

АНОТАЦІЯ

Тема даної дипломної роботи – «Нечітка система управління параметрами теплового пункту багатоповерхового будинку». Дана система призначена для автоматизованого збору, контролю, регулюванню значень температури й тиску теплоносія, температури повітря в приміщеннях здания, а також видачі експертних рекомендацій. Система повинна мати властивість інтелектуальності тобто видавати ради оператором при дистанційному керуванні .

В умовах подорожчання вартості електричної та теплової енергії актуальним стає впровадження технологій, що дозволяють досягти економії енергетичних ресурсів. Одним із аспектів запропонованих рішень може бути впровадження нечіткої експертної системи для операторів теплових пунктів.

Модернізація теплового пункту за рахунок впровадження ефективніи систем управління та контролю теплової потужності – одна з умов підвищення енергоефективності багатоповерхового будинку.

ABSTRACT

The topic of this thesis is "Fuzzy control system of the parameters of the thermal point of a multi-storey building". This system is intended for automated collection, control, and regulation of coolant temperature and pressure values, air temperature in building premises, as well as issuing expert recommendations. The system should have the property of intelligence, that is, give advice to the operator during remote control.

In the conditions of the increase in the cost of electricity and thermal energy, the introduction of technologies that allow to save energy resources becomes urgent. One of the aspects of the proposed solutions may be the implementation of a fuzzy expert system for operators of thermal points.

Modernization of the thermal point due to the introduction of effective management and control systems of thermal power is one of the conditions for increasing the energy efficiency of a multi-story building.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1.АНАЛІЗ ПРОЕКТНОЇ СИТУАЦІЇ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАНЬ.....	7
1.1. Аналіз ефективності роботи систем автоматизації індивідуальних теплових пунктів.....	7
1.2. Шляхи підвищення ефективності роботи систем автоматизації ІТП.....	10
2.РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ З ОЦІНКИ РЕСУРСУ ТРУБОПРОВІДІВ.....	17
2.1. Основні методи та підходи, що реалізуються в СППР.....	17
2.2. Розробка СППР оцінки залишкового ресурсу трубопроводів ІТП.....	19
2.3. Розробка нечіткої експертної системи аналізу теплової потужності багатоквартирного будинку.....	33
3.РОЗРОБКА ПРОГРАМ ДЛЯ КОНТРОЛЕРА В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ІТП.....	42
3.1. Розробка програми з управління відцентровим насосом системи опалення.....	42
3.2.Розробка програмного забезпечення для керування групою насосів.....	54
ВИСНОВКИ.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	57
Додаток.....	58

ВСТУП

Відомо, що індивідуальний тепловий пункт (ІТП) це комплекс пристроїв, розташований в відокремленому приміщенні, що складається з елементів теплових енергоустановок, що забезпечують приєднання цих установок до теплової мережі, їх працездатність, керування режимами теплоспоживання, перетворення, регулювання параметрів теплоносія та розподіл теплоносія за видами споживачів. Тепловий пункт з комплектом спеціалізованого обладнання, що дозволяє змінити температурний та гідравлічний режими теплоносія, забезпечити облік та регулювання витрати теплової енергії та теплоносія забезпеченням [1].

В умовах подорожчання вартості електричної та теплової енергії актуальним стає впровадження технологій, що дозволяють досягти економії енергетичних ресурсів. Одним із аспектів запропонованих рішень може бути впровадження нечіткої експертної системи для операторів теплових пунктів. Також модернізація теплового пункту – одна з умов підвищення енергоефективності будівлі загалом. Наразі кредитуванням впровадження даних проектів займається низка українських банків, у тому числі й у рамках державних програм.

Сучасні індивідуальні теплові пункти дозволяють використовувати віддалений доступ для керування тепловим пунктом. Це дозволяє організувати централізовану систему диспетчеризації та здійснювати контроль за роботою систем опалення та ГВП. Постачальниками обладнання для ІТП є провідні компанії-виробники відповідного обладнання, наприклад: автоматика – Honeywell (США); насоси - Grundfos (Данія), Wilo (Німеччина); теплообмінники - Alfa Laval (Швеція), Tranter (Швеція) та ін [2]. Варто також відзначити, що сучасні ТП включають досить складне обладнання, яке потребує періодичного технічного та сервісного обслуговування, що полягає. Запропонована оперативна нечітка експертна система (ЕС) що реалізує досвід та знання кваліфікованих операторів та фахівців з обслуговування теплових

пунктів, зможе дозволити здійснювати оперативне управління тепловими параметрами багатоквартирного будинку в залежності від погодних умов. Можна вказати, що до оперативних систем відносять ЕС реального часу – програмно-апаратні комплекси, призначені допомогти особам, які приймають рішення, під час управління складними об'єктами і процесами різної природи за умов жорстких тимчасових обмежень. При пошуку рішення використовуються експертні моделі, побудовані на основі знань фахівців-експертів, та евристичні методи пошуку рішень

Сучасне виробництво характеризується стійкою тенденцією до впровадження спеціальних керуючих обчислювальних комплексів, на базі промислових комп'ютерів, що здатні управляти складними технологічними процесами без участі людини. Впровадження сучасних інтелектуальних засобів автоматизації індивідуальних теплових пунктах у цивільних, адміністративних і виробничих будинків дозволяє знизити витрати на опалення й енергозбереження в переділах 30 - 40 % [2, 3].

1. АНАЛІЗ ПРОЕКТНОЇ СИТУАЦІЇ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАНЬ

1.1. Аналіз ефективності роботи систем автоматизації індивідуальних теплових пунктів

Основою дипломного проектування є етап постановки завдання й описи вимог до об'єкта дослідження, визначення технічних і програмних засобів, які будуть використані при розробці. Предметна область вивчається за допомогою спеціальної літератури, у процесі проходженні переддипломної практики, а так само, за допомогою консультацій з експертами для з'ясування основних аспектів і характеристик об'єкта проектування, тобто з людьми, що працюють у даній сфері й знайомими з її основними аспектами.

У процесі вивчення предметної області при розробці інтелектуальної системи для підтримки прийняття рішень операторів індивідуального теплового пункту (ІТП) проводилися наступні роботи:

- а) дослідження існуючих систем автоматизації теплових пунктів діючих на основі інтелектуальні технології;
- б) визначення основних вимог пропонованих до інтелектуальної системи збору й аналізу інформації;
- в) вивчення режимів роботи технологічного встаткування, обов'язків й інструкцій операторів системи керування (осіб приймаючі рішення)

Як об'єкт дослідження виступає система автоматизації ІТП.

Автоматизація технологічних процесів у загальному випадку виконує наступні функції: регулювання (стабілізація) параметрів, контроль і вимір параметрів, керування роботою встаткування й агрегатів (місцеве, дистанційне), захист і блокування встаткування й агрегатів, облік витрати вироблених і споживаних ресурсів, телемеханізація контролю, виміру, керування. Всі зазначені функції автоматизації одержали в тім або іншому

ступені свій розвиток у системах централізованого теплопостачання міст і промислових підприємств [1,2].

Ціль автоматизації систем теплопостачання складається в найбільш ефективному рішенні завдань окремими її ланками без безпосереднього втручання людини. Завдання автоматизації ІТП у загальному випадку полягають у наступному:

- регулювання відпустки теплоти на опалення будинків;
- регулювання температури води на гаряче водопостачання;
- регулювання перепаду тиску мережної води на вході в ІТП при наявності надлишкових напорів у тепловій мережі;
- регулювання підживлення систем опалення
- регулювання й керування процесами водоподготовки (при її наявності);
- керування включенням і відключенням насосів: господарських (холодного водопостачання), циркуляційних гарячого водопостачання, підпиточних, опалювальних або коригувальних змішувальним і дренажних із блокуванням, з відповідними електроздвижками й клапанами;
- включення резервних насосів - для кожної із груп насосів;
- вимір температур, тисків, рівнів води із сигналізацією граничних їхніх значень;
- облік і вимір кількості й витрат спожитої теплоти, теплоносіїв і холодної води, облік спожитої електроенергії;
- телемеханічний контроль, вимір і керування з диспетчерського пункту.

Для ІТП будинку слід зазначити, що обсяг і рівень автоматизації регулювання відпустки теплоти в цей час не задовольняють сучасним вимогам забезпечення високої якості, економічності й надійності теплопостачання будинків. У зв'язку із цим мають місце дискомфортні умови в споживачів і непродуктивна перевитрата енергетичних ресурсів. Тим часом у силу взаємозв'язку теплових і гідравлічних режимів роботи теплоисточника, теплових мереж і теплових пунктів споживачів необхідна їхня комплексна автоматизація.

У старому тепловому пункті демонтують практично все встаткування (рис.1.1): контрольно - вимірювальні прилади, вузол обліку, швидкісні водоподогреватели, елеваторний вузол. Залишають лише засувки й грязевики. Причому на вимогу [3] грязевик на зворотному трубопроводі встановлюють перед регулюючими пристроями, а також приладами обліку витрат води й теплових потоків. Нові вузли приєднання систем опалення (рис.1.2.) і гарячого водопостачання проектують відповідно до місцевих умов. При модернізації теплових пунктів по програмі Європейського банку реконструкції й розвитку Нові вузли приєднання систем найчастіше мають заводське виготовлення й поставляються на об'єкти зібраними у вигляді блокового теплового пункту. Блок поставляють із привареними патрубками до відповідних фланців, що полегшує монтажні роботи. При модернізації теплових пунктів у переважній більшості випадків доцільно застосовувати блокові теплові пункти. Вони зібрані й випробувані в заводських умовах, відрізняються надійністю. Монтаж устаткування спрощується й удешевляється, що, в остаточному підсумку, знижує вартість модернізації [5].

Модернізацію теплового пункту здійснюють на підставі детального технічного й теплогидравлического обстеження абонентського уведення.



Рисунок 1.1 - Загальний вид ТП до модернізації [2]



Рисунок 1.2 - ІТП після модернізації [2]

1.2. Шляхи ефективності роботи систем автоматизації ІТП

Блокові теплові пункти (БТП) застосовують в ІТП для приєднання до теплової мережі систем опалення, гарячого водопостачання, вентиляції й кондиціонування як нових, так й існуючих будинків, при модернізації їхніх абонентських уведень. БТП являє собою готову до підключення й експлуатації компактну установку (рис.1.3.). Компонування БТП виконують індивідуально, з урахуванням розмірів приміщення теплового пункту. Виготовляють БТП під будь-які теплові навантаження на підставі базових схем [3], якими передбачені варіанти приєднання інженерних систем будинку до теплової мережі. Підбор устаткування здійснюють по програмі розрахунку теплових пунктів Данфосс. У загальному випадку БТП складається з комбінації наступних складових [3]:

- вузла обліку й регулювання теплової енергії для обліку фактичної витрати теплоносія й теплоти, а також регулювання (зниження) витрати теплоносія відповідно до заданого графіка температури;

- вузла опалення для забезпечення необхідної витрати теплової енергії з урахуванням погодних умов, часу доби, днів тижня й ін.;
- вузла гарячого водопостачання для підтримки нормативної температури води (55...60 °З) у системі гарячого водопостачання й здійснення термічної дезінфекції системи;
- вузла вентиляції для регулювання витрати теплової енергії відповідно до погодних умов і часом доби.

БТП являє собою автоматизовану установку з необхідним устаткуванням відповідно до вимог, пропонуваними до теплових пунктів. У комплект поставки БТП входять: теплообмінники, циркуляційні насоси, запорно регулюючі арматури, фільтри, трубопроводи, прилади автоматики, щит керування, кабелі, документація, програмувальний контролер, модем, спеціалізоване програмне забезпечення.

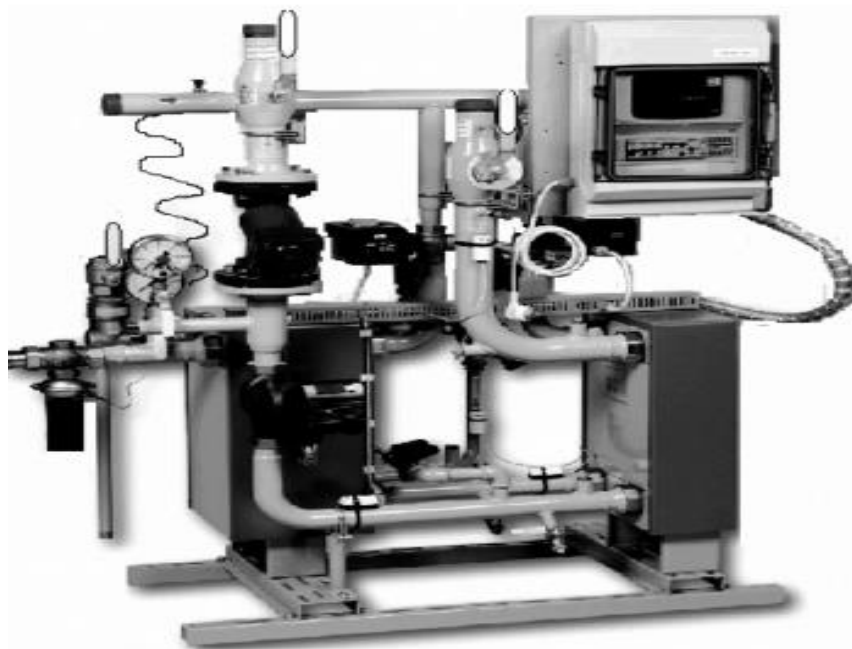


Рисунок 1.3. - Блоковий тепловий пункт [2]

Застосування БТП у порівнянні із традиційним абонентським уведенням дозволяє:

- знизити витрати на створення теплового пункту;

- зменшити займану площу приміщення;
- скоротити строк монтажу й пуско_налагоджувальних робіт;
- заощадити теплову енергію й кошти ;
- підвищити надійність теплопостачання будинку;
- спростити подальшу модернізацію (автоматизацію) інженерних систем будинків.

БТП оснащений регулятором ECL Comfort. Електронний регулятор ECL Comfort (рис.1.4) - пристрій, що сприймає сигнали від усіляких датчиків (температури зовнішнього повітря, внутрішнього повітря, теплоносія, гарячої води й т.д.), обробляє й формує на їхній підставі сигнал, передана виконавчому механізму. Він має тиристорні виходи для керування регульовальними клапанами й релейні виходи для керування насосами або запірними клапанами. Крім того, у деяких моделей можуть бути розширені характеристики входів і виходів шляхом додавання аналогових і релейних модулів. Номенклатура ECL Comfort охоплює як дуже прості регулятори із традиційним аналоговим керуванням, так і сучасні регулятори з повністю цифровим інтерфейсом. Ними можна управляти будь-якими водяними інженерними системами будинків і різних їхніх комбінацій. Для спрощення керування й установки складних і зроблених функцій застосована технологія інтелектуальної чипкарты. Чип карта є знімною. Її програмують по параметрах, типу й особливостям інженерних систем конкретного будинку. Відповідність застосовуваних чип карт інженерним системам й їхнім комбінаціям наведені в [4].



Рисунок 1.4 - Електронний регулятор ECL Comfort [2]

Електронний регулятор ECL Comfort розроблений як для настінного, так і для щитового виконання. Установлюють його в приміщенні теплового пункту. Користувальницькі установки здійснюють за допомогою кнопок на регуляторі або блоку дистанційного керування ECA61. Інтересуємі параметри установки відображаються на дисплеї. Загальний вид електронного регулятора ECL Comfort 300 із чипкартою і вказівкою споживчих налаштувань зв'язок за допомогою RS 232 й LON. Така можливість дозволяє дистанційно контролювати й управляти його роботою. По стандартному протоколі LONTalk електронний регулятор ECL Comfort можуть застосовувати в будинках із централізованою системою керування й контролю. Крім зазначених вище можливостей, електронні регулятори здійснюють:

- функцію оптимізації енергоспоживання об'єкта регулювання;
- відображення часу з автоматичним переходом на літній та зимовий час;
- обмеження температури в що подає й зворотному трубопроводах з урахуванням погодних умов;
- обмеження максимальної й мінімальної температури теплоносія;
- захист системи від заморожування;
- автоматичне відключення системи опалення;

- автоматична зміна настроювань нічного зниження температури залежно від погодних умов;
- контроль температури води в системі гарячого водопостачання;
- керування роботою насоса (затримка запуску, зупинки й захист від залипання);
- захист електроприводів клапанів від коливальних рухів при низьких навантаженнях;

Харчування електронних регуляторів здійснюють від мережі змінного струму 220 В або 24 В. Вони мають убудовані акумулятор для підтримки роботи годин при відсутності основного харчування. Електронним регулятором реалізують ефективне керування інженерними системами будинку з максимальним енергозбереженням

Для ефективного контролю значень параметрів необхідне впровадження комп'ютерної системи (КС) збору інформації (рис.1.5 -1.6). Обмірювані дані від датчиків, через контролери надходять на персональний комп'ютер оператора. Оператор спостерігає значення контрольованих параметрів у приміщеннях і палатах установи й може також робити дистанційне керування встаткуванням систем вентиляції й кондиціонування. Також оператор виконує функції по супроводу СУБД устаткування, параметрів й адміністрування Web - сайту організації.

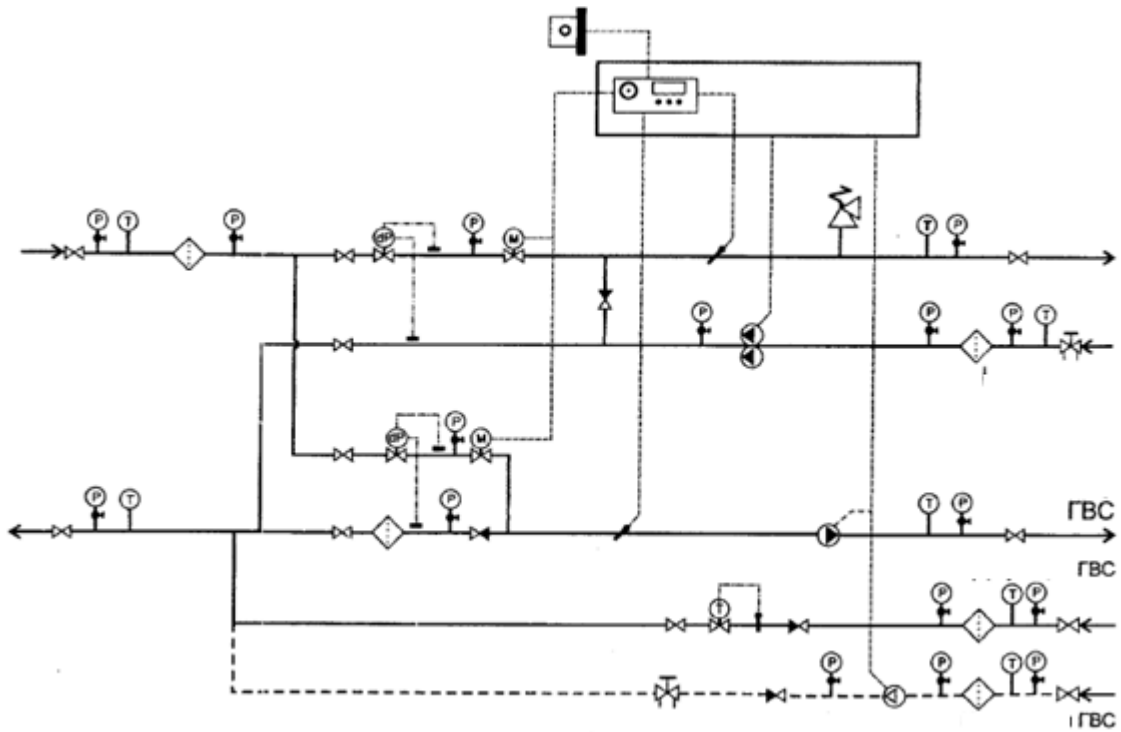


Рисунок - 1.5 – Схема автоматизації ІТП

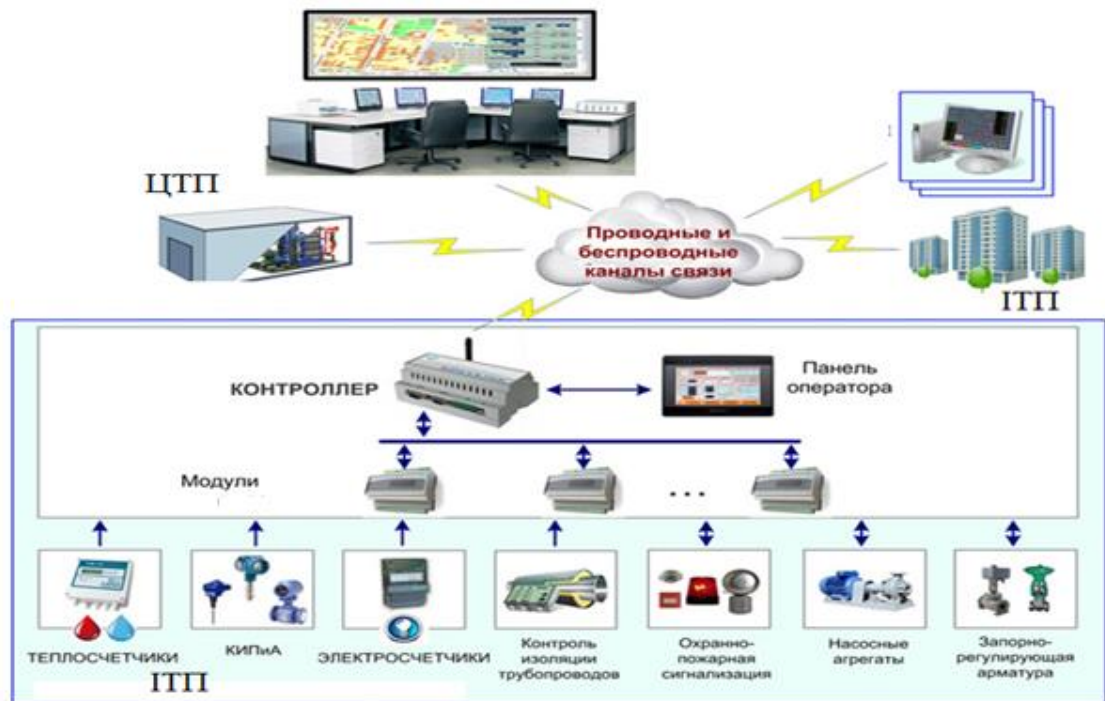


Рисунок 1.6 – Схема управління та контролю параметрів ІТП

Таким чином, для успішного впровадження інтелектуальної системи необхідно вирішити наступні завдання:

1. Розробка СППР оцінки залишкового ресурсу трубопроводів ІТП
2. Розробити експертну систему для контролю теплової потужності з використанням програми FuzzyTECH;
3. Розробити програму для контролера систем керування обладнанням ІТП;

2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ З ОЦІНКИ РЕСУРСУ ТРУБОПРОВІДІВ

2.1. Основні методи та підходи, що реалізуються в СППР

Об'єкт уваги цієї роботи є систему підтримки прийняття рішень (СППР) з метою оцінки функціонального стану особи приймаючого рішення (ЛПР) щодо складних, динамічних людино-машинних систем [5].

