

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

Електротехніки та енергоефективності

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота

другий (магістрський) рівень

(рівень вищої освіти)

на тему Підвищення енергоефективності КП «Міжнародний аеропорт Запоріжжя»

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1410

спеціальності 141 Електроенергетика,

електротехніка та електромеханіка

(код і назва спеціальності)

спеціалізації

(код і назва спеціалізації)

освітньої програми 141.00.11 Електроенергетика,

електротехніка та електромеханіка

(назва освітньої програми)

Діденко Р. І.

(ініціали та прізвище)

Керівник Д.Т.Н., доц. Коваленко В.Л.

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

Рецензент Артемчук В.В.

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

Запоріжжя

2021

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерний навчально-науковий інститут \_\_\_\_\_  
Кафедра електротехніки та енергоефективності  
Рівень вищої освіти другий (магістрський) рівень  
Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
(код та назва)  
Спеціалізація \_\_\_\_\_  
(код та назва)  
Освітня програма 141.00.11 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

д.т.н., доц. В.Л. Коваленко

« 14 » 12 2021 року

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Діденко Ростислав Ігорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи Підвищення енергоефективності КП «Міжнародний аеропорт Запоріжжя»

керівник роботи Коваленко Віктор Леонідович, д.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від « 30 » червня 2021 року № 974-с

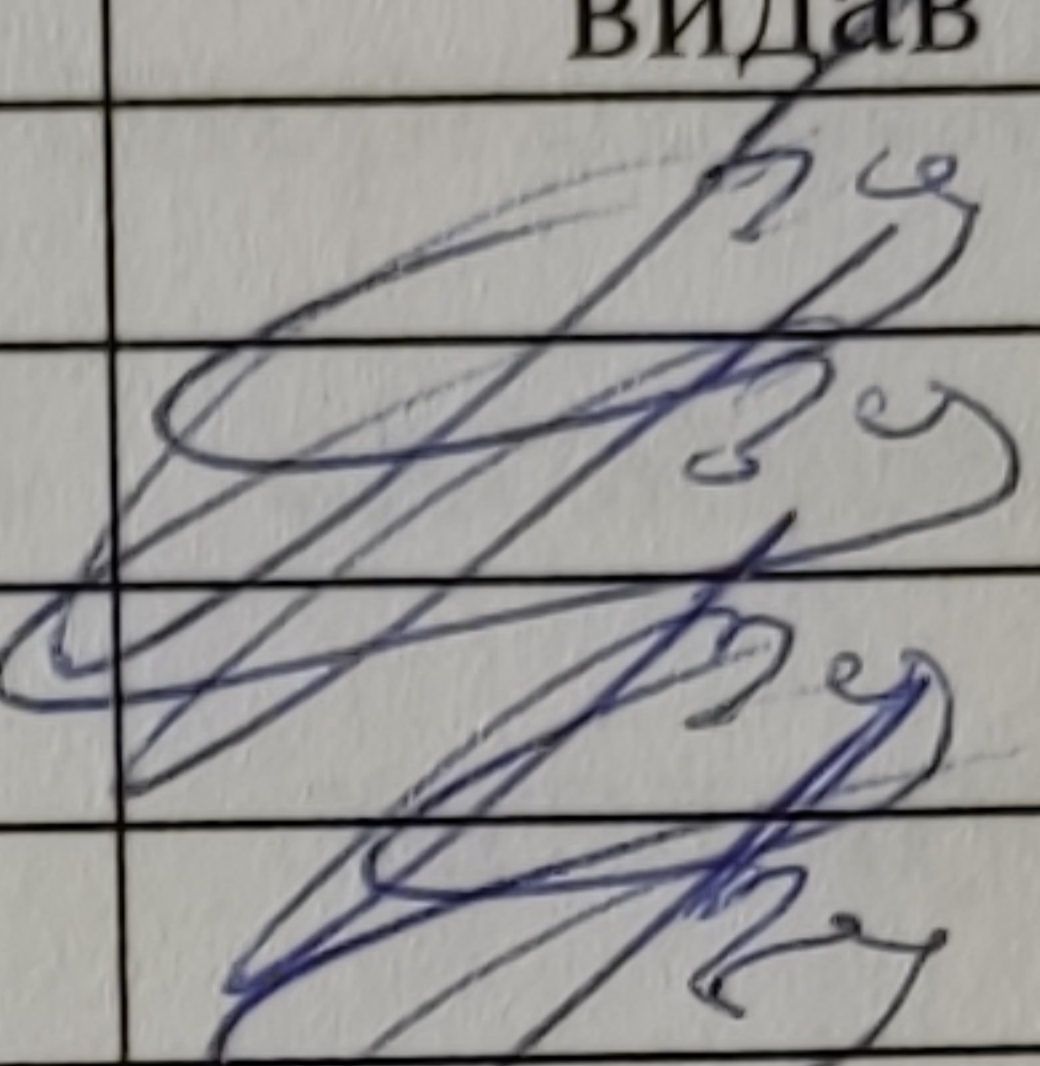
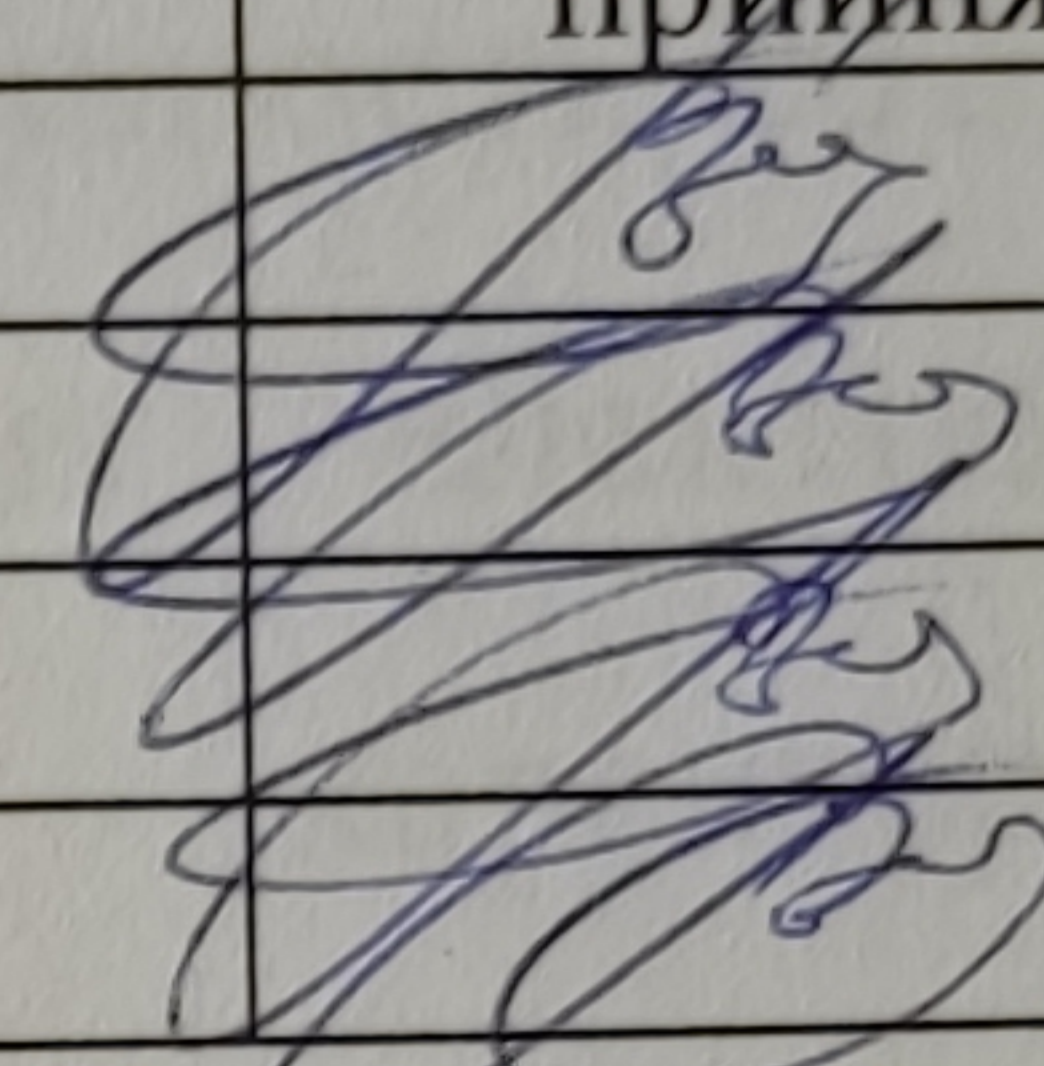
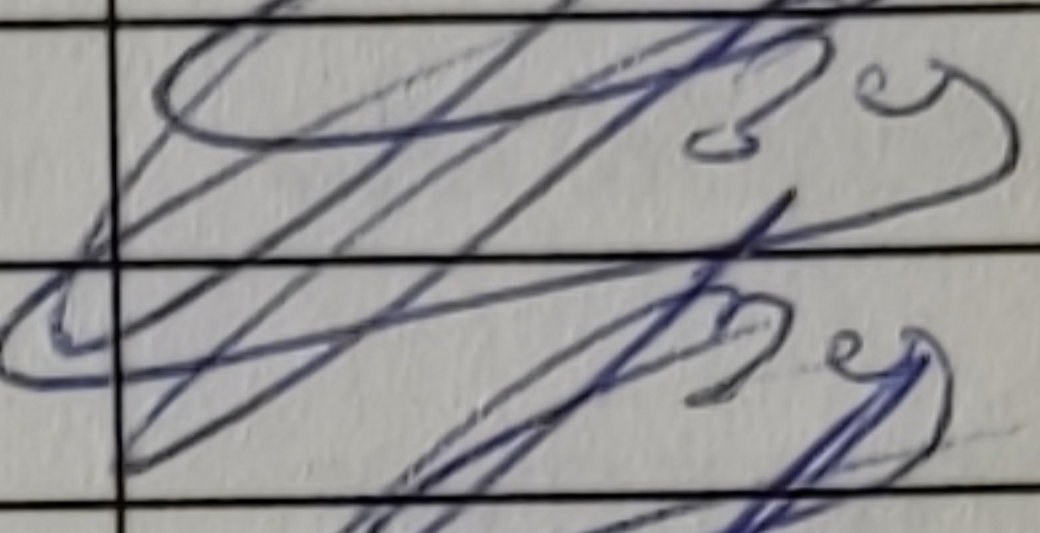
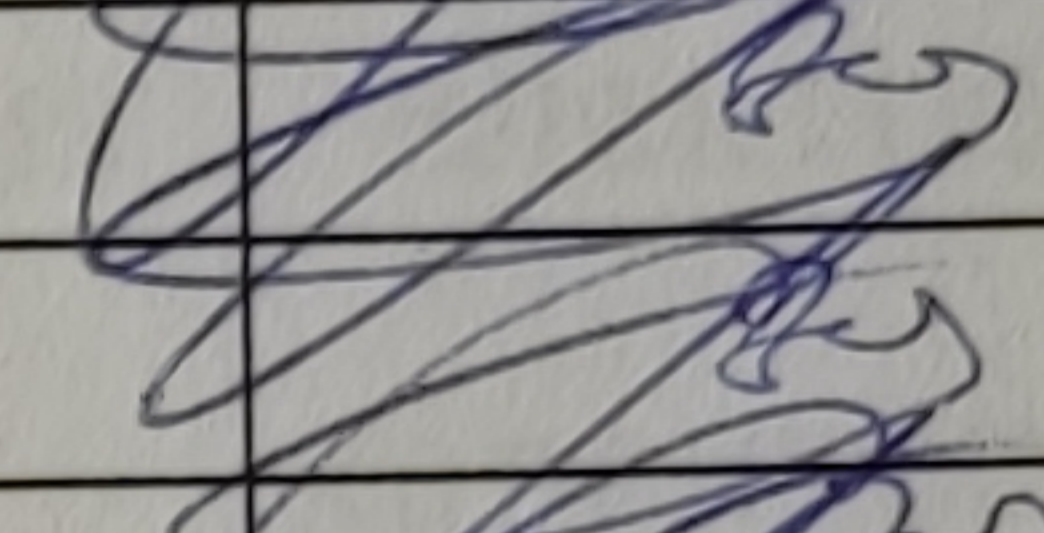
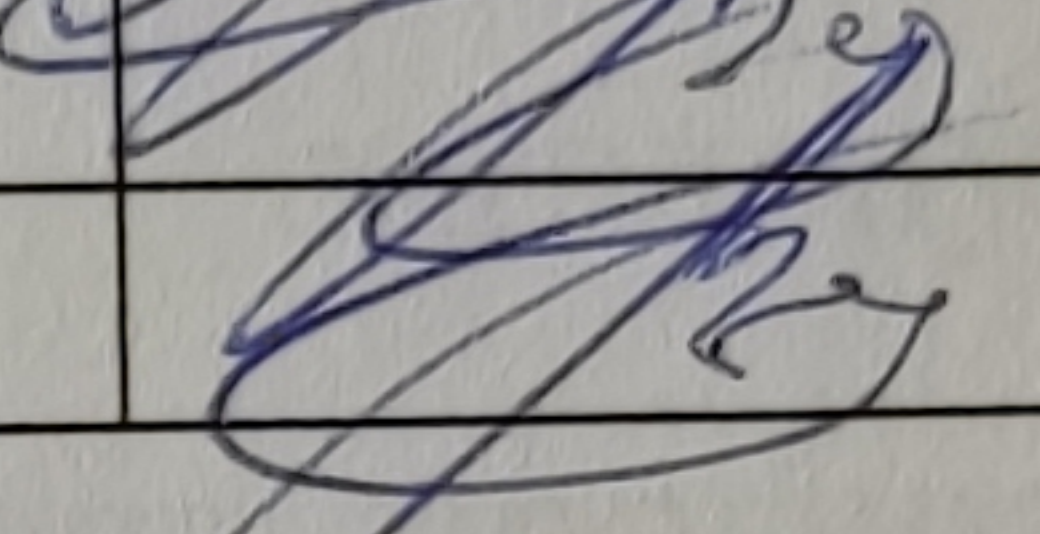
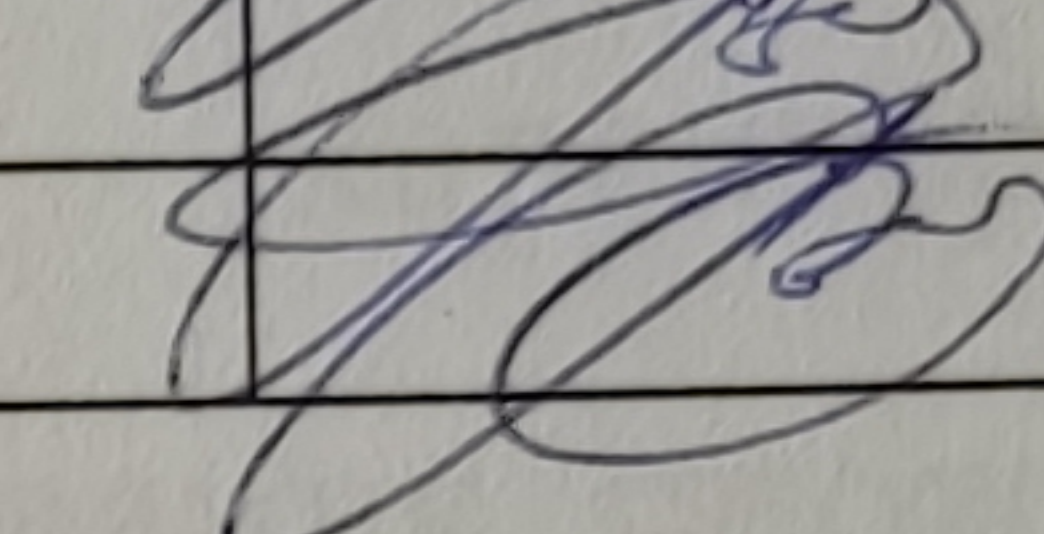
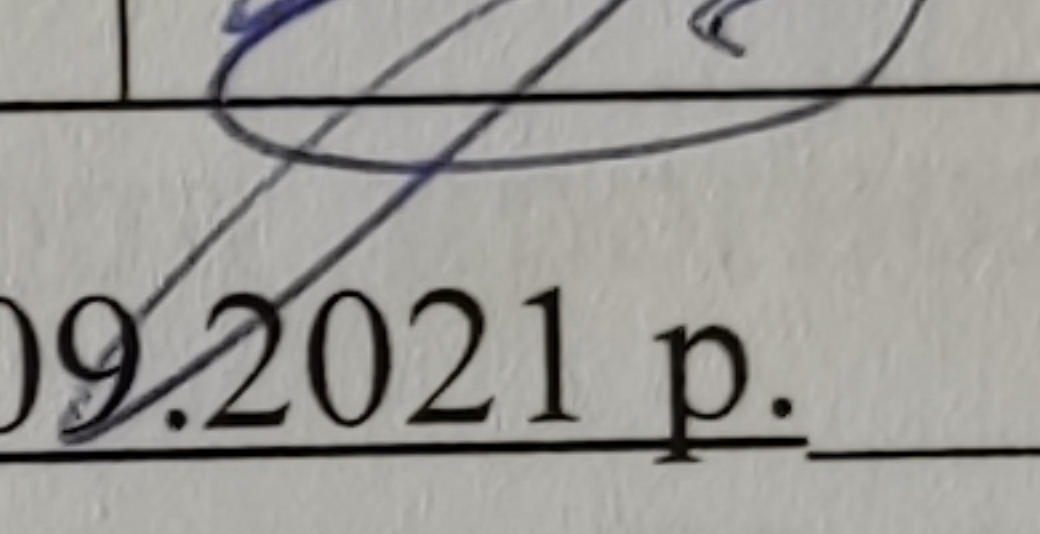
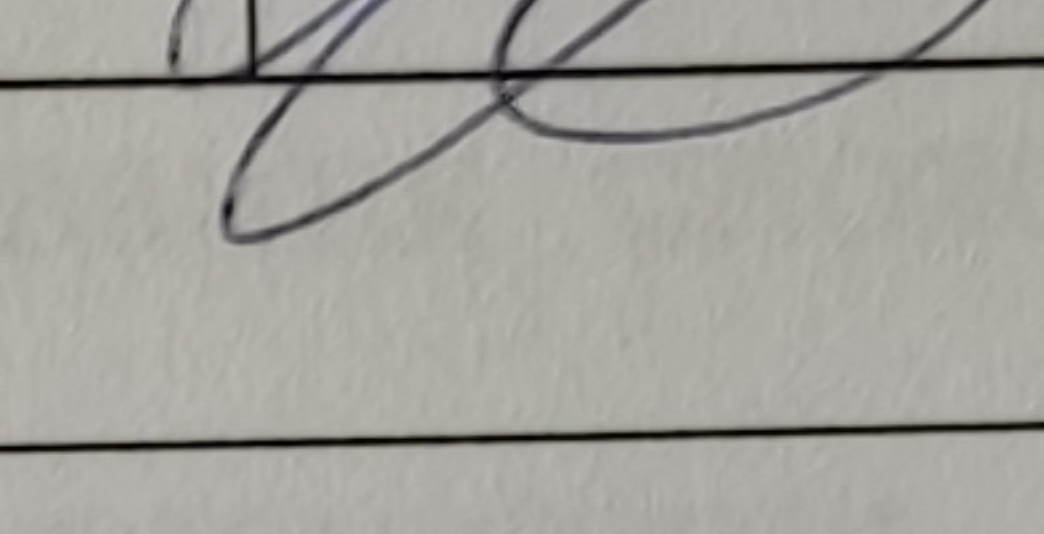
2 Строк подання студентом роботи 01 грудня 2021 р.

3 Вихідні дані до роботи; Питомі витрати електричної енергії світлосигнальним обладнанням – 26,7 Вт/м; структура електроспоживання: система освітлення – 21%, електропривід – 40 %, технологічне обладнання – 39%. Кількість рейсів – 4200 шт/рік.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Аналіз енергоефективності підприємства КП «Міжнародний аеропорт Запоріжжя» 2) Аналіз можливості підвищення енергоефективності КП «Міжнародний аеропорт Запоріжжя» 3) Застосування моделі прогнозування споживання електроенергії світлосигнальним обладнанням на прикладі КП «Міжнародний Аеропорт Запоріжжя» 4) Охорона праці та техногенна безпека.

5 Перелік графічного матеріалу 1) Аналіз електроспоживання КП «Міжнародний Аеропорт Запоріжжя» 2) Схема аеропорту 3) Схема однолінійна 4) Вихідні дані моделі прогнозування енергоспоживання 5) Модель прогнозування енергоспоживання 6) Прогнозування обсягів споживання електричної енергії 7) Охорона праці та техногенна безпека

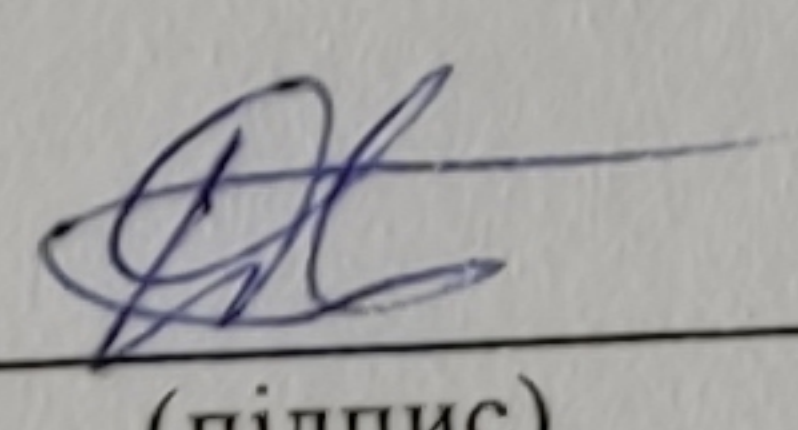
6 **Консультанти розділів роботи**

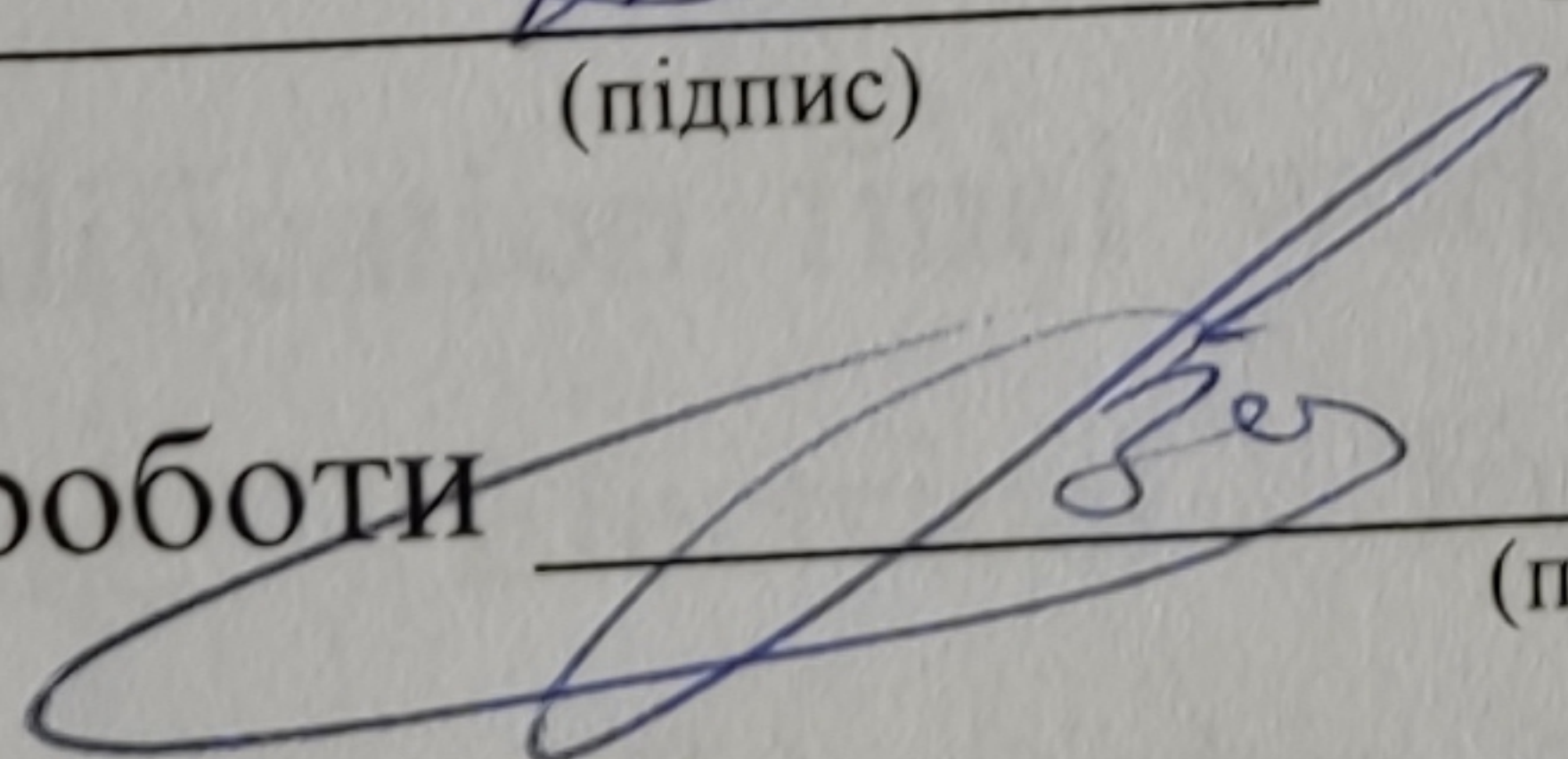
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Коваленко В. Л. д.т.н. доцент		
Розділ 2	Коваленко В. Л. д.т.н. доцент		
Розділ 3	Коваленко В. Л. д.т.н. доцент		
Розділ 4	Коваленко В. Л. д.т.н. доцент		

7 Дата видачі завдання 01.09.2021 р.

