

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))


Кафедра комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

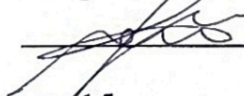
на тему:

«Інтелектуальна система керування електроприводом системи кондиціонування»

Виконав: студент 2-го курсу, гр. ЕПА-21м
спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)



Олексій ТИМКОВСЬКИЙ
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент кафедри КЕМСК


Микола МОШНОРИЗ
(прізвище та ініціали)

« 15 » листопада 2022 р.

Опонент: к.т.н., доц. каф. ЕРЕЕМ


Олександр О.О.
(прізвище та ініціали)

« 19 » грудня 2022 р.

Допущено до захисту
кафедрою. КЕМСК


В. о. зав. Кафедри Микола МОШНОРИЗ

« 30 » листопада 2022 р.

Вінницький національний технічний університет

Факультет Електроенергетики та електромеханіки

Кафедра комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)

Галузь знань 14 – Електрична інженерія

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітньо-професійна програма «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача кафедри

к.т.н., доц.

Микола МОШНОРІЗ

“ 06 ” вересня 2022 року

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Тимковський Олексій Валентинович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Інтелектуальна система керування електроприводом системи кондиціонування

керівник роботи Мошноріз Микола Миколайович, к.т.н., доц. каф. КЕМСК

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

затвержені наказом вищого навчального закладу від “ 14 ” листопада 2022 року № 203

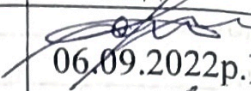

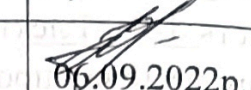
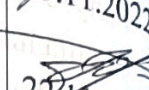
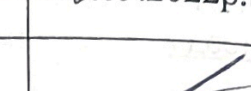
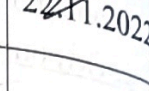
2. Строк подання студентом роботи « 30 » листопада 2022 р

3. Вихідні дані до роботи: данні вентилятору дахового ВКР №9: момент опору на початку робочого циклу 10 кН, момент опору на кінці робочого циклу 9.4 кН, частота мережі 50 Гц, установлений об'єм повітря 3.4 м³.

4. Зміст текстової частини: Вступ; 1 Характеристика об'єкту проектування; 2 Автоматизація та енергозбереження вентиляторної установки; 3 Розрахунок потужності конжиціонерів; 4 Моделювання інтелектуальної системи; 5 Економічна частина; 6 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях; Висновки.

5. Перелік ілюстративного матеріалу: Схема керування електроприводом ПЧ-АД з ланкою постійного струму

5. Консультанти розділів роботи


Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	к. т. н., доц. каф. КЕМСК Мошноріз М.М.	 06.09.2022р.	 15.11.2022р.
Економічна частина	Шулле Ю.А. к.т.н., доц. каф. ЕСЕЕМ	 06.09.2022р.	 22.11.2022р.
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Зав. каф. БЖДПБ, д.пед.н., проф. Кобилянський О. В.	 06.09.2022р.	 29.11.2022р.

6. Дата видачі завдання 06.09.2022р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

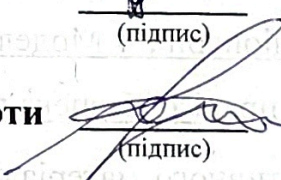
№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Формування та затвердження теми магістерської кваліфікаційної роботи (МКР)	06.09.2022р.	<i>вик</i>
2	Виконання спеціальної частини МКР. Перший рубіжний контроль виконання МКР	15.11.2022р.	<i>вик</i>
3	Виконання спеціальної частини МКР. Другий рубіжний контроль виконання МКР	15.11.2022р.	<i>вик</i>
4	Виконання розділу «Економічна частина»	22.11.2022р.	<i>вик</i>
5	Виконання розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»	29.11.2022р.	<i>вик</i>
6	Попередній захист МКР	30.11.2022р.	<i>вик</i>
7	Нормоконтроль МКР	30.11.2022р.	<i>вик</i>
8	Рецензування МКР	19.12.2022р.	<i>вик</i>
9	Захист МКР	24.12.2022р.	<i>вик</i>

Студент


(підпис)

Олексій ТИМКОВСЬКИЙ
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Микола МОШНОРИЗ
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тимковський О.В. Інтелектуальна система керування електроприводом системи кондиціонування. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, освітня програма - електрична інженерія. Вінниця: ВНТУ, 2022. 110 с. Вінниця: ВНТУ, 2022.: 94 с.,

На укр. мові. Бібліогр.: 32назв; рис.: 19; табл. 19.

В магістерській кваліфікаційній роботі було запропоновано рішення що до підвищення ефективності системи кондиціонування за рахунок використання інтелектуальної системи керування електроприводом. В основній частині запропоновано та досліджено інтелектуальну систему керування електроприводом кондиціонерів на базі нейронної мережі з використанням методу максимального середнього перерозподілу однорідного ресурсу.

Графічна частина складається з 10 плакатів із результатами роботи.

В розділі охорони праці визначено основні положення щодо безпечного застосування інтелектуальної системи керування електроприводом системи кондиціонування.

Ключові слова: інтелектуальна система, система кондиціонування, автоматичне управління, енергоефективність, вентиляція, моделювання.

ABSTRACT

Tymkovsky O.V. Intelligent control system of the electric drive of the air conditioning system. Master's qualification thesis on specialty 141 – Electric power engineering, electrical engineering and electromechanics, educational program - electrical engineering. Vinnytsia: VNTU, 2022. 110 p. Vinnytsia: VNTU, 2022.: 94 p., 6 r., 19 tables, 19 figures, 37 sources.

In Ukrainian speech Bibliography: 32 titles; Fig.: 19; table 19.

In the master's qualification work, a solution was proposed to increase the efficiency of the air conditioning system due to the use of an intelligent electric drive control system. In the main part, an intelligent control system for the electric drive of air conditioners based on a neural network using the method of maximum average redistribution of a homogeneous resource is proposed and investigated.

The graphic part consists of 10 posters with the results of the work.

In the labor protection section, the main provisions regarding the safe use of the intelligent control system of the electric drive of the air conditioning system are defined.

Keywords: intelligent system, air conditioning system, automatic control, energy efficiency, ventilation, modeling.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ	7
1.1 Опис об’єкту керування.....	7
1.2 Класифікація систем кондиціонування.....	8
1.3 Компресор кондиціонера. Будова та принцип роботи	10
1.4 Промислові вентилятори	11
2 АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ВЕНТИЛЯТОРНОЇ УСТАНОВКИ.....	15
2.1 Визначення розрахункової потужності та вибір двигуна.	15
2.2 Розрахунок та побудова діаграм навантаження.....	16
2.3 Перевірка двигуна	17
2.4 Побудова механічної характеристики АД.....	20
2.5 Розрахунок втрат потужності.	22
3. РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ КОНДИЦІОНЕРІВ	25
4 МОДЕЛЮВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ	27
4.1 Автоматизація вентиляційної системи	27
4.2 Метод максимального середнього перерозподілу однорідного ресурсу ..	31
4.3 Нейронна мережа	33
4.4 Аналіз отриманих результатів нейронної мережі.....	41
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	43
5.1 Розрахунок капітальних вкладень	43
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	54
6.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації обладнання	55
6.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	61
6.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях.	67

ВИСНОВКИ	72
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	73
Додаток А (обов'язковий) Технічне завдання.....	77
Додаток Б (обов'язковий) Ілюстративна частина	78
Додаток В Програмний код.....	89

ВСТУП

Актуальність. У наш час важливо заощаджувати електроенергію, що особливо актуально в умовах обстрілів критично важливої інфраструктури.

Система кондиціонування в торгово-розважальних центрах, будівлях де можливе велике скупчення людей являється критично важливою інфраструктурою. Тобто вона повинна мати гарантоване електропостачання і у випадку обмеження кількості електроенергії обмежується часто виникає проблема правильного розподілу цієї електроенергії між критично важливими споживачами.

За останній час підхід до оптимізації енерговитрат значно змінився. Якщо ще якихось 10-12 років назад було прийнято розподіляти наявну електроенергію на кожен прилад то сьогодні прийнято спочатку звести усі данні про енерговитрати в один єдиний центр де проходить обробка даних та приймаються рішення відносно того яке комплексне рішення застосовувати задля підвищення енергоефективності усієї системи. Такий підхід дозволяє в рази ефективніше керувати ресурсами які знаходяться в наявності

Тому в даній роботі пропонується розглянути задачу правильного розподілення електроенергії саме на систему вентиляції та кондиціонування.

Мета. Забезпечення технологічного процесу кондиціонування за рахунок розподілення потужності кондиціонерів та використання методу максимального середнього перерозподілу однорідного ресурсу в інтелектуальному електроприводі систем кондиціонування.

Об'єкт дослідження. Процес керування електроприводами системи кондиціонування.

Предмет дослідження. Інтелектуальна система на базі нейронної мережі з використанням методу максимально-середнього перерозподілу однорідного ресурсу.

Для досягнення даної мети потрібно :

- 1.Провести аналіз систем кондиціонування.

2. Розробити схему керування електроприводом системи кондиціонування.

3. Адаптувати метод максимального середнього перерозподілу однорідного ресурсу для електроприводів системи кондиціонування.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети було інтегровано метод максимально-середнього перерозподілу однорідного ресурсу в програмне середовище MatLab для подальшої інтеграції та застосування з штучними нейронними мережами.

Наукова новизна одержаних результатів. Отримав подальший розвиток метод максимально-середнього перерозподілу однорідного ресурсу в якості алгоритму для інтелектуальної системи керування електроприводом системи кондиціонування повітря у продуктовому супермаркеті який на відміну від відомих дозволяє заощадити електроенергію за рахунок перерозподілу потужності між електроприводами системи кондиціонування.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено алгоритм інтелектуальної системи керування електроприводом системи кондиціонування, який враховує наявний ресурс кондиціонерів і дозволяє зменшити споживання електроенергії за рахунок її перерозподілу.

Публікації. За тематикою дослідження опубліковано 1 тези доповідей матеріалів конференцій.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Опис об'єкту керування

Кондиціонер – прилад для охолодження повітря у виробничих та житлових приміщеннях. Зазвичай за принципом дії та будовою аналогічних побутовому холодильнику. Може виступати як пристрій опалення так як може мати функцію обігріву.

Кондиціонування повітря — це створення та автоматичне підтримання (регулювання) в закритих приміщеннях усіх або окремих його параметрів (температури, вологості, чистоти, швидкості руху повітря) на певному рівні з метою забезпечення оптимальних метеорологічних умов, найбільш сприятливих для навколишнього середовища, добробут людини або управління процесами. Кондиціонування повітря здійснюється за допомогою комплексу технічних засобів, які називають системою кондиціонування повітря. Системи кондиціонування повітря включають технічні засоби для всмоктування, підготовки, тобто забезпечення необхідних умов (фільтри, теплообмінники, зволожувачі або осушувачі), руху (вентилятори) та його розподілу, а також засоби для охолодження та обігріву, автоматизації, дистанційного керування. і контроль. . Промисловий клімат великих громадських, адміністративних і промислових будівель зазвичай обслуговується складними автоматизованими системами управління.

Основним завданням повітряно-конденсаційної системи є забезпечення правильного складу повітря. У процесі життєдіяльності людина використовує кисень і виділяє вуглекислий газ, при цьому повітря повинно містити не менше 21% кисню. Якщо відсоток кисню нижче норми, то людина починає відчувати слабкість, головний біль і задишку. Негативний вплив на здоров'я людини, прискорене старіння і зниження працездатності може бути викликано постійною нестачею кисню.

Крім того, в закритих приміщеннях зазвичай знаходяться джерела забруднення повітря, до яких відносяться побутова хімія, газові плити, матеріали, що містять азбест, і багато інших шкідливих речовин. Фактично, людина стикається з джерелами забруднення повітря як вдома, так і на роботі. Щоб уникнути високої концентрації шкідливих речовин у повітрі, необхідно щогодини міняти та очищати повітря в приміщенні. Це означає, що частота повітрообміну на годину повинна дорівнювати одиниці.

Сучасні вентиляційні системи здатні не тільки змінювати повітря в приміщенні, але і очищати, зволожувати, нагрівати або охолоджувати в залежності від необхідних умов, створюючи тим самим комфортні умови для людей, що знаходяться в приміщенні.

Інтелектуальна система керування – це система керування яка здатна до розуміння та навчання відносно до об'єкту керування, зовнішнього середовища, збурень та умов роботи.

1.2 Класифікація систем кондиціонування

За характеристиками системи кондиціонування повітря (СКП) поділяються на:

1) за призначенням - на комфортні, а також технічно-комфортні у приміщеннях з більш тривалим перебуванням обслуговуючого персоналу;

2) за режимом роботи - сезонні, які використовуються для підігріву і зволоження повітря в холодну пору року і для охолодження і осушення повітря в теплу пору року, і цілорічні, при яких дотримується норма повітря. . параметри протягом року;

3) за характером зв'язку з обслуговуваним приміщенням - центральні та місцеві. Кондиціонери розміщуються в спеціальних спеціалізованих приміщеннях, які обслуговуються в центральних СКП. Такі системи призначені для створення мікроклімату в одній великій або декількох

невеликих кімнатах. Для створення необхідних екологічних умов у невеликих приміщеннях встановлюються локальні системи кондиціонування. Розміщувати локальні кондиціонери на робочих місцях виробничих операцій для забезпечення необхідного мікроклімату можна лише в частині об'єму приміщення (у зонах обслуговування);

4) за схемою підготовки повітря - рециркуляційні кондиціонери, які характеризуються обробкою суміші зовнішнього та рециркуляційного повітря в кондиціонерах, і кондиціонери з прямим потоком, які характеризуються обробкою тільки зовнішнього повітря в кондиціонерах. кондиціонери;

5) по тиску ΔR , що досягається вентилятором - для систем низького тиску ($\Delta R < 1,0$ кПа), середнього ($1,0 \leq \Delta R \leq 3,0$ кПа) і високого тиску ($\Delta R > 3,0$ кПа);

6) за продуктивністю - від 0,5 до 18 тис. м³/год (місцеві) і від 10 до 250 тис. м³/год (центральні);

7) за способом утримання приміщень з різними параметрами повітря та тепловологісними режимами - однозонні та багатозональні. У багатозональних системах кондиціонування повітря подається в приміщення за однотрубною або двотрубною схемами з використанням місцевих змішувачів;

8) за рівнем забезпечення необхідних параметрів повітря в обслуговуваних приміщеннях протягом року. Розрахункові параметри зовнішнього повітря для систем управління повітрям підбираються в залежності від кліматичних умов місцевості та функціонального призначення приміщення, де передбачається використання кондиціонера.

1.3 Компресор кондиціонера. Будова та принцип роботи

Компресор є одним із чотирьох основних елементів, без якого не здійснюється холодильний цикл. Саме компресор відповідає за циркуляцію холодильного агенту за холодильним контуром кондиціонера. Компресор всмоктує газоподібний холодильний агент низького тиску, стискає його і в газоподібному стані під високим тиском нагнітає повітряний конденсатор. Компресор для кондиціонера повинен мати ще одну особливість у порівнянні з аналогами, які працюють при нижчих температурах кипіння, - вібрацією. Він повинен працювати з мінімальним рівнем вібрації, і це обмежує застосування деяких типів компресорів у системах кондиціонування.

Промислові кондиціонери об'єднують різні види обладнання. Сюди входить і мультизональні системи, і системи чіллер-фанкойл, дахові кондиціонери, спліт-системи великої продуктивності, компресорно-конденсаторні блоки, прецизійні кондиціонери. Такі кондиціонери, як правило, мають більшу продуктивність – від 20 до 7000 кВт. Найчастіше їх встановлюють на дахах будівель. Також вони можуть розміщуватися на ґрунті безпосередньо біля будівлі, у поодиноких випадках – усередині приміщень. Потужних фундаментів для їх кріплення не роблять і, отже, вібрація від роботи передається на місця їх установки. Тому основним критерієм вибору компресорів для таких кондиціонерів є низький рівень вібрації – здебільшого застосовуються ротаційні, спіральні типи компресорів герметичного виконання. Однак при дуже великій продуктивності в кондиціонерах застосовують гвинтові компресори в без сальниковому виконанні або рідше відцентрові компресори.

Як видно з перерахованого, то поршневі компресори не застосовуються в системах кондиціонування через велику вібрацію, яку вони створюють під час роботи і для того, щоб погасити цю вібрацію, необхідно заливати великі масивні фундаменти, що неможливо зробити в силу конструкцій кондиціонерів і місць їх розташування.

Робота роторного компресора заснована на постійній подачі охолоджуючої рідини. Це необхідно для інверторних систем. Сам ротор разом з електродвигуном утворюють одне ціле, без будь-яких переносних пристроїв. Так легше регулювати силу потоку фреону, що важливіше. Тому ротаційні компресори можна назвати найпоширенішим типом механізму, який використовується практично у всіх кондиціонерах.

Однак ротаційні компресори мають недолік. Це внутрішній витік фреону, який знижує ефективність агрегату. Цю проблему допомагають вирішити спіральні компресори.

Спіральний компресор повністю відрізняється від поршневого компресора. Він схожий на поворотний, але має інший пристрій основної робочої частини. Це спіраль, яка в основному є тим же ротором, але більшої площі. В даний час все більше компресорів інверторних кондиціонерів засновані на спіральному роторі, що забезпечує рівномірну прокачування фреону по траєкторії, без пульсацій, характерних для поршневих компресорів.

Спіральний компресор має значну продуктивність, яка забезпечується великою площею спірального ротора. Таким чином, підвищується ККД інвертора, що дає можливість економити електроенергію. Ефективність спірального компресора висока, оскільки він практично усуває проблему витіку холодоагенту.

1.4 Промислові вентилятори

Промисловий вентилятор — це машина, основною функцією якої є регулювання та подача великого потоку повітря або газу для різних процесів у багатьох галузях промисловості. Це досягається обертанням ряду лопаток, з'єднаних із втулкою та валом і приведений у рух двигуном. Швидкість потоку цих вентиляторів залежить від їх використання. Вентилятор, який

працює там, де опір потоку знаходиться в основному в нижній частині вентилятора, називається вентилятором.

Більшість промислових вентиляторів можна розділити на один із двох основних типів: осьові вентилятори та відцентрові вентилятори.

Осьові вентилятори переміщують великі обсяги повітря при відносно низькому тиску. Повітря надходить і виходить із вентилятора вздовж осі втулки вентилятора. Іноді такі вентилятори ще називають пропелерними. Спектр використання вентиляторів цього типу досить широкий - від охолодження електроніки до вентиляції будівель і тунелів.

Осьова конструкція використовує осьові сили для досягнення руху повітря або газу шляхом обертання центрального вузла з лопатками, що радіально простягаються від його зовнішнього діаметра. Рідина рухається паралельно осі обертання або осі колеса. Осьове колесо вентилятора часто розташовується на короткій ділянці циліндричного повітроводу, до якого можна підключити вхідний і вихідний канали.

Типи осьових вентиляторів мають діаметр робочого колеса, який зазвичай коливається від 0,3 метра до 9 метрів, хоча діаметр робочого колеса осьового вентилятора градирні може перевищувати 25 метрів.

Осьові вентилятори в основному використовуються там, де необхідно регулювати великий потік.

Відцентрові вентилятори використовують відцентрову силу, створювану обертовим диском з лопатями, розташованими під прямим кутом до диска, щоб зупинити рух газу або повітря та збільшити його тиск.

Вузол втулки, диска та лопаті відомий як робоче колесо і часто містить інші компоненти з аеродинамічними або структурними функціями. Крильчатка відцентрового вентилятора зазвичай розташована в корпусі спірального вентилятора.

Відцентрові вентилятори бувають двох основних типів:

Загнуті вперед відцентрові вентилятори характеризуються наявністю безлічі маленьких лопатей, які загинаються в напрямку обертання. Повітря випускається тангенціально, зазвичай через прямокутний або круглий розряд. Вентилятори такого типу зазвичай використовуються в шафах безпеки.

Задні вигнуті відцентрові вентилятори мають менше великих лопатей, які можуть бути аеродинамічними частинами, які рухаються в сторону від напрямку обертання. Цей тип вентилятора вимагає вищої швидкості для створення тиску, ніж вентилятори зігнутими вперед подібного розміру.

