Міністерство освіти і науки України

Запорізький національний університет
(повне найменування закладу вищої освіти)

Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні
(назва факультету)

Кафедра електричної інженерії та кіберфізичних систем
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

рівень вищої освіти другий (магістерський) рівень

на
тему Підвищенняефективностіспоживанняенергетичнихресурсівпідприємствам иводопровідно-каналізаційногогосподарства

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1414
ТисленкоАндрій Олегович
(ПІБ) (підпис)
спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва)
освітньо-професійна програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва)

Керівник Башлій С.В.
(прізвище та ініціали) (підпис)

Запоріжжя - 2025 року

Запорізький національний університет
(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні
Кафедра електричної інженерії та кіберфізичних систем
Рівень вищої освіти другий (магістерський) рівень
(другий (магістерський) рівень)
Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва)
Спеціалізація
(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ЕІКФС
д.т.н., проф. Коваленко В.Л.
"__" _____2025року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ «МАГІСТР»
ТисленкоАндрію Олеговичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи магістра
Підвищенняефективностіспоживанняенергетичнихресурсівпідприємствамиводопровідно-каналізаційногогосподарства
керівник кваліфікаційної роботи магістра к.т.н. доц. Башлій В.С,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від " 27"лютого20 25 року № 313-с.
2. Строк подання здобувачем кваліфікаційної роботи магістра *15грудня2025року*
3. Вихідні дані кваліфікаційної роботи магістра: Процес моніторингу енергоефективності водопровідного господарства та його окремихоб'єктів.визначення завдань і резервів щодопокращення рівня енергоефективності об'єктів водопровідного господарства «Бориспільводоканал».

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

а) Провести аналіз стану енергоефективності водопровідного господарства, сучасних тенденцій та інструментів управління ефективністюелектроспоживання, атакож шляхів підвищення рівня енергоефективності;

б)Розробити систему моніторингу енергоефективності для водопровідного господарства та його об'єктів;

в)Розробитисистемумоніторингуенергоефективностіводопровідногогосподарстватайого об'єктів.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): *Презентація,щомістить наочні матеріали за результатами дослідження,включно з алгоритмами розрахунків та діаграмами.*

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи магістра:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата завдання прийняв
Розділ 1	Башлій С.В., к.т.н. доцент	
Розділ 2	Башлій С.В., к.т.н. доцент	
Розділ 3	Башлій С.В., к.т.н. доцент	

7. Дата видачі завдання *10 березня 2025 року*

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи магістра	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи магістра	Примітка
1	Сучаснийстанпроблем та перспективи покращення енергоефективності об'єктів водопровідного господарства.	30.05-30.06.2025	
2	Розробка методів та інструментів длявпровадження системи енергетичного менеджменту на відповідних об'єктах.	30.06-30.08.2025	
3	Впровадження системи моніторингу та розробка заходів підвищення енергоефективності на міськихоб'єктах водопостачання і водовідведення.	30.08-30.10.2025	
4	Розробкаінвестиційногопроекту.	30.10-30.11.2025	
5	Формуванняквалфікаційної роботи магістра.	30.11-05.12.2025	
6	Оформлення пояснювальної записки, презентації, проходження перевірки наплагіат, тарецензування.	05.12-11.12.2025	
7	Передзахистквалфікаційної роботи магістра	12.12-16.12.2025	
8	Захистквалфікаційної роботи магістра	19.12.2025	

Здобувач вищої освіти _____ А.О.Тисленко
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи магістра _____ С.В.Башлій
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль здійснив _____ С.В.Башлій
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тисленко А.О. «Підвищення ефективності споживання енергетичних ресурсів підприємствами водопровідно-каналізаційного господарства».

Кваліфікаційна робота магістра на здобуття вищої освіти за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», науковий керівник С.В. Башлій, Запорізький національний університет, Інженерний науково-навчальний інститут ім. Ю.М. Потебні, кафедра електричної інженерії та кіберфізичних систем. Запоріжжя, 2025.

У роботі виконано комплекс досліджень, спрямованих на розробку і вдосконалення та підвищення рівня енергоефективності об’єктів водопровідно-каналізаційногогосподарстваза рахунок системного підходу до організації функціювання комунального підприємства. Розроблена система моніторингу енергоефективності водопровідно-каналізаційного господарства та його об’єктів.

Ключові слова: ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ,ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЯ, АНАЛІЗ,СИСТЕМАМОНІТОРИНГУ,СИСТЕМА ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ, КОМУНАЛЬНЕ ПІДПРИЄМСТВО.

ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА

1. Тисленко А.О., Башлій С.В. Підвищення ефективності споживанняенергетичнихресурсів підприємствами водопровідно-каналізаційного господарства.*Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції за участю молодих учених та здобувачів вищої освіти «Актуальні питання суспільства у сферах екологічної та цивільної безпеки, енергозбереження, менеджменту та економіки».* Запорізький національний університет. Запоріжжя: ЗНУ, 2025. С. 37.

ABSTRACT

Tyslenko A.O. “Improvingtheefficiencyofenergyresourceconsumptionbywatersupplyandsewageenterprises”.

Master’squalificationworkforhighereducationinspecialty 141 “Electricalpowerengineering, electricalengineeringandelectromechanics”, scientificsupervisor S.V. Bashliy, ZaporizhiaNationalUniversity, EngineeringScientificandEducationalInstitutenamedafterYu.M. Potebny, DepartmentofElectricalEngineeringandCyberphysicalSystems. Zaporizhia, 2025.

Theworkincludes a setofstudiesaimedatdevelopingandimprovingandincreasingthelevelofenergyefficiencyofwatersupplyandsewagefacilitiesthrough a systematicapproachtoorganizingthefunctioningof a municipalenterprise. A systemformonitoringtheenergyefficiencyofwatersupplyandsewagefacilitiesanditsfacilitieshasbeendeveloped.

Keywords: ENERGY EFFICIENCY, TECHNOLOGICAL PROCESS, ELECTRICITY, ANALYSIS, MONITORING SYSTEM, ENERGY MANAGEMENT SYSTEM, MUNICIPALITY.

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

КП - комунальне підприємство;

ВКГ - водопровідно-каналізаційне господарство;

ВДЕ - відновлювальні джерела енергії;

ВЗВ – водозаборний вузол;

КНС - каналізаційна насосна станція;

ІТНВПВ - індивідуальні технологічні нормативи використання питної води;

СЕнМ- система енергетичного менеджменту;

ПЕЕ - показники енергоефективності;

БРЕ - базовірівні енергоспоживання;

SWOT-аналіз – це аналітичний метод (англ. абревіатура), який використовується для оцінювання сильнихS (Strengths) і слабких(Weaknesses) сторін проекту, а також можливостей(Opportunities) і загроз(Threats), пов'язаних із конкуренцією та його здійсненням;

CASE-технології (англ. Computer-AidedSoftwareEngineering) — набір інструментів і методів програмної інженерії для проектування програмного забезпечення, що допомагає забезпечити високу якість програм, відсутність помилок і простоту в обслуговуванні програмних продуктів;

ІС – інформаційні системи;

СЕС - сонячна електростанція;

ПЕР - паливно-енергетичні ресурси;

ГЕН - добовийграфік електричного навантаження;

ГВВ- добовийграфіквитрати води;

ЗЕЕ – захід з енергозбереження.

ЗМІСТ

ВСТУП.....9

1 АНАЛІЗ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ'ЄКТІВ ВОДОПРОВІДНОГОГОСПОДАРСТВА.....10

1.1 Огляд питань та опис діяльності суб'єкта господарювання що займаєтьсяводовідведеннямтаводопостачанням.....10

1.2 Регулювання діяльності об'єкта дослідження в нормативно-правовому полі.....16

1.3 Розглядтехнологічногопроцесутаосновнихелектроприймачів.....21

1.3.2 Особливості технологічного процесу.....21

1.3.3 Баланс розподілу енергетичних ресурсів наоб'єкті.....22

1.4 Постановка задачіпідвищенняенергоефективності.....24

1.4.1 Сучасні досягненняупідвищенні енергоефективності об'єкта:аналіз патентів та винаходів.....25

1.4.2 Шляхи вирішенняактуальнихзавданьі формування стратегій на майбутнє.....28

1.4.3 Аналіз основнихелектроприймачівтарежимівїхроботи.....28

Висновкидорозділу1.....29

2 МОДЕРНІЗАЦІЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГОМЕНЕДЖМЕНТУНАОБ'ЄКТІКПВКГ«БОРИСПІЛЬВОДОКАНАЛ».....31

2.1 Діюча системаенергетичного менеджменту на об'єкта дослідження..... 31

2.1.1 Збір та аналіз інформації на комунальномупідприємстві.....31

2.1.2 Початкові крокимодернізаціїСЕнМ.....33

2.1.3 Регресійний аналізбазовогорівняенергоспоживання.....34

2.1.4 ВпровадженняСЕнМнакомунальному підприємстві.....37

2.2 SWOT - аналіз впровадженнясистеми енергетичногоменеджменту.....37

2.3 Класифікація завданьі методів аналізувсфері енергоефективності.....43

2.4 Оптимізація інформаційних потоків в умовах розгалуженої структуриоб'єктів.....46

Висновокдорозділу2.....51
3 РОЗРОБКАТАВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ І ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НА ОБ'ЄКТАХ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ МІСТА.....52
3.1 Виконання завдань, пов'язаних із створенням системи моніторингу на об'єкті.....52
3.1.1 Визначення ключових показників у системі моніторингу.....53
3.1.2 Організація та впровадженнясистемимоніторингу.....56
3.1.3 Аналізефективностісистемимоніторингу.....59
3.2 Реалізація заходів підвищення енергоефективності на об'єкті.....63
3.2.1 Підбір та заміна насосних агрегатів і організація системи обліку та управління(ЗЕЕ№1).....64
3.2.2 Впровадження конденсаторних установок для компенсації реактивноїпотужності (ЗЕЕ№2).....72
3.3 Аналіз потенціалу використання альтернативних джерел енергії наоб'єктахміста.....73
Висновкидорозділу3.....79
4 РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИЕНЕРГЕТИЧНОГОМЕНЕДЖМЕНТУНАОБ'ЄКТІКПВКГ«БОРИСПІЛЬВОДОКАНАЛ».....80
4.1 Описконцепціїпроекту.....80
4.2 Дослідження ринкових перспективреалізації проекту.....83
ВИСНОВКИ.....84
СПИСОКВИКОРИСТАНИХДЖЕРЕЛ.....86
ДОДАТКИ.....91
ДОДАТОКА.....91
ДОДАТОК В.....97

ВСТУП

*Актуальність теми.*Питання підвищення рівня енергоефективності об’єктів водопостачання шляхом модернізації їх обладнання та удосконалення режимів роботи останніми роками займає багато уваги.Одним з критеріїв вирішення проблеми розглядається зменшення витрати електроенергії. Особливо при цьому слід враховувати, що водопровідне господарство є складною ієрархічною енерготехнологічною системою, що містить низку взаємопов’язаних процесом водопостачання структурних елементів, які споживають енергетичні (електроенергію) та природні (воду) ресурси, та кожен з яких має свої особливості функціонування. Взагалі енергоефективність технологічної системи визначається енергоефективністю її окремих структурних елементів[1]. Крім того, реальне покращення енергетичної ефективності водопровідного господарства та його об’єктів має ґрунтуватися не тільки на технічних рішеннях, але й на досконалому управлінні енергоспоживанням.Для вирішення цих проблем потрібно детально розглянути комунальне підприємство водопровідно-каналізаційного господарства (КП ВКГ) «Бориспільводоканал», з точки зору формування системи моніторингу та подивитися на особливості технологічних процесів.

*Мета дослідження.*З точки зору енергоефективності оптимальне управління виробничим комплексом будь-якого підприємства вимагає впровадження комплексної системи моніторингу показників, що відображають співвідношення витрат енергетичних ресурсів до корисного ефекту та їх використання стосовно окремих установок, технологічного процесу та підприємства в цілому.

*Задачі дослідження.*Необхідно приділити увагу пошуку кращих практик ефективного енергоспоживання профільного обладнання та їх адаптації до власних умов. При цьому важливо ураховувати особливості функціонування об’єктів водопостачання різних ієрархічних рівнів та їх фактичні умови роботи.

*Об’єктомдослідження*кваліфікаційної роботи магістра є КП ВКГ

«Бориспільводоканал». Підприємство забезпечує питною водою населення місто Бориспіль, комунально-побутові та промислові підприємства, здійснює експлуатацію об’єктів і споруд водопроводута каналізації, відводить стоки, контролює якість питної води таведе контроль за використанням лімітів водопостачання та водовідведення.

*Предмет дослідження.*КП ВКГ «Бориспільводоканал» є типовим представником водопровідних господарствв Україні та,які інші водопровідні господарства,маєпевнийряд особливостей та проблем. По-перше існує певний спротив суспільства, який пов’язаний з підвищенням тарифів для населення. По-друге суб’єкт господарювання працює самостійно і в той же час його обмежують с точки зору нормативної бази. В цілому складається важка ситуація так як з одного боку КП ВКГ «Бориспільводоканал» повинен задовольняти потреби населення, а з іншого боку є проблема того, що держава не втручається в роботу водопровідного господарства.

Методи дослідження. Аналіз та дослідна експлуатація режимів функціонування споживачів електричної енергії у водопровідно-каналізаційному господарстві, а також аналіз методів та засобів підвищення в них енергоефективності.

Наукова новизна одержаних результатів. З різних джерел інформації були зібрані та проаналізовані відомості про дану проблему; розроблено власну методику досліджень; проведено ряд натурних експериментів, за результатами яких, запропоновано модернізовану технологію енергопостачання. Аналіз режимів функціонування споживачів електричної енергії уводопровідно-каналізаційному господарстві, методів та засобів підвищення в ньому рівня енергоефективності.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані результати роботи мають практичне значення та можуть бути використані при проведенні реконструкції та модернізації комунальних підприємств водопровідно-каналізаційного господарстваналогічного профілю, азастосування методів та засобів підвищення енергоефективностіна водопровідних господарствах,

описаних в кваліфікаційній роботі магістра, дозволить зменшити споживання первинних енергетичних ресурсів по всій Україні.

*Особистий внесок дослідника.*Кваліфікаційна робота магістра є самостійною роботою автора, в якій узагальнені результати теоретичних і експериментальних досліджень, отриманих в ході виконання науково-дослідних робіт. Також за допомогою комп'ютерного моделювання та чисельного дослідження інтегрованих систем енергозабезпечення для визначення КП ВКГ «Бориспільводоканал», функціонування його інженерних систем можливо подальше використання моделі для економічного аналізу.

*Апробація результатів роботи.*Основні положення і результати магістерської роботи доповідалися і обговорювалися на Всеукраїнській науково-практичній конференції за участю молодих учених та здобувачів вищої освіти «Актуальні питання суспільства у сферах екологічної та цивільної безпеки, енергозбереження, менеджменту та економіки». Матеріали (28-30 жовтня 2025 року, м. Запоріжжя); доповідалися на науковому семінарі кафедри електротехніки та енергоефективності Інженерного науково-навчального інституту ім. Ю.М. Потебні Запорізького національного університету (2025 р., м. Запоріжжя).

*Публікації.*Основні результати роботи викладені в тезах Всеукраїнської науково-практичної конференції за участю молодих учених та здобувачів вищої освіти «Актуальні питання суспільства у сферах екологічної та цивільної безпеки, енергозбереження, менеджменту та економіки» [31].

*Структура та обсяг магістерської роботи.*Кваліфікаційна робота магістра складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку джерел посилання з 40 найменувань, викладена на 90 сторінках машинописного тексту, включаючи 23 рисунки, 18 таблиць, а також Додатків, що складаються зпереліку об'єктів та потужності електрообладнання КП ВКГ «Бориспільводоканал» (Додаток А) та 13 слайдів ілюстрованого матеріалу презентації (Додаток В).

1 АНАЛІЗТАПЕРСПЕКТИВИРОЗВИТКУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІОБ'ЄКТІВВОДОПРОВІДНОГОГОСПОДАРСТВА

1.1 Огляд питань та опис діяльності суб'єкта господарювання що займається водовідведенням та водопостачанням

Проблематика питання обумовлена тим, що забезпечення населення України якісною питною водою є найважливішоюзадачею державного значення. Головна причина загострення цієї проблеми - зростання антропогенного тиску на водні ресурси[2, 3], яке спричиняє інтенсивне радіаційне, біологічне і хімічне забруднення діючих та потенційних джерел питного водопостачання, стан яких значною мірою і визначає якість питної води. Недостатня ефективність технологій водопідготовки та високі рівні забруднень джерел питного водопостачання призводять до невисокої якості питної води в Україні. Саме це є серйозною загрозою здоров'ю нації[4].

Місто Бориспіль – адміністративний центр Бориспільського району Київської області з населенням 68,5 тисяч жителів. Загальна площа міста – 3701,4 га, Загальна площа сільськогосподарських угідь –2694,9 га, частково рілля – 1600,0 га. За планом розвитку міста Борисполь планується розширення території до 2025 року на 500,0 га. В Борисполі знаходиться більше 80 підприємств з іноземними інвестиціями. Місто має власнийбюджет, що складається з податкових надходжень після відрахування в загальнодержавний бюджет. В зв'язку з цим має можливість запланувати вирішення проблеми системи водовідведеннята водопостачання, яка полягає у модернізації обладнання об'єктів водопостачання та удосконалення режимів роботи, формування систему моніторингу та запровадження заходів з енергоефективності[5].

Розглянемо опис діяльності суб'єкта господарювання. ВодопостачаннямтаводовідведеннямуБорисполізаймаєтьсяКПВКГ«Бориспіль водоканал».Задачею підприємства є забезпеченняпитноюводою населення

чисельністю 68,5 тис. мешканців, комунально-побутові та промислові підприємства, відведення стоків, контроль якості питної води, здійснення експлуатаціїоб'єктів і споруд водопроводу та каналізації[6]. Джерелом водопостачання м. Бориспіль є 26 артезіанських свердловин, що подають воду до водозабірних вузлів та знаходяться в межах міста. Чотири водозабори - ВЗВ-1, ВЗВ-2, ВЗВ-3 та ВЗВ-4, які були збудованівідповідно у 1976, 1970, 1973 і 1950 роках, - подають воду споживачам. Підприємство надає послуги централізованого водопостачання 41,75тис.осіб. Загальна довжина мереж водопостачання: 104,3км (79,8 км) з них є ветхими, тобто, ступінь зношеності труб складає більше 90%. Довжина мереж водовідведення:140,0км(106,1км)зних єветхими -ступіньзношеності труб складає більше 90%. На підприємстві працює більше 200 фахівців. Вони забезпечують обсяги водопостачання8,0-8,5 тис.$м^3$ на добу,обсяги водовідведення більше 8,5-9,0 тис.$м^3$ на добу. В 2021 році було проведеноаудит фактичної протяжності водопровідних мереж, в результаті якого відбулося списання задвоєних мереж та прийняті на баланс безхозні мережі, в результаті чого протяжність мереж становитиме 96,61 км, зокрема 3,49 км водогони, 51,62 км вуличні, 41,5 км внутрішньоквартальні мережі. Наприклад, за 2020 рік підприємством вироблено 2970,72 тис.$м^3$води. З них на власні технологічні потреби використано 137,23 тис.$м^3$(або 4,6%), втрати води становили 641,20 тис.$м^3$(або 21,6%), що не перевищує затверджені нормативи. Споживачам реалізовано води 2192,29 тис.$м^3$ (більше від 2018 року на 13,0 тис.$м^3$ та від 2019 року на 34,33 тис.$м^3$), зокрема населенню приватного сектору та багатоповерхові будинки 1887,35 тис.$м^3$, (що становить 86,1% від загального обсягу) (більше від 2018 року на 41,55 тис.$м^3$ та більше від 2019 року на 56,22 тис.$м^3$),бюджетним установам – 66,48 тис. $м^3$(або 3,0%), підприємствам та організаціям – 238,46 тис. $м^3$(або 10,9%). Середньорічна реалізація послуг централізованоговодопостачаннязаостанні5років(2016-2020)становила2172,67 тис.$м^3$.

Значних змін в споживанні води на 2022 рік підприємством не очікується. Очікується корегування стабільного зменшення споживання води зростанням кількості споживачів після введення новозбудованого житла. Щороку спостерігається зниження обсягів реалізації по населенню, особливо після росту тарифів та встановлення лічильників. В 2022 році планується реалізувати води споживачам 2211,00 тис.м^3, зокрема населенню 1899,0 тис.м^3, (або 85,9% від загального обсягу), бюджетним установам – 78,0 тис. м^3(або 3,5%), підприємствам та організаціям – 234,0 тис.м^3(або 10,6%). Середньо-місячний обсяг реалізації становитиме 184,3 тис.м^3. Рішенням Бориспільської міської ради №230 від 25 квітня 2017 року затверджені поточні індивідуальні технологічні нормативи використання питної води (ІТНВПВ). Також встановлений загальний технологічний норматив використання питної води по підприємству: 33,69% від об'ємів піднятої води, в т.ч. втрати і не облічені витрати води 27,87% та 5,82% на власні потреби.

На балансі підприємства також знаходиться система каналізації, яка експлуатується з 1960 року, (мікрорайон Соцмістечко з 1936 року). У складі водовідного господарства 15 каналізаційних насосних станцій, до яких стічні води надходять самопливними колекторами. Далінапірними трубопроводами стоки відводяться на поля фільтрації загальною площею 64,5 га. Нормативне навантаження стічних вод на полях фільтрації не повинне перевищувати 250 м^3/га. Наразі фактичне навантаження складає 131,05 м^3/га. Проектна пропускна спроможністьканалізації–19,7тис.м^{3}надобу,фактичнийскидстічнихвод- 7,7 тис.м^3 на добу. Протяжність каналізаційних мереж – 115,6 км, зокрема: головнихколекторів–67,5км,знихветхихтааварійних–41,7км(61,8%),вуличної мережі - 22,0 км, з неї ветхих та аварійних – 14,5 км(65,9%), внутрішньо-квартальної та внутрішньо-дворової мережі – 26,1 км, з них ветхих та аварійних – 22,2 км (85,1%). В 2021 році проведені обходи і обміри (аудит) фактичної протяжності каналізаційних мереж.За результатами аудиту відбулося списання задвоєних мереж та прийняті на баланс безхознімережі, в

результаті чого протяжність мереж становитиме 133,13 км, зокрема 84,47 км головних колекторів, 22,00 км вуличних, 26,66 км внутрішньоквар-тальних мереж. За 2020 рік стічних водоброблено 2796,97 тис.м^3. У цей період випало 460 мм опадів, тобто перекачано зливових дощових та талих вод в обсязі 497,78 тис.м^3.Таким чином реалізовано послуг водовідведення 2299,19 тис.м^3 (менше від 2018 року на 58,84 тис.м^3 та менше від 2019 року на 78,81 тис.м^3), зокрема від населення 1729,65 тис.м^3, (що становить 75,2% від загального обсягу) (більше від 2018 року на 46,12 тис.м^3 та більше від 2019 року на 52,75 тис.м^3),відбюджетних установ – 61,62 тис. м^3(або 2,7%), від підприємств таорганізацій – 507,92 тис. м^3(або22,1%). Середньорічнареалізаціяпослугцентралізованого водовідведення за останні 5 років (2016-2020) становила 2324,65 тис.м^3. За 6 місяців 2021 року прокачано стічних вод 1507,20 тис.м^3. У цей період за даними спостережень Бориспільської метеостанції випало 280 мм опадів, тобто перекачано зливових дощових та талих вод в обсязі 314,24 тис.м^3.Таким чином реалізовано послуг централізованого водовідведення 1192,96 тис.м^3, зокрема від населення 885,41 тис.м^3, (що становить 74,2% від загального обсягу), від бюджетних установ – 37,57 тис. м^3(або 3,1%), від підприємств та організацій – 269,98 тис. м^3(або 22,7%)[5, 6].

