

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
АЕРОКОСМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ
ТА ТЕХНОЛОГІЙ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач випускової кафедри

В.П. Квасніков

“ ___ ” _____ 2022 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ЗДОБУВАЧА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «МАГІСТР»

Тема: «Автоматизовані системи в управлінні енергопостачанням»

Виконавець _____ студ. ЕЕ208М Ходимчук Ігор Сергійович
(підпис) (студент, група, прізвище, ім'я по батькові)

Керівник _____ Д.т.н, професор Сергій Федорович Філоненко
(підпис) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я по батькові)

Нормоконтролер _____ Катаєва М.О.
(підпис) (П.І.Б)

Київ 2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Аерокосмічний факультет

Кафедра: комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій

Спеціальність: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітньо-професійна програма «Електричні системи електроспоживання»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В.П. Квасніков

« ____ » _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Ходимчука Ігоря Сергійовича

1. Тема дипломної роботи «Автоматизовані системи в управлінні енергопостачанням»

затверджена наказом ректора

від « 21 » серпня 2022 р. № 1608/ст

2. Термін виконання проекту : з 5 вересня 2022 р. по 30 листопада 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи: створення програмного забезпечення управління автоматизованою системою управління енергосистемою

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці): реферат, вступ, розділ 1 Автоматизовані системи в управлінні енергосистемою, розділ 2 Архітектура автоматизованої системи управління енергосистемою, розділ 3 Інтегроване середовище управління автоматизованої системи управління енергосистемою, розділ 4 Прогнозування виробництва і споживання електроенергії в автоматизованій системі управління енергосистемою, розділ 5

Охорона праці, розділ 6 Екологія, висновки, список бібліографічних посилань використаних джерел.

5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: графіки, отримані в результаті експериментальних досліджень

6. Календарний план-графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1.	Вибір теми дипломної роботи	05.09.22	Виконано
2.	Огляд та обробка літератури за темою дипломної роботи	06.09.22- 09.09.22	Виконано
3.	Розробка архітектури і структури системи	10.09.22	Виконано
4.	Розробка структури програмного забезпечення і графічного інтерфейсу управління	11.09.22- 20.09.22	Виконано
5.	Приклад реалізації управління станціями	21.09.22- 30.09.22	Виконано
6	Дослідження споживання потужності в енергосистемі	01.10.22- 11.10.22	Виконано
7.	Написання вступу та висновків	11.10.22- 15.10.22	Виконано
8	Оформлення пояснювальної записки, графічного матеріалу та презентації	16.10.22- 30.10.22	Виконано

7. Дата видачі завдання: « 5 » вересня 2022 р.

Керівник дипломної роботи (проекту) _____ Філоненко С.Ф.
(підпис керівника) (П.І.Б)

Завдання прийняв до виконання _____ Ходимчук І.С.
(підпис випускника) (П.І.Б)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Автоматизовані системи в управлінні енергопостачанням» 136 с., 63 рис., 7 табл., 12 літературних джерел.

Об'єкт дослідження: процес автоматизації управління енергопостачанням та процес його відображення.

Предмет дослідження: методи та принципи побудови автоматизованих систем управління енергопостачанням.

Мета роботи: формування методології побудови автоматизованої системи енергопостачанням.

Методи дослідження: базуються на основних принципах теорії автоматизованих систем в управлінні енергопостачанням та її розробки в візуальному середовищі Visual Studio, обробки та аналізу даних в автоматизованій системі обробки даних Origin.

**АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ, КЕРУВАННЯ ЕНЕРГОПОСТАЧАнням,
ІНТЕГРОВАНЕ СЕРЕДОВИЩЕ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ**

Зміст

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ В УПРАВЛІННІ ЕНЕРГОСИСТЕМОЮ.....	8
1.1. Рівні і технології управління енергосистемою	8
1.2. Напрямки застосування обчислювальної техніки при автоматизації управління в енергетиці. (різновиди автомат. Систем з обчислювальн. Комплексами).....	11
1.3. Автоматизація диспетчерського управління в енергетиці.....	18
1.4. Інтелектуальні технології в енергетиці	22
1.5. Основні функції автоматизованих систем управління енергопостачанням	23
1.6. Технології візуального проектування систем управління в енергетиці....	28
Висновки по розділу 1	33
РОЗДІЛ 2 АРХІТЕКТУРА АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ В УПРАВЛІННІ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯМ.....	34
2.1. Загальна концепція побудови автоматизованих систем керування енергопостачанням	34
2.2 Структура побудови автоматизованої системи керування енергопостачання	42
2.3 Обладнання системи.....	50
Висновки по розділу 2.....	60
РОЗДІЛ 3 ІНТЕГРОВАНЕ СЕРЕДОВИЩЕ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОПРСТАЧАННЯМ	61
3.1 Організаційна структура програмного забезпечення автоматизованої системи керування енергопрстачанням.....	61
3.2 Побудова графічного інтерфейсу управління автоматизованою системою управління енергопостачання.....	64
3.3 Реалізація програмного забезпечення підключення електростанцій до мережі	77
Висновки по розділу 3.....	84

РОЗДІЛ 4 ПРОГНОЗУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА І СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В АВТОМАТИЗОВАНІЙ СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ.....	85
4.1 Загальні принципи та дані для побудови прогнозів виробництва та споживання електроенергії в автоматизованій системі управління.	85
4.2 Прогнозування виробництва електроенергії на наступний рік за результатами виробництва у попередньому році.	93
4.3 Прогнозування виробництва електроенергії на наступний рік за результатами виробництва у попередніх роках.....	102
4.4 Прогнозування споживання електроенергії на наступний рік за результатами споживання у попередніх роках.	108
Висновки по розділу 4.....	115
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	116
РОЗДІЛ 6 ЕКОЛОГІЯ.....	124
ВИСНОВКИ	132
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	133

ВСТУП

Використання автоматизованих систем в управлінні електропостачанням є дуже актуальним в наш час адже за допомогою автоматизованих систем інфраструктура промислових підприємств та різних офісних та житлових будівель стає розумною, за рахунок цього зменшується споживання енергії та витрати на обслуговування будівель, удосконалюються можливості контролю та управління, підвищуються надійність та безпека. Як цілі створення таких систем може виступати наступне:

- збільшення точності, достовірності та оперативності контролю стану енергетичного обладнання;
- зменшення строків усунення наслідків від аварій та позаштатних ситуацій;
- зниження експлуатаційних витрат;
- попередження аварійних ситуацій;
- збільшення організаційного та технічного рівня ведення робіт;
- зниження простоїв обладнання.

Також використання автоматизованих систем дозволяє реалізувати ряд основних функцій, до яких належить: -контроль, у якому стані знаходиться обладнання; -управління та організація технічним обслуговуванням; -контроль над розподілом та споживанням енергоресурсів; -передача даних у сусідні автоматизовані системи; -діагностика роботи енергетичного обладнання

Мета роботи, провести формування методології побудови автоматизованої системи в управлінні енергопостачанням .

Для досягнення цієї мети було виконано ряд завдань:

- проведено загальний аналіз технологій автоматизації управління енергопостачанням;
- проведено обробку статистичних даних для оптимізації управління енергопостачанням;
- була розроблена загальна структура управління енергопостачанням;
- розроблено інтегроване середовище (інтерфейс) управління енергопостачанням

РОЗДІЛ 1

АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ В УПРАВЛІННІ ЕНЕРГОСИСТЕМОЮ

1.1. Рівні і технології управління енергосистемою

Одним із найважливіших процесів в електроенергетичних системах є процес управління.

Ієрархія рівнів управління в електроенергетичних системах об'єднує сукупності енергетичних, вимірювальних та інформаційно-комунікаційних технологій, що дають можливість більш ефективного управління електроенергетичними системами за рахунок обміну та управління технологічною та маркетинговою інформацією.