Вентилятори із загнутими назад вентиляторами є найбільш енергоефективними з усіх конструкцій крильчатки, і, звичайно, у дуже великих вентиляторних системах зазвичай використовуються загнуті назад лопаті вентилятора для зменшення споживання енергії. Існує кілька методів контролю вентиляторів.

У нашому випадку це вентилятор даховий відцентровий низького тиску ВКР №9 (рисунок 1.1).

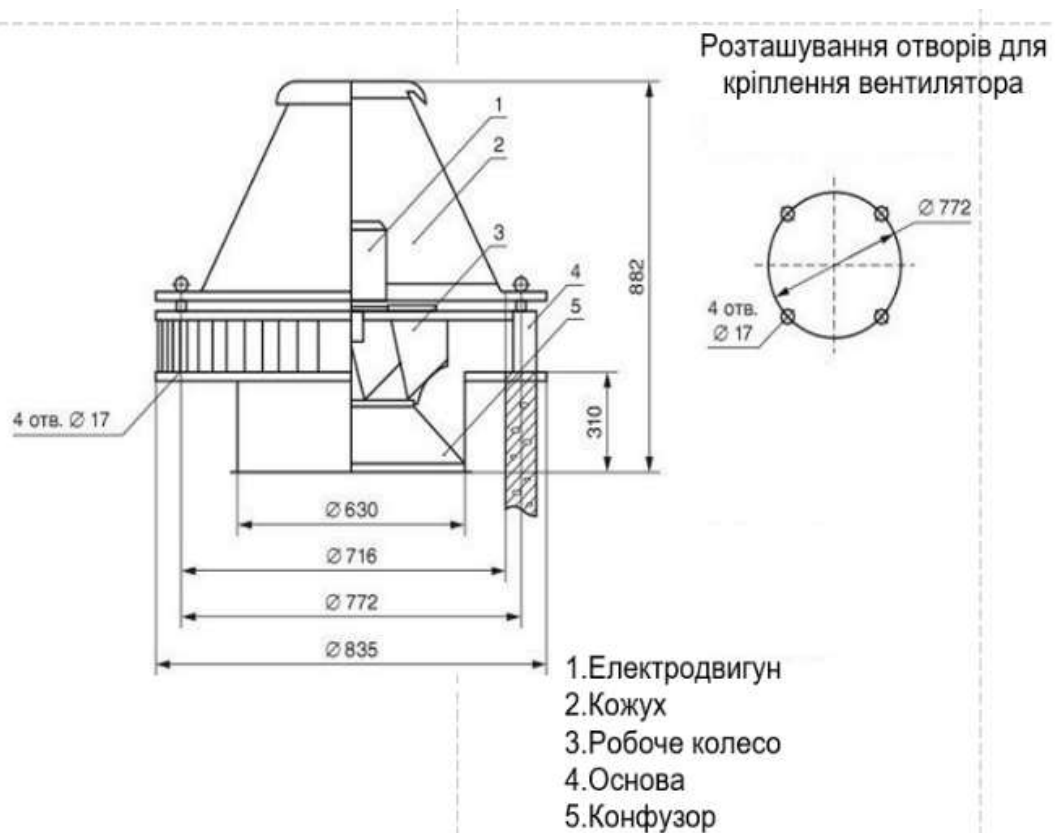


Рисунок 1.1-Габаритні розміри вентилятора ВКР № 9

Система заслінок є недорогим підходом, який перешкоджає потоку повітря. Глушник виконаний у вигляді дроселя, який приводиться в дію поворотом шпинделя. У всіх випадках перешкодою для потоку повітря є як втрата тиску та енергії в системі вентиляції, так і джерело шуму.

Просте керування напругою можна застосувати до деяких вентиляторів більш успішно, ніж до інших. У випадку трансформатора вихідна напруга двигуна вентилятора є синусоїдальною та «чистою», як і вхідна напруга від мережі. Тоді двигун не страждає від електромагнітних перешкод або додаткового самонагрівання через гармонічні сигнали. Електронні стабілізатори напруги засновані на пристроях, які зміщують криву напруги до певного кута провідності, який змінюється поворотом потенціометра. Перевагою є низька ціна, мала вага і невеликий простір. Регулювання трифазної напруги надзвичайно дороге, оскільки для кожної фази потрібен трансформатор.

Регулювання частоти зазвичай здійснюється за допомогою інверсного приводу. Цей пристрій електрично перетворює синусоїдальний вхідний постійний струм у частоту змінного струму та вихідну напругу. Обидва мають змінюватися пропорційно, щоб підтримувати щільність потоку двигуна. Інвертори, як правило, успішно використовуються і забезпечують великі переваги з точки зору точного, швидкого, безперервного та повністю автоматичного керування вентиляторами. Переваги включають енергозбереження, низький рівень шуму, низькі витрати на технічне обслуговування та низькі витрати на транспортування, із захистом від надструму як стандартною функцією.

2 АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ВЕНТИЛЯТОРНОЇ УСТАНОВКИ

2.1 Визначення розрахункової потужності та вибір двигуна.

По вихідним даним визначаємо момент статичного опору напочатку та кінці робочого циклу приведеній до частоті обертання валу електродвигуна

$$M_{\text{сн(к)}} = \frac{F_{\text{сн(к)}}}{n} \cdot \frac{V_{\text{уст}}}{\omega_{\text{дв}}} \cdot \frac{1}{\eta_{\text{п}}}, \quad (2.1)$$

де $F_{\text{сн(к)}}$ – Момент опору на початку робочого циклу ($F_{\text{сн}} = 10 \text{ кН}$);

$F_{\text{ск}}$ - момент опору на кінці робочого циклу ($F_{\text{ск}} = 9.4 \text{ кН}$);

n – число приводних двигунів ($n=2$);

$V_{\text{уст}}$ – установлений об'єм повітря ($V_{\text{уст}} = 3.4 \text{ м}^3$);

$\eta_{\text{п}}$ – коефіцієнт корисної передачі ($\eta_{\text{п}} = 0.9 \dots 0.98$).

Швидкість двигуна знаходиться за формулою:

$$\omega_{\text{дв}} = \mu \frac{V_{\text{уст}}}{R_6}, \quad (2.2)$$

де μ - передатне відношення механічної передачі $\mu = 10$

$$\omega_{\text{дв}} = 10 \frac{3.4}{0.5} = 68 (\text{с}^{-1}),$$

$$M_{\text{сн(к)}} = \frac{10}{2} \cdot \frac{3.4}{68} \cdot \frac{1}{0.95} = 0.24 (\text{кН} \cdot \text{м}),$$

$$M_{\text{ск(к)}} = \frac{9.4}{2} \cdot \frac{3.4}{68} \cdot \frac{1}{0.95} = 0.25 (\text{кН} \cdot \text{м}).$$

По середньому значенню приведеного статичного моменту знаходимо розрахункову потужність двигуна $M_{\text{ср}} = 0.245 \text{ кН} \cdot \text{м}$.

$$P_{\text{роз}} = M_{\text{ср}} \cdot \omega_{\text{дв}}, \quad (2.3)$$

$$P_{\text{роз}} = 0.245 \cdot 68 = 16.66(\text{кВт}).$$

Вибираємо двигун типу АИР 160М2 ІМ В3 з характеристиками які наведені у таблиці 2.1

Таблиця 2.1- Основні технічні характеристики

Потужність	18.5кВт
Частота оберту ротора	3000об/хв
Напруга	380 В
Номінальний струм	36.6 А
Частота	50 Гц
Частота полюсів	2
Ступінь захисту	IP55
Ізоляція класу нагрівостійкості	F(155°C)
Кліматичне виконання	Y2
Режим роботи	S1 (тривалий)
Масса	140 кг

2.2 Розрахунок та побудова діаграм навантаження

Номінальний режим роботи S1

$$J = J_{\text{дв}} + J_{\text{ш1}} + \frac{1}{n} \left[\frac{\omega_6^2}{\omega_{\text{дв}}^2} \cdot (J_6 + J_{\text{ш3}}) + \sum m \frac{V_{\text{уст}}^2}{\omega_{\text{дв}}^2} \right], \quad (2.4)$$

де $J_{\text{дв}}$ – момент інерції двигуна ($J_{\text{дв}} = 0.055$)

$J_{\text{ш1}}$ - Моменти інерції шестерень редуктора вибирають в межах
 $J_{\text{ш1}} = (0.05 \dots 0.1) J_{\text{дв}}$

$$J = 0.055 + (0.1 \cdot 0.055) + \frac{1}{2} \left[\frac{\left(\frac{3.4}{0.5}\right)^2}{68^2} \cdot (10 + (0.1 \cdot 10)) + \sum 2 \frac{3.4^2}{68^2} \right] = 0.0113 (\text{т} \cdot \text{м}^2).$$

2.3 Перевірка двигуна

Вибраний двигун перевіряється на наявність теплових умов і перевантаження. Для перевірки вибраного двигуна еквівалентний момент знаходять за допомогою прогріву. Враховуючи невелику різницю між початковим і кінцевим крутним моментом під час періодів прискорення та уповільнення.

$$M = \sqrt{\frac{\frac{1}{2} \cdot (M_1^2 + M_2^2) \cdot t_1 + \frac{1}{2} \cdot (M_1^2 + M_2^2) \cdot t_1 + \frac{1}{2} \cdot (M_3^2 + M_4^2) \cdot t_2 + \frac{1}{2} \cdot (M_5^2 + M_6^2) \cdot t_3 + \frac{1}{3} \cdot (M_7^2 + M_8^2 + M_7 \cdot M_8) \cdot t_4 + \frac{1}{2} \cdot (M_9^2 + M_{10}^2) \cdot t_5}{\alpha(\sum t_n + \sum t_T) + t_4 + \beta t}} \quad (2.6)$$

$\alpha = 0.65 \dots 0.75$ - коефіцієнти, що враховують погіршення умов охолодження при зменшенні швидкості та зупинки

де :

$$t_1 = \frac{0.8}{0.4} = 2(\text{с}),$$

$$t_2 = 2(\text{с}),$$

$$t_3 = \frac{3.4 - 0.8}{0.6} = 4.33(\text{с}),$$

$$t_4 = 40(\text{с}),$$

$$t_5 = \frac{3.4}{0.6} = 5.67(\text{с}),$$

$$t_0 = 15(\text{с}),$$

$$t_{\text{н}} = 2 + 2 + 4.33 + 40 + 5.67 + 15 = 69(\text{с}),$$

$$M_{1\text{с}} = M_{\text{сн}} = 0.24 (\text{кН}\cdot\text{м}),$$

$$M_{1\text{с}} = 0.24 + \frac{0.25 - 0.24}{69 - 15} \cdot 2 = 0.24 (\text{кН}\cdot\text{м}),$$

$$M_{2\text{с}} = 0.24 + \frac{0.25 - 0.24}{69 - 15} \cdot (2 + 2) = 0.241 (\text{кН}\cdot\text{м}),$$

$$M_{3\text{с}} = 0.24 + \frac{0.25 - 0.24}{69 - 15} \cdot (2 + 2) = 0.241 (\text{кН}\cdot\text{м}),$$

$$M_{4\text{с}} = 0.24 + \frac{0.25 - 0.24}{69 - 15} \cdot (2 + 2) = 0.241 (\text{кН}\cdot\text{м}),$$

$$M_{5\text{с}} = 0.24 + \frac{0.25 - 0.24}{69 - 15} \cdot (2 + 2 + 4.33) = 0.242 (\text{кН}\cdot\text{м}),$$

$$M_{6\text{с}} = 0.24 + \frac{0.25 - 0.24}{69 - 15} \cdot (2 + 2 + 4.33) = 0.242 (\text{кН}\cdot\text{м}),$$

$$M_{7\text{с}} = 0.24 + \frac{0.25 - 0.24}{69 - 15} \cdot (2 + 2 + 4.33 + 40) = 0.249 (\text{кН}\cdot\text{м}),$$

$$M_{8\text{с}} = 0.24 + \frac{0.25 - 0.24}{69 - 15} \cdot (2 + 2 + 4.33 + 40) = 0.249 (\text{кН}\cdot\text{м}),$$

$$M_{9\text{с}} = 0.24 + \frac{0.25 - 0.24}{69 - 15} \cdot (2 + 2 + 4.33 + 40 + 5.67) = 0.25 (\text{кН}\cdot\text{м}),$$

$$M_{10\text{с}} = 0.24 + \frac{0.25 - 0.24}{69 - 15} \cdot (2 + 2 + 4.33 + 40 + 5.67) = 0.25 (\text{кН}\cdot\text{м}),$$

$$e_1 = \mu \frac{a_1 \cdot 2}{D_6} = 10 \cdot \frac{0.4 \cdot 2}{1} = 8,$$

$$e_3 = \mu \frac{a_1 \cdot 2}{D_6} = 10 \cdot \frac{0.6 \cdot 2}{1} = 12,$$

$$e_5 = \mu \frac{a_1 \cdot 2}{D_6} = 10 \cdot \frac{0.4 \cdot 2}{1} = 8,$$

$$M_1 = M_{1c} + J \cdot e_1 = 0.24 + 0.0113 \cdot 8 = 0.3304 \text{ (кН}\cdot\text{м)},$$

$$M_2 = M_{2c} + J \cdot e_1 = 0.24 + 0.0113 \cdot 8 = 0.3304 \text{ (кН}\cdot\text{м)},$$

$$M_3 = M_{3c} = 0.241 \text{ (кН}\cdot\text{м)},$$

$$M_4 = M_{4c} = 0.241 \text{ (кН}\cdot\text{м)},$$

$$M_5 = M_{5c} + J \cdot e_3 = 0.242 + 0.0113 \cdot 12 = 0.3776 \text{ (кН}\cdot\text{м)},$$

$$M_6 = M_{6c} + J \cdot e_3 = 0.242 + 0.113 \cdot 12 = 0.3776 \text{ (кН}\cdot\text{м)},$$

$$M_7 = M_{7c} = 0.249 \text{ (кН}\cdot\text{м)},$$

$$M_8 = M_{8c} = 0.249 \text{ (кН}\cdot\text{м)},$$

$$M_9 = M_{9c} + J \cdot e_5 = 0.25 + 0.113 \cdot 8 = 0.3404 \text{ (кН}\cdot\text{м)},$$

$$M_{10} = M_{c10} + J \cdot e_5 = 0.25 + 0.113 \cdot 8 = 0.3404 \text{ (кН}\cdot\text{м)},$$

$$M_H = 1000 \cdot \frac{17.5}{68} = 257.353 \text{ (Нм)} = 0.257 \text{ (кН}\cdot\text{м)}.$$

Підставляючи ці значення в (2.6) отримуємо:

$$M_{\text{екв}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{2} \cdot (1.144^2 + 1.144^2) \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot (0.241^2 + 0.241^2) \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot (1.598^2 + 1.598^2) \cdot 4.33 + \frac{1}{3} \cdot (0.249^2 + 0.249^2 + 0.249 \cdot 0.249) \cdot 40 + \frac{1}{2} \cdot (0.25^2 + 0.25^2) \cdot 5.67}{0.7 \cdot 13.67 + 40 + 0.5 \cdot 2}} = 0.256 \text{ (кН}\cdot\text{м)}$$

$M_H > M_{\text{екв}}$ отже двигун пройшов перевірку по нагріву.

2.4 Побудова механічної характеристики АД

Щоб побудувати природні характеристики двигуна потрібно знати наступні дві точки ;

1. $\omega_0, M = 0$;
2. ω_n, M_n .

Номінальні параметри двигуна можна знайти за наступними формулами

$$\omega_0 = \frac{2 \cdot \pi \cdot f}{p}, \quad (2.7)$$

де f – частота струму 50 Гц;

p – кількість пар полюсів 1.

$$\omega_0 = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 50}{1} = 314,$$

$$M_k = \lambda \cdot M_n, \quad (2.8)$$

$$M = \frac{2 \cdot M_k \cdot \frac{S}{S_k}}{\frac{S}{S_k} + \frac{S_k}{S}}. \quad (2.9)$$

Природні механічні характеристики з вказаними характерними точками будуть мати вигляд:

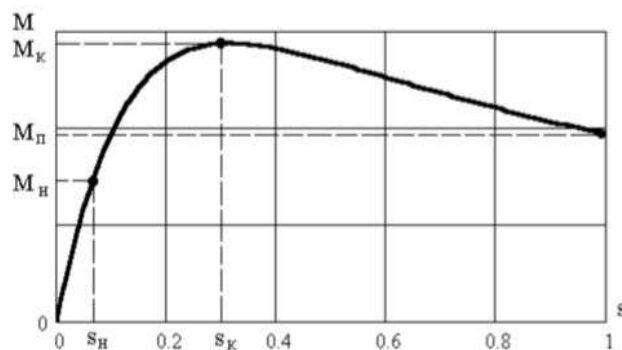


Рисунок 2.1 - Графік залежності ковзання від моменту.

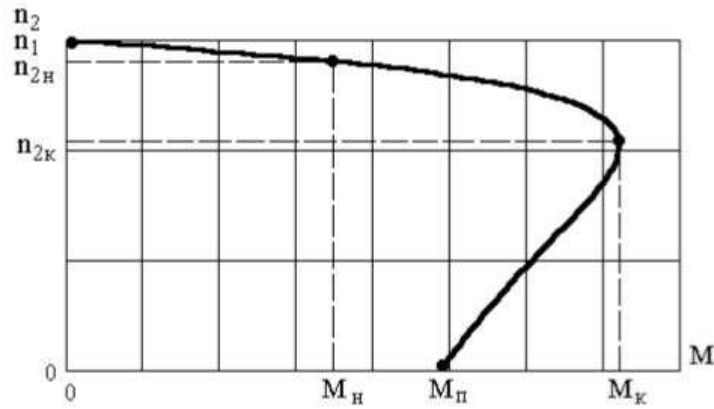


Рисунок 2.2 - Графік залежності моменту від кількості обертів

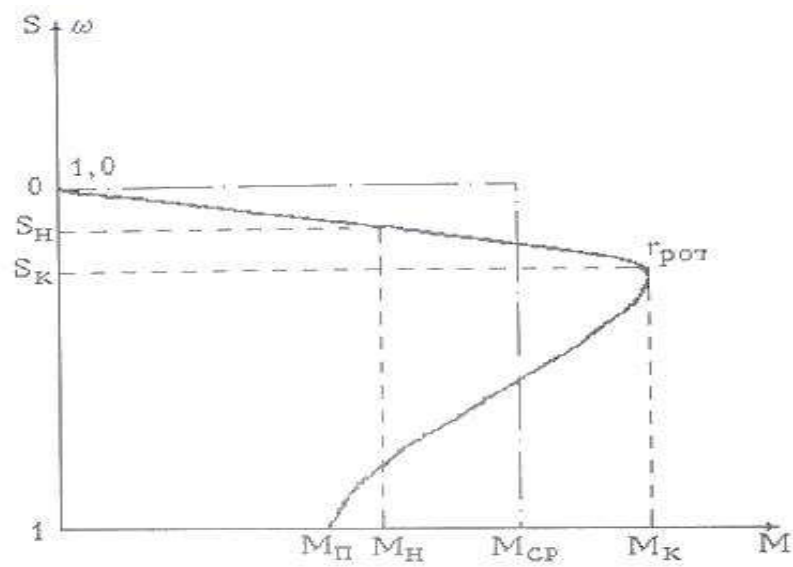


Рисунок 2.3 - Графік залежності моменту від ковзання та кутової швидкості

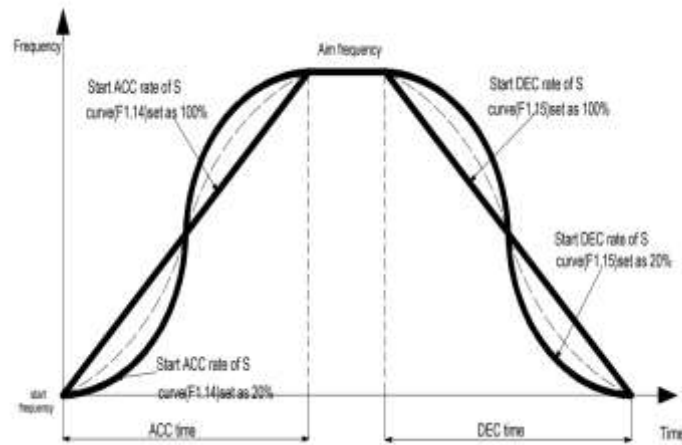


Рисунок 2.4 - Графік кривої прискорення та сповільнення вентилятора

Час пуску в холостому режимі:

$$t_n = J \frac{\omega_k - \omega_n}{M - M_c} = J \frac{\omega_0}{M_{cp}}, \quad (2.10)$$

$$t_n = 0.0113 \frac{314}{0.245} = 14.48 \text{ (с)}.$$

2.5 Розрахунок втрат потужності.