Поточний загальнийаналіз суб’єкта господарювання дозволяє зробити наступні висновки:

- причинами значних втрат води є критичний стан труб (зношеність 90%), що зумовлює втрати води через її витоки внаслідок поривів;
- існує проблема недостатньої організації обліку об’ємів водоспоживання,щозумовлює зростання необлікованих витрат води;
- неефективна організація процесу водопостачання в цілому;
- незадовільний технічний стан мереж і насосного обладнання спричиняє до 40% втрат електроенергії;
- тариф на водопостачання для наслелення складає 40,8 грн/м^3;
- середні питомі витрати електроенергії на подачу води складають близько

1,0 кВт-год/м$^{3;}$

- нераціональне використання води зумовлює додаткові витрати електроенергії;
- ефективне управління витратами води може зробити значний внесок у економію енергії.

1.2 Регулювання діяльності об’єкта дослідження в нормативно-правовому полі

Для того щоб забезпечити ефективну діяльність суб'єкта господарювання,необхідно проаналізувати нормативно-правову базу,якавстановлюємежі йогофункціонування. У цьому розділі представлено перелік нормативних актів,які регулюють діяльністьвідповіднодотематики кваліфікаційної роботи магістра. Зокрема, розглянемо головні закони, щостосуються КП ВКГ "Бориспільводоканал" [12]:

1.Закон України «Про житлово-комунальні послуги» № 1060-IX від 03.12.2020р.Регулює відносини між надавачами та споживачами житлово-комунальних послуг.

2.Закон України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення» № 124-IX від 20.09.2019р.Визначає правові, економічні та організаційні основи функціонування систем водопостачання і забезпечення споживачівякісною питною водою.

3.ЗаконУкраїни «Про метрологію та метрологічну діяльність» № 1089-IX від 16.12.2020р.Регламентуєпроведення метрологічної діяльності вУкраїні.

4. Закон України «Про державне регулювання у сфері комунальних послуг» № 394-IX від 19.12.2019р.Формує основні положення державного контролюв галузі комунальних послуг.

5.Закон України «Про природні монополії» № 1054-IX від 03.12.2020р.Визначаєпринципи державного регулювання суб'єктів природних монополій длябалансування інтересів суспільства, монополістів і споживачів.

6.Закон України «Про комерційний облік теплової енергії та

водопостачання» № 2479-IX від 29.07.2022р.Встановлюєправилащодокомерційного обліку гарячої води, теплової енергії та централізованого водопостачання з обов'язковимінформуванням споживачів.

7.Закон України «Про Загальнодержавну цільову соціальну програму "Питна вода України" на 2022–2026 роки».Спрямованийна гарантуванняекологічної безпекита належного рівня життя шляхом постачання населенню якісної води і модернізаціїсистемводопостачання та водовідведення.

Окрім зазначеного,розглянемо нормативнідокументи, що стосуються енергоаудиту, енергоефективності та енергетичного менеджменту:

1. ДСТУ 4713:2007 «Енергозбереження. Енергетичний аудит промислових підприємств».Визначає порядок проведення енергетичногоаудитупідприємств,включаючи його основні етапи,аналіз даних,рекоменда-ції щодо впровадженняенергоощадних заходів і оцінку їхвпливу на довкілля.

2. ДСТУ 5077:2008 «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту».Установлює вимоги до перевірки ефективності функціонування систем енергетичного менеджменту на підприємствах, зокремакритеріїперевірки та порядок оцінювання.

3.ДСТУ4472:2005«Енергозбереження.Системи енергетичного менеджменту.Загальнівимоги». Описує стандарти до підготовкиперсоналу, функціонування системи, проведення внутрішніх аудитів, моніторингів і процедур з енергоефективності.

4.ДСТУ2804-94«Енергобаланспромислового підприємства». Містить загальніположення щодо розроблення й аналізу енергобалансів підприємств.

5. ДСТУ ISO 50001:2020 (ISO 50001:2018, IDT) "Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанови щодо використання" є національним стандартом України,що було розробленовідповіднодо міжнародногостандарту ISO 50001:2018. Головною його метою є створення

умов для впровадженняворганізаціях процесів і систем, які дозволяють забезпечити постійне вдосконалення енергетичної результативності. Урамкицього стандартувходять питання підвищення енергетичної ефективності, а також оптимізації використання ізменшення споживання енергії. Документокреслює конкретні вимоги до систем енергетичного менеджменту (СЕнМ) та сприяє їх ефективному застосуванню.

6. ДСТУ ISO 50002:2016 (ISO 50002:2014, IDT) "Енергетичні аудити. Вимоги та настанови щодо їх проведення"деталізуємінімальні вимогидо проведенняенергетичнихаудитів. Стандарт спрямований на виявлення можливостей для досягнення або покращення енергоефективності напідприємствах, вустановах чи організаціях.Він також сприяє підготовці івпровадженнюзаходівдляоптимізації використання енергії.

7. ДСТУ ISO 50006:2016(ISO50006:2014,IDT) "Системиенергетичногоменеджменту.Вимірюваннярівнів енергоефективності задопомогою базових рівнів енергоспоживання та показників енергоефективності"передбачає впровадження настанов,якідопомагаютьорганізаціям виконувати вимоги ISO 50001.У цьомустандартірозглядаютьсяпоняттяпоказників енергоефективності (ПЕЕ)та базовихрівнів енергоспоживання (БРЕ), які є ключовими компонентами ISO 50001.Наїхосновіздійснюється вимірювання досягнутих результатів у сфері енергетичної ефективності та управління нею.Стандарт допомагає організаціям налаштовувати, підтримувати й аналізувати ці параметри для подальшого вдосконалення.

8. ДСТУ ISO 50015:2016 (ISO 50015:2014, IDT) "Системи енергетичного менеджменту. Вимірювання та верифікація ефективності"висвітлюєзагальні принципита настанови для перевірки й обґрунтуваннязаходів, спрямованих напідвищення енергоефективності організацій.Стандарт пропонує універсальний набірметодикоцінюванняпоточних зміну рівні використання енергії, а також запровадження нових підходів до управління цими процесами. Верифікація

забезпечуєупевненість у достовірності результатів, отриманих у рамках роботи з підвищення енергетичноїрезультативності.

9. Закон України "Про енергозбереження" № 75/94-ВР від 01.07.1994 встановлюєкомплексправових,економічних, соціальних і екологічних засадусфері ощадливого використання енергоресурсів. Документ зобов'язує всі підприємства, організації та громадян Українидіятив рамках загальногокурсузниженняенергоспоживання. Закон регламентує стосунки між державою та суб’єктами господарювання уконтексті видобутку, обробки, передачі, зберігання й застосування паливно-енергетичних ресурсів. Основною метою закону є стимулювання впровадження сучасних енергозберігаючих технологій для загального розвиткунаціональноїекономіки.

10. ЗаконУкраїни "Про енергетичнуефективність"№1818-IX від21.10.2021 охоплює аспекти забезпечення високого рівня енергоефективності. Закон передбачає заходи для мінімізаціїзалежності від зовнішніхджереленергії,зниження викидів парникових газів,зменшення питомих витрат первинних енергоресурсів.

11. Закон України «Про енергетичну ефективність» № 1818-IX від 21.10.2021 передбачає регулювання правовихтаекономічних відносин у сфері підвищення рівня енергетичної ефективності. Цейзакон зосереджений на кількохключових аспектах: посиленні енергетичної безпеки, забезпеченністалого економічного розвитку країни, скороченні енергетичної бідності та скороченнішкідливих викидів парникових газів. Такожвінставить за мету раціональне використанняпервинних енергоресурсів. Основний акцент зроблено на визначенні правових, організаційних та економічнихпринципів щодо енергетичної ефективності навсіхетапах: від виробництва та транспортування енергії до її розподілу, постачання та споживання.

12. Закон України «Про ринок електричної енергії» № 2019-VIII від 13.04.2017 спрямованийна створеннячітких правових, економічнихі

організаційнихзасад для належного функціонування ринку електричної енергії в Україні. Вінохоплюєширокe коло питань, пов'язаних із виробництвом, передачею й розподілом електроенергії, а також з їїкупівлею-продажем і постачанням споживачам.Закон враховуєінтересиспоживачів та сприяє розвитку ринкових відносин, водночасорієнтуючись на мінімізаціювитрат на забезпеченнядоступу до електроенергії.Важливоюйогометою також є позитивний впливнаекологічну ситуацію через зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

13. Ще одним важливим законодавчим актом є Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів»№1602-VII від 22.07.2014,якийрегламентує відносиниміж виконавчимиорганамивлади,операторами ринку харчових продуктів і кінцевимиспоживачами. Його завданням є забезпечення високих стандартів якості та безпечності харчовоїпродукціїчерезчіткерегулюваннявзаємодіїміж усіма учасниками процесу.

14. Водночас Директива ЄвропейськогоПарламенту та Ради2012/27/ЄСвід25.10.2012 стосуєтьсявпровадження енергоефективності в межах ЄвропейськогоСоюзу. Документ визначає спільні рамкові умови для створення інструментів, які мотивують учасниківринкудо реалізаціїєдиних цілей у сфері енергозбереження. До того ж цей нормативний акт вносить зміни та скасовуєпопередні директиви(2004/8/ЄСі 2006/32/ЄС), формуючи новий підхід до питання енергоефективності.

Усі зазначені законодавчі акти, разом із іншими нормотворчими документами, представленими в таблиці 1.1, утворюють основу для регулювання питань, пов'язаних із проведенням енергоаудиту, впровадженням заходів з енергетичної ефективності та функціонуванням системи енергоменеджменту на підприємствах України.

Таблиця1.1–Основнінормативно-правові акти

РегулюваннядіяльностіКПВКГ«Бориспільводоканал»:
ЗаконУкраїни«Прожитлово-комунальніпослуги»

ЗаконУкраїни«Пропитнуводу,питневодопостачаннятаводовідведення»
ЗаконУкраїни«Прометрологіютаметрологічнудіяльність»
ЗаконУкраїни«Продержавнерегулюванняусферікомунальнихпослуг»
ЗаконУкраїни«Проприроднімонополії»
ЗаконУкраїни«Прокомерційнийобліктепловоїенергіїтаводопостачання»
ЗаконУкраїни«ПроЗагальнодержавнуцільовусоціальнупрограму"Питнавода України" на 2022 - 2026 роки»
Регулюванняпитанняенергоаудиту,енергоефективностітасистеми енергетичного менеджменту:
ЗаконУкраїни«Проенергозбереження»
ЗаконУкраїни«Проенергетичнуефективність»
ЗаконУкраїни«Проринокелектричноїенергії»
ДСТУISO50015:2016.Системиенергетичногоменеджменту.
ДСТУISO50001:2020(ISO50001:2018,IDT)Системиенергетичного менеджменту.
ДСТУISO50002:2016(ISO50002:2014,IDT)Енергетичніаудити.
Порядоквпровадженнясистеменергетичногоменеджменту,щозатверджений постановою Кабінету Міністрів України № 1460 від 23 грудня 2021 р.

1.3 Розглядтехнологічного процесу та основних електроприймачів

1.3.2 Особливості технологічного процесу

У місті Бориспіль функціонують водозабори,обладнані глибинними артезіанськимиисвердловинами.Кожен водозабірзгідно, технології очистки, оснащений очиснимисистемами та підземними резервуарами для зберігання води[6]. Вода,піднята з підземних джерел за допомогою насосів тиску, піддається знезараженню ультрафіолетовимилампами, які ефективнознищують бактерії. На наступномуетапівона проходить черезсистему фільтрації та надходить у резервуар,звідкитранспортується до мережіпитноговодопостачання. Загальнасхема технологічногопроцесу водопостачання зображена на рисунку 1.1.



Рисунок1.1–Загальнатехнологічнасхемаводопостачання

Рисунок 1.1 демонструє загальнутехнологічну схемусистеми водопостачання,якаілюструєключові етапи руху води та її обробки. В процесі користування водою, відпрацьована вода потрапляє до каналізаційної системи через системутрубопроводів. Далі вона переміщується до каналізаційної насосної станції, де піддається первинній обробці та транспортуваннюна наступнийетап очищення. На каналізаційній очисній споруді відпрацьована вода проходить через кілька послідовних стадій обробки. Спершу відбувається механічне очищення, включаючи вилучення



твердих забруднень за допомогою сміттєзбірників. Після цього здійснюються заходи з дезінфекції для знезараженняводи тазабезпечення її безпечного подальшого використання або скидання в природнесередовище. Очищенавода знаходить подальше застосування: у літній період її часто використовують для зрошення полів, тим самим сприяючи ефективному використанню ресурсів. У зимовий період, коли потреба в поливі мінімальна, воду зазвичай направляють у річки чи інші водні об'єкти з дотриманням екологічних норм. Загальну технологічну схему процесу водовідведення можна знайти на рисунку 1.2, де детально показано ключові етапи та системи, які забезпечують цей складний, багаторівневий процес[6].

Рисунок1.2–Загальнатехнологічнасхемаводовідведення

1.3.3 Баланс розподілу енергетичних ресурсів на об’єкті

У межах опитуваннякерівного складу комунального підприємства

водопровідно-каналізаційного господарства «Бориспільводоканал» було зібрано базу даних, щовключаєнеобхідну інформаціюдляпроведення подальшого аналізу[5]. До складу цієї бази входять наступні дані:

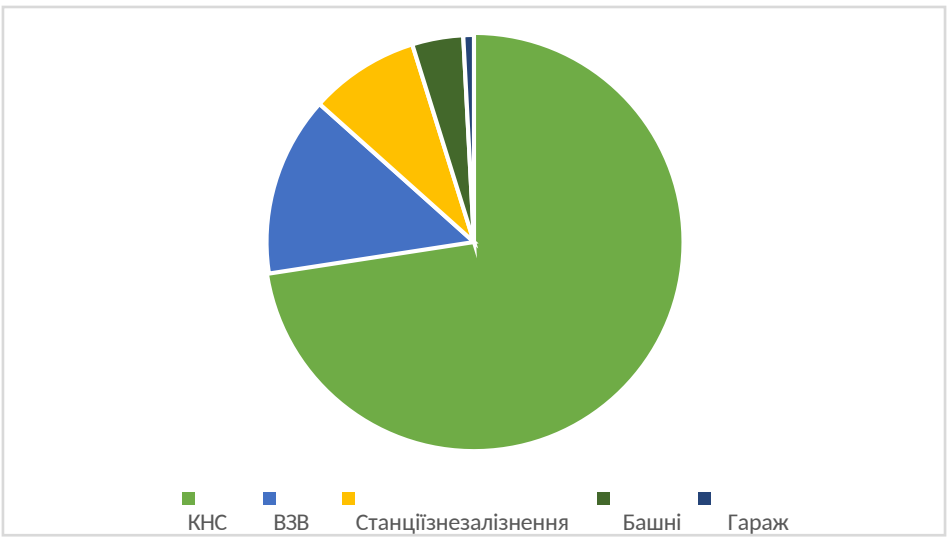
- перелік об’єктів, що належать підприємству;

- списки асинхронних електродвигунів,розташованих на цих об’єктах;

- інформаціяпро допоміжнеобладнання,що використовується на кожному об’єкті;

- показники потужності як асинхроннихдвигунів, так і допоміжного обладнання.

Ключовим споживачем електричної енергії на комунальному підприємстві водопровідно-каналізаційного господарства «Бориспільводоканал» є асинхронні електродвигуни, які функціонують на різних об’єктах.У зв’язку з цим загальний баланс розподілу енергетичних ресурсів підприємства охоплюєглибокий аналіз діяльності таких ключовихоб’єктів, як водозабірні свердловини (ВЗВ), станціїзнезалізення, водонапірні башти та каналізаційні насосні станції.Для здійснення підрахунку балансу споживання електричної енергії на підприємстві використовується перелік основних електроприймачів, якийбуло сформовано на основі отриманих данихі представлено в Додатку А. Ця інформація формує основудля аналізу розподілуенергетичних ресурсів на об’єктах підприємства. Загальну схему балансу споживання електроенергії по окремих об’єктах комунального підприємства наведено у вигляді інфографіки на рисунку 1.3, що дозволяє візуалізувати кількісні і якісні аспекти



використання енергетичних ресурсів.

Рисунок 1.3 – Баланс споживання електричної енергії за об’єктами комунального підприємства

Аналізуючи графік, можна дійти висновку, що найбільший обсяг електроенергії споживають каналізаційні насосні станції та водозабірні свердловини. Ці об’єкти вирізняютьсятривалою тривалістю роботи та значною кількістю потужних електроприймачів. Наступним завданням буде детальнішевивчення роботи КНСі ВЗВ для розробленняпотенційних заходів, спрямованих наоптимізацію їхньогофункціонування.

1.4 Постановка задачіпідвищенняенергоефективності

Ґрунтовний аналіз чинних нормативно-правових актів, детальний розгляд балансу споживання електроенергії різними об’єктами комунального підприємства, а також вивчення загальних технологічних схем процесів водопостачання і водовідведення, проаналізованихраніше,дали можливість глибше проникнути в сутність проблематики[7]. Це дозволилоне лишекращезрозумітиголовні положення, але й виділити основні виклики та проблеми, дотичні до теми дослідження і специфіки об’єкта магістерської роботи. Серед використаних методів дослідження важливе місце займає SWOT-аналіз, який допоміг систематизувати сильні та слабкі сторони об’єкта, визначити можливості для його розвитку та окреслити потенційні загрози зовнішнього середовища[8]. Представлений SWOT-аналіз об'єкта дослідження сприяє ґрунтовному розумінню ситуації, формуванню ефективних рішень та виявленню перспектив застосування заходів із підвищення енергоефектив-ності. Детальні результати SWOT-аналізу наведені у таблиці 1.2.

Таблиця1.2–SWOT-аналізоб’єктадослідження

Сильністторони	Слабкісторони

- Загальне зменшення втрат електричної енергії та інших ПЕР Монополістнаринку	- Не має загальної внутрішньо організаційної структури енергозбереження в підприємстві - Обмеження з точки зору нормативних актів Надмірнеспоживанняреактивної енергії
Загрози	Можливості
- Невелика імплементація, щодо підвищення енергоефективності Нестачазнань директорів Старінняобладнання	Зацікавленістькерівництва - Існують вимоги щодо якості продукції, яка постачається Залучанняінвестицій - Створеннясистемиенергетичного менеджменту на підприємстві

1.4.1 Сучасні досягненняупідвищенні енергоефективності об’єкта:аналіз патентів та винаходів

Сьогоднішні інноваційні розробки дозволяютьсуттєвопокращити рівень енергоефективностіключовихенергоспоживачів,такихяккомунальне підприємство водопровідно-каналізаційного господарства «Бориспільводоканал». Використовуючионлайн-сервіси, наприклад,«Укрпатент»,можливознайтинизку патентів,що спрямовані на впровадженняновітніх технологійв роботі електродвигунів насоснихагрегатів, тим самим забезпечуючи їх оптимізацію та підвищення ефективності [13, 35, 37]. Одним із помітних прикладів таких розробок є автоматизовані системи керування насосними станціями.Зокрема,модель, створенаГрицакомСергієм Володимировичем та Агафонцевим КостянтиномСергійовичем,представляєсобоюпрогресивнетехнічнерішенняу сфері водопостачання.Ця корисна модель спрямованана управліннянасоснимистанціямиміськихводорозподільнихмереж.Інноваційна автоматизована система керування відзначаєтьсясвоєю універсальністю,включаючи такіелементи, як шафакерування з перетворювачем частоти для основногонасосногоагрегату,пристрій плавного пускудля резервного агрегату, панельуправління та логічну схему контролю. Крім того, система оснащена датчиком тиску на вихідному колекторі, що забезпечує формуванняуніфікованогосигналу для зворотногозв’язку.Це дозволяєприйматимаксимально обґрунтовані рішенняпропуск або зупинкурезервного обладнання. Особливістю цієї системи є її здатністьпрацюватиавтоматично, вручнучи в аварійному режимі, що розширюєспектрїї застосування та покращуєїїгнучкість у різних умовах експлуатації.Основною метою представленої моделі [10]є забезпечення ефективного управління насосною станцією шляхом впровадження ряду вдосконалень:

- Значне скорочення енергоспоживання завдяки застосуванню оптимізованого алгоритму регулювання крутного моменту електродвигуна

насосного агрегату.

- Зменшення пускових струмів під час запуску насосного обладнання завдяки використанню плавного пуску та поступового розгону агрегатів.

- Усунення ризиків виникнення гідравлічних ударів, що сприяє стабілізації й зниженню тиску в системі водопостачання.

- Мінімізація частоти поривів і витоків води в мережі, що забезпечує раціональнішу експлуатацію ресурсів.

- Значне продовження експлуатаційного терміну обладнання, включаючи гідроарматуру та електричні прилади.

- Скорочення витрат на обслуговування насосної станції завдяки скороченню несправностей і потреби в частому ремонті. - Зменшення можливості виникнення аварійних ситуацій за рахунок детального моніторингу та автоматизації процесів.

- Значне підвищення рівня виробничої безпеки завдяки більш контрольованій роботі систем і обладнання.

Таким чином, впровадження зазначених сучасних інноваційних рішень дозволяє не лише підвищити енергоефективність підприємства, але й значно вдосконалити весь цикл експлуатації його обладнання, скоротивши витрати та зменшивши ризики аварій. Це підтверджує вагомий потенціал подібних технологій при оптимізації роботи комунальних систем водопостачання.