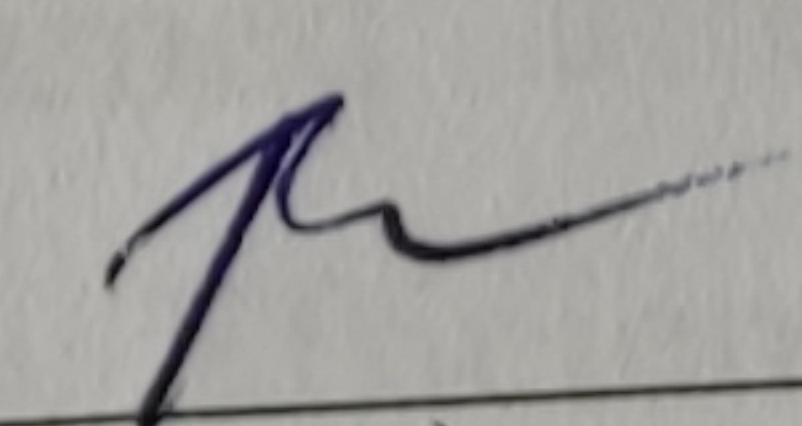
**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз енергоефективності підприємства КП «Міжнародний аеропорт Запоріжжя»	30.09.2021	
2	Аналіз можливості підвищення енергоефективності КП «Міжнародний аеропорт Запоріжжя»	30.10.2021	
3	Застосування моделі прогнозування споживання електроенергії світлосигнальним обладнанням на прикладі КП «Міжнародний Аеропорт Запоріжжя»	19.11.2021	
4	Охорона праці та техногенна безпека	30.11.2021	

Студент  (підпис) Р. І. Діденко (ініціали та прізвище)

Керівник роботи  (підпис) В.Л. Коваленко (ініціали та прізвище)

**Нормоконтроль пройдено**

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

## АНОТАЦІЯ

Діденко Р. І. Підвищення енергоефективності КП «Міжнародний аеропорт Запоріжжя».

Кваліфікаційна випускна робота на здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, науковий керівник В.Л. Коваленко. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні. Кафедра електротехніки та енергоефективності, 2021.

В роботі розглянуто ефективність споживання електроенергії КП «Запоріжжя-Аеропорт». Розглянуто загальну характеристику КП «Запоріжжя-Аеропорт», розглянуто методи прогнозування споживання електричної енергії аеропортом. Запропоновано до застосування модель прогнозування енергоспоживання світлосигнального обладнання задля підвищення ефективності енергоспоживання останнього. Наведено застосування моделі прогнозування енергоспоживання світлосигнальним обладнанням на прикладі КП «Міжнародний аеропорт Запоріжжя».

Ключові слова: АЕРОПОРТ, ПИТОМІ ВИТРАТИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ, ПРОГНОЗУВАННЯ ВИТРАТ, МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

## ABSTRACT

Didenko R.I. Improving energy efficiency of KP "Zaporizhzhia International Airport".

Qualification final work for a master's degree in specialty 141 - Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics, supervisor V.L. Kovalenko. Zaporizhzhia National University. Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu. M. Potebni. Department of Electrical Engineering and Energy Efficiency, 2021.

The paper considers the efficiency of electricity consumption at the Zaporizhzhya Airport. The first section deals with the general

characteristics of the "Zaporizhzhya Airport", examines the methods of forecasting the consumption of electric energy by the airport. In the second section the model of forecasting of energy consumption of light-signal equipment for the energy efficiency of the latter is proposed. In the third section, the use of the model for forecasting energy consumption of light-signaling equipment is presented on the example of the KP "International Airport of Zaporizhzhia".

Keywords: AEROPORT, POWER OF ELECTRICITY EXPENDITURE, PROGNOSED EXPENDITURE, PROGNOSTIC METHODS, ENERGY SAVINGS

### АННОТАЦИЯ

Диденко Р. И. Повышение энергоэффективности КП «Международный аэропорт Запорожье».

Квалификационная выпускная работа на соискание степени высшего образования магистр по специальности 141 – Электроэнергетика, электротехника и электромеханика, научный руководитель В.Л. Коваленко. Запорожский Национальный университет. Инженерный учебно-научный институт им. Ю.М. Потебни. Кафедра электротехники и энергоэффективности, 2021.

В работе рассмотрена эффективность потребления электроэнергии КП «Запорожье-Аэропорт». Рассмотрена общая характеристика КП «Запорожье-Аэропорт», рассмотрены методы прогнозирования потребления электрической энергии аэропортом. Предложено к применению модель прогнозирования энергопотребления светосигнального оборудования для повышения эффективности энергопотребления последнего. Приведены применения модели прогнозирования энергопотребления светосигнального оборудования на примере КП «Международный аэропорт Запорожье».

Ключевые слова: АЭРОПОРТ, УДЕЛЬНЫЙ РАСХОД ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗАТРАТ, МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

## ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 Аналіз енергоефективності підприємства КП «Міжнародний аеропорт Запоріжжя».....	11
1.1 Загальна характеристика об'єкта дослідження .....	11
1.2 Основні напрями енергозбереження в аеропортах .....	13
1.3 Огляд споживачів електроенергії підприємства .....	19
1.4 Аналіз системи електропостачання підприємства .....	27
1.5 Основні напрямки розвитку підприємства.....	31
1.6 Основні методи прогнозування енергоспоживання аеропортів...40	
2 Аналіз можливості підвищення енергоефективності КП «Міжнародний аеропорт Запоріжжя».....	52
2.1 Енергоефективність аеропорту .....	52
2.2 Опис та аналіз споживання електричної енергії КП «Міжнародний аеропорт Запоріжжя».....	59
2.3 Можливості підвищення ефективності електроспоживання підприємства.....	62
2.4 Прогнозування обсягу споживання електричної енергії світлосигнальним обладнанням аеропорту .....	63
3 Застосування моделі прогнозування споживання електроенергії світлосигнальним обладнанням на прикладі КП «Міжнародний Аеропорт Запоріжжя».....	69
3.1 Розрахунок прогнозованої величини споживання електричної енергії .....	69
3.2 Перевірка адекватності моделі прогнозування електроспоживання.....	73
3.3 Апробація моделі прогнозування електроспоживання .....	74

4 Охорона праці та техногенна безпека.....	
4.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів.....	79
4.2 Заходи з поліпшення умов праці .....	80
4.3 Виробнича санітарія.....	86
4.4 Електробезпека .....	88
4.5 Пожежна безпека .....	89
4.6 Засоби індивідуального захисту .....	92
Висновки.....	93
Перелік посилань.....	94

## ВСТУП

Цивільна авіація як АТС є однією з ланок єдиної транспортної системи країни. Для підвищення ефективності роботи транспорту, і цивільної авіації зокрема, безупинно оновлюється й збільшується парк ПС, розвивається й постійно поповнюється комплекс наземних засобів забезпечення польотів, оснащується новітнім технічним устаткуванням системи управління повітряним рухом (УПР) [4].

Цивільна авіація має складну структуру й складні внутрішні й зовнішні зв'язки, що визначають її здатність виконувати повітряні перевезення без погрози для життя й здоров'я людей [5].

Для досягнення помітних практичних результатів енергозбереження необхідним є об'єктивне, обґрунтоване вирішення задачі кількісної оцінки, контролю та аналізу ефективності використання паливно - енергетичних ресурсів (ПЕР) для різних технологічних і виробничо-господарських об'єктів. Одним із критеріїв оцінювання рівня ефективності використання ПЕР є питомі витрати ПЕР. Як відомо, нормування питомих витрат ПЕР [1]- це процес встановлення об'єктивно необхідного обсягу їх споживання на одиницю виробленої продукції, виконаних робіт у конкретних умовах суспільного виробництва.

Об'єкт дослідження – система забезпечення електричною енергією обладнання КП «Міжнародний аеропорт Запоріжжя »

Предмет дослідження – процес споживання електричної енергії світлосигнальним обладнанням КП «Міжнародний аеропорт Запоріжжя »

Мета дослідження – дослідити можливість підвищення енергоефективності КП «Міжнародний аеропорт Запоріжжя » за рахунок використання методів прогнозування.



Нормуванню питомих витрат ПЕР підлягають основні та допоміжні виробничі процеси. Основними складовими системи нормування питомих витрат ПЕР підприємств є:

- використання галузевих нормативів;
- встановлення нормативних значень споживання ПЕР з урахуванням фактичного рівня споживання на даний час;
- впровадження автоматизованої системи обліку та контролю споживання за всіма видами ПЕР для всіх технологічних операцій та виробничих ділянок підприємства.

На теперішній час розроблені методичні рекомендації щодо нормування питомих витрат ПЕР майже для всіх галузей промисловості із врахуванням особливостей їх діяльності [2-4].

Так, з попереднього аналізу [5-9] для авіаційної галузі розроблені «Методичні рекомендації з нормування питомих витрат паливо - енергетичних ресурсів на авіаційному транспорті» [10] із запропонованими нормами питомих витрат електричної енергії щодо видів діяльності аеропорту (обслуговування пасажирів, багажу, рейсів). Низька ефективність діючої системи нормування полягає у необґрунтованості запропонованих значень внутрішньогалузевих норм, які не враховують особливостей кожного з аеропортів. Тому нормування питомих витрат ПЕР для авіапідприємств варто застосувати не тільки для підприємства в цілому, а і для його окремих структурних підрозділів.

Завдання роботи – дослідити енергоспоживання зазначеного об'єкта і визначити його потенціал енергозбереження; визначити залежність енергоспоживання аеропорту від метеорологічних умов, якості освітлювального обладнання; розробити математичний апарат, що дозволить прогнозувати обсяги споживання електричної енергії злітно-посадкової смуги з метою використання її для ефективного управління процесом енергозбереження.

Ключовим елементом підвищення ефективності світової авіаційної транспортної системи (АТС) є забезпечення безпеки авіації [1]. Безпека авіації розглядається як комплексна властивість АТС виконувати свої функції без нанесення збитку самій системі або населенню, з метою якої вона розвивається. Її основними компонентами сьогодні є безпека польотів (БП), енергетична (Енергетична безпека), екологічна і пожежна безпеки. Саме цим компонентам безпеки приділяється максимальна увага в діяльності міжнародної організації цивільної авіації (ІКАО) [2].

Результати аналізу статистичних даних про авіаційні події, що сталися за останні шість років в Україні, свідчать про значне погіршення стану безпеки польотів під час проведення авіаційних робіт як за абсолютними, так і за відносними показниками аварійності. Відповідно до засідання 36-ої сесії Генеральної Асамблеї ООН розроблено Глобальну програму в рамках стратегічних цілей безпеки авіації [3]. Програма забезпечення безпеки польотів охоплює нормативні положення й Директиви по виконанню безпечних польотів, які стосуються як експлуатантів повітряних суден, так і сфер надання обслуговування повітряного руху, діяльності аеропортів і технічного обслуговування повітряних суден (ПС).

Розробниками Галузевої програма є концерни “Аербас”, “Боїнг”, Міжнародна рада аеропортів (МРА), Організація по наданню аеронавігаційного обслуговування цивільної авіації (КАНСО), Міжнародна асоціація повітряного транспорту (ІАТА), Міжнародна федерація асоціацій лінійних пілотів (ІФАЛПА) і Фонд безпеки польотів (ФБП)). ООН постановлено, щоб ІКАО здійснювала й постійно поновлювала Глобальний план забезпечення безпеки польотів (ГПБП) і Глобальний аеронавігаційний план (ГАНП). Рекомендовано державам розробляти раціональні рішення в області забезпечення безпеки польотів. Це може бути досягнуте за рахунок розподілу ресурсів, використання внутрішніх і (або) зовнішніх ресурсів, таких як регіональні й субрегіональні організації по здійсненню контролю та залучення фахівців з інших держав.

# 1 АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА КП «ЗАПОРІЖЖЯ-АЕРОПОРТ»

## 1.1 Загальна характеристика об'єкта дослідження

Комунальне підприємство «Міжнародний аеропорт Запоріжжя» є структурною ланкою авіатранспортної системи України. У його розпорядженні знаходиться штучна злітно-посадкова смуга довжиною 2500 метрів, обладнана сучасними світлотехнічними і радіонавігаційними системами. Вона дозволяє приймати і відправляти повітряні судна практично всіх типів в будь-який час доби, при досить складних метеоумовах. В аеропорту є аеровокзальний комплекс, що забезпечує пасажиром комфортні умови в очікуванні вильоту або прильоту повітряних суден. Свої послуги в будівлі аеровокзалу пропонують кафе-бар, затишний готель. Для особливо важливих пасажирів постійно діє VIP-комплекс, з рівнем обслуговування, що відповідає найвищим вимогам. Вантажний термінал аеропорту забезпечує прийом, відправлення та збереження будь-якого вантажу.

З аеропорту виконуються регулярні рейси до Києва, Москви, Стамбулу, Анталії, Хургади, Шарм-ель-Шейха на літаках ЯК-40, ЯК-42, АН-24, АН-140, Боїнг-737, МД-82. Чартерні рейси, у тому числі і вантажні, здійснюються в багато країн СНД, Європи, Азії, Близького Сходу.

Пропускна спроможність аеровокзалу 120 пасажирів на годину. Вантажний термінал може прийняти і обробити до 50 тонн вантажів на добу. Міжнародний аеропорт Запоріжжя - це державне унітарне підприємство, засноване на власності держави і входить до сфери управління зв'язку та Міністерства транспорту України.

Організація створювалася з метою виконання робіт комерційним і інженерно-технічним комплексом для відправлення та прийняття повітряних суден з забезпеченням авіаційних перевезень технологічними, технічними,

автоматичними і механічними засобами обслуговування пасажирів, обробки вантажів і багажу.

Сучасна злітно-посадкова смуга аеропорту дозволяє приймати, практично всі модифікації експлуатуються сьогодні повітряних суден. З огляду на потужний потенціал і географію регіону, що обслуговується Запорізьким аеропортом, наявність гігантів авіаційного моторобудування - ЗКМБ «Прогрес» і ОАТ «Мотор Січ», можна з упевненістю говорити про перспективи аеропорту «Запоріжжя» в сфері збільшення обсягів перевезень.

Запорізький міжнародний аеропорт - це одне з трьох авіапідприємств державної форми власності, які на сьогоднішній день функціонують в Україні.

Підприємство має розгалужену інфраструктуру. На даний момент максимальна пропускна здатність летовища становить 17-19 посадок повітряних суден на годину, проте теоретично допустима кількість обслуговувань (зліт-посадка) досягає 35 на годину.

По місцях стоянок повітряних суден пропускна здатність становить 10 одиниць техніки. За пасажиропотоком пропускна здатність забезпечується двома терміналами і становить близько 120 пасажирів на годину. Схему розміщення елементів аеропорту наведено на рисунку 1.1.

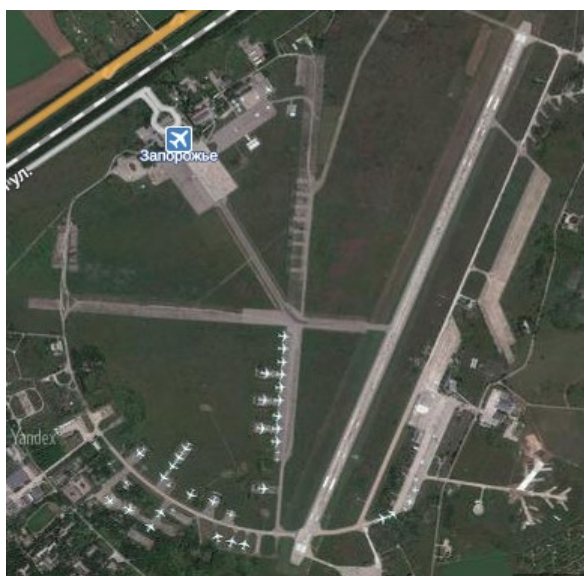


Рисунок 1.1 – Схема розміщення елементів аеропорту

## 1.2 Основні напрями енергозбереження в аеропортах

Таким чином, цивільна авіація з позицій системного підходу являє собою складну АТС, що складається із структурних елементів, що утворюють підсистеми:

Такими підсистемами в АТС є екіпаж ПС, служба льотної експлуатації ПС, служба УПР, служби забезпечення польотів. Більшість підсистем АТС мають ознаки складних систем:

- більшим числом взаємозалежних і взаємодіючих між собою елементів;
- складною цілеспрямованою функцією підсистем;
- можливістю поділу підсистеми на елементи;
- наявністю керування, що має ієрархічну структуру;
- наявністю інтенсивних потоків інформації;
- наявністю властивостей самоорганізації підсистеми як самостійного елемента.

Зв'язок факторів у забезпеченні ефективності БП ПС визначений необхідністю посилення взаємозв'язків між різними областями авіаційної техніки, широкого розвитку основних напрямків науково-технічного прогресу в організації, підготовці й виконання польоту ПС (рисунк1). Надійність технічних засобів УПР визначається ймовірністю безвідмовної роботи, ймовірністю й інтенсивністю відмов, коефіцієнтом надійності тощо [6]. Крім перерахованих показників надійності на ефективність УПР впливає рівень технічної оснащеності диспетчерських пунктів УПР [7]. Оглядові й посадкові радіолокаційні системи, автоматичні засоби контролю польотних даних і супроводу ПС у контрольованій повітряній зоні, ергономічна оптимізація робочих місць, автоматизація й механізація робочих процесів праці диспетчера значно розширює функціональні можливості служби УПР, підвищують її ефективність.

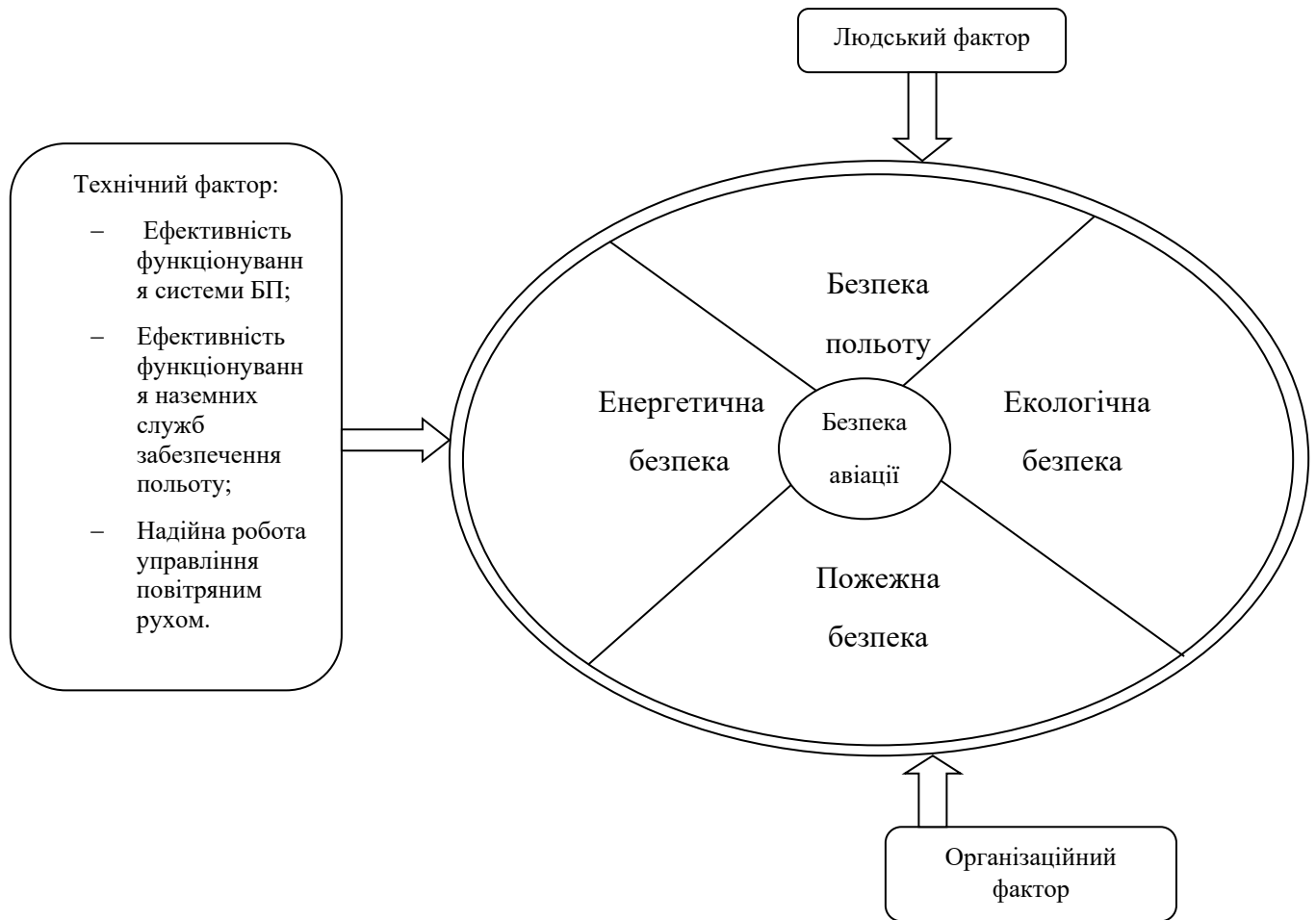


Рисунок 1.2 – Організаційна складова безпеки авіації

Як видно з рисунку 1.2, однією зі складових безпеки авіації є енергетична безпека [8]. Так, в Концепції діяльності органів виконавчої влади у забезпеченні енергетична безпека України [9] визначається, що енергетична безпека України є невід'ємною складовою національної та економічної безпеки і необхідною умовою існування та розвитку держави. Забезпечення Енергетична безпека створює передумови для розвитку, а також самозахисту життєво важливих інтересів країни відносно ресурсного потенціалу, збалансованості й динаміки розвитку.

