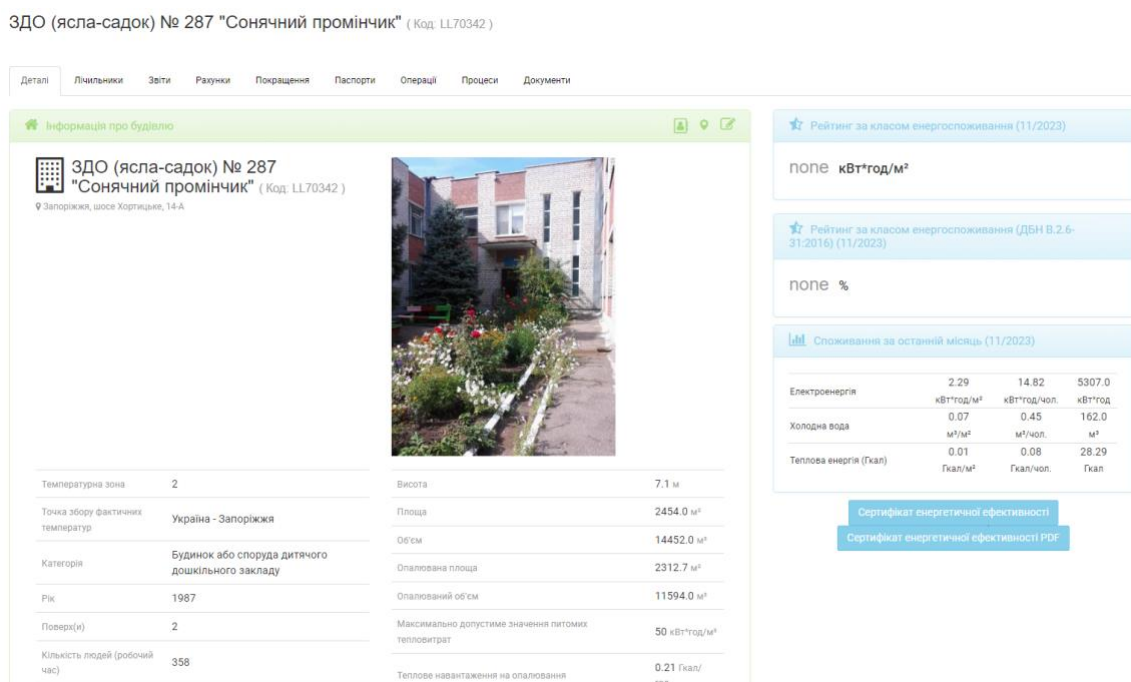


Рисунок 3.1 – Робоче місце енергоменеджера 3 рівня

На рисунку 3.1 зображено початкову сторінку закладу у системі енергомоніторингу. АІС дозволяє завантажити інформацію про експлуатаційні характеристики будівлі, а також дає приблизний розрахунок споживання паливно-енергетичних та комунальних ресурсів за останній місяць. Також, програма вказує максимально допустиме значення питомих тепловтрат, в залежності від категорії будівлі [22].

У системі енергомоніторингу реалізований зручний механізм внесення показників приладів обліку. На рисунках 3.2 і 3.3 відповідно показано список лічильників, попередніх показників приладів обліку та процес внесення даних.

Лічильники

Редагувати Новий лічильник

Вхідні лічильники Тип ресурсу

Тип ресурсу ▼	Державний номер ▲	Попередні покази ▼▲	Поточні покази	Останній запис ▼▲	Кількість записів ▼▲	Історія показів
⚡ електроенергія (кВт*год)	0068207 кухня	482951.0	482951.0	06 Грудень 2023, 11:52	Показати	Показати >
⚡ електроенергія (кВт*год)	0069905 освітлення	13042.0	13042.0	06 Грудень 2023, 11:52	Показати	Показати >
⚡ електроенергія (кВт*год)	0474514 аварійне	323.0	323.0	06 Грудень 2023, 11:52	Показати	Показати >
🔥 теплова енергія(Гкал) (Гкал)	2090	163.137	163.137	06 Грудень 2023, 11:52	Показати	Показати >
💧 холодна вода (м³)	7508848	10292.0	10292.0	06 Грудень 2023, 11:52	Показати	Показати >

Надіслати покази

Рисунок 3.2 – Список приладів обліку в АІС

Система дає інформацію про лічильники, їх тип, технічні характеристики, та записи.

електроенергія

Показати на графіку повного звіту

Редагувати

Державний номер	0068207 кухня	Обробка	Інтерполяція по днях	Транзитний?	Ні
Модель	НІК 2303 АРП1	Тип показника	Зростаючий	Технічний облік?	Ні
Тариф	Без прив'язки до тарифу	Операція	Множення	Коментар	
Дата останньої повірки	27/06/2017	Коефіцієнт	1.0		

+ Новий запис

Додати повірку лічильника

Видалити повірку

+ Новий деталізований запис

Основні

Додаткові

Дата	Показник лічильника	Значення	
06 Грудень 2023, 11:52	482951.0 кВт*год	151.0 кВт*год	Видалити
05 Грудень 2023, 14:40	482800.0 кВт*год	166.0 кВт*год	Видалити
04 Грудень 2023, 10:00	482634.0 кВт*год	290.0 кВт*год	Видалити
01 Грудень 2023, 15:12	482344.0 кВт*год	144.0 кВт*год	Видалити
30 Листопад 2023, 10:58	482200.0 кВт*год	79.0 кВт*год	Видалити
29 Листопад 2023, 10:31	482121.0 кВт*год	81.0 кВт*год	Видалити
28 Листопад 2023, 10:37	482040.0 кВт*год	140.0 кВт*год	Видалити
27 Листопад 2023, 13:09	481900.0 кВт*год	315.0 кВт*год	Видалити
24 Листопад 2023, 11:22	481585.0 кВт*год	48.0 кВт*год	Видалити
23 Листопад 2023, 11:48	481537.0 кВт*год	86.0 кВт*год	Видалити
22 Листопад 2023, 11:44	481451.0 кВт*год	115.0 кВт*год	Видалити
21 Листопад 2023, 13:45	481336.0 кВт*год	116.0 кВт*год	Видалити
20 Листопад 2023, 09:52	481220.0 кВт*год	237.0 кВт*год	Видалити

Рисунок 3.3 – Панель керування приладом обліку у АІС

Слід зазначити, що можливість редагування показів лічильника доступна лише енергоменеджерам більш високого рівня. Це пов'язано з прагненням мінімізувати фактор людської помилки. Енергоменеджеру 2 рівня, окрім вищенаведених панелей окремої будівлі доступні будівлі їх зони відповідальності, а також панель аналітики, з якої здійснюється формування звітів, що необхідні у процесі роботи системи енергоменеджменту міста. На рисунку 3.4 показано робоче місце енергоменеджера 2 рівня, розділ аналітики та приклади звітів, що доступні на цьому рівні організації.

Будівлі

Установи

Всі лічильники

Системні віртуальні лічильники

Процеси

Документи

Будівлі

додати будівлю

Назва будівлі чи тегу

Фільтрувати

Код будівлі

Фільтрувати

Назва ▼▲	Тип будівлі ▼▲	Площа ▼▲	Оновлення ▲			
1  Комунальне некомерційне підприємство "Стоматологічна поліклініка №1" Запорізької міської ради, вул. Седова 10	Заклад охорони здоров'я	1726.4 м²	06 Грудень 2023, 13:04	Деталі	Всі лічильники	Видалити
2  ЗДО № 90 "Волошка"	Будинок або споруда дитячого дошкільного закладу	4953.4 м²	06 Грудень 2023, 13:03	Деталі	Всі лічильники	Видалити
3  Виконавчий комітет Запорізької міської ради, пр. Соборний, 206, літ. А-1, А-4	Громадська будівля або споруда	6147.9 м²	06 Грудень 2023, 13:03	Деталі	Всі лічильники	Видалити
4  Лікарня дитяча 005 Поліклініка	Заклад охорони здоров'я	3108.1 м²	06 Грудень 2023, 13:01	Деталі	Всі лічильники	Видалити
5  Заклад дошкільної освіти №240 "Волга" ЗМР	Будинок або споруда дитячого дошкільного закладу	2213.7 м²	06 Грудень 2023, 12:51	Деталі	Всі лічильники	Видалити
6  Лікарня дитяча 005 Допоміжний блок	Заклад охорони здоров'я	1923.4 м²	06 Грудень 2023, 12:50	Деталі	Всі лічильники	Видалити
7  Запорізька початкова школа "Прогрес" ЗМР	Будинок або споруда навчального закладу	1968.8 м²	06 Грудень 2023, 12:50	Деталі	Всі лічильники	Видалити
8  ЗДО № 295 Червона калина	Будинок або споруда дитячого дошкільного закладу	3076.0 м²	06 Грудень 2023, 12:48	Деталі	Всі лічильники	Видалити
9  Заклад дошкільної освіти (центр розвитку дитини) "Веселка" Запорізької міської ради	Будинок або споруда дитячого дошкільного закладу	9596.0 м²	06 Грудень 2023, 12:47	Деталі	Всі лічильники	Видалити
10  Комунальний заклад "Палац культури "Хортицький"	Громадська будівля або споруда	4945.3 м²	06 Грудень 2023, 12:46	Деталі	Всі лічильники	Видалити
11  ЗДО (центр розвитку дитини) "Хортицький"	Будинок або споруда дитячого дошкільного закладу	2018.9 м²	06 Грудень 2023, 12:41	Деталі	Всі лічильники	Видалити
12  ЗДО 235 "Горошинка"	Будинок або споруда дитячого дошкільного закладу	1989.4 м²	06 Грудень 2023, 12:38	Деталі	Всі лічильники	Видалити
13  Kolerium 098	Будинок або споруда навчального закладу	7249.0 м²	06 Грудень 2023, 12:37	Деталі	Всі лічильники	Видалити

Рисунок 3.4 — Робоче місце енергоменеджера 2 рівня

Енергоменеджер 2 рівня має у «підпорядкуванні» декілька, а часто і декілька десятків будівель. Основна задача 2 рівня енергоменеджменту у системі енергомоніторингу – організація роботи енергоменеджерів 3 рівня, контроль за внесенням даних, своєчасним наповненням онлайн бази АІС, та, в цілому, здійснення процесу енергоменеджменту. Для цього, у системі Umuni існує гнучкий блок аналітики. Він дає можливість формування звітів, які використовуються енергоменеджерами для загального аналізу споживання ресурсів, контролю споживання ПЕР та ефективності впровадження енергозберігаючих заходів. На рисунках 3.5 і 3.6 представлено декілька прикладів звітів, що використовуються енергоменеджерами міста.