В області людино-машинних систем розроблено достатню кількість методів та засобів контролю функціонального стану ЛПР. Подібні системи базуються на використанні методів та засобів контролю, прогнозу та корекції стану ЛПР.

У цьому проектуванні СППР в оцінці функціонального стану ЛПР з позиції управління складними системами є актуальною. Дана концепція дозволяє врахувати індивідуальні особливості функціонування людини-оператора, виявлені в ході проведення експериментів, встановити причинно-наслідкові відносини між інформативними показниками діяльності, поведінки, психофізіології та дати оцінку функціонального стану як системної організації, що динамічно змінюється в залежності від характеру розв'язуваного завдання та зовнішнього середовища. [6].

В рамках інформаційного підходу СППР належать до класу автоматизованих інформаційних систем, основне призначення яких – покращити діяльність людини шляхом застосування інформаційних технологій.

Особливості інформаційного підходу відбиває концептуальна СППР, представлена на рис.2.1. Основними компонентами цієї моделі є: інтерфейс «користувач – система», база даних та база моделей.

Інтерфейс «користувач-система» забезпечує зв'язок користувача з кожною з баз і включає програмні засоби для управління базою даних, управління базою моделей, управління і генерації діалогу. Інтерфейс «користувач-система» повинен мати характеристики, що дозволяють:

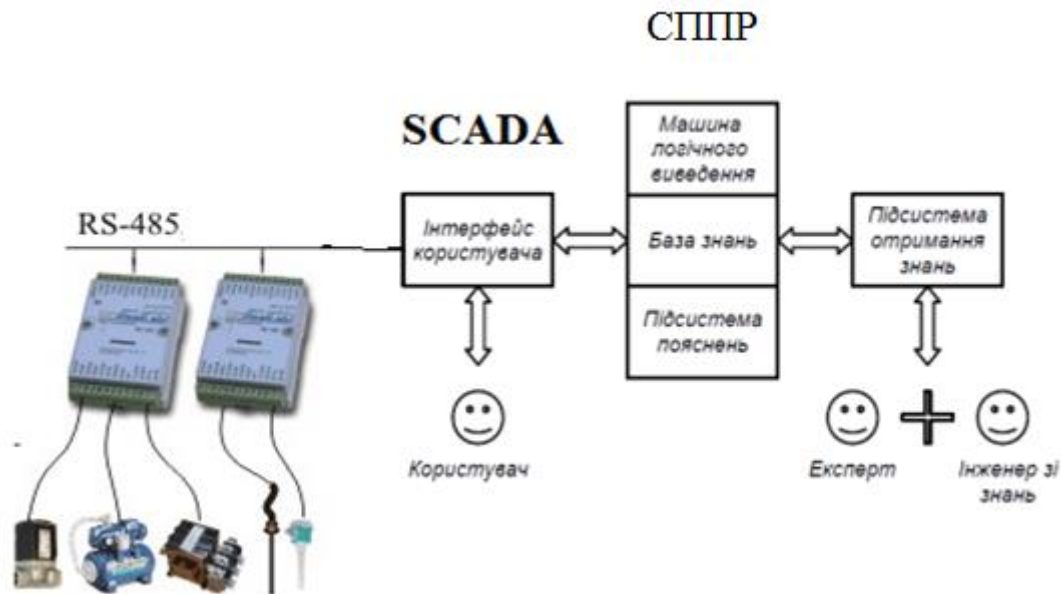


Рисунок 2.1. – Структурна схема СППР у ІТП

- керувати різноманітними стилями ведення діалогу;
- змінювати стиль діалогу на вибір користувача;
- надавати дані у різних формах та видах;
- забезпечувати гнучку підтримку користувача.

Роль системи підтримки прийняття рішень не в тому, щоб замінити людину, а в тому, щоб підвищити її ефективність. Мета СППР полягає не в автоматизації процесу прийняття рішення, а у здійсненні кооперації, взаємодії між системою та людиною у процесі прийняття рішень.

СППР повинна підтримувати інтуїцію, вміти розпізнавати двозначність та неповноту інформації, та мати засоби для їх подолання. Вони мають бути дружніми для осіб, які приймають рішення, допомагаючи їм концептуальному визначенні завдань, пропонуючи звичні уявлення результатів.

..Слід зазначити, що СППР – це комп'ютеризовані помічники, підтримують людини у перетворенні інформації на ефективні для керованої системи дії. Ці системи повинні мати такі якості, які роблять їх не тільки корисними, а й незамінними для осіб, які приймають рішення. Як і будь-які інформаційні системи, вони мають забезпечувати специфічні потреби процесу прийняття

рішень на інформації. Крім того, вона повинна адаптуватися до його стилю роботи, відображати стиль мислення. СППР повинна асистувати всі або більшість важливих аспектів діяльності осіб, які приймають рішення, що виконує безліч функцій.

Системи підтримки прийняття рішень повинні мати можливість адаптуватися до зміни обчислювальних моделей, спілкуватися з користувачем специфічною для керованої області мовою, представляти результати в такій формі, яка б сприяла глибшому розумінню результатів.

2.2. Розробка СППР оцінки залишкового ресурсу трубопроводів ІТП

Об'єктом дослідження є трубопровід із сталі марки 20 з номінальним внутрішнім діаметром $D_{вн} = 378$ мм і номінальною товщиною стінки $h = 24$ мм, що діє на ділянці живильного електронасоса ІТП. Гранична товщина стінки труби при якій необхідне проведення ремонтних робіт по заміні трубопроводу $h_{гр} = 11,4$ мм. На основі результатів вимірів ділянок товщини труби по роках і використання методів регресійного аналізу дослідники отримали математичні залежності, що відображають процеси старіння трубопроводу через дії зовнішніх і внутрішніх чинників. Аналіз статистичних даних показав, що товщина напірних трубопроводів убуває в часі (тобто в об'єктів дослідження спостерігаються процеси повзучості, ерозії і корозії), і зміна в часі товщини труби на основі чотирьох років експлуатації. Ділянками дослідження є прямі ділянки труб систем опалювання і водопостачання за расходомерними шайбами на трубопроводах ІТП. Загальний вигляд об'єкту представлений на рис . 2.2.

Труби виготовлені з конструкційної сталі 20 і мають розміри - номінальний зовнішній діаметр циліндрової частини $D_n = 426$ мм, номінальний внутрішній діаметр $D_{вн} = 378$ мм, номінальна товщина стінки $h = 24$ мм (рис.2). Хімічний склад (%) стали що визначає основні надійностні

властивості наступний: вуглець (0,17 – 0,24), кремній (0,17 – 0,37), марганець (0,35 – 0,65), хром (не більше 0,25)

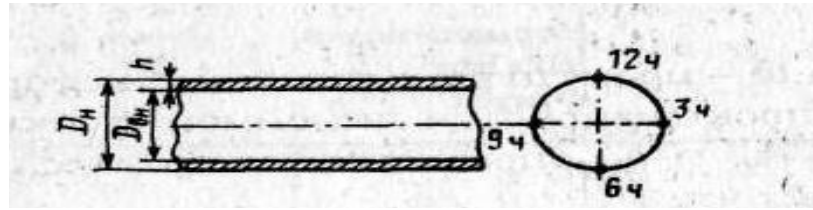


Рисунок 2.2 – Вигляд ділянок труб в розрізі

Згідно «Програмі контролю за станом основного матеріалу і зварних з'єднань устаткування і трубопроводів промислових теплоенергетичних об'єктів» перше обстеження труб здійснюється через 15 – 20 тис. годинника експлуатації, а подальші через 45 тис. годинника. Умови експлуатації об'єкту: тиск $p = 100 \text{ кгс/см}^2$, температура води в зимовий час $T = 85 \text{ }^\circ\text{C}$. Номінальна товщина стінки напірного трубопроводу ІТП має бути не менше $h = (P_D D)/(2 [G] + P_D)$, (2.1)

где $P_D = 100 \text{ кгс/см}^2 = 9,81 \text{ МПа}$ – внутрішній тиск, $D = 378 \text{ мм}$ – внутрішній діаметр, $[G]$ – номінальна допустима напруга. При розрахунку міцності трубопроводів $[G]$ приймається меншим з наступних значень

$$[G] = \min \left\{ \frac{R_m^{T^0}}{\eta}; \frac{R_{p0,2}^{T^0}}{\eta_{0,2}} \right\}, \dots\dots\dots (2.1)$$

де $R_m^{T^0}$ - тимчасовий опір;

$R_{p0,2}^{T^0}$ - межа текучості;

η - коефіцієнт запасу по міцності;

$\eta_{0,2}$ - коефіцієнт запасу по межі текучості.

Для сталі 20 при температурі $T_0 = 120 \text{ }^\circ\text{C} = 4,2 \text{ кгс/см}^2 = 4,2 \text{ МПа}$, коефіцієнти $m = 2,6$. Тоді з (2.1) номінальне значення товщини стінки труби $h^* = 16,4 \text{ мм}$. Для контролю товщини стінок трубопроводів пропонується використовувати ультразвуковий товщиноміри. Точні ультразвукові

товщиноміри працюють в частоті від 500 КГц до 100 МГц і оснащені п'єзоелектричними датчиками, які при здобутті електричного імпульсу генерують імпульс звукової енергії. Для промислового використання розроблена велика кількість всіляких датчиків з різними акустичними характеристиками. Зазвичай низькочастотні датчики використовуються для поліпшення проникаючої здатності в товстих шарах, а так само матеріалах з високим коефіцієнтом розсіювання і загасання.. Тоді як високі частоти рекомендовані для оптимізації дозволу в тонких матеріалах з низькими показниками розсіювання і загасання ультразвукової хвилі. Ультразвукові прилади, засновані на принципі "імпульс- ехо-камера", визначають товщину виробу або структури виходячи з точного виміру часу, потрібного імпульсу, що генерується в датчику, на проходження через тестовий матеріал, віддзеркалення від внутрішньої поверхні і повернення знову в датчик. В більшості випадків цей відрізок складає декілька мікросекунд або менше. Отриманий часовий інтервал ділиться навпіл для визначення часу проходження сигналу в одному напрямі, а потім множиться на швидкість звуку в матеріалі. В результаті виходить наступна рівність:

$$H=Vt/2 \dots\dots\dots(2.2)$$

де H - товщина тестового зразка;

V - швидкість звуку в матеріалі;

t - час проходження імпульсу в обох напрямках.

Більш того, на практиці відбувається віднімання величини затримки нуля, пов'язаної з конкретною зафіксованою електронною і механічною затримкою датчика. У звичайних випадках, при використанні контактних датчиків, компенсація нуля включає час проходження звукового імпульсу через поверхню датчика і шар контактної рідини, а так само час електронної комутації і затримки в кабелі. Компенсація нуля набудовується в процесі калібрування інструменту і необхідна для підвищення точності вимірів.

У приладі УТ 92 використовується метод ультразвукової локації. Принцип дії приладу показаний на рис. 2.3. В якості випромінювача і

приймача акустичних сигналів використовується суміщений п'єзоелектричеській ультразвукової перетворювач 2 (ПЕП). ПЕП встановлений на зовнішній стороні трубопроводів ІТП 3 (виріб). Ультразвуковий товщиномір 1 формує зондує імпульс (потужний короткий електроічеській сигнал) який надходить на випромінюючу пластину ПЕП. П'єзопластіна збуджує акустичний імпульс в трубопроводі 3. Цей імпульс поширюється вглиб виробу, відбивається від його протилежний стінки і повертається назад. ПЕП перетворює відбитий імпульс в електричний сигнал поступає в прилад 1 де відбувається посилення ехосигналу і вимір часу його затримки.

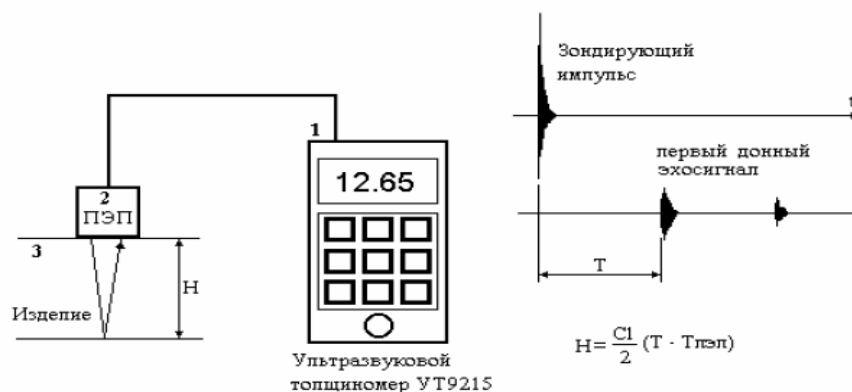


Рисунок 2.3. – Принцип дії ультразвукового товщиноміра

Також, прилад виробляй розрахунок товщини досліджуваного об'єкту по вище преведенной формулі (2.2). Товщиноміром є компактний прилад що працює під управлінням мікропроцесора (МП). Він управляє всіма пристроями і проводить обчислення.

Результати замірів на аналізованих ділянках зведені в табл.2.1

Аналіз статистичних даних, зібраних на ІТП показав, що математичне сподівання товщин трубопроводів $m_h(t)$ убуває в часі, тобто у вибраних об'єктів дослідження спостерігаються процеси повзучості, ерозії та корозії, в результаті яких товщина трубопроводів зменшується під час експлуатації. На думку ряду дослідників для тимчасового аналіз зміни товщини трубопроводів

або прогнозу був використаний метод регресії і рекомендується використовувати лінійні та експоненціальні регресійні функції виду:

$$h(t) = a + bt, \quad (2.3.)$$

Таблиця 2.1 Результати вимірів

Ділянки	Товщина ділянки труби (мм)			
	2021	2022	2023	2024
Труба ділянки опалення	26,0	26,0	25,8	25,7
Труба ділянки гарячого водопостачання	26,5	25,6	25,2	24,2

Використовуючи рівняння прямої $y = a + bx$. Тут товщина стінки трубопроводу $h(t) = y$, а час $t = x$. Лінію регресії розраховують з умов найменших квадратів. При цьому лінійна залежність вирівнює значення постійних коефіцієнта a і b , тобто коефіцієнтів рівняння регресії, $n = N =$ число вимірювань. Параметри рівняння обчислюють за виразами:

$$b = (n \sum xy - \sum x \sum y) / n \sum x^2 - (\sum x)^2, \dots\dots\dots(2.4)$$

$$a = y - bx = \frac{\sum y}{n} - b \frac{\sum x}{n}$$

і описується лінійною залежністю ф. (2.4).

$$h(t) = 26,15 - 0,513t.$$

Слід зазначити, що представлені рівняння є строго математичними і не враховують досвід фахівців з експлуатації (експертів - діагностиків). Також використовується класичний апарат не здатний враховувати нелінійні властивості об'єкта. В силу цього, нами пропонується провести удосконалення

СППР прогнозу ресурсу трубопроводу використовуючи апарат нечітких систем. Також, метод вимірювання відрізняється похибкою котору необхідно враховувати. Для обліку та коригування покзаній приладу пропонується використовувати теорію нечіткої логіки (думки і досвід експерта). Відомо, що основною перевагою систем з нечіткою логікою є їх здатність враховувати думки та досвід експертів-розробників систем підтримки прийняття рішень (СППР) [11].

Необхідно врахувати, що у внутрішньобудинкових комунікаціях є ділянки труб, де вимір провести неможливо через утруднений доступ. Також вартість приладу та його обслуговування є досить дорогим. Для вирішення цих проблем пропонується нечітка експертна система прогнозу зміни товщини стінок рубопроводів на підставі інформації щодо якості експлуатації та терміну експлуатації. Якість експлуатації оцінюється експертами за 10-бальною шкалою.

Враховуючи об'єктивно існуючу невизначеність, неповноту та нечіткість інформації про об'єкт при розробці бази знань та механізмів виведення експертних систем, доцільно використовувати апарат нечіткої логіки, що дозволяє об'єктивно оцінити технічний стан та більш обґрунтовано приймати рішення щодо управління ремонтом суднового обладнання (рис.2.4).

Термін «нечіткий» стосується речей, які не є визначеними. У булевій системі вираження, яке має значення 1,0 представляє абсолютне значення істини, а 0,0 - абсолютне хибне значення. В Нечіткій системі немає абсолютної істини та абсолютного хибного значення. Але в ній є присутнє проміжне значення, яке частково є істинним та частково хибним.

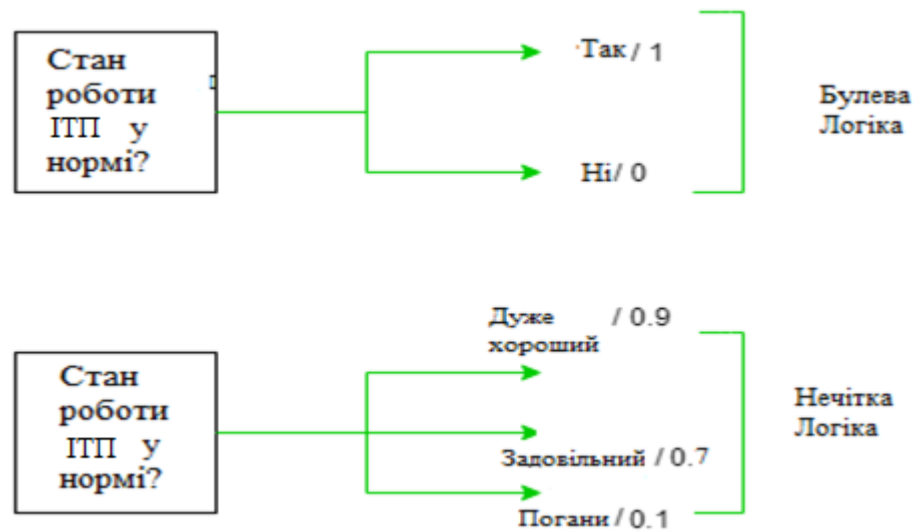


Рисунок 2.4 – Порівняння нечіткої логіки з булевою

Архітектурароботи системи нечіткої логіки має наступні частини (рис. 2.5.) [4]:

1.База ПРАВИЛ: вона містить набір правил та умови, надані експертами для управління системою прийняття рішень на основі лінгвістичної інформації. Останні розробки в теорії нечітких теорій пропонують кілька ефективних методів для проектування та настройки нечітких контролерів. Більшість із цих розробок зменшують кількість нечітких правил.

2.Фазифікація: вона використовується для перетворення входів, тобто чітких чисел, в нечіткі набори.

3.Блок Виводу: він визначає ступінь узгодження поточного нечіткого вводу щодо кожного правила.

4 Дефазифікація: вона використовується для перетворення нечітких множин у чітке значення. Доступно декілька методів дефузіфікації, і найкращий із них використовується із спеціальною експертною системою для зменшення помилки.

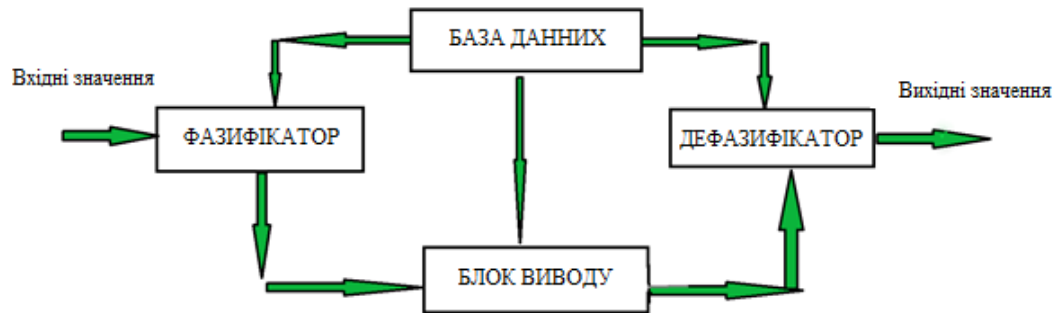


Рисунок 2.5 - Структура нечіткої експертної системи

Нечіткі системи які працюють за алгоритмом Нам дані були розроблені для імітації роботи людських операторів, відповідальних за контроль певних промислових процесів. Мета такої нечіткої системи полягає в узагальненні досвіду оператора у наборі лінгвістичних правил IF-THEN, які можуть бути використані машиною для автоматичного управління процесом.