Відповідно до Закону України «Про енергозбереження» [10], раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) - досягнення максимальної ефективності використання ПЕР при існуючому рівні розвитку техніки та технології і одночасному зниженні техногенного впливу на навколишнє природне середовище.

Для країн забезпечених власними ПЕР, а саме до цієї групи відноситься Україна - вирішальним в забезпеченні Енергетична безпека є наступні фактори:

1. Спроможність країни виконувати свої функції, забезпечуючи необхідний обсяг постачань якісних ПЕР, стабільне функціонування та сталий прогресивний розвиток всіх галузей народногосподарського комплексу (наскільки це залежить від постачань ПЕР) та прийнятний рівень життя та праці населення;

2. Збалансованість реального потенціалу постачань енергоресурсів та попиту на них - добутку внутрішнього споживання та економічно обґрунтованого експорту, з деяким перевищенням вказаного потенціалу над попитом;

3. Наявність створених державою, суспільством, економікою сприятливих соціально- політичних, правових, фінансово-економічних та міжнародних умов для реалізації постачальниками та споживачами ПЕР своїх можливостей.

Головними складовими Енергетична безпека вважаються (рисунок 1.3):

Енергозабезпечення - техніко-економічна складова, яка відображає енергозабезпечення споживачів і економіки держави в цілому ПЕР з пріоритетом енергетичної ефективності (обґрунтованість достатнього енергозабезпечення).

Енергетична незалежність - політико-економічна складова, яка відображає неможливість суттєвого внутрішнього та зовнішнього тиску на керівництво держави при формуванні та здійсненні політики держави, яке може впливати з енергетичної сфери.

Екологічна прийнятність - екологічна складова, яка відображає екологічний вплив енерговиробництва та енерговикористання;

Використовуючи підхід до безпеки авіації як предмету системного аналізу, наведемо вищенаведені ознаки Енергетична безпека у вигляді структурної схеми (рисунок 1.4)

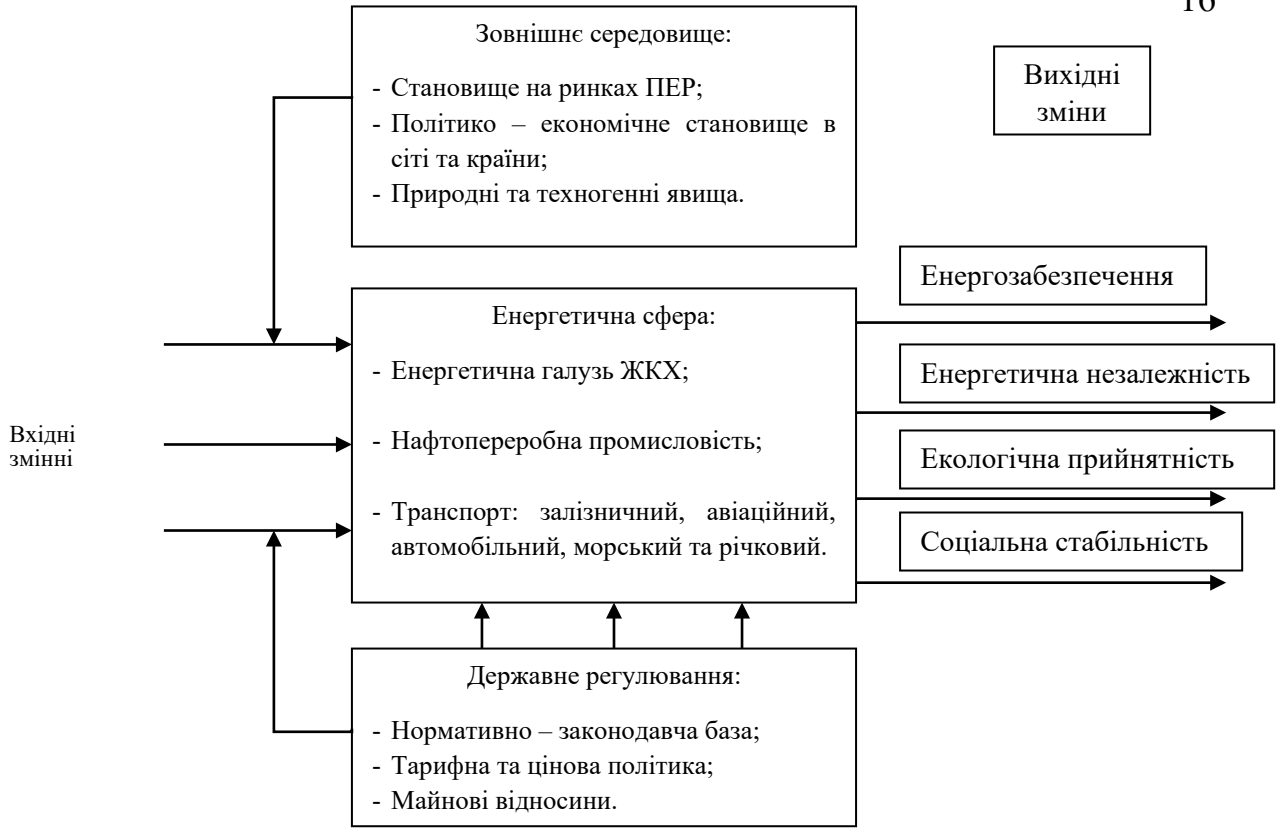


Рисунок 1.3 – Структура схема елементів енергетичної безпеки

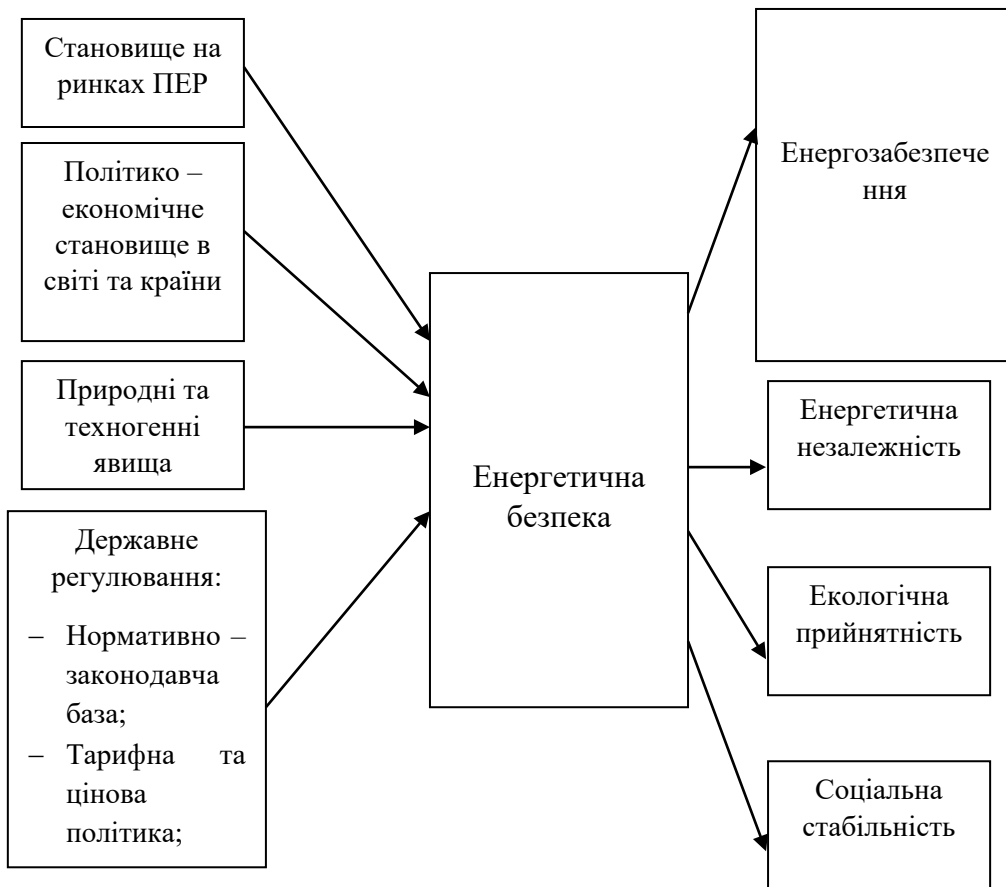


Рисунок 1.4 - Структура показників енергобезпеки для авіаційної галузі



Соціальна складова - яка відображає соціальну стабільність у сфері діяльності паливно - енергетичного комплексу.

Для стабілізації енергетики із кризового стану необхідні системні та скоординовані дії усіх гілок влади в рамках виваженої державної енергетичної політики [9,12].

Електропостачання аеропортів здійснюється від централізованої державної енергетичної системи.

Реалізація політики економії ПЕР вимагає добре налагодженого механізму економічної оцінки досягнутого ступеня ефективності їх використання на всіх рівнях господарювання - окремих підприємств, регіонів тощо. В зв'язку з цим перш за все необхідна розробка методології комплексної економіко- статистичної оцінки ефективності використання ПЕР. На рисунку 1.5 наведено окремі складові системи управління процесом енергозбереження об'єктів аеропорту.

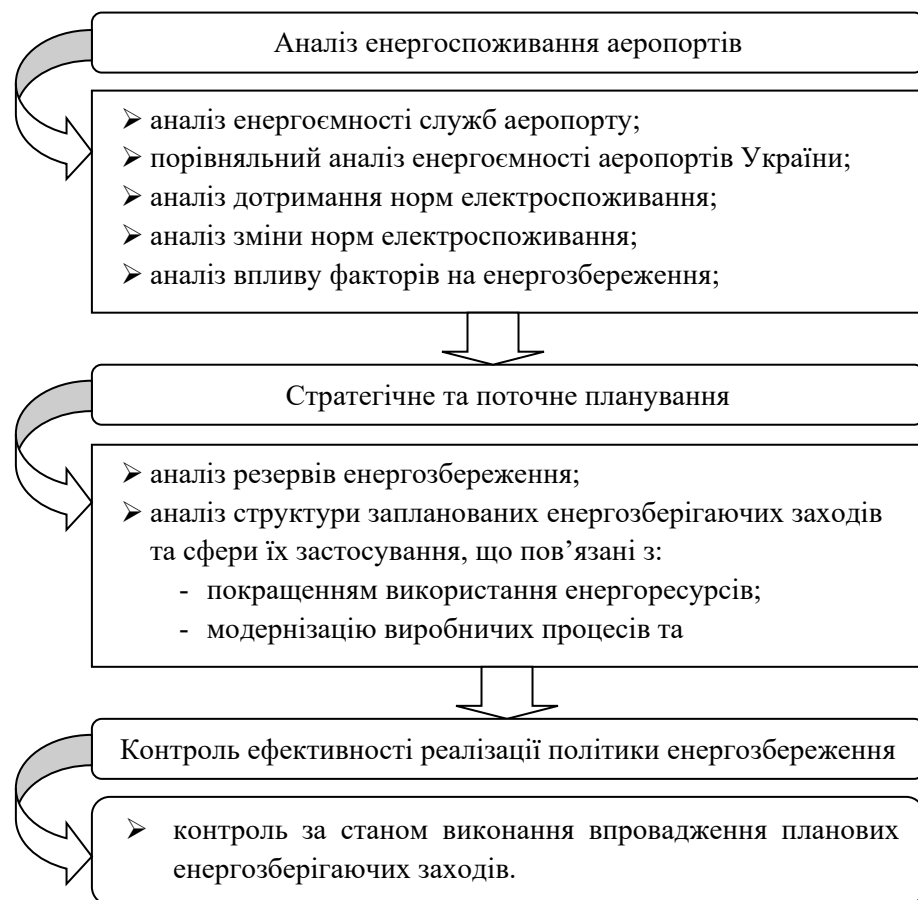


Рисунок 1.5 - Система управління енергозбереженням в аеропортах

Дослідження показників енергоємності продукції в динаміці (рік, квартал, місяць) дозволяє оцінити ефективність роботи по зниженню витрат ПЕР та інших чинників на підприємстві за попередні періоди, зокрема в порівнянні із середньогалузевими значеннями цих показників. Визначення причин конкретних напрямків зміни показників може дозволити зацентувати увагу на додатковій інформації, що сприятиме більш повній уяві про причини зменшення використання ПЕР та резерви.

Отже, можна підсумувати, що:

1. Основними компонентами безпеки авіації є безпека польотів, авіаційна, екологічна і пожежна та енергетична безпеки. Нормальне функціонування цих компонент є гарантом безпечної діяльності авіації.

2. Енергетична незалежність є обов'язковою складовою енергетичної безпеки і повинна враховуватися в наукових дослідженнях та на практиці і, в першу чергу, при формуванні й здійсненні державної енергетичної і економічної політики та політики захисту національних інтересів й забезпечення безпеки.

Енергетична безпека - спроможність держави забезпечити масимально надійне, технічно безпечне, екологічно прийнятне та обгрунтовано достатнє енергозабезпечення економіки й населення, а також гарантованого забезпечення можливості керівництва держави у формуванні і здійсненні політики захисту національних інтересів у сфери енергетики без надмірного зовнішнього та внутрішнього тиску в сучасних та прогнозованих умовах.

Енергетична незалежність характеризує рівень самостійності держави в формуванні та ефективній реалізації своєї енергетичної політики та можливість прийняття стратегічних рішень без втручання та тиску.

Для досягнення помітних практичних результатів енергозбереження необхідним є об'єктивне, обгрунтоване вирішення задачі кількісної оцінки, контролю та аналізу ефективності використання паливно - енергетичних ресурсів (ПЕР) для різних технологічних і виробничо-господарських об'єктів. Одним із критеріїв оцінювання рівня ефективності використання



Аеропорт як виробнича система [11] складається з виробничих і управлінських підрозділів, що забезпечують їх функціонування та енергозабезпечення.

Обсяги електроспоживання аеропортів навіть однієї категорії можуть суттєво відрізнятись, що обумовлено технічними, організаційно - економічними, та географічними чинниками. Для моніторингу ефективності споживання ПЕР аеропортів доцільно застосувати новий підхід щодо нормування питомих витрат ПЕР. Він базується на використанні порівняльного аналізу та полягає у розподіленні характерних видів діяльності аеропортів на підрозділи та розрахунок питомих витрат електроенергії для кожного з них.

Одним із об'єктів споживання електричної енергії аеропортів є світлотехнічне забезпечення зльотно - посадкової смуги (ЗПС) (10-12 % від загального споживання електроенергії аеропорту). ЗПС - найскладніший інженерний комплекс аеропорту, обладнаний системами для забезпечення виконання основної функції - безпека зльоту та посадки повітряних суден (ПС). Світлосигнальне обладнання (ССО) ЗПС аеродрому являє собою сукупність електротехнічних та світлотехнічних пристроїв, розміщених на території аеродрому за певною схемою [12] і призначених для забезпечення пілоту ПС візуальною інформацією при виконанні зльоту, заходу на посадку, посадки і руління при будь-яких метеоумовах . До складу ССО входять різні підсистеми аеродромних вогнів залежно від їх функціонального призначення. Функціонування усіх підсистем є гарантією забезпечення нормованого рівня безпеки польотів на найбільш відповідальному етапі зльоту - посадки ПС.

Ефективність роботи вогнів ССО залежить від стабільності параметрів вогнів протягом експлуатації та світлотехнічних показників та параметрів: світловіддача лампи; пульсація світлового потоку тощо.

Відповідно до вимог ІКАО, виділяють три категорії ЗПС в залежності від типу радіомаячної системи та візуальних засобів. Для кожної з категорій ЗПС, розташування елементів ССО регламентовано нормативними

документами ІКАО. Кількість вогнів ЗПС розміщено нерівномірно, що залежить від індивідуальних особливостей категорії та довжини ЗПС та функціонального призначення кожного з типів вогнів.

Особливістю режиму електроспоживання ССО ЗПС аеропортів однієї категорії є те, що показники споживання електроенергії можуть суттєво відрізнятись. Це пояснюється електротехнічними показниками ССО (відмінність якості виробів різних виробників), метеоумовами, режимом роботи тощо.

З метою поліпшення функціонування системи нормування ПЕР аеропортів пропонується:

- віднести ЗПС до переліку запропонованих об'єктів нормування споживання ПЕР ;
- застосувати метод зонування для ЗПС.

Відповідно до схем розташування вогнів ЗПС очевидно, що вогні ССО розміщені нерівномірно, тому смугу можна умовно розділити на зони (рисунок 1.6):

- зона А - зона приближення;
- зона В - вхідна зона (900 м);
- зона С - середня зона;
- зона Б- вихідна зона (900 м).

Контроль ефективності використання електроенергії ЗПС полягає у порівнянні фактичних питомих витрат електричної енергії кожної із зон ЗПС аеропортів з однаковими категоріями між собою та з «ідеальною» ЗПС. Ідеалом є ЗПС із використанням сучасних енергоефективних технологій.

На прикладі сучасних виробників ССО [14, 15] в таблиці 1.1 зведені питомі витрати електроенергії для кожної із зон.

За даними таблиці 1.1 характеристик відповідних типів ССО для вказаних зон, видно, що зоною найбільшого електроспоживання є зона В, до зон найменшого споживання електроенергії належать зони С і Э.

Запровадження зонування ЗПС дозволить:

- визначити найбільш енергоспоживану зону щодо застосування енергозберігаючих заходів в першу чергу;
- проводити порівняльний аналіз кожної із зон як для ЗПС однієї категорії аеропортів України так і з «ідеальною» ЗПС з метою контролю раціонального споживання електроенергії аеропортів;
- ефективно проводити фінансово - економічний аналіз у разі модернізації існуючої ЗПС, або будівництва нової.

Таблиця 1.1 - Питомі витрати електроенергії для зон зльотно-посадкової смуги II та III категорії

Зони ЗПС	n, од.	Світлосигнальне обладнання			
		Honeywell		Idman	
		P, кВт	$w_{пит}$ Вт/м	P, кВт	$w_{пит}$ Вт/м
А(зона приближення-900м): - вогні приближення прожекторні та кругового огляду;	160	24	26,7	22,9	25,4
В(вхідна зона - 900м): -вхідні вогні прожекторні, зелені; -вхідні обмежені вогні кругового огляду; -	380	29,8	33,1	25	27,8
С (вихідна зона - 900м): -обмежувальні вогні;-вихідні вогні; -осьові заглиблені червоні;	150	15,2	16,9	17,4	19,3
Б(середня зона): -бокові білі та осьові	200	21,6	18	26,4	22
Загальна кількість	890				

Освітлення ВПП є світловою смугою найчастіше білого кольору - строби - довжиною 500-700 метрів. При заході на посадку пілот користується стробами для візуального контролю положення літака відносно курсу ЗПС. Поріг смуги позначений практично суцільною лінією зелених вогнів,

розташованої перпендикулярно смузі стробов. Осьова лінія самої смуги також позначена білими вогнями. Кромки ЗПС - жовтими. Світлосигнальне обладнання аеродрому можна розділити на групи вогнів, що розташовуються в певній послідовності і легко помітні при встановленні візуального контакту пілота із землею.

Групи сигнальних вогнів:

Вогні наближення постійного та імпульсного випромінювання встановлюють по лінії продовження осі ЗПС. Вони призначені для вказівки пілоту напрямку на вісь ЗПС і використовуються для маркування ділянки між БПРМ і початком ЗПС. Хоча імпульсні вогні наближення і рекомендуються в усіх системах ОВИ, але, як показує практика, їх застосування доцільно лише вдень в тумані, коли відсутня їх сліпуче дію. Вогні наближення випромінюють біле світло.

Вогні світлових горизонтів розташовуються перпендикулярно лінії продовження осі ЗПС, створюючи штучний горизонт. Світлові горизонти дають інформацію пілоту про поперечному крен ВС по відношенню до поверхні ЗПС. Вогні світлових горизонтів випромінюють біле світло.

Вхідні вогні встановлюють біля порога ЗПС. Вони призначені для вказівки початку ЗПС і випромінюють зелене світло.

Вогні знака приземлення встановлюють на відстані 150-300 м від порога ЗПС перпендикулярно осі ЗПС у вигляді невеликого світлового горизонту за межами ЗПС. Вогні знака приземлення випромінюють біле світло.

Обмежувальні вогні позначають кінець ЗПС і випромінюють червоне світло.

Вогні зони приземлення служать для позначення зони приземлення на ЗПС з метою полегшення посадки в умовах поганої видимості. Вогні встановлюють в два ряди паралельно осі ЗПС на ділянці 900 м від порога ЗПС. Вони випромінюють біле світло.

Бічні вогні КПБ і вогні зони приземлення, розташовуючись в одному ряду, утворюють світловий коридор, по якому пілот легко визначає правильність виходу на вісь ЗПС.

Гліссадні вогні призначені для вказівки візуальної глісади планування. Тип, кількість і схема розташування гліссадних вогнів визначаються завданням на проектування аеродрому. Існує кілька стандартних схем розміщення гліссадних вогнів. Так, наприклад, одна з стандартних схем візуального вказівки глісади планування включає в себе 12 гліссадних вогнів, розміщених за наступною схемою: дві пари флангових обріїв по три вогню в кожному горизонті. Близький горизонт розташовується на відстані 150 м від порога ЗПС, дальній - на відстані 210 м від ближнього. Кожен гліссадну вогонь випромінює біле світло у верхній частині і червоний в нижній. Кути розподілу світлових променів і установка гліссадних вогнів повинні бути такими, щоб пілот при заході на посадку бачив:

Всі гліссадні вогні червоними при знаходженні ВС нижче нормальної глісади планування і всі вогні білими при знаходженні ВС вище нормальної глісади планування;

Вогні ближнього горизонту білими, а далекого горизонту червоними при знаходженні ВС на нормальній гліссаде планування.

Посадочні вогні розміщують з двох боків уздовж ЗПС і позначають ними бічні поздовжні сторони ЗПС. За допомогою посадкових вогнів маркуються 600-метрові ділянки по кінцях ВПП. На цих ділянках посадкові вогні випромінюють жовте світло, на інших - білий.

Вогні кінцевий смуги безпеки - осьові, центрального ряду і бічні - встановлюють тільки в світлосигнальних системах перед початком ЗПС на ділянці довжиною 300 м. Вони призначені для вказівки напряму на вісь ЗПС, дають інформацію пілоту про ширину зони приземлення, момент початку вирівнювання. Осьові і центральні вогні КПБ випромінюють біле світло, а бічні вогні КПБ - червоний.



Осьові вогні ЗПС призначені для вказівки пілоту поздовжньої осі ЗПС при посадці і зльоті ВС. Для кодування ділянок ЗПС осьові вогні, змонтовані на останніх 300 м ВПП для кожного напрямку посадки, випромінюють червоне світло в напрямку до ВС, який рухається по ВПП. На ділянці 900-300 м від кінця ЗПС осьові вогні випромінюють червоне і біле світло поперемінно, а на іншому ділянці до порога ЗПС - білий. Осьові вогні використовуються при експлуатації ПС з високими посадочними швидкостями, а також при ширині ЗПС більше 50 м.

Вогні швидкого сходу з ЗПС розташовуються на швидкісних вивідних РД і призначені для рулювання на великій швидкості при сходженні з ВПП з метою збільшення пропускної спроможності ЗПС. Вогні випромінюють зелене світло. Вогні сходу з ЗПС встановлюють на вивідних РД, що мають великий кут закруглення. Вони призначені для використання під час сходження з ВПП. Вогні випромінюють також зелене світло. Вогні сходу з ЗПС і вогні швидкого сходу з ЗПС повинні бути екрановані так, щоб вони були видні тільки в заданому напрямку.