Система управління насосною станцією міської системи водопостачання розроблена СергієвимС.О. та Колотило В. Д.[13]. Винахід належить до сфери міськихводопостачальнихсистем, зокрема до управління насосними станціями, які постачають воду до місцевої мережі. Основна метарозробкиполягаєу створеннісистеми, здатної узгоджувати продуктивність насосної станції з добовимизмінами побутової активності населення житлових масивів. Дляреалізаціїцього завданнябуло запропоновано використання системи, що містить два контури управління (рис. 1.4).Внутрішній контур забезпечуєлокальне регулювання тиску води в

напірній магістралі, включаючи манометр, елемент порівняння та регулятор.Зовнішній контур регулює продуктивність насосів і містить розподілену систему датчиків,які непрямо визначають попит на воду в територіальних сегментах району. Особливістю винаходує впровадженняблокуідентифікації побутовоїактивності мешканців.Цей блок інтегрованийу зовнішній контур і підключений до датчиківвимірювання, а також до елементів порівняння та регулятора внутрішнього контуру.Як такі датчики використовуються вузли групового обліку електроенергії, встановлені на трансформаторних чи понижуючих підстанціях, які забезпечують електропостачання району водопостачання.Структура системи складаєтьсяз двох контурів управління: внутрішнього(I) і зовнішнього (II). Внутрішній контур локального регулювання включаєелектропривод, насосну установку, манометр, елемент порівняння та регулятор. У зовнішньому контурі, окрім насосної установки та електроприводу, представлені побутові споживачі, вузли групового обліку електроенергії,понижуючі підстанціїта блок ідентифікації побутової активності.Одиніз виходів цього блокуприєднаний до елемента порівняння,інший– до регулятора. Вузли обліку підключені до входу блокуідентифікації. Принциповою рисоює те, що система використовує виключно ті вузли обліку споживання електроенергії, які розміщені на понижуючих підстанціях міської електричної мережі, щоберуть участь в енергопостачанні району,який обслуговується насосною станцією.Такий підхіддозволяє ефективно адаптувати роботу насосної станції до реальних потреб мешканців.

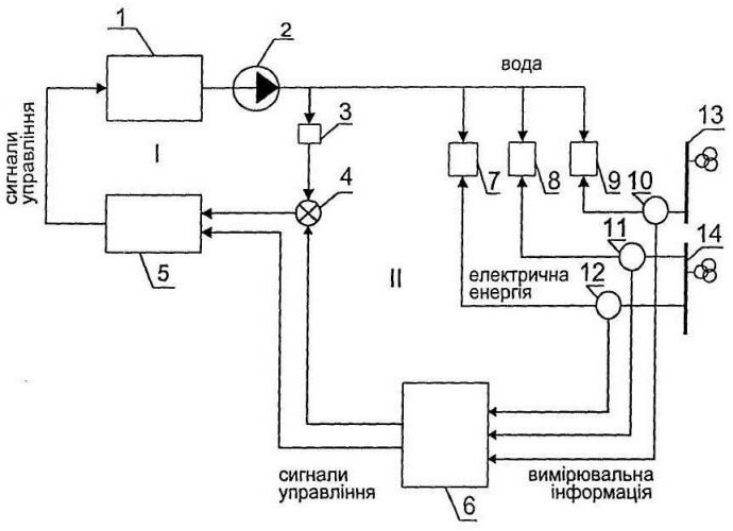


Рисунок1.4–Схемасистеми управління насосними станціями

1.4.2 Шляхи вирішенняактуальнихзавданьі формування стратегій на майбутнє

У процесі роботи було проведено SWOT-аналіз КП ВКГ«Бориспільводоканал»,якийдопомігвиявити низкупроблемнихпитань, пов’язанихіз діяльністюпідприємства:

- можливості підвищення енергоефективності на об’єкті;

-використання застарілого обладнання, зокрема електродвигунів;

-недостатній рівень обізнаності персоналу та керівництва щодо питаньенергоефективності;

-обмеження у гнучкості підприємствачерез норми тарегуляторніакти.

Ці питання є ключовими факторами, що впливають на ефективність роботи підприємства в цілому. Однакна основі аналізу сучасних розробок усфері підвищення енергоефективності,включаючи огляд патентів і винаходів, встановлено, що дане питання не єновим. Особливо це стосується комунальних підприємств, якіпрацюють у сфері управління насосними станціями, де подібні технології та рішеннявже активно досліджувалися.

Одним із варіантів вирішення виявлених проблем є впровадженнясистеми енергетичного менеджменту на підприємстві.Це дозволить суттєво підвищити енергоефективність об’єктів КП ВКГ «Бориспільводоканал». Додатковиметапом оптимізаціїенергоспоживання є запровадження системи моніторингу ключових показників, які впливають на обсяги використання первинних енергетичних ресурсів[14, 15].

1.4.3 Аналіз основнихелектроприймачівтарежимівїхроботи

З урахуваннямспецифіки діяльності комунального підприємства зроблено висновок, що основними споживачамиелектроенергії на підприємстві є асинхронніелектродвигуни. Повний перелік електродвигунів, які експлуатуються на підприємстві, представлений у таблиці 1.3:

Таблиця1.3–Перелікелектродвигунівнаоб’єктахКПВКГ «Бориспільводоканал»

Назваоб'єкту	Електрообладнання	Кількість	Рікведенняв експлуатацію	Потужність, кВт
Водозабори (№1,2,3,4)	Електродвигун	22	1970-1976	22-55
	Електродвигун дренажний	2	1970-1976	1-1,5
	Свердловина	20	1970-1976	15-30
	Тельфер	1	1970-1976	1,5
Станція знезалізнення	Електродвигун	7	1970-1976	15-37
Каналізаційна станція (№1,2….15)	Електродвигун	32	1970-1976	7,4-75
	Електродвигун витяжка	14	1970-1976	1,5
	Електродвигун тельфер	11	1970-1976	1-1,5
	Електродвигун вентилятор	6	1970-1976	0,75-1,5
	Мішалка	1	1970-1976	1,5

Загалом на комунальному підприємстві експлуатується 122 асинхронні електродвигуни з сумарною потужністю в 2243,9 кВт. Однак значначастинаобладнання, розташованого на станціях,вжеморально та фізичнозастаріла,оскількиїї технічні параметри були розраховані на обсяги споживання енергії,актуальнідля минулихдесятиліть.Більше того, більшість електродвигунів функціонуютьу режимі тривалої роботи, при якому тривалість робочого періоду є настільки значною, що нагріваннядвигунів досягає стабільного тепловогостану.

Висновки до розділу 1

У цьому розділі розглянуто поточний стан проблематики та перспективи підвищення енергоефективності у водопровідному господарстві.

Було здійснено аналіз діяльності суб’єкта господарювання, що надає послуги з водопостачаннята водовідведення.

На основі зібраних даних створено енергетичний баланс підприємства, який включає перелік усіх основних енергоспоживачівза об'єктамигосподарськоїдіяльності.

Такожбуло виконано детальний огляд чинної нормативно-правової бази, що регулює функціонування такого типу підприємств. Крім того, проведено аналіз існуючих патентів і винаходів, спрямованихна підвищення рівня енергоефективності об'єктівводопровідно-каналізаційногогосподарства. Ідентифікованонизкуключових проблем у споживанні первинних енергетичних ресурсів.

Зокрема,однією з головнихпричинєвикористанняу виробничомупроцесі застарілого обладнання, яке з точки зору сучасних стандартів не відповідає вимогам енергоефективності.

Аналіз енергоспоживання за об'єктами підприємства показав, що найбільшими споживачамиенергоресурсів є каналізаційні станції. Це зумовлено їхньою кількістю та потужністю насосного обладнання, встановленого узазначенихоб’єктах.

Зметою підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів накомунальному підприємстві"Бориспільводоканал" необхідно впровадити сучаснусистему енергетичного менеджменту.

Такий підхід дозволить злагоджено організувати роботу підприємства,оптимально розподілити ресурси та суттєвополіпшити загальну ефективність його функціонування.

2 МОДЕРНІЗАЦІЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯСИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГОМЕНЕДЖМЕНТУНАОБ'ЄКТІКП ВКГ «БОРИСПІЛЬВОДОКАНАЛ»

2.1 Діюча системаенергетичного менеджменту на об'єкті дослідження

2.1.1 Збірта аналіз інформації на комунальному підприємстві

Першим практичним кроком, який зазвичай ініціюється нарівні найвищого керівництва підчас ухвалення рішення про впровадження системиенергетичного менеджменту (СЕнМ), є призначення відповідальної особи.На практиці в організаціях частоцейобов'язок покладається на представника керівництва абоспеціально призначеногоенергоменеджера. Такий спеціаліст повинен володіти достатніми знаннями та компетенціямидля виконання наступних функцій[14]:

- Забезпечення розробки, впровадження, підтримки та постійного вдосконалення СЕнМвідповідно до вимог стандарту ISO 50001:2018.

-Формування переліку працівників, уповноважених керівниками різних рівнів для роботив напрямку реалізації заходів СЕнМ (створеннягрупи з енергоменеджменту).

-Розробка регулярноїзвітностідля керівництващодо питань енергоефективності.

-Надання звітівстосовно ефективності функціонування СЕнМ.

- Планування цілей, заходів та робочих програм у сфері СЕнМ відповідно до принципів,викладених в енергетичній політиці.

-Розподілвідповідальності та повноважень серед персоналу з метою сприяння постійномурозвитку та вдосконаленнюСЕнМ.

- Розробка критеріїв і методик, необхіднихдля підтримкибезперервногофункціонального вдосконалення СЕнМ.

- Підвищення рівня обізнаності працівників щодо цілей, завдань і

принципів енергетичної політики на всіх рівнях організації.

Оскільки підприємство є значнимзамасштабами, функції в межах енергетичного менеджменту будуть розподілені між такимиключовими особами[15]:

- Особи, відповідальні за вагомі зміни, що впливають на енергоефективність.

- Особи, які забезпечують ефективність діяльностіСЕнМ.

-Спеціалісти, що займаютьсярозробкою, впровадженням або удосконаленнямзаходів з підвищення енергоефективності, включаючицілі, завдання і плани.

-Особи,відповідальні за значне споживання енергетичних ресурсів. Після визначення складу дієвого персоналу всі процедури та кількість залучених осіббудуть задокументовані. Група з енергоменеджменту встановить комунікації з найвищим керівництвом підприємства та іншими підрозділами,чия діяльність пов'язана з використанням чи виробництвом первиннихенергоносіїв(ПЕР).

Подальша співпрацябуде налагоджена з зовнішніми партнерами — постачальниками, споживачами таіншими організаціями в галузі енергозбереження.

На підприємстві буде створено інструменти дляорганізації внутрішньої комунікації:

-Внутрішній інтернет-сайт.

-Електроннапошта.

-Інформаційні дошки для оголошень.

-Освітні семінари та виробничі інструктажі.

-Інформаційно-просвітницькі дні та кампанії активної участі працівників.

- Бонусні програми та механізми винагороди за досягнення в сфері енергоменеджменту.

- Кампанії з маркування обладнаннядля інформування про

йогоенергоспоживання.

Крімтого, керівництво запровадить щомісячні наради, на яких працівникиматимутьможливість подавати пропозиції по СЕнМ.

2.1.2 Початковікроки модернізаціїСЕнМ

Процес імплементації стандарту ISO 50001 включає наступні кроки[12]:

- На першому етапі необхідно провести аналіз чинної системиенергетичного менеджменту на підприємстві та її відповідності вимогам стандарту. Уцейперіодтакожздійснюються консультації щодо розробки енергетичної політики організації.

-Далі відбувається навчання групи енергетичного менеджменту відповідно до положень стандарту.

- Наступним кроком є створення документації СЕнМ: стандарт передбачаєчіткі вимоги щодорозробки,впровадження, підтримки у робочому стані та збереження відповідноїдокументальної інформації.

- Здійснюється внутрішній аудит СЕнМ, під час якого виявляють і усувають недоліки чи зауваження (заїх наявності). Результатом цього аудиту є не лише звіт,але й визначення та пріоритезаціяможливостей покращення енергоефективності.

-Останнім крокомє підготовка до сертифікації та супровід в процесі зовнішнього аудиту.

Для глибокогоаналізу відповідності чинної системи енергетичного менеджменту комунального підприємства вимогам ISO50001 було організовано опитування серед керівного складу підприємства. Результати оцінювання подані в таблиці. Система оцінкопередбачаєшкалу від 0 до 5, де 0 означає дуже низький рівень, а 5 —найвищий.

Результати експертної оцінки засвідчують, що підприємство знаходиться на початковомуетапівпровадженняСЕнМ.Пріоритетним завданням наразі є розробка плану дій для проведення оцінки

споживанняенергоресурсів. Після визначення цього плану основнуувагу слід приділити внутрішньомуаудиту, який дозволить виявити слабкі місця в процесах енергоспоживання та закласти базис для подальших кроків.

Таблиця 2.1 – Опитувальний лист длявизначення поточного стану СЕнМ на підприємстві

Питання	Назва	Оцінка
Чи знає вище керівництво підприємства, що значна економія ресурсів може бути досягнута шляхом впровадження простих та достатньо недорогих заходів, без залучення інвестицій?	Обізнаність вищого керівництва	3
Чи затверджена енергетична політика та визначені цілі в межах СЕнМ?	Енергетична політика та цілі	1
Чи створена група енергетичного менеджменту, визначені їх повноваження та обов'язки?	Повноваження та обов'язки	1
Чи наявна і затверджена необхідна документація щодо цілей та завдань СЕнМ?	Документація	2
Чи наявний план дій?	План дій	0
Чи проводиться внутрішні аудит?	Внутрішній аудит	1
Чи базовий рівень встановлений таким чином, що його зміни можна виміряти?	Базова лінія	3

2.1.3 Регресійний аналізбазовогорівняенергоспоживання

Оцінка базового рівня енергоспоживання є ключовимкрокомна шляху до впровадження системи енергетичного менеджменту на підприємстві. Основними чинниками, що впливають на рівень споживання електроенергії,є подача води, значеннянапорута кількість годин роботи насосапротягом доби. Утаблиці 2.2 представлені дані щодо споживання електроенергії підприємством за 2020 рік. Для аналізуцих даних буловикористано інструмент регресійного аналізу в Microsoft Excel із встановленимрівнем надійності 95%. Результати першого проведеного аналізу наведено на рисунку 2.1[16]. Однакза результатамицього аналізу жодна змінна не відповідала необхіднимкритеріям(значення P > 0,05). Зметоюпідвищенняточностірозрахунків потрібно провести кілька додатковихітерацій.У ходіаналізу було визначено, що параметр X2 має найвище значення P (виділений червоним кольором).У зв’язку з цим, даний параметр виключеносі спискучинниківдлянаступних розрахунків. Результати повторного регресійного аналізу представлені на рисунку 2.2.

Таблиця2.2–Вихідніданідлявизначеннябазовогорівняспоживання

Місяць	Q, м3/год	H, м	t, год	W, кВт
січень	4100	16	21	265799
лютий	4100	19	24	271225
березень	5800	19	24	287344
квітень	3400	16	23	246199
травень	3800	20	23	243831
червень	4800	19	24	230413
липень	4100	19	23	246858
серпень	3900	18	21	241143
вересень	3500	16	24	227675
жовтень	3900	18	21	246896
листопад	5200	19	22	254391
грудень	4800	19	22	261489

ВЫВОД ИТОГОВ

Регрессионная статистика	
Множественный R	0,594528628
R-квадрат	0,353464289
Нормированный R-квадрат	0,111013398
Стандартная ошибка	16165,141
Наблюдения	12

Дисперсионный анализ

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Значимость F*
Регрессия	3	1142883616	380961205,2	1,457879931	0,297117171
Остаток	8	2090494269	261311783,6		
Итого	11	3233377885			

	Коэффициенты	*Стандартная ошибка*	*t-статистика*	*P-Значение*	*Нижние 95%*	*Верхние 95%*	*Нижние 95,0%*	*Верхние 95,0%*
Y-пересечение	235224,92	101767,2558	2,311400834	0,049580544	549,2072306	469900,6327	549,2072306	469900,6327
Переменная X 1	15,54563305	7,976039385	1,949041661	0,087121084	-2,847146755	33,93841285	-2,847146755	33,93841285
Переменная X 2	-1412,662475	4116,191982	-0,34319645	0,740295136	-10904,61821	8079,293257	-10904,61821	8079,293257
Переменная X 3	-1068,092496	4044,590173	-0,264079289	0,798394286	-10394,93416	8258,749169	-10394,93416	8258,749169

Рисунок2.1–Результатпершогорегресійногоаналізу

Після проведення другого регресійного аналізу жодна із змінних не відповідає заданій меті (P > 0,05). Для досягнення більш точних результатів необхідно провести ще один етап аналізу. Оскільки параметр X2 має найвище значення P (позначено червоним), вінне буде брати участь у подальших ітераціях. Результати третього регресійного аналізу подані на рисунку 2.3. Зайого підсумками змінна X1 (Q) відповідає встановленим критеріям (P > 0,05). Отримані коефіцієнти за методом регресійного аналізу такі: a= 192778,9b = 13,8116

ВЫВОД ИТОГОВ

Регрессионная статистика	
Множественный R	0,589769689
R-квадрат	0,347828286
Нормированный R-квадрат	0,202901239
Стандартная ошибка	15306,92507
Наблюдения	12

Дисперсионный анализ

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Значимость F*
Регрессия	2	1124660288	562330144,2	2,400023268	0,1460928
Остаток	9	2108717597	234301955,2		
Итого	11	3233377885			

	Коэффициенты	*Стандартная ошибка*	*t-статистика*	*P-Значение*	*Нижние 95%*	*Верхние 95%*	*Нижние 95,0%*	*Верхние 95,0%*
Y-пересечение	214212,6095	60078,2368	3,565560857	0,006066239	78306,19579	350119,0232	78306,19579	350119,0232
Переменная X 1	15,40425615	7,535555068	2,044209884	0,07127822	-1,64235372	32,45086602	-1,64235372	32,45086602
Переменная X 2	-1555,353579	3863,933122	-0,402531185	0,696686383	-10296,17757	7185,470409	-10296,17757	7185,470409

Рисунок2.2–Результатдругогорегресійногоаналізу

ВЫВОД ИТОГОВ

Регрессионная статистика	
Множественный R	0,579730043
R-квадрат	0,336086923
Нормированный R-квадрат	0,269695616
Стандартная ошибка	14651,55917
Наблюдения	12

Дисперсионный анализ

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Значимость F*
Регрессия	1	1086696025	1086696025	5,062212736	0,048184871
Остаток	10	2146681860	214668186		
Итого	11	3233377885			

	Коэффициенты	*Стандартная ошибка*	*t-статистика*	*P-Значение*	*Нижние 95%*	*Верхние 95%*	*Нижние 95,0%*	*Верхние 95,0%*
Y-пересечение	192778,9453	26631,92003	7,238642391	2,79567E-05	133439,3296	252118,561	133439,3296	252118,561
Переменная X 1	13,81158865	6,138658011	2,249936163	0,048184871	0,133806235	27,48937106	0,133806235	27,48937106

Рисунок2.3–Результаттретьогорегресійногоаналізу

Перевірка наших розрахунків за методом найменших квадратів включалавизначення коефіцієнтів кореляції[17]. За допомогою функції «КОРРЕЛ» в Excel булирозраховані коефіцієнти кореляції між величинами Q та W, H та W, атакож t та W. Отриманірезультати виглядають таким чином: R(W,Q) = 0,579; R(W,H) = 0,212; R(W,t) =0,004. Порівнявши їх по модулю, зроблено висновок, що величинаQ має найбільший вплив на споживання потужності. Додатково,було розрахованостандартнівідхилення задопомогою функції«СТАНДОТКЛОН»: σW = 16414,88 і σQ = 689,001.Середнізначення,отриманічерезфункцію«СРЗНАЧ»,становлять W = 251938,6 кВт і Q = 4283,333.Подальші обчислення дали такі результати для коефіцієнтів регресії

$$b = 0{,}579 \cdot 16414{,}88 / 689{,}001 = 13{,}812$$

$$a = 251938{,}6 - 13{,}812 \cdot 4283{,}333 = 192778{,}9$$

Отримані коефіцієнти повністю збігаються з початковимиданими,що підтверджуєправильність вибору чинників та проведених розрахунків. Таким чином,математична модель базового рівня електроспоживання маєвигляд:

$$192778{,}9 + 13{,}812 \cdot Q$$

Графік базового рівня електроспоживання представлений на рисунку 2.4.

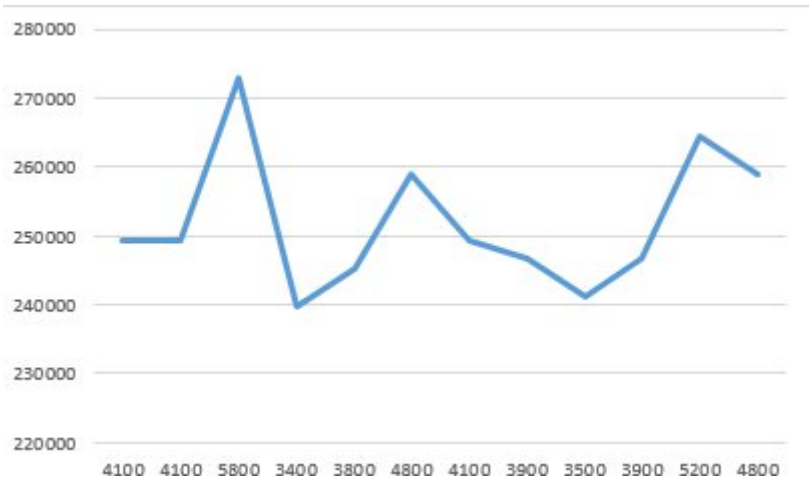


Рисунок2.4–Базовийрівеньелектроспоживання(кВт*год)

2.1.3 ВпровадженняСЕнМнакомунальному підприємстві

Упроцесі виконання цього розділу проведено аналіздіяльності комунального підприємства, огляд існуючого електричного обладнання та його технологічних схем.Такийпідхідспрямований на краще розуміння проблем, пов’язанихіз впровадженням системи енергетичного менеджменту (СЕнМ) на підприємстві[19]. Основнимивикликами таособливостями такогопроцесує:

-значна територіальна розосередженість об’єктів та енергетичного обладнання по місту, необхідногодлязабезпечення технологічних процесів;

- велика кількість обслуговуючого персоналу з різним рівнем обізнаності щодо принципів енергоефективності;

-соціальна важливість продукції підприємства,щобезпосередньо

впливає на всі аспекти життєдіяльності міста через її вартість.