Для розробки НЕС використовується програма MatLab з пакетом Fuzzy Logic Toolbox. Пакет Fuzzy Logic Toolbox (рис.2.6) підтримує всі стадії розробки нечітких систем: їх синтез, дослідження, проектування, моделювання, впровадження в режим реального часу. Убудовані GUI-модулі забезпечують зрозуміле середовище, із графічним інтерфейсом. Функції пакета реалізують більшість сучасних нечітких технологій, включаючи нечітких логічний висновок, нечітку кластеризацію й адаптивну нейро-нечеткую систему (ANFIS). Fuzzy Logic Toolbox відкритий для користувача, можна переглянути алгоритми, переглянути вихідний код, додати власні функції належності або процедури дефаззифікації. Ключовими особливостями цього пакета є:

- реалізація алгоритмів нечіткого виводу Сугено й Мамдани;
- бібліотека функцій належності;
- налаштування функцій належності ANFIS-алгоритмом;
- можливість впровадження систем нечіткого виводу в Simulink через модуль Fuzzy Logic Controller;

- Сі-код алгоритмів, що дозволяє використати спроектовані система поза середовищем MATLAB [6];

Fuzzy Logic Toolbox містить функції які викликаються з робочої області програми (командний рядок) і кілька графічних модулів, що дозволяють набувати систему візуально (рис.2.6) у вигляді діалогів.

Проведення етапів фазифікації ЛП "термін служби", "ресурс", «якість обслуговування» (рис. 2.7.- 2.9).

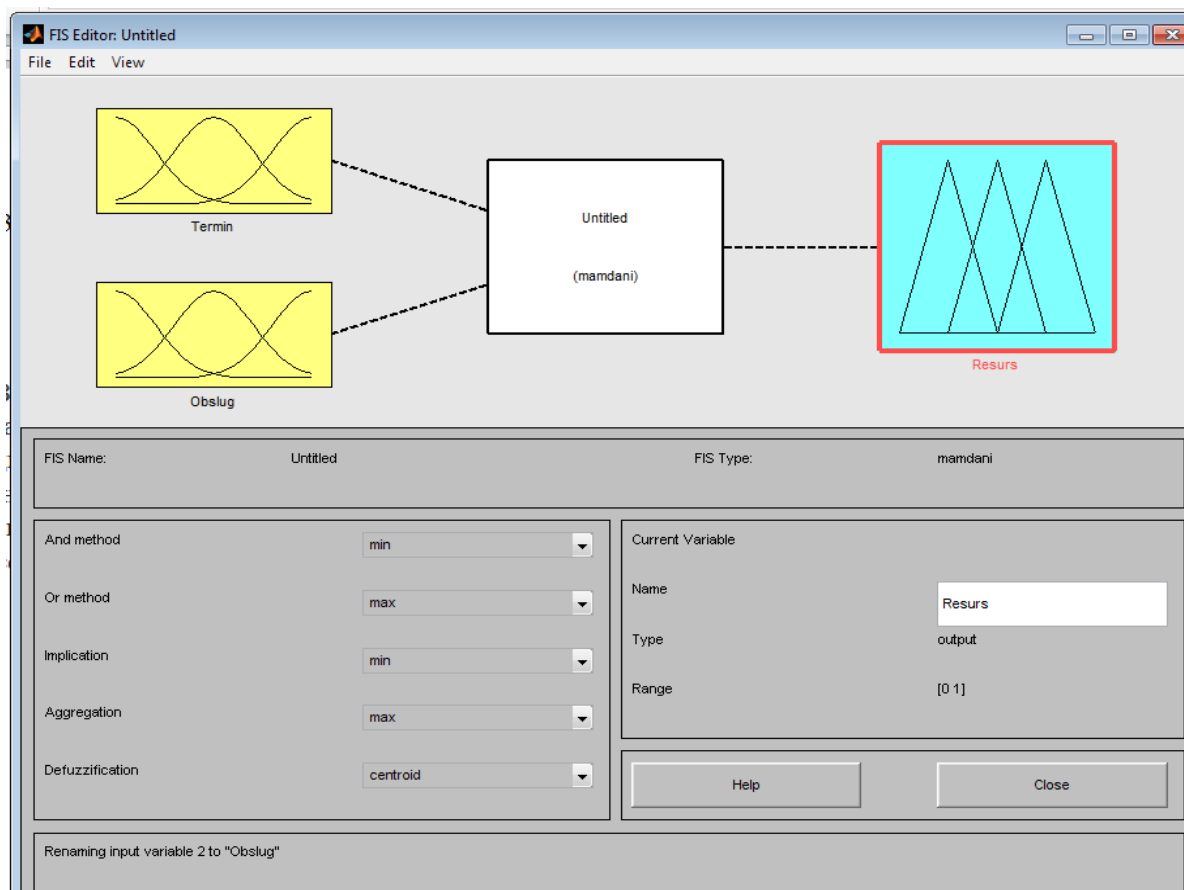


Рисунок 2.6 - Графічний інтерфейс редактора FIS

З урахуванням отриманих даних з табл.2.1. - (начальна вибірка для експертів), візуального огляду обладнання і думок експертів, був проведений етап фазифікації вхідний і вихідний змінних з використанням трьох функцій приналежності (низький ресурс експлуатації, середній і високий). Було

вибрано кількість (три) і тип функцій приналежності (трапецеїдальний, трикутний і гауссовський) (рис.2.7).

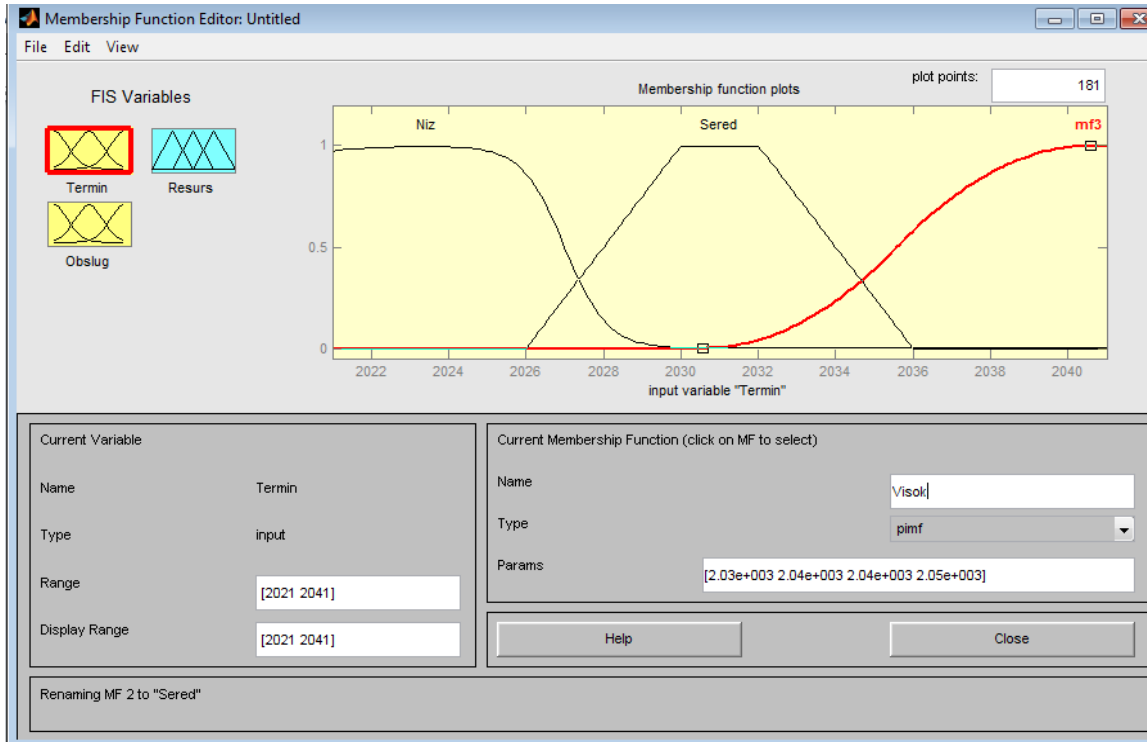


Рисунок 2.7 - Вікно графічного редактора Membership Function Editor з вхідною функцією належності "термін служби "

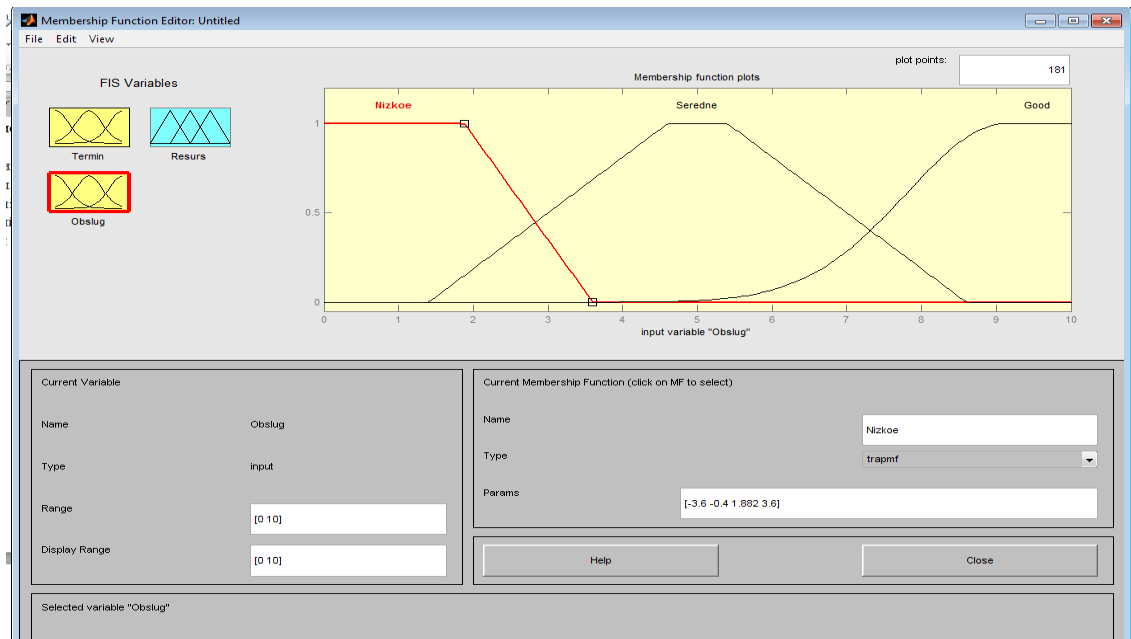


Рисунок 2.8 - Вікно графічного редактора Membership Function Editor з вхідною функцією належності "якість обслуговування "

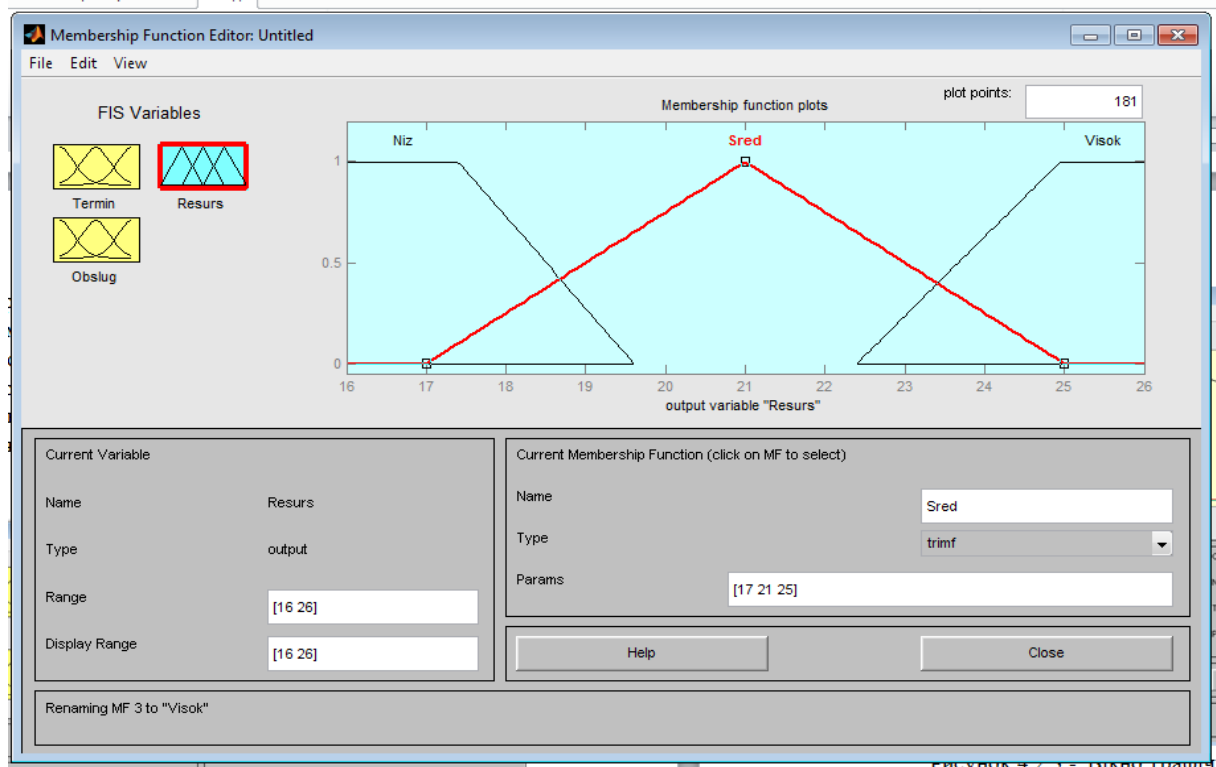


Рисунок 2.9 - Вікно графічного редактора Membership Function Editor з функцією приналежності «ресурс»

Редактор бази знань (Rule Editor) (рис.2.10) призначений для формування й модифікації нечітких правил. Редактор бази знань може бути викликаний з будь-якого GUI-модуля, використовуваного із системами нечіткого логічного виводу, командою Rules...меню Edit або натисканням клавіш Ctrl+3. В FIS-редакторі відкрити редактор бази знань можна також подвійним щигликом лівою кнопкою миші по прямокутнику з назвою системи нечіткого логічного виводу, розташованого в центрі графічного вікна. Загальний вид редактора бази знань із вказівкою функціонального призначення основних полів графічного вікна наведений на рис. 2.10. У нижній частині графічного вікна розташовані кнопки Help й Close, які дозволяють викликати вікно довідки й закрити редактор, відповідно.

Розробка бази правил нечітких продукцій виду: "ЯКЩО Умова ТО Прогноз".

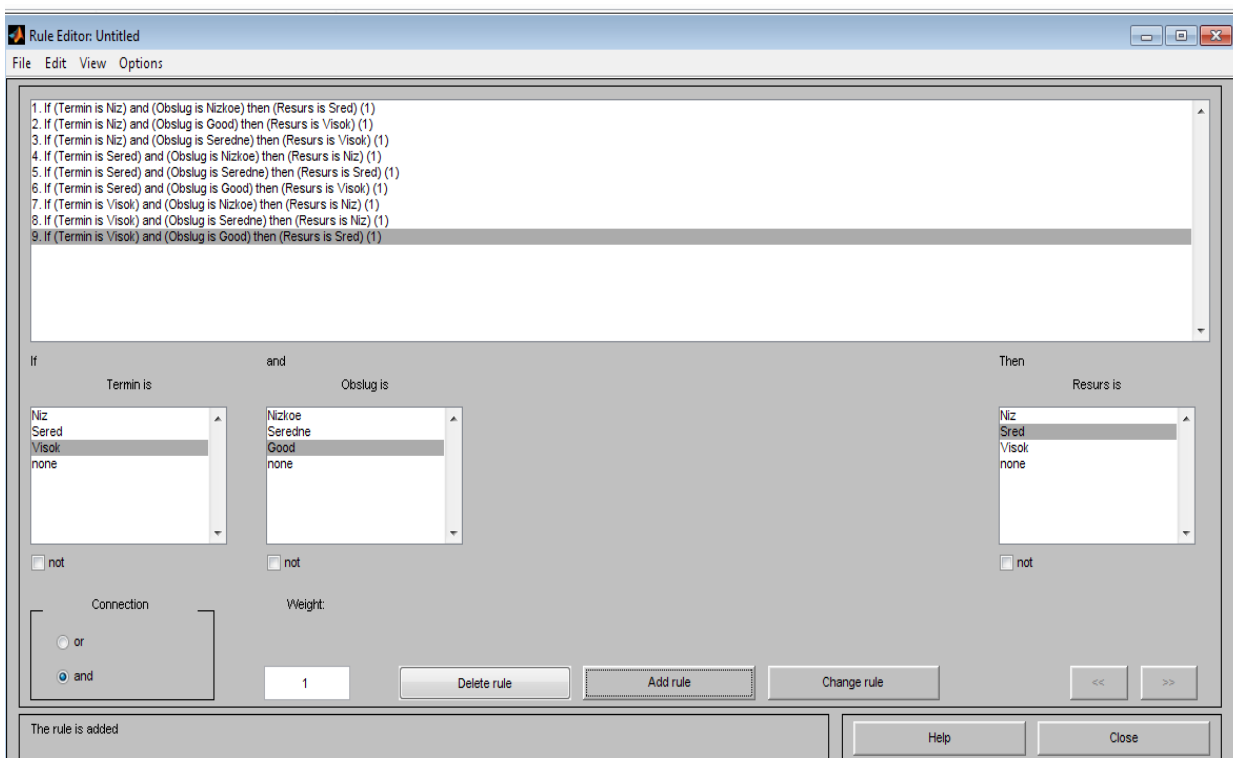


Рисунок 2.10 - Редактор правил БЗ

Результат дії нечіткої експертної системи показани на рис. 2.11 – 2.13

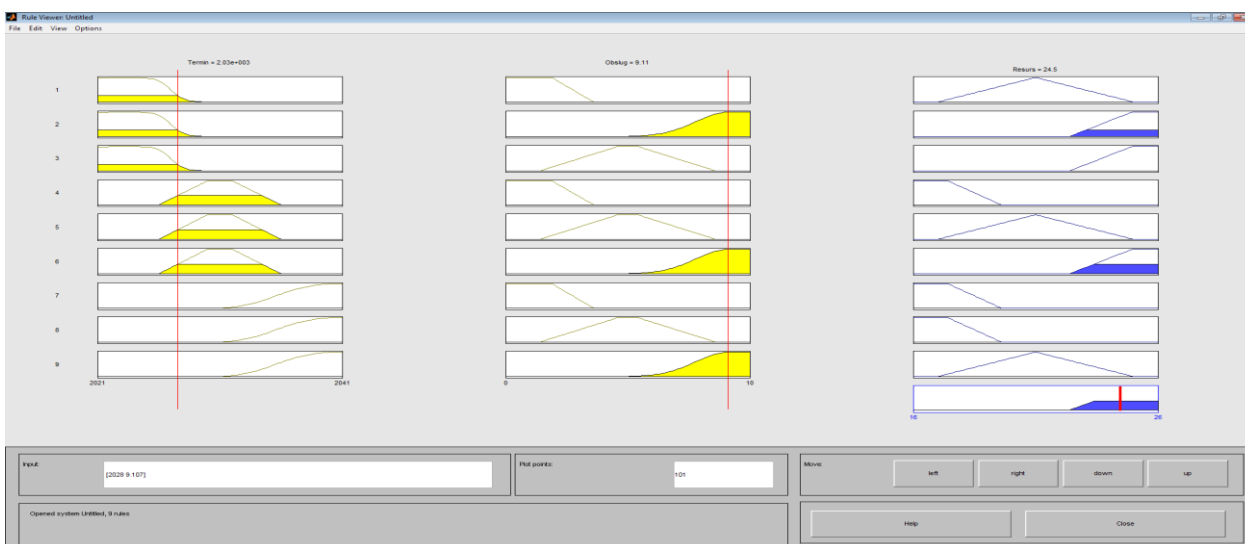


Рисунок 2.11 - Вікно перегляду результату (прогноз товщини стінки труби опалення в тепловому пункті) дії ЕС (супервізорний режим)