Бічні і осьові руліжні вогні служать відповідно для вказівки поздовжніх кордонів і осьової лінії руліжних доріжок. Бічні руліжні вогні випромінюють синє світло, а осьові - зелений.

Стоп-вогні призначені для заборони руху ВС у пересічній РД, місце примикання РД до ЗПС або місце очікування при руленні. Вони доповнюють світлофори або замінюють знаки денний маркування вогнями високої інтенсивності в умовах поганої видимості. Стоп-вогні односпрямовані і випромінюють червоне світло.

Попереджувальні вогні призначені для попередження пілота про найближчому перетині руліжних доріжок. Вогні встановлюють у вигляді світлового горизонту, перпендикулярного осі РД. Вони випромінюють жовте світло.

Загороджувальні вогні призначені для світлового позначення перешкод в районі аеродрому, випромінюють червоне світло і повинні встановлюватися відповідно до «Настановою по аеродромної служби ГА».

Аеродромні світлові покажчики полегшують екіпажу орієнтування на аеродромі при руленні, а також при русі ВС по аеродрому. Вогні бувають двох видів - керовані і некеровані. До керованих відносяться світлофори і стрілочні покажчики. Світлофори, що забороняють рух, повинні випромінювати червоне світло, що дозволяють - зелений, а стрілки - жовте світло. Кольорове виконання некерованих світлосигнальних знаків визначається їх призначенням. На робочому полі знака прямокутної форми, як правило, є тільки один символ у вигляді букви, цифри або стрілки. Форми і розміри символів відповідають рекомендаціям ІКАО. На рисунку 1.7 зображено схему розміщення вогнів різного типу.



Рисунок 1.7 – Схема розміщення вогнів різного типу

З рисунку видно, що на посадковій смузі використовуються вогні різного типу і інтенсивності.

#### 1.4 Аналіз системи електропостачання підприємства

Системою електропостачання аеропорту називається сукупність всіх пристроїв для виробництва, передачі і розподілу електроенергії.

Система електропостачання складається з внутрішньої частини і зовнішньої. У внутрішню частину входять всі елементи електропостачання в межах кордону аеропорту.

У зовнішню частину входять лінії електропередач від зовнішньої (міський) енергосистеми до вступної підстанції аеропорту.

Зовнішня частина електропостачання складається не менше ніж з 2-х фідерів, що забезпечують безперебійне постачання аеропорту електроенергією.

Фідер - кабельна живить лінія підвищеної напруги (зазвичай понад 3,6 кВ), що відходить від електростанції або районної підстанції.

Кожен з фідерів повинен бути розрахований на передачу повної потрібної для аеропорту потужності, (два фідера - для більшої надійності електропостачання аеропорту).

Вступна підстанція здійснює зв'язок зовнішньої частини енергосистеми з внутрішньою системою електропостачання.

Кількість трансформаторних підстанцій (ТП) визначається характером електричних навантажень і розташуванням споживачів на території аеропорту (для великих аеропортів Кількість ТП досягає декількох десятків). Місцезнаходження ТП на території аеропорту визначається в центрі їх навантажень (споживачів), що дозволяє виконати більш економічними низьковольтні мережі.

Основні вимоги до системи електропостачання аеропорту:

- висока якість електроенергії (визначається ГОСТом);
- надійність роботи електросистеми;
- економічність і безпеку всіх елементів системи електропостачання;
- повинна бути оперативною в управлінні і мати пристрої для автоматичного повторного включення (АПВ), автоматичного включення резерву (АВР) - резервного живлення аеропорту і автоматичного включення аварійного живлення (АВАП);
- аеропорт повинен мати резервні трансформатори (так званий холодний резерв) для швидкої заміни тих, що вийшли з ладу.

Споживачі електричної енергії в аеропорту діляться на 3 категорії з точки зору надійності і безперебійності живлення.

1-я категорія: споживачі, перерва в електропостачанні яких становить небезпеку для життя людей або може привести до значних матеріальних втрат (це - світлосигнальне і радіотехнічне обладнання, установки зв'язку, системи УВС, аварійне освітлення оперативних приміщень, котельні та насосні станції).

2-я категорія: споживачі, перерва в електропостачанні яких пов'язаний з істотним зниженням випуску продукції (графіком польотів ВС) або простоем людей і механізмів (це - освітлення місць стоянок літаків, майстерень і агрегатів, живлення силових майстерень тощо .).

3-ю категорію: до неї ставляться невідповідальні споживачі (допоміжні цехи, побутові приміщення і т.п.).

Споживачі 1-ї категорії повинні житися незалежно від роботи зовнішніх джерел електроенергії (міської чи районної мережі).

Тому основне електропостачання аеропорту здійснюється не менше ніж від 2-х незалежних джерел електроенергії (один з них є резервним).

В аеропортах є також аварійні (автономні) електростанції, що забезпечують живлення споживачів 1-ї категорії (а іноді і 2-ї) у разі виходу з ладу основних джерел живлення (рисунок 1.8). Як аварійних

використовуються, як правило, дизельні електростанції. На 1-й категорії виділяють споживачів особливої групи, перерва в електропостачання яких може призвести до тяжких льотним від-ходів, що загрожують життю людей.

Споживачі особливої групи 1-ї категорії забезпечуються електроенергією від 3-х незалежних джерел системи електропостачання.

До особливої групи 1-ї категорії відносять такі споживачі:

- радіосвітлотехнічної посадки ПС;
- засоби радіолокації, навігації та УВС.

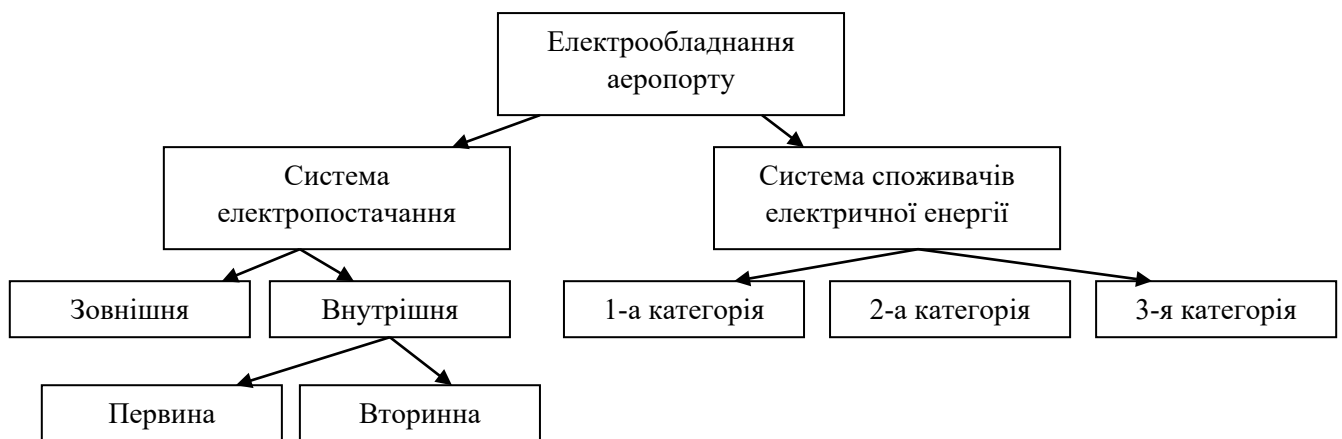
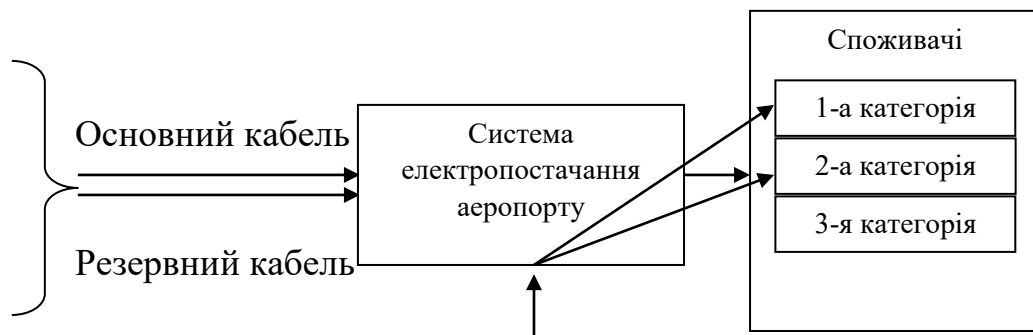


Рисунок 1.8 - Система електропостачання

На 1-й категорії виділяють споживачів особливої групи, перерва в електропостачання яких може призвести до тяжких льотним від-ходів, що загрожують життю людей.



Аварійне електропостачання від дизель-електростанції

Рисунок 1.9 - Поділ споживачів за категоріями

За безперерйне постачання електроенергією аеропорту відповідає служба забезпечення польотів (ЕСТОП), що має два підрозділи - вузол електротехнічного забезпечення польотів (ЕТОП) і вузол світлотехнічного забезпечення польотів (СТОП). Поділ споживачів за категоріями представлено на рисунку 1.9.

Функціональна схема побудови даної системи представлена на рисунку 1.10.

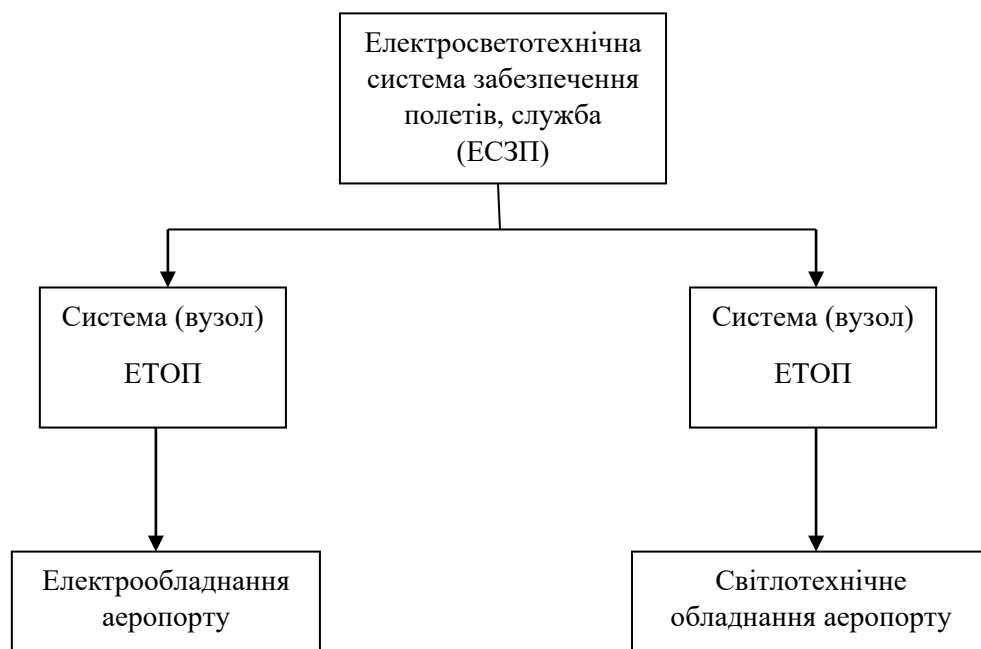


Рисунок 1.10 - Функціональна схема побудови СЕСП

Споживачі особливої групи 1-ї категорії забезпечуються електроенергією від 3-х незалежних джерел системи електропостачання.

До особливої групи 1-ї категорії відносять такі споживачі:

- радіосвітлотехнічної посадки ПС;
- засоби радіолокації, навігації та УВС.

Підприємство має розгалужену інфраструктуру. На даний момент максимальна пропускна здатність летовища становить 17-19 посадок повітряних суден на годину, проте теоретично допустима кількість обслуговувань (зліт-посадка) досягає 35 на годину.

## 1.5 Основні напрямки розвитку підприємства

Інноваційний розвиток аеропортів, модернізація сучасної авіації та пов'язаної з нею інфраструктури є ключовою задачею будь-якої країни. В сучасних умовах розвитку процесів глобалізації економіки, збільшення товарних потоків, розширення міжнародних зв'язків, їх гідне забезпечення можливе лише за наявності налагодженої роботи авіаційної галузі [1]. Грамотне забезпечення авіаперевезень, підтримка високого рівня розвитку аеропортового і аеродромного господарства і є запорукою комфорту і вигоди пасажирів і вантажно-відправників, ключовим моментом, що визначає динаміку економічного розвитку країни. Набираючи хід процесу модернізації аеропортів зачіпають як впровадження сучасних моделей управління, так і оновлення парку наземного обладнання та IT-інфраструктури. На черзі - вдосконалення технологій наземного обслуговування [2].

Загальні проблеми фінансування розвитку авіаційної галузі досліджували багато вітчизняних та зарубіжних вчених, зокрема: С. Богданов, А. Черепа, Є. Сич, Г. Гарипова, В. Кулик, Т. Акімова, Д. Бейлі, І. Бланк, П. Друкер та інші. Проте наукові праці в яких би висвітлювалися сучасні тенденції фінансування інноваційного розвитку аеропортів, на жаль, практично відсутні.

Розвиток аеропортів передбачає все більшу кількість різноманітних інноваційних процесів, які у наш час виходять далеко за межі поняття технологічних. У сучасному розумінні інновації – це нові моделі управління операційною, економічною та комерційною діяльністю аеропортів, націлені на успішний перехід на комерційну основу з дотриманням високих технічних стандартів і безпеки польотів. Ці моделі в першу чергу включають реалізацію конкурентних переваг, управління відносинами з авіакомпаніями, розробку рентабельних маршрутів,

збільшення доходів від неавіаційної діяльності, управління трудовими ресурсами та підвищення соціальної відповідальності (таблиця 1.2).

Обмежена пропускна спроможність аеропортів, швидке зростання обсягу авіаперевезень та посилення конкуренції між аеропортами по всьому світу - фактори, які зумовляють приплив нових інвестицій в інфраструктуру аеропортів. Впровадження сучасних технічних рішень в аеропортах необхідно для підвищення операційної ефективності, забезпечення зручності для пасажирів і поліпшення якості обслуговування авіакомпаній-клієнтів [3]. Аеропортам треба переосмислити своє значення в логістичній системі; вони повинні стати центрами взаємодії учасників авіатранспортної галузі, а якість їх роботи повинно задовольняти зростаючим вимогам пасажирів.

Аеропорти визнають, що вони повинні прийняти нові інноваційні підходи для того, щоб активно підтримувати зростання повітряних перевезень та бути конкурентоспроможними. Ті аеропорти, які успішно впораються з цією задачею стануть «Аеропортами Майбутнього» та будуть відрізнятися від інших за трьома основними характеристиками: нижче вартість експлуатаційних витрат, швидші та ефективніші пасажирські потоки, нові джерела доходів за рахунок роздрібних послуг та можливостей.

Загальні проблеми фінансування розвитку авіаційної галузі досліджували багато вітчизняних та зарубіжних вчених, зокрема: С. Богданов, А. Череп, Є. Сич, Г. Гарипова, В. Кулик, Т. Акімова, Д. Бейлі, І. Бланк, П. Друкер та інші. Проте наукові праці в яких би висвітлювалися сучасні тенденції фінансування інноваційного розвитку аеропортів, на жаль, практично відсутні.

Можна виділити кілька основних напрямків інноваційного розвитку в аеропортах: цифрові посвідчення особистості з детальною інформацією щодо клієнта; інтегровані інформаційні системи; актуальна персональна інформація щодо місцезнаходження пасажирів в режимі реального часу;



покращення взаємодії з пасажирами через доступні комп'ютерні мережі (таблиця 1.3).

Таблиця 1.2 - Напрями інноваційного розвитку в аеропортах

Ключові області	Напрямок інноваційного розвитку
1	2
Розвиток інфраструктури аеропорту	Підвищення транспортної доступності аеропорту та розвиток мультимодальних перевезень
Збільшення операційної ефективності	Впровадження систем управління ресурсами аеропорту; розробка ініціатив щодо оптимізації процесів наземного обслуговування
Впровадження інфокомунікаційних та виробничих систем	Впровадження інтегрованих систем управління аеропортом; впровадження виробничих систем, що дозволяють підвищити контроль за виконанням операцій в реальному часі
Розвиток авіаційних сервісів, забезпечення безпеки польотів	Активізація роботи з державними органами в частині вдосконалення нормативної бази галузі; запровадження системи контролю та управління доступом з єдиним бюро пропусків; запровадження системи інтелектуального відеонагляду, орнітологічне забезпечення польотів
Розвиток неавіаційних сервісів	Розробка ініціатив по залученню в аеропорт додаткового потоку відвідувачів
Збільшення енергоефективності та екологічності	Пов'язано з розробкою та реалізацією системних заходів по зниженню негативного впливу на навколишнє середовище та виконанню регулятивних вимог по екології; утилізація відходів та зниження шкідливих викидів

Таблиця 1.3 - Перспективи розвитку інноваційних технологій в аеропортах

Напрями розвитку інноваційних технологій	Найближча перспектива	Довгострокова перспектива
1	2	3
Надійні системи цифрової ідентифікації особистості	Послуги під замовлення та програми лояльності для постійних клієнтів, персоналізована інформація щодо пункту призначення, доступ до цифрових даних про пасажирів за допомогою портативних приладів.	Повна біометрична ідентифікація особистості, управління цифровими архівами даних, інтегровані портативні прилади
Інтегровані інформаційні системи	Єдині онлайн та автономні системи продажу, натуральний обмін путівками, цифровий консьєрж, інтегровані та орієнтовні на споживача системи продажу, автоматизовані платіжні системи.	Інтеграція інформаційних систем авіакомпаній та аеропортів
Доступ до актуальної персональної інформації щодо місцезнаходження пасажирів в режимі реального часу	Мобільні інформаційні служби, гнучке управління графіком та маршрутом поїздки.	Геонавігаційні технології, технології відслідковування пасажирів та багажу
Нові комунікаційні технології	Віртуальна реальність та ігрові технології, цілодобовий доступ до інтернету, спеціалізовані засоби комунікації.	Інтерактивні аудіо-відеотехнології, кіоски та стойки самообслуговування нового покоління, лінгвістичні технології, персональні маячки

Таблиця 1.4 - Приклади інновацій в аеропортах за об'єктами фінансування

Об'єкти фінансування	Назва аеропорту	Інноваційна технологія та вартість проекту
Злітно-посадкові смуги, руліжні доріжки	Аеропорт «Пулково» Росія	Замінено бетонне покриття самої смуги та руліжних доріжок, встановлена система відлякування птахів, і, що особливо важливо в зимовий період, система виявлення раннього льодоутворення та енергозабезпечення.
Термінали, перони, автомобільні зони паркування	Міжнародний аеропорт «Владивосток»	Важливий інноваційний принцип організації простору терміналу - застосування енергозберігаючих технологій і рішень, спрямованих на збереження сонячної енергії.
Система безпеки	Міжнародний аеропорт «Хілтроу» Великобританія	Оснащення терміналу 2 інтегрованою системою охоронно-пожежною сигналізацією, системою управління будівлею(BMS). Вартість 20,6 млн.дол.
Система енергоефективності та екологічності	Міжнародний аеропорт Абу-Дабі	Проект будівлі терміналу передбачає похилі скляні фасади для зниження рівня проникнення тепла в будівлю, зовнішня обшивка стін покликана ще більш знизити вплив сонячного світла та тепла. Розглядаються можливості використання різноманітних схем рециркуляції води:сіра, стічна, відпрацьована вода буде використовуватися для поливу рослин. Вартість проекту 350 млн.дол.

Розглядаючи аеропорти світу в плані використання інноваційних технологій, перше місце зайняв міжнародний аеропорт Інчхон (Сеул,

Південна Корея). Цей аеропорт може пишатися впровадженням самих інноваційних методів обслуговування пасажирів на основі біометричних технологій (рисунок 1.11). Даний рейтинг представлений у вигляді найбільших аеропортів, які використовують інноваційні технології від 1 місця до 10 в напрямку спадання іноваційності.

Найбільші аеропорти світу, прагнучи поліпшити обслуговування пасажирів і оптимізувати, автоматизувати роботу персоналу, реалізують різні інноваційні проекти (таблиця 1.4).



Рисунок 1.11 - Рейтинг аеропортів світу в плані використання інноваційних технологій

З кожним роком зростає кількість інноваційних технологій, які впроваджують в аеропортах світу [4]. Останнім часом реалізуються такі нові технології: автоматизована система «Кобра», проект цифрової системи відеоспостереження, «Розумний паркан», інноваційна форма особистого транспорту, біометричний контроль доступу для персоналу, проект «Кіборг», «Електронний диктор», «Мобільний перон», новий апарат для сканування рідин, система Wi-Fi для персоналу та інші (таблиця 1.5).

Таблиця 1.5 - Приклади впровадження інноваційних технологій в аеропортах світу

Назва інновації	Суть інноваційної технології	Аеропорт, в якому впроваджено інновацію	Відмінність від попередніх технологій
1	2	3	4
Технологія використання радіочастотних міток (технологія RFID)	Технологія RFID може застосовуватися для наступного: Багажні бірки, медичне устаткування і персонал, відстеження технічного і обслуговуючого персоналу, біджі для співробітників аеропорту	м. Болонія	Стара система була заснована виключно на технології штрих-кодів. При цьому, для зчитування штрих-код повинен був знаходитися в строго певному положенні по відношенню до зчитувача. Для прочитуванняrfid-мітки їй досить знаходитися в зоні взаємодії, а коефіцієнт її успішного прочитування значно перевищує аналогічний показник в системі на базі технології штриха-коди.

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4
Інновація в ІТ-інфраструктурі аеропорту - SmartFence «Розумний паркан».	Для контролю периметра аеропорту встановлюються різні електронні засоби: датчики руху і вібрації, камери телевізійного спостереження, інфрачервона система далекого виявлення	Міжнародний аеропорт Флориди	Встановлення різноманітної кількості електронних засобів
Біометричний контроль доступу для персоналу	Дана система контролю, розроблена компанією Daon, ідентифікує людину по відбитках пальців і фотографії. Спеціальні сканери контролюють доступ у всі зони аеропорту.	Лондонський аеропорт LondonCity став першим з європейських аеропортів, де ввели біометричний контроль доступу	Виключається несанкціонований доступ за допомогою ключів; не потрібно носити з собою пропуску, або магнітні ключі; виключається вплив людського чинника (втрата ключів або передача їх третім особам); проста інтеграція з будь-якими існуючими системами контролю доступу

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4
Нова технологія сканування рідин BottleScanner	Даний сканер повинен допомогти реалізувати заплановану в 2013 році скасування обмежень на провезення рідин на борту літака. Сканер розроблений компанією Kromek і дозволяє розпізнавати рідкі вибухові речовини в контейнерах об'ємом від 80 мл до 2 літрів, а також може зчитувати штрих-коди упаковки і зіставляти їх з оновлюваною базою даних рідин.	В квітні 2013 року в усіх європейських аеропортах	Для перевірки не потрібно відкривати пляшку (або яку-небудь іншу тару): сканер проводить мультиспектральний аналіз (фактично рентген) крізь скляні, пластикові або металеві упаковки. По закінченню перевірки сканер видає тільки один результат - позитивний чи негативний, тим самим виключаючи з прийняття рішення людський фактор.

Впровадження інновацій все більше розглядається аеропортами як єдиний спосіб підвищення конкурентоспроможності, підтримки високих темпів розвитку та рівня дохідності. Використання інноваційних технологій в

розвитку аеропортів збільшують обсяги перевезень з часом виходу інновації на ринок.