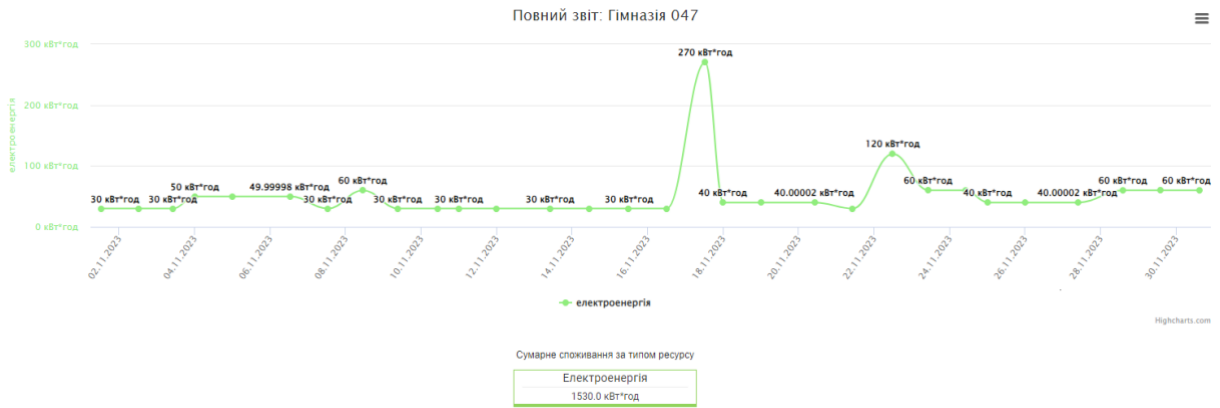


Рисунок 3.5 – Помісячний звіт з використання окремого виду ресурсу

На рисунку вище помітна аномалія споживання ПЕР – 17.11 та 22.11 було зафіксовано значне підвищення споживання електричної енергії. Процедура контролю споживання енергетичних ресурсів та Положення про енергомоніторинг зобов’язує енергоменеджера 2 рівня виявити причину такого споживання. Якщо така аномалія систематична, та не пов’язана із нормальним функціонуванням об’єкту, вирішення такої проблеми дозволить скоротити споживання ресурсу, і таким чином досягти підвищення рівня енергоефективності.

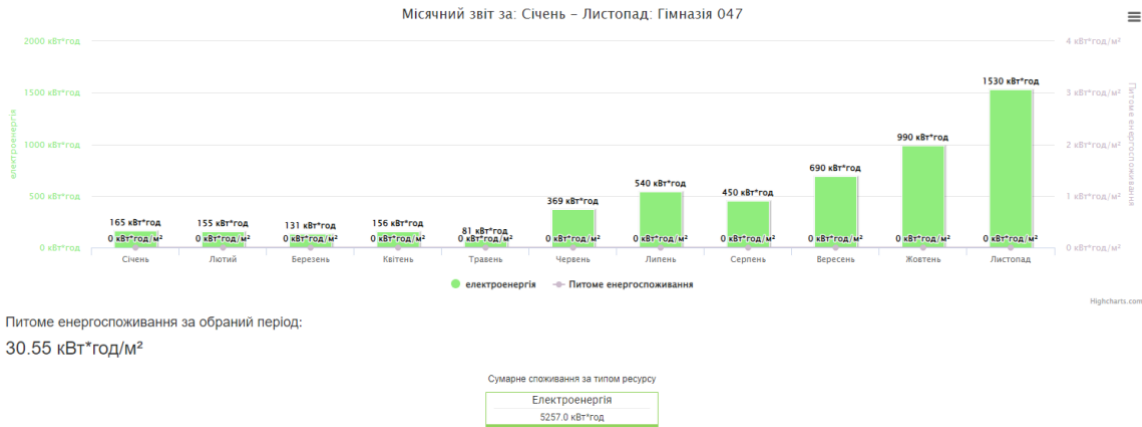


Рисунок 3.6 – Звіт з використання окремого виду ресурсу за період

На рисунку 3.5 і 3.6 помітно часово-сезонну диференціацію споживання ПЕР на об’єкті. Енергоменеджер повинен слідкувати за рівнем споживання ресурсів, та порівнювати їх з результатами попереднього року.

Автоматизована система енергомоніторингу дозволяє формувати звіти за групою будівель. Для зручності користування, звіти формуються на сервері програми та вивантажуються на робочий комп'ютер енергоменеджера у форматі таблиці EXCEL (рисунок 3.7). Це дає змогу енергоменеджеру проводити необхідні розрахунки та в цілому підвищує ефективність системи енергоменеджменту.

№ з/п	Назва	Адреса	Опалювальна площа	електроенергія	газ	холодна вода	гаряча вода(м³)	теплова енергія(Гкал)
1	Гімназія № 70(включно з мастернею)	вул. Снайперська, 1	3014	0	0	21	0	39,09000015
2	Запорізька дитяча музична школа №8	вул. Парамонова, 10а	522,2	1247,380005	0	13,18000031	0	0
3	Комунальне некомерційне підприємство "Ст	бул. Вінтера, 22	1243,6	6362	41,69	101	0	9,819999695
4	" Пролісок" ЗПО ЦДЮТ Дніпровського району	вул. Руставі, 3	95,4	129,3600006	0	2	0	0
5	СЗДО №36 "Дзвіночок" ЗМР	вул. Жуковського, 85А	652	153	0	25	0	0,860000014
6	Аварійно-рятувальна станція №1	вул. Горіхова бухта 1	1	1388,050049	0	20,67000008	0	0
7	Аварійно-рятувальна станція №3	бул. Вінтера, 16	1	370	0	0	0	0
8	Адміністративна будівля департаменту з упр	вул. Незалежної Україн	460,4	3130,600098	0	29	0	4,940000057
9	Виконавчий комітет Запорізької міської ради,	вул. Зелинського, 3	2649,2	366	0	95	0	0
10	Виконавчий комітет Запорізької міської ради,	пр. Соборний, 206	5760,5	382,6500015	0	163,5400009	0	0
11	Виконавчий комітет Запорізької міської ради,	пр. Соборний, 206	361,3	38,20000076	0	26	0	0
12	Виконавчий комітет Запорізької міської ради,	пр. Соборний, 206	290,1	28,60000038	0	38	0	0
13	Відділ формування фондів КУ "Міська публічн	вул.Залізнична буд.23	201	1590	0	13,06999969	0	0
14	Гімназія 033	вул. Ніжинська, 40	3686,8	1809	0	33	0	0
15	Гімназія № 83	вул.Барикадна , 2	3365,3	4466,429932	0	23,20000076	0	0
16	Гімназія № 91	вул. Ляхтинська, 6а	5201,2	3872	0	33	0	24,37999916
17	Гімназія №8	вул. Європейська,14а	5773	2910	0	46	0	36,97000122
18	Гімназія 002 ім. Лесі Українки	вул. Шкільна, 36	5238	143,7600002	0	48,70999908	0	9,779999733
19	Гімназія 011	вул. Поштова, 4	5170	2810	0	31	0	17,03999996
20	Гімназія 014 (включно з майстернею)	вул. Святоволодимирів	4889,7	2064	0	29	0	103,0800018
21	Гімназія 031	вул. Добролюбова, 4	2749,9	3170,620074	0	30	0	45,38000107
22	Гімназія 036	вул.Билкіна,12	2196	1819,5	0	15,69999981	0	16,06999969
23	Гімназія 038 (включно з майстернею)	м. Запоріжжя, вул. Пар	6450	3968,099992	0	51	0	51,11000061
24	Гімназія 046	вул.Павлокічаська,29	9232,1	3116	0	34	0	0
25	Гімназія 047	вул.Павлокічаська,9	3640,8	1530	0	0	0	12,53999996
26	Гімназія 054	вул.Соснова,24	4030,6	1855,099976	0	27,5	0	0
27	Гімназія 062 багатoproфільна	вул. Незалежної Україн	4844	3580	0	79	0	43
28	Гімназія 062 багатoproфільна, будівля майсте	вул. Незалежної Україн	299	17	0	1	0	6,630000114
29	Гімназія 073	вул.Дудикіна,16	3685,7	4425	0	26	0	115,5500031
30	Гімназія 075	вул. Історична, 92	3567,7	2435	0	29	0	17,10000038
31	Гімназія 085	м. Запоріжжя, провул	1862	2197	0	13,5	0	0
32	Гімназія 093	м. Запоріжжя, вул. Пол	6465	0	0	50	0	43,68000031
33	Гімназія 095	вул. Богдана Завади, 16	6911	47,57000017	0	36,02000046	0	42,25
34	Гімназія 104 ЗМР	вул.Сергія Синенка, 65	6865	3271,919922	0	138	0	12,77999973
35	Гімназія 107	69118, пр.40-річчя Пер	8177,1	5169,739868	0	28	0	45,90000153
36	Гімназія № 080	69059, вул. Магара, 5а	4371	2875,900047	0	63	0	33,24000168
37	Гімназія № 103	вул. Новокузнецька , 11	6280	4500	0	40	0	44

Рисунок 3.7 – Фрагмент звіту загального споживання паливно-енергетичних ресурсів за листопад 2023 року

Споживання ресурсів у цьому звіті сформовано за типом та викладено на окремих листах.