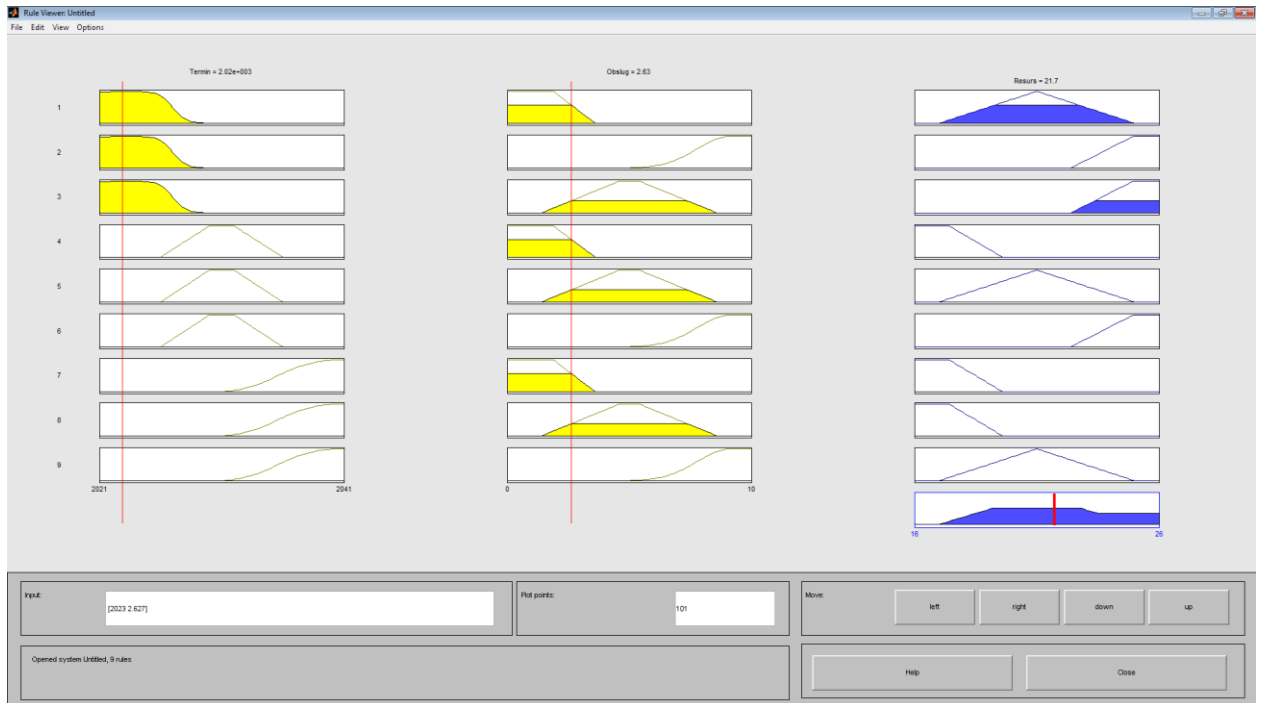


Рисунок 2.12 - Вікно перегляду результату дії НЕС при низькому терміні експлуатації та середній якості обслуговування

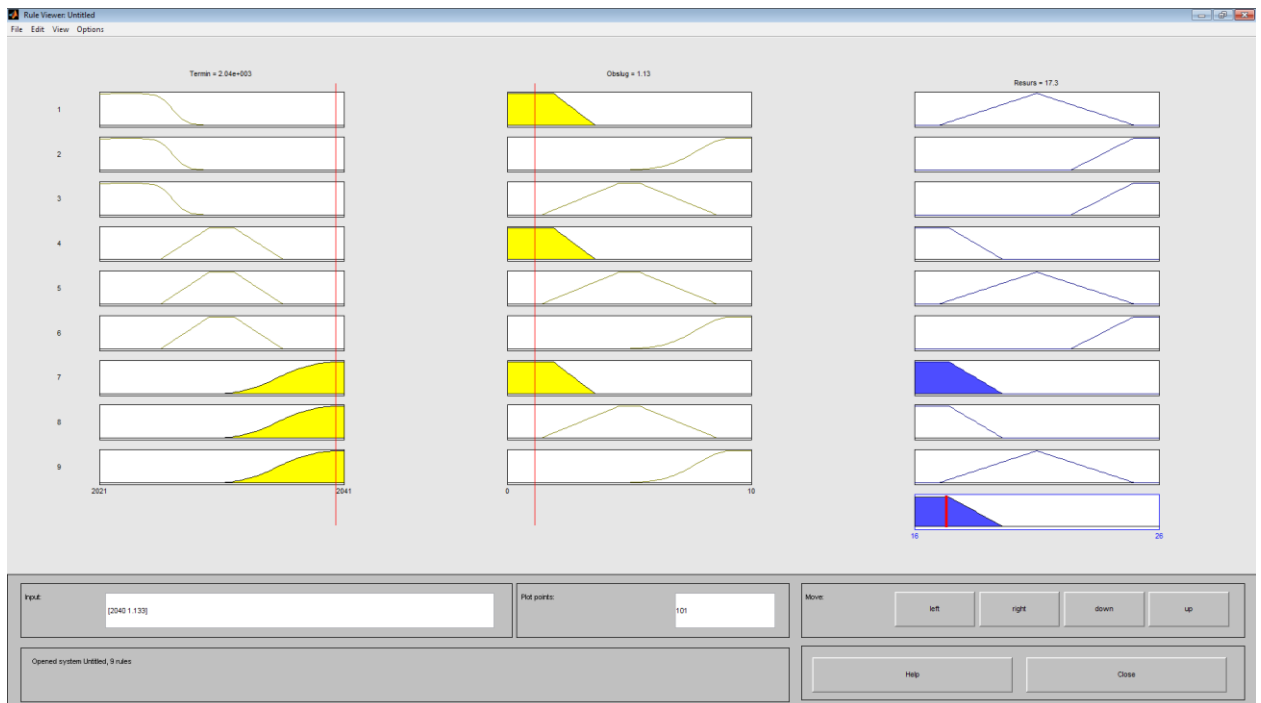


Рисунок 2.12 - Вікно перегляду результату дії НЕС при високому терміні експлуатації та низькому якості обслуговування

Графік залежності вихідної змінної від вхідних $Y = f(T, S)$ для нечіткої моделі представлений на рис.2.13.

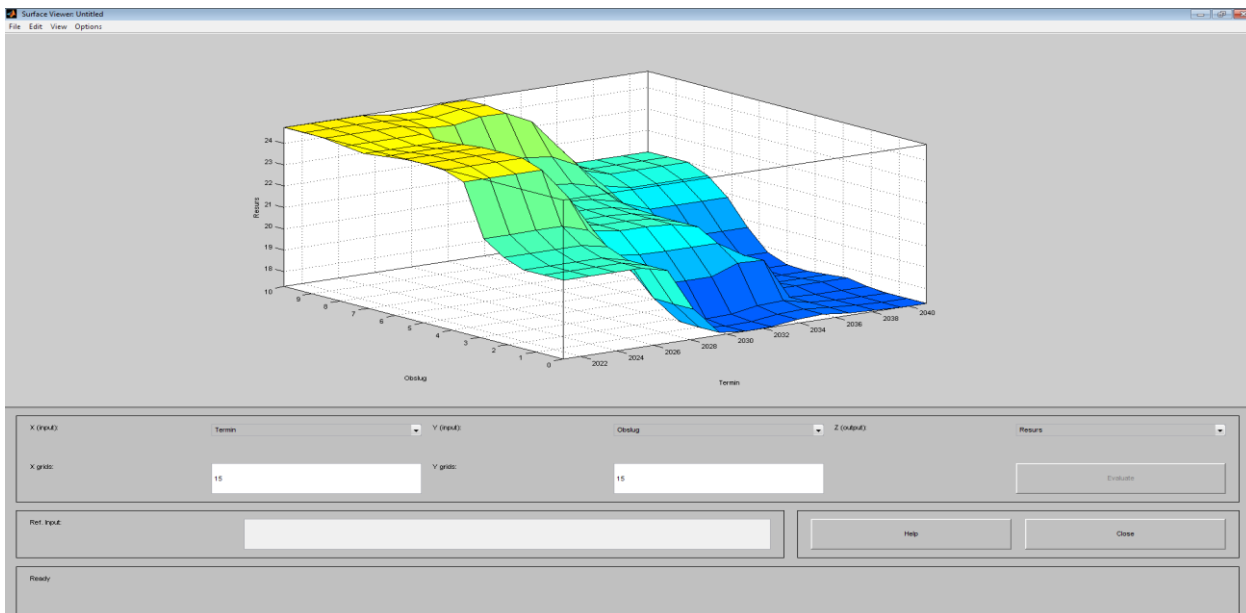


Рисунок 2.13. - Графік залежності вихідної змінної від вхідних
 $H = f(T, S)$ для нечіткої системи

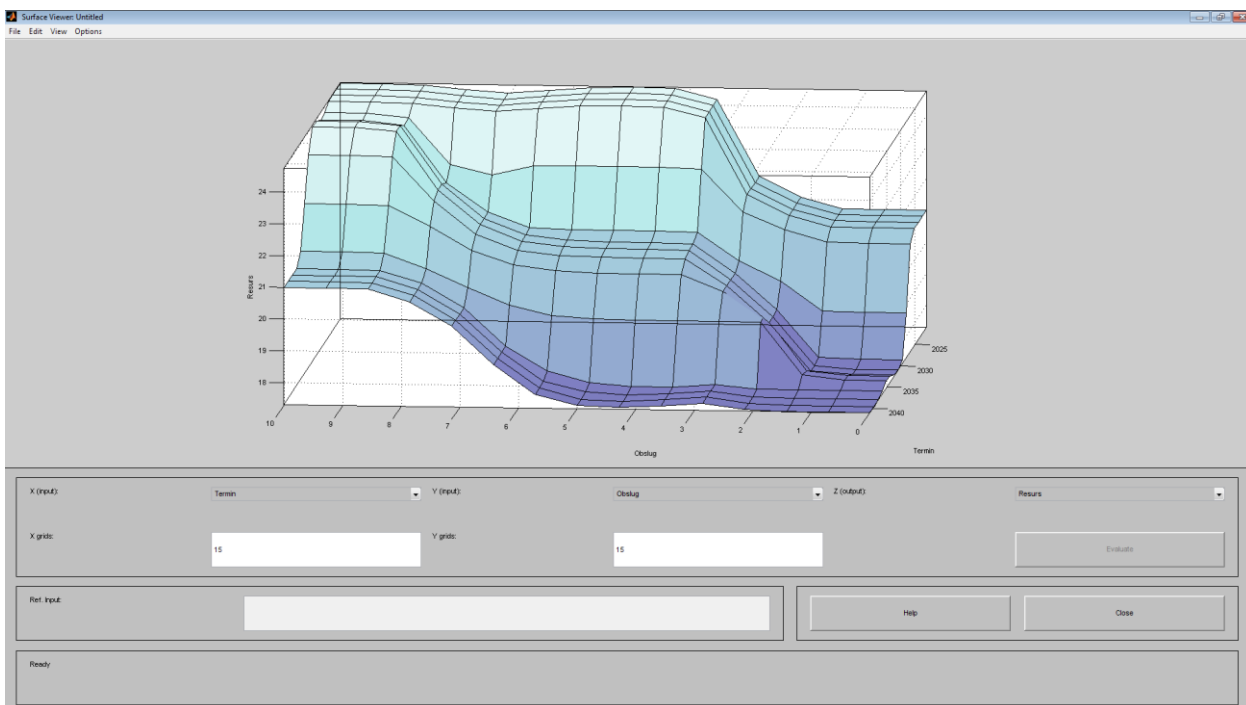


Рисунок 2.14. - Графік залежності вихідної змінної від вхідних
 $[H = f(T,S)$ для нечіткої системи (зміна якості обслуговування)

У випадка оснащення робочого місця оператора комп'ютерно - інтегрованою системою, ЛПР, спостерігаючи поточно інформацію у вікні переглядання, може за допомога інтерфейсу СППР здійснювати визначення

залишкового ресурсу трубопроводів (супервизорного режим). У нашому випадку капітальний ремонт рекомендовано було провести в 2040 р.

2.3. Розробка нечіткої експертної системи аналізу теплової потужності багатоквартирного будинку

З 2019 року в Україні на законодавчому рівні запроваджено нову процедуру під час здачі будівлі в експлуатацію. Під час неї незалежним аудитором визначається енергоефективність будинку. На підставі тестів, розрахунків, аналізу видається сертифікат, що входить до списку обов'язкових документів, згідно з яким споруді надається певний клас (рис.2.15). Ще нещодавно про значущість цього параметра не замислювалися ні забудовники, ні мешканці. Однак постійне подорожчання енергоресурсів змушує людей ставати раціональнішими, прагнути знайти нові способи збереження тепла, яке коштує недешево.



Рисунок 2.15 – Класи енергоефективності будинків

Згідно з сучасним визначенням, енергоефективність будинку – це загальна кількість енергії, яка витрачається на підтримку оптимального мікроклімату в приміщеннях, що вимірюється у кВт/год на 1 м² площі. У сьогоднішніх умовах цей показник є одним з основних, значущих для власника, оскільки визначає, наскільки комфортно він зможе жити у своєму житлі, і яку суму це обійдеться. В даний час заборонено вводити в експлуатацію житлові будівлі класом нижче С, хоча проживання в них може виявитися досить витратним. Різниця в економії на оплаті комунальних послуг чи закупівлі палива між класами А та С може становити до 20%, що відчутно, особливо у довгостроковій перспективі. Водночас, енергоефективність будинків зведених і давно введених в експлуатацію ніяк не відстежується. Практика показує, що про раціональне енергоспоживання там не йдеться, тому що люди не замислюються, як зробити своє житло комфортнішим з мінімальними витратами. Для цього пропонується використання нечіткої експертної системи (НЕС) оцінки оптимального значення теплової потужності будинку (кВт/год) на основі даних від датчиків температури зовнішнього повітря і температури в середині парадної. Значення теплової потужності, що рекомендується, далі вказується як завдання контролеру. Контролер підбирає необхідний температурний режим системи опалення та порівнює задану потужність із поточною потужністю споживання, отримуючи інформацію від теплового лічильника (рис. 2.16). У випадку відхилення, контролер виробляє керуючий сигнал на насоси та засувки з електроприводом (червона лінія на рис.2.16).

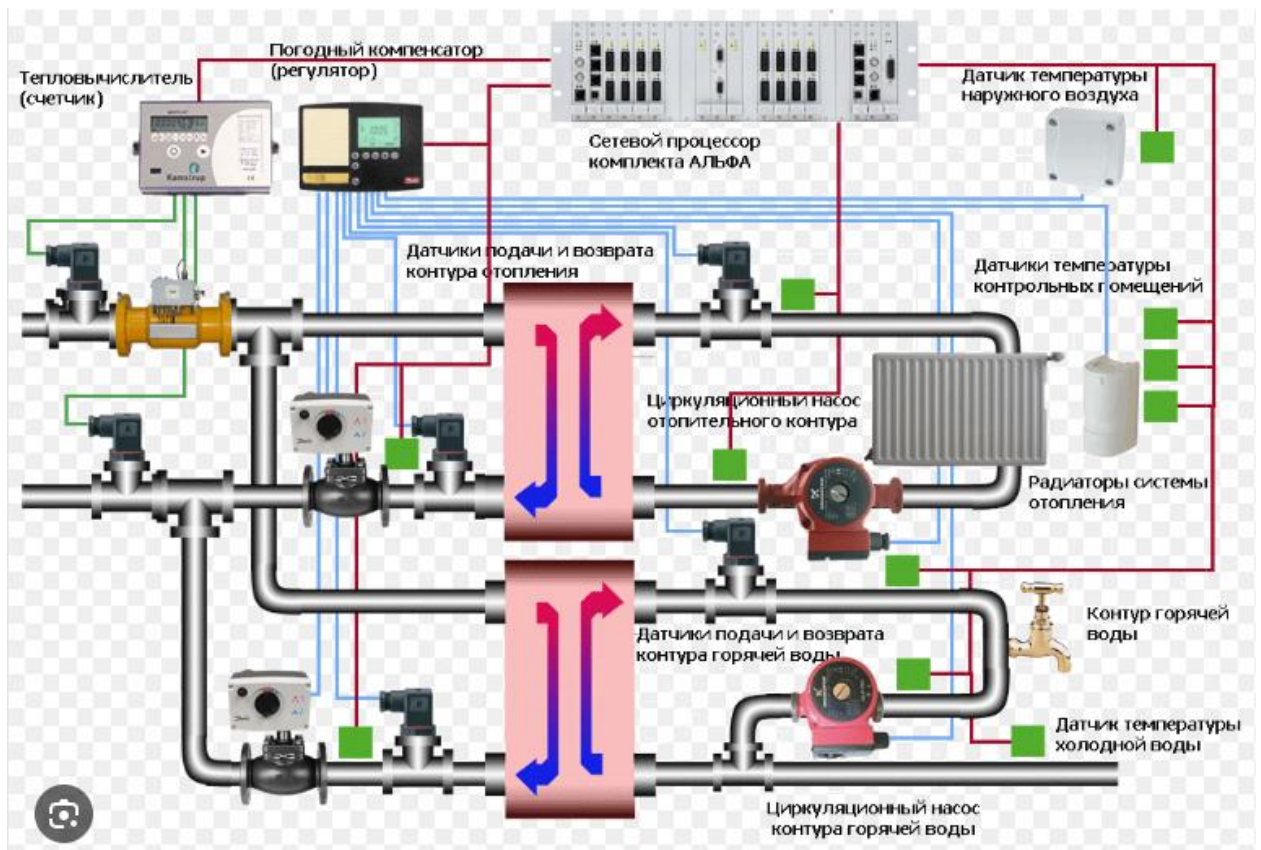


Рисунок 2.16 – Схема роботи контролера щодо підтримки заданої теплової потужності будинку

Етапи розробки програми рекомендації від оптимальної теплової потужності будинку:

1) Спочатку створимо вищеописані параметри (змінні) системи та задамо діапазони вимірювань для даних змінних. А також скоригуємо функції (графіки) власності цих змінних.

Для вхідних змінних:

Змінна "Temperature_Inside":

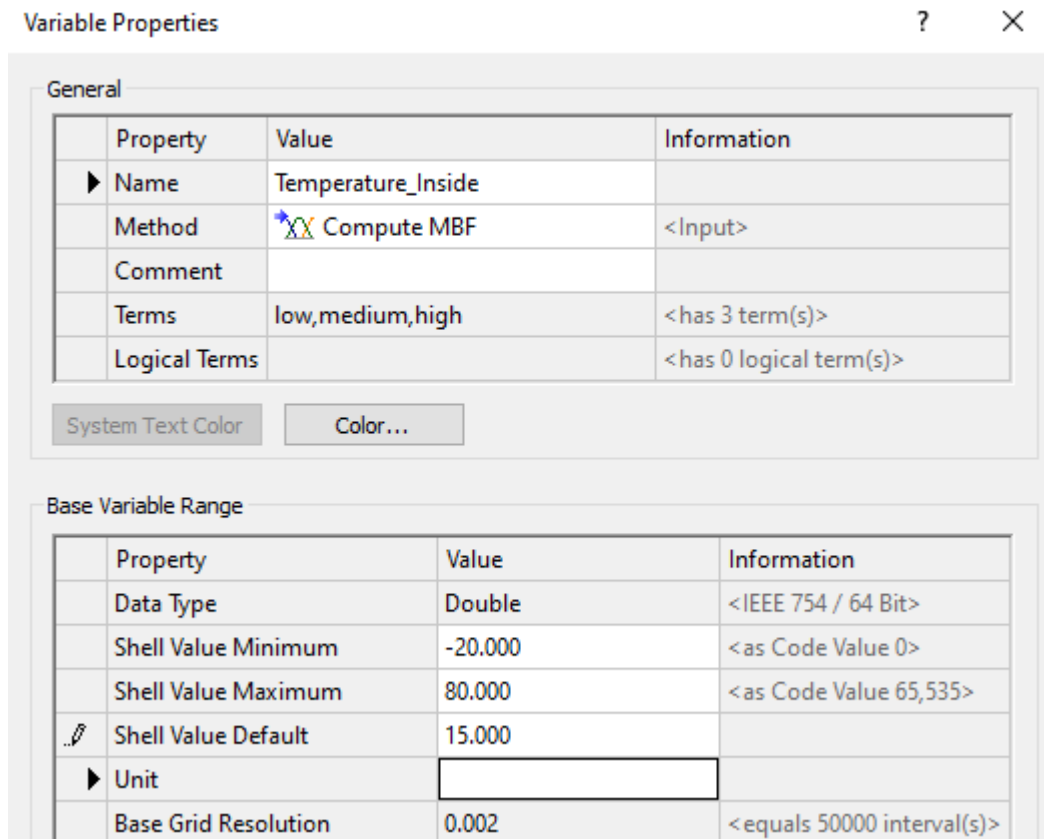


Рисунок 2.17 – Налаштування параметрів змінної температури повітря всередині приміщення