На основі попередньої оцінки вдалося з’ясувати такі ключові факти:

- заходи з енергозбереження здійснюються несистемнота без узгодженого підходу;

- підприємство перебуває на початковійстадії запровадження СЕнМ;

- першочерговим завданням є розробкачіткого плану дій длякомплексного впровадження системи енергетичного менеджменту.

2.2 SWOT - аналіз впровадженнясистеми енергетичногоменеджменту

Розроблено SWOT-аналіз комунального підприємства для того або виявити і встановити зовнішні і внутрішні чинники (обставини), які мають відношення до намірів, які впливають на здатність досягати результатів відповідно до вимог стандарту[20].

Представлення "енергетичноїполітики" комунального підприємства "Бориспільводоканал"окреслюєстратегічнийнапрямок розвитку підприємства.Воно спрямоване на впровадження сучасних заходів з енергоефективності зметоюскорочення споживання енергоресурсів на 5% та підвищення енергетичної результативності. Також передбачено підвищення освітнього та професійного рівня працівників у галузі енергоефективності, енергозбереження та енергетичного менеджменту. Підприємство зобов’язується упроваджувати, підтримувати та вдосконалюватисистему енергетичногоменеджменту (СЕнМ)у відповідності до вимог стандарту ISO 50001.

Таблиця2.3-SWOT-аналізкомунальногопідприємства

Сильністторони(S):	**Слабкістторони(W):**
1. Невичерпанопотенціалпідвищеннятарифів. 2. Угалузієінвестиційнийпотенціал; 3. Наявністьстратегічнихінтересівінвесторів. 4. Використанняпрогресивнихтехнологій виробництва. 5. Резервивиробничихпотужностей. 6. Забезпечуєнеобхіднуякістьводи. 7. Резервитаможливостівекономіївитрат.	1. Відсутністьконкуренції. 2. Тарифи регулюються з урахуваннямнорм,ачине ефективності. 3. Високіінвестиційні ризики. 4. Загрозивиникнення аварій. 5. Значнийзносмережта споруд. 6. Відсутність системи мотиваціїнапідприємстві.
Можливості(O):	**Загрози(T):**
1. Розширенняринку. 2. Використаннясучаснихтехнологій. 3. Покращенняякостінаданняпослуг. 4. Організаціярекламноїкампанії.	1. Нестабільність економічногосередовища під час пандемії. 2. Знособладнання.

Сформовані сфера охоплення та межі СЕнМ на комунальному підприємстві в таблицях 2.4 та 2.5.

Таблиця2.4–СфераохопленняСЕнМ (енергоносії)

Включені	Виключені(причина виключення)	Чомувонибули виключені?
Тепловаенергія	Так	Споживаютьсятількив допоміжних будівлях
Електроенергія	-	-
Гарячавода	Так	Споживаютьсятількив допоміжних будівлях

Таблиця2.5–СфераохопленняСЕнМ (системи)

Включені	Виключені(причина виключення)	Чомувонибули виключені?
Виробничісистеми	-	-
Допоміжнібудівлі	Так	Вирішенонезвертатисядо допоміжних будівель
Прилади	-	-

При визначенніобов’язків, відповідальності та повноваженьупитанняхенергоменеджментуособлива увагаприділяєтьсявиборукандидата на посадуенергоменеджера,якиймає[21]:

– вільно комунікувати на всіх рівнях організації;

– мати здібностідо управліннязмінами;

– володіти навичками вирішення проблем іконфліктів;

–надихатиіншікоманди прикладом та мотивувати персонал;

– розуміти концепції використання й споживання енергії;

– аналізувати енергетичнурезультативністьпідприємства.

Призначення головного енергоменеджера є ключовим рішенням, прицьомутакаособапредставлятименайвище керівництвоорганізації.Енергоменеджерповиненбутитехнічно підготовленим та активно брати участь у функціонуванніСЕнМ, включаючи:

– організацію та участь у засіданнях робочої групи з енергоменеджменту;

– аналіз результатів внутрішніх аудитів та коригувальних дій (занеобхідності);

– використанняуправлінських інструментівдля моніторингу бізнес-показників і тенденцій щододаних про енергію;

–оцінку показниківенергоефективності.

Щодо поінформованості, "Бориспільводоканал" забезпечує інформування всіхосіб (фізичнихта юридичних), якідіють умежахконтролю СЕнМ, черезспеціальніінформаційнілистівки,розміщені на території підприємства. Уцих листівках представлено:

–основніположення енергетичної політики організації;

– внесок співробітників у досягнення показників СЕнМ;

– вплив їхньої діяльності на рівень енергоефективності підприємства;

– наслідки невідповідності вимогам СЕнМ;

– можливість подавати пропозиції длявдосконалення системи.

Також проводитимутьсярегулярні збори працівників,на яких розглядатимуться питання, важливі для ефективної роботи СЕнМ.Для підтримання прозорості та систематичності впровадження стандартів на підприємстві буде створенакомплексна система документації, якаохоплює чотири рівні[22]:

1. Перший рівень:

– Політика енергоефективності;

– Цілі, завдання та плани їхреалізації;

– Процедура, що описує СЕнМ із посиланнями на основну документацію.

2. Другийрівень:

– Процедури, стандартита інструкціїщодо процесівСЕнМ.

3. Третій рівень:

– Положення про підрозділи, посадові та робочі інструкції;

– Технологічна документація, схеми, програми, плани;

– Проєктна документація;

– Організаційно-розпорядча документація.

4. Четвертий рівень:

– Передбачає документовану інформацію для зберігання, зокрема журнали та інші записані дані.

Основні аспекти оперативного планування в системіенергетичногоменеджменту (СЕнМ): на комунальному підприємстві для спрощення оцінюванняСЕнМ будуть розроблені реєстри процесів та/або операцій, пов’язанихіз найбільш значущими споживачами енергоресурсів, з урахуванням управління ризиками.

Увідповідь на можливі надзвичайні ситуації плануєтьсявпровадити такізаходи:

- «Планування» і підготовкадій для запобігання або зменшення негативних енергетичних наслідків уразі надзвичайних ситуацій.

- «Реагування»на виниклі надзвичайні ситуації.

- «Вжиття заходів»для мінімізації наслідків надзвичайних ситуацій,

враховуючи їхній масштаб і вплив на енергоефективність.

-«Періодичнетестування» придатності запланованих заходів реагування, якщо це практично можливо.

-«Аналіз і перегляд» запланованих заходів, особливо після інцидентів або перевірок на ефективність.

- «Інформування зацікавлених осіб», включаючиперсонал організації, щодо процедури готовності до надзвичайних ситуацій танавчання відповідних навичок.

Процеспроєктування вмежах СЕнМбуде спрямовано на підвищення енергетичноїрезультативності під час створення нових чи реконструкції існуючих споруд, обладнання, систем і процесів з урахуваннямїхнього впливу на споживання енергії. Вищий менеджмент КП ВКГ "Бориспільводоканал" контролюватиме закупівлю енергетичних послуг, продукції таобладнання, які можуть істотно впливати на використання енергії. Важливимаспектом стане інформування постачальників про оцінювання енергоефективності як результату закупівельних процедур, а також вимога надання відповідних характеристик, де це можливо.

Проведення внутрішніх аудитів.На підприємстві проводитимуться внутрішні аудити першої сторони для забезпеченняналежногофункціонуванняСЕнМ.Аудиторську програму буде розроблено з урахуванням важливості процесів, що перевіряються,їхньогостатусу і результатів попередніх аудитів відповіднодоISO19011. Об’єктивність і неупередженість аудиторського процесу гарантуєтьсяшляхом незалежності аудиторіввідперевіряємогопідрозділу.Враховуючи значнедодаткове навантаження на внутрішніх аудиторів, варто розглянути мотиваційні стимули, наприклад, створенняположення про матеріальне заохочення за проведення аудитів.Це матимепозитивнийвплив на якість проведення перевірок і відповідністьСЕнМвизначенимстандартам.

При підготовці до проведення внутрішньогоаудиту відповідальні

особи повинні:

-Встановити критерії та критерії сфери аудиту.

-Обирати аудиторів із метою забезпечення об’єктивності.

- Гарантувати передачу результатів вищому керівництву.

Вдосконалення системи енергоменеджментуСЕнМспрямована на постійне покращення енергетичної ефективності підприємства та зменшення споживання енергоресурсів. Після впровадження системи будуть ідентифіковані невідповідності, за результатами чого вживатимутьсякоригувальніта запобіжні дії для досягненнявизначенихцілей.

2.3 Класифікація завдань і методів аналізу в сфері енергоефективності

Сучаснийстан енергозбереження у бюджетній та комунальній сферах міста оцінюється переважно позитивно. Відбувається скорочення споживання енергії,зумовлене використанням адміністративних методів впливу.Однак загальний рівень споживання залишається високим. Крім того, значне погіршення технічного стану фондів комунальних підприємств призводить до надмірного споживання енергоресурсів. Інженерні мережі та комунікації перебувають укритично зношеному стані, що ускладнюєситуацію.Через хронічнунестачу фінансування ремонтніроботипроводяться ізсуттєвими затримками та у недостатньому обсязі. Також високий ступінь зношеності комунальної інфраструктури та нерозвинений ринок комунальних послуг створюютьпередумови для виникнення техногенних аварій із непередбачуваними наслідками, несучиза собою значні втрати води і теплової енергії. Додатковими чинниками,якіскладаютьперепони для сталого енергозбереженняв містах, є нестабільна соціально-економічна ситуація, недосконале законодавче забезпечення, відсутність інтегрованої системи управління енергоефективністюта державної концепції енергозбереження.Убюджетній

сферіця проблемаускладнюєтьсябраком фінансовихресурсів для впровадження енергоощадних заходів,відсутністюнауковообґрунтованихнорм використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР),недостатніми економічнимистимулами зменшення споживання енергії, а також низьким рівнем усвідомлення необхідності ощадливоговикористання електроенергії, тепла, газу і водисеред споживачів.До заходів підвищення енергоефективності убюджетній та комунальній сфері належать:

-впровадженняавтоматизованих систем регулювання теплової енергії та вдосконалення облікуй контролю витрат енергоресурсів;

- заміназастарілих люмінесцентних світильників і ламп розжарювання на сучасні енергоощадні;

-ізоляція труб, реконструкція водоарматури та заміна старого сантехнічного обладнання;- оновлення високозатратного електрообладнання(електроплит,холодильниківтощо) на енергоефективне;

- зниження тепловтрат через ремонт і утеплення вікон і дверей із встановленням силіконових ущільнень або замінуїх на металопластикові конструкції;

- об’єднання облікувитрат енергоресурсів бюджетних установ в автоматизовану систему;

- запровадження системи енергоменеджменту, якадозволитьдосягтискорочення використання енергоресурсів на 10-15%;

- розробка нормативів питомих витрат електричної та теплової енергії й доведення їх до підзвітнихустанов.

Стан підприємств комунальної сфери залишаєтьсякритичнимчерез відсутністьсучасного високоефективного обладнання,інноваційних технологій і науково обґрунтованих норм використання ПЕР.

Основними напрямами енергозбереження є:

- встановлення норм питомих витрат енергоресурсів на одиницю продукції та забезпечення контролю за їхдотриманням;

- виключення з технологічних процесів обладнаннязвисокими енерговитратами;

- зниження енергоємності продукції, що виробляється;

- впровадження більш ефективних режимів експлуатації обладнання.

Зменшення витрат до мінімального рівня є ключовим початковим етапом ускороченні споживання енергоресурсів. Цей мінімальний рівень повинен відповідати наявнимтехнологічнимможливостям діючоготехнічногооснащення секторів економіки. Реалізаціяцього етапу дозволить знизитиобсяг втрат, усунутинепродуктивні витрати,зокреманадмірне споживанняі крадіжки енергоресурсів. За різними оцінками, потенціал енергозбереження завдяки усуненню непродуктивних втрат становитьвід 30%до50% поточного рівня енергоспоживання, що є суттєвимпоказником. Основні умови для зменшення таких втрат представлені на рисунку 2.5.



Рисунок2.5–Основні вимогидлязменшеннянепродуктивнихвтрат

Підсумовуючи вищезазначене, можна дійти висновку, що зниження непродуктивних втрат енергетичнихресурсівпередусім досягаєтьсязавдякивпровадженню організаційних заходів.Для цього необхідно створити ефективну структуру управління енергозбереженням.Одночасно рекомендується запровадити на підприємствах бюджетної та комунальної сфери систему енергетичного менеджменту,орієнтованого на раціональневикористання енергії. На рисунку 2.6 представленомодель такоїсистеми управління, яка потенційноможе виконувати низку важливихфункцій.

Відділ (або управління) енергозбереження регулярно отримує дані про споживання енергоресурсів на підконтрольнихоб’єктах. Це важливо для

забезпечення оперативного контролю стануенергоспоживання на щоденній,тижневій та місячній основі,а також для складання зведеного енергетичного балансу міста. Дляефективного функціонування така система управління потребує надійного інформаційногозабезпечення, щоохоплює правовубазу з питань енергозбереження, нормативну документацію, відомості про енергоефективні технології, методи, пристрої, обладнання, конструкції, матеріали та інші пов'язані компоненти[18].

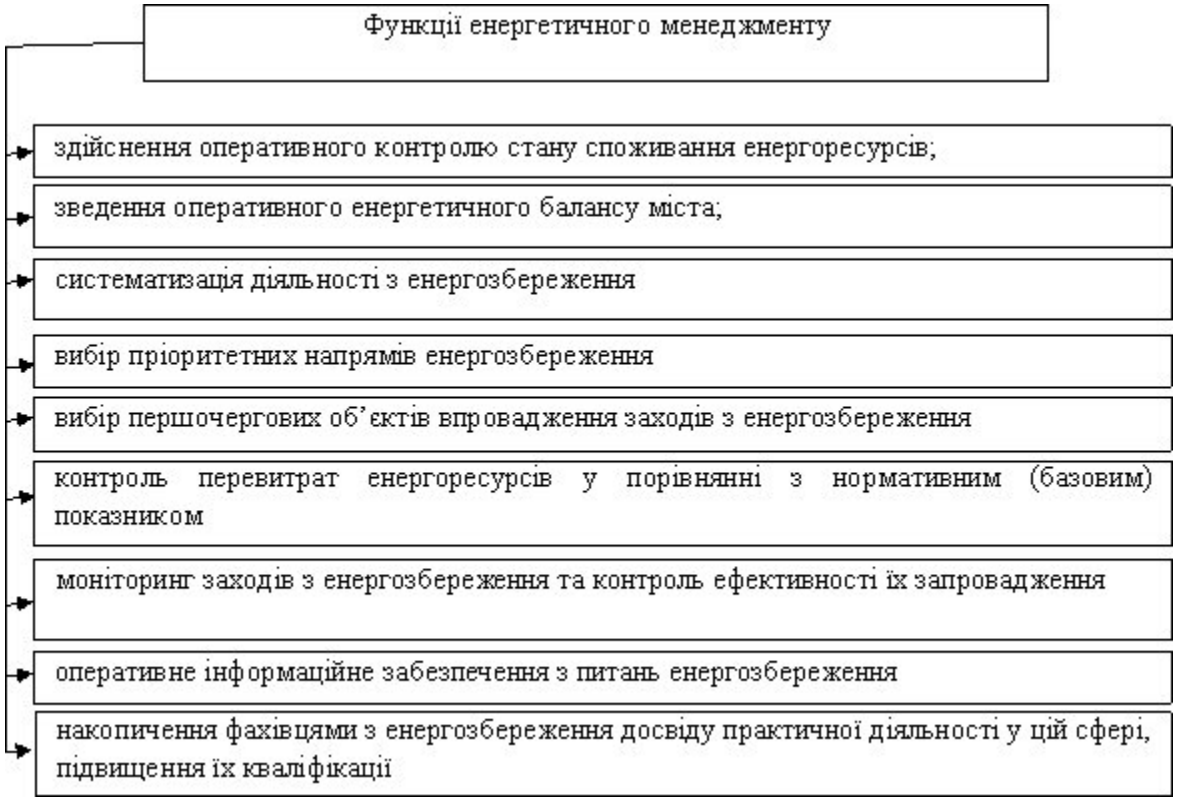


Рисунок2.6–Основніфункціїенергетичногоменеджменту

2.4 Оптимізація інформаційних потоків в умовах розгалуженої структуриоб'єктів

Інформаційні потоки являють собою впорядкований обсяг інформаційних документів таповідомлень, що циркулюють умежах інформаційної системи зметою забезпечення оперативності й якості інформаційних процесів. Основною метою організації є раціоналізація та ефективне використання інформації. Прицьому керівництву необхідна

оперативна й достовірна інформація для прийняття управлінських рішень, які є ключовим аспектом функціонування будь-якого підприємства. Обсяг інформації формується із повідомлень, що об’єктивно відображають розвиток господарських процесів, і передається каналами зв’язку зметоюзабезпечення оперативного управління. Особливуувагу слід приділяти оптимізації системи інформаційних потоків, оскільки в управлінськихсистемахосновною цінністю є саме якісно структурована інформація. У таблиці 2.6 наведено основні методи дослідження та аналізу інформаційних потоків для забезпеченняїх ефективного функціонування.

Таблиця2.6–Основніметодидослідженняінформаційнихпотоків

№	Методи
1	Графічний метод аналізу потоків інформації
2	Аналіз інформаційних потоків з використанням теорії графів – Дослідження інформаційного потоку на основі мереживої моделі – Графоаналітичний метод дослідження потоків інформації – Метод графів типу "дерево"
3	Метод функціонально-оперативного аналізу
4	Метод аналізу для створення EAIC прийняття рішень
5	Модуль-метод дослідження інформаційних потоків
6	Метод матричного моделювання
7	Метод семіотичного аналізу – Синтаксичний аналіз – Семантичний аналіз – Прагматичний аналіз
8	Метод схеми інформаційних зв'язків
9	Метод реквізитів

Інформація є однимі з базових ресурсів,щозабезпечують ефективну діяльністьбудь-якогопідприємства. У випадкускладнихумовфункціонування та розгалуженої структури КП ВКГ«Бориспільводоканал» управління інформаційнимипотокамизалишаєтьсядоситьнедосконалим. Зокрема, передача даних з окремих об’єктів, розташованихурізних частинах міста, до головного офісу можезаймати від кількох днів до кількох тижнів. Така затримказначно уповільнює обробку документів та загальніробочі процеси. Впровадження автоматизованої інформаційної системи дозволить суттєво оптимізувати ці процеси[23].

По-перше, значно прискориться обмін даними

міжструктурнимипідрозділами.

По-друге, якість обробки документів значно зросте, що пришвидшить ухвалення управлінських рішень. Роль інформації дляпідприємстваможнавизначитизатакимиосновнимиаспектами:

-Забезпечує як внутрішній,так і зовнішній зв'язок між структурними підрозділами, управліннями, постачальниками, громадськими організаціями, споживачами послуг і конкурентами.

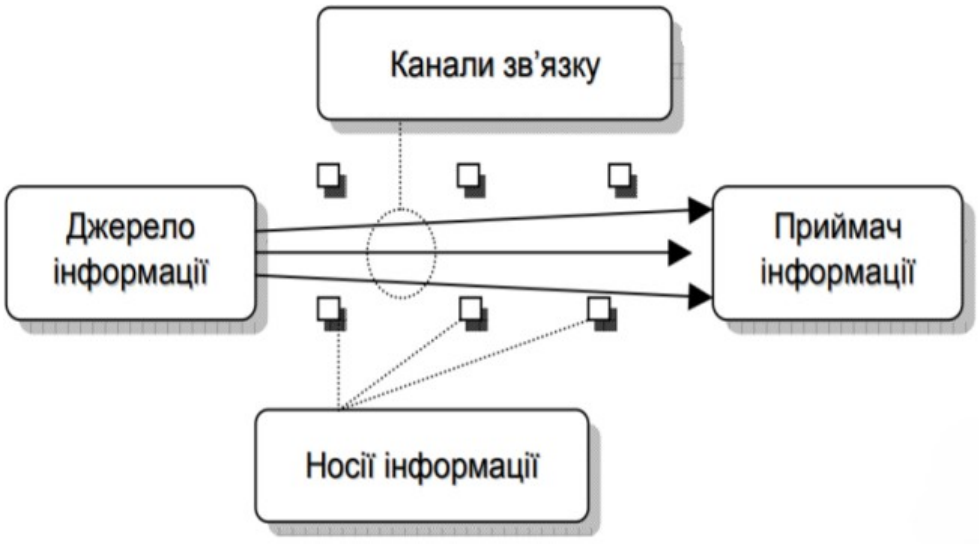
-Є основою управлінської діяльності,слугуючи фундаментом для планування,аналізутаприйняттярішень.

- Виконує функцію зв'язку між суб'єктами, які здійснюють передачу та отримання інформації.

-Відображає різносторонність і динамічністьпроцесівзавдякиновизні такомплексності даних, що можна зіставити із матерією, яка постійно існує відповідно до науковихпідходів.

-Забезпечує успішну комунікацію завдяки наявності джерел, приймачів, каналів і носіїв інформації.

На рисунку 2.7 проілюстрованоключові елементи інформаційногопроцесу—носій, джерело,приймач інформаціїта канали зв'язку між ними.Цискладові маютькритичнезначеннядля належного обігу



інформації на підприємстві.

Рисунок2.7–Складовіпроцесуобігуінформаціїворганізації

Складові процесу обігу інформації в організації включають:

1. Збір інформації — накопичення даних із внутрішніх та зовнішніх джерел, необхідних для прийняття рішень.

2. Обробка інформації — аналіз, систематизація та узагальнення отриманих даних з метою перетворення їх на корисну та зрозумілу форму.

3. Передача інформації — ефективний обмін даними між працівниками, відділами чи зовнішніми партнерами організації за допомогою різних каналів зв'язку.

4. Зберігання інформації — впорядкування та архівування даних у зручній формі для подальшого використання або аналізу.

5. Використання інформації — застосування отриманих знань для досягнення цілей організації, прийняття управлінських рішень чи вдосконалення робочих процесів.