В енергосистемах виділяють такі ієрархічні рівні управління, які розглядаються, як правило, з верхнього до нижнього рівня:

6. Інтелектуальне управління – система управління з вбудованими функціями штучного інтелекту, які здійснюють функції цілепокладання.
5. Інтелектуальне управління – система управління із вбудованими функціями штучного інтелекту без функції цілепокладання.
4. Адаптивне керування – зміна параметрів регулятора або структури регулятора залежно від зміни параметрів об'єкта керування або зовнішніх збуреннях, що діють на об'єкт керування.
3. Робастне управління – стійке управління при існуючих змінах параметрів об'єкта управління чи зовнішніх збуреннях, які діють на об'єкт управління.
2. Позиційне управління – керування заданим станом об'єкта управління.
1. Програмне керування – керування заданою траєкторією руху об'єкта.

На нижчих рівнях 1 і 2 задіяний об'єкт управління, тоді як виконання 5-го та 6-го рівнів потребує використання хмарних технологій.

Створювана система управління в електроенергетичних системах за реалізованими функціями автоматизованого та автоматичного управління повинна відповідати всім рівням 1–6.

При цьому основними вимогами до системи керування енергосистемою є:

1. Підвищення ступеня автоматизації управління разом із ефективними системами – порадиниками прийняття рішень оперативним персоналом.
2. Погодження балансу інтересів суб'єктів електроенергетики та споживачів електроенергії за умови мінімізації витрат на енергопостачання та послуги.
3. Максимальне використання можливостей технологічної бази енергетики при мінімізації різноманітних обмежень.
4. Залучення споживачів до керування енергосистемою в аварійних ситуаціях з урахуванням їх економічних інтересів.
5. Максимально можлива швидкість ухвалення рішень щодо зміни умов використання електроенергії, насамперед у ситуаціях, які раніше не прораховувалися.
6. Моніторинг стійкості системи в реальному часі, динамічне прогнозування та превентивна реакція на зміну умов довкілля.
7. Можливості реконфігурації елементів системи при аварійних ситуаціях із відновленням нормального режиму. Захист систем управління та інформаційного простору від цілеспрямованих електромагнітних впливів та кібератак.

Реалізація цих вимог здійснюється з використанням відповідних технологій управління енергосистемами, до основних з яких належать:

1. Координація систем управління з використанням системи моніторингу перехідних режимів та пристроїв, самовідновлення районних електроенергетичних систем, управління попитом на місцевих майданчиках.
2. Штучні нейронні мережі (ШНМ) та нейромережеві системи управління, асоціативний пошук для ідентифікації та управління, експертні системи – раннє виявлення та локалізація перед аварійних режимів, віртуальне моделювання та зниження порядку моделей, порадиники оператора, тренажери.
3. Технологія адаптивного векторного управління гнучкими системами змінного струму – первинне та вторинне автоматичне управління напругою та реактивною потужністю, дооптимізації режимів реактивної потужності в межах графіка навантаження, встановленого мережевою організацією.

4. Адаптивні моделюючі платформи реального часу – моделювання та оптимізація режимів реактивної потужності, моніторинг топології мереж та адаптація моделей, пілотні проекти для відпрацювання систем управління та моніторингу.
5. Технологія проектування, створення та підтримки у працездатному стані великомасштабних систем передачі інформації в електроенергетичних системах – системний аналіз, верифікація та варіація системи, моделювання та моніторинг параметрів інформаційної мережі для своєчасного визначення проблемних ділянок в інформаційній структурі електроенергетичних систем.
6. Технологія адаптивного автоматичного управління, зокрема вітрових, приливних, сонячних, і навіть у перспективі космічних сонячних електростанцій.
7. Технології створення сучасних людино-машинних інтерфейсів на основі застосування персональних мобільних інтелектуальних пристроїв введення/виведення інформації для забезпечення гнучкого управління у розподіленій структурі «ресурс-користувач».