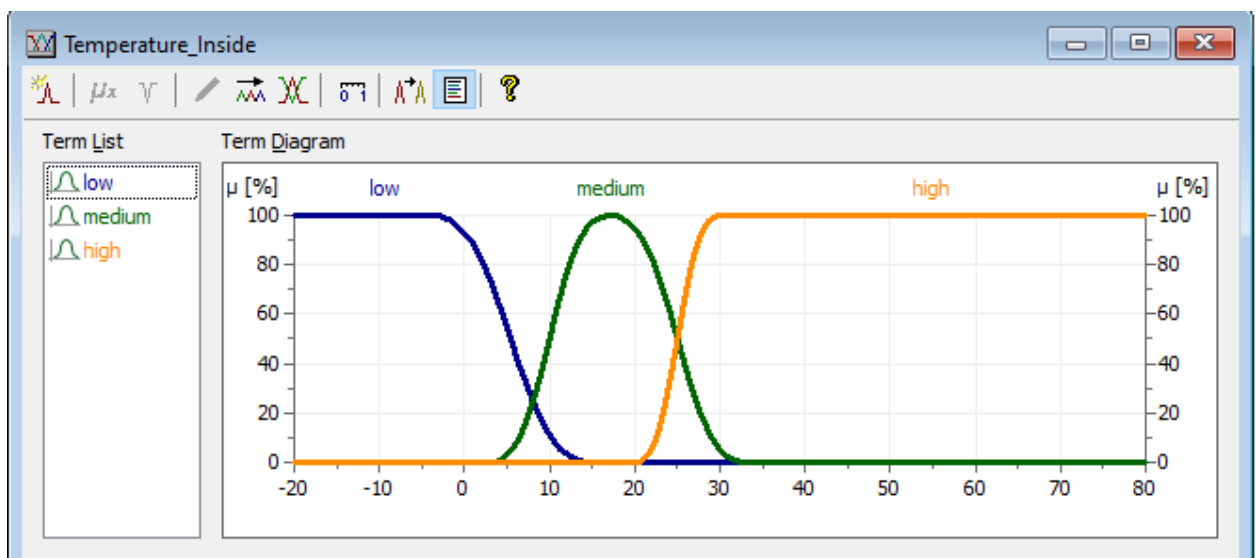


Рисунок 2.18 – Функції належності змінної температури повітря усередині приміщення

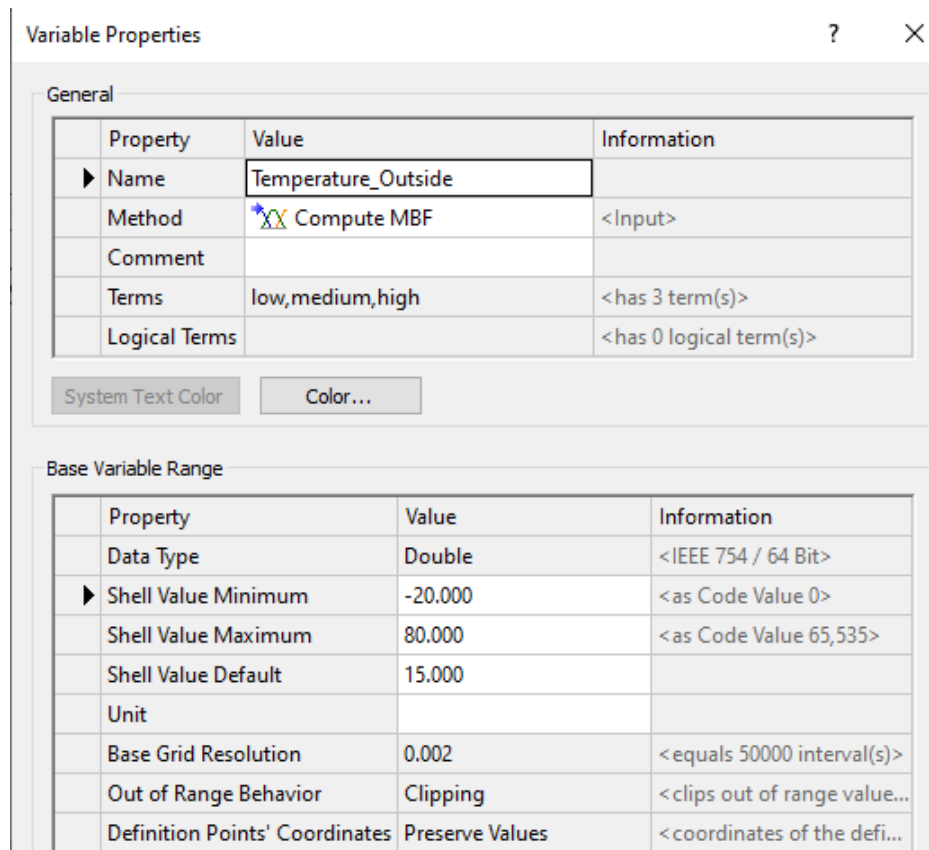


Рисунок 2.19 – Налаштування параметрів змінної температури повітря з зовні приміщення. Змінна "Temperature_Outside":

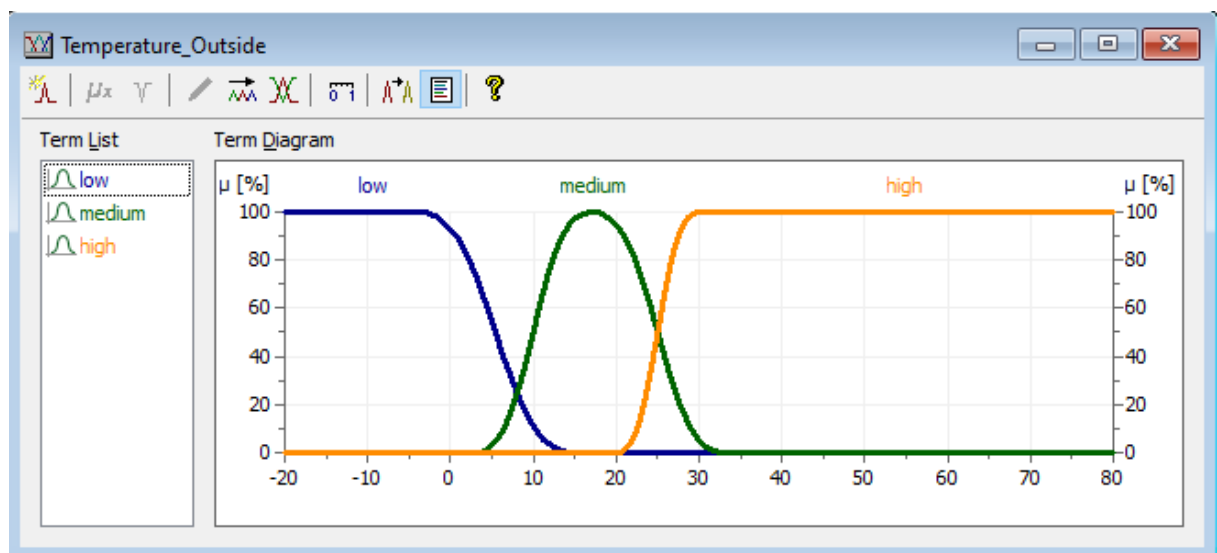


Рисунок 2.20 – Функції належності змінної температури повітря з зовні приміщення. Змінна "Heater_Power":

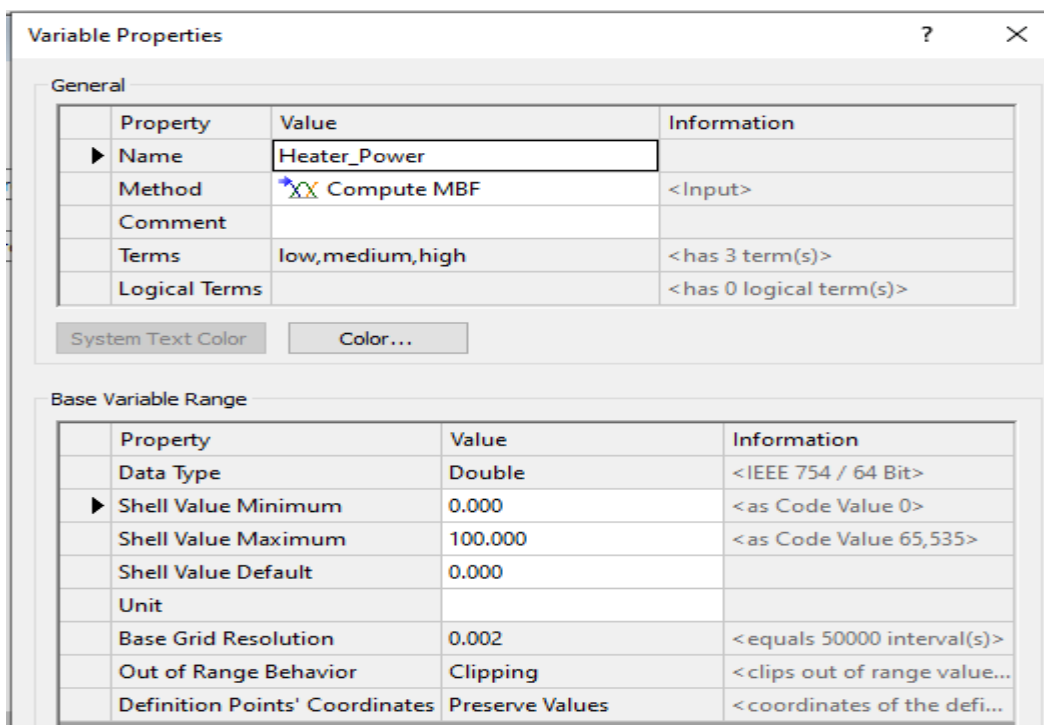


Рисунок 2.21 – Налаштування параметрів змінної потужності обігрівача
Змінна "Temperature_Outside»

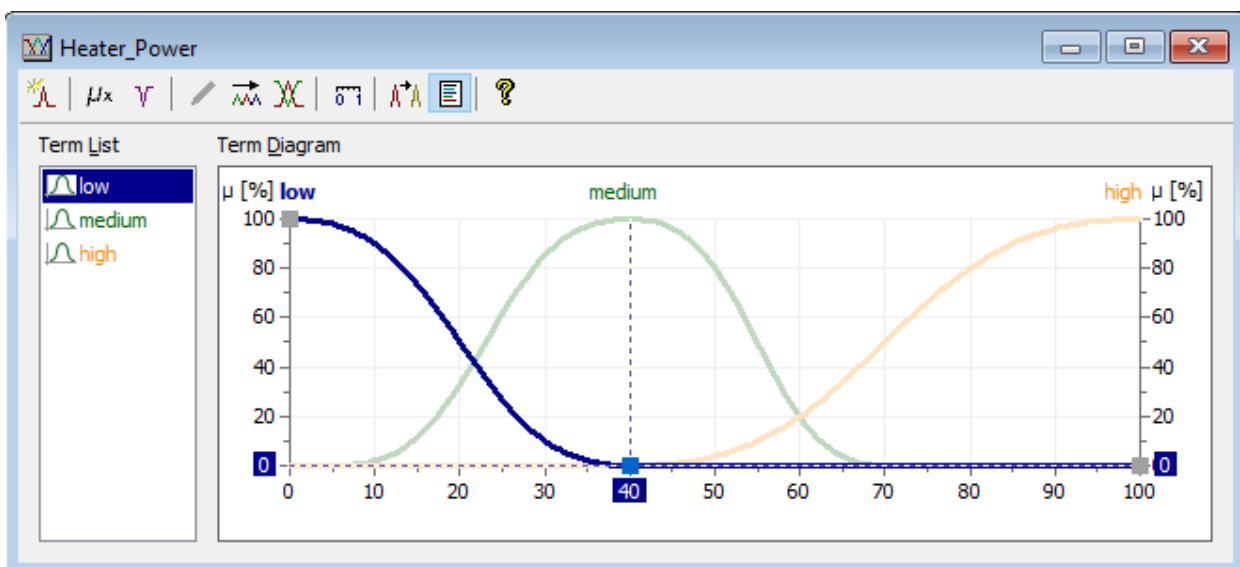


Рисунок 2.22 – Функції належності змінної потужності обігрівача

2) Наступним кроком, коли всі змінні визначені та налаштовані, створимо базу правил, на основі якої буде працювати наша нечітка система:
Опишемо всі експертно-створені правила у вигляді наступних виразів:

Правило 1. ЯКЩО "температура повітря в приміщенні низька" І "температура повітря зовні низька", ТО "телова потужність будинку висока".

Правило 2. ЯКЩО "температура повітря в приміщенні низька" І "температура повітря зовні середня", ТО "телова потужність будинку середня".

Правило 3. ЯКЩО "температура повітря в приміщенні низька" І "температура повітря зовні висока", ТО "телова потужність будинку низька".

Правило 4. ЯКЩО «температура повітря в приміщенні середня» та «температура повітря зовні низька», то «телова потужність будинку середня».

Правило 5. ЯКЩО «температура повітря в приміщенні середня» та «температура повітря зовні середня», ТО «телова потужність будинку низька».

Правило 6. ЯКЩО «температура повітря в приміщенні середня» І «температура повітря зовні висока», ТО «телова потужність будинку низька».

Правило 7. ЯКЩО «температура повітря в приміщенні висока» та «температура повітря зовні низька», то «телова потужність будинку низька».

Правило 8. ЯКЩО «температура повітря в приміщенні висока» та «температура повітря зовні середня», то «телова потужність будинку низька».

Правило 9. ЯКЩО «температура повітря у приміщенні висока» І «температура повітря зовні висока», ТО «телова потужність будинку низька».

Правила блоку "RB1" у програмі яка реалізує алгоритм І. Мамдані (рис.2.23)

Name	If	And	Operators	Then	With	Comment	Audit	GUID
B1 RB1	1	2	Min / Max	1			2023-11-07 10: 99C3E	
B1.G1 Low_Inside	XX Temperature_Inside	XX Temperature_Outside		XX Heater_Power	DoS [%]		2023-11-07 10: A424C	
B1.G1.R1 Low_Outside	Temperature_Inside.Low	Temperature_Outside.Low	=>	Heater_Power.High	100		2023-11-07 10: 91413	
B1.G1.R2 Medium_Outside	Temperature_Inside.Low	Temperature_Outside.Medium	=>	Heater_Power.Medium	100		2023-11-07 10: F3378	
B1.G1.R3 High_Outside	Temperature_Inside.Low	Temperature_Outside.High	=>	Heater_Power.Low	100		2023-11-07 10: 166F7	
B1.G2 Medium_Inside	XX Temperature_Inside	XX Temperature_Outside		XX Heater_Power	DoS [%]		2023-11-07 10: 6F375	
B1.G2.R1 Low_Outside	Temperature_Inside.Medium	Temperature_Outside.Low	=>	Heater_Power.Medium	100		2023-11-07 10: 63E60	
B1.G2.R2 Medium_Outside	Temperature_Inside.Medium	Temperature_Outside.Medium	=>	Heater_Power.Low	100		2023-11-07 10: 63C7E	
B1.G2.R3 High_Outside	Temperature_Inside.Medium	Temperature_Outside.High	=>	Heater_Power.Low	100		2023-11-07 10: 9C97A	
B1.G3 High_Inside	XX Temperature_Inside	XX Temperature_Outside		XX Heater_Power	DoS [%]		2023-11-07 10: 99A0E	
B1.G3.R1 Low_Outside	Temperature_Inside.High	Temperature_Outside.Low	=>	Heater_Power.Low	100		2023-11-07 10: AF80E	
B1.G3.R2 Medium_Outside	Temperature_Inside.High	Temperature_Outside.Medium	=>	Heater_Power.Low	100		2023-11-07 10: 5CD1E	
B1.G3.R3 High_Outside	Temperature_Inside.High	Temperature_Outside.High	=>	Heater_Power.Low	100		2023-11-07 10: 8A8C1	

Рисунок 2.23 - Безпосередньо сама база правил системи у вигляді логічних виразів

3) Третім етапом побудови продемонструємо загальний вигляд розробленої системи та структурні зв'язки її елементів:

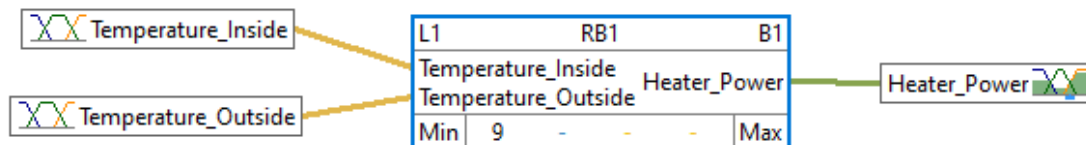


Рисунок 2.24 - Структурна схема нечіткої системи у програми FuzzyTECH. Видно три змінні і база правил які пов'язані між собою

4) Запустимо програму і проаналізуємо отримані результати системи при деяких довільних заданих значеннях.

Нехай поставимо змінній температури повітря зовнішнього середовища та змінній температури повітря всередині приміщення значення: 0 і 15 відповідно. Тоді система порекомендує оператору встановити завдання контролеру значення 39 кВт/год (рис. 2.25)

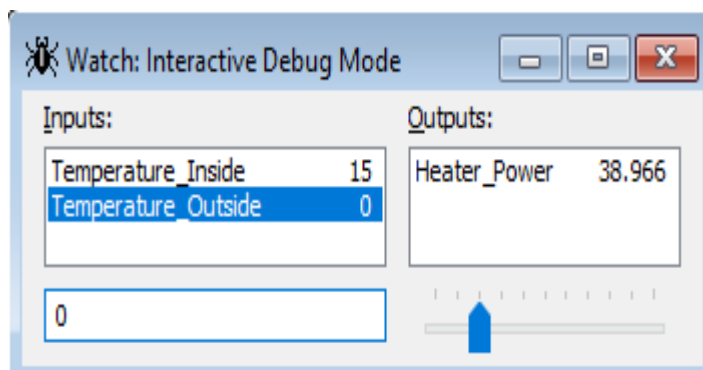


Рисунок 2.25 - Результати рекомендації системи на основі перших вхідних даних

Змінимо значення вхідних даних на значення 0 та -20 (відповідно температура повітря всередині приміщення та температура повітря зовні) та подивимося результати нечіткої системи (рис.2.26)

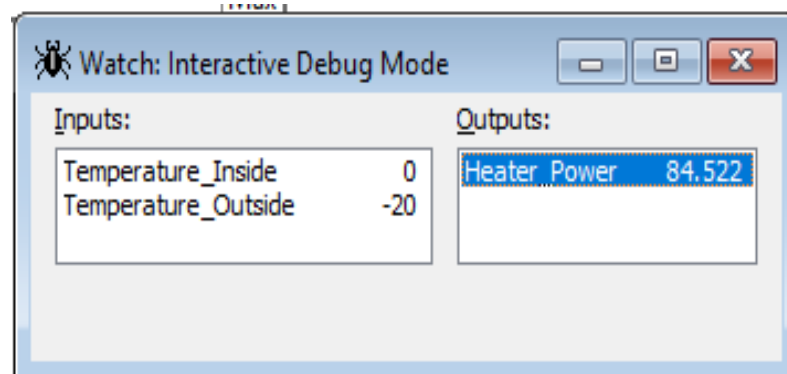


Рисунок 2.26 - Результати рекомендації системи на основі других вхідних даних

Додатково, для наочності, продемонструємо графічну інтерпретацію залежності у вигляді тривимірного графіка (рис.2.27)

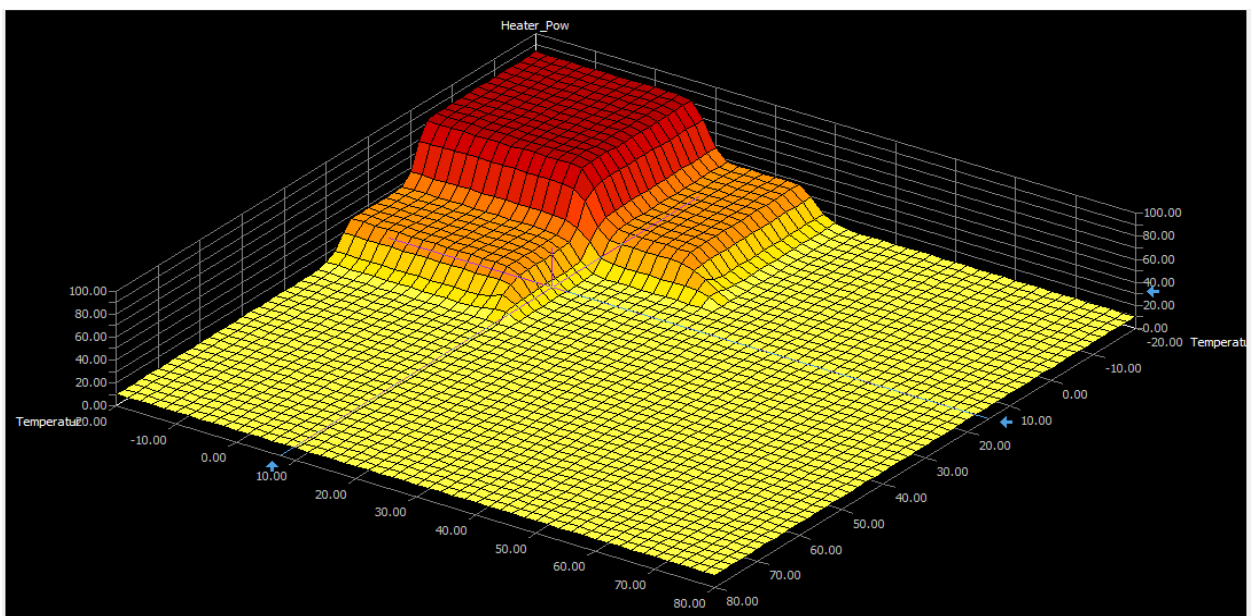


Рисунок 2.27 – Триміра поверхність порад НЕС

Як можна бачити за результатами, система працює коректно у штатному режимі та виконує поставлені завдання. Збої та помилки відсутні. Завдання виконані.

3. РОЗРОБКА ПРОГРАМ ДЛЯ КОНТРОЛЕРА В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ІТП

3.1. Розробка програми з управління відцентровим насосом системи опалення

У процес створення програми входять позиціонування та зв'язок програмних елементів у графічному редакторі. Автономна програмна емуляція дозволяє моделювати стани великої кількості спеціальних функцій та професійно документувати створені програми, а також друкувати документацію. Програма знаходиться у вільному доступі та її можна завантажити з офіційного сайту компанії Сіменс [5].