$$S_c = S_n \cdot \frac{M_c}{M_n}, \quad (2.11)$$

$$S_c = 0.2 \cdot \frac{0.245}{0.55} = 0.089.$$

Для отримання постійних втрат потужності знаходимо повні втрати АД в номінальному режимі.

$$\Delta P_H = \frac{P_H(1 - \eta_H)}{\eta_H}, \quad (2.12)$$

$$\Delta P_H = \frac{18.5 \cdot (1 - 0.92)}{0.92} = 1.60 \text{ (кВт)}.$$

Змінні втрати в асинхронному двигуні

$$V_H = M_H \cdot \omega_0 \cdot S_H \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) = 0.48 \text{ (кВт)}.$$

Постійні втрати в АД

$$K = \Delta P_H - V_H = 1.12 \text{ (кВт)}.$$

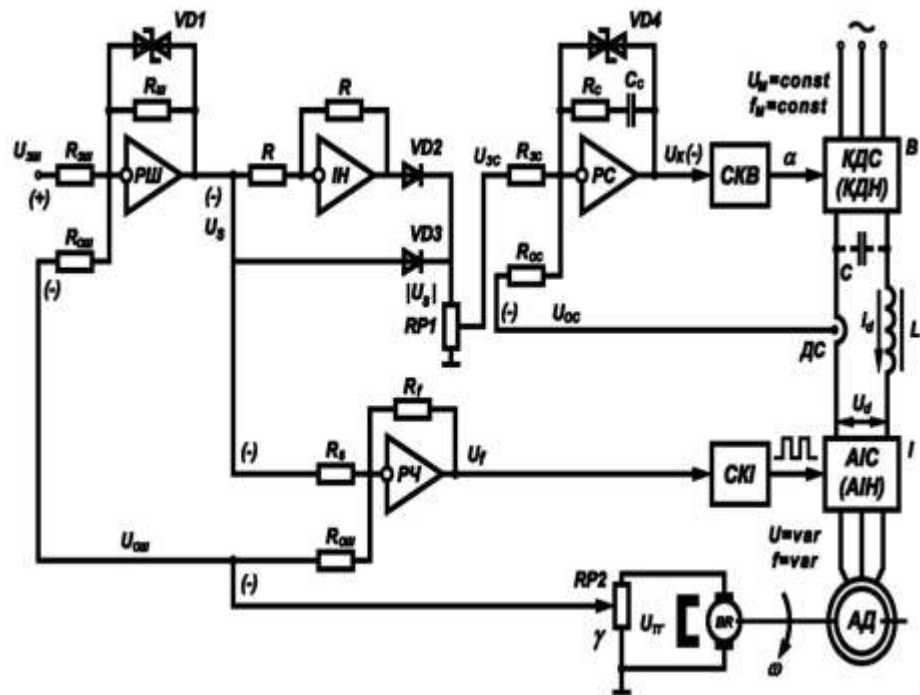


Рисунок 2.6 - Схема керування електроприводом за системою ПЧ-АД з ланкою постійного струму.

Основні елементи:

АД – асинхронний двигун з короткозамкненим ротором.

КДС – керований випрямляч на тиристорах за трифазною мостовою схемою. Створює ланку постійного струму в роторному колі, задає напругу.

СКВ – система управління випрямлячем. Звичайна СІФК, змінює кут відкриття тиристорів.

L – реактор для згладжування пульсацій напруги та струму в ланці постійного струму.

АІС – автономний інвертор напруги на IGBT транзисторних модулях. Відповідає за канал регулювання частотою напруги в обмотці статора.

СКІ – система управління автономним інвертором. Фактично задає частоту комутації транзисторів.

Випрямляч може бути некерованим на діодах. В даному випадку СКІ забезпечує режим широтно-імпульсної модуляції ШІМ, коли одночасно для за необхідним законом змінюються також частота і напруга на статорі.

3. РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ КОНДИЦІОНЕРІВ

Задаємось параметрами будівлі супермаркету «Грош» за для розрахунку необхідної потужності кондиціонерів.

1. Площа будівлі супермаркету: $S=783.5 \text{ м}^2$
 2. Висота стелі: $h=3.5 \text{ м}$
 3. Коефіцієнт інсоляції при середній освітленості: $q=35$
 4. Кількість людей у приміщенні супермаркету: $k_2=100$
 5. Коефіцієнт навантаження на людину: $k_3=0.1 \text{ кВт}$
 6. Кількість холодильних камер: $k_{\text{хол}}=12$
 7. Кількість духових шаф: $k_{\text{шаф}}=2$
 8. Кількість електричних плит: $k_{\text{плит}}=2$
 9. Кількість ламп освітлення: $k_{\text{осв}}=12$
 10. Кількість теплоти яку виділяє холодильна камера: $q_{3_{\text{хол}}}=0,804 \text{ кВт}$
 11. Кількість теплоти яку виділяє духові шафа: $q_{3_{\text{шаф}}}=2,7 \text{ кВт}$
 12. Кількість теплоти яку виділяє електрична плита: $q_{3_{\text{плит}}}=1,8 \text{ кВт}$
 13. Кількість теплоти яку виділяє промисловий світлодіодний світильник плита: $q_{3_{\text{осв}}}=0.045 \text{ кВт}$
 14. Коафіцієнт теплонадходження від вентиляції: $k=1.2$
- Нам потрібно вирахувати потужність охолодження: Q :

$$Q = (Q_1 + Q_2 + Q_3) \cdot k, \quad (2.1)$$

де Q_1 - потужність кондиціонера для перекриття теплонадходжень через огорожувальні конструкції (стіни, стеля, підлога, вікна).

$$Q_1 = \frac{(S \cdot h) \cdot q}{100}, \quad (2.2)$$

$$Q_1 = \frac{(766.5 \cdot 3) \cdot 30}{1000} = 68.94 \text{ (кВт)},$$

де Q_2 - теплонадходження від людей.

$$Q_2 = k_2 \cdot k_3, \quad (2.3)$$

$$Q_2 = 100 \cdot 0.1 = 10 \text{ (кВт)},$$

де Q_3 - тепло яке виділяється приладами.

$$Q_3 = \sum (k \cdot q_3) \quad (2.4)$$

$$Q_3 = 12 \cdot 0.804 + 2 \cdot 2.7 + 2 \cdot 1.8 + 12 \cdot 0.045 = 19.19 \text{ (кВт)}$$

Тепер можна знайти розрахункову потужність кондиціонерів в приміщенні

$$Q = (68.94 + 10 + 19.19) \cdot 1.2 = 117.756 \text{ (кВт)}$$

Отже нам потрібно вибрати сумарну кількість кондиціонерів яка забезпечить нашу розрахункову потужність а саме 117.76 кВт

Таблиця 3.1 - Опис наявних кондиціонерів

Назва кондиціонеру	Продуктивність, кВт	Потужність, кВт
Внутрішній блок касетного типу GREE GKH42K3FI U-MATCH INVERTER	11	3.9
Внутрішній блок каналного типу GREE GKH42K3FI U-MATCH INVERTER	11.5	4
Внутрішній блок каналного типу COOPER&HUNTER CH-ID36NK4/CH-IU36NM4 INVERTER	10	3.32
Внутрішній блок каналного типу GREE GU125PHS/A1-K (GFH42K3HI) U-MATCH	12	4.4
Внутрішній блок касетного типу GREE GU100T/A1-K (GKH36K3HI) U-MATCH	10	3.5
Канальний кондиціонер LESSAR LS-H150DIA4/LU-H150DIA4	44	16.3
Канальний кондиціонер LESSAR LS-H96DMA4/LU-H96DMA4	28.1	10.3
Всього	126.6	45.72

4 МОДЕЛЮВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

4.1 Автоматизація вентиляційної системи

Підвищення продуктивності праці в промисловому виробництві є основною метою кожного сучасного підприємства. Автоматизація є одним із найважливіших факторів у досягненні цієї мети. Основною умовою прискорення темпів зростання автоматизації є розвиток технологічних засобів автоматизації. До технічних засобів автоматизації відносяться всі пристрої, що входять до складу системи управління і призначені для отримання інформації, її передачі, зберігання і перетворення, здійснення керуючих і регулюючих впливів на технологічний об'єкт управління.

Головною особливістю галузі є постійне розширення сфери застосування засобів автоматизації. Сучасні вимоги до систем автоматичної вентиляції (В) і кондиціонування (КВ) містять дві суперечливі умови:

- Простота і надійність експлуатації
- Висока якість функціонування.

Будь-яка промислова СКП повинна бути обладнана першим рівнем автоматизації, що включає пристрої та елементи автоматичного пуску та зупинки, пристрої захисту від аварійних ситуацій.

Другим рівнем автоматизації SCP є рівень стабілізації режимів роботи обладнання.

Третій рівень автоматизації передбачає створення керуючих впливів шляхом вирішення дискретних логічних функцій або виконання обчислень, керування та обробки інформації.

Аналіз стаціонарних і нестаціонарних теплових процесів дозволяє регулювати системи кондиціонування повітря відповідно до заданого технічного завдання.

Вентиляція - це комплекс технічних засобів, що забезпечують регульований повітрообмін у приміщенні, сприятливий для людей.

Забезпечення необхідного рівня вологості, температури, частоти і рухливості повітря є основною метою вентиляції, яка регламентується і визначається відповідно до гігієнічних норм. Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі, до яких відносяться пил, пара, гази та різні домішки, обмежені гігієнічними нормами.

Температуру, рухливість повітря і вологість встановлюють залежно від умов, необхідних для сприятливого самопочуття людини. У багатьох виробничих приміщеннях чистота повітря, температура і вологість визначаються особливостями технологічного процесу.

Вентиляція характеризується обсягом і частотою повітрообміну. Вентиляційний об'єм - це кількість повітря (в кубометрах), що надходить в приміщення за годину. Мінімальна кількість зовнішнього повітря, що надходить у приміщення, становить 30 куб. м/год

Частота повітрообміну виражає, скільки разів змінюється повітря в кімнаті за годину. Людині стає задушливо в кімнаті, коли показник повітрообміну менше 0,5.

Види вентиляції:

Вентиляцію можна класифікувати за такими характеристиками:

1.) За способом руху повітря вентиляція буває з механічним приводом (механічна) і з природним приводом (природна). Можлива також комбінація обох варіантів (змішана).

2.) Вентиляція може бути витяжною, припливною або припливно-витяжною в залежності від потреб підприємства.

3.) За місцем дії вентиляція буває загальнозмінною та місцевою.

4.) За конструкцією - каналні та безканалні.

Припливно-витяжна вентиляція

Припливні системи служать для подачі в приміщення чистого вентилязованого повітря, яке замінює відпрацьоване. При цьому повітря, що подається, може піддаватися додатковій спеціальній обробці - очищенню,

зволоженню, підігріву і т.д. Витяжна вентиляція видаляє з приміщення забруднене, витягне, нагріте або охолоджене повітря з різними домішками або газами.

Зазвичай в приміщеннях використовуються як витяжні, так і припливні системи кондиціонування. Продуктивність цих систем повинна бути збалансована з урахуванням можливості потоку повітря до або з суміжних приміщень, хоча приміщення можуть бути обладнані тільки одним типом системи кондиціонування повітря - тільки витяжною або тільки припливною. У цьому випадку повітря циркулює з однієї кімнати в іншу через спеціальні щілини.

Місцева та загальнообмінна вентиляція

Залежно від потреб місцева вентиляція може бути припливно-витяжною. Місцева припливна вентиляція – це вентиляція, при якій повітря подається в необхідне приміщення. Місцева витяжна вентиляція - це вентиляція, коли необхідно видалити з певного приміщення забруднене повітря, утворене технологічним процесом або іншими факторами. Місцева припливна вентиляція служить для створення необхідного повітряного режиму в обмеженому просторі виробничих приміщень. Прикладами місцевої припливної вентиляції є душеве повітря, оази, повітряні та повітряні теплові завіси.

Повітряний душ — це струмінь повітря, що спрямовується на працівника для його охолодження. Функції повітряного душу включають зниження температури в робочому приміщенні та охолодження працівників, які піддаються інтенсивному тепловому випромінюванню, доведення чистого повітря до постійних робочих місць.

Повітряні оазиси - це частини виробничого приміщення, обмежені спеціальними перегородками, де підтримується температура нижча, ніж температура виробничого цеху. Повітря в такій місцевості чистіше і прохолодніше.

Повітряні екрани змінюють напрямок потоку повітря або створюють повітряні перешкоди. Використовуються для захисту працівників від переохолодження від холодного повітря, що проникає через ворота. Відповідно розрізняють два види екранів: повітряно-теплові з підігрівом повітря в радіаторах і повітряні з подачею повітря без підігріву.

Місцева витяжна вентиляція використовується, коли локалізовано місце виділення шкідливих речовин для запобігання їх розповсюдженню по приміщенню. У виробничих приміщеннях місцева витяжна вентиляція видаляє шкідливі речовини: газ, дим, пил, частково відводить тепло, що виділяється виробничим обладнанням.

Найбільш ефективним способом запобігання проникненню шкідливих речовин у повітря приміщень є повне укриття машин і механізмів.

Як правило, локальні витяжні системи дуже ефективні, оскільки дозволяють видаляти шкідливі речовини безпосередньо з місця їх виникнення або виділення, тим самим запобігаючи їх розповсюдженню по приміщенню.

Системи загальнообмінної вентиляції призначені для забезпечення вентиляції приміщення в цілому або його значної частини.

Від вибору систем вентиляції в приміщеннях залежить обладнання та оснащення.

- 1.) Вентилятори - осьові, діаметральні, радіальні.
- 2.) Вентиляторні установки: трубні та стельові.
- 3.) Вентиляційне обладнання: припливне, витяжне, припливно-витяжне.
- 4.) Повітряно-теплові завіси.
- 5.) Амортизатори.
- 6.) Повітряні фільтри.
- 7.) Повітронагрівачі: електричні та водяні.
- 8.) Повітроводи: металеві, металопластикові, неметалеві, гнучкі та напівгнучкі.

9.) Запірно-регулюючі пристрої: діафрагми, повітряні та зворотні клапани.

10.) Деаератори та регулюючі пристрої для видалення повітря: решітки, щілинні повітророзподільники, тени, форсунки з форсунками, перфоровані панелі.

11.) Теплоізоляція.

4.2 Метод максимального середнього перерозподілу однорідного ресурсу

Математична постановка задачі.

Нехай досліджувана система складається зі скінченої множини об'єктів i_n . Кожен об'єкт характеризується S_i – запитуваний ресурс, A_i - ефект від впровадження енергозберігаючих заходів S_i . В умовах відсутності однорідного ресурсу, що підлягає розподілу, необхідно визначити кількість ресурсу для кожного з об'єктів. Застосовуючи для вирішення задачі метод максимально-середнього перерозподілу однорідного ресурсу, отримуємо наступні параметри: y' – кількість збитків, яких вдалось уникнути, y – реальні збитки, завдані недофінансуванням, x - отримана кількість ресурсу об'єктом.

Таблиця 4.1 - Результуючий розподіл ресурсу

S_i , кВт	A , кВт	y'_1 , кВт	y_1 , кВт	x_i , кВт
11	3.36	2.461	0.898	8.057
11.5	2.88	2.143	0.736	8.557
10	2.81	1.983	0.826	7.057
12	3.84	2.898	0.941	9.057
10	2.97	2.095	0.874	7.057
44	15.74	14.687	1.052	41.057
28.1	9.75	8.728	1.021	25.157

$$\sum S_i = 126.6$$

Проте, нам необхідно знизити продуктивність кондиціонерів до $\Sigma S_3 = 106 \text{ кВт}$

Для розрахунків застосуємо метод максимально-середнього перерозподілу однорідного ресурсу.

Дефіцит однорідного ресурсу складає:

$$\Delta S = \sum S_i - S_3 \quad (4.1)$$

$$\Delta S = 126.6 - 106 = 20.6 \text{ (кВт)}$$

Далі потрібно розподілити надлишок потужності між споживачами

$$20.6 : 7 = 2.94 \text{ (кВт)}$$

Від заявлених коштів віднімаємо кінцеву недоотриману суму.

$$x_i = S_i - \Delta S_{\text{чкп}} \quad (4.2)$$

Данні заносяться в таблицю 4.2

Таблиця 4.2 - Реальна кількість запитуваного ресурсу

X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
8.057	8.557	7.057	9.057	7.057	41.057	25.157

За допомогою пропорції знаходимо кількість збитків яких вдалось уникнути:

$$y'_i = \frac{A_i \cdot x_i}{S_i} \quad (4.3)$$

Таблиця 4.3 - Кількість збитків, яких вдалось уникнути

y' ₁	y' ₂	y' ₃	y' ₄	y' ₅	y' ₆	y' ₇
2.461	2.14	1.98	2.898	2.095	14.689	8.728

Знаходимо реальні збитки .

$$y_i = A_i - y'_i \quad (4.4)$$

Таблиця 4.4 - Реальні збитки

Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇
0.898	0.736	0.826	0.941	0.874	1.052	1.021

Результати розрахунків заносяться у таблицю 4.1

4.3 Нейронна мережа

Нейронні мережі або штучні нейронні мережі є одним із видів машинного навчання. Під машинним навчанням прийнято розуміти набір алгоритмів, які складають систему, яка навчається на власному досвіді. Така система може передбачити результат, запам'ятати його, вибрати оптимальний варіант і, якщо необхідно, відтворити процес заново. Якісне машинне навчання дозволяє автоматизувати рутинні процеси та завдання в сучасному світі, звільняє людей від монотонної та нецікавої роботи, залишає простір для творчості, розвитку, стратегічного мислення, прийняття рішень та багатьох інших дійсно важливих речей.

Нині нейронні мережі використовуються як альтернатива всім існуючим алгоритмам машинного перекладу, розпізнавання образів, мови, музики тощо. Глибоке навчання — це метод машинного навчання, заснований на застосуванні нейронних мереж, хоча можна використовувати й інші доступні методи. Успіх глибокого навчання безпосередньо залежить від потужності техніки. На момент появи нейронних мереж продуктивність комп'ютерів була невисокою, тому нейронні мережі теж були слабкими. Використання сучасних технологій і новітніх потужних систем обробки даних дозволило значно посилити нейронні мережі, зробити їх більш розгалуженими, багат шаровими.

Для початку необхідно зрозуміти, як відбувається навчання нейронної мережі. Перш за все, необхідно представити вхідні дані для нейронної мережі в установленому вигляді. Існує кілька типів нейронних зв'язків. Найчастіше використовуються синупсоїдальний і ReLU. У першому випадку нейронна мережа використовує дані в діапазоні від -1 до 1, що фактично відповідає

діапазону від -100% до 100%. У другому випадку дані передаються через значення 0 і \inf , що означає будь-яку інформацію. Описана послідовність дій називається нормалізацією вхідних даних. Саме тому нормалізація вхідних даних є першим кроком перед запуском машинного навчання, адже система повинна отримувати інформацію у формі, яку вона може обробити.

Наступним кроком у процесі навчання нейронної мережі є отримання першого результату розрахунку, який у більшості випадків буде відрізнятися від запланованих результатів. Така ситуація виникає через відсутність достатньої інформації в нейронній мережі для відповідного розподілу ваги та адекватного аналізу. Для вирішення цієї проблеми створюється алгоритм навчання, який ще називають навчальним набором. По суті, це набір операндів, які задають параметри для обробки вхідних даних і дозволяють нейромережі адекватно аналізувати і правильно оцінювати вагу параметрів. Такі навчальні набори можуть бути простими або складними і можуть містити від чотирьох до багатьох сотень уточнюючих шаблонів.