Технічний прогрес – від терміналу до злітно-посадкової смуги має принципове значення для майбутнього аеропортів по всьому світу. Інновації, які позиціонувалися як щось недосяжне (доступ щодо інформації про рейси через біологічно вбудовану електроніку; програмне забезпечення для розпізнавання осіб) тепер близькі до того, щоб стати реальністю. Інноваційна інженерна інфраструктура – це необхідна умова розвитку транспортних мереж для обслуговування глобальних заходів. Щодо окупності інноваційних технологій, то їх терміни дуже різні. Наприклад, щодо енергоефективності, то окупність знаходиться в прямій залежності від вартості енергоресурсів і робочої сили. Впровадження інноваційних технологій в аеропортах має важливе значення, оскільки збільшує ефективність та конкурентоспроможність аеропорту: скорочення об'ємів обслуговування, енергозбереження, більш швидку посадку, скорочення викидів вуглекислого газу в атмосферу тощо.

## 1.6 Основні методи прогнозування енергоспоживання аеропортів

У класичному енергоменеджменті вважається, що прогнозування — це метод, в якому використовуються як накопичений в минулому досвід, так і поточні припущення відносно майбутнього в цілях його визначення. В результаті отримують картину майбутнього, яку можна використовувати як основу в процесі планування. Прогноз в управлінні являє собою розробку моделей розвитку керованого об'єкта.

Показники прогнозу (числові характеристики об'єкта, обсяги і терміни робіт і т. п.) мають ймовірнісну природу. На основі прогнозів здійснюється передбачення і приймаються управлінські рішення.



Мета прогнозування — отримати науково обґрунтовані варіанти тенденцій розвитку (зміни) керованого об'єкта (показників його стану) в часі і просторі. Джерелами інформації для прогнозів являються вербальні і письмові тексти, що отримуються в процесі комунікацій між людьми або у відкритому друці. Інформацію з відкритого друку отримують, використовуючи методи: структурно-морфологічний, визначення публічної активності, виявлення груп патентних документів, аналізу показників, термінологічного і лексичного аналізу, які будуть розглянуті далі.

Для прогнозування в практичній діяльності застосовуються різні кількісні і якісні методи.

Кількісні методи базуються на інформації, яку можна отримати, на основі вивчення тенденцій зміни параметрів або маючи статистично достовірні залежності, що характеризують виробничу діяльність об'єкта управління. Як приклади таких методів можуть виступати: аналіз тимчасових рядів, каузальне (причинно-наслідкове) моделювання.

У основу якісних методів покладені експертні оцінки фахівців в сфері прийняття рішень: наприклад, методи експертних оцінок, висновок, моделі очікування споживача (опитування клієнтів).

Складні об'єкти прогноуються з використанням різних кількісних і якісних методів. Наприклад, прогноз економічної кон'юнктури (сукупність ознак, що характеризують стан економіки в певний період) базується на прогнозах у сфері обмежень по захисту навколишнього середовища, міжнародної торгівлі, попиту на продукцію, пропозиції продукції та їх співвідношень. При цьому кожний з вказаних прогнозів, у свою чергу, ґрунтується на проміжних прогнозах різних процесів. Відпрацьованими методами прогнозування економічної кон'юнктури є: "мозкова атака", метод Дельфі, екстраполяції тенденцій, морфологічний аналіз, імітаційне динамічне моделювання, структурний аналіз і ін. Однак існують і інші класифікації методів прогнозування, які визначені особливостями прогнозів (таблиця 1.6).

Цілі, час, умови прогнозу і специфіка його вироблення визначають комплекс методів і прийомів прогнозування. При цьому різні методи можуть використовуватися в розробці різних прогнозів.

Приведемо коротку характеристику методів прогнозування, які використовуються частіше за інших, із вказівкою джерел, в яких їх суть викладена в розгорненому вигляді (таблиця 1.6).

Таблиця 1.6 - Класифікація прогнозів

Класифікаційна ознака	Роль і місце прогнозу в управлінському рішенні
1	2
цільовий	Визначення можливості реалізації цілі управління. Дозволяє уточнити ціль організації і сформулювати її місію. Визначаються критерії досягнення мети
пошуковий	Виявлення закономірних тенденцій у розвитку керованого об'єкта. Встановлення стану прогнозованого об'єкта в сьогоденні і майбутньому. Враховується в процесі розробки стратегічних рішень
нормативний	Визначення шляху, етапів реалізації цілей управлінського рішення. На його основі рекомендується використовувати відповідні методи управління: планові, програмні і т. п.
програмний	Дослідження впливу чинників на різних етапах досягнення мети організації. Формулювання гіпотези взаємовпливу різних факторів на об'єкт прогнозування і визначення ймовірнісних термінів досягнення проміжних цілей в процесі досягнення головної

Продовження таблиці 1.6

1	2
проектний	Отримання матеріалу, що забезпечує цільову спрямованість концепцій проектів, їхнього життєвого циклу, критеріїв оцінки інвестиційних проектів. Результати проектного прогнозу використовуються при розробці інвестиційних і фінансових рішень
Час (період) упередження	Оперативні, коротко-, середньо- і довгострокові прогнози, спрямовані на забезпечення, розробку, прийняття і реалізацію управлінських рішень: тактичних, оперативних і стратегічних
Умови взаємозв'язку факторів	Прогнози формуються з урахуванням детермінованих, ймовірнісних взаємозв'язків факторів і об'єкта прогнозування, а також невизначених умов. Умови визначають специфіку використання методів прогнозування і розробки прийняття рішення
Специфіка обробки інформації особою, що приймає рішення	Моделі прогнозування можуть бути описані за допомогою математичних залежностей (формалізовані, що дозволяють здійснювати прогнозування і прийняття рішення з використанням ЕОМ) або у вигляді письмових або усних текстів. Інформація, що переробляється (усвідомлено або неусвідомлено), визначає назву частини прогнозів і рішень, наприклад як інтуїтивні прогнози

При вирішенні задач прогнозування і прийняття рішень суттєвою проблемою є кількість і якість обробки необхідної інформації. Нижче

наведено декілька методів, що дозволяють особам, що приймають рішення мінімальними матеріальними і організаційними затратами наповнювати інформаційну базу даних.

Таблиця 1.7 - Коротка характеристика методів прогнозування

Область застосування	Призначення, вирішувані задачі	Особливості застосування
1	2	3
<b>Експертні методи</b>		
Економічна кон'юнктура. Розв'язання проблем науково-технічного прогресу. Розвиток об'єктів великої складності	Для об'єктів, розвиток яких не піддається предметному опису, математичній формалізації.	За експертними оцінками 7-9 фахівців. Вироблення колективної думки групи експертів. Потребує багато часу для опитування і обробки даних.
<b>Метод евристичного прогнозування</b>		
Науково-технічні об'єкти і проблеми, розвиток яких погано піддається формалізації	Знаходження оптимальних способів створення проєктованих систем (модернізованих). Прогнозування великих і складних систем.	Математичний апарат (метод) непридатний. Спеціально обробляються прогнозні оцінки об'єкта шляхом систематизованого опитування експертів у вузькій сфері науки, техніки, виробництва.

Продовження таблиці 1.7

1	2	3
Колективна генерація ідей		
Отримання блоку ідей з прогнозування і прийняття рішень	Визначення всього можливого кола варіантів розвитку керованого об'єкта. Визначення альтернативного кола чинників, що впливають на об'єкт прогнозу. Отримання сценарію розвитку об'єкта управління	Синтез об'єкта прогнозу, мультифакторний аналіз подій, аналіз подій зі сторони детермінуючих чинників
Морфологічний аналіз		
В умовах малого обсягу інформації про проблему, вивчається, отримання систематизованої інформації по всіх можливих варіантах її рішення	Прогнозування можливого результату фундаментальних досліджень. При відкритті нових ринків, формуванні нових потреб	Структурні взаємозв'язки між об'єктами, явищами і концепціями. Загальність припускає її використання повної сукупності знань про об'єкт. Необхідною вимогою є повна відсутність попередніх думок.

Продовження таблиці 1.7

1	2	3
Прогнозні графи і "дерево рішень"		
Структурне прогнозування (знаходження розв'язання проблеми при збереженні функцій, але зміною структури об'єкта)	Прогноз розвитку об'єкта в цілому. Формулювання сценарію досягнення прогнозованої мети, рівня мети, критерію	Вибір графи, що визначається сутністю відносин, які вона повинна виразити
Математичні методи параметричного прогнозування		
Визначення тенденцій розвитку об'єктів, що мають кількісні статистичні дані, які характеризують їх минулий і сьогоdnішній стан	Задачі прогнозої екстраполяції	Можуть застосовуватися: * за умов, коли вихідні статистичні дані відповідають вимогам, пред'явленим де конкретних математичний методів; * за наявності кількісної інформації;
	Задачі методу найменших квадратів	Застосування можливе, якщо за час упередження функціональна структура об'єкта прогнозування не змінюється (можуть змінюватися тільки значення параметрів)

Продовження таблиці 1.7

1	2	3
Прогноз процесів, динаміка яких містить коливальні або гармонійні складові	Спектральний аналіз	До об'єкта прогнозування відносяться: - сезонні коливання попиту; - макроекономічні процеси; - енергоспоживання
Максимально можливий облік і сукупності змінних, що характеризують об'єкт і їх взаємозв'язки	Факторний аналіз	Являє собою розділ математичної статистики і включає велику кількість методів
Прогнозування за аналогією		
Розв'язання проблемних ситуацій, звичних для осіб, що приймають рішення	рішення ситуаційних управлінських задач	Використання методу за наявності аналогів об'єктів, процесів, ситуацій. Застосування методу вимагає спеціальних навичок.

Методи отримання інформації.

Існують різноманітні методи отримання інформації. Коротко охарактеризуємо кожен з них.

Метод структурно-морфологічний. Призначений для виявлення внутрішнього складу предметної області, фіксації появи принципово нових розробок (ідей, технічних рішень і т. л.), що дозволяє обґрунтовано формулювати стратегію науково-технічного прогресу підприємства.

Метод визначення публікаційної активності. Потік документів, що відносяться до різних областей знань досить циклічний. Відстежуючи цикли, можна визначити стан розробки будь-якої проблеми в країні, на підприємствах і вжити заходи стосовно корекції стратегій науково-технічного прогресу в своїй організації.

Метод виявлення групи латентних документів. Будь-яка організація, як правило, патентує тільки ті ідеї, які мають практичну значущість для її розвитку і бізнесу. Вивчаючи патенти-аналоги провідних фірм, можна виявити спрямованість їх діяльності і рівень розв'язання ними проблеми, що цікавить Вас.

Метод показників. Кожна технічна система характеризується набором показників, які модернізуються, що знаходить відображення в документах. Аналізуючи динаміку зміни характеристик показників цієї системи, можна зробити висновок про тенденції її розвитку.

Метод термінологічного і лексичного аналізу. В умовах розвитку різних областей знань відбувається природна зміна термінологічного апарату. Лексичний аналіз текстів (прочитаних або почутих) дозволяє виявити на ранньому етапі зародження принципів інновацій і спрогнозувати дії своєї організації.

Точність і перевірка прогнозів. Точність і перевірка прогнозів — важливий аспект прогнозування. Прогнозування майбутніх значень на регулярній основі ускладнюється важкою природою змінних. Саме тому необхідно включити в прогноз показник можливого відхилення значення змінної. Необхідність вибору еталону точності визначається:

- різними показниками прогнозів, що отримуються;
- потребою мати в прогнозі декілька показників;
- важливістю контролю помилок прогнозу (в порівнянні з еталоном).

Помилка (П) в прогнозі означає різницю між фактичним і спрогнозованим значеннями:



$$П = ФЗ - ПП, \quad (1.1)$$

де  $ФЗ$  — фактичне значення;  $ПП$  — прогноз.

Помилка позитивна, якщо прогноз занижений, і негативна, якщо він завищений. Помилки в прогнозі впливають на рішення при виборі різних варіантів прогнозу і на результат використання того або іншого методу прогнозування.

Обчислення точності прогнозу. Визначити помилку у вчисленому значенні прогнозу неможливо, оскільки невідомо його дійсне значення. Однак існує ймовірність того, що помилка обчисленого прогнозу не перевищить деяку величину або максимальну помилку прогнозу, яку можна очікувати із заданою ймовірністю:

математичне очікування ( $МО$ ):

$$МО = \frac{\sum |ДЗ - ПП|}{n} \quad (1.2)$$

де  $ДЗ$  — дійсне значення.

середньоквадратичне відхилення ( $СКВ$ ):

$$СКВ = \frac{\sum |ДЗ - ПП|^2}{n - 1} \quad (1.3)$$

Контроль прогнозу. Контроль прогнозу здійснюється порівнянням помилок прогнозу із заздалегідь визначеними значеннями (межами). На практиці контроль здійснюється за допомогою розрахунку відношення сукупної помилки прогнозу до відповідного значення  $МО$  і використовується для спостереження за прогнозом:

$$ПВ = \frac{\sum |ДЗ - ПГ|}{МО} \quad (1.4)$$

де  $ПВ$  — показник відхилення.

Значення показників відхилення порівнюються із межами значень показників, що засновані на судженнях і досвіді.

Згідно теорії ймовірності з урахуванням нових законів розсіювання, відхилення випадкової величини від центру групування не перевищує трьох середніх квадратних відхилень. З урахуванням цього значення показника відхилення повинне знаходитися в межах  $\pm 4$ , що відповідає межам трьох стандартних відхилень.

Використання контрольних графіків. Графік передбачає установку верхніх і нижніх меж для окремих помилок прогнозу (замість сукупних помилок, як у випадку з показником відхилення). Ці межі кратні квадратному кореню із СКВ.

Графічне відображення помилок з використанням контрольної діаграми інформативно і наглядно представляє відхилення, що виходять за встановлені межі.

Вибір методу прогнозування. Вибір методу прогнозування значно покращує якість прогнозу, оскільки:

- забезпечує функціональну повноту, достовірність і точність прогнозу;
- зменшує тимчасові і матеріальні витрати на прогнозування. На вибір методу прогнозування впливають:
  - сутність практичної проблеми, що підлягає розв'язанню;
  - динамічні характеристики об'єкта прогнозування у ринковому середовищі;
  - вид і характер наявної інформації, типове уявлення про об'єкт прогнозування;
  - комбінація фаз життєвого, ринкового циклу товару або послуги;

- період попередження і його співвідношення із передбачуваною тривалістю ринкового, життєвого циклу, циклу розробки або модифікації товару, послуги;

Всі перераховані чинники повинні розглядатися в системній єдності, лише несуттєві можуть виключатися з розгляду. Той, хто прогнозує внаслідок передпрогнозних досліджень повинен структурувати інформацію про об'єкт прогнозування, проаналізувати її і, вибравши, залишити ту, що відповідає умовам прогнозу. При підготовці рішення про вибір методу прогнозування рекомендується виділити ті, що можливо застосовувати до умов даного завдання. Ті, що застосувати не можна, виключаються. На практиці ж, вибираючи метод прогнозування, рекомендується враховувати два найбільш важливих чинники — затрати і точність. Слід з'ясувати, скільки грошей виділено на підготовку прогнозу, яка можлива ціна спрогнозованих помилок і вихід. Найкращий прогноз, як правило, є оптимальною комбінацією точності і вартості.

При виборі методу прогнозування потрібно враховувати:

- наявність статистичних даних за необхідний період;
- компетентність прогнозіста, наявність ВОТ;
- час, що необхідний для збору і аналізу інформації. У ряді випадків для отримання незалежних прогнозів використовуються одночасно декілька методів. Вимоги до прогнозів:

- своєчасність, певною мірою точності і визначеності інших показників;
- надійність, що виражено в знакових одиницях (доларах, одиницях продукції, обладнанні, кваліфікації персоналу і т. п.) і зафіксована на папері.

## 2 АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ КП «МІЖНАРОДНИЙ АЕРОПОРТ ЗАПОРІЖЖЯ»

### 2.1 Енергоефективність аеропорту

Для підвищення енергоефективності функціонування аеропортів за концепцією «місто-аеропорт» проведено систематизацію аеропортів за ознаками. Згідно із запропонованим якісним критерієм масштабування аеропортів по чисельності пасажирів та відповідними значеннями кількісних критеріїв визначені чотири типи «міста- аеропорту». Розкрити головні чинники впливу на енергоспоживання аеропортів, на підставі яких зроблено класифікацію енергоефективних аеропортів за критерієм питомого показника добової завантаженості аеропорту пасажирями. Запропоновано використовувати визначені методологічні підходи та узагальнений існуючий досвід з енергоефективних проектів під час впровадження енергетичного менеджменту в аеропортах України.

Збільшення використання авіаційного транспорту, що останнім часом спостерігається у всьому світі, призводить до посилення навантаження на аеропорти, аеродроми та інші об'єкти наземної інфраструктури, та, як наслідок, на зростання споживання енергетичних ресурсів. Упродовж останніх років у транспортній сфері країн ЄС-28 саме авіаційний транспорт став найбільш швидкозростаючим сектором за показником кінцевого споживання енергії, який у 2011 р. склав приблизно 51 млн. т. н. е.

Традиційно частку авіації в глобальному обсязі викидів CO<sub>2</sub> оцінюють близько 2%, однак ця оцінка не відображує внеску в обсяг викидів, що утворюються внаслідок споживання електричної енергії та тепла спорудами аеропортових комплексів та наземними службами. Вже зараз великі аеропорти - штучно створені населені середовища - мають ознаки реального міста, специфікою якого є надання як авіаційних, так і неавіаційних послуг.

Існуюча статистична оцінка не відокремлює дані стосовно споживання власно наземних споруд аеропортів та аеродромів, однак на рівні попередніх оцінок сучасні аеропорти за рівнем енергоспоживання дорівнюють до малих міст [1-3].

Сучасні тенденції розвитку авіаційної галузі відображає запропонована у [4] концепція «місто-аеропорт», яка розширює спектр аеропортової діяльності. Це суттєво вплине на рівень енергоспоживання аеропортів, тому реалізація даної концепції у контексті енергетичної ефективності потребує нових методологічних підходів у систематизації та класифікації аеропортів за ознаками міста, які є частиною навколишніх урбанізованих територій.

Основною задачею аеропортів як багатофункціональних транспортних підприємств є забезпечення злітно-посадкових операцій повітряних суден, їх наземне обслуговування, прийом і відправлення пасажирів, багажу, пошти і вантажів; а також створення необхідних умов для функціонування авіакомпаній, державних органів регулювання авіаційної, митної та іншої діяльності. Значні за обсягами пасажиропотоки та вантажні перевезення, які виконуються підприємствами цивільної авіації, призводять до того, що за рівнем споживання енергії великі аеропорти (пропускна спроможність понад 1500 пас/год) дорівнюють до міських поселень.

Розвиток світового ринку авіатранспортних послуг, що сприяє економіці сучасних аеропортів, призводить до того, що аеропорти починають розширювати функції і надають послуги, що виходять за рамки забезпечення лише основної їх задачі - місця перебування пасажирів. Розширення функції ускладнює визначення енергоспоживання об'єктів та служб, призначення яких розрізняється за видом їх аеропортової діяльності на авіаційне та неавіаційне. Тому системна інтеграція низьковуглецевої політики в аеропортову діяльність та проведення

адекватної і цілісної оцінки зменшення енергетичних витрат та викидів CO<sub>a</sub> потребує застосування відповідного методологічного інструментарію.

Світова практика свідчить, що найкращим вирішенням цієї проблеми є впровадження в аеропортах систем енергетичного менеджменту (СЕМ) за вимогами стандарту 180 50001:2011 «Системи енергетичного менеджменту - вимоги та керівництво щодо застосування». СЕМ можуть охоплювати об'єкти як наземної інфраструктури терміналів і аеродромів авіаційного призначення, так і об'єкти аеропортів та прилеглих до них територій, які забезпечують неавіаційний сервіс, пов'язаний з обслуговуванням пасажирів (магазини, ресторани, готелі тощо). Оскільки методологія побудови СЕМ дозволяє визначити цільові заходи з енергозбереження, виміряти та задокументувати конкретні річні обсяги скорочення енерговитрат, це сприятиме системному підвищенню енергоефективності «міст-аеропортів» за найбільш вагомим потенціалом енергоефективності.

Яскравим прикладом втілення засад енергетичного менеджменту в контексті концепції «місто-аеропорт» є вільна економічна зона. Для аеропорту, що обслуговує більше 120 авіаліній та здійснює упродовж року авіаперевезення близько 60 млн. пасажирів, напрямком неавіаційної діяльності є економічно привабливим. За ознаками міста БАЕ2А можна охарактеризувати як невелике внутрішнє містечко, яке створено на території аеропорту з площею близько 1,2 млн. м<sup>2</sup> із розгалуженою інфраструктурою, що нараховує більш ніж 1600 компаній. Оскільки пріоритетом аеропорту є сталий розвиток, досягнення якого передбачає всебічне підвищення енергоефективності за усіма видами діяльності 19-14-337 аеропортів, тому СЕМ було побудовано за напрямком неавіаційний діяльності. У 2012 р. БАЕ2А отримала сертифікат стандарту 180 50001 завдяки зменшенню на 8% споживання енергії у будівлях.

Для визначення масштабу управлінських, організаційних і технічних рішень енергетичного менеджменту при впровадженні в аеропортах СЕМ у

рамках концепції «місто-аеропорт» необхідно систематизувати за ознаками міста та класифікувати енергоефективні аеропорти за типами.

Систематизація аеропортів за ознаками міст. З точки зору містобудівної ситуації аеропорти можна розглядати не тільки як наземну частину авіаційної транспортної системи, але й як невеликі міста, які є критичними вузлами економічної діяльності у глобальних, національних і місцевих транспортних мережах [2-3, 5-6].

Для систематизації аеропортів необхідно обрати відповідні якісні та кількісні критерії, які є характерними ознаками міст. Слід зазначити, що у методологічному аспекті в Європі, як і в Україні, немає узгодженої основи при визначенні поняття «місто» та «урбанізована територія» і кожна країна має свої власні критерії. У більшості випадків критерії включають чисельність населення і щільність, але є також випадки використання функціональних критеріїв, які мають міські функції, пов'язані з економікою регіону [5-7]. В Україні міські та сільські поселення проектується як елементи єдиної системи розселення з урахуванням територіально-адміністративного поділу, соціально-економічного і природно-містобудівного районування; залежно від проектної кількості населення на розрахунковий період поділяються на наступні групи: найзначніші (крупніші), значні (крупні), великі, середні та малі.

Систематизацію аеропортів за ознаками міст у відповідності до обраних якісних та кількісних критеріїв наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Класифікація аеропортів за величиною

Типи «міст-аеропортів»	Кількість пасажирів (тис.)
Малі	до 25
Середні	25-50
Великі	50-100
Урбанізовані території	100-250

Якісним критерієм масштабування «міста-аеропорту» за типом була обрана чисельність пасажирів. Значення кількісних критеріїв були обрані з урахуванням рекомендацій [5-7] для визначення міст та урбанізованих територій.

Систематизація дозволила визначити чотири типи «міст-аеропортів». Специфіка масштабування аеропортів полягає в тому, що тип «міста» пов'язаний з кількістю пасажирів, що обслуговується в аеропорту за добу.

Класифікація енергоефективних аеропортів за типами. Головними чинниками впливу на завантаженість інфраструктурних елементів аеропорту та, як наслідок, на рівень енергоспоживання є обсяги авіап перевезень пасажирів і вантажів та кількість авіакомпаній, що обслуговуються в аеропорту. Енергоефективність аеропортів та результативність впровадження в них енергетичного менеджменту потребує наявності офіційно підтвердженої та оприлюдненої інформації щодо зменшення енергетичних витрат. Тому в якості об'єкта дослідження було обрано групу з 19 аеропортів світу, у яких СЕМ були сертифіковані на відповідність вимогам 180 50001:2011. Дана група аеропортів охоплює весь ряд можливих кількісних показників пропускної спроможності і, як наслідок, клас, величину та призначення аеропортів за ознакою внутрішніх або міжнародних перевезень.