Для роботи з програмою LOGO Soft Comfort v.4 необхідно вивчити інтерфейс користувача, який представлений на рис. 3.1.

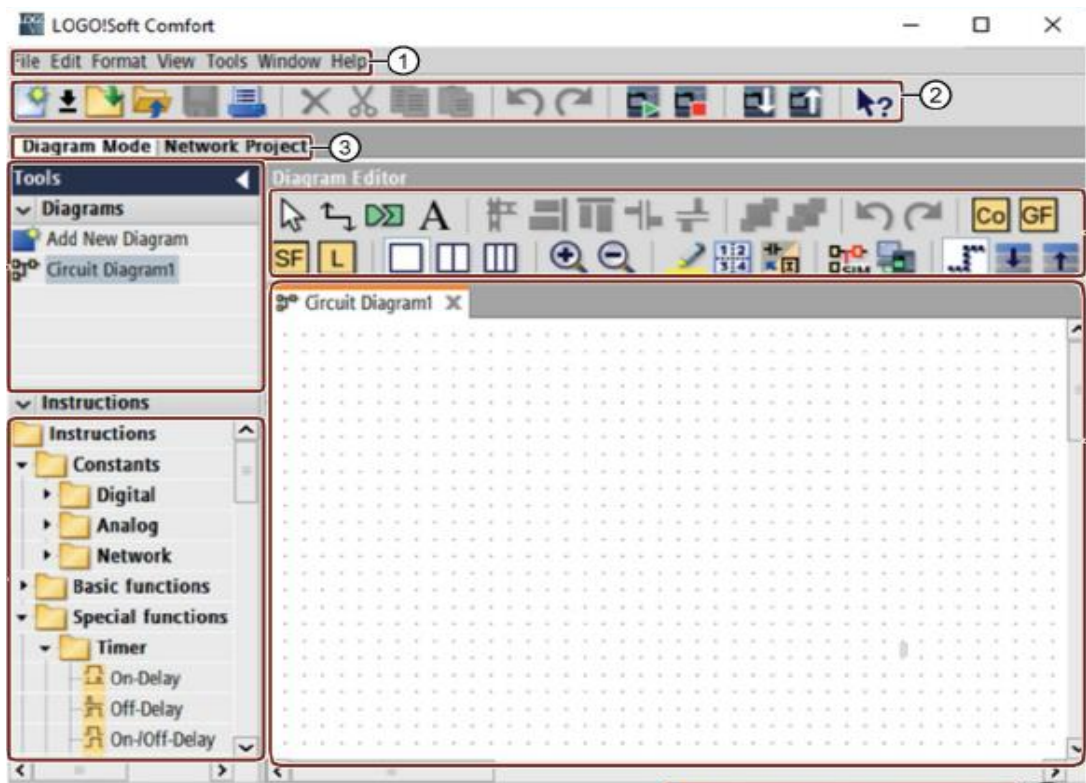


Рисунок 3.1. - Інтерфейс головного вікна програми Logo Soft Comfort

Вибір основних функціональних блоків (GF)


Першим кроком створення програми є вибір функціональних блоків. Кнопка «З'єднання/Контакти»  на панелі інструментів забезпечує доступ до констант та терміналів. Наприклад, завдання вхідних (I) та вихідних (Q) значень змінних, фіксованих величин та інших (рис. 3.2).



Рисунок 3.3. - Кнопки З'єднання/Контакти

В якості вхідних та вихідних блоків використовується перемикачі I1 та I2, а також вихідний елемент Q1 якій емітує пускач (рис. 3.3).

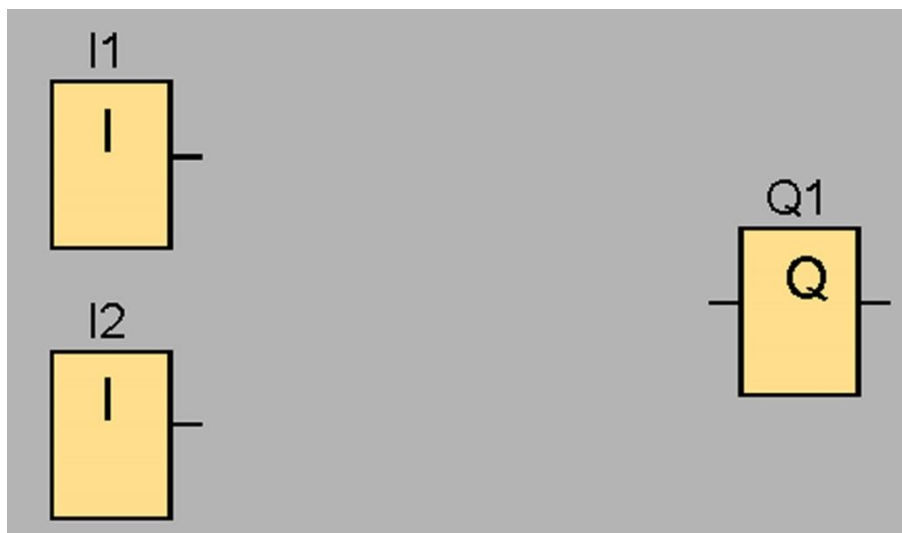




Рисунок 3.3. - Робоче вікно програми з перемикачами та пускачем

Для переміщення блоків у потрібні точки робочого поля необхідно використати кнопку «Вибрати»  що знаходиться на панелі інструментів.

Кнопка «Базові функції»  (General Functions) забезпечує вибір функцій булевої логіки, наприклад таких, як: I, АБО, НЕ, що виключає АБО, I-НЕ, АБО-НЕ та ін. (рис. 3.3).

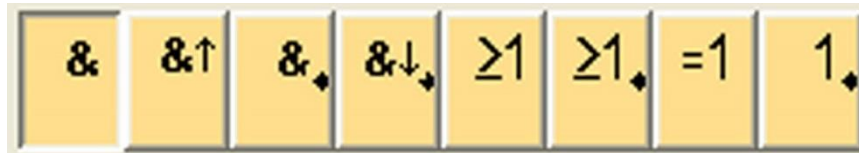


Рисунок 3.4. - Вибір функцій булевої логіки

На рис. 3.5. представлено елемент АБО (V001), на входи якого необхідно подавати сигнали з вхідних елементів I1 та I2 (рис. 3.5).

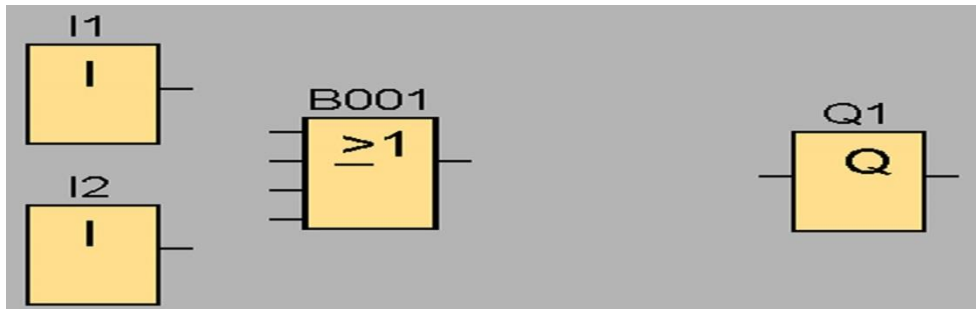



Рисунок 3.5. - Вікно програми з блоком АБО (V001)

Кнопка «Спеціальні функції»  (Special Function) забезпечує доступ до спеціальних функцій, реалізованих на програмному рівні. Перелік цих функцій наведено нижче.

Таймери: затримка вмикання, затримка вимикання, затримка вмикання/вимикання, затримка вмикання із запам'ятовуванням, формувач імпульсу, інтервальне реле часу (запуск фронтом), генератор асинхронних імпульсів і т.д. (рис. 3.6)



Рисунок 3.6. - Таймери

Лічильники: прямого та зворотного рахунку, робочого часу, пороговий вимикач можна подивитися у бібліотеці лічильників (рис. 3.7).

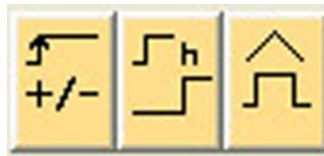


Рисунок 3.7. - Бібліотека лічильників

Аналогові елементи: компаратор, пороговий вимикач, підсилювач, контроль аналогових величин, різницевий вимикач та інші, можна подивитися у бібліотеці (рис. 3.8).



Рисунок 3.8. - Бібліотека компараторів та вимикачів

RS-тригер, імпульсне реле, текст повідомлення та інші елементи знаходяться у бібліотеці тригерів (рис. 3.9).



Рисунок 3.9. - Бібліотека тригерів

З усіх цих функцій у схемі буде потрібний лише один таймер із затримкою включення 1,5 секунди. Щоб її встановити, необхідно правою клавішею миші вибрати таймер, а в меню – «Властивості блоку» у вкладці «Параметри» встановити необхідну затримку (рис. 3.10).

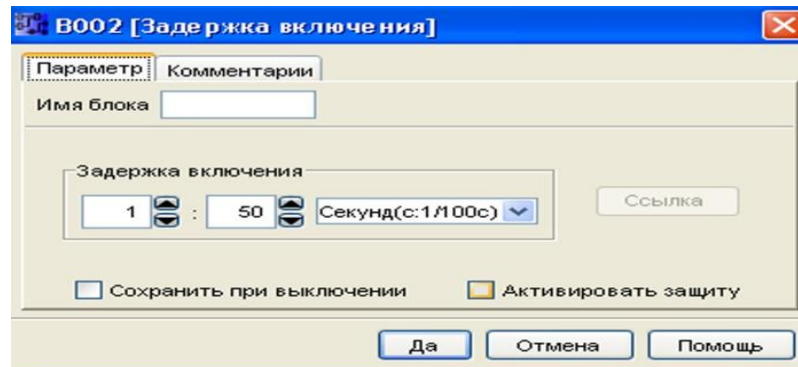


Рисунок 3.10. - Властивості блоку таймеру

Після виконання зазначених дій схема матиме такий вигляд (рис. 4.11).

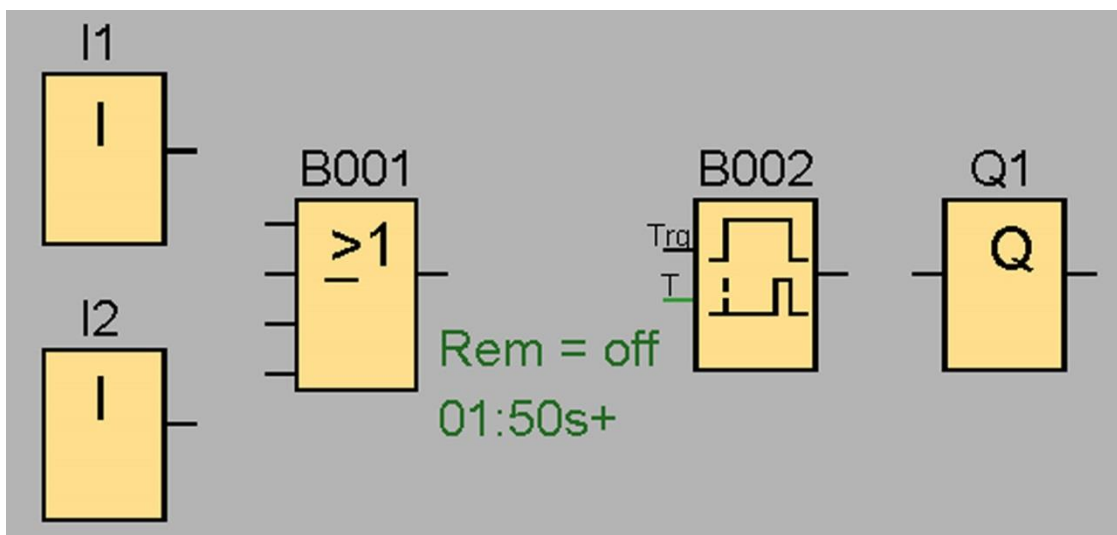



Рисунок 3.11. - Вікно основних блоків

Щоб з'єднати функціональні блоки, необхідно на панелі інструментів натиснути кнопку «Зв'язок» . Для з'єднання необхідно вибрати висновок блоку та, утримуючи ліву клавішу миші, провести лінію зв'язку до потрібного виведення іншого блоку. Малюючи зв'язки між блоками, слід дотримуватись таких правил:

- зв'язок може бути намальований тільки між входом та виходом;
- вихід може бути з'єднаний з кількома входами, але не навпаки;
- вхід та вихід програми не можуть бути з'єднані один з одним; якщо такий зв'язок потрібний, то його необхідно створювати на рівні, вищому за ієрархією;

Після виконання всіх з'єднань схем має вигляд, представлений на рис. 3.12.

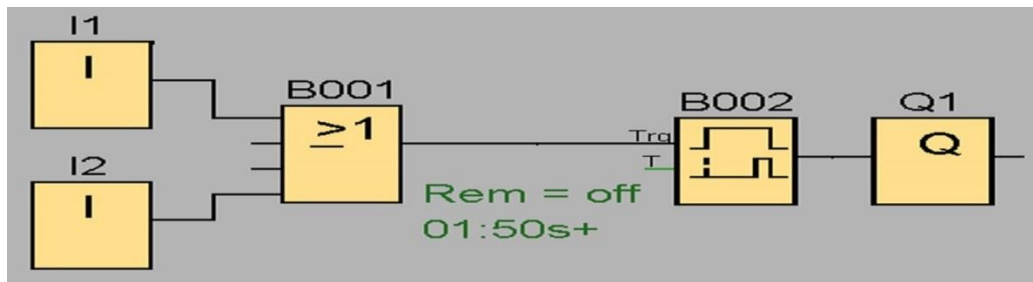


Рисунок 3.12. - Вікно з'єднання блоків у програму

Функція емуляції дозволяє перевірити працездатність керуючої програми. Таким чином можна отримати оптимізований виконавчий код і вивантажити його в програмований модуль LOGO.

Для початку запуску програми необхідно натиснути кнопку «Емуляція» (Simulation) на панелі інструментів, яка запускає режим моделювання, під час якого під основним робочим полем з'являється спеціальна панель керування із вхідними перемикачами, вихідними лампами та іншими елементами керування.

Нижче представлені етапи розробки програми для управління насосом опалення у ІТП. Насос системи опалення може працювати в двох режимах роботи: ручний режим, запуск та зупинка за допомогою кнопок Старт/Стоп; автоматичний режим – запуск за допомогою пресостата (реле тиску), при низькому тиску пресостат замикає свої контакти та запускає мотор насоса. При високому тиску пресостат розмикає контакти в ланці керування і насос зупиняється. Захист діє по наступним параметрам:

- низький тиск води;
- висока температура води;
- перенавантаження;
- високий тиск води.

При спрацюванні одного з цих захистів компресор зупиниться.

Принципова релейно-контактна схема управління електроприводом компресора наведена на рис. 3.13. Дана схема складається з двох частин:

Мікропроцесорна схема управління насосом із зазначенням засобів вимірювання і контролера показана на рис. 3.14.

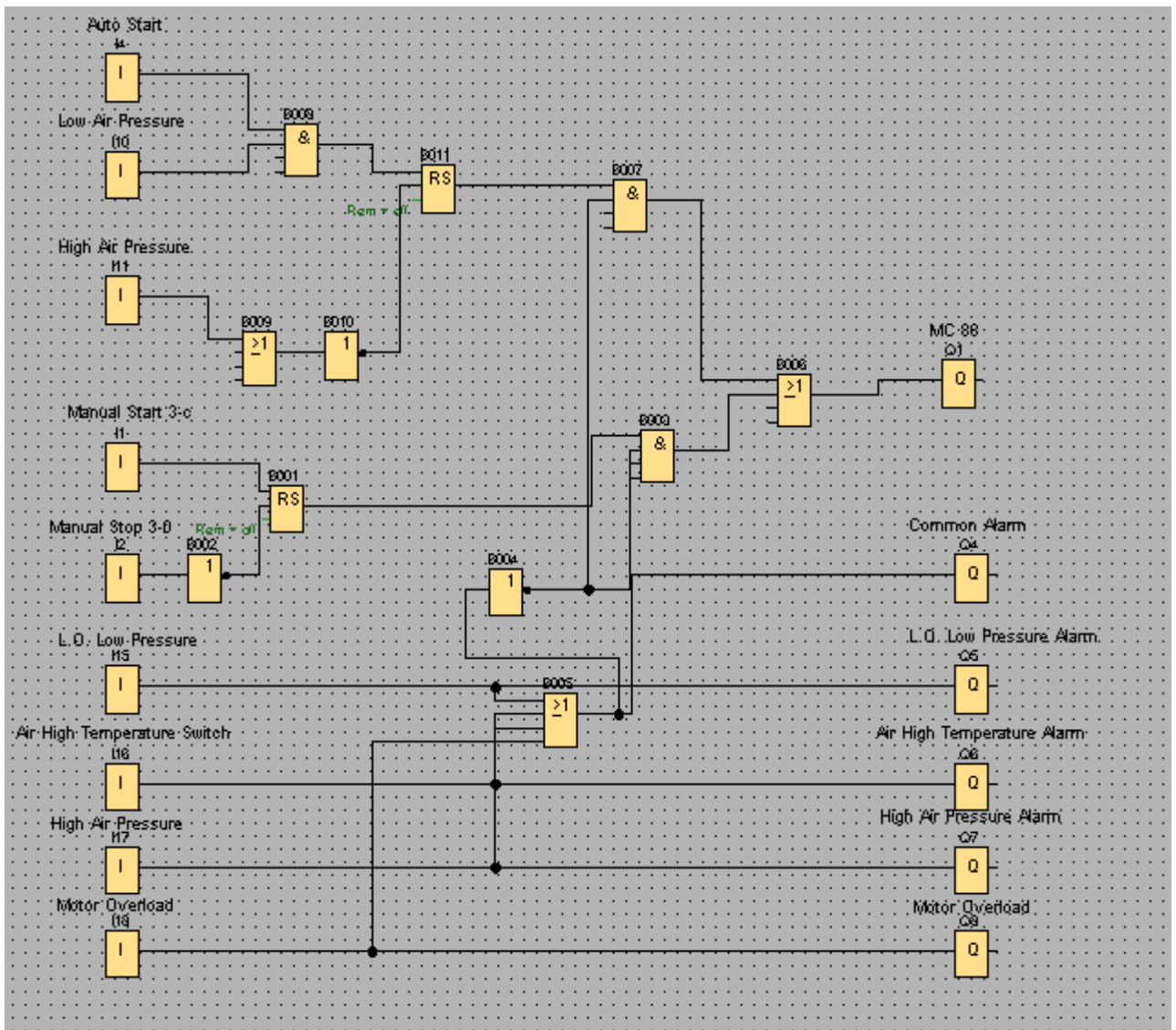


Рисунок 3.14. - Функціональна блокова діаграма (ФБД) по управлінню двигуном насоса

На схемі (рис. 3.15) виділено дві зони: червона зона – ланка автоматичного режиму роботи двигуна насоса, де є сигнал на автозапуск та два контакти пресостата (реле тиску). При низькому тиску повітря відбувається запуск двигуна (контакт MC-88), при високому тиску води відбувається зупинка двигуна насоса в автоматичному режимі роботи. Слід звернути уваги, що цей пресостат не є сигналом тривоги, а тільки дає сигнал

на зупинку насоса . Жовта зона – ланка ручного режиму роботи, де запуск та зупинка двигуна компресора відбуваються виключно за допомогою кнопок.