Перехід через цикл операндів називається епохою. Новостворена нейронна мережа має епоху 0, перший крок циклу навчання веде до епохи 1, другий – до другої і так далі. Кожен новий цикл навчання зменшує похибку розрахунку, і коли цей показник не перевищує декількох відсотків, можна зробити висновок, що мережа навчена і придатна для вирішення чітко сформульованої єдиної задачі.

Для початку ми створимо два поля даних, що містять інформацію про очікувані значення та характеристики об'єкта. Отримані поля даних завантажуються в програмне середовище MatLab (рисунок 4.1).

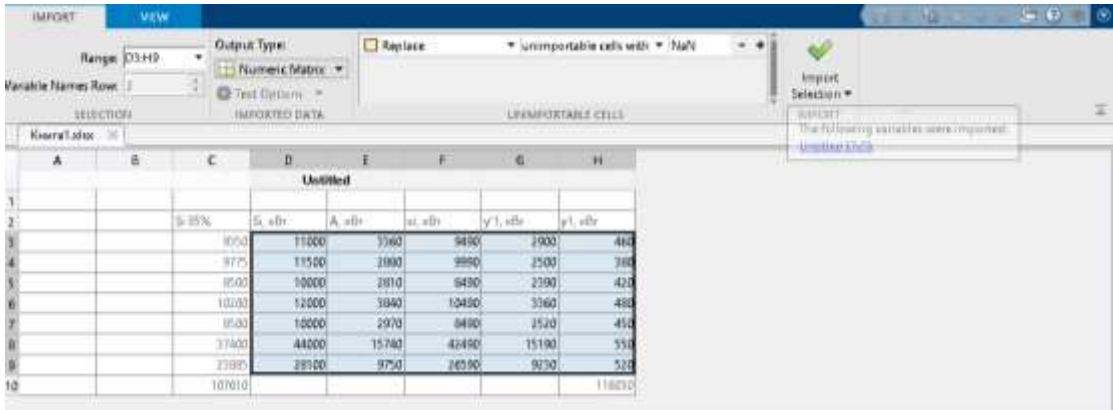


Рисунок 4.1 - Формування матриці вхідних даних

Матриця даних 7x5 представляє собою набір характеристик об'єкту. Матриця 7x1 представляє собою бажані прогнозовані дані (рисунок 4.2).

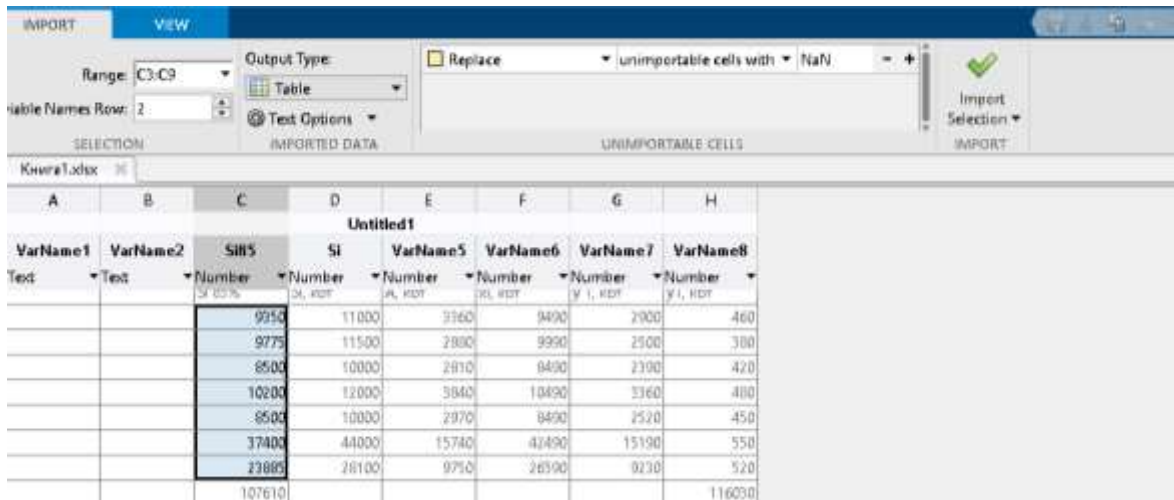


Рисунок 4.2 - Формування матриці прогнозованих значень.

Проводимо імпорт масиву даних у Matlab (рисунок 4.3).

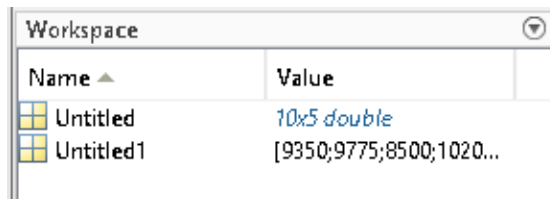


Рисунок 4.3 - Додавання матриць у робочий простір MatLab

Наступним кроком буде запуснути надбудову нейронних мереж для середовища MatLab (рисунок 4.4). Для цього потрібно в поле вводу програмного середовища ввести команду `nnstart`, що автоматично відкриє діалогове вікно.

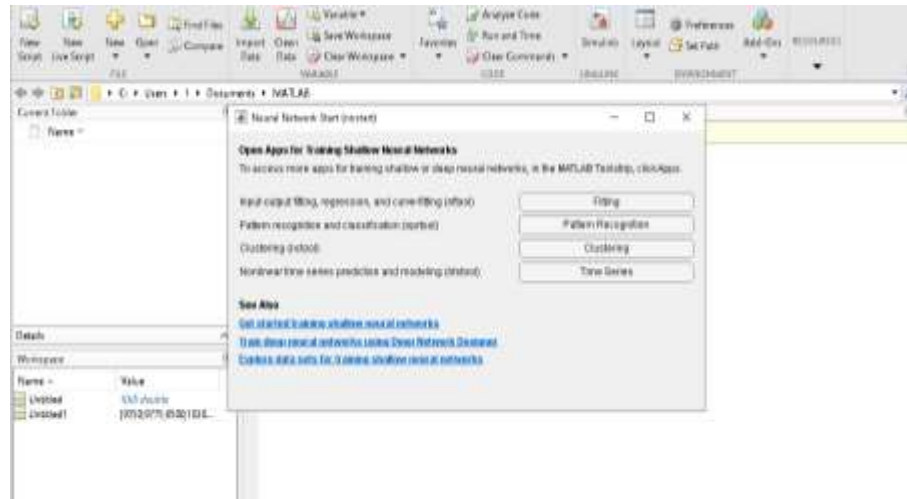


Рисунок 4.4 - Запуск надбудови нейронних мереж у середовищі MatLab

У діалоговому вікні ви можете побачити 4 функції налаштування нейронної мережі, які допоможуть вам завантажити дані, створити нейронну мережу, налаштувати її, навчити та перевірити. Ці функції поділяються за типом завдань, які включають регресію, апроксимацію, розпізнавання образів, класифікацію, кластеризацію та моделювання та прогнозування динамічних часових рядів. Вибираємо функцію на основі наближення нейронної мережі (рисунок 4.5).

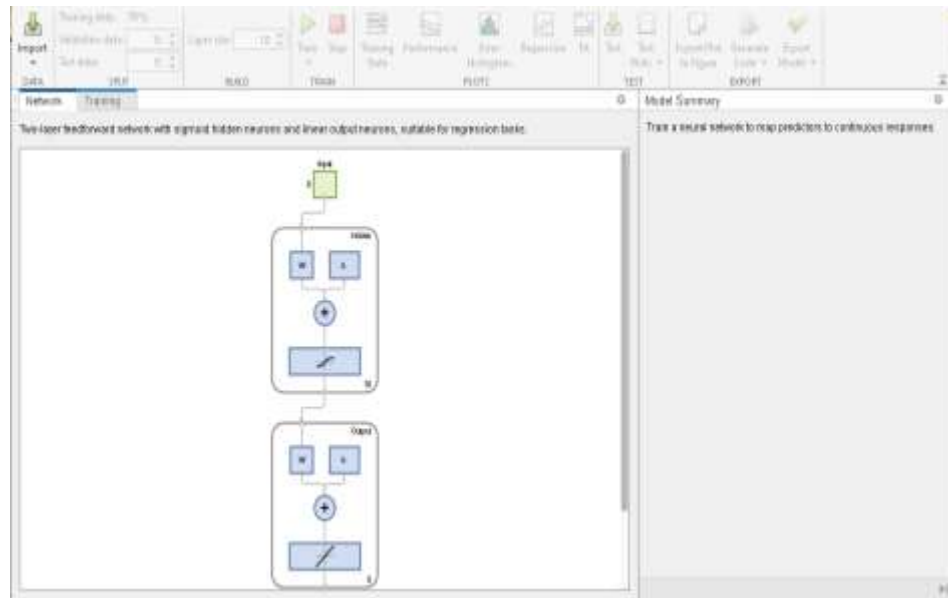


Рисунок 4.5 - Функція нейро-мережева апроксимація

Перше діалогове вікно описує загальну формулювання задачі та перераховує різні приклади, де цей метод вирішення проблеми може бути використаний. Структура мережі показана праворуч. У цьому прикладі мережа складається з двох шарів, один з яких прихований.

Потім ми маємо обрати вхідні данні для навчання із робочого простору MatLab. Відповідно до цього вхідний набір даних вибираємо у вкладці Predictors. Вихідний набір даних обираємо у вкладці Responses (рисунок 4.6).

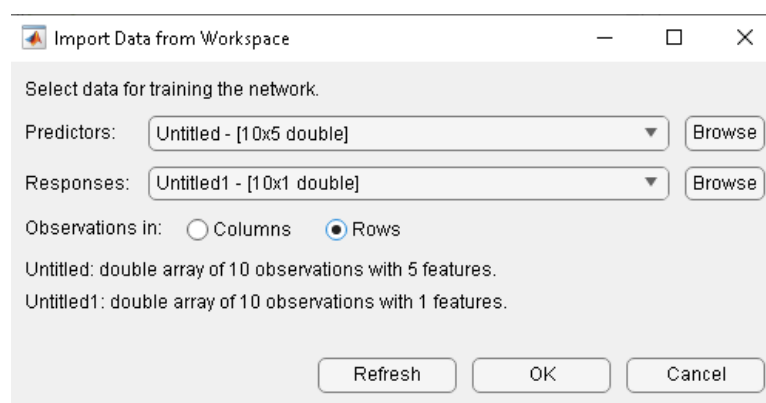


Рисунок 4.6 Додавання вхідних даних у робочий простір MatLab

На наступній вкладці (рисунок 4.7) ми бачимо поділ вхідної вибірки на три підмножини. Навчання нейронної мережі відбуватиметься відповідно до

Training data, зупинка навчання буде відбуватись відповідно до Validation, загальна оцінка роботи мережі буде оцінюватись згідно до Test data. Користувач має можливість змінювати та регулювати процентне співвідношення цих параметрів відповідно до потреб нейронної мережі та технічного завдання.

Training data:	65 %
Validation data:	<input type="text" value="15"/>
Test data:	<input type="text" value="20"/>
SPLIT	

Рисунок 4.7 Розподіл функцій навчання нейронної мережі

Усі ці данні заносяться у структурну схему нейронної мережі (4.8)

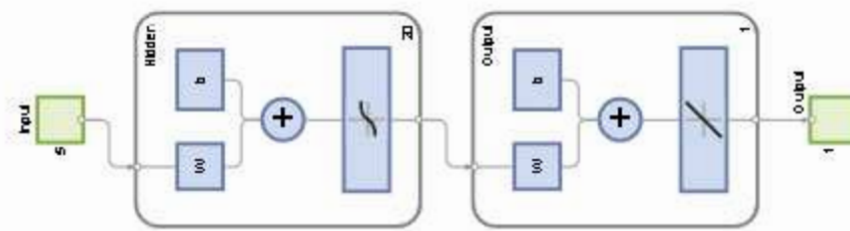


Рисунок 4.8 Структурна схема нейронної мережі

У наступному діалоговому вікні ми бачимо кнопку Train, яка змушує нейронну мережу почати навчання за допомогою алгоритму Левенберга-Марквардта із зворотним поширенням помилок. Доступні алгоритми включають байєсівський алгоритм регуляризації та алгоритм масштабованого спряженого градієнта. У той же час навчання автоматично припиняється, коли здатність узагальнення мережі перестає покращуватися, що характеризується збільшенням середньої квадратичної помилки в наборі даних перевірки (рисунок 4.9).

Unit	Initial Value	Stopped Value	Target Value
Epoch	0	8	1000
Elapsed Time	-	00:00:00	-
Performance	2.78e+08	1.02e-23	0
Gradient	9.98e+08	3.76e-07	1e-07
Mu	0.001	1e+10	1e+10
Validation Checks	0	0	6

Рисунок 4.9 Процес навчання нейронної мережі

На цьому зображенні ви можете побачити процес навчання нейронної мережі. У вікні, що з'явилося, ми бачимо архітектуру мережі, кількість нейронів, параметри алгоритму, результат навчання у вигляді якісних показників прогресу навчання та різноманітних графіків, які можуть бути корисними при оцінці якості навчання а саме графік регресії функції цілі (рисунок 4.10) та графік навчання нейронної мережі(рисунок 4.11).

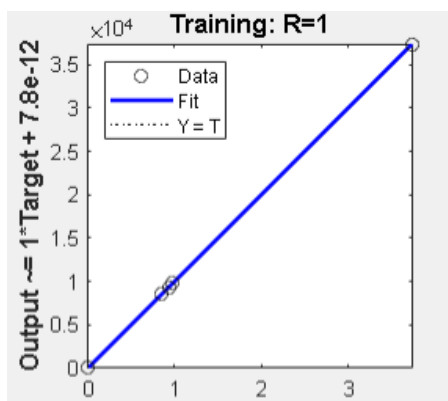


Рисунок 4.10 Регресія функції цілі

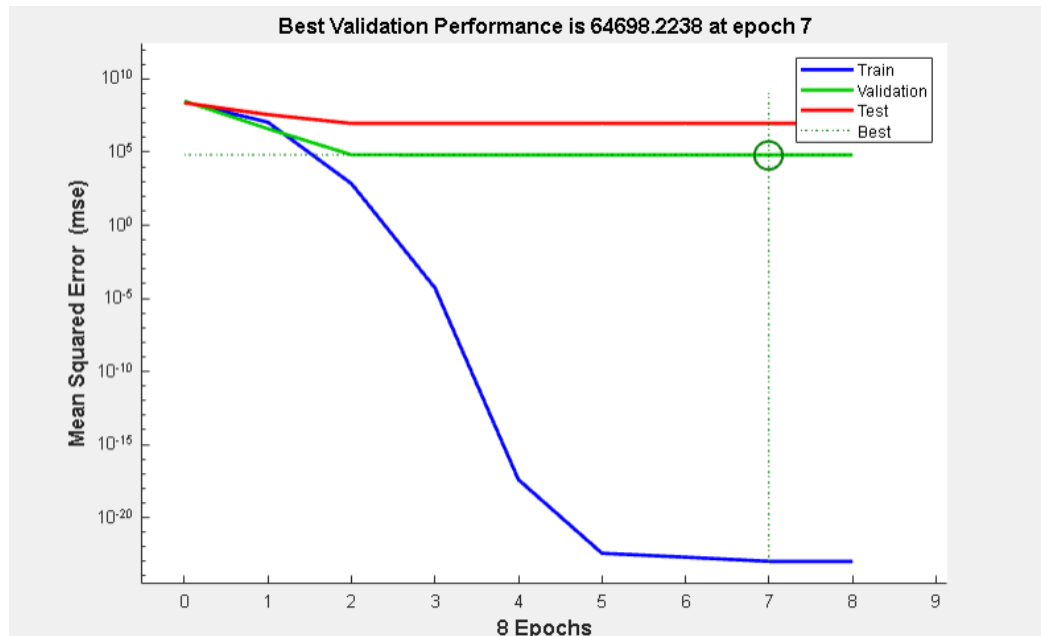


Рисунок 4.11 Графік навчання нейронної мережі

Похибка оцінюється в -22 градуси, що є незначним порівняно з експлуатаційними значеннями, тому не потребує врахування. Нейронна мережа закінчила навчання на кроці 8, коли графік помилок перестав падати.

Після проведення моделювання інтелектуальної мережі у програмному середовищі Matlab приводимо результуючі графіки моделі (рисунок 4.12).

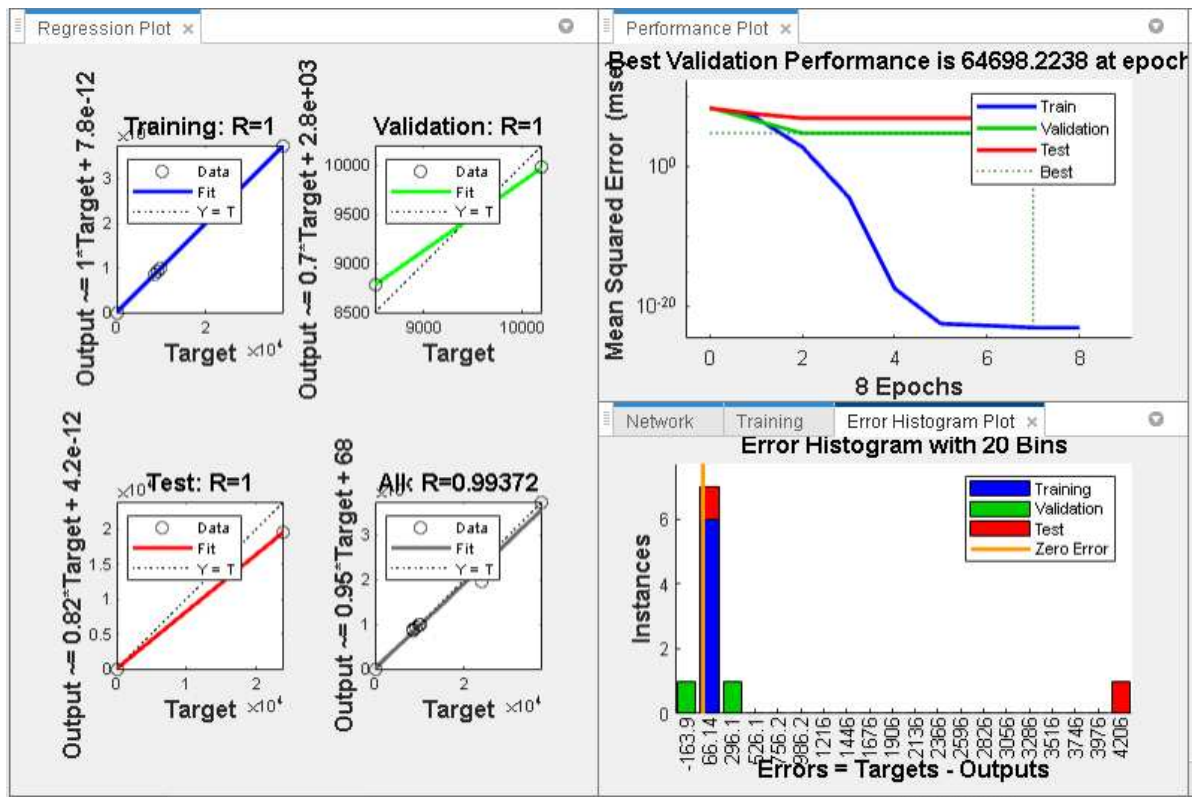


Рисунок 4.12 Результуючі графіки

Також важливо навести програмний код, що був сформований в результаті роботи нейронної мережі (додаток Б).