Успішна організація інформаційного процесу забезпечує ефективність роботи та сприяє розвитку організації. Для проєктування інформаційної системи підприємства можуть використовуватися комп'ютерні CASE-технології. Це набір інструментів і методик, щосприяютьствореннювисокоякісного програмного забезпечення, мінімізують помилки й забезпечують зручність його обслуговування. Водночас CASE-технології надають інженерні засоби, необхідні для розробки та проєктування програмногозабезпечення. ПідCASE-технологією розуміютьсукупність методівта інструментів для проєктуванняінформаційних систем, які об'єднуються за допомогою автоматизованого програмного забезпечення. Ці інструменти застосовуютьсяпідчас розробки програм,враховуючипотребиконкретної організації чи підприємства. Незважаючи на унікальність кожного підприємства, уїхніхструктурахчасто спостерігаються схожіелементи, а також спільнітипи взаємозв’язків — функціональних, інформаційних чи

зовнішніх.Цедозволяє окреслити загальні принципи тапідходи до створення інформаційних систем для різних організацій. При створенні та функціонуванні інформаційнихсистем (життєвому циклі ІС)передбачаєтьсяпроходження кількох етапів, які представлені на рисунку 2.8.



Рисунок2.8–Схемаетаповрозробкиінформаційноїсистеми

Для КП ВКГ «Бориспільводоканал» пропонується впровадити автоматизовану систему, якаохоплює такі основні напрями діяльності:

– експлуатація обладнання та надання послуг з водопостачання і водовідведення;

– ремонтні роботи;

– управління персоналом;

– інвестиційна діяльність;

– участь у ринку електроенергії;

– фінанси та планування.

Ці напрями є ключовими для ефективноїроботи підприємства. Для кожного з нихдоцільно розробити окреміпроєкти,в якихнеобхідно визначитицілі, функціональні та організаційні межі, провести перевірку відповідності стратегічним цілям підприємства, а також врахувати можливі припущення й обмеження.Метою впровадження автоматизованої системи є

створення єдиної платформи для координації роботи всіх напрямків, зменшення витрат на паперовудокументацію, підвищення продуктивності праці за рахунок скорочення часу на обробку даних і,відповідно, поліпшення якості виконання працівниками своїх посадових обов’язків.

Висновокдорозділу2

У цьому розділі було проаналізовано методи і засоби реалізації системи енергетичного менеджменту (СЕнМ)умежах КП ВКГ «Бориспільводоканал». Проаналізовано сучасний стан системиенергетичного менеджменту на підприємстві, оцінено можливості її впровадження, а такожпроведенокласифікаціюзавдань і методів енергоефективності. Розглянуто методи аналізу та організації інформаційних потоків ускладних умовах розгалуженості об'єктів підприємства.На основі аналізу поточного стану СЕнМуструктурі підприємства булорозроблено алгоритм зборуй аналізу даних на виробничих об'єктах та визначено кадровийсклад,що займатиметьсявпровадженням іуправлінням системою енергетичного менеджменту. Запропоновано базові етапи впровадження СЕнМ, які дозволять підприємству ефективно розпочатицейпроцес. Проведеномоделюванняпочаткового рівнястануенергоспоживання, що далозмогу визначити найвпливовіші чинникиспоживанняенергії на об'єктахдослідження. Впровадженнясистеми енергетичного менеджменту є необхіднимдляпідприємства. СЕнМзабезпечитьреалізаціюзаходів з енергоефективності та створення організаційної структури,здатноїефективно впроваджувати даний підхід. Окрім цього, важливовпровадити системи моніторингу,якідозволятьотримуватинеобхіднідані про показники споживанняенергії для подальшоїїх обробки, аналізу йприйняттяуправлінських рішень.

3 РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ І ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НА ОБ'ЄКТАХ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ МІСТА

3.1 Виконання завдань, пов'язаних із створенням системи моніторингу на об'єкті

Управління якістю роботи водопровідних господарств базується на положеннях Закону України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення»[12]. Цей документ визначаєумови забезпечення населення якісною та безпечною для здоров'я питною водою,що в свою чергузобов'язує підприємства до організації моніторингової діяльності. Аналіз фаховоїлітератури, включаючи монографії, дисертації та статтінауковихперіодичних видань, дозволяє визначити, що система моніторингу є складною структурою для збору, обробки, збереження та поширення інформації про стан підприємства абойого окремих елементів.Такасистемасприяє інформаційномузабезпеченнюй прийняттю оптимальних управлінських рішень для коригування та розвитку визначеного об'єкта. Основним елементом уційсистемі є технологічний процес, від якого залежить якість кінцевого продукту. Технічний процес, що складається з багатьох компонентів, є складною системою, яку неможливо ефективно контролювати без специфічноорганізованогомоніторингу.Структура моніторингу передбачає чітке визначення цілей,завдань,принципіворганізації та основнихфункцій.У ході розробки моделі моніторингудлякомунальних підприємств було визначено необхідні умови його ефективногозапровадження:

1. Забезпеченнятеоретичної та методичної підготовки персоналу підприємства до роботиз моніторинговою системою енергетичних ресурсів.

2. Включення до процесу моніторингу ключових суб'єктів та факторів.

3.Використання сучасних інформаційно-аналітичних технологій у процесі моніторингу.

Ці умови є основою для побудови системи моніторингу ресурсоємності,однак вони не в змозіповністю охопити всі аспекти покращенняорганізації технологічного процесу.

3.1.1 Визначення ключових показників у системі моніторингу

Для систем міського водопостачання домінуючезначеннямає господарсько-питне водоспоживання, яке формується під впливом низки чинників, зокрема сезонності та соціальних поведінкових тенденцій [23, 24]. Прицьому важливимиє кліматичніумови (температурні коливання, погодні явища)і соціальні фактори (різні типи днів у календарному тижні, державні чи релігійні свята).Водоспоживання характеризується нерівномірністю якупродовж доби (залежить від щоденного ритму діяльності), так і впродовж року (змінюється під впливом сезонних факторів).Наприклад, у літнійсезон часто відбуваєтьсязниження обсягів споживаннячерез відключеннягарячоговодопостачання для здійснення ремонтнихробіт.Добовийграфіквитрати води (ГВВ)виступає основним показникомтехнологічного процесу подачі води. Дослідження добових ГВВ КП ВКГ «Бориспільводоканал» дозволило встановитициклічнийхарактер графіків витрати води: протягом року спостерігаєтьсясезонність,а протягомдоби — змінирівня ВВ відповідно до режиму активностінаселення (робочийчас, періоди відпочинку).Особливості такихграфіківвключають:

- зниження ВВ вліткучерез відсутність постачання гарячої води;
- добова та тижнева циклічність змінспоживання.

Дослідження обсягів добового використання води (ДВВ) з мережі водопостачання свідчить,що протягом року ціобсягизазнають змін, причому в окремі літні місяці вони суттєво знижуються через відключення гарячого водопостачання у зв’язку з профілактично-ремонтними роботами. Одним ізвизначальних факторів ДВВ є добовий цикл,який відображаєритм повсякденного життя,включноз робочимита відпочинковимигодинами.На початку доби водоспоживання зазвичай є стабільним,тоді як протягом

денних годин спостерігаєтьсясуттєваваріативність. Графік 3.1 ілюструєдобові показники витрат води з мережі водопостачання в грудні та червні (м³).

Результати досліджень [31] також дозволяютьзробити висновок, що нерівномірність ДВВ проявляється не тільки протягом доби (що обумовлено соціальнимифакторами), а й залежить від дня тижня. Окрім добового циклу, існує повторюваність умежахтижня, а також сезонна річна циклічність. Соціальні чинники мають значний вплив на характер ДВВ,особливопід час великих релігійнихсвят(такихяк Різдво,Великдень, Трійця), а також на Новий рік. Окремідні можутьдемонструватисуттєві відхилення від загальної тенденції черезрізноманітніпричини,наприклад, аварійні ситуації в мережі водопостачання[25]. Такимчином, чинники, які впливають на формування добового ДВВ,поділяються за типом їх походження на кліматичні та соціальні й умовно групуються на три категорії: циклічні, природні та випадкові. Їх облікє важливим при плануванніпроцесів водопостачання, оскільки вони визначають ефективність технологічної організації водоподачі та мають прямий вплив на режими споживання електроенергії. У таблиці 3.1 наведені зовнішні чинники довкілля,які впливають на формування добового ДВВ.

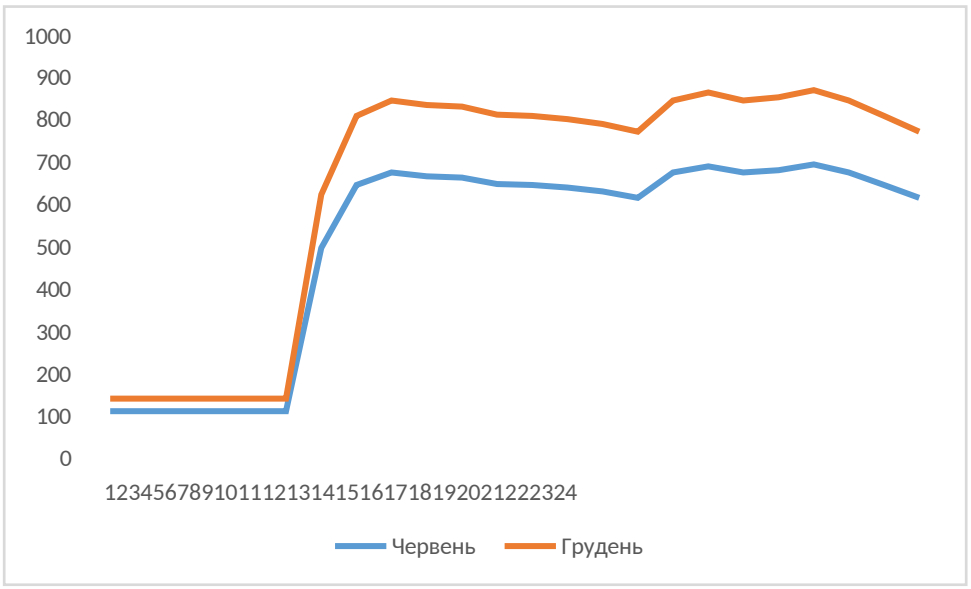


Рисунок3.1–Добовіграфікивитративодизмережіводопостачанняв

грудні–червні,м^3

Дослідження добових графіківводоспоживання (ГВВ) [8] свідчить, щоводоспоживання є нерівномірним не лише впродовж доби, що зумовлено соціологічними умовами, але й суттєво варіюється залежно від дня тижня. Окрім добової циклічності, спостерігається тижнева ритмічністьта щорічна повторюваність ГВВ. Значний вплив на характер водоспоживаннямаютьсоціальні чинники, зокрема великі релігійні свята (Різдво, Пасха, Трійця), а також Новий рік. Також в окремі моменти часу можливі відхилення добових ГВВ певних днів від загальної тенденції[26]. Однією з основних причин таких відхиленьможутьбути аварії в системі водопостачання. Такимчином, чинники, що впливають на формування добового водоспоживання, поділяютьсяза походженням на кліматичні та соціальні.Їх можна умовно класифікувати на три групи: циклічні, природні та випадкові. Усі ціфактори потребують обов'язкового врахування під час планування процесу водопостачання, оскільки вони впливають на ефективність організації технологічного процесу та безпосередньо позначаються на раціональності електроспоживання.

Таблиця 3.1 – Основні чинники зовнішньогосередовища, що впливають на формування добовогоГВВ

Чинники	Соціальні	Кліматичні
Циклічні	часдоби;деньтижня;типдня тижня (робочий, вихідний, святковий, перед-святковий)	температураповітря;
Природні	вимкненнягарячого водопостачання	вологість;кількістьопадів; тривалість опадів
Випадкові	аваріїнаоб’єктах водопостачання	різкізмінипогоднихумов (аномальновисокатемпература повітря)

Отже, важливим завданням залишається розробка принципів врахування циклічних змін у характеріводоспоживання та аналіз впливу соціальних, кліматичних і сезонних факторів найого нерівномірність. Це є невід'ємною частиною системи моніторингу споживання енергетичних ресурсів,необхідної для ефективного планування процесів водопостачання та

витрат електроенергії [9,10].

3.1.2 Організація та впровадженнясистемимоніторингу

Процесстворення моделі моніторингу якості технологічного процесу на підприємстві починається з визначення її концептуальної основи, що включає методологічні підходи, функції та принципи проведення моніторингу. У якості методологічної основи для моніторингу якості технологічного процесу КП ВКГ «Бориспільводоканал» було обрано системний, процесний та компетентнісний підходи. Виходячиз цього, модель моніторингу повинна забезпечувати комплексну реалізацію управлінських дійу кожному компоненті технологічного процесу,щоспрямованіна досягнення високого рівня формування та розвитку енергоефективності системи.Основні характеристикиціїефективності інтегровані в компетентнісну модель підприємства. Розробка моделі моніторингу якості технологічного процесу маєсприяти:

– організації моніторингової діяльності;

– забезпеченню якості технологічного процесу;

–підвищенню енергоефективності підприємства.

Зазначенізавдання реалізують визначені функції моніторингу, до яких належать інформативно-аналітична, контрольно-оцінна, діагностична, коригувальна та прогностична. Концептуальна основа моделі також включає принципи, які регулюють діяльність суб’єктів моніторингу (рис. 3.2). Уході дослідження моніторинг якості технологічного процесу здійснюється на основі таких принципів:науковість, безперервність, об’єктивність, валідність, діагностико-прогностична спрямованість, систематичність, єдність управління та самоуправління. Ці принципи визначають цільові орієнтири моніторингової діяльності, її зміст, методи роботи, а також підходи до інтерпретації та використання результатів. Крім цього, зазначені принципи об'єднують загальнонаукові та гносеологічні положення,а також принципи системи управління якістю ISO 50001:2018, адаптованої длявикористання

венергетичному секторі[27]. Зазначені концептуальні положення слугують основою для моделі моніторингу і відображаютьсяу трьох її блоках:цільовому, технологічному і результативному.Графічнепредставленнямоделі наведено на відповідному рисунку. Цільовий блок моделі охоплює єдність цілей і завдань, вирішення яких забезпечує досягнення визначеної мети.Ціль визначається як очікуваний стан системи або бажані результати її діяльності.

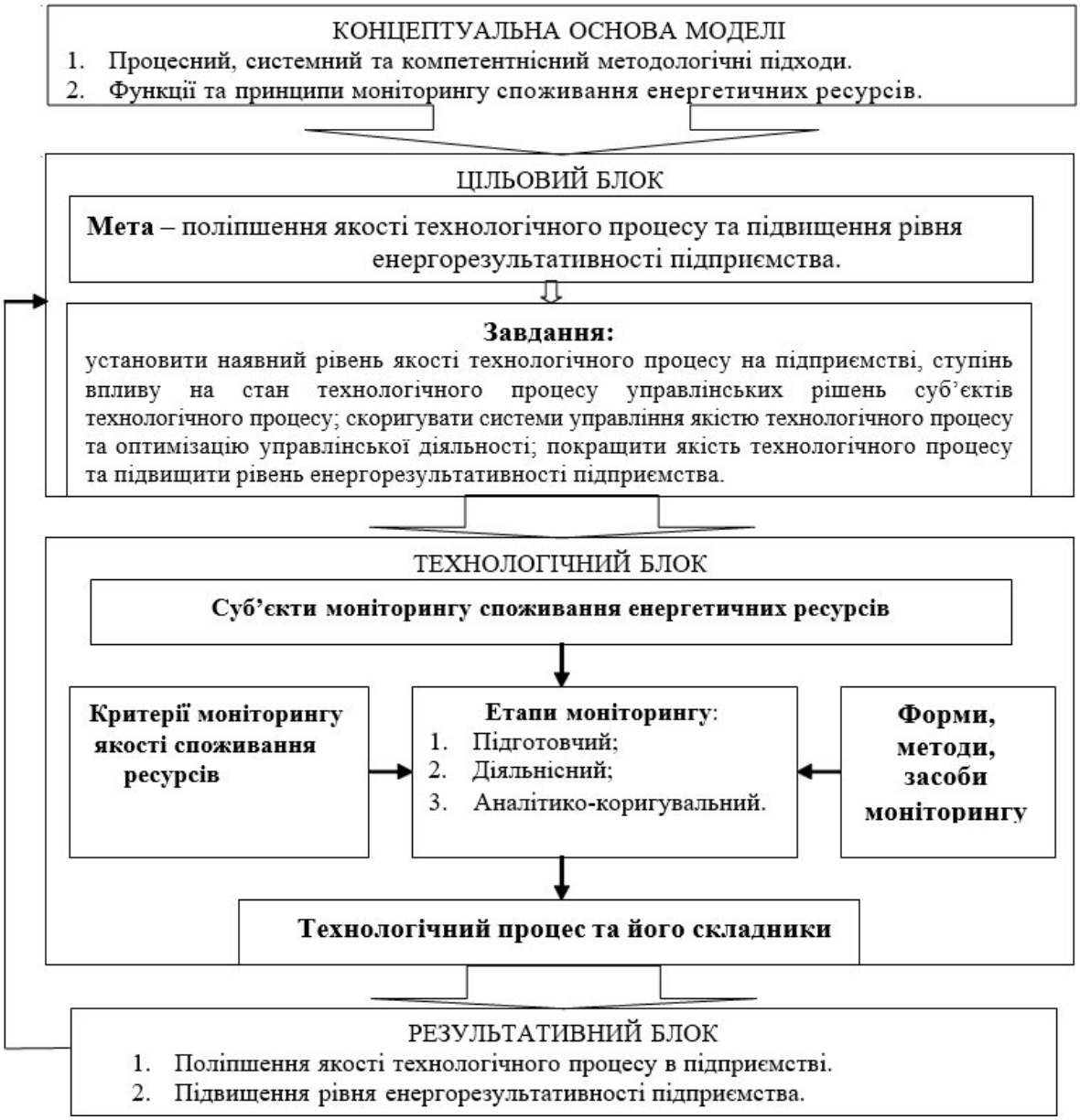


Рисунок3.2–Модельмоніторингуякостітехнологічногопроцесуна підприємстві

Цей блок визначає основний напрямок розвитку інших елементів

моделі та забезпечує умови для їхньої взаємодії у рамках єдиної системи. У технологічному блоці моделі окреслено процедури виконання моніторингових заходів із метою оптимізації управлінської діяльності на основі аналізу зібраних даних. Тут деталізуються етапи моніторингу, методи та форми його реалізації, засоби забезпечення процесу, а також чітко визначаються об'єкт і суб'єкти моніторингу. Саме в цьому блоці формуються критерії оцінки якості технологічних процесів. Крім того, передбачено систематизацію та аналіз отриманої інформації, оцінку результатів управлінських рішень з огляду на їхній вплив на якість технологічних процесів, а також розробку заходів із подальшого вдосконалення. Результативний блок зосереджений на оцінці якості технологічного процесу та ефективності системи управління ним. Він також включає аналіз результативності внесених коректив у управлінську діяльність і визначення рівня досягнення поставлених цілей та завдань моніторингу. Це свідчить про тісний взаємозв'язок між цільовим і результативним блоками, оскільки результати моніторингу порівнюються із запланованими завданнями та цілями моделі. Детальніше розглянемо складові елементи моделі моніторингу якості технологічного процесу на підприємстві, починаючи з основних положень цільового блоку. Головна мета представленої моделі полягає в забезпеченні моніторингу якості технологічного процесу підприємства, що сприятиме його покращенню, ефективнішому використанню енергетичних ресурсів у КП ВКГ «Бориспільводоканал» та підвищенню якості надаваних послуг, які відповідатимуть потребам міста.

Основними завданнями моделі є:

– встановлення поточного рівня якості технологічного процесу підприємства на основі визначених критеріїв;

– оцінка впливу управлінських рішень суб'єктів технологічного процесу на його стан;

– внесення коректив у систему управління якістю технологічного процесу та оптимізація управлінської діяльності;

– підвищення загальної якості технологічного процесу та рівня енергетичної результативності підприємства.

3.1.3 Аналізефективностісистемимоніторингу

Запропонованамодель передбачає реалізацію моніторингу через чітко розроблені процедури, а такожкомплекс методів, форм і засобів, щовідповідають специфіці різних етапів моніторингу. Всіетапи моніторингу здійснюються послідовно, але водночас становлять складовічастини цілісного циклу моніторингу. Циклічність процесу пов'язана із тривалістю технологічного циклу, яказазвичай охоплює календарнийрік. Якість технологічного процесу складаєтьсяздвох важливих компонентів: процесуального та результативного[28].

Моніторинг результативного компонента, що визначаєтьсярівнеменергоефективності підприємства, має інші часові рамки і зазвичай зосереджуєтьсянавколосесійногоперіоду. Під час визначеннямети й завдань моніторингу важливо чітко уявляти бажані кінцеві результати, умови йогопроведення та обставини, які можутьвплинути напроцесмоніторингу.Необхіднотакож врахувати можливості для ефективного виконання поставленихзавдань, а такожвстановити часові й просторові межі. Результати моніторингу якості технологічного процесу підприємства прямо залежать від визначеної метийзавдань. На основі даних про якість усіх складових технологічного процесу стає можливим оцінити ефективність управлінської діяльності відповідних суб'єктів і окреслити шляхи її оптимізації.Цесприятиме покращенню якості технологічного процесу та підвищенню рівня енергоефективності підприємства. Оцінювання якості технологічного процесу базується на показниках відповідно до науково обґрунтованих критеріїв.

Важливо забезпечити подання результатів моніторингу у формі, зрозумілійусім учасникам процесу. Водночас не всі отримані дані потребуютьширокогопоширення. Частинаінформаціїможе бутиактуальноюлишедлявузького кола фахівців і подаватися у спеціалізованій формі. При поширенні результатівпотрібно чітко визначити, хто відповідальний за передачу даних, а також забезпечити своєчасність і

регулярність доведення спеціалізованої інформації до відповіднихфахівців. Завершенняодного циклу моніторингу включає визначення результатів та коригувальних заходів і є одночасно початком новогоциклу.Нанаступному етапіздійснюється корекція управлінської діяльності й аналіз впливу запроваджених заходів на якість технологічного процесу[29].

Представлений цикл моніторингу якості технологічного процесу підприємствазображенона схемі 3.3. Використовуючи основи технологічного моделювання, теоретичні таметодичні підходи до створення моделей моніторингу й існуючийпрактичний досвід, розроблено авторську модель моніторингу якості технологічного процесу КП ВКГ «Бориспільводоканал».Вона складається з трьох взаємопов'язаних блоків: цільового, технологічного і результативного.

Функціонування цієї моделі забезпечується концептуальною основою,що включає обраніметодологічні підходи, функції та принципи. Її реалізація передбачає одночасне вдосконалення системи управління якістю технологічного процесу підприємства та самого процесу з метою підвищення загальної енергоефективності.