У роботі системи енергоменеджменту міста надзвичайно важливим є моніторинг як ресурсів, так і внутрішньої температури закладів. В установах має дотримуватися відповідна температура повітря. Це особливо важливо у закладах освіти та закладах охорони здоров'я. На рисунку 3.8 представлено приклад звіту, у якому вказано температури всередині закладів. Дані

вносились як вручну, через спеціальний лічильник температури, так і автоматизовано, оскільки система енергомоніторингу підтримує автоматичний збір даних. В перспективі, це дасть можливість автоматизувати абсолютно весь збір, і таким чином покращити точність внесення показників, що підвищить загальну ефективність системи енергоменеджменту міста.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI
№з/п	Назва будівлі	Адреса будівлі	Назва лічильника	Ресурс	11.2023																													
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Виконавчий комітет Запорізької міської ради, пр. Соборний, 206, літ. А-1, А-4	пр. Соборний, 206	AjAx LifeQuality	Температура	20	19,7	19,5	19,3	18,9	19,2	19,5	20,3	20,2	20	19,2	18,4	18	19,2	19,2	19,6	20	18,8	17,4	18,7	18,8	19,3	19,4	19,5	18,8	17,9	18,2	18,5	18,7	19,1
24	ЗДО № 075 "Сонечки"	вул. Гоголя, 149-а		Температура	19		17		16	16	16	16	15	15		14	14	16	15								18	18	16					
28	Комунальний заклад "Центр соціальної підтримки дітей та сімей "Затишна домівка"	вул. Таганська, 8	Термометр	Температура		23	23			23			23	23			23				23			23		23		23			23			23

Рисунок 3.8 – Приклад звіту з моніторингу внутрішньої температури закладів

Для моніторингу споживання енергетичних ресурсів необхідно забезпечити стійку періодичність внесення даних. Станом на даний момент більшість показів вноситься вручну, енергоменеджерами. Для контролю періодичності внесення даних було запропоновано та розроблено відповідний звіт. Статус заповнення даних дозволяє енергоменеджеру 2 та 1 рівня відслідкувати періодичність внесення показників та застосувати відповідні заходи у разі відсутності внесених даних у відповідний проміжок часу. На рисунку 3.9 зображений приклад такого звіту. Слід зауважити, що формування такого звіту доступне енергоменеджеру 1 рівня.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	
1	№з/п	Назва будівлі	Адреса будівлі	№ з/п	Назва лічильника	Номер лічильника	Ресурс	11.2023																														
2								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
3	1	Гімназія № 70(включно з мастернею)	вул. Снайперська, 1	1	САЧУ № 672 М	994221	Електроенергія	1	1	1			1	1	1	1	1				1	1	1	1	1			1	1	1	1	1			1	2	1	2
4	1	Гімназія № 70(включно з мастернею)	вул. Снайперська, 1	2	MNK-UA АШАЕ.4072	407223.004 ПС	Холодна вода	1	1	1			1	1	1	1	1				1	1	1	1	1			1	1	1	1	1			1	2	1	2
5	1	Гімназія № 70(включно з мастернею)	вул. Снайперська, 1	3	2wR5663-4AD00-OZ	65294288	Теплова енергія (Гка	1	1	1			1	1	1	1	1				1	1	1	1	1			1	1	1	1	1			1	2	1	2
6	2	Запорізька дитяча музична школа №8	вул. Парамонова, 10а	1	NIK 2303	13145185	Електроенергія	1	1	1			1	1	1	1	1				1	1	1	1	1			1	1	1	1	1			1	1	1	1
7	2	Запорізька дитяча музична школа №8	вул. Парамонова, 10а	2	E-T1,6-J	00838644	Холодна вода	1	1	1			1	1	1	1	1				1	1	1	1	1			1	1	1	1	1			1	1	1	1
8	3	Комунальне некомерційне підприємство "Стоматологічна поліклініка №1" Запорізької міської ради, вул. Вінтера, 22	бул. Вінтера, 22	1				1	1	1			1	1	1	1	1				1	1	1	1	1			1	1	1	1	1			1	1	1	1
					Дельта-8010	06894	Електроенергія																															
9	3	Комунальне некомерційне підприємство "Стоматологічна поліклініка №1" Запорізької міської ради, вул. Вінтера, 22	бул. Вінтера, 22	2				1	1	1			1	1	1	1	1				1	1	1	1	1			1	1	1	1	1			1	1	1	1
10	3	Комунальне некомерційне підприємство "Стоматологічна поліклініка №1" Запорізької міської ради, вул. Вінтера, 22	бул. Вінтера, 22	3				1	1	1			1	1	1	1	1				1	1	1	1	1			1	1	1	1	1				1	1	1
					Самгаз G1.6	5688242	Газ																															
11	3	Комунальне некомерційне підприємство "Стоматологічна поліклініка №1" Запорізької міської ради, вул. Вінтера, 22	бул. Вінтера, 22	4				1	1	1			1	1	1	1	1				1	1	1	1	1			1	1	1	1	1			1	1	1	1
12	3	Комунальне некомерційне підприємство "Стоматологічна поліклініка №1" Запорізької міської ради, вул. Вінтера, 22	бул. Вінтера, 22	5																																		
					431R021	05251303	Теплова енергія (Гкал)																															
13	4	" Пролісок" ЗПО ЦДЮТ Дніпровського району	вул. Руставі, 3	1	Nik 2303 ARP6T 180	12819561	Електроенергія			1														1											1			
14	4	" Пролісок" ЗПО ЦДЮТ Дніпровського району	вул. Руставі, 3	2						1														1											1			
15	5	СЗДО №36 "Дзвіночок" ЗМР	вул. Жуковського, 85А	1	САЧУ-И672М	749753	Електроенергія							1			1							1	1													1
16	5	СЗДО №36 "Дзвіночок" ЗМР	вул. Жуковського, 85А	2	САЧУ-672М	665023	Електроенергія							1			1							1	1													1
17	5	СЗДО №36 "Дзвіночок" ЗМР	вул. Жуковського, 85А	3	NEPTYN	26316014	Холодна вода							1			1							1	1													1
18	5	СЗДО №36 "Дзвіночок" ЗМР	вул. Жуковського, 85А	4	Січ-А	71362	Теплова енергія (Гкал)																	2														1
19	6	Аварійно-рятувальна станція №1	вул. Горіхова бухта 1	1	Нік 2301 АП-1	0427869	Електроенергія	1					1		1		1							1	1			1			1	1			1		1	
20	6	Аварійно-рятувальна станція №1	вул. Горіхова бухта 1	2		0000000	Холодна вода	1					1		1		1							1	1			1			1	1			1		1	
21	7	Аварійно-рятувальна станція №3	бул. Вінтера, 16	1		044017	Електроенергія	1	1				1	1	1	1	1					1		1	1			1	1		1	1			1	1	1	1

Рисунок 3.9 – Приклад звіту заповнення даних енергоменеджерами 3 рівня

На рисунку 3.9 помітно щоденну роботу енергоменеджерів 3 рівня, що свідчить про сформовану високу культуру роботи із програмою та розуміння необхідності такої праці. Цей факт показує налагоджене постійне функціонування Управління енергетичного менеджменту міста. Систематизована робота енергоменеджерів усіх рівнів являє собою запоруку ефективного функціонування системи енергоменеджменту, що призводить до економії паливно – енергетичних ресурсів та підвищення енергонезалежності держави.

3.4 Прогнозування витрат енергії та обґрунтування впровадження енергоефективних заходів

3.4.1 Прогнозування витрат енергії на прикладі застосування методу Холта – Уінтерса

Прогнозування витрат паливно-енергетичних ресурсів дозволяє сформулювати видатки на розрахунковий період. Прогнозування енергетичного попиту є важливою умовою ефективності прийняття управлінських рішень в енергетиці та системах енергетичного менеджменту і складовою діяльності фахівців, що працюють в сфері систем енергетичного менеджменту та енергоефективних технологій [23].

Для розрахунку прогнозування витрат енергії пропонується застосувати метод Холта-Уінтерса. Перевагою даної моделі є можливість зробити прогноз на тривалий період, наприклад на рік наперед. Втім слід зазначити: для того, щоб зробити більш-менш точний прогноз, наприклад, на 1 рік наперед, знадобляться дані, як мінімум, за 2 повних попередніх роки, але краще мати дані за 3-5 повних попередніх років. Існує два різновиди моделі Холта-Уінтерса, які відрізняються методом розкладання часового ряду відносно сезонного компонента. Одна з них застосовує мультиплікативну декомпозицію часового ряду відносно сезонної компоненти і називається мультиплікативною моделлю експоненціального згладжування Холта-

Уінтерса. Друга побудована за методом адитивної декомпозиції часового ряду відносно сезонної складової, тому така модель називається адитивною моделлю Холта-Уінтерса.

Прогноз за мультиплікативною моделлю Холта-Уінтерса будується на декілька періодів прогнозування p для часового ряду, що має тренд та сезонність. Ця модель побудована на чотирьох рівняннях: експоненціальнозгладженого ряду Lt (базова лінія), тренду Tt (нахил) та коефіцієнту сезонності St та прогнозу $y(t+p)$.