4.4 Аналіз отриманих результатів нейронної мережі

Формуємо таблицю даних нейронної мережі

Таблиця 4.5 таблиця даних нейронної мережі

I	S_i , кВт	A, кВт
1	11	3.36
2	11.5	2.88
3	10	2.81
4	12	3.84
5	10	2.97
6	44	1.574
7	28.1	9.75

Знаходимо реальну кількість запитуваного ресурсу

Таблиця 4.6 Реальна кількість запитуваного ресурсу

x1. кВт	x2. кВт	x3 . кВт	x4. кВт	x5. кВт	x6. кВт	x7. кВт
7.382	7.882	6.382	8.382	6.382	40.382	24.482

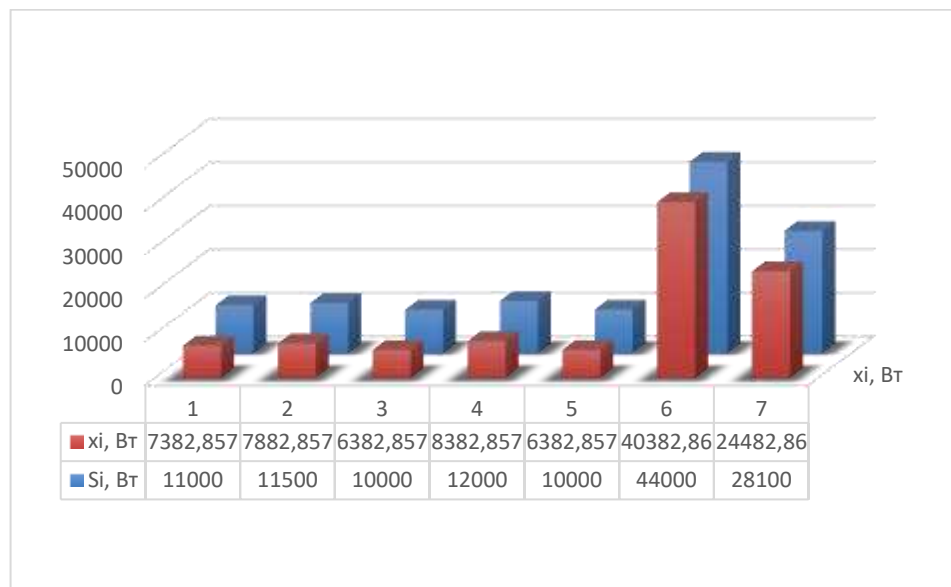


Рисунок 4.13 Результуюча стовпчикова діаграма роботи нейронної мережі.

Аналізуючи отримані результати, можна дійти висновку, що використання нейронної мережі зменшило реальні торгові втрати на 20%. Застосування методу максимального середнього перерозподілу однорідного джерела за допомогою нейронної мережі вирішило проблему надмірного споживання електроенергії через надлишок кондиціонерів для нашого приміщення.

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок капітальних вкладень

Всі витрати, пов'язані з реалізацією проекту називають капітальними вкладеннями. До капітальних вкладень відносять витрати на розробку проекту, придбання обладнання, доставку на підприємство, монтаж і налагодження.

Виходячи з маси вантажу, відстані і тарифу перевезень 1 т вантажу на 1 км, визначають витрати на доставку вантажу. Витрати на монтаж обладнання визначають розрахунковим методом, виходячи з нормативів вартості монтажних робіт. Витрати на налагоджувальні роботи визначають аналогічно. Для загальних розрахунків витрати на доставку, витрати на монтаж обладнання, витрати на налагоджувальні роботи приймають рівними 10% від вартості обладнання.

Одноразові витрати на поновлення оборотних фондів у зв'язку з впровадженням нової техніки включають витрати на придбання необхідної кількості запасів основних матеріалів, запасних частин, комплектуючих виробів та ін. З використанням системи технічного обслуговування і ремонту енергетичного обладнання (ТОР ЕО) визначають необхідний рівень запасів матеріалів.

Впроваджувана система управління підвищує швидкодію і точність електроприводу, а також дозволяє поліпшити і техніко-економічні показники.

На підприємствах-виробниках підвищується ступінь уніфікації та стандартизації обладнання знижуються витрати на наладку, зростає рівень технологічності і автоматизації виробництва.

На підприємствах-споживачах знижуються експлуатаційні витрати, підвищується зручність експлуатації, наладки та ремонту, істотно підвищується надійність і гнучкість електрообладнання.

Відповідно до завдання для виконання розрахунків в кваліфікаційній роботі розглядається інтелектуальна система керування електроприводом системи кондиціонування, яка має забезпечувати загальну розрахункову потужність кондиціонування загальної площі будівлі супермаркету $S=783.5 \text{ м}^2$

Впроваджувана система (проектowana в даній роботі) включає в себе силову частину, яка складається з декількох самодостатніх кондионерів загальною потужністю $P_n = 45,72 \text{ кВт}$, розташованих в залах кондиціонованої будівлі. Наближені капітальні витрати на впровадження системи керування приведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Капітальні витрати на електроустаткування

Найменування обладнання	Кошторисна вартість, грн.
Загальна потужність електродвигунів каналних кондиціонерів (11 од.) $P_n = 45,72 \text{ кВт}$.	234000
Система керування каналними кондиціонерами (розподілена система)	862500
Кабелі, апарати захисту, сенсори, периферійні пристрої.	92500
Спеціальний інструментарій: вимірювальні пристрої, штанги, тестери, заземлення.	43800
Інтелектуальна система прийняття рішень, діагностування та моніторингу функціонування вузлів системи керування.	28340
Всього	1261140
Витрати на транспортування (13%)	163948,2
Монтажні та налагоджувальні роботи (10%)	126114

Всього капітальні вкладення	1551202,2
-----------------------------	-----------

Отже, капітальні витрати $E_k=1551202,2$ грн.

5.2 Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати включають витрати на забезпечення нормального функціонування певного технічного рішення в період його експлуатації в розрахунку на рік .

Експлуатаційні витрати E включають:

1. Амортизаційні відрахування E_a ;
2. Заробітна плата $E_{зп}$ обслуговуючого персоналу (основна, додаткова, нарахування на заробітну плату);
3. Витрати на силову електроенергію E_e ;
4. Витрати на поточний ремонт $E_{пр}$;
5. Інші витрати $E_{ін}$.

Тобто:

$$E = E_a + E_{зп} + E_e + E_{пр} + E_{ін}. \quad (5.1)$$

5.2.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Розрахунок амортизаційних відрахувань необхідно провести для електрообладнання робочих площ супермаркету. Дане електрообладнання відноситься до основних фондів 3-ї групи. Основні фонди поділяють по групах:

- група 1 - конструкції, споруди, їх структурні компоненти та передавальні пристрої, зокрема житлові будинки та їх частини, вартість капітального поліпшення землі;

- група 2 - автомобільний транспорт та вузли до нього, меблі, побутові електронні, оптичні, електромеханічні прилади та інструменти, інше офісне обладнання, пристрої та пристосування до них;

- група 3 - будь - які інші основні фонди, які не ввійшли в групу 1,2, і 4;

- група 4 - ЕОМ, інші машини для автоматичного оброблення інформації, пов'язані з ними методи читання або друку інформації, інші інформаційні системи, комп'ютерні програми, телефони, мікрофони і рації, вартість яких перевищує вартість малоцінних товарів (предметів).

Приймаємо річну норма амортизаційних відрахувань для третьої групи рівну 24%.

Річні амортизаційні відрахування становлять:

$$E_a = 24\% \cdot E_k \quad (5.2)$$

$$E_a = 0,24 \cdot 1551202,2 = 372288,5 \text{ (грн)}.$$

5.2.2 Розрахунок заробітної плати обслуговуючого персоналу

Витрати на поточний ремонт включають: основну і додаткову зарплату робітникам з нарахуваннями та пільгами, вартість матеріалів та цехові витрати.

Витрати на ремонт і обслуговування містять в собі витрати на зарплату ремонтного та обслуговуючого персоналу і витрати на комплектуючі вироби, запасні частини і матеріали, використані при ремонтах і обслуговуванні.

Обслуговування електропривода нажимного механізму прокатного стану здійснюватиметься безпосередньо в технологічному приміщенні. Згідно ПУЕ обслуговувати установки до 1000 В може робітник, у якого розряд не нижче четвертого, група допуску не нижча третьої групи по електробезпеці.

Враховуючи особливості ведення технологічного процесу та необхідності обслуговування як механічної так і електричної частини

нажимного механізму та силової частини обладнання (двигуни, перетворювачі, трансформатори), приймаємо в якості фахових працівників приймаємо такий персонал:

- слюсаря-механіка IV р. – 1 чол. (служба механіка);
- електрослюсар V р. – 1 чол. (енергослужба).

Тарифна сітка працівників приведена в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Тарифна сітка працівників погодинної оплати праці

Тарифні розряди	I	II	III	IV	V	VI
Тарифні коефіцієнти	1	1,5	1,8	2,03	2,33	2,7

Складемо баланс робочого часу (таблиця 5.3). При цьому прийняті наступні умови: календарне час - 365 днів; тривалість робочого тижня – 5 днів; тривалість зміни передсвяткового дня – на 1 годину коротшим; тривалість робочого зміни – 8 годин.

Таблиця 5.3 - Баланс робочого часу

Показники	Дні	Години
1. Календарний фонд	365	2920
2. Вихідні дні	114	912
3. Передсвяткові дня та дні релігійних світ	14	14
4. Номінальний фонд часу	251	1994
5. Чергові відпустки	28	224
6. Виконання суспільних обов'язків	4	32
7. Хвороби	4	32
8. Інші невиходи на роботу	2	16
9. Ефективний фонд робочого часу, Феф	213	1690

Витрати на заробітну плату обслуговуючого персоналу розраховуємо за формулою:

$$E_{зп} = E_{зо} + E_{зд} + E_{зр} + E_{зн} \quad (5.3)$$

де $E_{зо}$ - основна заробітна плата по тарифу;

$E_{зд}$ - додаткова заробітна плата;

$E_{зр}$ - витрати на оплату праці ремонтного персоналу;

$E_{зн}$ - нарахування на заробітну плату.

$$E_{зо} = N \cdot T_1 \cdot K \cdot \Phi_{\text{еф}} \cdot K_c \cdot \beta. \quad (5.4)$$

де N - кількість робітників, що обслуговують установку ($N=1$ чол.);

T_1 - погодинна тарифна ставка робітника 1-го розряду ($T_1=22$ грн/год);

K - тарифний коефіцієнт ($K_{см}=2,03$; $K_{ес}=2,33$) для слюсаря-механіка IV р. та електрослюсаря V розряду відповідно;

$\Phi_{\text{еф}}$ - ефективний фонд робочого часу на обслуговування електропривода нажимного механізму;

K_c - коефіцієнт співвідношення, встановлений Генеральною угодою міжпрофспілками і урядом ($K_c=1$);

β - частка часу, який витрачає робітник на обслуговування установки в загальному часі своєї роботи ($\beta=1$).

$$E_{зо1} = 1 \cdot 22 \cdot 2,03 \cdot 1690 \cdot 1 \cdot 1 = 75475,4 \text{ (грн.)}$$

$$E_{зо2} = 1 \cdot 22 \cdot 2,33 \cdot 1690 \cdot 1 \cdot 1 = 86629,4 \text{ (грн.)}$$

Додаткова заробітна плата (премія) складає 10% від розміру основної заробітної плати і для кожного зі слюсарів відповідно становить:

$$E_{зд1} = 75475,4 \cdot 0,1 = 7547,5 \text{ (грн.)}$$

$$E_{зд2} = 86629,4 \cdot 0,1 = 8663 \text{ (грн.)}$$

В цілому загальні витрати на заробітну плату обслуговуючого персоналу по основній та додатковій заробітним платам двох працівників:

$$E_{\text{зо}} = 75475,4 + 86629,4 = 162104,8 \text{ (грн.)}$$

$$E_{\text{зд}} = 7547,5 + 8663 = 16210,5 \text{ (грн.)}$$

5.2.3 Розрахунок витрат на поточний ремонт обладнання

Поточний ремонт електроустаткування проводиться на місці його встановлення із відключенням і зупинкою ремонтним персоналом.

Грошові витрати для проведення ремонтних робіт містять в собі витрати на комплектуючі, запасні частини та інші елементи, що потребують заміни, а також витрати на оплату праці працівників, що проводять ремонтні роботи.

Виконання даних ремонтних робіт, будемо вважати, проводитиметься електриком шостого розряду.

В таблиці 5.4 зазначено тривалість міжремонтних періодів та трудомісткість кожного виду ремонту чи обслуговування.

Таблиця 5.4 - Графік ремонтів

Найменування обладнання	Види ремонтів по місяцях												Кількість годин за рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Система керування	30								30				60
Двигуни (P _н =45 кВт)		22								22			44
Канальні кондиціонери	18								18				36
Кабелі, апарати захисту, ін. пристрої			12								12		24
Система моніторингу, діагностування			7								7		14

Загальна трудомісткість, год	178
------------------------------	-----

Слід відзначити, що обслуговування електропривода нажимного механізму займає лише частину робочого часу електрослюсаря. Тому для даного виду робіт розраховуємо основну заробітну плату по тарифу:

$$E_{зр1} = 1 \cdot 22 \cdot 2,7 \cdot 178 \cdot 1 \cdot 0,8 = 8458,6 \text{ (грн).}$$

Додаткова заробітна плата $E_{зд}$ становить 10% основної заробітної плати:

$$E_{зр2} = 0,1 \cdot 8458,6 = 845,9 \text{ (грн).}$$

Витрати на оплату праці ремонтного персоналу загалом:

$$E_{зр} = E_{зр1} + E_{зр2}. \quad (5.5)$$

$$E_{зр} = 8458,6 + 845,9 = 9305 \text{ (грн).}$$

Розрахунок нарахувань на заробітну плату зведемо в таблицю 5.5.

Таблиця 5.5 - Розрахунок нарахувань на заробітну плату

Показник	Сума
Основна заробітна плата $E_{зо}$, грн.	162104,8
Додаткова заробітна плата $E_{зд}$, грн.	16210,5
Оплата праці ремонтного персоналу $E_{зр}$, грн.	9305
Разом складові заробітної плати ($E_{зо} + E_{зд} + E_{зр}$), грн.	187620
Єдиний внесок на загальнообов'язкове соціальне страхування (22%), грн.	41276
Всього нарахування, грн	228897

Таким чином, з (5.3) маємо:

$$E_{зп} = 162104,8 + 16210,5 + 9305 + 41276 = 228897 \text{ (грн)}.$$

5.2.4 Розрахунок витрат на електроенергію

Витрати на силову електроенергію знаходимо за формулою:

$$E_e = \frac{P}{\eta} \cdot B \cdot \Phi_{\text{еф}} \cdot K_{\text{вм}} \cdot K_3, \quad (5.6)$$

де B – вартість електроенергії. Ціна на універсальні послуги для не побутових споживачів, електроустановки яких приєднані до електричних мереж згідно з II класом напруги з ПДВ складає приблизно 6,1 грн/кВт·год. (4,59 грн. - вартість закупівлі 1 кВт год, 1,51 грн. – вартість розподілу 1 кВт год. електроенергії).

P – встановлена потужність приводних двигунів (120 кВт);

η – ККД установки;

$\Phi_{\text{еф}}$ – ефективний фонд часу роботи в рік (згідно вище приведених розрахунків складає 1690 год.).

$K_{\text{вм}}$ – коефіцієнт ввімкнення (використання за часом);

K_3 – коефіцієнт завантаження (використання за потужністю).

Коефіцієнт корисної дії обчислено як добуток ККД двигуна і силового перетворювача. ККД складає для запропонованого варіанту обладнання системи електропривода 0,92. Коефіцієнт ввімкнення приймаємо рівним 0,8, а коефіцієнт завантаження відповідно 0,9.

Отже, з виразу (5.6) для базового та нового варіантів маємо:

$$E_{\text{ЕЕ}} = \frac{45,72}{0,92} \cdot 6,1 \cdot 1690 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 368865 \text{ (грн / рік)},$$

5.2.5 Розрахунок витрат на поточний ремонт обладнання

Поточний ремонт електроустаткування здійснюється на місці встановлення з його відключенням і зупинкою силами змінного ремонтного персоналу.

Витрати на проведення ремонтних робіт включають витрати на комплектуючі і запасні частини та інші елементи, які підлягають заміні.

Витрати на матеріали, комплектуючі та запасні частини для поточного ремонту приймаємо рівними 15% витрат від основної заробітної плати електрослюсаря V розряду, який обслуговує обладнання протягом терміну його експлуатації. Тобто, витрати на матеріали становлять:

$$E_{\text{пр}} = (E_{\text{зо2}} + E_{\text{зд2}}) \cdot 0,15. \quad (5.7)$$

$$E_{\text{пр}} = (86629,4 + 8663) \cdot 0,15 = 14294 \text{ (грн.)}$$

5.2.6 Інші витрати

Розмір інших витрат приймаємо рівним 5% від загальної суми попередніх витрат. Тобто:

$$E_{\text{ін}} = (E_{\text{а}} + E_{\text{зп}} + E_{\text{е}} + E_{\text{пр}}) \cdot 5\%, \quad (5.8)$$

$$E_{\text{ін}} = (372288,5 + 228897 + 368865 + 14294) \cdot 0,05 = 49217 \text{ (грн.)}$$

Розрахунок загальної суми експлуатаційних витрат за формулою (5.8) наведемо в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Розрахунок сумарних експлуатаційних витрат

Найменування витрат	Сума
Амортизаційні відрахування $E_{\text{а}}$, грн.	372288,5
Заробітна плата $E_{\text{зп}}$ обслуговуючого персоналу, грн.	228897
Витрати на електроенергію $E_{\text{е}}$, грн.	368865
Витрати на поточний ремонт $E_{\text{пр}}$, грн.	14294

Інші витрати $E_{ін}$, грн.	49217
Всього експлуатаційні витрати E , грн.	1033561,5

Висновок: В даному розділі було проведено розрахунок капітальних вкладень для розробки та впровадження в роботу електропривода інтелектуальної системи керування електроприводом системи кондиціонування. Розраховано основну заробітну плату обслуговуючого персоналу та на поточні ремонти, витрати на електроенергію та інші витрати. Потенційну вигоду від впровадження даної системи наразі оцінити досить таки складно, тому термін окупності не розраховується. Відносним економічним показником є в даному випадку експлуатаційні витрати.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Магістерська робота присвячена розробці інтелектуальної системи керування електроприводом системи кондиціонування.

Наразі зі зростанням темпів розвитку сучасного виробництва значно зростає роль і значення охорони праці на підприємстві. Для дотримання нормального режиму праці робітників роботодавці зобов'язані створити безпечні та сприятливі умови роботи, зокрема, такі, щоб забезпечували досягнення високих та ефективних результатів. Про це йдеться, зокрема в Законі України «Про охорону праці». Законодавством України установлені соціальні гарантії у сфері охорони праці найманих працівників, які потрібно виконувати в обов'язковому порядку.

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, лікувально-профілактичних заходів спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. Основна мета охорони праці – зведення до мінімуму імовірності травматизму та захворювань працівників. Це здійснюється за рахунок забезпечення нормальних умов праці.

При розробці інженерами-проектувальниками інтелектуальної системи керування електроприводом системи кондиціонування потрібно використовувати нормативно-технічну документацію. Згідно ГОСТ 12.003-74, на проектувальників, що розробляють технічну документацію за допомогою персональних комп'ютерів, впливають такі шкідливі та небезпечні виробничі фактори.

Отже, на персонал, що здійснює розробку інтелектуальної системи керування електроприводом системи кондиціонування, впливають такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори [1, 2].

Фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук,

інфразвук; освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо).

Хімічні фактори: речовини хімічного походження, аерозолі фіброгенної дії (нетоксичний пил).

Фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

6.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації обладнання

6.1.1 Вимоги електробезпеки до приміщень з комп'ютерами

Площа, виділена для одного робочого місця повинна складати не менше 6 кв. м, а об'єм – не менше 20 куб м.

Під час проектування інтелектуальної системи керування, монтажу силового електрообладнання та електричного освітлення будівель та приміщень з комп'ютерами необхідно дотримуватись вимог ПВЕ, ПТЕ, ПБЕ ЕЕС, Правил пожежної безпеки в Україні, а також розділів ДБН [4, 5], що стосуються штучного освітлення та електротехнічних пристроїв, та вимог нормативно-технічної і експлуатаційної документації заводів виробників комп'ютерів. Комп'ютери та устаткування для обслуговування, ремонту та їх налагодження, інше устаткування (апарати управління, контрольно-вимірювальні прилади, світильники, тощо) електропроводи та кабелі за виконанням та ступенем захисту мають відповідати класу зони за ПВЕ, мати апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів.

Під час монтажу та експлуатації необхідно повністю унеможливити виникнення електричного джерела загоряння внаслідок короткого замикання та перевантаження проводів, обмежувати застосування проводів з легкозаймистою ізоляцією і, за можливості, перейти на негорючу ізоляцію. Під час ремонту ліній електромережі шляхом зварювання, паяння та з використанням відкритого вогню необхідно дотримуватися Правил пожежної безпеки в Україні. Лінія електромережі для живлення комп'ютерів, їх периферійних пристроїв та устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження виконується як окрема групова трипровідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів. Використання нульового робочого провідника як нульового захисного провідника забороняється.