Рисунок3.3–Циклмоніторингуякостітехнологічного процесув

підприємстві

Цикл моніторингу якості технологічного процесу на підприємстві є універсальною моделлю, що може бути адаптована залежно від специфіки комунальних підприємств. Вона враховує вплив географічних, технологічних, соціально-економічних та часових чинників. Для ефективного функціонування моделі необхідно залучити представників усіх суб'єктів технологічного процесу до моніторингової діяльності. Їхня мотивація до оцінки якості процесу, здатність аналізувати ефективність управлінських рішень, а також вдосконалення системи управління якістю, включаючи розподіл обов'язків і встановлення відповідальності за окремі компоненти процесу, є ключовими елементами успіху. Особливе місце займає формування системи енергетичного менеджменту[30].

Модель управління дозволяє комплексно аналізувати діяльність суб'єктів технологічного процесу, сприяючи своєчасному отриманню даних про рівень її якості. Це дає змогу адекватно аналізувати інформацію та приймати оптимальні рішення щодо покращення показників технологічного процесу. Впровадження моделі сприятиме переходу системи управління якістю підприємства на новий рівень. Дослідження перспектив розвитку передбачає аналіз організаційно-правового, інформаційно-методичного та кадрового забезпечення для ефективної реалізації механізму моніторингу.

На рисунку 3.4 представлена технологічна схема використання підприємством енергетичних ресурсів зі встановленням сенсорів для моніторингу ключових показників.

У місті Борисполі послугами водопостачання користуються понад 20 тисяч споживачів. На даний момент показники лічильників води знімаються вручну раз на місяць, а система автоматизованого збору даних у будівлях відсутня. У 2020 році підприємство підняло 2970,72 тис. м³ води, використавши 137,23 тис. м³ або 4,6% на власні технологічні потреби, із втратами води 641,20 тис. м³ (21,6%), що відповідає нормативам. Реалізація води споживачам склала 2192,29 тис. м³.

Основне завдання полягає у виконанні комплексного моніторингу технологічних показників для виявлення актуальних та потенційних проблем КП ВКГ «Бориспільводоканал» і їхнього подальшого вирішення. Енергоменеджери забезпечуватимуть аналіз отриманих даних та розробку планів підвищення енергоефективності об’єктів підприємства[31].

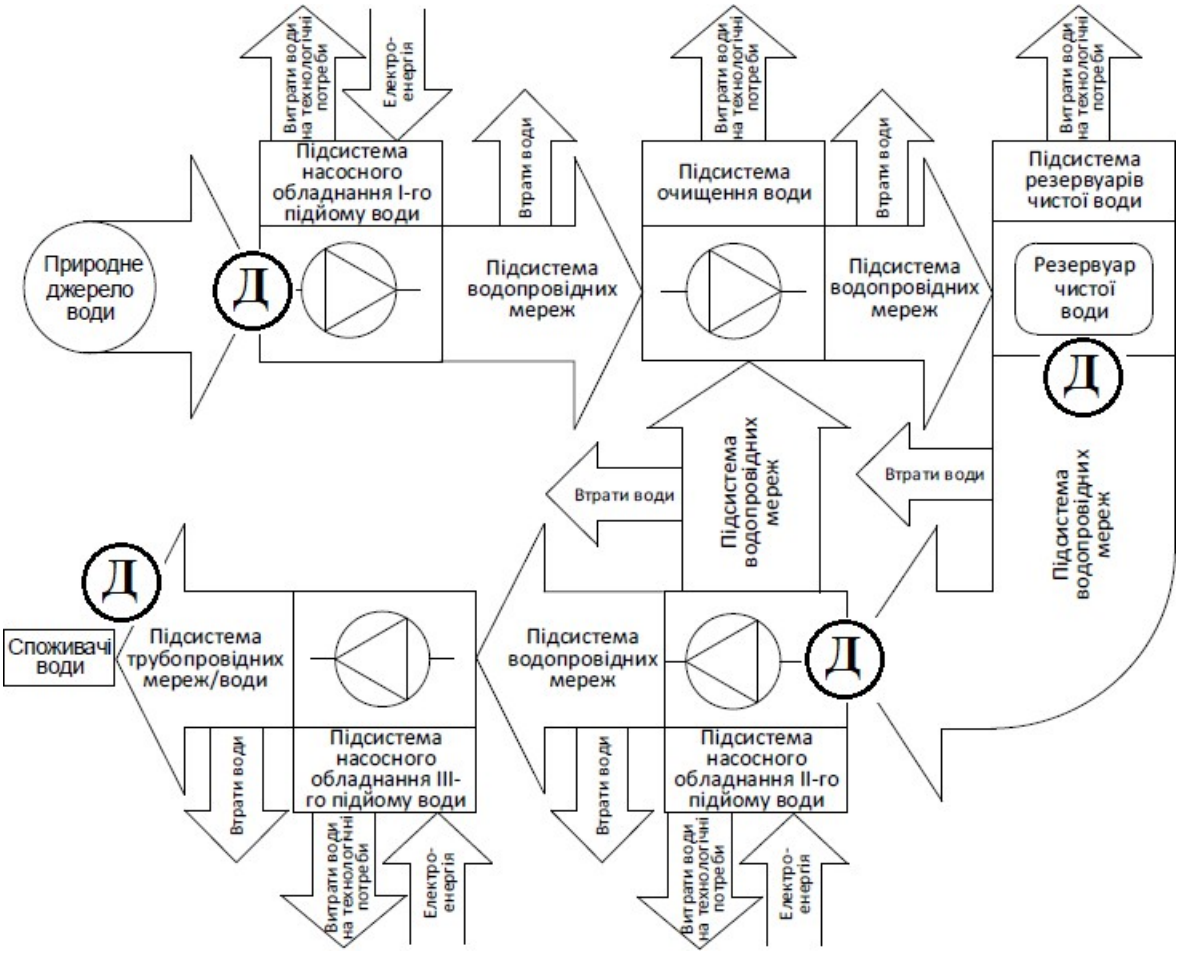


Рисунок3.4–Технологічнасхемапідприємства-споживача енергетичних ресурсів із встановленими датчиками длязбору даних

Центральним елементом системи моніторингу є безперервний збір ключових показників і передача інформації на сервер, який функціонує24/7. На рисунку 3.5 представлена архітектура інформаційної технології комплексного моніторингу енергоефективності об’єктів водопостачання, побудована наоснові об’єктно-орієнтованого підходу[32].

Розглянемо виділені три категорії класів:

1.WEB-service– набір класів, об’єднанихзавданням отримання вихідної

інформації про об’єкт дослідження (включаючи дані про водоспоживання, кліматичні чинники, технічні параметри, технологічні процеси та електроспоживання).

2. FORMS-class– група класів, які виконують обчислювальніфункції та моделювання. Вони зосередженіна таких основних процесах:

- class"Водоподача" із Sub-class:

- "Графік витрати води": аналіз нерівномірності добовоговодоспоживання, виявлення циклічних змін.

- "Водоподача": формалізаціярежимів водопостачання з урахуванням кліматичнихфакторів, атакож планування енергоефективних сценаріїв роботи.

- class "Показники енергоефективності":обчислення коефіцієнтів енергоефективності процесу водоподачі,зокремадлятиповихумов і днів.

- class "Базовий рівень електроспоживання (БРЕ)":моделювання електроспоживання об'єкта, визначення базовогорівня для оптимальних умов функціонування.

- class"Бенчмаркінгенергоефективності":проведення внутрішнього та зовнішнього аналізу рівня енергоефективності, а також визначення шляхів його поліпшення.

3.CONTROL-class– класи, спрямовані наконтроль ефективності електроспоживання, зокрема:

-class "Оперативний контроль" із Sub-class:

-"Контроль електроспоживання": виявлення змін ефективності електроспоживання та сигналізація про перевищення допустимихмеж БРЕ.

- "Контроль водоподачі": моніторинг технічних параметрів та причин відхиленьвідстандартів.

- "Контроль показників енергоефективності": аналіз динаміки питомого електроспоживання задля визначення трендів.

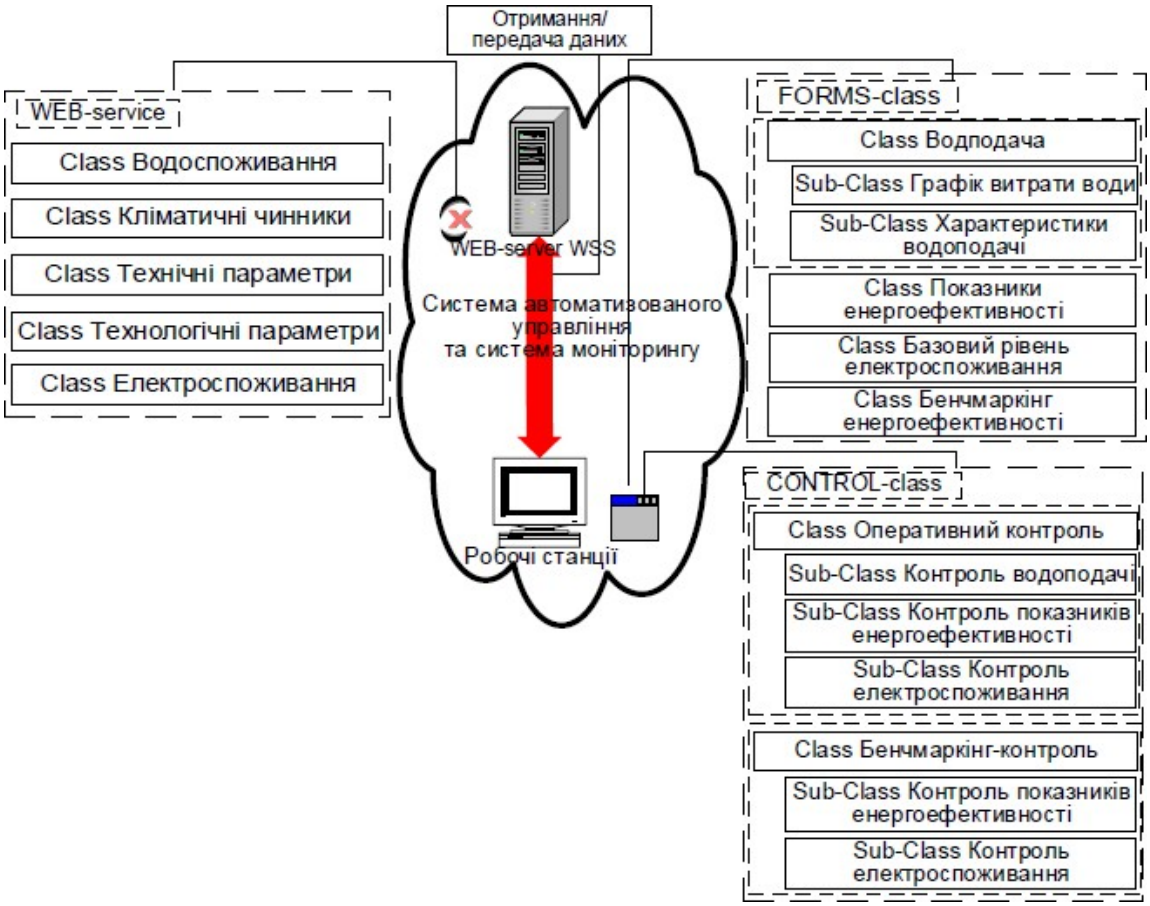
- class "Бенчмаркінг-контроль" ізSub-class:

- "Контроль показників енергоефективності"*: відстеженнязмін рівня

енергоефективності об’єкта порівняно з кращими аналогами.

- "Контроль електроспоживання": контроль відповідності БРЕ провідних об’єктів галузі.

Така архітектура дозволяє оптимізувати процес моніторингу, проводити комплексний аналіз і вживати заходів для підвищення



ефективності роботи систем водопостачання й енергоспоживання[33].

Рисунок3.5–Загальнаархітектураінформаційноїтехнології комплексного моніторингу енергоефективності об’єктів водопостачання та водовідведення

3.2 Реалізація заходів підвищення енергоефективності на об’єкті

3.2.1 Підбір та заміна насосних агрегатів і організація системи обліку та управління (ЗЕЕ№1)

Відповідно до аналізу розподілу споживання електроенергії об’єктами комунального підприємства, проведеногов розділі 1, значну

часткузагальногоенергоспоживання становлять каналізаційнінасосні станції(КНС), розташовані по місту[34].

Для прикладу заміни насосногообладнаннябула обрана КНС №1, дані про яку наведені в Додатку А. Основними енергоспоживачамина КНС №1 є два асинхронні двигуни потужністю 15 кВт, які експлуатуютьсяще з60–70-х років минулого століття. Відповідно донорм технічної експлуатації,цідвигуни підлягають заміні.Однак КП ВКГ«Бориспільводоканал» проводило заходи з їх відновлення,що дозволилопродовжититермінїхроботи до теперішньогочасу.

Проте в сучасних умовах, коли тарифи на електроенергію постійно зростають, подальшаексплуатація енергоємногообладнання єекономічнонедоцільною.Тому було прийнято рішення про заміну насоснихагрегатів у системі водопостачання та водовідведення.За рік насосні агрегати КНС№1 споживають176437 кВт·годелектроенергії. Основною проблемою їхньої роботи є нерегульований режим функціонування двигунів. Їхнє головне завдання— відкачувати стічні води, якіпотрапляютьу грабельне відділення. Обсяг перекачаних стічнихвод за 2020–2021 роки наведено в таблиці 3.2.

Таблиця3.2–Обсягиперекачанихстічнихводу2020–2021роках

Місяць	Обсягиперекачаннихстічнихвод,м^3	
	2020	2021
Січень	31351,80	30552,13
Лютий	28751,02	27715,82
Березень	32390,31	30266,73
Квітень	29813,52	28903,52
Травень	31223,23	29410,95
Червень	27852,35	27453,88
Липень	27045,08	26338,93
Серпень	25117,82	24414,90
Вересень	25777,04	28534,63
Жовтень	28102,96	31574,19
Листопад	30614,02	27715,82
Грудень	30953,71	24265,08

Відсутність регулювання частоти обертання приводитьдо того, щовода відкачується надто швидко у моменти, коли обсяг стоківневеликий, і цезмушує вмикати та вимикати агрегати занадто часто. Це негативно впливає на технічнийстан обладнання й не вирішує проблемуперевищення потужності у випадкахнезначних обсягів води. Першочерговимзавданнямєвизначення середніх витрат води на станції. На основі цих даних буде визначено середньодобовий об'єм перекачування за трирічний період.

На основі середньосекундної витратирозраховується загальний коефіцієнт нерівномірності притоку [36], за допомогою якого встановлюється орієнтовний середньодобовийрозподіл притоку стічних вод:$K_{gem.\max} = 1{,}6; K_{gem.\min} = 0{,}59$.

$$Q_{ср.доб} = \frac{Q_{2020} + Q_{2021}}{3 \cdot 12 \cdot 30} = 952{,}97 \text{м}^3/\text{добу};$$

$$q_{ср.год} = \frac{Q_{ср.доб}}{24} = \frac{952{,}9}{24} = 39{,}71 \text{м}^3/\text{год};$$

$$q_{ср.сек} = \frac{q_{ср.год} \cdot 100}{3600} = \frac{39{,}71 \cdot 10^{00}}{3600} = 11{,}03 \text{л/с}.$$

За наведеними коефіцієнтами визначається середньодобова витрата води по годинах [36], даніякоїподано в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Середньодобова витрата води за годинами (розрахункові значення)

Години	Витрата,%	Години	Витрата,%
0-1	2,5	12-13	3,9
1-2	2,5	13-14	3,5
2-3	2,5	14-15	5,5
3-4	2,5	15-16	5,5
4-5	2,5	16-17	5,3
5-6	4,3	17-18	5,3
6-7	5,5	18-19	4,1
7-8	5,5	19-20	3,5
8-9	6,7	20-21	3,5
9-10	6,7	21-22	2,5
10-11	6,7	22-23	2,5
11-12	4,5	23-24	2,5

$$q_{\max.год} = K_{gen.\max} \cdot q_{ср.год} = 1{,}6 \cdot 39{,}71 = 63{,}54 м^3/год;$$

$$q_{розр} = \frac{q_{\max.год} \cdot 100}{3600} \cdot \frac{63{,}54 \cdot 10^3}{3600} = 17{,}65 л/с.$$

За подачу насосної станції приймається значення $q_{max.год}$, або більше, тобто $Q_{н.с.} = 63{,}54 м^3/год$. Розрахунок подачі одного насоса за умови паралельноїроботи:

$$Q = \frac{Q_{н.с.} \cdot K_{пр}}{n} = \frac{63{,}54 \cdot 1{,}11}{2} = 35{,}27 м^3/год.$$

де$К_п$–цекоефіцієнтпаралельностіроботинасосів [2].

Визначеннянапору:

$$H = H_Г h_{вод} h_{н.с} h_{с.в},$$

де $H_г$ – геометричнависотапідйомурідини,$h_{вод}$ – гідравлічні втрати напорув напірному трубопроводі, м; $h_{н.с}$ – втрати напору місцеві та по довжині у внутрішніх всмоктуючих та напірних лініях станції, приймається за 2 м; $h_{с.в}$– вільний напір при виливі рідиниіз трубопроводув прийомнукамеруочисних споруд, приймається за 1 м.

$$h_{вод} = 1{,}1 \cdot i \cdot l = 1{,}1 \cdot 0{,}002 \cdot 1000 = 1{,}1\text{м}.$$

деі–гідравлічнийуклонвизначенийза[3],l–довжинанапірного трубопроводу, м.

$$H = 51{,}121 = 9{,}1\text{м}.$$

За результатами аналізу вибрано два насоси марки Flygt N 3102,оснащені електродвигунами,якіпідключаються до мережі з напругою 0,4 кВ. Ці насосні агрегатизанурювальноготипу сконструйованідляустановки в сухому горизонтальному положенні тамають інтегровану систему охолодження. Вони спеціально спроєктовані для перекачування невеликих об’ємівводовідведення.

Особливістю насосівє наявність вмонтованих датчиків, включаючи датчики температури обмоток статора, нижньогота верхнього підшипників, сенсор вібрації, а також блок пам'яті в клемній коробці.Це дозволяєздійснювати моніторинг технічного стану в режиміреальногочасу,контролювати споживання енергоресурсів і оцінюватиобсяг перекачаноїрідини.Продуктивність насосів становить 100 м³/год при напорі 30 м. Конструкціяпередбачає розташований в одному корпусі низьковольтний асинхронний електродвигун з номінальною потужністю 4,5 кВт, швидкістю обертання 990 об/хв та коефіцієнтом потужності cos φ=0,83. Керуваннядвигунамизабезпечуєтьсяавтоматизованими шафами управління,підключеними до системи контролю перекачувального процесу через багатофункціональнийелектроннийлічильник MAS 801.Він працює на базі програмного забезпечення AquaView, що належитьдо SCADA-систем.

MAS 801 виконує моніторинг такихпараметрів:

- температура двигуна
- температура головного підшипника
- наявність протіканьу корпусі статора та клемнійкоробці- однофазний струм насоса
- трьохосна вібрація
- час роботи й кількість увімкнень
- температура двигуна в трьох фазах
- температура опорного підшипника
- спожитаелектроенергія
- трифазний струм насоса
- небаланс струму
- напруга у трьох фазах
- дисбаланс напруги
- коефіцієнт потужності
-загальна потужність.

На рисунку 3.6 представлено напірну характеристику насоса,надану виробником. Згідно з цими данимистворено скориговану характеристику з урахуванням відповідності трубопроводу та визначення робочих точок длянасосного обладнання. Характеристику трубопроводів побудовано на основі рівняння:

$$H_{тр} = H_{г} + S \cdot Q^2,$$

де,S–гідравлічнийопірсистеми,с^2/м^5,щовизначаєтьсяяк:

$$S = \frac{h_{вод} + h_{н.с} + h_{с.в}}{Q^2_{н.с}} = \frac{1,121}{17,65^2} = 0,013 \text{с}^2/\text{м}^5$$

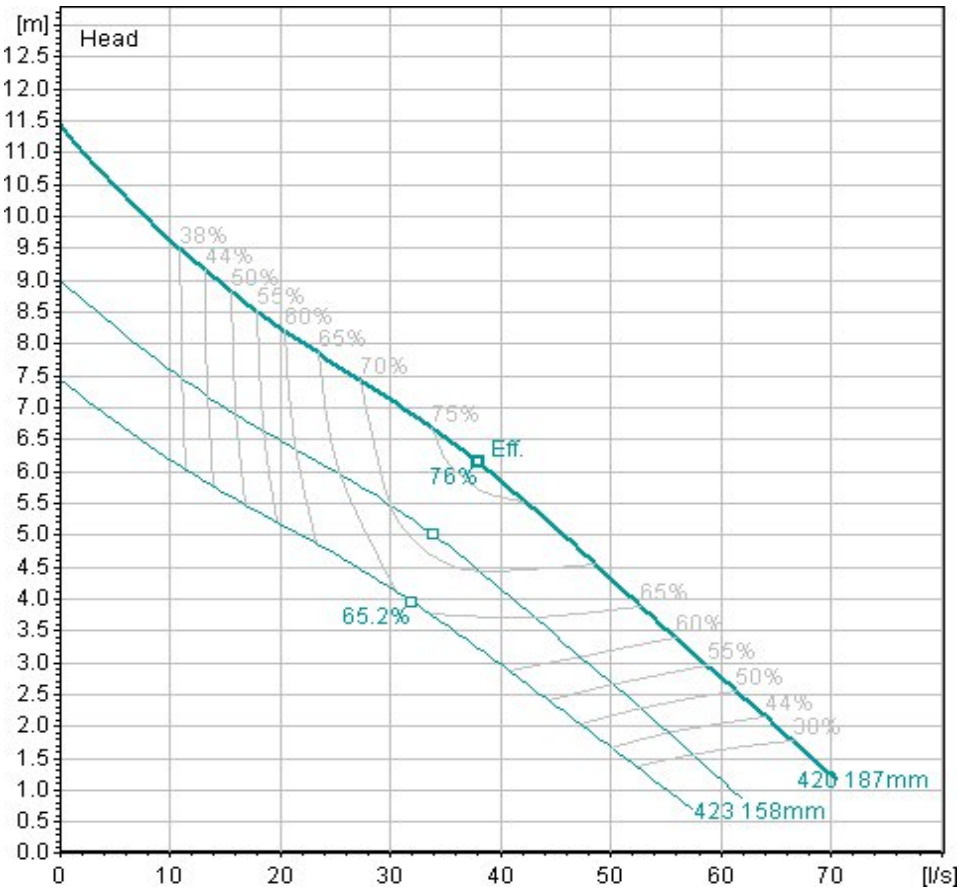


Рисунок3.6–Напірнахарактеристиканасосу

У таблиці 3.4 подано робочі точки насоса, а також його характеристики, визначені на основі напірної характеристики.