Кількість авіаперевізників, що обслуговуються в зазначених аеропортах, знаходиться у межах від 5 до 125 авіакомпаній. Але ця величина не завжди корелює із завантаженістю аеропорту пасажирями. Тому для проведення класифікації зазначених аеропортів за типом «міста - аеропорту» в якості базової характеристики аеропорту було обрано обсяг пасажирських авіап перевезень. Ця характеристика дозволяє визначити питомі показники, необхідні для класифікації аеропортів за ознаками міст. Як можна побачити, питомий показник завантаженості аеропортів упродовж року знаходиться в межах від майже 400 тис до 60 млн. пасажирів. Але важливим у контексті енергоспоживання «міста-аеропорту» є добова завантаженість. Саме цій



питомий показник задається як величина, що еквівалентна кількості населення у місті при визначенні типу «міста-аеропорту». Розраховані значення добових обсягів авіаційних перевезень пасажирів для обраної групи аеропортів наведено на рисунку 2.1.

Спектр розрахованих значень добових обсягів перевезень дуже широкий і має найменшу величину близько 1 тис. пасажирів на добу, а найбільшу - близько 160 тис. пасажирів на добу. Кореляція значень добових обсягів із кількісними критеріями запропонованої систематизації свідчить, що майже 40% належать до малих «міст-аеропортів», середні та великі складають приблизно по 30%. Оскільки усі обрані аеропорти отримали сертифікат 180 50001:2011, це свідчить, що впровадження СЕМ можливо в усіх чотирьох типах «міст-аеропортів».

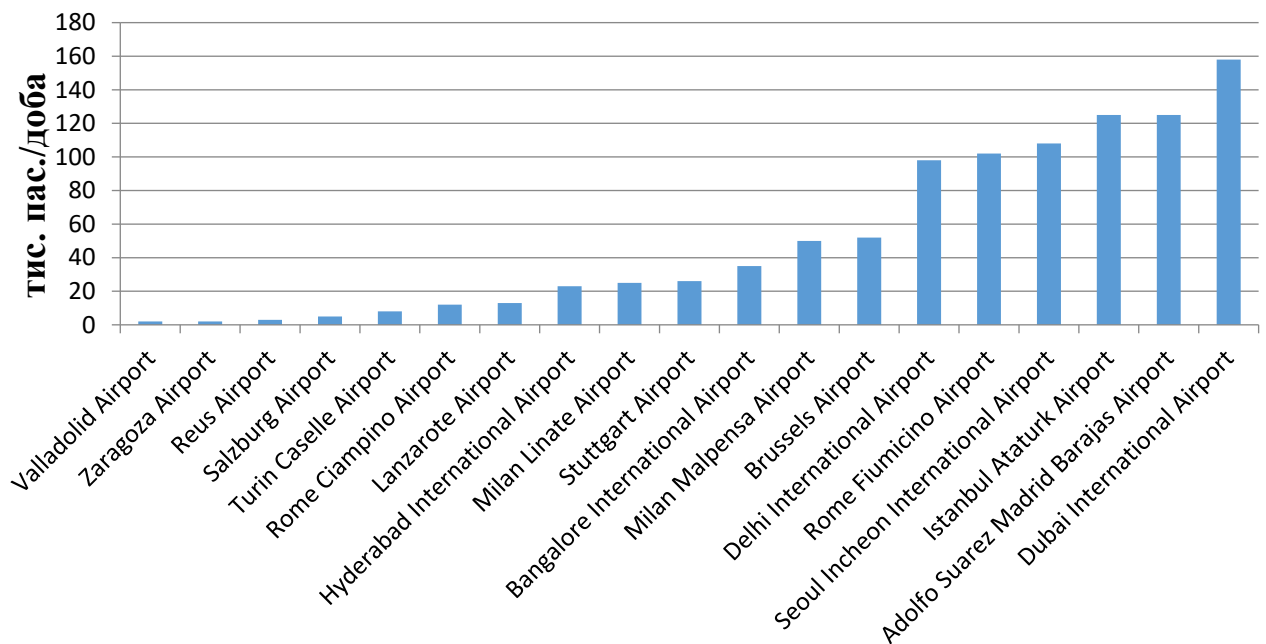


Рисунок 2.1 - Добові обсяги авіаційних перевезень пасажирів

Розвиток ринку авіаперевезень України призведе до відчутного зростання рівня викидів CO<sub>2</sub>, з боку об'єктів інфраструктури авіаційної галузі. Вітчизняні аеропорти мають великий потенціал енергозбереження та потребують впровадження СЕМ. Вирішення питань енергоефективності на

рівні муніципальних утворень для України не є новим, існує досвід реалізації упродовж останніх десятиліть низки інвестиційних проектів з енергозбереження в адміністративних і громадських будівлях бюджетної сфери м. Києва, у житловому секторі мм. Ужгород, Рівне, Львів, у системі централізованого теплопостачання м. Марганця тощо. Поєднання цього досвіду із запропонованими методологічними підходами може бути доцільним у питаннях підвищення енергоефективності аеропортів України.

Для підвищення енергоефективності функціонування аеропортів за концепцією «місто-аеропорт» проведено систематизацію аеропортів за ознаками міста. Згідно із запропонованим якісним критерієм масштабування аеропортів по чисельності пасажирів та відповідними значеннями кількісних критеріїв визначені чотири типи «міста-аеропорту». Розкриті головні чинники впливу на енергоспоживання аеропортів, на підставі яких зроблено класифікацію енергоефективних аеропортів за критерієм питомого показника добової завантаженості аеропорту пасажирями. Визначені методологічні підходи та узагальнений існуючий досвід з енергоефективних проектів сприятимуть впровадженню СЕМ в аеропортах України.

Споживачі електроенергії аеропорту розділяють на наступні групи споживачі, що безпосередньо забезпечують польоти літаків, радіозасоби і світлосигнальне устаткування систем посадки літаків, засоби навігації і радіолокації, контролю і УПР, об'єкти зв'язку і метеослужби;

1) електросилове устаткування пасажирських, службових і виробничих будівель, установок технічного обслуговування літаків на місцях стоянок і перонів;

2) внутрішні освітлювальні установки пасажирських, службових і виробничих будівель і споруджень аеропортів, житлових будинків і комунальних будівель;

3) зовнішнє освітлення доріг, проїздів, площ, місць відстою літаків, перону, складів, охоронне освітлення.

За родом струму [13] споживачі аеропортів поділяють на три групи:

- 1) від мережі змінного струму промислової частоти 50 Гц ,  
напругою 12 - 380 В, 6 - 10 кВ;
- 2) від мережі змінного струму підвищеної частоти 400 Гц, напругою  
115В;
- 3) від мережі постійного струму напругою 6 - 220 В.

## 2.2 Опис та аналіз споживання енергії КП «Міжнародний аеропорт Запоріжжя»

Розподіл потужності, що споживається за типами споживачого обладнання аеропорту, яке належить відповідним структурним підрозділам, наведено в таблиці 2.2.

До найбільш енергоємних служб аеропорту є база експлуатації радіотехнічного обладнання і зв'язку (БЕРТОЗ) та служба організації пасажирських перевезень (СОП). Впродовж року БЕРТОЗ здійснює забезпечення польотів ПК і виробничої діяльності аеропорту засобами радіотехнічного забезпечення і зв'язку, а СОП призначена для якісної організації управління пасажирським перевезеннями (рисунок 2.2).

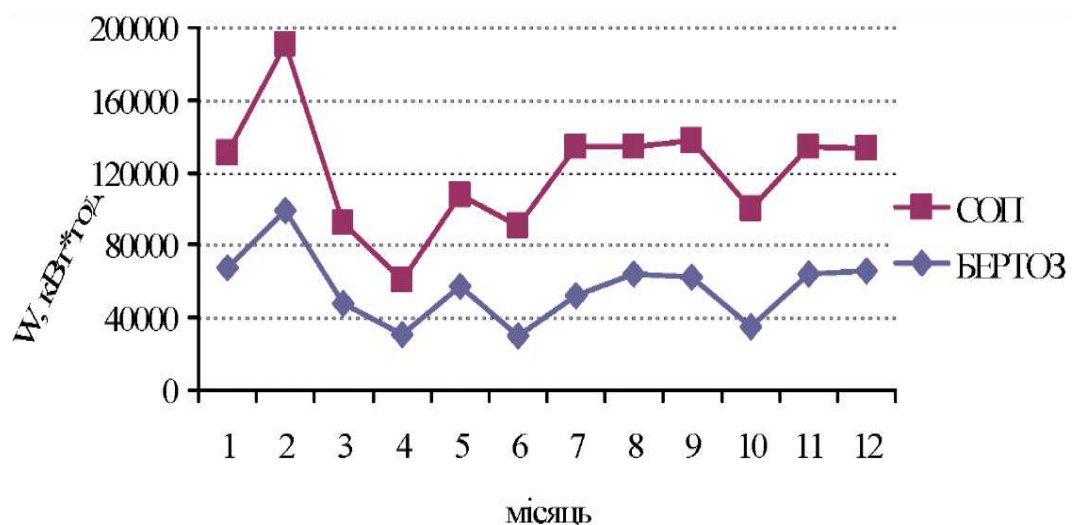


Рисунок 2.2 - Електроспоживання служб аеропорту

Таблиця 2.2 – Споживачі електроенергії

№ п/п	Тип енергетичного обладнання	Потужність, кВт	Частка, %
1	Енергогенеруюче обладнання	3136	100
2	Енергоспоживаюче обладнання	7789	100
Технологічне обладнання		2995	38,4
3	Радіотехнічні засоби	278	3,6
	Світлосигнальні засоби	1358	17,4
	Електрозварювання	112	1,4
	Інші техпроцеси	1247	16
Електропривід		3150	40,5
4	Металообробка	253	3,3
	Виробництво холоду	342	4,4
	Вентиляція та конденсація	718	9,2
	Перекачування питної води	33	0,4
	Каналізація та очищення вода	209	2,7
	Виробництво та передача тепла	839	10,7
	Перекачування палива	81	1,1
	Паливо заправлення	675	8,7
Системи освітлення		1644	21,3
5	Зовнішні системи освітлення	840	11,7
	Внутрішні системи освітлення	804	11,2

Графічно структура електроспоживання представлена на рисунку 2.3 та 2.4.

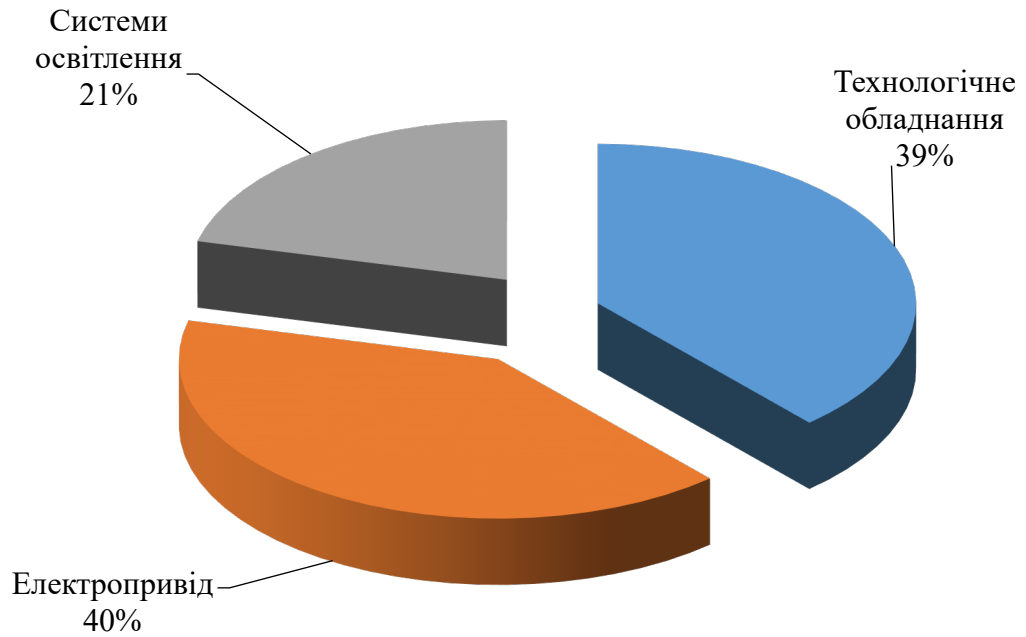


Рисунок 2.3 – Структура електроспоживання підприємства

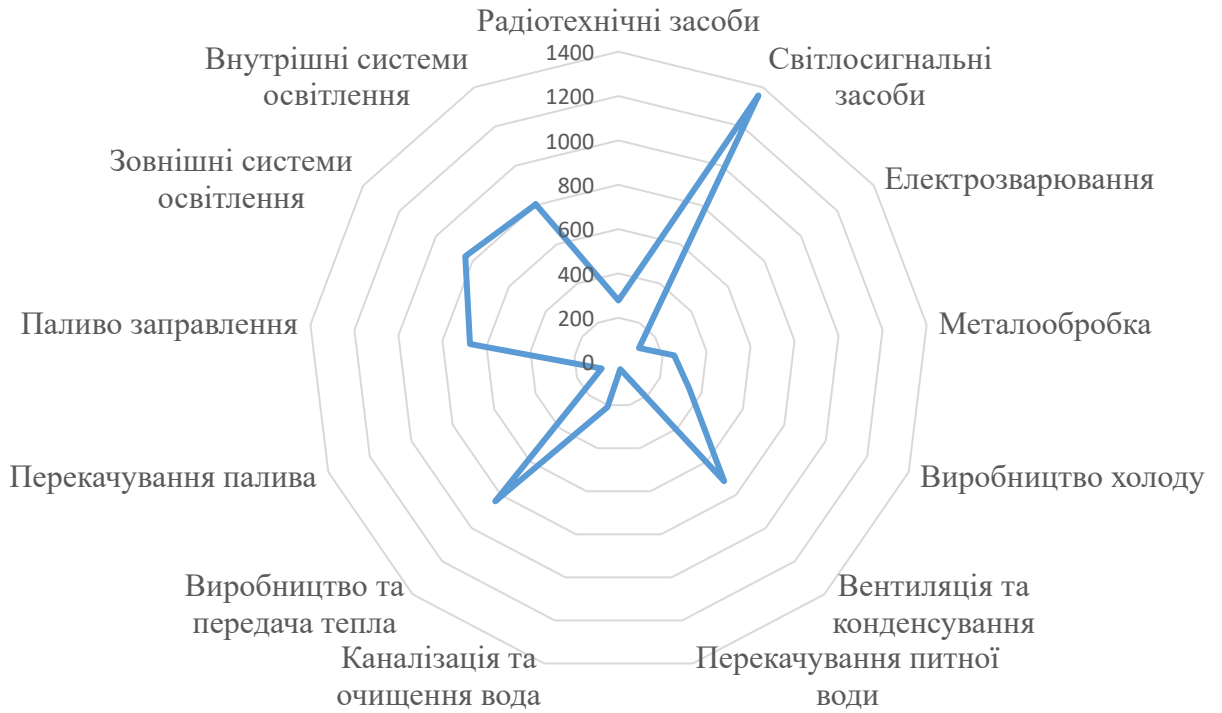


Рисунок 2.4 - Споживання електричної енергії за групами споживачів

Реалізація політики економії ПЕР вимагає добре налагодженого механізму економічної оцінки досягнутого ступеня ефективності їх використання на всіх рівнях господарювання - окремих підприємств, регіонів тощо.

### 2.3 Можливості підвищення ефективності електроспоживання підприємства

Проведено аналіз системи електроспоживання аеропорту і виділено наступні потенційно можливі заходи з підвищення ефективності електроспоживання:

1. Оптимізація роботи системи світлосигнального обладнання в залежності від наявності прильотів / вильотів повітряних суден.
2. Зниження втрат е/е за рахунок більш рівномірного розподілу однофазних споживачів по фазах 3-х фазної мережі живлення
3. Переклад в резерв одного трансформатора в весняно-літній період на ТП-15, 17, 20,21,31
4. Установка освітлювального обладнання з заміною ламп розжарювання на енергозберігаючі та дросельних ПРА на електронні
5. Встановлення 2-х частотних регуляторів на мережеві насоси в котельні ВИАЛ
6. Заміна традиційних обігрівачів в приміщенні на інфрачервоні (ТП-3А)
7. Встановлення ЧРП на двигун насоса системи ХВП
8. Заміна традиційних електронагрівачів в приміщеннях обладнання свердловин системи ХВП на ІК нагрівачі
9. Оптимізація роботи електроосвітлення приміщень загального користування з нерегулярним перебуванням людей

10. Заміна дросельних ПРА люмінесцентних ламп на електронні ПРА
11. Установка частотного перетворювача на насосі 5,5 кВт в котельні КСВ
12. Установка частотного перетворювача на мережевому насосі 45 кВт в котельні КСВ
13. Застосування АСКОЕ на підприємстві.

#### 2.4 Прогнозування обсягу споживання електричної енергії світлосигнальним обладнанням аеропорту

Зменшення споживання електричної енергії є одним із дієвих шляхів забезпечення економічно-ефективної діяльності аеропортів. Виходячи з цього, прогнозування електроспоживання є одним із найважливіших етапів управління ефективним використанням енергетичних ресурсів на підприємствах, оскільки напрями управляючих дій зручно обирати на основі отриманих прогнозів можливих змін кількісних характеристик. Прогнозування електроспоживання може здійснюватись на основі різних методів. Від вибору оптимального методу прогнозування залежить забезпечення раціонального споживання електричної енергії об'єктами аеропорту на певний період та дієвість управління споживання електричної енергії аеропортів, що підтверджує актуальність обраної теми дослідження та її практичну значущість для енергозбереження системи аеропортів України.

Метою дослідження є застосування моделі прогнозування споживання електричної енергії світлосигнального обладнання аеропорту.

— на основі аналізу існуючих методів прогнозування розробити математичну модель прогнозування обсягу споживання електричної енергії об'єктів аеропорту;

- дослідити специфічні особливості світлосигнального обладнання (ССО), їх технічних характеристик та режимів роботи;
- здійснити апробацію математичної моделі на відповідних статистичних даних аеропорту КП «Міжнародний аеропорт Запоріжжя».

Проблемам прогнозування споживання електричної енергії присвячені численні наукові праці вчених практиків [1 - 4]. Наявні джерела вказують на те, що вдосконалення апарату прогнозування споживання обсягу електричної енергії для конкретного підприємства є актуальним.

В процесі управління певним явищем, — дієвим інструментом є прогнозування поведінки цього явища. Тому, на сьогодні, одним з найактуальніших класів математичних моделей є клас прогнозних моделей.

Проаналізувавши методи прогнозування [5, 6], прийнято рішення, що для коректного вибору найбільш притаманного способу моделювання для досліджуваної проблеми необхідно розробити сценарій отримання прогнозу. В процесі дослідження сценарій передбачав наступний план дій:

- збір та фільтрація необхідної вхідної інформації, які впливають з мети даного прогнозу і способів його практичного застосування, термінів на отримання остаточних прогнозних значень; дослідження задач із подібною постановкою і методів розв'язання їх за допомогою застосування прогнозних моделей; ґрунтовне вивчення умов, які впливають на якість прогнозної моделі;
- обрання науково обґрунтованої методології, що передбачає висвітлення загального підходу та причин, що сприяли вибору вказаної методології, обраних методів, систему припущень і обґрунтування механізму розрахунку прогнозних значень з доведенням несуперечності вказаним припущенням;
- вибір прогнозного показника та форми його задання, гіпотетична оцінка очікуваних результатів та їх корисності;



— визначення степені інформаційної невизначеності розв’язуваної задачі, задання точності розв’язків. У загальному випадку однією з особливостей прогнозних моделей є рекурсивність.

Зміст рекурсивності заключається в тому, що по мірі надходження нових даних, оновлюється статистична база прогнозної моделі і використовуючи «передісторію» перераховуються оцінки всіх параметрів моделі.

Отже, пропонується математична модель прогнозування обсягу споживання електричної енергії світлосигнального обладнання аеропорту для подальшого використання в процесі управління ефективністю авіапідприємств, побудована на основі кореляційно-регресійного аналізу.

Техніко-економічні показники роботи споживачів підрозділів аеропорту залежать від великої кількості різних факторів, що впливають на обсяги споживання електроенергії. Приймачі електричної енергії аеропортів відрізняються різноманітністю [7—9]. Це освітлювальні, нагрівальні установки, електродвигуни та радіоапаратура, система автоматики та обчислювальні машини, різноманітне технологічне устаткування тощо. Всі вони мають різні потужності, режими роботи, категорії і висувають різні вимоги до якості електроенергії.

Характерною рисою такої інформації є її ймовірнісна природа. Об’єктивний вибір факторів та точність їх значень залежать від рівня освідченості щодо аналізуючого об’єкту. Тому будь-який показник, з припущенням нормальності його розподілу, має задаватись принаймні двома величинами: математичним очікуванням та дисперсією. Наявність середньоквадратичної помилки спричиняє появу зони невизначеності у вихідній інформації і, як наслідок цього, у результатах проектно-планових рішень. Від якості прогнозування на рівні підприємств залежить величина собівартості їх продукції, а отже, і показники ефективності їх роботи.

Використання результатів прогнозу електроспоживання для авіапідприємств і аеропортів, в тому числі, дозволяє в подальшому управляти наступними показниками:

- зниження рівня штрафів за недостатню, або надлишкову оцінку прогнозування споживання електричної енергії на майбутній період;
- зменшенням розриву між запланованими та фактичними значеннями обсягу електричної енергії.

Прогнозування з використанням кореляційно-регресійних методів [5, 10 - 12] передбачає знаходження математичних залежностей, які описують статистичний зв'язок одного показника з іншим (парна кореляція), із групою інших (множинна кореляція) або між значеннями одного показника (автокореляція). Ці методи ґрунтуються на теорії статистичного моделювання.

Для отримання загальної лінійної багатофакторної прогновної моделі був використаний класичний метод найменших квадратів.

У статистиці лінійна регресія — це метод моделювання залежності між скаляром  $y$  та векторною (у загальному випадку) змінною  $X$ . У випадку, якщо змінна  $X$  також є скаляром, регресію називають простою.

При використанні лінійної регресії взаємозв'язок між даними моделюється за допомогою лінійних функцій, а невідомі параметри моделі оцінюються за вхідними даними. Подібно до інших методів регресійного аналізу лінійна регресія повертає розподіл умовної імовірності  $y$  в залежності від  $X$ , а не розподіл спільної імовірності  $y$  та  $X$ , що стосується області мультиваріативного аналізу.

При розрахунках параметрів моделі лінійної регресії як правило застосовується метод найменших квадратів, але також можуть бути використані інші методи. Так само метод найменших квадратів може бути використаний і для нелінійних моделей. Тому МНК та лінійна регресія хоч і є тісно пов'язаними, але не є синонімами.

Загальний вид багатofакторної лінійної регресійної моделі був вибраний наступним чином:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_mx_m + u,$$

де  $y$  — залежна змінна;  $x_1, x_2, \dots, x_m$  — незалежні змінні;  $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_m$  — параметри моделі;  $u$  — випадкова складова регресійного рівняння.