Рівняння прогнозу на p періодів наперед:

$$y(t+p) = (Lt + pTt) \cdot S(t-s+p), \quad (3.1)$$

де:

$y(t+p)$ — прогноз на p періодів наперед;

Lt — згладжене значення або оцінка для рівня t ;

p — кількість періодів в майбутньому, на яке будується прогноз;

Tt — компонент тренду для рівня t ;

$S(t-s+p)$ — сезонний компонент за цей же період в останньому сезоні, який необхідний для сезонного коригування прогнозу;

s — тривалість періоду сезонного коливання.

Для моделі необхідно обрати константи згладжування.

Константа (або постійна) згладжування α . Прогнози за моделями експоненціального згладжування будуються на припущенні, що всі значення часового ряду впливають на прогноз, але кожне з них має свій ваговий коефіцієнт. Цей ваговий коефіцієнт визначається через константу згладжування α , яка змінюється у межах $0 < \alpha < 1$.

Значення α , при якому величина MSE (середньоквадратичної помилки прогнозу) буде мінімальною, обирається у подальшому для побудови прогнозу.

Константа згладжування β . Як вже відомо за допомогою константи згладжування α згладжується рівень ряду. Для згладжування компонента тренду застосовується нова величина – константа згладжування β . Її призначення подібне призначенню константи α , але константа β застосовується лише до тренду. Ця константа згладжування так само змінюється у межах $0 < \beta < 1$.

Константа згладжування γ . Для згладжування сезонності застосовується ще одна нова величина – константа згладжування γ . Її призначення подібне призначенню константи α та β , але константа γ застосовується для згладжування сезонного компоненту. Як і попередні постійні згладжування, ця константа змінюється в межах $0 < \gamma < 1$.

Потрібно встановити початкові значення для згладжених рядів L_t , компоненту тренду T_t та компоненту сезонності S_t . Для цього можна застосувати два наступних способи встановлення початкових значень. Перший спосіб пропонує встановити початкове значення згладженого ряду L_t рівним першому спостереженню:

$$L_t = y_t. \quad (3.2)$$

Тоді компонент тренду дорівнює нулю: $T_t=0$, а компонент сезонності встановлюється рівним одиниці.

За другим способом за початкове значення згладженого ряду L_t береться середнє значення за перший період сезонності для s спостережень:

$$L_t = 1/s \sum y_i. \quad (3.3)$$

З точки зору покращення точності прогнозу, як і у випадку з константою згладжування, обрання оптимального початкового значення згладженого ряду ґрунтується на визначенні середньоквадратичної помилки прогнозу (MSE) для

n спостережень. Обирається той спосіб, що буде надавати мінімальне значення MSE . Для прикладу розрахунку необхідно обрати об'єкт та предмет дослідження. В автоматизованій системі енергомоніторингу, за допомогою звіту загального споживання паливно-енергетичних ресурсів (рисунок 3.7) було обрано об'єкт, енергоменеджером якого було внесено дані за останні 4 роки (далі Об'єкт). Предметом дослідження виступатиме споживання електричної енергії. Обсяги споживання Об'єктом електричної енергії (y_t) за 2020-2023 рр. наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 — Обсяги споживання електричної енергії Об'єктом за 2020-2023 рр.

Квартал/рік	y_t , кВт·год
I/2020	6998,59
II/2020	7749,24
III/2020	9476,26
IV/2020	8172,05
I/2021	8226,68
II/2021	6803,63
III/2021	9312,71
IV/2021	9151,63
I/2022	6952,85
II/2022	6198,79
III/2022	6769,65
IV/2022	4263,05
I/2023	4389,31
II/2023	5021,5
III/2023	6371,96
IV/2023	5728,22

Необхідно визначити прогноз щоквартального споживання Об'єктом електричної енергії на 2024 рік. При побудові прогнозу за трьохпараметричною лінійною сезонною моделлю експоненціального згладжування Холта-Уінтерса пропонується використати наступні параметри.

Прогноз №1. Константи згладжування: $\alpha = 0,2$; $\beta = 0,4$; $\gamma = 0,5$.

Прогноз №2. Константи згладжування: $\alpha = 0,5$; $\beta = 0,2$; $\gamma = 0,4$.

Прогноз №3. Константи згладжування: $\alpha = 0,4$; $\beta = 0,5$; $\gamma = 0,2$.

При побудові прогнозів №1, №2, №3 прийняти початкове значення згладженого ряду L_t рівним першому спостереженню:

$$L_t = y_t.$$

Позначимо тривалість періоду сезонного коливання для кварталів у році $s = 4$. Тоді мультиплікативна трьохпараметрична лінійна модель експоненціального згладжування Холта-Уінтерса обчислюється в MS Excel для всіх $i > s$, тобто для $i > 4$. Це означає, що з періоду часу $t = 5$ починається розрахунок рівня ряду L_5 , тренду T_5 та сезонності S_5 .

Встановлення початкових значень. Для того, щоб розпочати розрахунок цих величин, необхідно встановити початкові значення рівня ряду L_4 , тренду T_4 та сезонності S_1 . Початкове значення для згладженого ряду встановлюється рівним першому спостереженню: $L_4 = y_4$, а початкове значення тренду рівним нулю: $T_4 = 0$. Початкові значення компоненту сезонності для усіх періодів $i \leq 4$ (це перший, другий, третій та четвертий квартал 2020 року) згідно з методом також встановлюються рівними одиниці: $S_1 = 1,0$. $S_2 = 1,0$; $S_3 = 1,0$ та $S_4 = 1,0$.

Розрахунок рівня ряду, тренду та сезонності. Після встановлення початкових значень для періоду $t = 5$ проводиться розрахунок рівня ряду, тренду та сезонності за рівняннями:

$$L_5 = \alpha \frac{y_5}{S_{(5-4)}} + (1 - \alpha)(L_{(5-1)} + T_{(5-1)}) = \alpha \frac{y_5}{S_1} + (1 - \alpha)(L_4 + T_4), \quad (3.4)$$

$$T_5 = \beta(L_5 - L_{(5-1)}) + (1 - \beta) \cdot T_{(5-1)} = \beta(L_5 - L_4) + (1 - \beta) \cdot T_4, \quad (3.5)$$

$$S_5 = \gamma \frac{y_5}{L_5} + (1 - \gamma) \cdot S_{(5-4)} = \gamma \frac{y_5}{L_5} + (1 - \gamma) \cdot S_1. \quad (3.6)$$

Для періоду $t = 6$ значення рівня ряду, тренду та сезонності розраховується за рівняннями:

$$L_6 = \alpha \frac{y_6}{S_{(6-4)}} + (1 - \alpha)(L_{(6-1)} + T_{(6-1)}) = \alpha \frac{y_6}{S_2} + (1 - \alpha)(L_5 + T_5), \quad (3.7)$$

$$T_6 = \beta(L_6 - L_{(6-1)}) + (1 - \beta) \cdot T_{(6-1)} = \beta(L_6 - L_5) + (1 - \beta) \cdot T_5, \quad (3.8)$$

$$S_6 = \gamma \frac{y_6}{L_6} + (1 - \gamma) \cdot S_{(6-4)} = \gamma \frac{y_6}{L_6} + (1 - \gamma) \cdot S_2. \quad (3.9)$$

За таким самим принципом розраховуються значення рівня ряду, тренду та сезонності по четвертий квартал 2023 року. Для четвертого кварталу 2023 року, де період $t = 16$, ці рівняння мають наступний вигляд:

$$L_{16} = \alpha \frac{y_{16}}{S_{(16-4)}} + (1 - \alpha)(L_{(16-1)} + T_{(16-1)}) = \alpha \frac{y_{16}}{S_{12}} + (1 - \alpha)(L_{15} + T_{15}), \quad (3.10)$$

$$T_{16} = \beta(L_{16} - L_{(16-1)}) + (1 - \beta) \cdot T_{(16-1)} = \beta(L_{16} - L_{15}) + (1 - \beta) \cdot T_{15}, \quad (3.11)$$

$$S_{16} = \gamma \frac{y_{16}}{L_{16}} + (1 - \gamma) \cdot S_{(16-4)} = \gamma \frac{y_{16}}{L_{16}} + (1 - \gamma) \cdot S_{12}. \quad (3.12)$$

Побудова прогнозу. Під час розрахунку будується прогноз історичних спостережень та прогноз на майбутній період.

Прогноз історичних спостережень — це прогноз за весь час історичних спостережень з першого кварталу 2020 року по четвертий квартал 2023 року. Побудова прогнозу на весь час історичних спостережень розраховується при значенні періоду прогнозу $p = 1$. Його значення використовуються для визначення похибки прогнозу та оцінки точності моделі прогнозування.

Розрахунок прогнозу історичних спостережень починається на період $t = 5$ та будується при $p = 1$ згідно з формулою:

$$\hat{y}_5 = \hat{y}_{(4+1)} = (L_4 + 1 \cdot T_4) \cdot S_{(4-4+1)} = (L_4 + T_4) \cdot S_1, \quad (3.13)$$

на період $t = 6$ будується при $p = 1$ за формулою:

$$\hat{y}_6 = \hat{y}_{(5+1)} = (L_5 + 1 \cdot T_5) \cdot S_{(5-4+1)} = (L_5 + T_5) \cdot S_2, \quad (3.14)$$

на період $t = 7$ будується при $p = 1$ за формулою:

$$\hat{y}_7 = (L_6 + T_6) \cdot S_3. \quad (3.15)$$

В такий саме спосіб проводиться розрахунок останнього прогнозу історичних спостережень $\hat{y}_{16}$:

$$\hat{y}_{16} = \hat{y}_{(15+1)} = (L_{15} + 1 \cdot T_{15}) \cdot S_{(15-4+1)} = (L_{15} + T_{15}) \cdot S_{12}. \quad (3.16)$$

Після цього починається побудова прогнозу на майбутні періоди.