Нульовий захисний провід прокладається від стійки групового розподільчого щита, розподільчого пункту до розеток живлення. Не допускається підключення на щиті до одного контактного затискача нульового робочого та нульового захисного провідників. Площа перерізу нульового робочого та нульового захисного провідника в груповій трипровідній мережі повинна бути не менше площі перерізу фазового провідника. Усі провідники повинні відповідати номінальним параметрам мережі та навантаження, умовам навколишнього середовища, умовам розподілу провідників, температурному режиму та типам апаратури захисту, вимогам ПВЕ. У приміщенні, де одночасно експлуатується або обслуговується більше п'яти персональних комп'ютерів, на помітному та доступному місці встановлюється аварійний резервний вимикач, який може повністю вимкнути електричне живлення приміщення, крім освітлення.

Комп'ютери та устаткування для їх обслуговування, ремонту та налагодження повинні підключатися до електромережі тільки з допомогою справних штепсельних з'єднань і електророзеток заводського виготовлення.

Штепсельні з'єднання та електророзетки крім контактів фазового та нульового робочого провідників повинні мати спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника. Конструкція їх має бути такою, щоб приєднання нульового захисного провідника відбувалося раніше ніж приєднання фазового та нульового робочого провідників. Порядок роз'єднання при відключенні має бути зворотним. Необхідно унеможливити з'єднання контактів фазових провідників з контактами нульового захисного провідника.

Неприпустимим є підключення комп'ютерів та їх устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження до звичайної двопровідної електромережі, в тому числі – з використанням перехідних пристроїв. Електромережі штепсельних з'єднань та електророзеток для живлення комп'ютерів та устаткування для їх обслуговування, ремонту та налагодження слід виконувати за магістральною схемою, по 3 - 6 з'єднань або електророзеток в одному колі. Штепсельні з'єднання та електророзетки для напруги 12 В та 36 В за своєю конструкцією повинні відрізнятися від штепсельних з'єднань для напруги 127В та 220В. Штепсельні з'єднання та електророзетки, розраховані на напругу 12 В та 36 В, мають бути пофарбовані в колір, який візуально значно відрізняється від кольору штепсельних з'єднань, розрахованих на напругу 127 В та 220 В.

Індивідуальні та групові штепсельні з'єднання та електророзетки необхідно монтувати на негорючих або важкогорючих пластинах з урахуванням вимог ПВЕ та Правил пожежної безпеки в Україні. Електромережу штепсельних розеток для живлення комп'ютерів та їх устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження при розташуванні їх уздовж стін приміщення прокладають по підлозі поряд зі стінами приміщення, як правило, в металевих трубах і гнучких металевих рукавах з відводами відповідно до затвердженого плану розміщення обладнання та технічних характеристик обладнання. При розташуванні в приміщенні за його периметром до 5 комп'ютерів, використанні

трипровідникового захищеного проводу або кабелю в оболонці з негорючого або важкогорючого матеріалу дозволяється прокладання їх без металевих труб та гнучких металевих рукавів.

Металеві труби та гнучкі металеві рукави повинні бути заземлені. Заземлення повинно відповідати вимогам ДНАОП 0.00-1.21-98 "Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів". Для підключення переносної електроапаратури застосовують гнучкі проводи в надійній ізоляції. Тимчасова електропроводка від переносних приладів до джерел живлення виконується найкоротшим шляхом без заплутування проводів у конструкціях машин, приладів та меблях. Доточувати проводи можна тільки шляхом паяння з наступним старанним ізолюванням місць з'єднання.

Є неприпустимими:

- експлуатація кабелів та проводів з пошкодженою або такою, що втратила захисні властивості за час експлуатації, ізоляцією; залишення під напругою кабелів та проводів з неізолюваними провідниками;
- застосування саморобних подовжувачів, які не відповідають вимогам до переносних електропроводок;
- застосування для опалення приміщення нестандартного (саморобного) електронагрівального обладнання або ламп розжарювання;
- користування пошкодженими розетками, розгалужувальними та з'єднувальними коробками, вимикачами та іншими електровиробами, а також лампами, скло яких має сліди затемнення або випинання.
- підвішування світильників безпосередньо на струмопровідних проводах, обгортання електроламп і світильників папером, тканиною та іншими горючими матеріалами, експлуатація їх зі знятими ковпаками (розсіювачами);
- використання електроапаратури та приладів в умовах, що не відповідають вказівкам (рекомендаціям) підприємств-виготовлювачів.

6.1.2 Електробезпека

Живлення силового обладнання та системи освітлення здійснюється від чотирихпровідної трифазної мережі 380 х 220В (фазна напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В), з'єднаної з силовим трансформатором, який діагностується. Категорія умов по небезпеці електротравматизму – підвищеної небезпеки, у зв'язку з наявністю у цехах струмопровідної підлоги.

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам: для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмовідними елементами електроустаткування, необхідно: розміщувати неізольовані струмовідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах; використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні - написи, таблички, попереджувальні знаки; підвід кабелів до споживачів здійснювати у закритих конструкціях підлоги;

- при живленні однофазних споживачів струму від трипровідної мережі при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі. Згідно з вимогами нормативів, повинна бути забезпечена необхідна кратність струму К.З. залежно від типу запобіжного пристрою, повинна бути забезпечена цілісність нульового захисного провідника.

- електрозахисні засоби захисту. Електротехнічний персонал повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Забороняється користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов.

Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких

тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками.

Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

При роботі, яка зв'язана з доторканням до струмоведучих частин, необхідно вимкнути його і повісити плакат "НЕ ВМИКАТИ, ПРАЦЮЮТЬ ЛЮДИ". Розшиновку або від'єднання кабеля при підготовці робочого місця може виконати ремонтний робітник, який має третю групу. Під наглядом чергового або оперативно-ремонтного робітника. З найближчих до робочого міста струмоведучих частин до наступних доторканню повинна бути знята напруга або вони повинні бути огорожені.

Відключене положення комутаційних апаратів до 1000 В з недоступними для огляду контактами (автоматичні вимикачі, пакетні вимикачі, рубильники в закритому виконанні тощо) визначається перевіркою відсутності на їх затискачах або на відходячих шинах, проводах або затискачах обладнання, яке відключається цими комутаційними апаратами. В електроустановках до 1000 В при роботах на збірних шинах РУ, щитів, збірок напруга з шин повинна бути знята та шини (за винятком шин, які виконані ізолюваним проводом) повинні бути заземлені.

6.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

6.2.1 Мікроклімат

Мікроклімат приміщення – це сукупність фізичних параметрів повітря в виробничому приміщенні, які діють на людину в процесі праці на її робочому місці, в робочій зоні.

Параметри мікроклімату характеризуються такими показниками: температурою повітря і відносною вологістю повітря, швидкістю його переміщення, потужністю теплових випромінювань. При цьому слід розрізняти оптимальні та допустимі мікрокліматичні умови.

Допустимі мікрокліматичні умови – поєднання кількісних показників мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливові на людину можуть викликати скороминучі зміни, що швидко нормалізують тепловий стан організму, і які супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції, не виходячи за межі фізіологічних пристосувальних можливостей [6]. При цьому виникає пошкодження або порушення стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

Допустимі величини показників мікроклімату встановлюють тоді, коли за технологічними умовами, технічними і економічними причинами не забезпечуються оптимальні норми.

Нормуються параметри мікроклімату в виробничих приміщеннях та гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони. Тяжкість роботи розділяється на категорії залежно від загальних енерговитрат організму, ккал/с (Вт). Робота проєктувальників відноситься до легкої фізичної роботи категорія Ia, бо вони практично весь свій робочий день проводить сидячи. Параметри мікроклімату в приміщенні наведено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 - Нормування параметрів мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість
-------------	-----------------	-----------------	--------------------

Теплий	Ia	22-28	55 при 28°C
Холодний	Ia	21-25	75 при 25°C

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату на робочому місці оператора крану передбачається [7]:

- в холодну пору року – використання калорифера;
- в літню пору – застосування кондиціонерів та вентиляторів обдуву, провітрювання приміщень.

6.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м. В умовах роботи на граничнодопустимих концентраціях можливими забруднювачами повітря робочої зони можуть бути пил та шкідливі гази, їх ГДК [6] наведено в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 - Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Вуглецю оксид (СО)	3	1	4
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

Для забезпечення складу повітря робочої зони передбачено [7]:

Провітрювання приміщень;

Цілісність конструкції кабіни та вікон для перешкоджання попадання пилу в приміщення кабіни під час роботи установки;

Встановлення пиловловлюючих засобів.

6.2.3 Виробниче освітлення

Раціональне освітлення – один з основних факторів створення сприятливих робочих умов праці. Недостатнє освітлення викликає передчасне стомлення працюючих, знижує продуктивність праці, може стати причиною нещасного випадку.

Для забезпечення найбільш сприятливих умов зорової праці нормують мінімальну освітленість на найбільш темній ділянці робочої поверхні. Рівень аварійного освітлення складає 15% освітленості основної роботи. Приміщення забезпечене природним освітленням в денний проміжок часу, але вечери постає проблема в штучному освітленні.

Для забезпечення найбільш сприятливих умов зорової праці нормуємо освітлення на робочому місці працівника.

Характеристика зорових робіт – середньої точності.

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [8] розряд зорової роботи IV, підрозряд «в». Норми при штучному, природньому та суміщеному освітленні наведено в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 - Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Харак-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природнє Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	в	малий середній великий	світлий середній темний	400	200	4	2,4

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік),

використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітленням, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 2,5 метра.

При експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

Для забезпечення нормативних значень освітлення передбачено:

- використання додаткового штучного освітлення, а саме світлодіодних ламп;
- необхідна кількість природного світла (великі вікна);
- для підтримки постійної освітленості повинно бути організовано систематичне, не рідше двох разів на місяць, очищення арматури світильників і ламп від пилу та бруду, а в приміщеннях із значним виділенням пилу, диму та кіптяви - не рідше чотирьох разів на місяць згідно з графіком.

6.2.4 Виробничий шум

Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум Загальні вимоги безпеки» [9].

Норми звукового тиску на постійних робочих місцях в промислових приміщеннях наведено в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постійні	107	95	87	82	78	75	73	71	69

робочі місця в промислових приміщеннях									
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Шум порушує нормальну роботу шлунка, особливо впливає на центральну нервову систему. Для забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщенні, проектом передбачено засоби колективного захисту: акустичні, архітектурно-планувальні й організаційно-технічні.

Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту - «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація».

Для зниження шуму в приміщенні, необхідно:

- безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі.
- для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.

6.2.5 Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори вибираються відповідно з Гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, затвердженої Наказом Міністерства охорони здоров'я № 528 від 27 грудня 2001 року.

Фізичні навантаження.

Робоча поза: Вільна зручна поза, можливість зміни пози (сидячи, стоячи) за бажанням працівника. Знаходження в позі стоячи до 40% часу зміни.

Сумарна маса вантажів, що переміщуються протягом кожної години зміни: з робочої поверхні (чоловіки): до 250

Нахили корпуса (вимушені, більше 30), кількість за зміну: до 50

Переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом протягом зміни), км

По горизонталі: до 4

Інтелектуальні навантаження: Відсутня необхідність прийняття рішення

Зміст роботи: Сприймання сигналів, але без потреби в корекції дій, Обробка та виконання завдання, Робота за індивідуальним планом

Сенсорні навантаження:

Тривалість зосередженого спостереження (в % від часу зміни) до 25

Щільність сигналів (світлових, звукових) та повідомлень в середньому за годину роботи до 75

Кількість виробничих об'єктів одночасного спостереження до 5

Навантаження на зоровий аналізатор (Спостереження за екранами відеотерміналів (годин на зміну) до 2

Навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів) Розбірливість слів та сигналів від 100% до 90%

Навантаження на голосовий апарат (сумарна кількість годин, що наговорюються протягом тижня) до 16

Емоційне навантаження:

Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки – Несе відповідальність за виконання окремих елементів завдання. Вимагає додаткових зусиль в роботі з боку працівника

Ступінь ризику для власного життя – Виключений

Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – Виключений

Монотонність навантажень:

Кількість елементів (прийомів), необхідних для реалізації простого завдання або в операціях, які повторюються багаторазово більше 10

Тривалість виконання простих виробничих завдань чи операцій, що повторюються (сек.) більше 100

Монотонність виробничої обстановки (час пасивного спостереження за технологічним процесом в % від часу зміни) менше 75

Режим праці

Фактична тривалість робочого дня (год.) 6–7

Змінність роботи Однозмінна робота (без нічної зміни)

Наявність регламентованих перерв та їх тривалість Перерви регламентовані, достатньої тривалості 7% і більше часу зміни.

6.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях.

Дослідження безпеки роботи інтелектуальної системи керування електроприводом у надзвичайних ситуаціях.

До мікропроцесорних систем вимагається особлива стійкість в роботі, навіть при впливах різних видів випромінювань, серед яких іонізуючі та електромагнітні. Необхідно при цьому враховувати як можливі апаратні збої, так і програмні, що можуть мати різний кінцевий вигляд. В радіоелектронній апаратурі використовуються елементи, до складу яких входять матеріали: метали, неорганічні матеріали, напівпровідники та різні органічні сполуки (діелектрики, смоли та ін.). Серед цих матеріалів метали найбільш чутливі до радіації, оскільки їм властива висока концентрація вільних носіїв [11]. Дія радіації на матеріали і деталі апаратури залежить від виду випромінювання, дози радіації, природи випромінюваної речовини та умов навколишнього середовища. В апаратних засобах радіація викликає оборотні і необоротні процеси, внаслідок яких можуть бути порушення роботи елементів схеми, що приведе до пошкодження апаратури.

Найбільш чутливі до дії радіації напівпровідники, оптичні прилади і фотоматеріали. Але практика експлуатації РЕА в умовах дії радіоактивних випромінювань дає можливість зробити висновки, що РЕА може раптово втратити працездатність при критичних рівнях радіації та в елементах схем РЕА можуть початись оборотні і необоротні процеси через деякий час після

випадання радіоактивних опадів при рівнях радіації значно нижчих критичних. [25]

Одним із вражаючих факторів також є електромагнітний імпульс (ЕМІ) – потужний короткий імпульс, що вражає головним чином електронну апаратуру. Виникає ЕМІ в основному в результаті взаємодії гамма-випромінювання, що утворюються під час вибуху, з атомами навколишнього середовища. Основні параметри ЕМІ, що визначають вражаючу дію, є характер зміни напруженості електричного та магнітного полів в часі – форма імпульсу і максимальна напруженість поля – амплітуда імпульсу. Діапазон частот електромагнітних імпульсів (ЕМІ) в основному розподілений в межах 10 – 15 кГц. Електромагнітний імпульс випромінювання пробиває ізоляцію, випалює елементи електросхем радіоапаратури, викликає коротке замикання в радіопристроях, іонізацію діелектриків, спотворює або повністю стирає магнітний запис.

6.3.1 Дослідження безпеки роботи інтелектуальної системи керування електроприводом в умовах дії іонізуючих випромінювань.

Максимально допустимі значення потужності дози γ -випромінювань для вище перерахованих елементів наведені в таблиці 6.5.

1. За мінімальним значенням $r_{гр}$ (див. табл. 6.5) межа стійкості $r_{гр}$ роботи системи складає $r_{гр} = 10^4$ (Р/год).

2. Для оцінки безпеки роботи інтелектуальної системи керування електроприводом визначається граничне значення потужності дози гамма-випромінювання ($r_{гр}$) за наступною формулою:

$$P_{гр} = K \cdot \rho_{гр} \cdot K_{пос}, \quad (6.1)$$

де: K – коефіцієнт надійності, $K = 0,9..0,95$;

$r_{гр}$ – рівень радіації, що відповідає початку зворотних зміну найменш стійкого елемента;

$K_{пос}$ – коефіцієнт послаблення радіації ($K_{пос} = 7$),

$$P_{гр} = 0.9 \cdot 10^4 \cdot 7 = 6.3 \cdot 10^4 \text{ (Р / год)}.$$

Таблиця 6.5 - Максимально допустимі потужності дози γ - випромінювання

№	Блок	Елементи приладу	$P_{гр,i}$ (Р/год)	$P_{гр}$ (Р/год)
1	БЖ	Транзистори КТ3102В	10^5	10^4
		Діоди загального призначення S1M	10^5	
2	БВ	Конденсатори SMD1206 Inf, 16V	10^6	
		Резистори SMD1206 0,125 - 10кОм	10^6	
3	МПК	Мікросхеми PIC16F877	10^4	
		Діелектрики GTP15	10^4	

1. З вище наведених розрахунків можна зробити висновок, що стійкість роботи інтелектуальної системи керування електроприводом в умовах дії іонізуючих випромінювань буде забезпечуватись, якщо радіація в умовах експлуатації не перевищуватиме $P_{гр} = 6,3 \times 10^4$ (Р/год).

2. Розрахуємо допустимо максимальний час перебування інтелектуальної системи керування електроприводом в умовах дії іонізуючих випромінювань:

$$D_m = \frac{2 \cdot P_{гр} \cdot (\sqrt{t_K^2} - \sqrt{t_{II}^2})}{1}, \quad (6.2)$$

де: $\sqrt{t_{II}^2}$, дорівнює 1;

D_m – дорівнює 10^3 ;

$$t_{доп} = 12.6 \cdot 10^3 (\text{год}) \cdot t_{оп}.$$

6.3.2 Дослідження безпеки роботи інтелектуальної системи керування електроприводом в умовах дії електромагнітного імпульсу.

Початкові дані: $U_{ж} = 3\text{В}$ - напруга живлення;

$l_r = 0,68$ м – довжина горизонтальних струмоведучих провідників (найбільша).

Плата інтелектуальної системи керування електроприводом розташована горизонтально. Так як вертикальна складова напруженості

електричного поля приблизно на три порядки більша за горизонтальну, подальші розрахунки здійснюємо з врахуванням вертикальної складової.

В якості показника безпеки виступає коефіцієнт безпеки, який визначається за формулою:

$$K_6 = \frac{20 \lg \cdot U_{\text{д}}}{U_{\text{в(г)}}} \geq 40 [\text{ДБ}], \quad (6.3)$$

де: $U_{\text{в(г)}}$ - напруга наведення у вертикальних (горизонтальних) струмопровідних частинах.

$$U_{\text{д}} = \frac{U_{\text{ж}} + U_{\text{ж}^n}}{100}, \quad (6.4)$$

де: n – відхилення напруги живлення від її номінального значення, $n = (5...10)\%$;

$$U = \frac{3 + 3 \cdot 5}{100} = 3.15(\text{В}),$$

Допустима напруга наведення $U_{\text{г}}$:

$$U_{\text{г}} = \frac{U_{\text{д}}}{10^{\frac{40}{20}}}, \quad (5.5)$$

$$U_{\text{г}} = \frac{3.15}{100} = 0.0315(\text{В})$$

Вертикальна складова напруженості електричного поля визначається:

$$E_{\text{г}} = \frac{U_{\text{в}}}{I_{\text{в}}} = 0.0315(\text{В}) \quad (5.6)$$

$$E_{\text{г}} = \frac{0.0515}{1.2} = 0.026(\text{В})$$

Оціночно:

$$E_{\text{в}} = E_{\text{г}} \cdot 10^3 = 0.026 \cdot 10^3 (\text{В/м}),$$

Отже, оцінюючи безпеку роботи системи потрібно відмітити, що вертикальна складова напруженості електричного поля повинна не перевищувати $0,026 \cdot 10^3$ В/м, граничне значення потужності дози гамма-випромінювання $P_{\text{гр}} = 6,3 \cdot 10^5$ (Р/год), а також допустимо максимальний час

перебування обладнання інтелектуальної системи на території в умовах дії іонізуючих випромінювань $12,6 \cdot 10^3$ (год), що визначено розрахунками.

Також визначено, що основними засобами для забезпечення стійкості роботи інтелектуальної системи керування електроприводом в умовах дії іонізуючих випромінювань є:

- використання спеціальних екранів;
- використання активного захисту від дії потоку заряджених частинок.