Важливе значення при побудові оптимальних систем управління набувають моніторинг та прогнозування. До складу блоків моніторингу та прогнозування нормальних, передаварійних та післяаварійних режимів електроенергетичних систем для управління входять такі завдання:

- оцінка стану (ОС) системи;
- прогнозування параметрів майбутнього режиму – ОС дає лише поточну оцінку режиму з деяким запізненням, але завдань моніторингу та управління ШНМ потрібна якась випереджальна ОС системи («керувати – означає передбачати»);
- оцінка слабких місць у системі у майбутньому режимі;
- оцінка пропускних можливостей зв'язків у майбутньому режимі - необхідна для ефективного використання запасів при оперативному та автоматичному управлінні за рахунок відповідних керуючих впливів;
- візуалізація майбутнього режиму;
- визначення показників і критеріїв переходу з нормального в передаварійний режим і назад, а також післяаварійного режиму в нормальний.

Найважливішою ланкою в управлінні електроенергетичних систем є автоматизація, що реалізується в автоматизованих системах.

Основними характеристиками автоматизованих систем, незалежно від призначення, є системи первинного перетворення (знімання) вимірювальної інформації, розвинена комунікаційна мережа, автоматизація експлуатації та управління з широким використанням інформаційних технологій, універсальних та спеціалізованих програмних засобів, створення графічних комп'ютерних інтерфейсів управління, широке використання обчислювальної техніки .

В основі будь-яких автоматизованих систем лежать принципи обміну інформацією між користувачем та об'єктом автоматизації у реальному масштабі часу. При цьому автоматизована система має здійснювати:

- збирання вимірювальної інформації, її первинну обробку (відповідно до алгоритму процесу автоматизації – пасивний-активний);
- обмін керуючою інформацією між об'єктом та пристроєм управління мікропроцесором, персональним комп'ютером;
- зберігання інформації та обмін нею з іншими комп'ютерами чи пультами керування;
- вторинну обробку інформації з формуванням необхідних команд управління, рекомендацій чи рішень, наприклад прогнозів та інших.

Реалізація подібних функцій у автоматизованих системах управління здійснюється з широким використанням комп'ютерної техніки, інформаційних технологій та спеціалізованих графічних інтерфейсів управління автоматизованої системи.

1.2. Напрямки застосування обчислювальної техніки при автоматизації управління в енергетиці

Автоматизовані системи управління технологічними процесами із обчислювальним комплексом, що виконують інформаційні функції

Системи цього виду містять усі функціональні і апаратурні елементи, властиві системі без обчислювального комплексу , але відрізняються від неї наявністю

обчислювального комплексу (ВК), який виконує функції централізованого контролю, обчислення комплексних технічних і техніко-економічних показників, а також контролю роботи і стану устаткування.

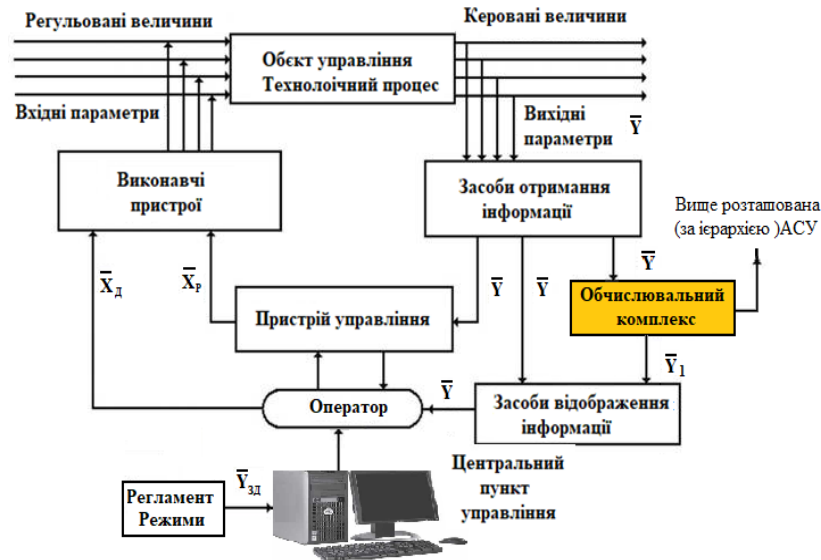


Рис.1.1. Структура автоматизованої системи управління технологічними процесами із обчислювальним комплексом, що виконують інформаційні функції

Обчислювальний комплекс одержує всю необхідну інформацію про стан об'єкта, у тому числі про регульовані і керовані величини. Характерною рисою такого виду системи є те, що завдання аналізу інформації, що поступає, прийняття рішень, а також здійснення управляючих впливів, як і в системах попереднього виду, покладають на оператора.