Прогноз на майбутній період – це прогноз щоквартального попиту підприємства на електричну енергію на майбутні чотири квартали 2024 року. Відмінність розрахунку цього прогнозу полягає у наступному.

- для всіх прогнозів на майбутній період, починаючи з $\hat{y}_{17}$ та закінчуючи $\hat{y}_{20}$, в розрахунковому рівнянні не змінюються значення рівня ряду, тренду та періоду часу - це завжди L_{16} , T_{16} та $t = 16$;
- при розрахунку прогнозів на майбутній період в розрахунковому рівнянні змінюються значення сезонності S ; сезонність, починаючи з $\hat{y}_{17}$ та закінчуючи $\hat{y}_{20}$, визначається індексом в розрахунковому рівнянні прогнозу.
- при розрахунку прогнозів на майбутній період в розрахунковому рівнянні змінюються значення періоду прогнозу p ; період прогнозу, починаючи з $\hat{y}_{17}$ та закінчуючи $\hat{y}_{20}$, змінюється відповідно від 1 до 4.

Таким чином для першого кварталу 2024 року прогноз на майбутній період $p = 1$ наперед розраховується за рівнянням:

$$\hat{y}_{17} = \hat{y}_{(16+1)} = (L_{16} + 1 \cdot T_{16}) \cdot S_{(16-4+1)} = (L_{16} + T_{16}) \cdot S_{13}. \quad (3.17)$$

Для другого кварталу 2024 року прогноз на майбутній період $p = 2$ наперед розраховується за рівнянням:

$$\hat{y}_{18} = \hat{y}_{(16+2)} = (L_{16} + 2 \cdot T_{16}) \cdot S_{(16-4+2)} = (L_{16} + 2 \cdot T_{16}) \cdot S_{14} . \quad (3.18)$$

В такий саме спосіб проводиться розрахунок прогнозу на третій квартал ($p = 3$) та четвертий квартал ($p = 4$) 2024 року.

Прогнози щоквартального споживання Об'єкта. На підставі наведеного алгоритму розрахунку (3.13-3.17) засобами MS Excel були побудовані прогнози щоквартального споживання електричної енергії на 2024 рік.

Результати розрахунку прогнозу №1 для значень констант згладжування $\alpha = 0,2$; $\beta = 0,4$; $\gamma = 0,5$ наведені в таблиці 3.2.

В прогнозі 1 константа згладжування рівня ряду $\alpha = 0.2$, що свідчить про впевненість в початкових даних прогнозування, та у стабільності розвитку ринку. В прогнозі більше використовується вплив минулих спостережень.

Константа згладжування тренду - $\beta = 0.4$, що свідчить про швидший, в порівнянні з α відгук моделі на зміну тренду.

Константа згладжування сезонності $\gamma = 0.5$, отже, ця модель найшвидше реагує саме на зміну сезонності. Вибір способу $L_t = y_t$, як правило, надає занадто велику вагу першому фактичному значенню у подальших прогнозах згладженого ряду. Втім вплив першого прогнозу за цим способом значно зменшується зі збільшенням кількості періодів спостережень t в часовому ряді.

Таблиця 3.2 – Розрахунок прогнозу №1 щоквартального споживання
електричної енергії на 2024 рік

Квартал/рік	t		L_t	T_t	S	$\hat{y}_{(t+p)}$
I/2020	1	6998,6			1	
II/2020	2	7749,2			1	
III/2020	3	9476,3			1	
IV/2020	4	8172,1	8172,05	0	1	
I/2021	5	8226,7	8182,98	4,37	1,00	8172,05
II/2021	6	6803,6	7910,60	-106,33	0,93	8187,35
III/2021	7	9312,7	8105,96	14,35	1,07	7804,28
IV/2021	8	9151,6	8326,57	96,85	1,05	8120,31
I/2022	9	6952,9	8125,61	-22,27	0,93	8445,92
II/2022	10	6198,8	7815,69	-137,33	0,86	7536,36
III/2022	11	6769,7	7402,82	-247,55	0,99	8249,91
IV/2022	12	4263,1	6536,58	-495,02	0,85	7509,77
I/2023	13	4389,3	5778,03	-600,44	0,84	5613,64
II/2023	14	5021,5	5307,73	-548,38	0,90	4460,89
III/2023	15	6372	5088,98	-416,53	1,12	4732,94
IV/2023	16	5728,2	5084,41	-251,75	0,99	3975,61
I/2024						4080,76
II/2024						4140,35
III/2024						4862,88
IV/2024						4031,53

Результати розрахунку прогнозу №2 для значень констант згладжування
 $\alpha = 0,5$; $\beta = 0,2$; $\gamma = 0,4$ наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Розрахунок прогнозу №2 щоквартального споживання
електричної енергії на 2024 рік

квартал/рік	t	y_t	L_t	T_t	S_t	$\hat{y}_{(t+p)}$
I/2020	1	6998,59			1	
II/2020	2	7749,24			1	
III/2020	3	9476,26			1	
IV/2020	4	8172,05	8172,05	0	1	
I/2021	5	8226,68	8199,37	5,46	1,00	8172,05
II/2021	6	6803,63	7504,23	-134,66	0,96	8204,83
III/2021	7	9312,71	8341,14	59,66	1,05	7369,57
IV/2021	8	9151,63	8776,21	134,74	1,02	8400,80
I/2022	9	6952,85	7927,28	-62,00	0,95	8922,83
II/2022	10	6198,79	7152,27	-204,60	0,92	7571,56
III/2022	11	6769,65	6707,98	-252,54	1,03	7271,38
IV/2022	12	4263,05	5323,39	-478,95	0,93	6565,90
I/2023	13	4389,31	4728,42	-502,15	0,94	4610,12
II/2023	14	5021,5	4829,61	-381,48	0,97	3906,21
III/2023	15	6371,96	5312,35	-208,64	1,10	4588,83
IV/2023	16	5728,22	5629,58	-103,46	0,97	4749,48
I/2024						5207,22
II/2024						5262,44
III/2024						5844,54
IV/2024						5035,08

В порівнянні з першим прогнозом, модель найшвидше реагує на зміну ряду, що може свідчити про невпевненість в даних або нестабільність розвитку ринку. Також, помітний відгук моделі на зміну сезонності. Відгук на зміну тренду менший, ніж в попередньому прогнозі, можна говорити про слабку реакцію моделі.

Результати розрахунку прогнозу №3 для значень констант згладжування $\alpha = 0,4$; $\beta = 0,5$; $\gamma = 0,2$ наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Розрахунок прогнозу №3 щоквартального споживання
електричної енергії на 2024 рік

квартал/рік	t	y_t	L_t	T_t	S_t	$\hat{y}_{(t+p)}$
I/2020	1	6998,59			1	
II/2020	2	7749,24			1	
III/2020	3	9476,26			1	
IV/2020	4	8172,05	8172,05	0	1	
I/2021	5	8226,68	8193,90	10,93	1,00	8172,05
II/2021	6	6803,63	7644,35	-269,31	0,98	8204,83
III/2021	7	9312,71	8150,11	118,22	1,03	7375,04
IV/2021	8	9151,63	8621,65	294,88	1,01	8268,33
I/2022	9	6952,85	8128,83	-98,97	0,97	8923,66
II/2022	10	6198,79	7353,20	-437,30	0,95	7853,25
III/2022	11	6769,65	6782,29	-504,11	1,02	7113,21
IV/2022	12	4263,05	5451,42	-917,49	0,97	6355,37
I/2023	13	4389,31	4527,21	-920,85	0,97	4405,65
II/2023	14	5021,5	4275,90	-586,08	1,00	3429,66
III/2023	15	6371,96	4706,71	-77,64	1,09	3772,66
IV/2023	16	5728,22	5148,80	182,23	1,00	4472,78
I/2024						5177,88
II/2024						5489,42
III/2024						6200,79
IV/2024						5851,23

В порівнянні з двома прогнозами, ця модель найшвидше реагує на зміну тренду. Помітний вплив компоненту ряду, найслабше модель реагує на зміну компоненту сезонності.

Більшість програмних пакетів для прогнозування використовують алгоритм оптимізації значень констант для мінімізації MSE . Вибір значень констант згладжування α , β та γ має забезпечити мінімальну середньоквадратичну похибку прогнозу MSE . З точки зору покращення точності прогнозу, як і у випадку з константою згладжування, обрання оптимального початкового значення згладженого ряду ґрунтується на визначенні середньоквадратичної помилки прогнозу (MSE) для n спостережень. Обрано той спосіб, що буде надавати мінімальне значення MSE .

Похибка прогнозу e_t визначалась як різниця між фактичним спостережуваним значенням та його прогнозним значенням. Розрахунок похибки для прогнозів №1-3 починався з періоду часу $t = 5$ за формулою:

$$e_5 = y_5 - \hat{y}_5. \quad (3.19)$$

Визначення статистичних оцінок похибки прогнозів, побудованих за різними значеннями констант згладжування, розраховувалися за наступними статистичними методами.

Середнє абсолютне відхилення:

$$MAD = \frac{1}{12} \sum_{t=1}^{12} |e_t| = \frac{1}{12} \sum_{t=1}^{12} |y_t - \hat{y}|. \quad (3.20)$$

Середня абсолютна процентна похибка:

$$MAPE = \frac{1}{12} \cdot \sum_{i=0}^{12} \frac{|y_t - \hat{y}|}{y_t}. \quad (3.21)$$

Середня процентна похибка:

$$MPE = \frac{12}{100\%} \cdot MAPE. \quad (3.22)$$

Середньоквадратична похибка:

$$MSE = \frac{1}{12} \sum_{t=1}^{12} (y_t - \hat{y})^2. \quad (3.23)$$

Корінь квадратний зі середньоквадратичної похибки:

$$RMSE = \sqrt{MSE}. \quad (3.24)$$

На підставі наведеного алгоритму розрахунку (3.19-3.24) засобами MS Excel були визначені статистичні оцінок похибки прогнозів.