При імпульсній дії іонізуючих випромінювань, крім перерахованих способів використовуються пристрої, що вимикають радіотехнічну апаратуру на період впливу радіації, а також збільшення відстані між елементами, що знаходяться під напругою.

ВИСНОВКИ

Метою даної дипломної роботи було підвищення ефективності розподілу електроенергії при управлінні системою кондиціонування.

Для досягнення мети метод максимально-середнього перерозподілу однорідного ресурсу був інтегрований у спеціально навчену нейронну мережу в програмному середовищі. MatLab.

Нова інтелектуальна система володіє меншою похибкою прийняття правильного рішення щодо розподілу електроенергії між різними споживачами, яка дорівнює 10^{-22} . Основною перевагою цієї системи є її простота, в основі якої лежить алгоритм максимального середнього перерозподілу однорідного джерела.

Проаналізувавши дані нейронної мережі за допомогою інтегрованого методу максимально-середнього перерозподілу однорідного ресурсу, ми отримали результати, згідно з якими використання нейронної мережі зменшило реальні збитки ТЦ на 20% порівняно з іншими способами розподілу електроенергії.

Через складність інтегрування математичного алгоритму в програмне середовище MatLab та відсутність програмного інструменту отримана нейронна мережа не була ідеальна, і потребує вдосконалення або переходу на більш професійне програмне забезпечення цільового профілю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Керування мікрокліматом [Електронний ресурс]. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Керування_мікрокліматом#Кондиціонування_повітря .
2. AW Therm [Електронний ресурс]. URL: <https://aw-therm.com.ua/zastosuvannya-sistemi-bms-dlya-keruvannya-ventilyaciyeyu-budivli/>.
3. Daikin [Електронний ресурс]. URL: <https://leacond.com.ua/daikin/>.
4. Автоматизація систем кондиціонування та вентиляції повітря [Електронний ресурс]. URL: <https://conditioner-service.com.ua/blog/avtomatyzatsiya-system-kondytsionuvannya-ventylyatsiyi-i-vozduha/> .
5. Компанія Укрбуд [Електронний ресурс]. URL: <https://ukrbud.ua/ru/clap>.
6. Переваги нейронних мереж [Електронний ресурс] <http://www.aiportal.ru/articles/neural-networks/advantages.html>.
7. В.В. Дубровська, В.І. Шкляр ТЕПЛОТЕХНІКА ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ МАШИНИ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ [Електронний ресурс]. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41544/1/ТЕМ_RSK_rr.pdf.
8. Ortiz-Arroyo Accurate Electricity Load Forecasting with Artificial Neural Networks / Ortiz-Arroyo, Daniel; Skov, Morgten Krogh; Huynh, Quang // Proceedings of the 2005 International Conference on Computational Intelligence for Modelling, Control and Automation, and International Conference on Intelligent Agents, Web Technologies and Internet Commerce (CIMCA-IAWTIC'05). — IEEE Press. — 2007. — p. 94-99.
9. Прогнозирование электропотребления объектов с применением искусственных нейронных сетей [Електронний ресурс]. URL: <http://vernadsky.tstu.ru/pdf/2008/02t/04t.pdf>.

10. Farahat, M.A. Short Term Load Forecasting Using Neural Networks and Particle Swarm Optimization [Електронний ресурс]. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Short-Term-Load-Forecasting-Using-Neural-Networks-Farahat-Elgawed/b287d3360127692fdd22dcad6f586a6b3a3eda0d?p2df> .
11. Метод роя частиц [Електронний ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4_%D1%80%D0%BE%D1%8F_%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%86.
12. Chen, K. Short-term Load Forecasting with Deep Residual Networks [Текст] / Kunjin Chen, Kunlong Chen, Qin Wang, Ziyu He, Jun Hu and Jinliang He // IEEE Transactions on Smart Grid, — 2018. — pp. 1-10.
13. Alter air. Вибір припливної вентиляції [Електронний ресурс]. URL: <https://alterair.ua/uk/ventiljacionnye-ustanovki/>.
14. Вибір систем кондиціонування Alliance air [Електронний ресурс]. URL: <https://a-air.com.ua/ru/articles/ventiljacionnye-ustanovki-gde-primenjat-i-vybor-populjarnoj-modeli/> .
15. Застосування та функції вентиляційних установок IQvent [Електронний ресурс]. URL: <https://iqvent.com.ua/ru/blog/ventilyatsyonnye-ustanovky-iqvent-gde-prymenyayut/> .
16. Вибір електродвигуна [Електронний ресурс]. URL: <https://all-electro.com.ua/p506268811-ma36-428f-55kvt.html> .
17. Прогнозирование электропотребления энергосбытовой компании с использованием искусственной нейронной сети [Електронний ресурс]. URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2015/2880>.
18. Эффективна система кондиціонування приміщень різного призначення [Електронний ресурс]. URL: <https://holodservice.net/blog/effektivnaa-sistema-kondicionirovania-pomesenij-raznogo-naznacenia> .

19. Метод максимально-середнього перерозподілу однорідного ресурсу. 5 випуск журналу «Геоінженерія». Хомяк А.О., Розен В.П., Старожилова Г. И., Травень – 2021.

20. Розрахунок потужності кондиціонера [Електронний ресурс]. URL: <https://concept-service.com.ua/Calculation/>.

21. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014. [Чинний від 2014-05-30]. [Електронний ресурс]. URL:: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58073.

22. ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. [Чинний від 2007-12-01]. [Електронний ресурс]. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->.

23. Кондиціонування повітря виробничих приміщень (прецизійна система кондиціонування) [Електронний ресурс]. URL: <https://planetaklimata.com.ua/articles/?msg=248> .

24. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2009-01-27]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. 116 с.

25. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.

26. НПАОП 40.1-1.32-01. (ДНАОП 0.00-1.32-01). Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. [Чинний від 2002-01-01]. [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.

27. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова МОЗ № 42 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. [Електронний ресурс]. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.
28. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.
29. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.
30. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвучу та інфразвучу. Постанова МОЗ № 37 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. [Електронний ресурс]. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.
31. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Постанова МОЗ № 39 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. [Електронний ресурс]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.
32. Кодекс цивільного захисту України. К.: ВР України, 2012. [Електронний ресурс]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.

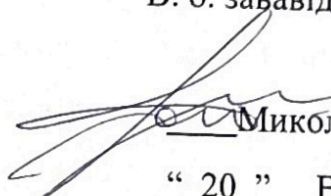
Додаток А

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача кафедри КЕМСК

к.т.н., доц.


Микола МОШНОРІЗ

“ 20 ” Вересня 2022 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

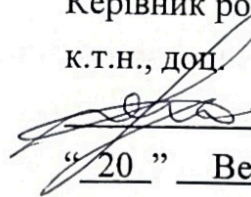
на магістерську кваліфікаційну роботу

**Інтелектуальна система керування електроприводом системи
кондиціонування**


08-16.МКР.008.00.000 ТЗ

Керівник роботи

к.т.н., доц.


Микола МОШНОРІЗ

“ 20 ” Вересня 2022 р.

Виконавець: ст. гр. ЕПА-21м Олексій ТИМКОВСЬКИЙ

“ 20 ” Вересня 2022 р.

1 Загальні відомості

Повне найменування розробки – «Інтелектуальна система керування електроприводом системи кондиціонування».

Скорочене найменування розробки – «автоматизація зерносушарки».

2 Підстави для розробки

Індивідуальне завдання та наказ ректора Вінницького національного технічного університету про затвердження тем дипломного проектування.

3 Призначення розробки і галузь використання

Забезпечення технологічного процесу кондиціонування за рахунок розподілення потужності кондиціонерів та використання методу максимального середнього перерозподілу однорідного ресурсу в інтелектуальному електроприводі систем кондиціонування.

4 Вимоги до розробки

Система повинна забезпечити автоматичне регулювання параметрів системи кондиціонування повітря .

5 Комплектація розробки

До складу до складу автоматичної системи входять такі елементи: датчики температури та швидкості повітря, лічильник електроенергії , вентилятор, двигун .

6 Джерела розробки

1. 7. В.В. Дубровська, В.І. Шкляр ТЕПЛОТЕХНІКА ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ МАШИНИ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 56 с.

2. Метод максимально-середнього перерозподілу однорідного ресурсу. 5 випуск журналу «Геоінженерія». Хомяк А.О., Розен В.П., Старожилова Г. И., Травень – 2021.

7 Конструктивне виконання

Інтелектуальна система керування електроприводом системи кондиціонування виконується на системи кондиціонування та реалізуються у відповідності до вимог електробезпеки у пило-вологозахищеному виконанні.

8 Показники технологічності

Інтелектуальна система керування електроприводом системи кондиціонування виконується на сучасній елементній базі, а її монтаж здійснюється з відповідно правилам улаштування електроустановок.

9 Технічне обслуговування і ремонт

Технічне обслуговування здійснюється слюсарями-електромонтажниками відповідної кваліфікації. Технічний огляд пристрою здійснюється мінімум один раз на місяць. Ремонт здійснюється інженерами-електромеханіками фахівцями з електромеханічних систем автоматизації та електропривода.

ДОДАТОК Б
(обов'язковий)

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ
СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ**

Інтелектуальна система керування електроприводом системи кондиціонування

Метою є забезпечення технологічного процесу кондиціонування за рахунок розподілення потужності кондиціонерів та використання методу максимального середнього перерозподілу однорідного ресурсу в інтелектуальному електроприводі систем кондиціонування.

Відповідно до вказаної мети в роботі необхідно розв'язати такі **основні задачі**:

- провести аналіз систем кондиціонування;
- розробити схему керування електроприводом системи кондиціонування;
- Адаптувати метод максимального середнього перерозподілу однорідного ресурсу для електроприводів системи кондиціонування.

Об'єктом дослідження в магістерській роботі є процес керування електроприводами системи кондиціонування.

Предметом дослідження є інтелектуальна система на базі нейронної мережі з використанням методу максимального перерозподілу однорідного ресурсу.

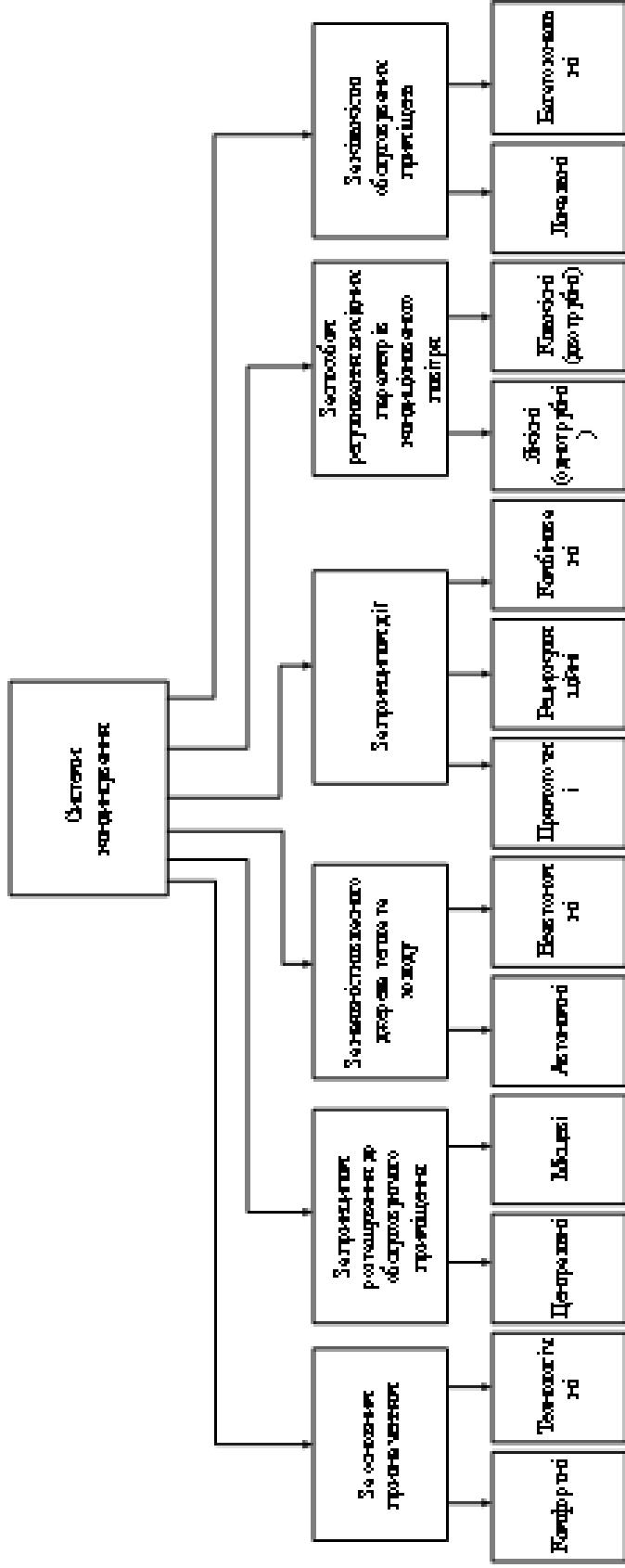
Наукова новизна одержаних результатів Отримав подальший розвиток метод максимального середнього перерозподілу однорідного ресурсу якості алгоритму для інтелектуальної системи керування електроприводом системи кондиціонування повітря у продуктовому супермаркеті який на відміну від відомих дозволяє заощадити електроенергію за рахунок перерозподілу потужності між електроприводами системи кондиціонування.

Практичне значення одержаних результатів Розроблено алгоритм інтелектуальної системи керування електроприводом системи кондиціонування, який враховує наявний ресурс кондиціонерів і дозволяє зменшити споживання електроенергії за рахунок її перерозподілу.

Аналіз систем кондионування повітря

3

Система кондионування повітря – комплекс засобів що призначений для створення і автоматичної підтримки всіх параметрів приміщення (температури, швидкості руху, чистоти, вологості повітря) на певному рівні з метою забезпечення оптимальних метрологічних умов



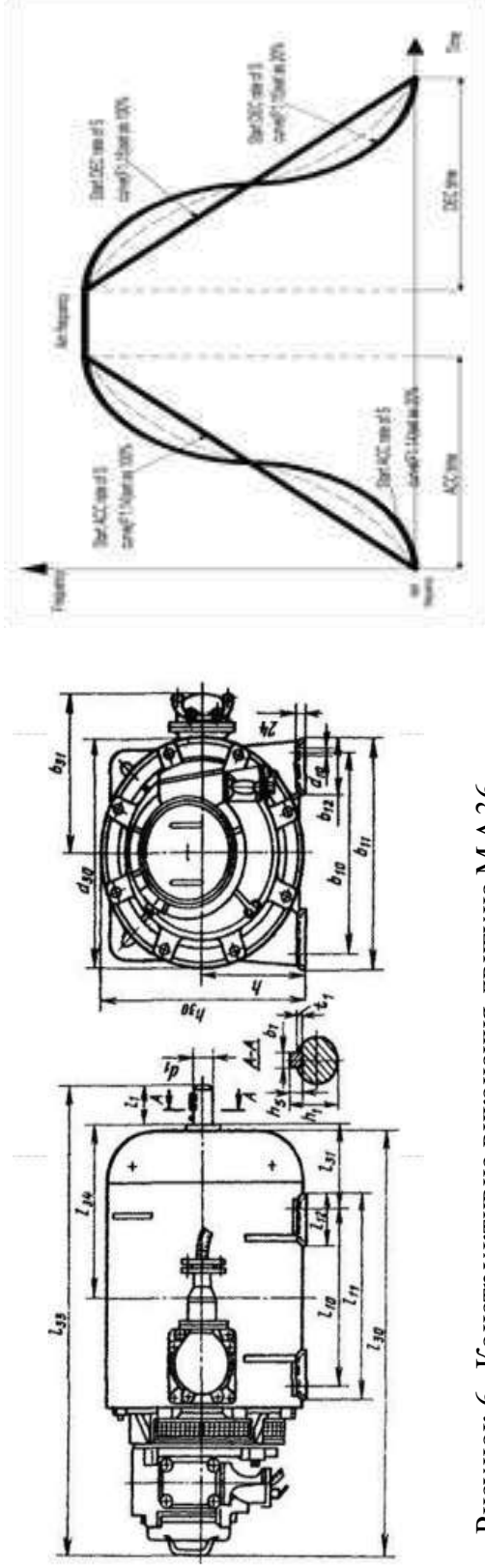


Рисунок 6 - Конструктивне виконання двигуна МА36 42/8ФУ5

Рисунок 7 - Графік кривої прискорення та сповільнення вентилятора

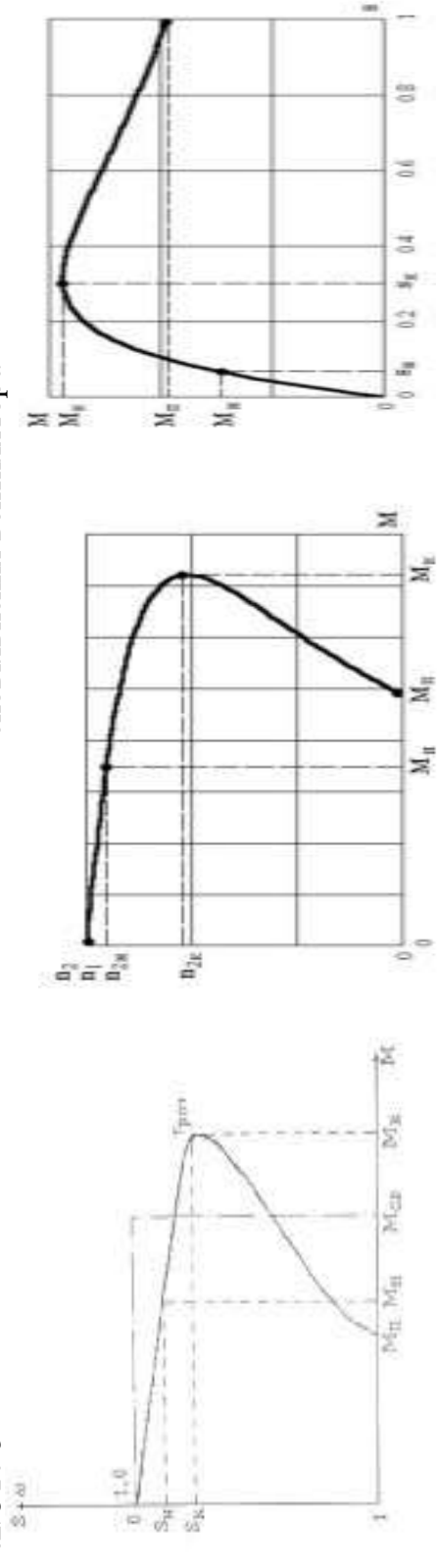


Рисунок 8 - Графік залежності моменту від ковзання та кутової швидкості

Рисунок 9 - Графік залежності ковзання від моменту.