При цьому враховувались наступні передумови:

1) кожне значення випадкової складової рівняння  $u_i$ , ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) є випадковою величиною і математичне очікування залишків  $u_i$  дорівнює нулю:

$$M(u) = 0; \quad (2.1)$$

2) компоненти вектора залишків некорельовані (лінійно незалежні) між собою і мають сталу дисперсію:

$$M(u^T u) = s^2 E; \quad (2.2)$$

3) пояснюючі змінні (регресори, фактори моделі) некорельовані із залишками;

4) пояснюючі змінні некорельовані між собою.

Етапи прогнозування обсягу споживання світлосигнальним обладнанням аеропорту КП «Міжнародний аеропорт Запоріжжя» [13] електричної енергії можна звести в таблицю 2.3.

На етапі статистичного аналізу та побудови емпіричної моделі процесу електроспоживання здійснювалась повномасштабна статистична обробка електроспоживання, яка включала взаємопов'язані процедури. Дані процедури дозволили впорядковувати інформацію, виявити в динаміці і

наочно представити об'єкти з аномальним електроспоживанням, ефективно здійснювати прогнозування електроспоживання окремими об'єктами та всього комплексу в цілому.

Таблиця 2.3 - Етапи прогнозування обсягу споживання електричної енергії

Назва етапу	Визначення
Етап 1	Вибір підходу, типу, форми моделі прогнозування (кореляційно-регресійна, багатофакторна, лінійна)
Етап 2	Вибір групи факторів впливу (регресорів) на обсяг споживання електричної енергії світлосигнального обладнання (регресанд)
Етап 3	Збір, аналіз, фільтрація та підготовка статистичних даних для побудови моделі
Етап 4	Побудова математичної моделі прогнозування обсягу споживання електричної енергії
Етап 5	Перевірка (оцінка) якості моделі. Перевірка присутності в моделі негативних явищ (наявність гетероскедастичності, мультиколінеарності, автокореляції)
Етап 6	Обчислення прогнозних значень $y_p$ за значеннями $x_{1p}, x_{2p}, \dots, x_{tp}$ , що перебувають за межами базового періоду та знайти межі довірчих інтервалів, індивідуальних прогнозованих значень і межі довірчих інтервалів середнього прогнозу

На етапі аналізу електроспоживання був здійснений збір даних про споживачів електроенергії підприємства. Це дозволило отримати розгорнуту картину електроспоживання, виявити об'єкти, які забезпечуються електроенергією з порушенням існуючих організаційно-технічних вимог, підготувати електронну базу даних для багатофакторного аналізу.

### 3 ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ СВІТЛОСИГНАЛЬНИМ ОБЛАДНАННЯМ НА ПРИКЛАДІ КП «МІЖНАРОДНИЙ АЕРОПОРТ ЗАПОРІЖЖЯ»

#### 3.1 Розрахунок прогнозованої величини споживання електричної енергії

Фактори впливу на обсяги споживання електричної енергії ССО представлені в таблиці 3.1. В моделі використовувались оброблені статистичні дані за період 2007—2017 роки.

Значення факторів представлені у відносних одиницях відповідно до методу експертних оцінок. В для отримання математичної моделі вхідні дані були зведені до однакової розмірності та з них була сформована наступна матриця (таблиця 3.2, 3.3).

Таблиця 3.1 - Фактори впливу на обсяги споживання електричної енергії світлосигнального обладнання аеропорту

Змінна	Сутність	Пояснення
1	2	3
$x_1$	кількість рейсів	кількість обслуговуючих рейсів є основним показником рентабельної роботи аеропорту
$x_2$	показник якості діючого ССО	за показник якості приймаємо технічні характеристики ССО. Важливою характеристикою успішності діяльності з енергозбереження є енергетична ефективність

Продовження таблиці 3.1

1	2	3
$x_3$	частота застосування ССО в залежності від метеоумов	режим застосування та тривалість ССО залежить, зокрема від розкладу повітряних суден (рейси у нічні та вечірні години) та метеоумов. Метеорологічні фактори відображають залежність графіків споживання електричної енергії від погодних явищ, виражених у зміні тривалості світлового дня, часу заходу та сходу Сонця, виникнення атмосферних явищ, опадів тощо

Таблиця 3.2 - Статистичні дані аеропорту КП «Міжнародний аеропорт Запоріжжя» за період 2011—2020 р.р.

Фактор/рік	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Обсяги споживання електричної енергії, МВт·год ( $y$ )	169	205	145	164	165	198	182	255	280	383
Кількість обслугованих рейсів, од. ( $x_1$ )	7135	6737	4462	3784	5645	4322	3988	4934	5508	6412
Якість існуючого ССО ( $x_2$ )	0,65	0,67	0,71	0,7	0,71	0,75	0,8	0,85	0,84	0,9
Частота застосування ССО в залежності від метеоумов ( $x_3$ )	0,45	0,47	0,45	0,45	0,5	0,65	0,67	0,7	0,75	0,75

За результатами аналізу вхідних даних була прийнята гіпотеза про можливість існування лінійного зв'язку між показниками  $y$  та  $x_1, x_2, x_3$ .

Визначення оцінок регресійних коефіцієнтів функції:

$$a = (X^T X)^{-1} X^T Y, \quad (3.1)$$

де  $X^T$  — транспонована матриця.

Таблиця 3.3 - Зведені вхідні дані

Номер спостереження	$y_i$	$x_{1(i)}$	$x_{2(i)}$	$x_{3(i)}$
1	146854,296	7179	1666,67	4200
2	169867,56	7135	1538,46	4500
3	205468,2	6737	1492,54	4700
4	145182,6	4462	1408,45	4500
5	164016,36	3784	1428,57	4500
6	165040,32	5645	1408,45	5000
7	198287,4	4322	1333,33	6500
8	182839,5	3988	1250	6700
9	255177,6	6934	1176,47	7000
10	280339,2	12508	1190,48	7500
11	383163,12	24412	1111,11	7500

Матриці  $X$  та  $Y$  мають наступний вигляд:

$$Y = \begin{bmatrix} 146854,296 \\ 169867,56 \\ 205468,2 \\ 145182,6 \\ 164016,36 \\ 165040,32 \\ 198287,4 \\ 182839,5 \\ 255177,6 \\ 280339,2 \\ 383163,12 \end{bmatrix}; X = \begin{bmatrix} 1 & 7179 & 1666,67 & 4200 \\ 1 & 7135 & 1538,46 & 4500 \\ 1 & 6737 & 1492,54 & 4700 \\ 1 & 4462 & 1408,45 & 4500 \\ 1 & 3784 & 1428,57 & 4500 \\ 1 & 5645 & 1408,45 & 5000 \\ 1 & 4322 & 1333,33 & 6500 \\ 1 & 3988 & 1250 & 6700 \\ 1 & 6934 & 1176,47 & 7000 \\ 1 & 12508 & 1190,48 & 7500 \\ 1 & 24412 & 1111,11 & 7500 \end{bmatrix}.$$

Таким чином,

$$X^1 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 7134 & 6737 & 4462 & 3784 & 5645 & 4322 & 6934 \\ 1538.46 & 1492.54 & 1408.45 & 1428.54 & 1408.45 & 1333.33 & 1176.47 \\ 4500 & 4700 & 4500 & 4500 & 5000 & 6500 & 7000 \end{bmatrix}$$

$$X' X = \begin{bmatrix} 11 & 87106 & 15004,53 & 62600 \\ 87106 & 1048987552 & 113558306,9 & 539505800 \\ 15004,53 & 113558306,9 & 20756754,7 & 83285720,96 \\ 62600 & 539505800 & 83285720,96 & 3741200000 \end{bmatrix},$$

$$(X' X)^{-1} = \begin{bmatrix} 99.97 & -0,006003 & -0,048 & -0,006 \\ 0,00000427 & 0,0000000039 & 0,000024 & 0,0000028 \\ -0,0482003 & 0,0000000096 & 0,000024 & 0,0000027 \\ -0,0060035 & -0,000000008 & 0,0000025 & 0,0000004 \end{bmatrix},$$

$$a = \begin{bmatrix} 195228.8 \\ 7.89 \\ -9095 \\ 13.23 \end{bmatrix}.$$



Отже, функція регресії з урахуванням знайдених оцінок коефіцієнтів моделі отримала вигляд:

$$\bar{y} = 195228,81 + 7,8656x_1 - 90,951x_2 + 13,2311x_3.$$

### 3.2 Перевірка адекватності моделі прогнозування електроспоживання

Для перевірки адекватності отриманої моделі було обчислено:

$$u_i = y_i - \bar{y}_i; \quad (3.2)$$

де  $i$  — кількість спостережень,  $y$ ,  $\bar{y}$  — фактичні та розрахункові значення обсягів споживання електричної енергії;

відносну похибку розрахункових значень регресії:

$$\delta_i = \frac{u_i}{y_i} \cdot 100\%, \quad (3.3)$$

середнє значення відносної похибки:

$$\bar{\delta} = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_i}{n}, \quad (3.4)$$

середньоквадратична похибка дисперсії:

$$\overline{S}_u = \sqrt{\sigma_u^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n u_i^2}{n-m-1}}, \quad (3.5)$$

коефіцієнт детермінації для перевірки загального впливу незалежних змінних на залежну змінну:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n u_i^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = 0,95. \quad (3.6)$$

Коефіцієнт кореляції був отриманий досить великим, тому зроблено висновок про можливість існування тісного лінійного зв'язку усіх незалежних факторів  $x_1, x_2, x_3$  із залежною змінною  $y$ .

За відомими формулами було здійснено перевірку статистичної значущості отриманих результатів. Для перевірки нульової гіпотези:  $H_0: a_1 = a_2 = \dots = a_n = 0$ , було обчислено  $F$ -статистику за формулою:

$$F_{\text{експ}} = \frac{R^2}{1-R^2} \cdot \frac{n-m-1}{m}; \quad (3.7)$$

$$F_{\text{експ}} = 49,4.$$

При коефіцієнті значущості  $\alpha = 0,05$  за табличними значеннями  $F$ -статистики  $F_{\text{табл}}(2,8, 0,05) = 19,4$ . Оскільки  $F_{\text{експ}} > F_{\text{табл}}$ , то нульова гіпотеза відхилилась, тобто коефіцієнти регресії були прийняті значущими.

З метою перевірки адекватності обраної моделі було проведено тестування наявності мультиколінеарності, гетероскедастичності (параметричний тест Гольдфенльда-Квандта) та автокореляції ( $d$ -тест Дарбіна-Уотсона).

### 3.3 Апробація моделі прогнозування електроспоживання

Наступним кроком досліджень була апробація моделі на статистичних даних аеропорту КП «Міжнародний аеропорт Запоріжжя». В результаті обчислень були отримані межі довірчого інтервалу обсягу споживання електричної енергії на майбутній період. Результати прогнозування обсягу споживання електричної енергії на період 2018—2022 р.р. світлосигнального обладнання аеропорту КП «Міжнародний аеропорт Запоріжжя» представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Результати прогнозування обсягу споживання електричної енергії світлосигнального обладнання аеропорту КП «Міжнародний аеропорт Запоріжжя »

Фактор/рік		2022	2023	2024	2025	2026
Обсяги споживання електричної енергії, МВт·год ( $y$ )	верхня межа довірчого інтервалу	677,4	692,33	723,98	744,41	782,2
	точковий прогноз	420,4	441,67	474,58	497,19	532,6
	нижня межа довірчого інтервалу	163,41	148,48	116,82	96,4	58,61
Кількість обслугованих рейсів, од. ( $x_1$ )		2800	3088	3459	3770	4185
Якість існуючого ССО ( $x_2$ )		0,76	0,765	0,77	0,775	0,777
Частота застосування ССО в залежності від метеоумов ( $x_3$ )		0,95	0,93	0,96	0,935	0,96

Отримані дані можливих меж витрат електричної енергії ССО дозволяють:

— сформулювати упереджувальні пропозиції щодо зміни аеропортових зборів, в яких враховуються витрати на користування ССО (збори за зліт-посадку, відокремлені збори за використання ССО);

— розробляти комплекс енергозберігаючих заходів, у точності з врахуванням планів проведення реконструкції існуючої інфраструктури, а саме: подовження злітно-посадкової смуги. Запорукою здійснення тенденції зменшення електроспоживання є заміна та модернізація ССО та застосування можливих заходів з енергозбереження для систем ССО.

— аргументувати управлінські дії енергоменеджерів аеропорту.

Графічне представлення результатів прогнозування наведено на рисунку 3.1

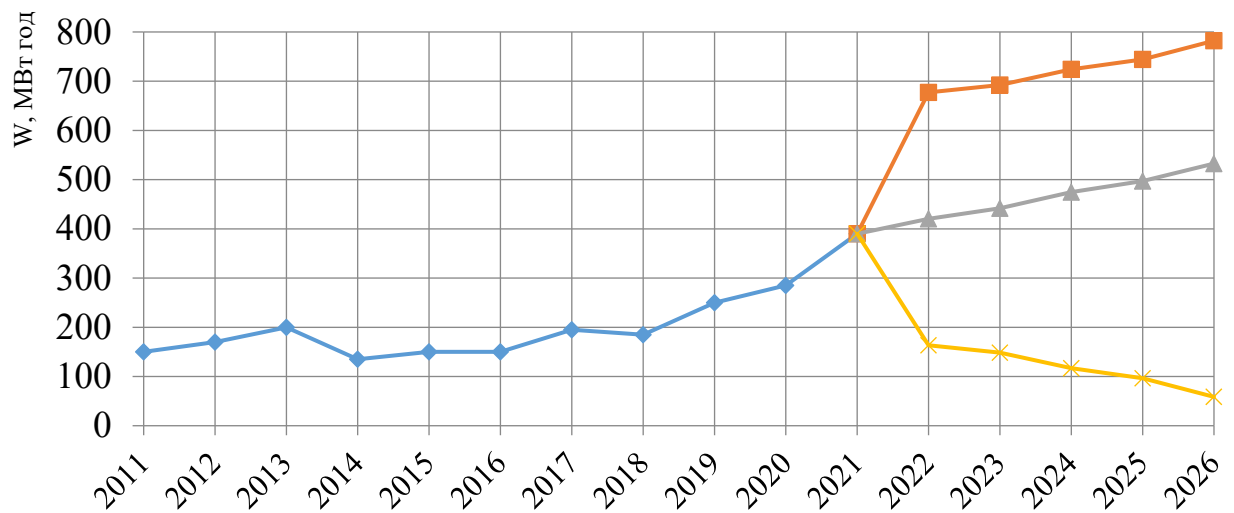


Рисунок 1. Візуалізація результатів моделювання прогнозування обсягу споживання електричної енергії світлосигнального обладнання аеропорту

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

### 4.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів

До потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів приміщення ангара належать:

- недостатня освітленість робочої зони;
- небезпека ураження електричним струмом;
- рухомі частини механізмів і приводів;
- вібрація від технологічного обладнання та вентустановок;
- шум, створюваний обладнанням [21,22].

Основними шкідливими чинниками в приміщенні ангара є небезпека ураження електричним струмом та шум, що досягає 85 дБА, джерелом якого є:

- бустер-компресор;
- літаки;
- насосне та вентиляційне обладнання [23].

Ангар є приміщенням з категорією робіт середньої важкості (виконуються роботи середньої важкості), тому повинні дотримуватися такі вимоги:

- оптимальна температура повітря – 22–24 °С (допустима – 19–21 °С);
- оптимальна відносна вологість – 40–60% (допустима – не більше 75%);
- швидкість руху повітря не більше 0,1 м/с [24, 25].

Аналіз шкідливих і небезпечних факторів та карта умов праці для робочого місця працівника цеху представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Технологічна карта умов праці працівника ангару

№ з/п	Фактори виробничого середовища та трудового процесу	Нормативне значення	Фактичне значення	III клас: шкідливі та небезпечні умови, характер праці			Час дії фактора, %
				I ступінь	II ступінь	III ступінь	
1	Шкідливі хімічні речовини, мг/м <sup>3</sup> : I клас небезпеки II клас небезпеки III-IV клас небезпеки						
2	Пил переважно фіброгенної дії, мг/м <sup>3</sup>						
3	Вібрація (загальна і локальна), дБ	92	91				
4	Шум, дБА	80	88	8			75
5	Інфразвук, дБ						
6	Ультразвук, дБ						
87	Мікроклімат в приміщенні: - температура повітря, °C - швидкість руху повітря, м/с - відносна вологість повітря, %	15–23 не більше 0,3 не більше 75	18 0,2 75				100 100 100
8	Важкість і напруженість праці	категорія важкості праці – середньої важкості Па, категорія напруженості праці – помірно напружена II					

Таким чином, аналіз шкідливих і небезпечних факторів дозволяє зробити висновок, що умови праці в цеху характеризуються наявністю шкідливих виробничих чинників, які не призводять до зростання захворюваності з втратою працездатності, проте характеризуються проявом початкових ознак професійної патології.

#### 4.2 Заходи з поліпшення умов праці

Для створення і автоматичної підтримки в цеху оптимальних значень температури, вологості і швидкості руху повітря в холодну пору року використовується водяне опалення, в теплу пору року застосовується кондиціонування повітря.

У зв'язку з тим, що природне освітлення цеху здійснюється через віконні отвори і є дуже слабким, на робочому місці має застосовуватися також штучне освітлення. Штучне освітлення створюють електричним джерелом світла, яке включають в міру необхідності, регулюють інтенсивність світлового потоку і його спрямованість.

До заходів щодо захисту працівників від шуму належать:

- використання сучасного обладнання;
- розміщення пультів контролю та управління у звукоізолюваному приміщенні;
- установка на бустер-компресорі та насосах шумопоглинального кожуха;
- застосування індивідуальних засобів захисту від шуму;
- раціональне планування приміщення [26, 27].

Найбільш ефективним засобом зниження шуму є заміна шумних технологічних операцій на мал шумні або повністю безшумні, проте цей

метод боротьби не завжди можливий, тому велике значення має зниження його в джерелі. Зниження шуму у киснево-компресорному цеху досягається шляхом вдосконалення конструкції або схеми тієї частини устаткування, яка чинить шум, використання в конструкції матеріалів із зниженими акустичними властивостями, устаткування на джерелі шуму додаткового звукоізолюючого пристрою або обгороджування, розташованого по можливості ближче до джерела. Для боротьби з шумом на шляхах передачі передбачений шумопоглинальний кожух, який може закривати окремий шумний вузол машини.

Пропонується знизити шум від устаткування застосовуючи акустичні екрани, що відгороджують шумний механізм від робочого місця або зони обслуговування машини. Передбачається застосування шумопоглинальних облицювань для обробки стелі і стін шумних приміщень, що призводить до зміни спектру шуму у бік нижчих частот, що навіть при відносно невеликому зниженні рівня істотно покращує умови праці.

З метою захисту від шуму обслуговуючого персоналу на виробничих дільницях з шумними технологічними процесами або з шумним обладнанням необхідно влаштовувати кабінки спостереження та дистанційного контролю. Використовуючи звукоізольовані кабінки, можна забезпечити практично будь-яке необхідне зниження шуму [28].

Кабінки виготовляються з цегли, бетону та інших будівельних матеріалів. Кабінки можуть бути збірними з металевих панелей. У приміщеннях з джерелами теплових випромінювань кабінки повинні також забезпечувати захист від цього шкідливого чинника.

Збірні звукоізольовані кабінки встановлюються на гумових віброізоляторах. З метою зниження шуму, який створюється припливно-втяжною системою вентиляції, необхідно встановлювати глушители шуму з боку входу та виходу повітря.

Вікна мають бути мінімальних розмірів з використанням товстого скла або з органічного скла. За периметром вікна необхідно герметизувати



гумовими прокладками. При використанні подвійного скління між листами скла встановлюється звукоізолювана прокладка по периметру вікна.

У дверях кабіни необхідно забезпечити щільність та герметичність по всьому периметру дверей. При умові високої необхідної ізоляції двері повинні бути подвійними. У місцях прокладки технологічних комунікацій слід також передбачати заходи звукоізоляції. Внутрішні поверхні кабіни личкуються звукопоглинальним матеріалом з максимальними коефіцієнтами звукопоглинання в діапазоні 250–2000 Гц.

Розрахунок необхідної ізоляції кабіни технолога ангару проведено за наступним алгоритмом.

Необхідне зниження шуму кабіною визначається, як:

$$R_{\text{каб.н.}} = L_{\text{ш}} - L_{\text{дон}}, \quad (4.1)$$

де  $L_{\text{ш}}$  – октавний рівень звукового тиску на робочому місці шумного приміщення на запропонованому місці установки кабіни, виміряний в діючому приміщенні, дБ;

$L_{\text{дон}}$  – допустимий рівень звукового тиску на робочих місцях в кабінах, дБ.

Відповідно до формули 4.1 необхідне зниження шуму кабіною у киснево-компресорному цеху складає:

$$R_{\text{каб.н.}} = 88 - 80 = 8 \text{ дБ.}$$

Необхідна звукоізолювана здатність елементів огорожувальних конструкцій (вікон, стін та дверей звукоізолюваних кабін) визначається за формулою, дБ:

$$R_{\text{н.і}} = L_{\text{сеп}} - 10 \lg B + 10 \lg S_i - L_{\text{дон}} + 10 \lg(n), \quad (4.2)$$

де  $B_i$  – постійна кабінни у даній октавній смузі частот,  $\text{м}^2$ ;

$S_i$  – площа  $i$ -го елемента кабінни, через який шум проникає в кабінну,  $\text{м}^2$ ;

$n$  – кількість однакових елементів.

Постійну приміщення  $B_i$  визначають за формулою:

$$B = B_{1000} \cdot \mu, \quad (4.3)$$

де  $B_{1000}$  – постійна приміщення на середньгеометричній частоті 1000 Гц, визначається за таблицею 4.2 залежно від об'єму  $V$ ,  $\text{м}^3$  і типу приміщення,  $\text{м}^2$ ;

$\mu$  – частотний множник, визначається за таблицею 4.3.

Розрахунок проведено для частоти 125 Гц.

Об'єм кабінни складає:

$$V_k = a \cdot b \cdot h = 3,3 \cdot 4,2 \cdot 2,3 = 31,88 \text{ м}^3.$$

Постійна приміщення  $B_{1000}$  на середньгеометричній частоті 1000 Гц визначається, враховуючи тип приміщення за таблицею 4.2:

$$B_{1000} = 31,88/20 = 1,59 \text{ м}^2.$$

Таблиця 4.2 – Частотний множник

Об'єм приміщення $V$ , $\text{м}^3$	Частотний множник $\mu$ на середньгеометричних частотах октавних полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<200	0,8	0,75	0,7	0,8	1	1,4	1,8	2,5

Постійна приміщення  $B$  визначається за формулою (4.3):

$$B = 1,59 \cdot 0,75 = 1,19 \text{ м}^2$$

Площа вікна складає:

$$S_{\text{вікна}} = 3 \cdot 1 = 3 \text{ м}^2$$

Площа дверей становить:

$$S_{\text{дверей}} = 0,8 \cdot 2 = 1,6 \text{ м}^2.$$

Таблиця 4.3 – Постійна приміщення залежно від об'єму  $V$ ,  $\text{м}^3$  і типу приміщення

Тип приміщення	Описання приміщення	Постійна приміщення $V_{1000}$ , $\text{м}^2$
1	З невеликою кількістю людей (металообробні цехи, вентиляційні камери, генераторні, машинні зали, випробувальні стенди і т.п.)	$V/20$
2	З жорсткими меблями і великою кількістю людей або з невеликою кількістю людей і м'якими меблями (лабораторії, ткацькі і деревообробні цехи, кабінети і т.п.)	$V/10$
3	З великою кількістю людей і м'якими меблями (робочі приміщення будівель управлінь, аудиторії учбових закладів, класні приміщення в школах, житлові приміщення і т. п.)	$V/6$
4	Приміщення із звукопоглинальним облицюванням стелі і частини стін	$V/1,5$

Площа п'яти стін, тому що так розташована кабіна:

$$S_{стін} = 2 \cdot 4,2 \cdot 2,3 + 2 \cdot 3,3 \cdot 2,3 + 4,2 \cdot 3,3 = 48,36 \text{ м}^2.$$

Необхідна звукоізолювана здатність елементів огорожувальних конструкцій становить:

$$R_{н.вікна} = 90 - 10 \lg 1,19 + 10 \lg 3 - 80 + 10 \lg 1 = 14,02 \text{ дБ}$$

$$R_{н.двері} = 90 - 10 \lg 1,19 + 10 \lg 1,6 - 80 + 10 \lg 1 = 11,29 \text{ дБ}$$

$$R_{н.стін} = 90 - 10 \lg 1,19 + 10 \lg 48,36 - 80 + 10 \lg 5 = 33,08 \text{ дБ}$$

Перевірочний розрахунок очікуваного зниження шуму кабіною  $R_{каб}$  визначається за формулою:

$$R_{каб} = R_{сер} + 10 \lg B - 10 \lg \sum_{i=1}^n S_i, \quad (4.4)$$

де  $R_{сер}$  – середня звукоізоляція всіх огорожень кабіни, дБ;

$S_i$  – площа кожного елемента огороження, м<sup>2</sup>;

$n$  – загальна кількість елементів огороження.