Таблиця3.4–Робочіточкинасосів

Кількістьпрацюючих насосів, шт	Q,л/с	Н,м	$H_{ном}$,м
1	8,83	9,5	9,1
2	17,65	9,5	9,1

Кількість обертів та потужність двигуна, необхідну на витрату насосу, розраховано за залежністю [4]:

$$\frac{N_{ном}}{N_1} \bullet \frac{Q_{ном}}{Q_1} \bullet \left(\frac{n_{ном}}{n_1}\right)^3$$

Такимчином,споживанняелектроенергіїзагодинувизначається:

$$W_{год01} \bullet \frac{N_{ном}}{\left(\frac{n_{ном}}{n_1}\right)^3} \cdot k \bullet \frac{4,5}{\left(\frac{990}{n_1}\right)^3} \cdot 1 \bullet 3,89\text{кВт*год};$$

943,41

$$W_{доб} \bullet \ W_{годп} \bullet 145{,}02 кВт*год;$$

$$W_{рік} \bullet W_{доб} \cdot 365 \bullet 52931{,}32 кВт*год.$$

Визначеннярічноїекономіїспоживанняелектроенергіїзарахунок встановлення нового обладнання:

$$W_{рік} \bullet W_{доб} \cdot 365 \bullet 52931{,}32 кВт*год;$$

$$E \bullet W^{стар}_{рік} W^{нове}_{рік} \bullet 176437{,}7 \tilde{3} 52931{,}32 \bullet 123506{,}41 кВт*год.$$

Капіталовкладення для реалізації проєкту становить 300000 грн згідно з інформацією на сайті виробника. У цю суму включено вартість двох насосів, допоміжного обладнання, монтажу та пуско-налагоджувальних робіт. За умови тарифу на електроенергію 2,245 грн/кВт·год річна економія коштів складе:

$$B_{екон} \bullet E \cdot C \bullet 123506{,}41 \cdot 2{,}245 \bullet 277271{,}89 грн.$$

Термін життя проєктувизначенона 6 років, щобазується на гарантіївиробника щодо роботи обладнання протягомцього періоду. Облікова ставка НБУ станомна 21.07.2022 р. становить 25% річних. Урамках проєкту щорічні експлуатаційні витрати не враховуються. Грошовим потокому розрахункахвважаєтьсярічна економія. Підсумкові дані фінансових розрахунків представлені в таблиці 3.5.

За результатами розрахунку, дисконтований термін окупності становить 1 рік і 5 місяців. Аналіз заходу з підвищення енергоефективності підтвердив, що заміна застарілих насосних агрегатів є не лишеекономічно вигідною, але й позитивною з точки зору впровадження системи моніторингу на підприємстві.

Нові насосні агрегати оснащеніпрограмним забезпеченням, що дає змогу відстежувати ключові показники в реальному часі та накопичувати необхідну статистику.Рекомендується провести аналогічні розрахунки для всіх каналізаційних станцій КП ВКГ «Бориспільводоканал».

Таблиця3.5–Фінансовіпоказники

Час життя проєкту	Грошовий потік(Cash flow), тис. грн	Коефіцієнт дисконту (25%)	Дисконтований грошовийпотік	Дисконтований грошовийпотік КУСУМ
0	-300000	1	-300000	-300000
1	277271	0,80	221816,80	-78183,20
2	277271	0,64	177453,44	99270,24
3	277271	0,51	141962,75	241232,99
4	277271	0,41	113570,20	354803,19
5	277271	0,33	90856,16	445659,35
6	277271	0,26	72684,93	518344,28

3.2.2 Впровадження конденсаторних установок для компенсації реактивної потужності (ЗЕЕ№2)

Встановлення конденсаторних установок для компенсації реактивної потужності (ЗЕЕ№2)[38].Як приклад розглянуто каналізаційну станцію №1, інформація про яку подана в Додатку А. Найбільш значущими споживачамиелектроенергії на КНС №1 є два асинхронні двигуни потужністю 15 кВт, які були введені в експлуатацію у 60–70-х роках минулого століття. Обладнання працює на напрузі 0,4 кВ. Живленнястанціїздійснюється від місцевої трансформаторної підстанції ТП 181 з трансформатором ТМ 250.Для зниження рівня споживання реактивної енергії було обрано конденсаторну установку УКМ-58 0.4-250-25, якамонтується на трансформатор і має ступенікомпенсації 25+25+50+50+100 квар.

Вартість обладнання становить 40 000 грн. Тариф на реактивну енергію дорівнює 0,052 грн за 1 квар·год спожитої енергії.На основіцих даних розраховується річна економія. Згідно зізвітом про споживання електро-енергії, сумарний обсяг реактивної енергії за місяць становить 18750

квар·год.

$$Q_{рік} \bullet Q_{міс} = 12 \bullet 225000 \text{квар*год};$$

$$B_{екон} \bullet Q_{рік} = C \bullet 225000 = 0{,}052 \bullet 11700 \text{грн}.$$

Простийтермінокупності:

$$T \bullet \frac{40000}{11700} \bullet 3{,}42 \text{роки}.$$

3.3 Аналіз потенціалу використання альтернативних джерел енергії на об'єктах міста

На сьогоднішній день КП ВКГ «Бориспільводоканал» експлуатує фільтраційні поля для очищення каналізаційних і стічних вод. Система каналізаціїбула запущена в роботу ще у 1960 році, а в районіСоцмістечкощераніше — у 1936 році. Стічні води надходятьсамопливнимиколекторами до 15 каналізаційнихнасоснихстанцій, звідки через напірнітрубопроводиперекачуються на фільтраційні поля загальноюплощею 64,5 га. За технічними нормами навантаження на ці поля не повинно перевищувати 250 м³/га, проте на сьогоднішній день фактичнийпоказник становить 131,05 м³/га. Пропускнаспроможністьсистемиканалізаціїдорівнює 19,7 тис. м³ на добу, тоді як фактичнийобсягвикористанняскладає 7,7 тис. м³ на добу. Однак, із 60-х роківминулогостоліттявсіканалізаційні стоки містаБориспільочищаються на фільтраційних полях, які давно не відповідаютьсучасним потребам. Більш того, ці поля розташованіпоблизузлітноїсмугиаеропорту, щостворюєдодатковіризики: водоймищаприваблюютьптахів, якіможутьпотрапити до двигунівлітаківі спричинитиаварійнуситуацію.

Для вирішенняпроблеми у 2011 роцібулоухваленерішення про будівництвосучаснихочиснихспоруд, котрізаймали б значноменшутериторію — всього 30 соток замість 65 га полівфільтрації[6].

Ініціаторомпроєктувиступилоуправліннякапітальногобудівництва Міністерства регіонального розвитку України. У рамках реалізації було розроблено технічну документацію й завершено будівництво головної каналізаційної станції круглого типу [39, 40]. На реалізацію проєкту виділили 270 млн грн.

У разі введення станції в експлуатацію фільтраційні поля втратять функціональне значення. На відміну від полів зрошення, які використовуються для вирощування сільськогосподарських культур, фільтраційні поля непридатні для цього через величезний обсяг стічних вод, що через них проходять. Водночас ґрунти цих територій — піщані, супіщані та суглинкові — мають гарні фільтраційні властивості. З огляду на це, частину територій звільнених фільтраційних полів можна буде використовувати для встановлення сонячної електростанції потужністю 5 МВт. План проєкту передбачає моделювання та розрахунки у спеціалізованому програмному забезпеченні RETScreen.

Енергетичні та технічні дані. Відповідно до Європейської карти розподілу сонячного випромінювання, більша частина території України знаходиться у зоні, де потужність сонячного випромінювання перевищує 1000 Вт/м². Планована станція буде розташована в першій кліматичній зоні України. На представленому графіку відображено середньодобову суму сонячної радіації для цього регіону та помісячну температуру повітря протягом року. Для перетворення сонячного світла в електроенергію постійного струму передбачено встановлення монокристалічних сонячних модулів Monocrystalline PV-modules типу JAM60S10-330/PR виробництва компанії JA SOLAR з номінальною потужністю 330 Вт (пік). Ці модулі виготовлені із застосуванням високотехнологічного монокристалічного кремнію та належать до категорії високоякісних брендових продуктів. Оптимальний кут нахилу панелей у проєкції розрахуємо за формулою:

$$\alpha_{опт} = \text{широта}^{o} * 0{,}76 + 3{,}1,$$

дешироtа^{o}–кутгеографічноїширотиміstаБорисполя.

МістоБориспільзнаходитьсяна50^{o}ширині,томузаформулою: $\alpha_{опт}$ =

50^{o}* 0,76 + 3,1^{o}= 41,1^{o}.

Отже,оптимальнийкутнахилупанеліколектора$\alpha_{опт}$= 41,1^{o}.

Модель сонячної електростанції має потужність 5 МВт.Дляїїпобудови передбачаєтьсявикористати 15200 фотоелектричних модулів потужністю по 330 Вт кожен і 200 інверторів потужністю по 27 кВт.Загальнаплоща поля складає 645000 м². Одна панель займає площу 1,66 м². Таким чином,площа, необхідна для встановлення сонячної електростанції, буде розрахована наступним чином:

$$S \bullet S_{пан} \frown N_{пан} \bullet 1{,}66 \frown 152 \bullet 2523 \text{ м}^2.$$
00 2

Площа поверхні ділянкицілком достатня для встановлення СЕС,враховуючи додатковіквадратні метри,необхідні для правильногоорієнтування та забезпечення технологічних проходів для обслуговування. Фотоелектричні модулі об'єднуються в послідовнугрупу з 19 панелей,що дозволяє досягти необхідного рівня напруги в межах 250–1000 В. Максимальне значення напруги для такої групи, за умови, що максимальна напруга окремої панелі становить 40,84 В, можна розрахувати за формулою:

$$U_{махгрупи} \bullet U_{махпан} \frown N_{пан} \bullet 40{,}84 \frown 19 \bullet 927{,}96 \text{В}.$$

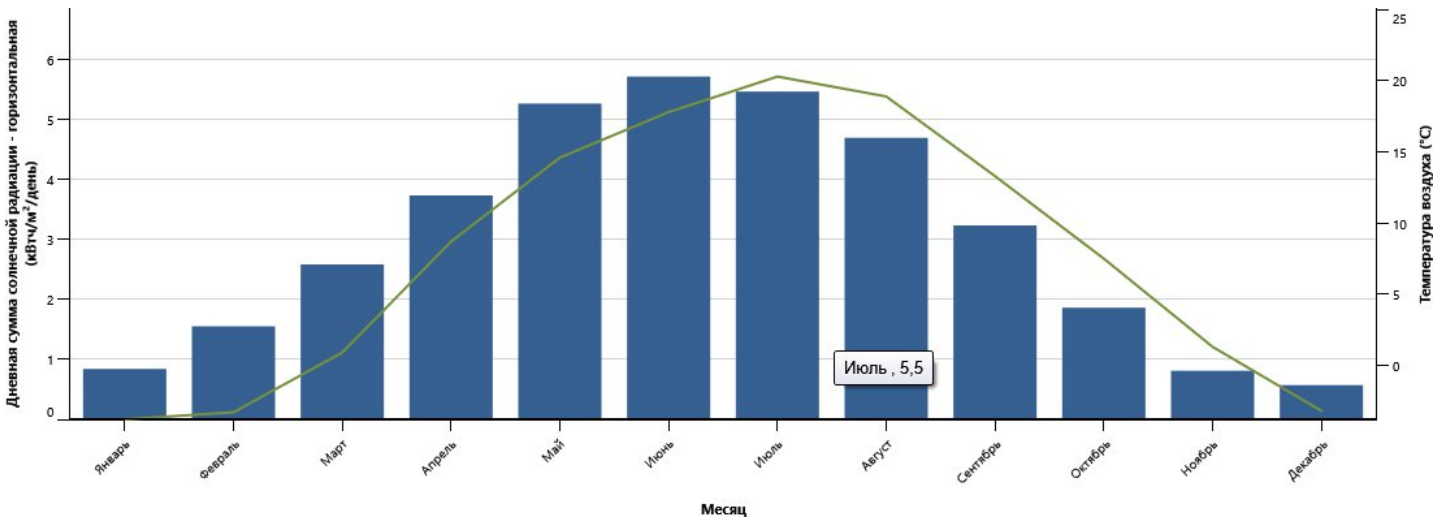


Рисунок3.7–Деннасумасонячноїрадіаціїтатемператураповітря.

Допустимийдіапазоннапругиінвертора–1100В.

927,96 ■ 1100В.

4 групипідключаютьсядоінверторапотужністю27кВт.Потужність однієї панелі – 330 Вт. Загальна потужність панелей становить:

$$P_{заг} \bullet P \frown N_{пан} \bullet 0{,}33 \frown 304 \bullet 100{,}32 кВт$$

Необхідні розрахунки інвестицій для будівництва та проведенняекономічного аналізу є ключовими етапами проекту.

Залучення інвестицій обумовлено потребою у фінансуванні витрат, що безпосередньо стосуються будівництва станції. Остаточнасума витрат буде встановлена після завершення етапу розробки робочого проекту. Орієнтовнівитратипредставленіу таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Попередній обсяг інвестицій для зведення сонячної електростанції

	Найменуванняукрупненихстатейвитрат	Вартість,євро (з ПДВ)
1	Проект	6000
2	Експертизапроекту	1000
3	Сонячніпанелі/solarpanels310	1430000
4	Експедиторськіпослуги	2000
5	Інвертор/Inverter	463000
6	Системаконструкцій	16500
7	ЕлектрообладнаннявмежахСЕСтаїх монтаж	17750
8	Електрообладнаннязовнішніхелектромереж	13750
9	Моніторинг:обладнання,монтаж	9450
	Всьоговєвро:	**1959450**

Метою будівництва сонячної електростанції є продаж згенерованої

Затраты | Сбережения | Выручка			
Первоначальные затраты			
Первоначальная стоимость	0%	UAH	0
Заданный пользователем	100%	UAH	72 931 600
Общие первоначальные затраты	**100%**	UAH	**72 931 600**
Ежегодный поток денежных средств - Год 1			
Ежегодные затраты и выплата заемного капитала			
Затраты на эксплуатацию и обслуживание (сбережения)		UAH	0
Заданный пользователем		UAH	1 000 000
Выплата заемного капитала - 7 гг.		UAH	2 026 367
Итого ежегодные затраты		**UAH**	**3 026 367**
Ежегодная экономия и доход			
Доход от экспорта электроэнергии		UAH	22 227 935
Доход за счет снижения выбросов ПГ		UAH	0
Прочий доход (стоимость)		UAH	0
Доход от производства ЧЭ		UAH	0
Итоговая ежегодная экономия и доход		**UAH**	**22 227 935**
Нетто годовой денежный поток - Год 1		**UAH**	**19 201 568**

електричної енергії за "зеленим" тарифом у розмірі приблизно 4,53 грн/кВт*год,щодозволитьу майбутньому компенсувати власнівитрати на споживання електроенергії. Загальний фінансовий аналіз та її планова вартістьз урахуванням "зеленого"тарифу наведені на рисунку 3.8.

Рисунок3.8–Загальнийфінансовийаналіз

Економічна ефективність запланованої сонячної електростанції зображена на рисунку 3.9.

Фінансування проектуздійснюєтьсяза рахунок банківського кредитув розмірі понад 58 млн грн під процентну ставку7%.

Погашення кредиту розпочнеться через 1 рік і 4 місяці після отримання коштів та триватиме приблизно 2 роки.

Відповідно дорозрахунків, виконаних за допомогою програмного забезпечення RETScreen,визначено,що простий строк окупності

цьогопроєкту становить 3 роки і 5 місяців.

Крімтого,у рисунку 3.10 наведено даніпро щорічне скорочення викидів парникових газів, якедосягає 2209 тонн вуглекислого газу, що відповідаєекономії 949153 літрів бензину.

Экономическая целесообразность		
ВНР до уплаты налогов - капитал	%	78,1%
МВНП до уплаты налогов - капитал	%	20,5%
ВНР перед уплатой налогов - активы	%	20,4%
МВНП перед уплатой налогов - активы	%	13%
Простой срок окупаемости	г.	3,4
Возврат капитала	г.	1,3
Чистая существующая стоимость (ЧСС)	UAH	42 088 410
Ежегодная экономия за срок службы	UAH/г.	10 562 005
Коэффициент рентабельности (КР)		3,9
Обслуживание кредита		2
Затраты на снижение выбросов ПГ	UAH/tCO_2	-4 781
Стоимость производства энергии	UAH/кВт·ч	2,86

Рисунок3.9–Економічнадоцільність

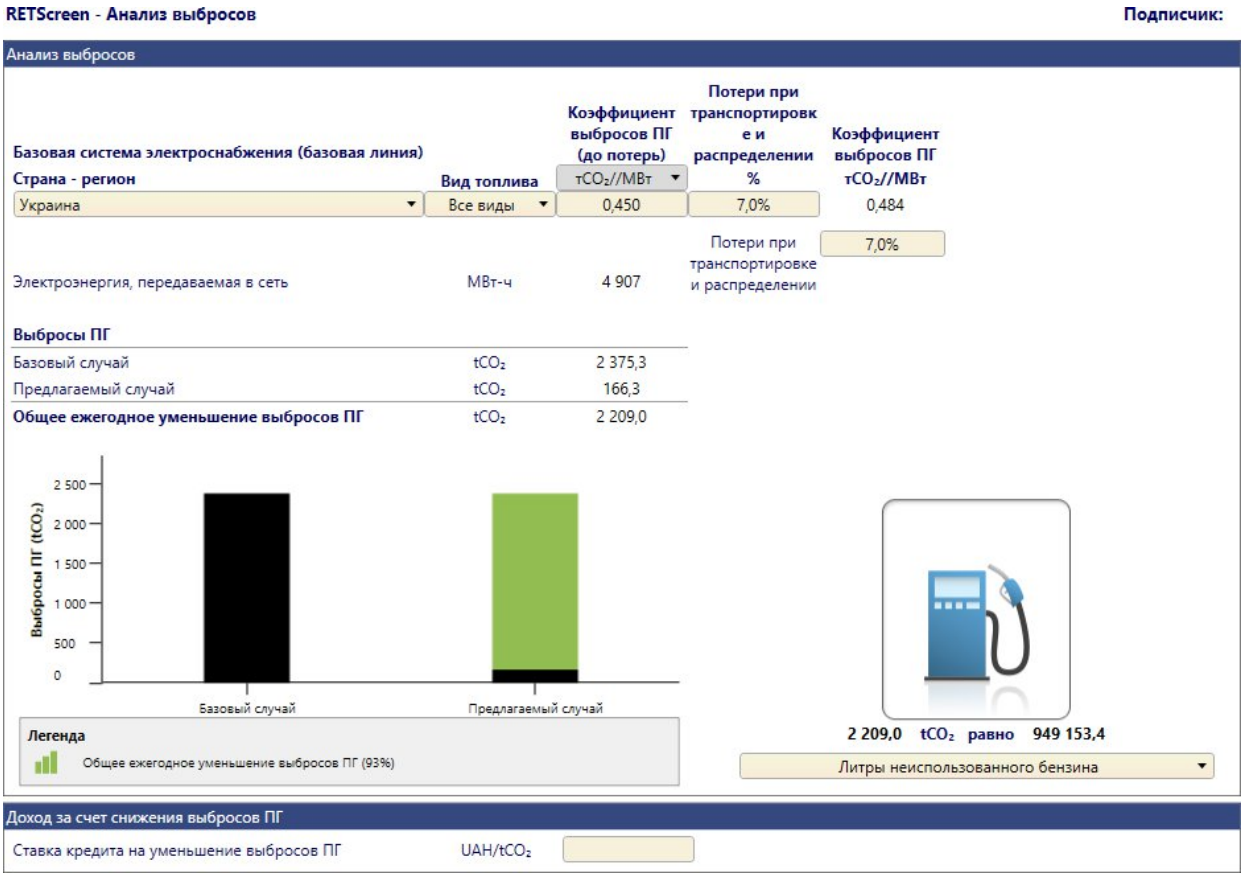


Рисунок3.10–Щорічнезменшеннявикідивпарниковихгазів

Висновкидорозділу3

У цьому розділі булоздійснено реалізацію завданнязіствореннясистеми моніторингу.

Розроблено заходи щодопідвищення енергоефективності на об’єктах водопостачання та водовідведення міста.

Аналіз добовихграфіків споживання води з водопровідної мережі за грудень та червеньдозволиввизначитинайважливішізовнішні чинники, які впливають на формування добового ГВВ.

Створено модель моніторингу якості технологічного процесу підприємства. Розроблено технологічну схему споживання енергоресурсів ізвизначенням ключових точок для встановлення датчиків, які виконуватимуть моніторинг необхідних показників.

Також запропоновано загальну архітектуру інформаційної технології для комплексного моніторингу енергоефективності об’єктів водопровідного господарства.

Враховуючи сучасний стан комунального підприємства, розроблено перелікпершочергових заходів для покращення енергоефективності КП ВКГ «Бориспільводоканал».

Проведено аналіз можливості впровадження альтернативних джерел енергії на об’єктах міста.

З оглядуна географічні особливостірегіону, рекомендовано встановлення сонячної електростанції, генерована потужність якої реалізуватиметься за«зеленим» тарифом,щодозволитькомпенсувати витрати підприємства.

4 РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИЕНЕРГЕТИЧНОГОМЕНЕДЖМЕНТУНАОБ'ЄКТІКПВКГ«БОРИСПІЛЬВОДОКАНАЛ»

Уквалiфікаційній роботі магістра представлені методи та засоби впровадження системи енергетичного менеджменту дляоб'єкта КП ВКГ«Бориспільводоканал». Основною метоює підвищення енергоефективності підприємства. У цьомурозділі розглядаєтьсямаркетинговий аналіз стартап-проєкту, проведення порівняльного аналізу характеристикзапропонованої ідеї та її конкурентів, а також оцінкапотенціалу ринкового впровадження інапрямків реалізації.

4.1 Описконцепції проекту

Для детального опису ідеї пропонується проаналізуватитакі аспекти:

-сутністьпроєкту;

- можливі сфери застосування;

- ключові переваги, які отримає користувач продукту;

- відмінності від існуючих аналогів.

Суть ідеї стартапу полягає у створенні блоку моніторингу,що функціонуватиме як частина програмного забезпечення ібуде доступнимдля всіх учасників процесу моніторингу (зокрема,керівництва).Цейблок взаємодіятиме з базою даних, яканакопичує необхідну для моніторингової системи інформацію, що, усвоючергу,забезпечуєефективну роботу енергетичного менеджменту на підприємстві.