Результати розрахунку статистичних оцінок похибки прогнозу №1 для констант згладжування: $\alpha = 0,2$; $\beta = 0,4$; $\gamma = 0,5$ наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Розрахунок статистичних оцінок похибки прогнозу №1

Квартал/ рік	t	y_t	$\hat{y}_{(t+p)}$	e_t	$ e_t $	$ e_t /y_t$	e_t/y_t	e_t^2	
I/2021	5	8226,68	8172,05	54,63	54,63	0,01	0,01	2984,44	
II/2021	6	6803,63	8187,35	-1383,72	1383,72	0,20	-0,20	1914671,08	
III/2021	7	9312,71	7804,28	1508,43	1508,43	0,16	0,16	2275372,50	
IV/2021	8	9151,63	8120,31	1031,32	1031,32	0,11	0,11	1063619,38	
I/2022	9	6952,85	8445,92	-1493,07	1493,07	0,21	-0,21	2229264,13	
II/2022	10	6198,79	7536,36	-1337,57	1337,57	0,22	-0,22	1789101,50	
III/2022	11	6769,65	8249,91	-1480,26	1480,26	0,22	-0,22	2191166,47	
IV/2022	12	4263,05	7509,77	-3246,72	3246,72	0,76	-0,76	10541209,20	
I/2023	13	4389,31	5613,64	-1224,33	1224,33	0,28	-0,28	1498985,28	
II/2023	14	5021,5	4460,89	560,61	560,61	0,11	0,11	314282,79	
III/2023	15	6371,96	4732,94	1639,02	1639,02	0,26	0,26	2686385,77	
IV/2023	16	5728,22	3975,61	1752,61	1752,61	0,31	0,31	3071627,33	
Значення статистичної оцінки похибки					1392,69	23,74	-7,81	2464889,16	1570,00
Назва методу оцінки					<i>MAD</i>	<i>MAPE</i>	<i>MPE</i>	<i>MSE</i>	<i>RMSE</i>

Результати розрахунку статистичних оцінок похибки прогнозу №2 для констант згладжування $\alpha = 0,5$; $\beta = 0,2$; $\gamma = 0,4$ наведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Розрахунок статистичних оцінок похибки прогнозу №2

Квартал/ рік	t	y_t	$\hat{y}_{(t+p)}$	e_t	$ e_t $	$ e_t /y_t$	e_t/y_t	e_t^2	
I/2021	5	8226,68	8172,05	54,63	54,63	0,01	0,01	2984,44	
II/2021	6	6803,63	8204,83	-1401,2	1401,20	0,21	-0,21	1963355,84	
III/2021	7	9312,71	7369,57	1943,14	1943,14	0,21	0,21	3775784,51	
IV/2021	8	9151,63	8400,80	750,83	750,83	0,08	0,08	563748,57	
I/2022	9	6952,85	8922,83	-1969,98	1969,98	0,28	-0,28	3880815,03	
II/2022	10	6198,79	7571,56	-1372,77	1372,77	0,22	-0,22	1884490,60	
III/2022	11	6769,65	7271,38	-501,73	501,73	0,07	-0,07	251728,58	
IV/2022	12	4263,05	6565,90	-2302,8	2302,85	0,54	-0,54	5303104,10	
I/2023	13	4389,31	4610,12	-220,81	220,81	0,05	-0,05	48757,22	
II/2023	14	5021,5	3906,21	1115,29	1115,29	0,22	0,22	1243867,39	
III/2023	15	6371,96	4588,83	1783,13	1783,13	0,28	0,28	3179553,81	
IV/2023	16	5728,22	4749,48	978,74	978,74	0,17	0,17	957937,18	
Значення статистичної оцінки похибки					1199,59	19,55	-3,38	1921343,94	1386,13
Назва методу оцінки					<i>MAD</i>	<i>MAPE</i>	<i>MPE</i>	<i>MSE</i>	<i>RMSE</i>

Результати розрахунку статистичних оцінок похибки прогнозу №3 для констант згладжування $\alpha = 0,4$; $\beta = 0,5$; $\gamma = 0,2$ наведені в табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Розрахунок статистичних оцінок похибки прогнозу №3

Квартал/ рік	t	y_t	$\hat{y}_{(t+p)}$	e_t	$ e_t $	$ e_t /y_t$	e_t/y_t	e_t^2	
I/2021	5	8226,68	8172,05	54,63	54,63	0,01	0,01	2984,44	
II/2021	6	6803,63	8204,83	-1401,20	1401,20	0,21	-0,21	1963355,84	
III/2021	7	9312,71	7375,04	1937,67	1937,67	0,21	0,21	3754583,63	
IV/2021	8	9151,63	8268,33	883,30	883,30	0,10	0,10	780225,11	
I/2022	9	6952,85	8923,66	-1970,81	1970,81	0,28	-0,28	3884106,63	
II/2022	10	6198,79	7853,25	-1654,46	1654,46	0,27	-0,27	2737223,02	
III/2022	11	6769,65	7113,21	-343,56	343,56	0,05	-0,05	118036,18	
IV/2022	12	4263,05	6355,37	-2092,32	2092,32	0,49	-0,49	4377806,61	
I/2023	13	4389,31	4405,65	-16,34	16,34	0,00	0,00	267,09	
II/2023	14	5021,5	3429,66	1591,84	1591,84	0,32	0,32	2533954,09	
III/2023	15	6371,96	3772,66	2599,30	2599,30	0,41	0,41	6756383,37	
IV/2023	16	5728,22	4472,78	1255,44	1255,44	0,22	0,22	1576131,68	
Значення статистичної оцінки похибки					1316,74	21,31	-0,39	2373754,81	1540,70
Назва методу оцінки					<i>MAD</i>	<i>MAPE</i>	<i>MPE</i>	<i>MSE</i>	<i>RMSE</i>

На підставі даних таблиць 3.5–3.7 було проведено аналіз точності побудованих прогнозів та визначення моделі, яка надає найкращу точність.

Для проведення порівняльного аналізу значення статистичних оцінок похибки прогнозів №1-3 були зведені в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Значення статистичних оцінок похибки прогнозів №1-3

Показник	MAD	MAPE	MPE	MSE	RMSE
Прогноз №1	1392,69	23,74	-7,81	2464889,16	1570,00
Прогноз №2	1199,59	19,55	-3,38	1921343,94	1386,13
Прогноз №3	1316,74	21,31	-0,39	2373754,81	1540,70

Як було сказано вище, обирається той спосіб, що буде надавати мінімальне значення *MSE*.

Метод оцінки точності прогнозу має наступну інформативність:

- *MSE* фіксує наявність великих похибок прогнозування, оскільки кожна похибка зводиться в квадрат;
- *MSE* застосовується для порівняння методів прогнозування щодо наявності надзвичайно великих похибок.

Згідно цього видно, що прогноз 2 має найменше значення *MSE*, отже було обрано метод 2. Слід зазначити, що результати прогнозу не враховують можливі форс-мажорні обставини, тому що ймовірність виникнення останніх надзвичайно важко передбачити та розрахувати. Також, варто пам'ятати, що у прикладі було розраховано прогноз споживання лише одного закладу, а результат прогнозу для групи будівель за цим методом може значно відрізнятись. Рекомендується інтегрувати цей метод в програмну частину АІС «Umuni».

3.4.2 Обґрунтування впровадження енергоефективних заходів у місті

Проблема незбалансованого внутрішнього споживання паливно-енергетичних ресурсів має гостро негативні економічні та соціальні наслідки, обмежуючи потенціал підвищення якості життя в містах України. Бюджетні

установи – перші в черзі на впровадження енергоефективних проєктів, адже саме в бюджетній сфері має місце значний потенціал енергозбереження. Потенціал економії в бюджетних установах складає понад 60% від існуючого енергоспоживання. Його використання – це питання впровадження не тільки технічних заходів енергозбереження, а й комплексу організаційних, навчальних та інформаційних заходів, направлених на зміну культури споживання енергоресурсів.

Зменшення обсягів використання паливно-енергетичних ресурсів у бюджетній сфері розглядається, як шлях до скорочення фінансових витрат на закупівлю енергоресурсів бюджетними установами, збільшення доходів місцевого бюджету та поширення реалізації соціальних програм.

Місто Запоріжжя має великий потенціал у становленні системи ефективного використання енергоресурсів. В якості обґрунтування впровадження заходів, Управлінню енергетичного менеджменту міста рекомендується щопівроку проводити спеціалізовані конференції. На них будуть присутні представники міської влади, потенційні інвестори(в тому числі і закордонні), представники житлово-комунального сектору, та інші. На конференції представник управління енергоменеджменту у формі виступу доповідь про ситуацію з споживанням паливно – енергетичних ресурсів та, використовуючи інструменти автоматизованої системи енергомоніторингу та метод прогнозування, надасть попередній прогноз споживання на наступний період. Ця інформація необхідна для розуміння потенціалу скорочення споживання ПЕР внаслідок можливого впровадження заходів з енергозбереження.

Висновки до розділу 3

1. Енергетичний моніторинг надає можливість дослідити потенціал енергозбереження в будівлях та закладах міста Запоріжжя. Було розроблено Положення про систему енергомоніторингу, завдяки якому було визначено

відповідальних за функціонування системи та обов'язки кожного з рівнів енергоменеджерів.

2. У разі зміни експлуатаційних характеристик будівлі, що входить у систему енергоменеджменту міста, відповідальні особи здійснюють усі необхідні дії, та вносять зміни до відповідних структур.