Рисунок 10 - Графік залежності моменту від кількості обертів

Розрахунок мережі з використанням методу максимального середнього перерозподілу однорідного ресурсу

7

Таблиця 1 - Опис наявних кондиціонерів

Назва кондиціонеру	Продуктивність, кВт	Потужність, кВт
Внутрішній блок касетного типу GREE GKН42K3FI U-MATCH INVERTER	11	3.9
Внутрішній блок канального типу GREE GKН42K3FI U-MATCH INVERTER	11.5	4
Внутрішній блок канального типу COOPER&HUNTER CH-ID36NK4/CH-IU36NM4 INVERTER	10	3.32
Внутрішній блок канального типу GREE GU125PHS/A1-K (GFH42K3H) U-MATCH	12	4.4
Внутрішній блок касетного типу GREE GU100T/A1-K (GKH36K3H) U-MATCH	10	3.5
Канальний кондиціонер LESSAR LS-H150DIA4/LU-H150DIA4	44	16.3
Канальний кондиціонер LESSAR LS-H96DMA4/LU-H96DMA4	28.1	10.3
Всього	126.6	45.72

Si, Вт	A, Вт	xi, Вт	y'1, Вт	y1, Вт
11000	3360	8057,143	2461,091	898,9091
11500	2880	8557,143	2143,006	736,9938
10000	2810	7057,143	1983,057	826,9429
12000	3840	9057,143	2898,286	941,7143
10000	2970	7057,143	2095,971	874,0286
44000	15740	41057,14	14687,26	1052,74
28100	9750	25157,14	8728,902	1021,098

Таблиця 2 – Результат розрахунку за методом максимального середнього перерозподілу

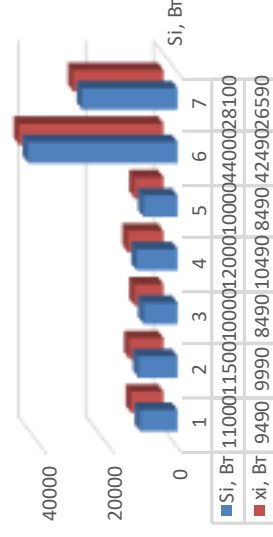


Рисунок 12 - Результуюча стовпчикова діаграма роботи нейронної мережі з методом максимального середнього перерозподілу однорідного ресурсу

Структурна схема нейронної мережі та результат навчання мережі

8

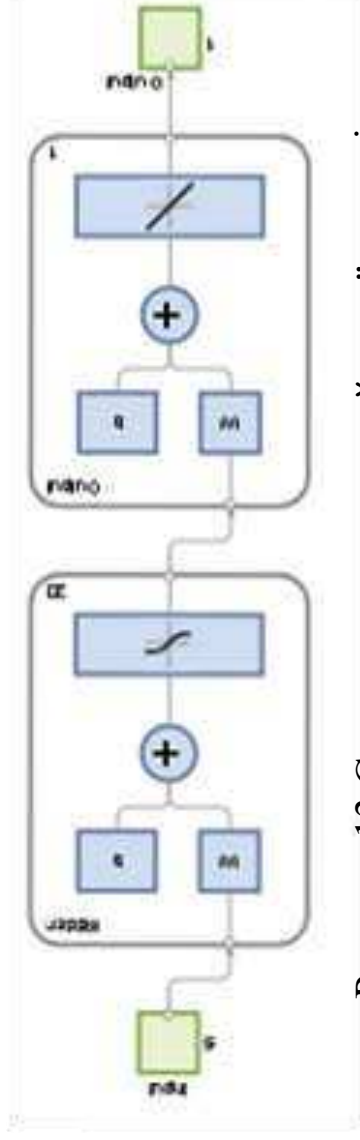


Рисунок 13 Структурна схема нейронної мережі

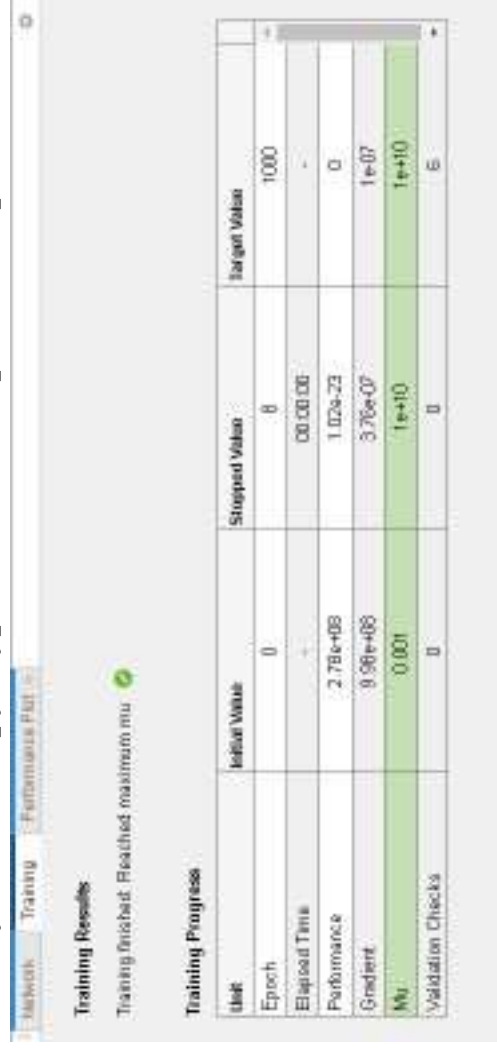


Рисунок 14 Процес навчання нейронної мережі

Результуючі графіки моделювання нейронної мережі

9

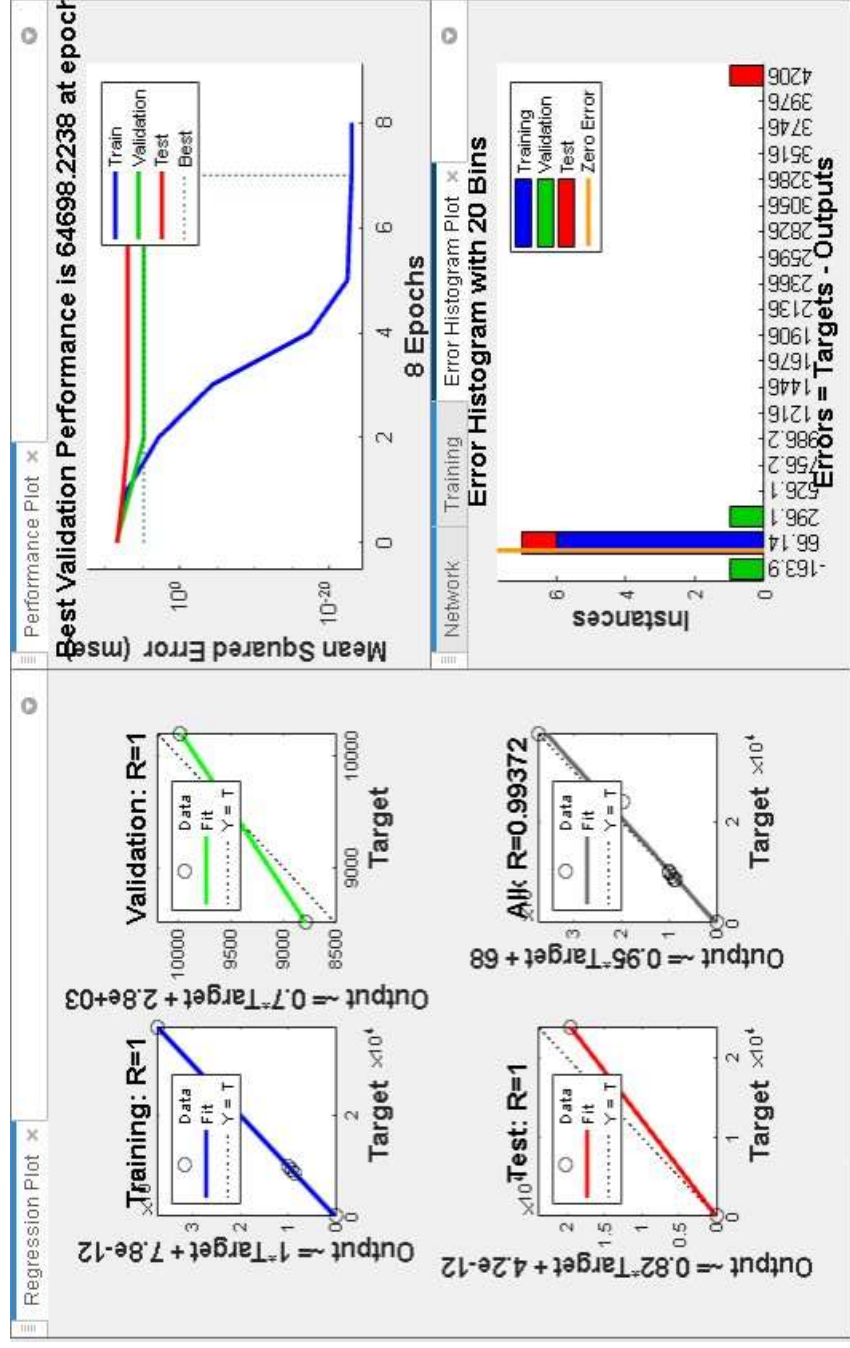


Рисунок 15 Результуючі графіки

Висновки

У магістерській роботі було розглянуто питання застосування методу максимального-середнього перерозподілу для заощадження електроенергії інтелектуальною системою управління електроприводом системи кондиціонування

Розроблено систему керування електроприводом системи кондиціонування

Адаптовано метод максимального середнього перерозподілу однорідного ресурсу для застосування інтелектуальною системою керування електроприводом системи конденсації

Аналізуючи отримані результати можемо дійти висновку, що застосування нейронної мережі зменшило реальні втрати торгівельного центру на 26,3. Застосування методу максимального -середнього перерозподілу однорідного ресурсу з використанням нейронної мережі і вирішило проблему перерозходу електроенергії через те що існує надлишок продуктивності кондиціонерів для нашого приміщення

ДОДАТОК В

ПРОГРАМНИЙ КОД

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ
СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ**

Програмний код, що був сформований в результаті роботи нейронної мережі

```
% Solve an Input-Output Fitting problem with a Neural Network
% Script generated by Neural Fitting app
% Created 11-Dec-2022 23:12:08
%
% This script assumes these variables are defined:
%
% Untitled - input data.
% Untitled1 - target data.

x = Untitled';
t = Untitled1';

% Choose a Training Function
% For a list of all training functions type: help nntrain
% 'trainlm' is usually fastest.
% 'trainbr' takes longer but may be better for challenging problems.
% 'trainscg' uses less memory. Suitable in low memory situations.
trainFcn = 'trainlm'; % Levenberg-Marquardt backpropagation.

% Create a Fitting Network
hiddenLayerSize = 20;
net = fitnet(hiddenLayerSize,trainFcn);

% Setup Division of Data for Training, Validation, Testing
net.divideParam.trainRatio = 65/100;
net.divideParam.valRatio = 15/100;
net.divideParam.testRatio = 20/100;

% Train the Network
[net,tr] = train(net,x,t);

% Test the Network
y = net(x);
e = gsubtract(t,y);
performance = perform(net,t,y)

% View the Network
view(net)

% Plots
% Uncomment these lines to enable various plots.
%figure, plotperform(tr)
```

```
%figure, plottrainstate(tr)
%figure, ploterrhist(e)
%figure, plotregression(t,y)
%figure, plotfit(net,x,t)
```

Прогресивний програмний скрипт має наступний вигляд:

```
% Solve an Input-Output Fitting problem with a Neural Network
% Script generated by Neural Fitting app
% Created 11-Dec-2022 23:16:02
%
% This script assumes these variables are defined:
%
% Untitled - input data.
% Untitled1 - target data.

x = Untitled';
t = Untitled1';

% Choose a Training Function
% For a list of all training functions type: help nntrain
% 'trainlm' is usually fastest.
% 'trainbr' takes longer but may be better for challenging problems.
% 'trainscg' uses less memory. Suitable in low memory situations.
trainFcn = 'trainlm'; % Levenberg-Marquardt backpropagation.

% Create a Fitting Network
hiddenLayerSize = 20;
net = fitnet(hiddenLayerSize,trainFcn);

% Choose Input and Output Pre/Post-Processing Functions
% For a list of all processing functions type: help nprocess
net.input.processFcns = {'removeconstantrows','mapminmax'};
net.output.processFcns = {'removeconstantrows','mapminmax'};

% Setup Division of Data for Training, Validation, Testing
% For a list of all data division functions type: help nndivision
net.divideFcn = 'dividerand'; % Divide data randomly
net.divideMode = 'sample'; % Divide up every sample
net.divideParam.trainRatio = 65/100;
net.divideParam.valRatio = 15/100;
net.divideParam.testRatio = 20/100;

% Choose a Performance Function
```



```
% For a list of all performance functions type: help nnperformance
net.performFcn = 'mse'; % Mean Squared Error
```

```
% Choose Plot Functions
```

```
% For a list of all plot functions type: help nnplot
net.plotFcns = {'plotperform','plottrainstate','ploterrhist', ...
    'plotregression', 'plotfit'};
```

```
% Train the Network
```

```
[net,tr] = train(net,x,t);
```

```
% Test the Network
```

```
y = net(x);
e = gsubtract(t,y);
performance = perform(net,t,y)
```

```
% Recalculate Training, Validation and Test Performance
```

```
trainTargets = t .* tr.trainMask{1};
valTargets = t .* tr.valMask{1};
testTargets = t .* tr.testMask{1};
trainPerformance = perform(net,trainTargets,y)
valPerformance = perform(net,valTargets,y)
testPerformance = perform(net,testTargets,y)
```

```
% View the Network
```

```
view(net)
```

```
% Plots
```

```
% Uncomment these lines to enable various plots.
```

```
%figure, plotperform(tr)
%figure, plottrainstate(tr)
%figure, ploterrhist(e)
%figure, plotregression(t,y)
%figure, plotfit(net,x,t)
```

```
% Deployment
```

```
% Change the (false) values to (true) to enable the following code blocks.
```

```
% See the help for each generation function for more information.
```

```
if (false)
```

```
    % Generate MATLAB function for neural network for application
    % deployment in MATLAB scripts or with MATLAB Compiler and Builder
    % tools, or simply to examine the calculations your trained neural
    % network performs.
```

```
    genFunction(net,'myNeuralNetworkFunction');
```

```
    y = myNeuralNetworkFunction(x);
```

```
end
if (false)
    % Generate a matrix-only MATLAB function for neural network code
    % generation with MATLAB Coder tools.
    genFunction(net,'myNeuralNetworkFunction','MatrixOnly','yes');
    y = myNeuralNetworkFunction(x);
end
if (false)
    % Generate a Simulink diagram for simulation or deployment with.
    % Simulink Coder tools.
    gensim(net);
end
```

Інформаційно-технологічний центр «ІТЦ»
 Національного університету «Львівська політехніка»
 Львів, вул. С.Бандері 12, 79013

					08-16.МКР.008.00.000				
Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата	Інтелектуальна система керування електроприводом системи кондиціонування. Мета, задачі та наукова новизна.	Літ.		Маса	Масштаб
Розробив:		Тимковський О.В.		15.11.22					
Перевірив		Мошноріз М.М.		15.11.22					
Т. контр.									
Рецензент		Бабенко О.В.		19.12.22					
Норм. кон.		<i>Бандура С.</i>		30.11.22					
Затверд.		Мошноріз М.М.		30.11.22		Аркуш		Аркушів	
						ВНТУ, гр. ЕПА-21м			



					08-16.МКР.008.00.000			
Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата	Інтелектуальна система керування електроприводом системи кондиціонування. Аналіз систем кондинсування повітря	Літ.	Маса	Масштаб
Розробив:		Тимковський О.В.		15.11.22				
Перевірив		Мошноріз М.М.		15.11.22				
Т. контр.								
Рецензент		Бабенко О.В.		19.12.22		Аркуш	Аркушів	
Норм. кон.		Бендич В.С.		30.11.22		ВНТУ, гр. ЕПА-21 м		
Затверд.		Мошноріз М.М.		30.11.22				

08-16.МКР.008.00.000

					08-16.МКР.008.00.000			
Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата	Інтелектуальна система керування електроприводом системи кондиціонування. Вентиляторна установка у системі кондиціонування.	Літ.	Маса	Масштаб
Розробив:		Тимковський О.В.		15.11.22				
Перевірив		Мошноріз М.М.		15.11.22				
Т. контр.								
Рецензент		Бабенко О.В.		19.12.22		Аркуш	Аркушів	
Норм.кон.		Домбівський Р.		30.11.22		ВНТУ, гр. ЕПА-21 м		
Затверд.		Мошноріз М.М.		30.11.22				

08-16.МКР.008.00.000

Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата	Інтелектуальна система керування електроприводом системи кондиціонування. Вибір двигуна для вентиляторної установки.	Літ.	Маса	Масштаб
Розробив:		Тимковський О.В.		15.11.22				
Перевірив		Мошноріз М.М.		15.11.22				
Т. контр.								
Рецензент		Бабенко О.В.		19.12.22		Аркуш		Аркушів
Норм.кон.		Бабенко О.В.		30.11.22	ВНТУ, гр. ЕПА-21м			
Затверд.		Мошноріз М.М.		30.11.22				

08-16.МКР.008.00.000

Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата	Інтелектуальна система керування електроприводом системи кондиціонування. Схема керування електроприводом за системою ПЧ-АД з ланкою постійного струму.	Лп.	Маса	Масштаб
Розробив:		Тимковський О.В.		15.11.22				
Перевірив		Мошноріз М.М.		15.11.22				
Т. контр.								
Рецензент		Бабенко О.В.		19.12.22		Аркуш		Аркуші
Норм. кон.				30.11.22				
Затверд.		Мошноріз М.М.		30.11.22				

ВНТУ, гр. ЕПА-21м



					08-16.МКР.008.00.000			
Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата	Інтелектуальна система керування електроприводом системи кондиціонування. Розрахунок мережі з використанням методу максимального середнього перерозподілу однорідного ресурсу.	Літ.	Маса	Масштаб
Розробив:	Тимко всь кий О В			15.11.22				
Перевірив	Мошноріз М.М.			15.11.22				
Т. контр.								
Рецензент	Бабенко О.В			19.12.22		Аркуш		Аркушів
Норм. кон.				30.11.22	ВНТУ, гр. ЕПА-21 м			
Затверд.	Мошноріз М.М			30.11.22				

08-16.МКР.008.00.000

Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата	Інтелектуальна система керування електроприводом системи кондиціонування. Структурна схема нейронної мережі та результат навчання мережі.	Літ.	Маса	Масштаб
Розробив:		Тимко вськня О.В.		15.11.22				
Перевірів:		Мошноріз М.М.		15.11.22				
Т. контр.								
Рецензент:		Бабенко О.В.		19.12.22				
Норм. кон.				30.11.22				
Затверд.		Мошноріз М.М.		30.11.22				
						Аркуш	Аркушів	
						ВНТУ, гр. ЕПА-21м		

08-16.МКР.008.00.000

Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата	Інтелектуальна система керування електроприводом системи кондиціонування. Результуючі графіки моделювання нейронної мережі.	Літ.	Маса	Масштаб
Розробив:		Тимковська О.В.		15.11.21				
Перевірів		Мошноріз М.М.		15.11.21				
Т. контр.								
Рецензент		Бабенко О.В.		19.12.21				
Норм. кон.				30.11.21				
Затверд.		Мошноріз М.М.		30.11.21				
						Аркуш	Аркушів	
						ВНТУ, гр. ЕПА-21м		

08-16.МКР.008.00.000

Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата	Інтелектуальна система керування електроприводом системи кондиціонування. Результат моделювання мережі з використанням методу максимального середнього перерозподілу однорідного ресурсу			Літ.	Маса	Масштаб
Розробив:		Тимковський О.В.		15.11.23						
Перевірив:		Мошноріз М.М.		15.11.23						
Т. контр.										
Рецензент		Бабенко О.В.		19.12.23						
Норм. кон.				30.11.23						
Затверд.		Мошноріз М.М.		30.11.23						
					Аркуш	Аркушів		ВНТУ, гр. ЕПА-21м		

08-16.МКР.008.00.000

Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата	Інтелектуальна система керування електроприводом системи кондиціонування. Висновки			Літ.	Маса	Масштаб
Розробив:		Тимко Василь О.В.		25.11.22						
Перевіряв:		Мошноріз М.М.		15.11.22						
Т. контр.										
Рецензент		Бабенко О.В.		19.12.22						
Норм. кон.		Бабенко О.В.		30.11.22						
Затверд.		Мошноріз М.М.		30.11.22						
					Аркуш	Аркушів		ВНТУ, гр. ЕПА-21м		

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Інтелектуальна система керування електроприводом системи кондиціонування

Тип роботи: магістерська кваліфікаційна робота

Підрозділ: кафедра КЕМСК, ФЕЕЕМ, гр. ЕПА-21м

Науковий керівник: к.т.н., доц. Мошноріз М.М.
(прізвище, ініціали, посада)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність	96,1 %
Схожість	3,9 %

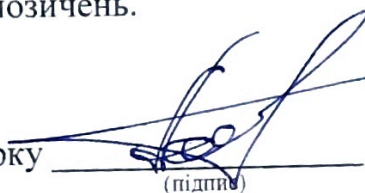
Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне)

Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її автора. Роботу направити на доопрацювання.

Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку


(підпис)

Паянок О.А.
(прізвище, ініціали)

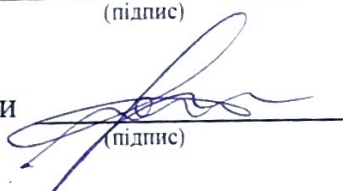
Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи


(підпис)

Тимковський О.В.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Мошноріз М.М.
(прізвище, ініціали)