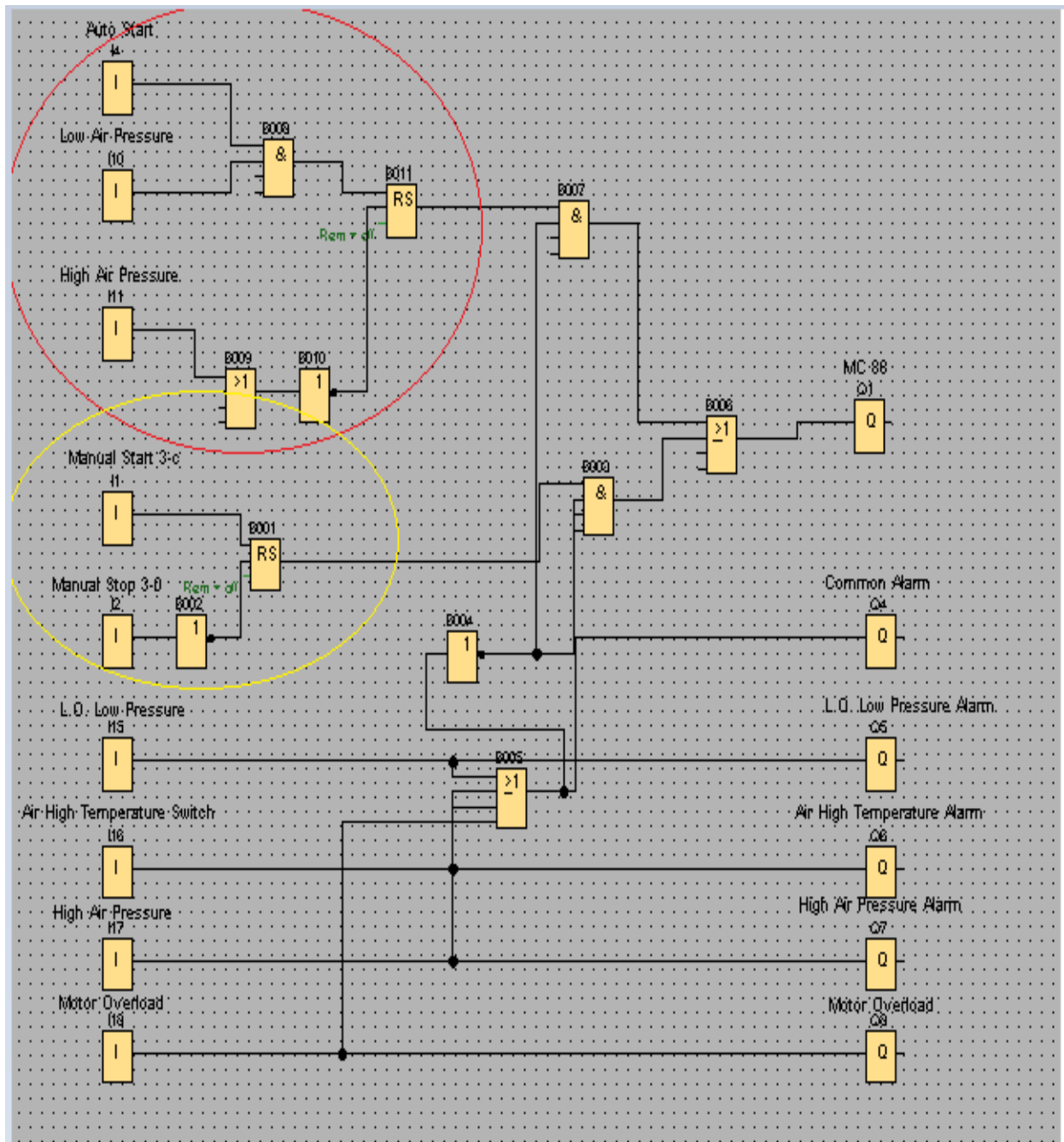


Рисунок 3.15. - Зони автоматичної та ручної можливості керування двигуном

Як видно з рисунку 3.15., у автоматичном режимі роботи насос запуситься при спрацюванні пресостата (датчикка тиску) Low Air Pressure. Контактор MC 88 подаст сигнал на двигун насоса.

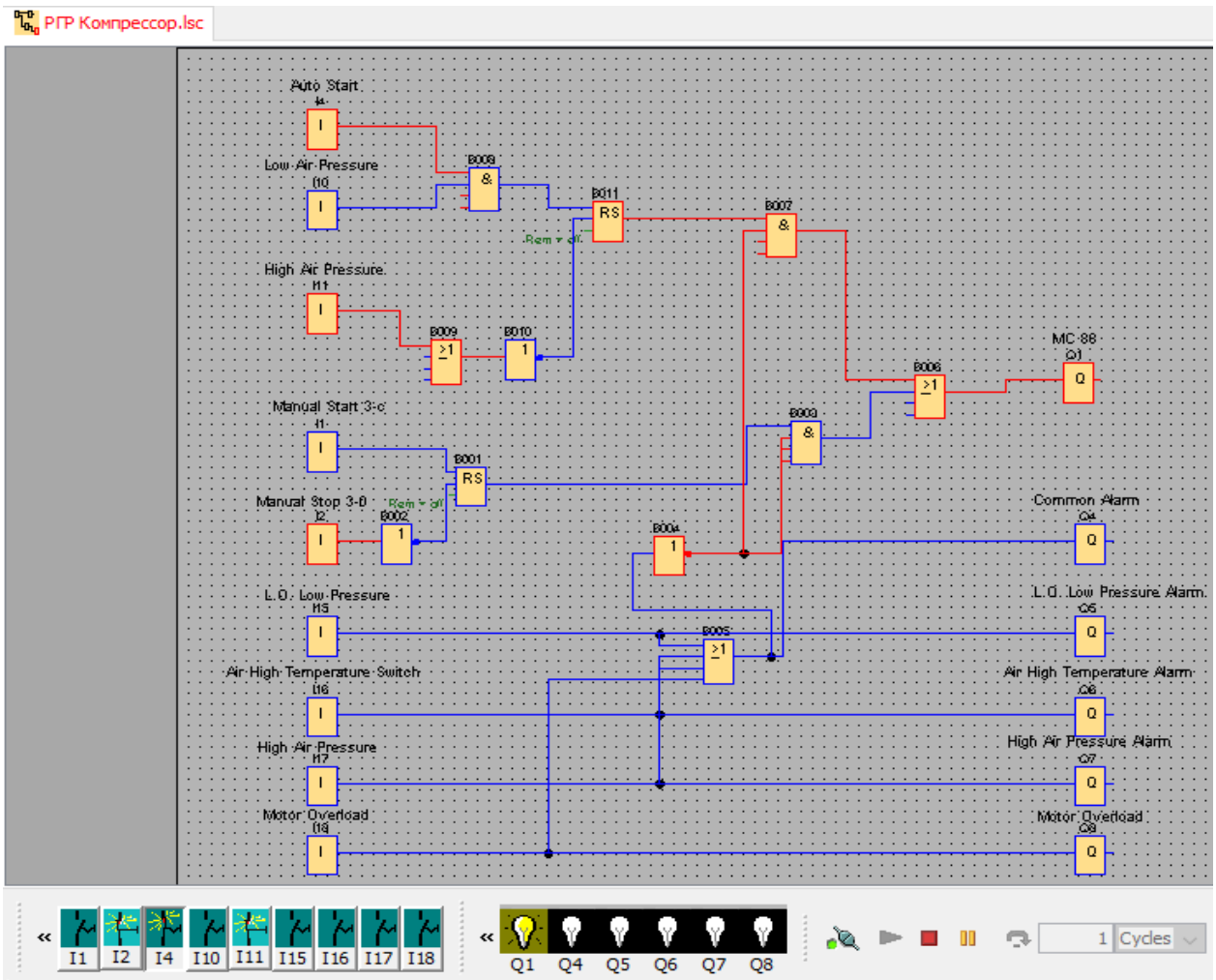


Рисунок 3.16. - Запуск двигуна насоса в автоматическом режиме

Схема программы, яка реалізує ручну зупинку насос за допомогою кнопки (Manual Stop I2) показано на рис. 3.17.

При активації любого аларму насос зупиниться миттєво та система оповістить про аларм (рис. 3.18 – 3.19). Щоб запусити насос знову необхідно виявити проблему та усунути її, лиш після цього винникає можливість повторного запуску насоса. Перевірка роботи системи захісту від перенавантаження двигуна насоса опалення будинку показано на рис. 3.20.

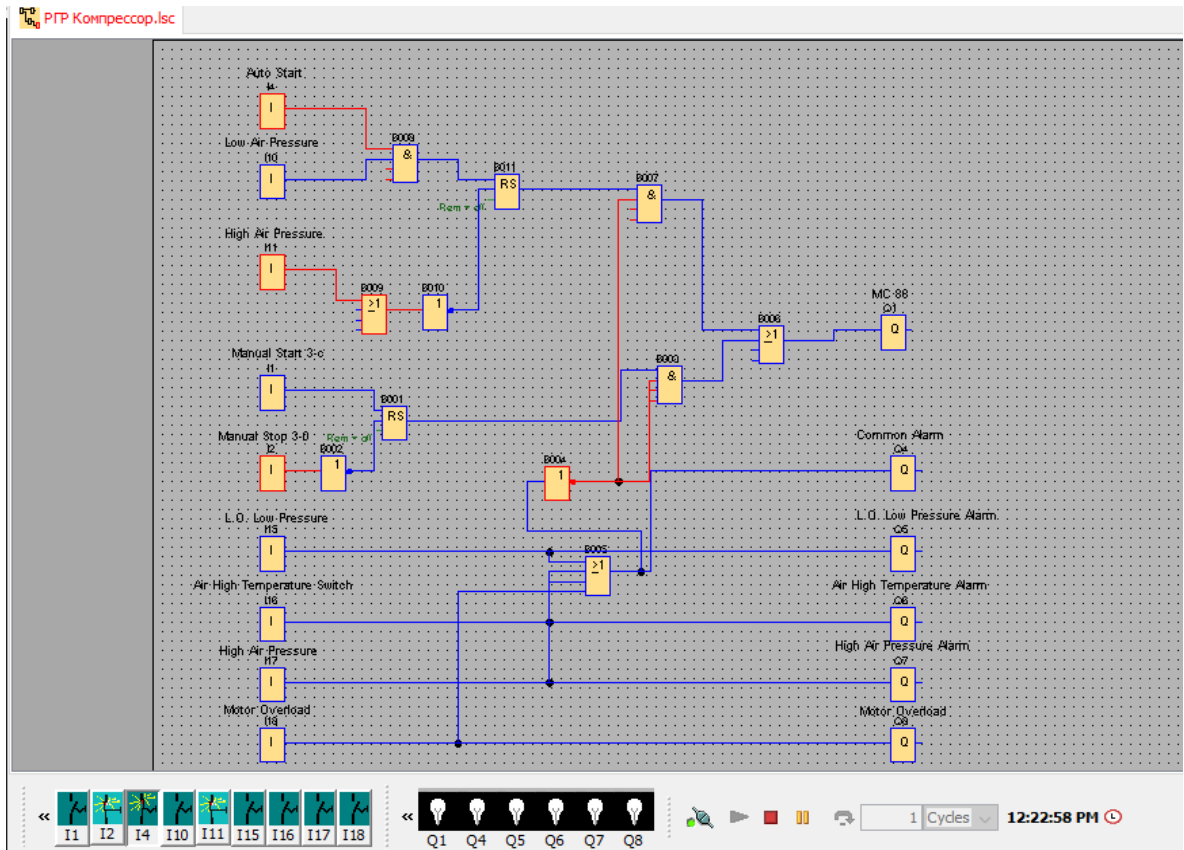


Рисунок 3.17. - Схема роботи ручної зупинки двигуна насоса за допомогою кнопки (Manual Stop)

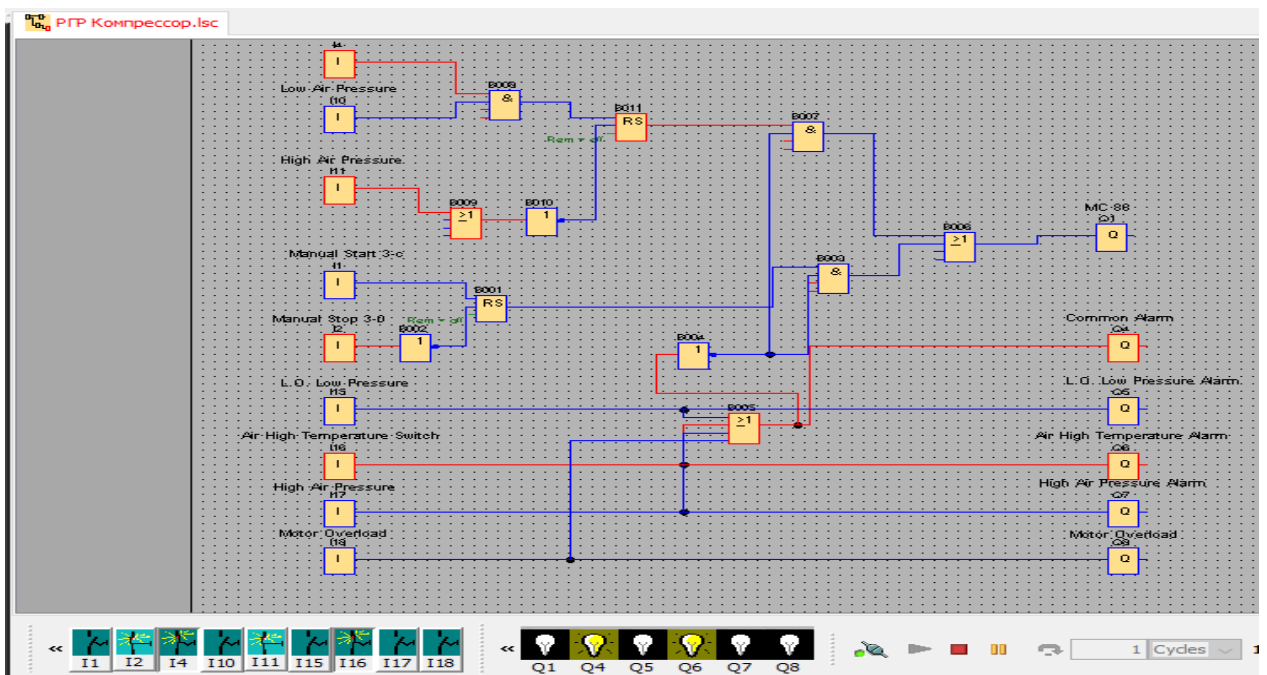


Рисунок 3.18. - Схема роботи спровоування аварій (сигнал висока температура)

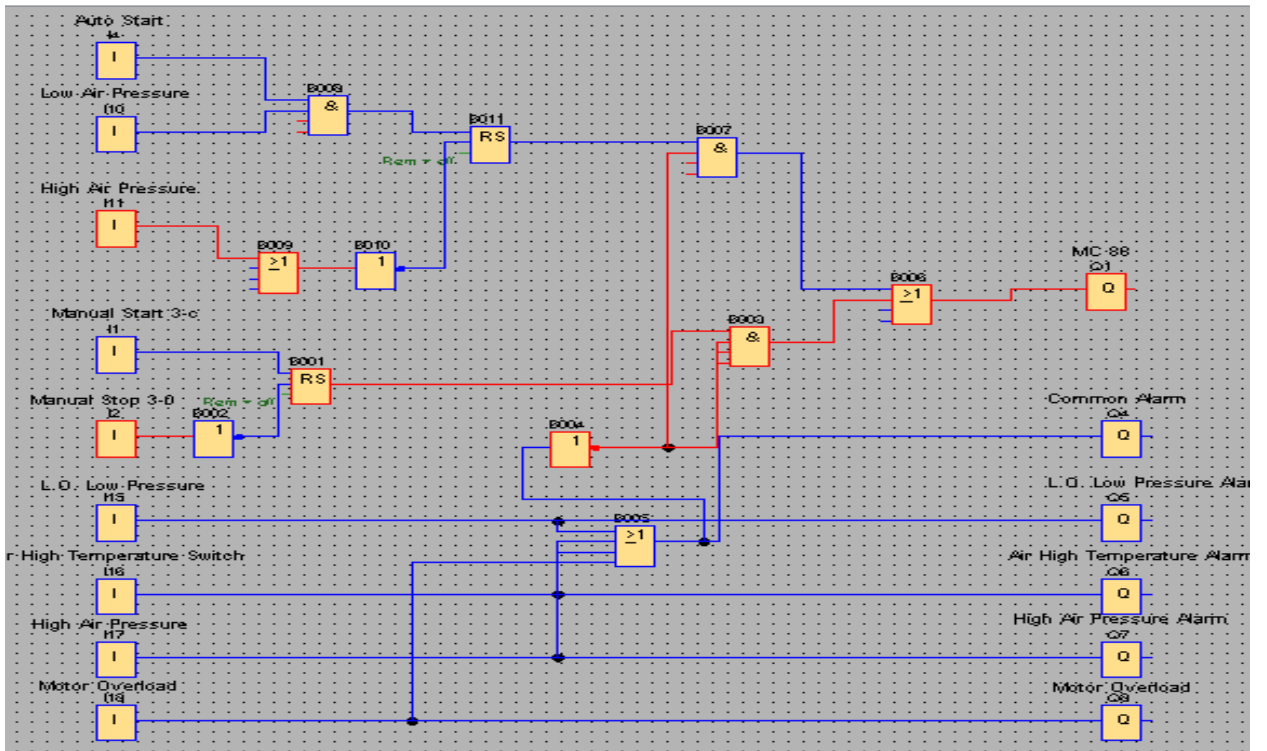


Рисунок 3.19. - Схема роботи запуску двигуна насоса в ручному режимі

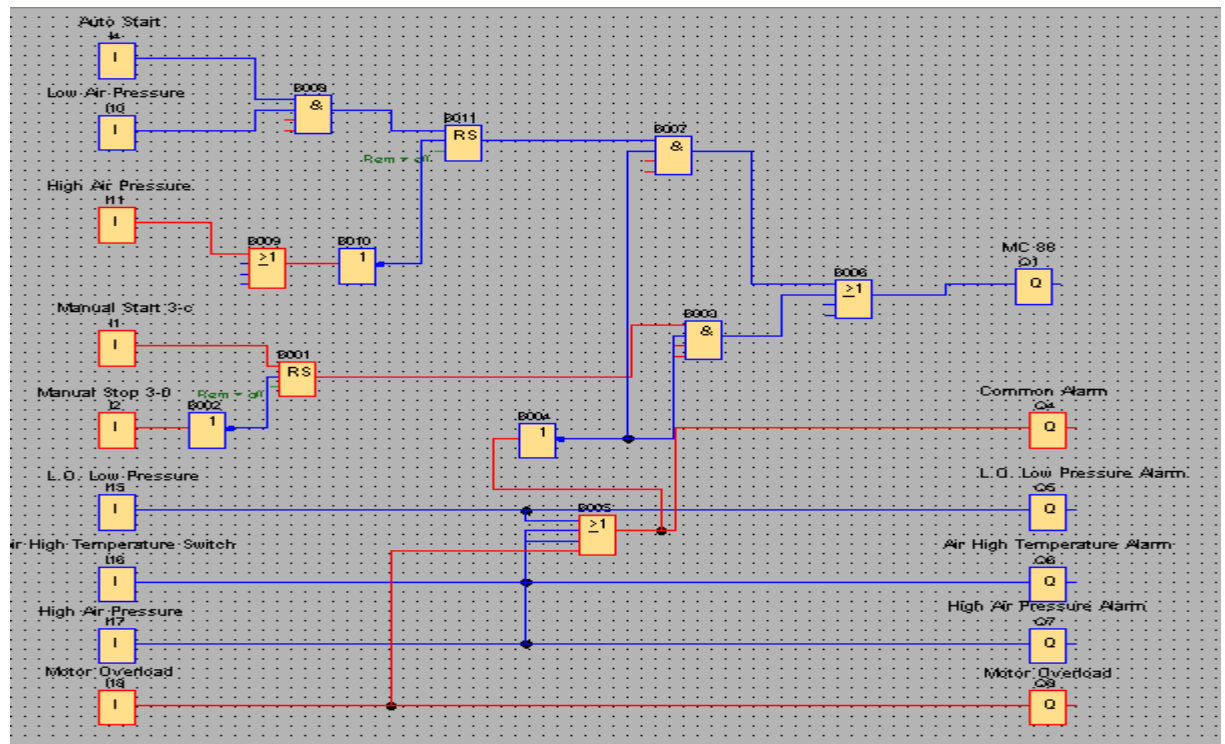


Рисунок 3.20. - Схема роботи захиста по перенавантаженню (Motor Overload) з зупинкою двигуна насоса опалення ІТІ

3.2. Розробка програмного забезпечення для керування групою насосів

Також для запуску резервного насоса та своєчасного обслуговування основного насоса системи оплення була розроблена програма для керування двома насосами по черзі (через певний проміжок часу) у середовищі LogoSoft Comfort.

1. На схемі встановити вхід I1 (рис. 3.21). Блоки входів є вхідними клеми контролера LOGO. У програмі можна використовувати до 24 цифрових входів.
2. Далі додали два генератори імпульсів (B004) та (B005) для кожного насоса та установити час роботи кожного двигуна насоса 3 хв.
3. Додали два лічильника часу (B003) та (B002) для затримки увімкнення на 3 сек.
4. Додали логічний елемент «NOT» (B001) щоб забезпечити по чергову роботу двигунів насосів.
5. Додатли два виходи, які і є пускачами двигунів насосів (Q1,Q2), Блоки виходів є вихідними клеми ПЛК LOGO. Можна використовувати до 20 виходів.