Середня ізоляція повітряного шуму даною неоднорідною (збірною) огорожувальною конструкцією  $R_{сер}$  визначається за формулою, дБ:

$$R_{сер} = 10 \lg (S_{заг} / \sum_{i=1}^n S_i \cdot 10^{-0,1 \cdot R_i}), \quad (4.5)$$

де  $S_{заг}$  – загальна площа неоднорідного огороження, м<sup>2</sup>;

$S_i$  та  $R_i$  – площа, м<sup>2</sup>, та звукоізоляція окремого елемента, дБ.

Середня звукоізоляція  $R_{сер}$  за формулою 4.4 становить:

$$R_{сер} = 10 \lg (52,96 / (3 \cdot 10^{-0,1 \cdot 23} + 1,6 \cdot 10^{-0,1 \cdot 12} + 48,36 \cdot 10^{-0,1 \cdot 38})) = 26,35 \text{ дБ},$$

Очікуване зниження шуму кабіною  $R_{каб}$  становить:

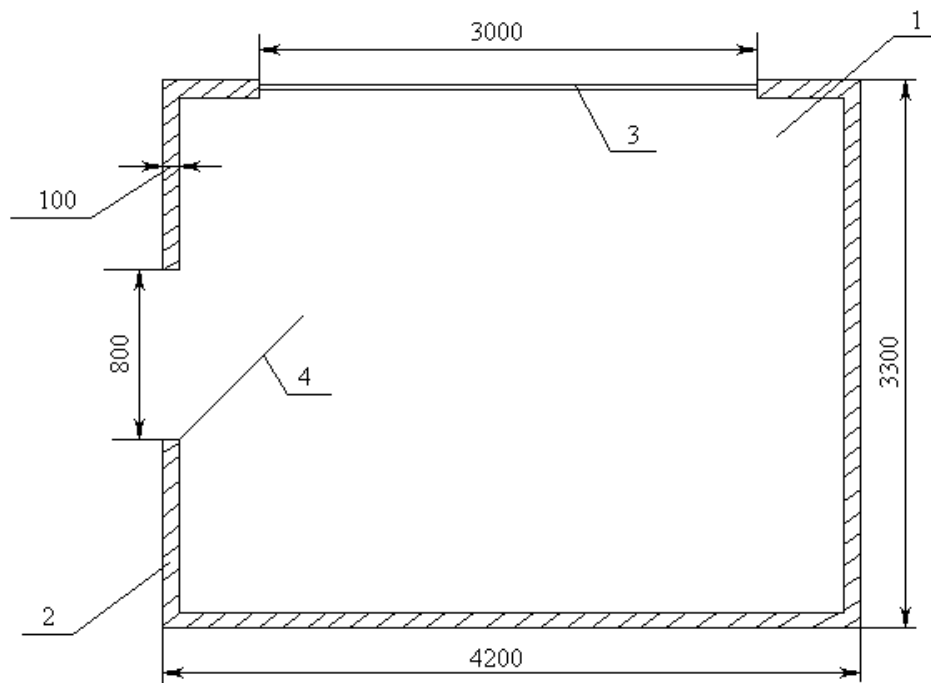
$$R_{каб} = 25,32 + 10 \lg 1,19 - 10 \lg 52,96 = 8,83 \text{ дБ.}$$

Перевіряємо умову  $R_{каб} \geq R_{каб.н.}$ :  $8,83 \geq 8$  дБ – умова виконується.

Таким чином, вибрано звукоізолюючу кабіну технолога:

- стіни кабіни виготовляються залізобетонною панеллю товщиною 100 мм, поверхневою густиною  $250 \text{ кг/м}^2$ ;
- двері із стандартного полотна завтовшки 40 мм без ущільнювальних прокладок;
- одинарне вікно з органічним склом товщиною 20 мм.

Звукоізольовану кабіну технолога зображено на рисунку 4.1.



1 – робоча зона; 2 – стіна; 3 – вікно; 4 – двері.

Рисунок 4.1 – Звукоізольована кабіна технолога

Таким чином, кабіна технолога забезпечує необхідну звукоізоляцію, адже за розрахунком:  $R_{каб} \geq R_{каб.н.}$ :  $8,83 \geq 8$  дБ – умова виконується.

### 4.3 Виробнича санітарія

Суттєвий вплив на стан організму працівника, його працездатність здійснює мікроклімат (метеорологічні умови) виробничого приміщення, який визначається температурою, відносною вологістю та рухом повітря.

Показники мікроклімату в приміщенні представлено в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Нормовані величини температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в киснево-компресорному цеху

Період року	Категорія робіт	Температура			Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с	
		Оптимальна	допустима		Оптимальна	допустима	Оптимальна, не більше	Допустима на робочих місцях
			Верхня межа	Нижня межа		На робочих місцях, не більше		
Холодний	Середньої важкості-Па	19-21	23	17	40-60	75	0,2	Не більше 0,3
Теплий	Середньої важкості-Па	21-23	27	18	40-60	65 (при 26°C)	0,3	0,2-0,4

Під оптимальними мікрокліматичними умовами розуміють поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без

активізації механізмів терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності.

Створення необхідних параметрів мікроклімату у виробничому приміщенні забезпечується природною та механічною загальною вентиляцією повітря, яка представляє собою зміну повітря в приміщенні, призначену підтримувати в ньому відповідні метеорологічні умови і чистоту повітряного середовища.

Вентиляція приміщень досягається видаленням з них нагрітого або забрудненого повітря і подачею чистого зовнішнього повітря.

Оптимальна температура повітря в цеху в холодну пору року забезпечується водяною системою опалення.

Одним із чинників, які визначають сприятливі умови праці, є раціональне освітлення робочої зони. Якщо освітлення виробничих приміщень правильно розраховане і виконане, очі працівника протягом тривалого часу зберігатимуть здатність добре розрізняти предмети і знаряддя праці, не втомлюючись. Це сприяє зниженню виробничого травматизму і професійного захворювання очей.

Недостатнє освітлення робочих місць є однією з причин низької продуктивності праці. У цьому випадку очі працівника сильно напружені, важко розрізняють оброблювані предмети, у людини знижується темп і якість роботи, погіршується загальний стан.

Розряд зорових робіт у приміщенні цеху – VIII а. Загальне освітлення становить 75 Лк.

#### 4.4 Електробезпека

Приміщення цеху згідно ПУЕ можна віднести до I класу — з підвищеною небезпекою ураження струмом (відносна вологість повітря

понад 75%; струмопровідний пил; температура понад 35<sup>0</sup>С або короткочасно 400С незалежно від пори року; можливість одночасного дотикання людини до металевих корпусів електрообладнання і заземлених металевих конструкцій будівлі; наявність струмопровідних підлог земляних, залізобетонних, цегляних та ін.) [29].

Для захисту від електричного струму передбачається надійне захисне заземлення електростаткування. Заземлюючі пристрої забезпечують безпеку людей і захист електроустановок, експлуатаційні режими роботи. Для тієї частини електростаткування, яка може виявитися під напругою внаслідок порушення ізоляції, забезпечено надійний контакт із заземлюючим пристроєм. Запропоновано проводити інструментальну перевірку стану захисного заземлення не рідше одного разу на рік, а також після монтажу або ремонту. Для забезпечення електробезпеки запропоновано дотримуватися наступних вимог:

- конструкція виробничого устаткування, що приводиться в дію електроенергією, повинна включати пристрій для забезпечення електробезпеки;

- в устаткуванні має бути забезпечено захист від випадкового дотику до частин, що знаходяться під напругою;

Основними організаційними заходами запобігання ураження електричним струмом є інструктаж і навчання безпечним методам праці, перевірка знань правил безпеки та інструкцій відповідно до виконуваної роботи.

#### 4.5 Пожежна безпека

Будівлю, в якій знаходиться лабораторія, по вибуховій і пожежній небезпеці можна віднести до приміщення категорії Д, оскільки в цеху є



горючі і важкоспалимі речі, які при взаємодії з вогнем можуть горіти без вибуху. За конструктивними характеристиками будівлю можна віднести до будівель переважно з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркаса — з металевих незахищених конструкцій. Огороджувальні конструкції — з негорючих листових матеріалів з негорючим утеплювачем або утеплювачем груп низької та помірної горючості (ступінь вогнестійкості будівлі — Ша).

Можливими причинами пожежі є підвищена температура довкілля, обладнання та наявність горючо-змазочних матеріалів.

Запобігання пожежі повинно досягатися запобіганням утворенню горючого середовища, запобіганням утворення в горючому середовищі джерел запалення.

Протипожежна безпека в енергосиловому цеху забезпечується:

- застосуванням засобів пожежогасіння і відповідної пожежної техніки;
- застосуванням автоматичних установок пожежної сигналізації;
- застосуванням основних будівельних конструкцій об'єктів з
- регламентованими межами вогнестійкості і межами поширення вогню;
- нанесенням на поверхні конструкцій вогнезахисних фарб;
- пристроями, що забезпечують обмеження поширення пожежі;
- організацією своєчасної евакуації людей;
- застосуванням засобів колективного і індивідуального захисту людей від небезпечних чинників пожежі;
- застосуванням систем протипожежного захисту.

Запобігання виникненню джерела вибуху досягаються шляхом: регламентації вогневих робіт; запобіганням нагріву устаткування до температури самозаймання вибухонебезпечного середовища; застосуванням швидкодіючих засобів захисного відключення можливих електричних джерел ініціації вибуху; застосуванням вибухозахищеного устаткування.

Для зовнішнього пожежогасіння передбачається установка гідрантів із загальною витратою води 20 л/с. Для гасіння одягу, насиченого киснем, передбачено протипожежні душові кабінки з автоматичною подачею води при вході в кабінку. У приміщеннях передбачаються первинні засоби пожежогасіння: пінні вогнегасники типу ОХП-10, ОП-М і ОП-9ММ (густопінні хімічні), ОХВП-10 (повітряно-пінний хімічний), вуглекислотні типу ВВ, азбестові ковдри, ящики з піском, протипожежні щити.

В якості датчиків використані димові і теплові датчики. На виході з приміщень встановлюються сповіщувачі ручні. Сигнал про пожежу виводиться на прилад “Дунай”, встановлюваний в приміщенні, в якому знаходиться цілодобовий черговий персонал. Передбачено автодозвон для передачі сигналу про пожежу на пульт централізованого спостереження державної пожежної охорони. Передбачено систему оповіщення про пожежу першого і другого типу з використанням гучномовного зв'язку, установкою світлових покажчиків та звукових сигналів.

Передбачено блискавкозахист та заземлення споруд. В якості блискавко приймального пристрою використовуються металокаркаси цеху. Захист від електростатичної індукції забезпечується шляхом приєднання всіх металевих корпусів обладнання та комунікацій до внутрішньої магістралі заземлення. Для захисту від занесення від високих потенціалів по підземних і надземних комунікаціям їх необхідно при вводі в споруду приєднати до заземлювального пристрою.

#### 4.6 Засоби індивідуального захисту

На робочих місцях, де не вдається знизити шум і вібрацію допустимих рівнів технічними засобами, або де це недоцільно з техніко-економічних міркувань, застосовують засоби індивідуального захисту (далі – ЗІЗ).

ЗІЗ не тільки сприяють профілактиці захворювань, прямо або побічно пов'язаних з впливом шуму (приглухуватість, шумова хвороба, порушення нервової, серцево-судинної систем тощо), але і підвищують працездатність людини.

У залежності від конструктивного виконання ЗІЗ поділяються на протишумові навушники, що закривають вушну раковину зовні; протишумові вкладиші, що перекривають зовнішній слуховий прохід або прилеглі до нього; протишумові шоломи і каски; протишумові костюми.

Протишумові вкладиші роблять з твердих, еластичних і волокнистих матеріалів. Вони бувають одноразового та багаторазового користування.

Щодо ефективності захисту від шуму, маси і сили притиснення до привушної зони навушники й вкладиші діляться на три групи: А, Б та В. ЗІЗ вибирають виходячи з частотного спектру шуму на робочому місці і враховують зручність їх носіння при виконанні даної робочої операції і кліматичні умови.

Протишумові шоломи закривають всю голову, вони застосовуються при дуже високих рівнях шуму в поєднанні з навушниками, а також протишумні костюмами. Навушники виконані із звукопоглинальних матеріалів, щільно облягають вушну раковину і стримуються дугоподібною пружиною.

При роботі з ручним механізованим електричним і пневматичним інструментом застосовують ЗІЗ рук від дії вібрацій. Це рукавиці, а також віброзахисні прокладки або пластини, оснащені кріпленнями до рук. Враховуючи несприятливу дію холоду на розвиток віброхвороб, в зимовий час працівників треба забезпечувати теплими рукавицями.

При роботі з ручними механізмами та за умов дотримання гігієнічних норм, сумарний час роботи в контакт з вібрацією не повинен перевищувати 2/3 робочого часу. Крім того, одноразове безперервне дію вібрації, включаючи мікропаузи, не повинно перевищувати для ручних машин 15-20 хвилин. Обідня перерва рекомендується не менше ніж 40 хвилин, необхідні

також дві регламентованих перерви (для активного відпочинку, виробничої гімнастики за спеціальним комплексом, фізіопрофілактичних процедур): 20 хвилин через 1-2 години після початку зміни і 30 хвилин через 2 години після обідньої перерви.

Таким чином, приміщення ангару відповідає майже всім вимогам з охорони праці та техногенної безпеки. Для зниження шуму, пов'язаного з роботою насосного обладнання, розраховано шумоізоляцію кабіни технолога.

## ВИСНОВКИ

1) В роботі на основі комплексного аналізу існуючих методів прогнозування запропоновано багатofакторну кореляційно-регресійну лінійну модель прогнозування обсягу споживання електричної енергії злітно-посадкової смуги з метою використання її для ефективного управління процесом енергозбереження;

2) Модель апробовано на статистичних даних аеропорту КП «Міжнародний аеропорт Запоріжжя» і отримані результати дозволяють розробити комплекс заходів щодо підвищення рівня ефективності енерговикористання аеропорту;

3) Запропонований підхід може бути використаний для прогнозування обсягу споживання електричної енергії різними підрозділами і аеропортом в цілому;

4) Отримані дані можливих меж витрат електричної енергії дозволяють:

- сформулювати упереджувальні пропозиції щодо зміни аеропортових зборів, в яких враховуються витрати на користування ССО (збори за зліт-посадку, відокремлені збори за використання ССО);

- розробляти комплекс енергозберігаючих заходів з врахуванням планів проведення реконструкції існуючої інфраструктури, а також тенденції зменшення електроспоживання шляхом заміни та модернізації ССО та застосування можливих заходів з енергозбереження для систем ССО.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Чумаченко, Е. И. Алгоритм решения задачи прогнозирования [Текст] / Е. И. Чумаченко, В. С. Горбатюк // Искусственный интеллект. — 2012. — № 2. — С. 24—30.
2. Blok, K. Enhanced policies for the improvement of electricity efficiencies [Text] / K. Blok // Energy Policy. — 2005. — Vol. 33. — P. 1635—1641.
3. Чернявський, А. В. Аналіз та прогнозування електроспоживання на підприємствах молочної галузі [Текст] / А. В. Чернявський, Є. О. Кулікова // Енергетика. Екологія. Людина. — 2012. — № 1. — С. 310—315.
4. Копцев, Л. А. Нормирование и прогнозирование потребления электроэнергии в зависимости от объемов производства [Текст] / Л. А. Копцев // Промышленная энергетика. — 1996. — № 3. — С. 5—7.
5. Емельянов, А. С. Эконометрия и прогнозирование [Текст] / А. С. Емельянов. — М.: Экономика, 1985. — 208 с.
6. Лещинський, О. Л. Економетрія [Текст] : навч. посіб. / О. Л. Лещинський, В. В. Рязанцев, О. О. Юнькова. — К.: МАУП, 2003. — 208 с.
7. Doc 9157 AN/901. Руководство по проектированию аэродромов [Текст] / Часть 4. Визуальные средства. — 4-ое изд. — ИКАО, 2004. — 205 с.
8. Doc 9157 AN/901. Руководство по проектированию аэродромов [Текст] / Часть 5. Электрические системы. — ИКАО, 1983. — 123 с.
9. Аеродроми. Додаток 14 до Конвенції про міжнародну цивільну авіацію [Текст]. — 5-е вид. — ІКАО, 2009. — 360 с.
10. Грубер, Й. І. Економетрія: Вступ до множинної регресії та економетрії [Текст] : у 2 т. / Й. І. Грубер. — К.: Нічлава, 1998. — 199 с.
11. Венецкий, И. Г. Основные математико-статистические понятия и формулы в экономическом анализе [Текст] : справочник / И. Г. Венецкий, В. И. Венецкая. — 2-е изд., перераб и доп. — М.: Статистика, 1979. — 448 с.

12. Жебка, В. В. Курс лекцій з економетрії [Текст] : навч. пос. / В. В. Жебка, І. І. Юртин, О. О. Юнькова, В. В. Рязанцева, О. Л. Лещинський. — К.: Транспорт, 2007. — 138 с.

13. Офіційний сайт Міжнародного аеропорту «Київ» (Жуляни) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: \www/ URL: [www.airport.kiev.ua](http://www.airport.kiev.ua). — Назва з екрану.

14. Журнал «Транспорт и связь Российской Федерации» — 2011г. — №2. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://www.atminst.ru/up\\_files/innov%20civilavia\\_tsrf0211.pdf](http://www.atminst.ru/up_files/innov%20civilavia_tsrf0211.pdf) — Заголовок з екрану.

15. Журнал «Транспортная стратегия 21 век» — 2012г. — №16.— с.1-2.— [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.sovstrat.ru/journals/transportnaya-strategiya-21-vek/numbers/nom-trans-16-201.html> — Заголовок з екрану.

16. Амадеус Future Traveller Tribes 2020 — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.amadeus.com/amadeus/travellertribes.html>— Заголовок з екрану.

17. Перший мультипортал — [Електронний ресурс]. — Режим доступу:<http://www.km.ru/tekhnologii/2012/02/03/aeropot-domodedovo/innovatsii-v-aeropotakh-umnyi-zabor-kiborg-i-drugie>— Заголовок з екрану.

18. Frost&Sullivan ИТ-системы в аэропортах — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.frost.com/prod/servlet/press-release.pag?docid=267988950>— Заголовок з екрану.

19. Ріановості — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://ria.ru/technology/20101026/289453380.html>— Заголовок з екрану.

20. Saga туристический оператор — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://www.saga.ua/44\\_archives\\_news\\_35401.html](http://www.saga.ua/44_archives_news_35401.html) — Заголовок з екрану.

21. Міжнародний аеропорт Шереметьєво — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.svo.aero/investment-projects> – Заголовок з екрану.
22. Бабак, В. П. Безпека авіації / [В. П. Бабак, В. П. Харченко, В. О. Максимов та ін.]; За ред. В. П. Бабака. - К.: Техніка, 2004. - 583 с.: іл., табл.
23. Руководство по управлению безопасностью полетов [електронний ресурс]: Doc9859 AN/460. Издание второе. / Международная организация гражданской авиации. - Монреаль 2009, 363 с. - Режим з доступу: <http://aviadocs.net/icaodocs/Docs/>- Назва з екрану.
24. Чилікін, М.Г. Загальний курс електроприводу [Текст]: підручник / М.Г. Чилікін, А.С. Сандлер— 6-те вид., переробл. і доповн. - М.: Енергоіздат, 1981.-576с.
25. Фотієв, М.М. Електропривод та електрообладнання металургійних цехів [Текст]: підручник / М.М. Фотієв – Москва: Видавництво «Металургія», 1990.-352с.
26. Копилов, І.П. Електричні машини [Текст]: підручник/ І.П. Копилов – Москва: Видавництво «Енергоатоміздат», 1986.-360 с.
27. Загірняк, М. В. Електричні машини [Текст]: підручник / М. В. Загірняк, Б. І. Невалін. – 2-ге вид., переробл. і доповн. – К. : Знання, 2009. – 399 с. – ISBN 978-966-336-644-6.
28. Закладний, О.М. Енергозбереження засобами промислового електроприводу [Текст] / О.М. Закладний, А.В. Проховнік, О.І. Соловей. – К. : Кондор, 2005. – 408. – ISBN 966-7665-23-2.
29. Волинський, Б.С. Електротехніка [Текст]/ Б.А. Волинський, Е.Н. Зейн, В.Е. Шетрніков.-М.: Енергоатоміздат, 1987.-528 с.
30. Тихомиров, А. К. Теплопостачання району міста [Текст]: Навчальний посібник / А. К.Тихомиров. – Хабаровськ : Видавництво «Тихоокеан», 2006. – 135 с. ISBN 5 –7389 – 0515 – 6.
31. Качан, Ю.Г. Основи енергозбереження [Текст]: Конспект лекцій/ Ю.Г. Качан.- Запоріжжя: ЗДІА, перевид. 2005.-184 с.



32. Качан, Ю.Г. Методичні вказівки до дипломного проектування для студентів спеціальності 7.000008 «Енергетичний менеджмент» [Текст] / Ю.Г. Качан, В.В. Артем'єв, О.Г. Воронін.-З.: ЗДІА, 2006.-50с.

33. Зубков, Б. В. Авиационное техническое обеспечение безопасности полетов: Учебное пособие для средних учебных заведений гражданской авиации. /Б. В. Зубков, Н. В. Аникин. - Москва: Воздушный транспорт, 1993. - 280 с.

34. Шевцов, А. І. та ін. Енергетична безпека України: стратегія та механізми забезпечення [Текст] / За ред. А. І. Шевцова. - Дніпропетровськ: Пороги, 2002. - 264 с.

35. Енергетична стратегія України до 2030 р. [Електронний ресурс]: [Затверджено Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 15.03.2006 р. № 145-р.] - К., 2006. - 129 с. - Режим з доступу: <http://www.ukrenergo.energy.gov.ua/ukrenergo/control/uk/archive/docview? Type Id =44577>. - Назва з екрану.

36. Концепція Державної цільової економічної програми енергоефективності на 2010-2015 роки [Електронний ресурс]: схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 19 листопада 2008 р. N 1446-р - Режим доступу <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/Laws/main.cgi?nreg=1446-2008-%F0> - Назва з екрану.

37. Величко, Ю.К. Электроснабжение аэропортов: Учебное пособие [Текст] / Ю. К. Величко -К :КНИГА, - 1996.-312 с.