Значущістьтакого програмного забезпечення пояснюється специфікою комунальнихпідприємств, об'єкти яких зазвичайрозподілені по місту.Завдяки ційрозробці працівникизможуть у реальному часі оперативнопередавати дані про аномальні ситуаціїчиінші аспекти, які потребуютькорегування. Така швидкістьобмінуінформацієюсприятимескороченню часу на прийняття

управлінських рішень щодо налаштування роботи обладнанняабо процесів підприємства,що призведе до загальногопідвищення ефективності його функціонування. Напрактиці кожен співробітник підприємства (відкерівникадо мобільних бригад) матиме на телефоні завантаженийдодаток,якийчерез інтернетпідключатиметься до сервера.Серверфізичнорозміщуватиметьсяв офіснійбудівліпідприємства.Крім того,серверотримуватиме дані з датчиків, встановлених наключовихділянкахтехнологічногопроцесу. Завдяки цьому програмномузабезпеченню працівники матимуть доступ до актуальноїінформації про стансистеми та кожного об'єкта підприємства. Надана інформація буде корисноюнелише дляоперативногоуправління,алей для робочої групи енергетичногоменеджменту підприємства. Отримані дані дозволять їмрозробляти заходи для подальшого підвищення



енергоефективності. На рисунку 4.1 наведено схему взаємодії сервера, датчиків та програмного забезпечення, що демонструє принцип роботи цієї системи.

Рисунок4.1–Схематичнамодельфункціонування блокумоніторингу

У таблицях 4.1 та 4.2 подано детальнуінформацію про запропоновану систему моніторингу, а такожпідкреслено її переваги для кінцевого споживача.

Таблиця4.1Концепціяідеїпроекту

Змістідеї	**Напрямки застосування**	**Переваги**
Створення блоку моніторинга як елемента програмного забезпечення для підвищення ефективностіроботи комунального підприємства	Комунальні підприємства	Зручний метод виводу інформації для персоналу
		Управління енергоефективністюна підприємстві
		Моніторинг в режимі реального часу за режимами роботи обладнання

Таблиця 4.2 - Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

	Техніко-економічні характеристики ідеї	**W (слабка сторона)**	**N (нейтральна сторона)**	**S (сильна сторона)**
Запропонований проект	Створення блоку моніторинга як елемента програмного забезпечення для підвищення ефективності роботи комунального підприємства	Можлива вразливість до взлому мережі або несправність роботи через відсутність мобільного інтернету	Висока швидкість передачі даних та комфортного виводу інформації	Моніторинг в режимі реального часу за станом системи та за показниками необхідними для системи моніторингу
Альтернативний проект	Програмне забезезпечення з можливістю самоналаштуванн я функцій	Потребує ретельного огляду та обслуговуванн я. Не задовольнить всіх потреб комунального підприємства	Наявність вбудованих обчислювальни х засобів, які обробляють інформацію	Стабільна робота протягом багатьох років експлуатаці ї

Схематична модель функціонування блоку моніторингу Блок моніторингу,щорозробляєтьсяу цій роботі увигляді програмного забезпечення, володієзначнимпотенціалом для комерційного використання.Це обумовленотим, що аналогічна розробка не здійснювалася

для комунальних підприємств, які мають свої специфічні технічні особливості функціонування.

Особливістю цього проєкту є впровадження блоку моніторингу, спеціальноадаптованого для потреб комунальних підприємств, враховуючи їхні технічні специфіки.Завдяки цим інноваціямстане можливим ефективнеуправління електроспоживанням на підприємстві, а також своєчасневиявлення таусунення будь-яких технічних неполадок обладнання.

4.2 Дослідження ринкових перспектив реалізації проекту

Аналіз ринкових можливостей запуску проєктуєнеобхідним етапом для виявлення перспектив і ризиків, пов'язаних із впровадженням нової ідеї на ринок. Ретельне вивчення можливостей, які можна використати дляуспішного старту, а також оцінка загроз, що можуть чинитисупротив розвитку проєкту,дозволяютьрозробити стратегіюподальшого розвитку.

Це включає врахування ринкового середовища, потреб цільової аудиторії та позиціюконкурентів. Детальний аналіз представлено у таблиці4.3.

Таблиця4.3-Опис ключових характеристик потенційних клієнтів проєкту

Потреба, що формує ринок	**Цільова аудиторія**	**Відмінності у поведінцірізних потенційних цільових груп клієнтів**	**Вимогиспоживачі вдо товару**
Енергоефективність	Бориспільський водоканал	Зменшення рахунків за електроенергію	Доступність технології
Необхідність моніторингу можливихаварій	Дніпровський водоканал	Сучасний стан країни	Надійність впроваджуваної системи
Зв’язок з працівниками	Київський водоканал	Особливості підприємства	Простота експлуатації системи

ВИСНОВКИ

Підчас виконання кваліфікаційної роботи магістра було проведено аналіз поточногостану та перспектив розвитку енергоефективності об’єктів водопровідного господарства.Основним об’єктомдослідженнястало КП ВКГ«Бориспільводоканал».

Окрему увагуприділено методам ізасобамвпровадження системи енергетичного менеджменту на даномупідприємстві.

Також розробленорозділ,присвячений завданням формування системи моніторингу та впровадженню заходів із підвищення енергоефективності об’єктів водопостачання та водовідведення в місті.

Додатково було розглянуто можливість використання альтернативних джерел енергії на об’єктах комунального господарства.

У роботі проаналізовано сучасний стан системи енергетичного менеджменту, а також окресленоперші кроки для її впровадження, які дадуть змогупідвищити рівень енергоефективності підприємства та зменшити фінансові витрати.З урахуванням специфіки об’єкта, система енергетичного менеджменту має виконуватиключовізавдання,серед яких розробка заходів із енергоефективності, побудова організаційної структури для ефективного впровадженнясистеми, а такожстворення системи моніторингу.Моніторингнеобхідний для збирання даних,їх аналізута подальшого прийняттяобґрунтованих управлінських рішень.

Аналіз добових графіків споживання води за грудень та червень дозволиввиявити найбільш значущі зовнішні чинники, що впливають на формування графіків водоспоживання.

На основіотриманих даних була розроблена модель моніторингу якості технологічних процесів підприємства.

Крім того,було створенотехнологічну схему підприємства як споживача енергетичних ресурсів із визначенням точок для встановлення датчиків, призначених длявідстеження необхідних показників.

Також сформовано загальну архітектуру інформаційної системи комплексного моніторингу енергоефективності об’єктів водопровідного господарства.

Відповіднодопоточного стану підприємства, запропонованонизкупершочергових заходів, спрямованихна покращення йогоенергоефективності.

Зокрема,булорозглянуто можливість використання альтернативних джерел енергії на міських об’єктах.

На основі географічних особливостей місцевостірекомендовано встановлення сонячної електростанції, електроенергія якої продаватиметьсяза «зеленим» тарифом із подальшимперенаправленням отриманих коштів на покриття витрат підприємства.

СПИСОКВИКОРИСТАНИХДЖЕРЕЛ

1. Керівництво з впровадження системи енергетичного менеджментувідповіднодовимогміжнародногостандартуISO50001:2018/ А. Чернявский, О. Бориченко та ін. // UNIDO, 2021. С. 14-16.

2. Порядок розроблення, погодження та затвердження інвестиційних програм суб'єктів господарювання у сфері централізованого водопостачання та водовідведення, ліцензування діяльності яких здійснюють Рада міністрів Автономної Республіки Крим, обласні, Київська та Севастопольська міські державні адміністрації, затвердженого наказом Міністерства розвитку громад та територій України від 19.08.2020 № 191, ст. 13 Закону України «Про питну воду та питне водопостачання», пп. 3 п. б) ст. 28 Закону України «Про місцеве самоврядування в Україні» 2020. 40 с. URL:https://borispol-voda.com.ua/%d0%b7%d0%b2%d1%96%d1%82%d0%b8(дата звернення 06.09.2025).

3. Шевченко Т. О. Насосні та повітродувні станції : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання спеціальності 194 – Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології / Т. О. Шевченко. Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. 131 с.

4. Режими роботи насосних та вентиляторних установок із автоматизованим електроприводом: навч. посібник / Т. В. Коренькова, О. О. Сердюк, В. Г. Ковальчук. Кременчук: Видавництво ПП Щербатих О. В., 2013. 200 с.

5. Звіт незалежного аудитора щодо фінансовоізвітності (Комунального підприємстваводопровідно - каналізаційного господарства (КП ВКГ) «Бориспільводоканал» за 2020 рік.URL:https://borispol-voda.com.ua/wp-content/uploads/2021/04/IMG_0001_20.pdf(дата звернення 06.09.2025).

6. Загальна характеристика водопровідних та каналізаційних спорудКП ВКГ «Бориспільводоканал».URL:https://borispol-voda.com.ua/(дата звернення 06.09.2025).

7. Davydenko L., Davydenko N. Integrationofproceduresofbenchmarkingandenergyefficiencycontrolinenergymanagements

ystemofmunicipalwatersupplyenterprise.EnergeticaMoldovei-2016:Aspecteregionalededezvoltare : Rapoarte. Chişinău: S. n., 2016. Ed. 3. pp.123-131.

8. ДавиденкоЛ.В.Механізмбенчмаркінгуенергоефективності об’єктів складних виробничих систем та принципи його реалізації. Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. 2015. №11. С. 11-18.

9. Давиденко Л.В., Давиденко Н.В. Завдання та принципи організації комплексного контролю ефективності енерговикористання в системахкомунальноговодопостачання.Проблемиенергоресурсозбереження в електротехнічних системах. Наука, освіта і практика. Збірник наукових праць XVII міжнароднї науково-технічної конференції (17-19.05.2016). Кременчук: КрНУ, 2016. Вип. 1/2016 (4). С. 201-203.

10. ДавиденкоЛ.В.,РозенВ.П.,ДавиденкоН.В.Структурасистеми комплексного контролю ефективності енергоспоживання об’єктів комунальноговодопостачання.Енергетика:економіка,технології,екологія. 2016. № 4 (46). С. 81-88.

11. Давиденко Л.В., Давиденко В.А. Побудова інформаційного простору моніторингу ефективності енергоспоживання в системах комунального водопостачання. Збірник наукових праць Кіровоградського національноготехнічногоуніверситету/технікавсільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація/. 2016. Вип. 29. С. 178-185.

12. ОфіційнийпорталВерховноїрадиУкраїни.URL: https://www.rada.gov.ua/. Дата звернення: 09.10.2025.

13. ОфіційнийпорталУкрапатент.URL:https://ukrpatent.org/uk.Дата звернення: 09.11.2025.

14. Прищепа Я.О., Замулко А.І. Впровадження системи енергетичного менеджменту на об’єктах водопровідно-каналізаційного господарства.Збірникнауковихпраць.Енергетика.Екологія.Людина.ст.48

15. ПрищепаЯ.О.,ЗамулкоА.І.Формуваннясистемиенергетичного менеджменту на об’єктах водопровідно-каналізаційного господарства. VIIIМіжнароднанауково-практичнатанавчально-методичнаконференція

«Енергетичнийменеджмент:стантаперспективирозвитку–PEMS’22»

16. ЕвдокимовВ.Ф.,БорукаевЗ.Х.,ОстапченкоК.Б.Компьютерная модель мониторингаэнергоэффективности: информационно-технологическиеаспекты. Енергетика та електрифікація. 2006.№11. С. 52 - 57.

17. БорукаевЗ.Х.,ОстапченкоК.Б.,ГрицюкЛ.И.Компьютерная модельмо-ниторингаэнергоэффективности:аспектыинформационногомоделирования. Енергетика та електрифікація. 2007. № 1. С. 3-7.

18. ДСТУISO7873:2004Статистичнийконтроль.Контрольнікарти для арифметичного середнього з попереджувальними межами (ISO 7873:1993, IDT). Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 14 с.

19. Находов В.Ф. Управління режимами споживання та ефективністювико-ристанняелектричноїенергіївенергетичнихсистемах: автореф. дис. … д-ра техн. наук : 05.14.01. Київ: НТУУ КПІ, 2018. 52 с.

20. Находов В.Ф., Бориченко О.В., Іванько Д.О., Пецкова О.О., Пецков Р.О. Методичні основи моніторингу результатів впровадження заходівзенергозбере-ження.Энергосбережение.Энергетика.Энергоаудит. 2015. № 8. С. 8-19.

21. Волошко А.В.,БедеракЯ.С.,ЛутчинТ.М.Проблемивибору оптималь- ної математичної моделі енергоспоживання на промислових підприємствах.Вос-точно-Европейскийжурналпередовыхтехнологий. 2012. № 5/8 (65). С. 19-23.

22. Селепина Р.О., Якимчук Н.М. Алгоритм регулювання енергоефективни- ми режимами роботи насосного обладнання на основі дворівневого прогнозу во- доспоживання. Вісник НУ "Львівська політехніка".Електроенергетичнітаелек-тромеханічнісистеми.2010.№ 666. С. 92-97.

23. НеняВ.Г.Забезпеченнязаконурегулюванняпараметрівнасосної станції за допомогою дроселюючих елементів. Вісник НТУ "ХПІ". Темат. вип. Нові рішення в сучасних технологіях. 2011. № 53. С. 128-133.

24. ДБНВ.2.5-74:2013.Водопостачаннязовнішнімережітаспоруди основні положення проектування. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівницт- ва та житлово-комунального господарства України, 2013. 180 с.

25. Дейна А. Ю. Статистична оцінка енергоефективності

виробництватаспоживанняпаливно-енергетичнихресурсіввУкраїні. Статистика України. 2017. №3. С. 45-52.

26. РоманенкоС.С.,КореньковаТ.В.Інноваційніпідходивзадачах підвищення ефективності гідротранспортних комплексів. Проблеми енергоресурсозбереження в електротехнічних системах. Наука, освіта і практика. 2011. № 1/2011 (1). С. 108-109.

27. ГарасьоваН.Ю.,ВеличкоТ.В.Оцінкаефективностіроботи регульованого електроприводу насосу при змінному графіку водоспоживання. Наукові записки. 2014. Вип. 15. С. 86-88.

28. Разработка метода перспективного планированияэлектропотребленияспримененииемрегрессионныхмоделей.Технически есредстваи информационныесистемы, используемые для реализациифункцийуправления. 2019.

29. Розен В.П., Курбака Г.В., Мильніченко С.М. Модель оцінки ефективнос-тівикористанняплановоївеличиниелектричноїпотужності промислових підпри- ємств. Вісник ЧДТУ. 2013. № 3. С. 56-60.

30. Находов В.Ф., Бориченко О.В., Іванько Д.О., Єгорова І.О. Комплексний підхід до визначення складу чинників, що впливають на величину енергоспоживання при впровадженні систем оперативного контролюенергоефективності.Енергетика:економіка,технології,екологія. 2014.№2.С.68-77.

31. Тисленко А.О., Башлій С.В. Підвищення ефективності споживання енергетичних ресурсів підприємствами водопровідно-каналізаційного господарства. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції за участю молодих учених та здобувачів вищої освіти «Актуальні питання суспільства у сферах екологічної та цивільної безпеки, енергозбереження, менеджменту та економіки». Запорізький національний університет. Запоріжжя: ЗНУ, 2025. С. 37.

32. Режими роботи насосних та вентиляторних установок із автоматизованим електроприводом: навч. посібник / Т. В. Коренькова, О. О. Сердюк, В. Г. Ковальчук. Кременчук: Видавництво ПП Щербатих О. В., 2013. 200 с.

33. Гриценко К.Г., Черв'яков В.Д. Системний підхід до вирішення проблеми енергозбереження під час автоматизації процесів водопостачання: Вісник Сумського державного університету. 2002. № 12. 45 с.

34. MariuszPostol. TelemetricSystemOfIntermediatePumpingStationsControl: TechnicalReport. Lodz: LodzUniversityofTechnolodgy, 2005. 4 p / URL: https://www.researchgate.net/publication/334259489 (Дата звернення 15.04.25).

35. Пат. на корисну модель 51109 Україна, МПК (2009) F04D 15/00. Автоматизована система управління насосною станцією /Хазанферов М.В. № u201005428; заявл. 05.05.2010; опубл. 25.06.2010, Бюл. 12. URL: https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=146926&chapter=biblio (Дата звернення 20.04.25).

36. Мисюренко В. А. Имитационная модель электромеханическойсистемы для управлениягруппойнасосов / В. А. Мисюренко // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». – 2002. – Т. 2, №12. – С. 142−145.

37. Грицак С.В. Автоматизована система керування насосною станцією міської системи водопостачання: Патент України № 26658, 25.09.2007.

38. Попович М. Г. Екстремальні енергозберігаючі електромеханічні системи автоматичного керування насосними установками / М. Г. Попович, М. В. Печеник, О. І. Кіселичник // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». 2002. №12. С. 37−41.

39. Алексеева Ю. Техническоесостояние и технологииуправлениянасосными комплексами коммунальногохозяйства / ЮлияАлексеева, ТатьянаКоренькова // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. Вип. 3(50), Ч. 1. – Кременчук: КДПУ, 2008. С. 135−141.

40. Сотник М. І. Аналіз способів регулювання роботи насосних станцій комунального водопостачання / М. І. Сотник, С. О. Хованський, О. І. Дужак // Вісник СумДУ. Серія Технічні науки. 2008. №2. С. 152−157.

ДОДАТКИ

ДОДАТОКА

Таблиця 1 – Перелік об’єктів та потужності електрообладнння комунальногопідприємтсва

№п\п	**Назваоб’єкту**	**Потужність,кВт**
1	2	3
	ВЗВ №1	546,5
1	Електродвигун	30
2	Електродвигун	30
3	Електродвигун	30
4	Електродвигун	30
5	Електродвигун	30
6	Електродвигун	55
7	Електродвигун	22
8	Електродвигун	22
9	Електродвигун	22
10	Електродвигун	22
11	Електродвигун	22
12	Електродвигун	22
13	Електродвигун	22
14	Електродвигун дренажний	1,5
15	Свердловина№1	18,5
16	Свердловина№2	30
17	Свердловина№3	15
18	Свердловина№4	15
19	Свердловина№5	22
20	Свердловина№6	15
21	Свердловина№7	15
22	Свердловина№8	22
23	Свердловина№9	15
24	Свердловина№ 19	18,5
		546,5
	Станція знезалізнення	**31,5**

Продовженнятаблиці1

1	Електродвигун	15
2	Електродвигун	15
3	Електродвигун	1,5
		31,5
	ВЗВ №2	**160**
1	Електродвигун	40
2	Електродвигун	11
3	Електродвигун	11
4	Електродвигун	11
5	Електродвигун	1,5
6	Свердловина№ 10	18,5
7	Свердловина№ 12	18,5
8	Свердловина№ 13	18,5
9	Свердловина№ 14	30
		160
	Станція знезалізнення	**104**
1	Електродвигун	**15**
2	Електродвигун	**15**
3	Електродвигун	**37**
4	Електродвигун	37
		104
	ВЗВ №3	**90,6**
1	Електродвигун	22
2	Електродвигун	7,5
3	Електродвигун	7,5
4	Електродвигун	7,5
5	Електродвигун дренажний	1,1
6	Свердловина№ 15	15
7	Свердловина№ 16	30
		90,6
	ВЗВ №4	**50**
1	Свердловина	18,5

Продовженнятаблиці1

2	Свердловина	30
3	Тельфер	1,5
		50
	БашняСУМ 17	**37**
1	Свердловина17	15
2	Свердловина18	22
		37
	Башням-йон «Промінь»	**26**
1	Свердловина26	7,5
2	Свердловина27	18,5
		26
	КНС№ 1	**37**
1	Електродвигун	15
2	Електродвигун	15
3	Електродвигун витяжка	1,5
4	Електродвигун тельфер	4
5	Мішалка	1,5
		37
	КНС№ 2	**50,75**
1	Електродвигун	22
2	Електродвигун	22
3	Електродвигун витяжка	1,5
4	Електродвигун тельфер	3
5	Витяжка	0,75
6	Витяжка	0,75
7	Витяжка	0,75
		50,75
	КНС№ 3	**201**
1	Електродвигун	40
2	Електродвигун	75
3	Електродвигун	75
4	Електродвигун витяжка	1,5

Продовженнятаблиці1

5	Електродвигун витяжка	1,5
6	Електродвигун тельфер	4
7	Електродвигун тельфер	4
		201
	КНС№ 4	**73,7**
1	Електродвигун	40
2	Електродвигун	30
3	Електродвигун вентилятор	1,5
4	Електродвигун тельфер	2,2
		73,7
	КНС№ 5	**176,75**
1	Електродвигун	68
2	Електродвигун	68
3	Електродвигун	37
4	Електродвигун витяжка	2,25
5	Електродвигун тельфер	1,5
		176,75
	КНС№ 6	**124,25**
1	Електродвигун	30
2	Електродвигун	46
3	Електродвигун	46
4	Електродвигун вентилятор	2,25
		124,25
	КНС№ 7	**93,25**
1	Електродвигун	45
2	Електродвигун	45
3	Електродвигун вентилятор	2,25
4	Електродвигун тельфер	1
		93,25

Продовженнятаблиці1

	КНС№ 8	**2,4**
1	Електродвигун	2,4
		2,4
	КНС№ 9	**217,45**
1	Електродвигун	75
2	Електродвигун	75
3	Електродвигун	55
4	Електродвигун вентилятор	0,75
5	Електродвигун вентилятор	0,75
6	Електродвигун вентилятор	0,75
7	Електродвигун тельфер	2,2
8	Дробарка	8
		217,45
	КНС№ 10	**19,2**
1	Електродвигун	7,4
2	Електродвигун	7,4
3	Електродвигун витяжка	2,2
4	Електродвигун витяжка	2,2
		19,2
	КНС№ 11	**4,2**
1	Електродвигун	4,2
		4,2
	КНС№ 12	**54**
1	Електродвигун	27
2	Електродвигун	27
		54
	КНС№ 13	**40,25**
1	Електродвигун	19
2	Електродвигун	19
3	Електродвигун витяжка	1,25

Продовженнятаблиці1

4	Електродвигун тельфер	1
		40,25
	КНС№ 14	**28**
1	Електродвигун	12
2	Електродвигун	12
3	Електродвигун витяжка	1,5
4	Електродвигун тельфер	2,5
		28
	КНС№ 15	**63**
1	Електродвигун	30
2	Електродвигун	30
3	Електродвигун витяжка	1,5
4	Електродвигун тельфер	1,5
		63
	Гараж	**13,1**
1	Токарний	4
2	Фрезерний	4
3	Заточний	4
4	Заточний	1,1
		13,1