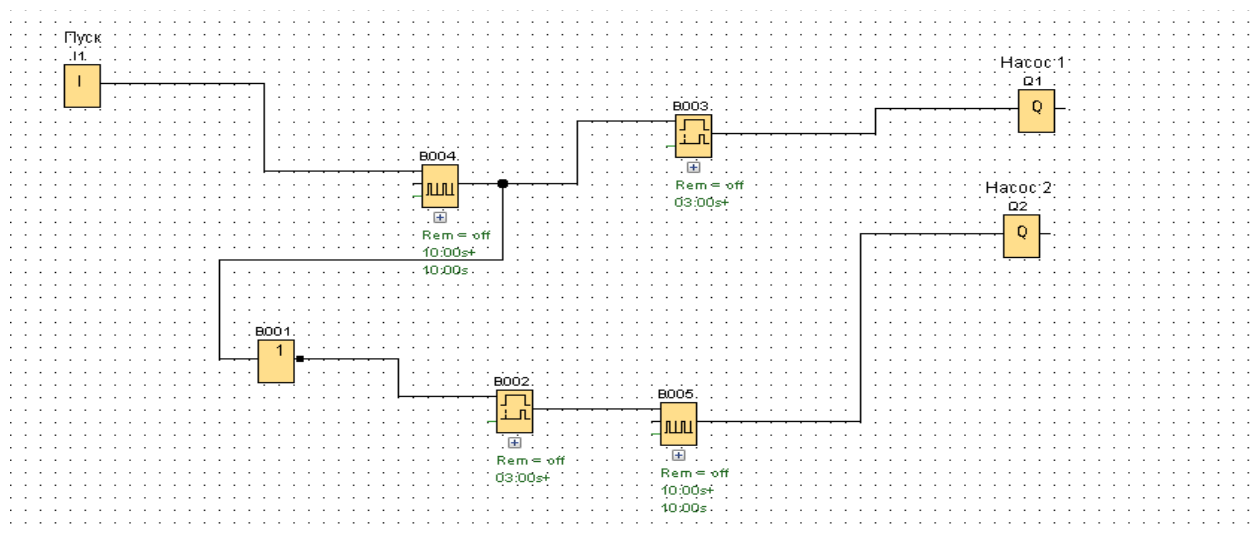


Рисунок 3.21. - Приклад програми у LogoSoft Comfort для керування двома насосами

Також, для підвищення рівня безпеки мешканців було розроблено програму для контролера керуючого пожежним насосом (рис.) Пуск електродвигуна насоса пожежної системи відбудеться, якщо на ньому немає аварійних сигналів і натиснута пускова кнопка, або режим роботи «Автоматичний» і сигнал від датчика дима в системі пожежогасіння (рис.3.22). Отримуючи сигнал від датчика диму, контролер включить у роботу двигун пожежного насоса і вода почне подаватися на гідранти багатоповерхового будинку.

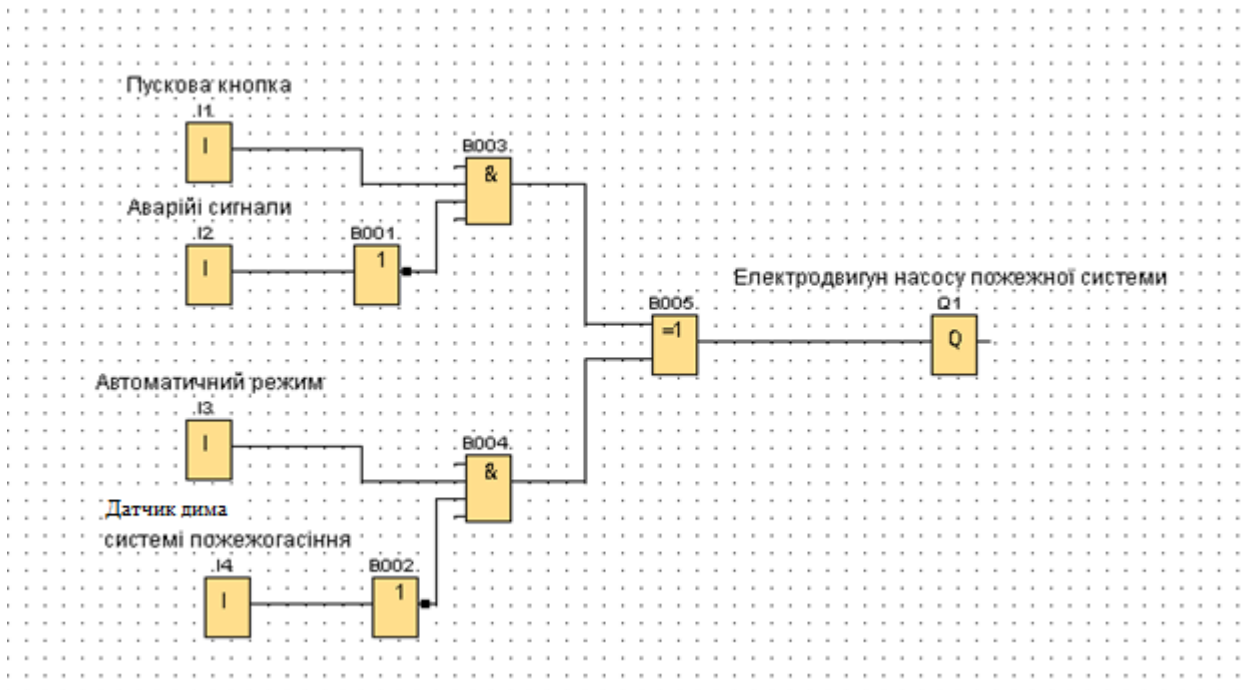


Рисунок 3.22. - Програма управління двигуном пожежного насосу

ВИСНОВКИ

У ході дипломного проектування була поставлена й досягнута наступна мета: була створена інтелектуальна система прийняття рішень для оператора теплового пункту багатоповерхового будинку, що повністю враховує досвід і знання експертів. Реалізація даної мети мала змістовне й методичне рішення наступних завдань:

- проведено огляд сучасних систем автоматизованого управління та систем прийняття рішень у ТП;

- розроблена експертна система для підтримки прийняття рішень для оцінки стану трубопроводів ТП.

- розроблена програма для контролера керування насосом системи опалення та пожежного насосу ;

- розроблена експертна система для підтримки рішень по вибіру теплової потужності будінку.

Таким чином, інженерні рішення, що отримані в ході дипломного проектування, можуть бути впроваджені у цивільні, виробничі й інші установи з метою підвищення енергоефективності роботи обладнання та надійності підтримки заданих технологічних параметрів у будинках.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. [https://energosys.com.ua/services/dlya-osmd/ustanovka-
itp/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw3ZayBhDRARIsAPWzx8o6ddmvWY
ZfbXsu1rAESGU287rTCc5hmE_RU4R12dLbys55Dm_EvsYaAi53EALw_
wcB](https://energosys.com.ua/services/dlya-osmd/ustanovka-
itp/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw3ZayBhDRARIsAPWzx8o6ddmvWY
ZfbXsu1rAESGU287rTCc5hmE_RU4R12dLbys55Dm_EvsYaAi53EALw_
wcB)
2. <https://grand-arma.com/projects/>
3. Ginzberg M.I., Stohr E.A. Decision Support Systems: Issues and Perspectives // Processes and Tools for Decision Support / ed. by H.G. Sol.. — Amsterdam: North-Holland Pub.Co, 1983.
4. Mamdani, E. H. Application of fuzzy algorithms for control of simple dynamic plant / Proc. Inst. Elect. Eng. Contr. Sci. 1974. vol. 121. pp. 1585 – 1588.
5. Пайзулаев І., Гунченко Ю. Нечітка система управління параметрами теплового пункту багатоповерхового будинку/ Інформатика, інформаційні системи та технології: тези доповідей двадцять першої всеукраїнської конференції студентів і молодих науковців. Одеса, 26 квітня 2024 р. – Одеса, 2024.
6. fuzzyTECH [Електронний ресурс]. 2023. Режим доступу до ресурсу: <https://www.fuzzytech.com>.
7. <https://ch.mathworks.com/products/matlab-online.html>
8. <https://softline.org.ua/rishennia/sppr.html>

ДОДАТОК

Етапи створення веб-сайту ОСББ багатопверхового будинку

Крок 1: Створення облікового запису на Wix (конструктор веб- сайтів)

1. Переходжу на сайт wix.com та натисніть на кнопку "Get Started".
2. Реєструюся за допомогою через свій акаунт у Google.

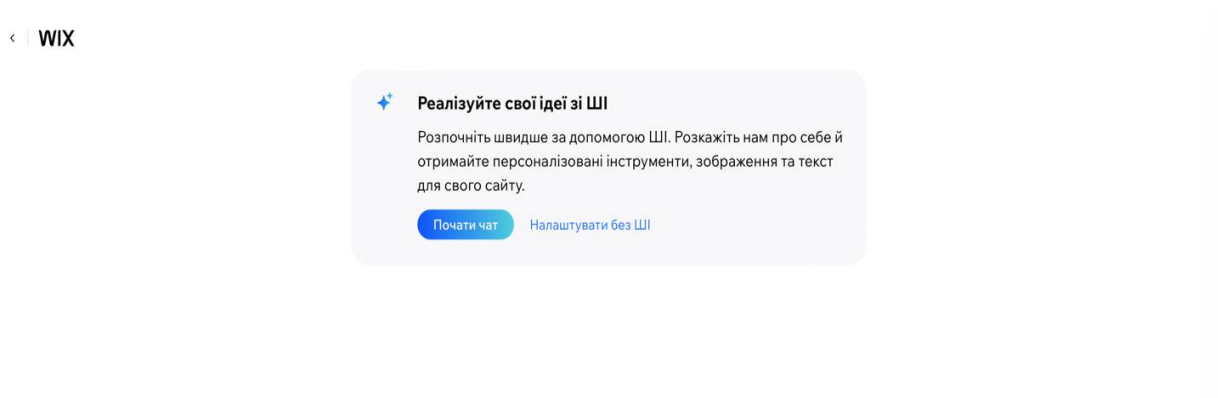


Рис. 1 Скріншот робочої області.

З рисунку № 1 діалогове вікно з пропозицією використання технологій штучного інтелекту (ШІ) для створення сайту. Натискаю на опцію «почати чат» та переходжу до «вітального» вікна.

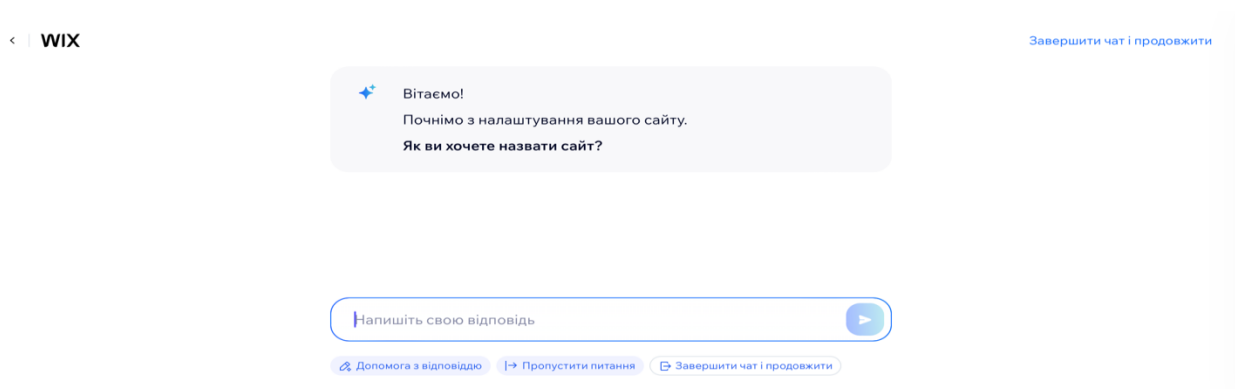


Рис. 2 Скріншот «вітального віконця».

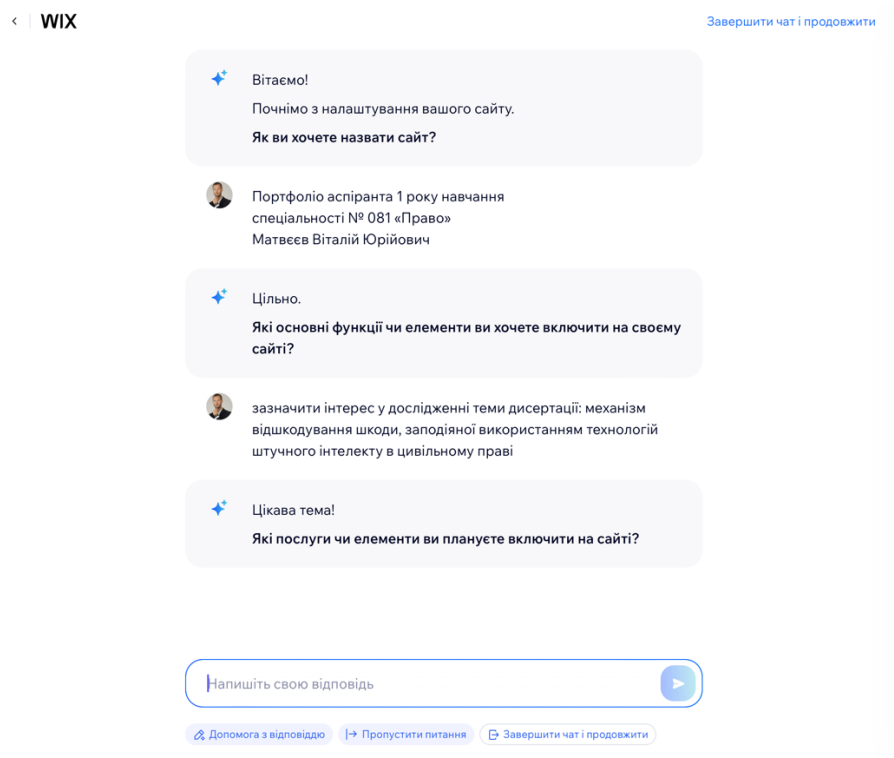


Рис. 3 Скріншот введення даних до ШІ

Після завершення, відповідно до введених даних ШІ створює веб-сторінку.

Вікно містить наступні вкладки:

- початок;
- головна;
- отримання платежів;
- усі платежі;
- портфолію;
- додатки;
- сайт і мобільний додаток;
- вхідні;
- клієнти;
- маркетинг;
- аналітика;
- анатомічні дії;
- налаштування.

Крок 2: Налаштування Wix AI Assistant

Діалогове вікно запропонує інструменти для налаштування сайту.

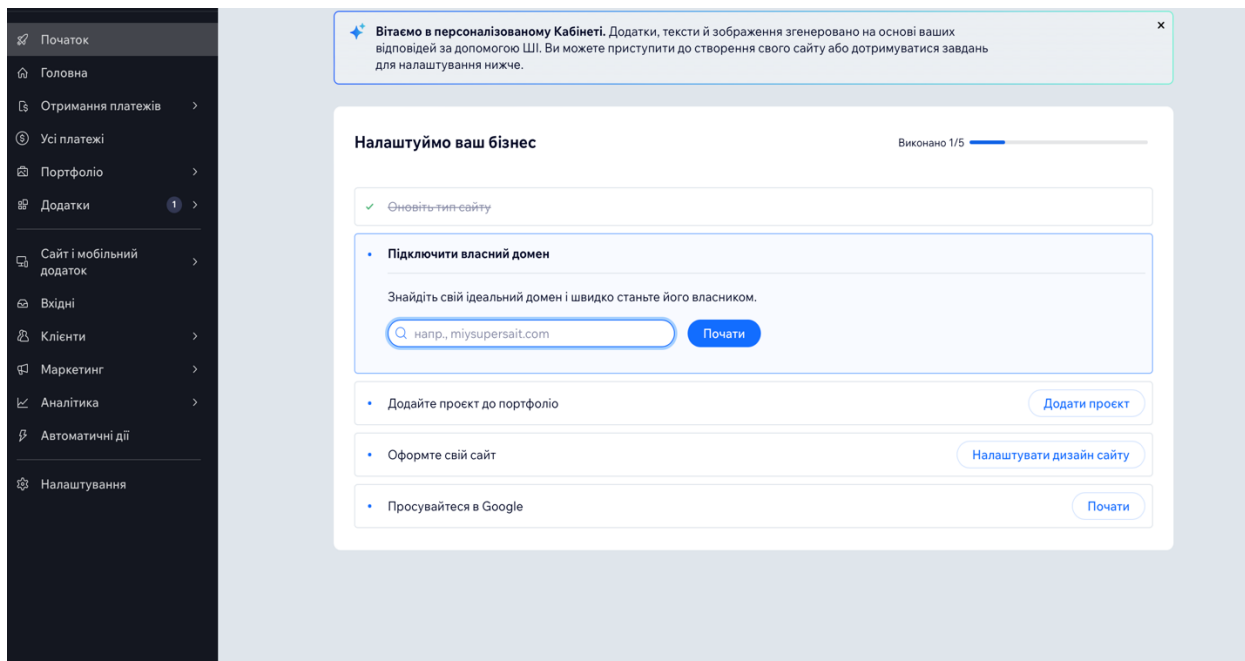


Рис. 4 Скріншот вікна налаштування.

Крок 3: Налаштування вмісту сайту

На панелі «портфоліо» є можливість обрати проєкт, який найбільше відповідає профілю.

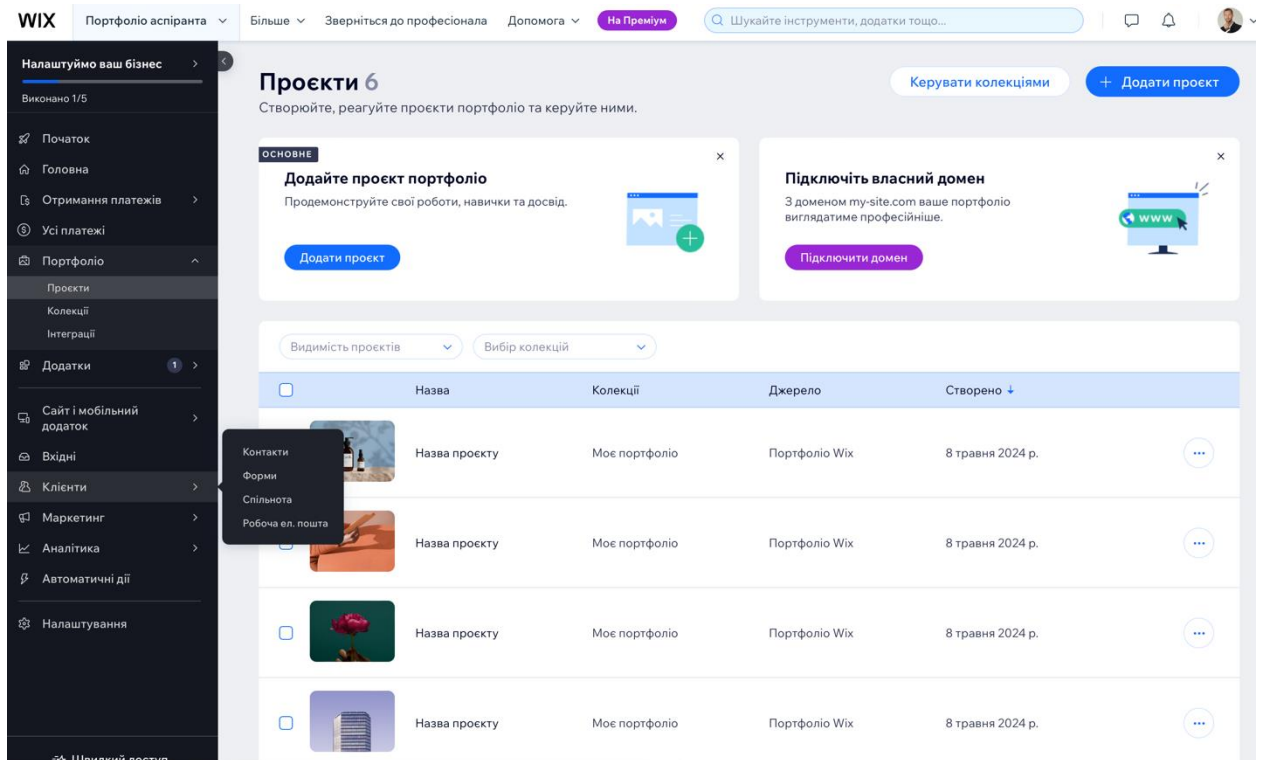


Рис. 5 Шаблоні сайтів

Вибираючи проект, є можливість оптимізації «домашньої сторінки», де є можливість вказати: короткий опис спеціалізації та області інтересів, додавання професійної фотографії.

Розділ "Про мене", який створюється у вибраному проекті, де можливо вказати: опис освіти, досвіду роботи та основних досягнень, додавання цінностей та підходів у роботі.

Розділ «Портфоліо», в якому є можливість додати прикладів успішних кейсів або проектів та опис конкретних справ у сфері відшкодування шкоди, завданого технологіями штучного інтелекту.

Розділ «Послуги» із зазначенням переліку юридичних послуг, виділення послуг з консультування та представництва у справах.

Розділ «Контактна сторінка» в якій зазначити контактні дані та форма зворотного зв'язку, додавання розташування офісу на карті.

Крок 4: Оптимізація та публікація

1. Оптимізація для пошукових систем (SEO):

- Додавання ключових слів та мета-опису.
 - Перевірка оптимізації заголовків та підзаголовків.
2. Попередній перегляд та тестування:
- Перегляд сайту на мобільних та десктопних пристроях.
3. Публікація сайту:
- Натискання кнопки "Publish" для публікації сайту.

Крок 5: Додаткові налаштування

1. Блог: Додавання блогу з юридичними статтями.
2. Інтеграція соціальних мереж: Підключення профілів соцмереж.

Інструменти та вкладки Wix AI Assistant

- Початок: Інформаційна панель із загальним оглядом.
- Головна: Домашня сторінка сайту.
- Отримання платежів: Опції щодо способів прийому платежів.
- Усі платежі: Управління всіма транзакціями.
- Портфоліо: Створення та редагування портфоліо.
- Додатки: Підключення додаткових функцій та розширень.
- Сайт і мобільний додаток: Параметри мобільного додатку.
- Вхідні: Управління повідомленнями від відвідувачів сайту.
- Клієнти: Список клієнтів та контактів.
- Маркетинг: Інструменти для просування сайту.
- Аналітика: Аналіз ефективності веб-сайту.
- Автоматичні дії: Автоматизація маркетингу та бізнес-процесів.
- Налаштування: Основні налаштування веб-сайту