3. Для контролю та моніторингу споживання енергетичних ресурсів та комунальних послуг у місті Запоріжжя користуються автоматизованою системою енергомоніторингу «Umuni». Дана система має широкий функціонал, що полегшує виконання енергоменеджерами своїх обов'язків.

4. Для прогнозування споживання паливно-енергетичних ресурсів було запропоновано метод Холта-Уінтерса. Було проведено розрахунок споживання електроенергії обраного об'єкту на наступний рік, а також обрано метод оцінки точності прогнозу.

4 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЄКТУ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ВУЛИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ МЕХАНІЗМУ ЕСКО

4.1 Цілі та етапи реалізації стартап-проекту

Однією з функцій системи енергоменеджменту міста Запоріжжя виступає залучення інвестицій та фінансування, не заборонених законодавством держави. Одним із прикладів залучення приватних інвестицій є механізм енергосервісу (ЕСКО). Механізм енергосервісу – залучення приватних енергосервісних компаній (ЕСКО) до здійснення енергоефективних заходів на об'єктах державної та комунальної форми власності, за якого вкладені приватні інвестиції повертаються за рахунок досягнутої економії паливно-енергетичних ресурсів на об'єкті. Замовник повинен повернути інвестиції компанії лише після того, як встановлено факт досягнення економії, передбаченої енергосервісним договором. Якщо в результаті енергоефективних заходів не вдалось досягнути економії, енергосервісна компанія не отримує сплату від замовника. ЕСКО повністю бере на себе відповідальність за реалізацію проекту з метою підвищення енергоефективності та пов'язані фінансові ризики й технічні ризики.

Пропонується залучити механізм ЕСКО для пілотного проекту модернізації системи вуличного освітлення у місті Запоріжжя. За умови виконання енергосервісного договору місто отримає сучасну систему вуличного освітлення, а також скорочення витрат на електроенергію та обслуговування системи в цілому.

4.2 Обґрунтування актуальності та новизна інноваційної ідеї стартап проекту

Енергосервісний контракт, як організаційно-правовий та фінансовий механізм, що дає змогу досягнути скорочення споживання енергоресурсів шляхом впровадження енергоощадних заходів, набув значного поширення в розвинених країнах світу за останні 40 років. Популярність зазначеного механізму пояснюється передусім його інвестиційною привабливістю, можливістю поєднати на взаємовигідній основі інтереси замовників та виконавців робіт з енергозбереження, зокрема постачальників енергоефективного обладнання [24].

Крім того, цей механізм дає змогу розв'язувати складні питання залучення необхідних фінансових ресурсів для реалізації енергоефективних проектів. Новизна запропонованого проекту ЕСКО – освітлення полягає у виборі об'єкта для енергосервісу (системи освітлення) а також у першому в Україні впровадженні ЕСКО освітлення у місто з системою енергоменеджменту. В перспективі, поєднання двох механізмів з енергоефективності та енергозбереження (енергоменеджменту та ЕСКО) дає значне скорочення споживання ПЕР, економію коштів, а також відкриває шлях до застосування механізмів використання заощаджених коштів на енергозбереження, що створює ефект «замкненого кола» та в свою чергу ще більше знижує споживання ресурсів. В свою чергу це веде до підвищення енергонезалежності держави, що особливо важливо сьогодні.

Водночас, в ході реалізації стартап-проекту доцільно здійснити SWOT-аналіз потенційних загроз та можливостей реалізації стартап-проекту, визначивши сильні та слабкі сторони, а також його можливості та загрози. SWOT-аналіз не охоплює остаточну інформацію для реалізації стартап проекту, однак дозволяє упорядкувати процес формування ідеї [25].

Сильними сторонами стартап проекту є фінансування приватними інвесторами, що в свою чергу не несе навантаження на міський бюджет, повний супровід процесу інвестором, а також можливість розподілення заощаджених коштів на різні проекти та програми міста.

До потенційних можливостей проекту можна віднести його розширення, за умови вдало проведеного «пілотного» варіанту ЕСКО.

До слабких сторін можна віднести досить велику вартість проекту, а отже – можливе небажання інвестування зі сторони приватного інвестора.

До загроз можна віднести загальний стан економіки України, викликаний повномасштабним вторгненням, а також всі супутні загрози, пов'язані з цим.

Таблиця 4.1 — SWOT аналіз стартап проекту ЕСКО освітлення у Запоріжжі

S (strength) – Сильні сторони	W (weaknesses) – Слабкі сторони
1. Унікальність 2. Залучення приватних інвестицій 3. Досить швидке впровадження 4. Актуальність	1. Незацікавленість інвесторів 2. Додаткові витрати
O (opportunities) – Можливості	T (threats) – Загрози
1. Доцільність впровадження 2. Подальше розширення проекту	1. Загальні ризики, пов'язані з війною

4.3 Розрахунок вартості ЕСКО договору

В цілях розрахунку, було взято окремий мікрорайон міста Запоріжжя. Було отримано дані по споживанню електричної енергії системами освітлення за 2019 та 2021 роки (базовий рівень), дані про кількість світильників та їх тип. Було отримано комерційні пропозиції від 3 фірм, які займаються встановленням світлотехнічного обладнання.

На основі наданої інформації про систему освітлення у місті Запоріжжя, пропонується заміна освітлювальних приладів, в рамках проекту ЕСКО.

Встановлена (номінальна) потужність освітлювальних приладів по типам:

- ЛЕД – 30 Вт, 317 шт, сумарною потужністю – 9,51 кВт;
- ЛЕД – 50 Вт, 450 шт, сумарною потужністю – 22,5 кВт;
- ДНаТ – 100Вт, 87 шт, сумарною потужністю – 8,7 кВт;
- світлодіодні, 30 та 50 Вт, 767 шт, сумарною потужністю – 32,01 кВт.

Відповідно до пропозиції ЕСКО компанії пропонується здійснити заміну ДНаТ 100 Вт на світлодіодні LED світильники меншої потужності зі збільшеним світловим потоком, що буде відповідати нормативним показникам, а саме:

- лампи ДНаТ 100 Вт в кількості 87 шт на світлодіодні LED світильники потужністю 20 Вт.

4.3.1 Номінальні значення ефективності, споживання та економії

В результаті заміни світильників ДНаТ та LED на світлодіодні – номінальна потужність складе:

- ЛЕД 30 Вт – заміні не підлягають – 9,51 кВт;
- ЛЕД 50 Вт – заміні не підлягають – 22,5 кВт;
- Заміна ДНаТ 100 Вт на світлодіодні LED потужністю 20 Вт – 1,74 кВт (було 8,7 кВт).

Загальна потужність системи освітлення району на даний момент становить 40,71 кВт. Загальна потужність системи освітлення при умові модернізації становитиме 33,75 кВт. Економія від заміни світильників становитиме 6,96 кВт.

Потенційна річна економія, відносно базового рівня становитиме:

$$193\,300,5 \text{ кВт} \cdot \text{год} \cdot 17\% = 33\,047,69 \text{ кВт} \cdot \text{год на рік.}$$

Розрахункова економія коштів, що виникла в результаті заміни світильників:

$$33\,047,69 \text{ кВт} \cdot \text{год} \cdot 6,56 \text{ грн/кВт} \cdot \text{год} = 216\,792,85 \text{ грн/рік}$$

4.3.2 Розрахунок можливих вкладень інвестора

Задля розрахунку можливих вкладень інвестора було зроблено запит на декілька виробників світильників та отримано від них комерційні пропозиції, що наведено в таблиці 4.2. Слід також зазначити, що остаточна вартість та умови оплати можуть бути індивідуальними в залежності від умов конкретного постачальника обладнання. Орієнтовна вартість заміни однієї світлоточки становить 800 грн/одиночку. Відповідна вартість монтажних робіт буде становити 87 тис. грн. Також необхідно врахувати вартість необхідності виконання проектно-кошторисної документації що буде коштувати орієнтовно 100 тис грн. Відповідно до вищезазначеної інформації наведено загальні інвестиції в залежності від постачальника та умов наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 — Комерційні пропозиції від різних постачальників обладнання

№	Постачальник	Вартість одного світильника	Кількість, шт	Загальна вартість тис. грн	Монтажні/демонтажні роботи, тис. грн	Проектування, тис. грн	Всього, тис грн
1	№1	4902	87	426,474	87	100	613,474
2	№2	6 883	87	598,821	87	100	785,821
3	№3	6293	87	547,491	87	100	734,491

4.3.3 Розрахунок основних показників ЕСКО договору

Рекомендується розглянути даний проект при умові його впровадження через енергосервісний договір, з залученням інвестора. Даний тип договір дозволяє залучити позабюджетні кошти для реалізації

енергоефективних заходів, з подальшим їх повернення за рахунок економії електричної енергії досягнутої в результаті впровадження заходів передбачених в договорі.

Таблиця 4.3 — Основні показники ЕСКО договору

Базовий рівень	193 300,50
Потенціал економії, %	17%
Економія в натуральних величинах, кВт·год	33 047,69
Тариф на електричну енергію, грн/кВт·год	6,56
Економія в грошовому еквіваленті, грн/рік	216 792,85
Фіксований відсоток на користь Виконавця, %	90
Строк дії договору, років	12
Вигоди замовника, грн/рік	21 679,29
Ціна енергосервісного договору, грн	2 341 362,78

В залежності від обраного постачальника обладнання простий термін окупності може становити від 2,8 до 3,6 років. В такому випадку дохідність по проекту може становити від 16 до 23 %. Однак також необхідно врахувати, що тенденція росту тарифу на електричну енергію може покращити дані показники проекту. Слід також зазначити що відповідно до Закону України «Про запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації», максимальний строк енергосервісного договору може становити 15 років. В даному випадку всі розрахунки здійснювалися відносно строку дії договору протягом 12 років. Відповідно до зазначених розрахунків прямі вигоди громади будуть становити 21 679,29 грн/рік, або 260 151,48 грн протягом дії договору.

4.4 Аналіз ризиків стартап-проекту

ЕСКО бере на себе певний (або повний) ступінь ризику для досягнення поліпшеної енергоефективності об'єкта замовника і отримує оплату за надані послуги за результатами підвищення (повністю або частково) енергоефективності

Основні ризики ЕСКО:

- бізнесові ризики – це ризики, пов'язані з помилками/прорахунками при виборі бізнес-моделі, реалізації проекту, визначенням показників прибутковості, зі зміною законодавчої бази та політичної ситуації в країні, вибором партнерів/учасників проекту та ймовірністю невиконання ними своїх зобов'язань тощо;

- фінансові ризики – це ризики, пов'язані з вірогідністю втрати фінансових ресурсів/грошових коштів, наприклад, через інфляцію, несприятливу кон'юнктуру ринку товарів, послуг, матеріалів тощо;

- технічні ризики – це ризики неправильних технічних рішень і неправильної експлуатації та/або непередбаченого виходу з ладу обладнання. Наприклад, помилкове визначення планового обсягу заощаджень може бути наслідком використання некоректних вихідних даних для розрахунку споживання паливно-енергетичних ресурсів після запровадження енергоефективних заходів. Зокрема, якщо спочатку було проведено неякісний енергетичний аудит. Тут можлива ситуація, при якій, наприклад, замовник уже проводив енергоаудит із залученням іншого виконавця, і він не хоче повторних витрат, але при цьому і новий виконавець має повне право не довіряти такому енергоаудиту, оскільки немає жодних гарантій, що він був проведений якісно. Тому, якщо до заходу ЕСКО на об'єкт, енергоаудит здійснювала інша компанія, то ЕСКО доцільно провести його верифікацію або навіть поставити питання про повторний енергоаудит.

Ризики замовника – це ризики, пов'язані з:

- вибором ЕСКО;
- недосконалістю законодавчої бази.

При виборі ЕСКО є ризик, що замовник потрапить на некваліфікованого виконавця. Щоб цього уникнути, потрібно отримати з доступних джерел відомості про підприємства, які працюють на ринку енергосервісу. Під час вибору виконавця доцільно з'ясувати наявність у ЕСКО позитивного досвіду реалізації енергоефективних проектів (за можливості отримати відгуки від попередніх замовників), дізнатися, чи забезпечене підприємство кваліфікованими фахівцями, отримати детальну інформацію про умови виконання робіт (модель ЕПК) та розрахунків за них.

Висновки до розділу 4

1. У розділі було проаналізовано можливість залучення механізму ЕСКО задля модернізації системи освітлення у місті Запоріжжя, а саме у так званому «пілотному проекті», що включає в себе певний мікрорайон міста. За умови вдалого залучення механізму можливо його поширення на все місто, що призведе до скорочення споживання ПЕР та залучення інвестицій у місто.

2. Проаналізовано модель ЕСКО для системи вуличного освітлення, розраховано всі необхідні показники та сформульовано ціну договору, вартості обладнання, приблизний процент економії та потенційний дохід інвестора.

ВИСНОВКИ

1. Споживання паливно-енергетичних ресурсів, облік та контроль енергоносіїв, запровадження заходів із підвищення рівня енергетичної ефективності та використання потенціалу енергозбереження в умовах обмеженості ресурсів є дуже важливими питаннями, вирішувати які доводиться на сьогодні територіальним громадам.

2. Розбудова системи енергоменеджменту у місті Запоріжжя, у тому числі закладає фундамент для ефективності кризового реагування на проблеми наявності і якості енергоресурсів, забезпечення раціональності їх споживання, життєдіяльності енергоспоживаючих процесів і обладнання. Було розроблено етапи впровадження системи енергоменеджменту у місті, визначено відповідальний орган міської влади та осіб, відповідальних за функціонування системи енергоменеджменту

3. Впровадження та застосування системи енергоменеджменту у місті Запоріжжя надає можливість дослідити потенціал енергозбереження в кожному звітному періоді з урахуванням виділених фінансових ресурсів. Дозволяє відстежити, проаналізувати та запланувати впровадження енергозберігаючих заходів, підготувати необхідну інформацію для формування управлінських рішень. За допомогою описаного методу прогнозування Управління енергетичного менеджменту має можливість здійснювати прогноз споживання ПЕР, та на його основі формувати подальші фінансові плани.

4. Стартап-проект ЕСКО освітлення в імплементації із системою енергоменеджменту міста скоротить споживання паливно-енергетичних ресурсів міста, та, за умови вдалого функціонування, відкриє шлях до подальших інвестицій у енергетичний та комунальний сектор міста.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про місто. Офіційний сайт Запорізької міської ради. URL: <https://zp.gov.ua/uk/page/pasport-mista..>
2. Посібник з муніципального енергетичного менеджменту / Є.М.Іншеков, Є.Є.Нікітін, М.В.Тарновський, А.В.Чернявський. – К.: Поліграф плюс, 2014. –238 с. ISBN 978-966-8977-46-6.
3. Про впровадження систем енергетичного менеджменту : Постанова Каб. Міністрів України від 23.12.2021 р. № 1460 : станом на 3 трав. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1460-2021-п#Text>.
4. Якісне впровадження систем енергетичного менеджменту закладає фундамент кризового реагування на енергетичні виклики, - Валерій Безус. Урядовий портал, URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/yakisne-vprovadzhennia-system-enerhetychnoho-menedzhmentu-zakladaie-u-tomu-chysli-fundament-kryzovoho-reahuvannia-na-enerhetychni-vyklyky>.
5. Про затвердження Плану діяльності системи енергетичного менеджменту м.Запоріжжя [Електронний ресурс] // Розпорядження міського голови №101р від 17.04.2023. Дата оприлюднення 20.04.2023. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://zp.gov.ua/uk/documents>.
6. Офіційний вісник України 2015 р., № 85, ст. 2850.
7. Про енергетичну ефективність : Закон України від 21.10.2021 р. № 1818-IX : станом на 27 лип. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#Text>.
8. Денисюк С.П., Бориченко О.В. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПОБУДОВИ СИСТЕМ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ В УКРАЇНІ. Енергетика: економіка, технології, екологія. 2015. № 1. Стр. 7–17. URL: <https://doi.org/10.17509/tegar.v1i1.8685..>
9. ISO 50001:2011. Energy management systems – Requirements with guidance for use.

10. HOST R YSO 50001:2012 «Systemy enerhetycheskoho menedzhmenta. Trebovaniya y rukovodstvo po pryimenenyyu. – М.: Standartynform, 2012. – 60 s..

11. Про запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації : Закон України від 09.04.2015 р. № 327-VIII : станом на 1 січ. 2022 р, URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/327-19#Text>.

12. Про публічні закупівлі: Закон України від 25.12.2015 р. № 922-VIII : станом на 1 січ. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/922-19#Text>.

13. АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ВИЗНАЧЕННЯ КАТЕГОРІЇ «СТИМУЛЮВАННЯ ПРАЦІ» [Електронний ресурс] // Державний ВНЗ «Національний гірничий університет». – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://core.ac.uk/download/pdf/132412518.pdf>.

14. Проблеми і перспективи розвитку підприємництва: Збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції, 14-15 грудня 2007 р. – Ч.2. – Харків: Вид-во ХНАДУ, 2007.– 260 С.

15. Економічне обґрунтування напрямів підвищення ефективності стимулювання праці : Дипломна робота на здобуття ступеня бакалавра. 2020. 235 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/39066>.

16. Мотивація і стимулювання праці в підприємстві (організації). URL: https://stud.com.ua/49345/ekonomika/motivatsiya_stimulyuvannya_pratsi_pidpriyemstvi_organizatsiyi.

17. Комплексна програма енергоефективності бюджетної, комунальної та житлової сфер [Електронний ресурс] // Краматорська міська рада. – 2021..

18. Як скоротити енергоспоживання в будівлях державних органів. Посібник енергоменеджера. 2019. URL: <https://saee.gov.ua/sites/default/files/blocks/posibnyk%20enerhomenedzhera.pdf>.

19. Методика моніторингу енергоефективності будівель [Електронний ресурс] // USAID - муніципальна енергетична реформа в Україні. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00MD8N.pdf.

20. Про комерційний облік теплової енергії та водопостачання : Закон України від 22.06.2017 р. № 2119-VIII : станом на 19 серп. 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2119-19#Text>.

21. Портал відкритих даних Міністерства цифрової трансформації України. URL: <https://data.gov.ua>.

22. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель.

23. СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ: ПРОГНОЗУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОПИТУ. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. URL: <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/33652/1/292-1.pdf>.

24. Енергосервісні контракти. Можливості та перспективи в Україні. URL: https://saee.gov.ua/sites/default/files/giz2015_ua_Brochure_Energy_Service_Contracts_opportunities_and_prospects..._0.pdf.

25. Стартап-проект. Рекомендації до виконання розділу магістерської дисертації «Розроблення стартап-проекту» [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальностей: 101 «Екологія», 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», «Системи електропостачання», «Енергетичний менеджмент та енергоефективність» «Енергетичний менеджмент та інжиніринг» / П. В. Круш, Н. А. Шевчук, О. І. Андрусь ; КПІ ім. Ігоря Сікорського: – Електронні тестові дані (1 файл: 127 КБ). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 50 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/27914>, 144 «Теплотехніка», спеціалізацій: «Інженерна екологія та ресурсозбереження», «Інжиніринг електротехнічних

комплексів», «Електромеханічні та мехатронні системи енергоємних виробництв».