Дані про об'єкт, які отримують за допомогою обчислювального комплексу, крім виводу на централізовані засоби відображення інформації, можуть або передаватися у вище розташовану АСУ для подальшої безпосередньої обробки, або виводитися для цієї мети на зовнішні накопичувачі інформації. Метою збору даних може бути також вивчення технологічного процесу при різних умовах і різних впливах (показниках датчиків). У результаті накопичується інформація, що дозволяє побудувати і (або) уточнити математичну модель процесу, яким потрібно управляти. Збір даних не має безпосереднього впливу на процес управління. Однак навіть після впровадження самих складних методів

управління з використанням обчислювального комплексу збір даних для аналізу і уточнення моделі управління виявляється корисним і майже завжди передбачається як одне із завдань обчислювальної машини.

Автоматизовані системи управління технологічним процесом з обчислювальним комплексом, що виконують функції управління в режимі “порадника” .

Крім функцій, які виконуються обчислювальним комплексом у попередній системі, на обчислювальний комплекс у даному випадку покладають завдання аналізу інформації, що поступає, і пошуку оптимальних рішень з видачою рекомендацій з управління (поради) оператора. Остаточний вибір і здійснення управляючих впливів залишається за оператором. Така автоматизована система управління функціонує в такий спосіб. Через задані проміжки часу, отримані в обчислювальному комплексі дані про стан об'єкта і комплексні технічні і техніко-економічні показники, аналізуються за допомогою математичної моделі процесу, яким управляють. Шляхом обчислень по моделі визначаються впливи, необхідні для наближення процесу до оптимального.

Результати представляються операторові, який управляє процесом, змінюючи установки регуляторів або виконуючи інші дії відповідно до рекомендацій, які виробляє обчислювальний комплекс. Регулятори в такій системі є засобами не тільки стабілізації, але і програмної зміни технологічних параметрів процесу. Оператор в системі відіграє роль спостерігача і координуючої ланки і вносить необхідні зміни по радах обчислювального комплексу, який безупинно допомагає операторові оптимізувати технологічний процес. Число вхідних змінних параметрів у системі, що працює в режимі порадника оператора, звичайно перебуває в межах від 10 до 100, але обчислювальний комплекс може, якщо це економічно доцільно, обробляти і більше число змінних.

Число керованих змінних (сигналів регулювання), для яких виконуються обчислення і видаються нові значення установок, порівняно невелике, тому що операторові самому доводиться змінювати ці завдання.



Рис.1.2. Структура автоматизованої системи управління технологічним процесом з обчислювальним комплексом, що виконують функції управління в режимі “порадника” .

Одним із серйозних недоліків режиму управління є наявність обмежень, пов'язаних з участю в системі людини. Застосування обчислювального комплексу забезпечує також гарні можливості для перевірки нових моделей процесів. Обчислювальний комплекс у такій системі може стежити за виникненням аварійних ситуацій. Передбачається передача і одержання інформації від вищих автоматизованої системи керування.

Автоматизовані системи управління технологічним процесом з обчислювальним комплексом в режимі супервізорного управління

У цих системах управління обчислювальним комплексом включається в замкнений контур автоматичного управління і виробляє впливи управління, які надходять як сигнали завдань безпосередньо на вхід до систем автоматичного регулювання. Цей режим роботи обчислювального комплексу суттєво відрізняється від режиму порадирика, при яким усі зміни в управління вносить тільки оператор.

Основне завдання супервізорного управління – автоматична підтримка технологічного процесу поблизу оптимальної робочої точки шляхом оперативного впливу на нього.

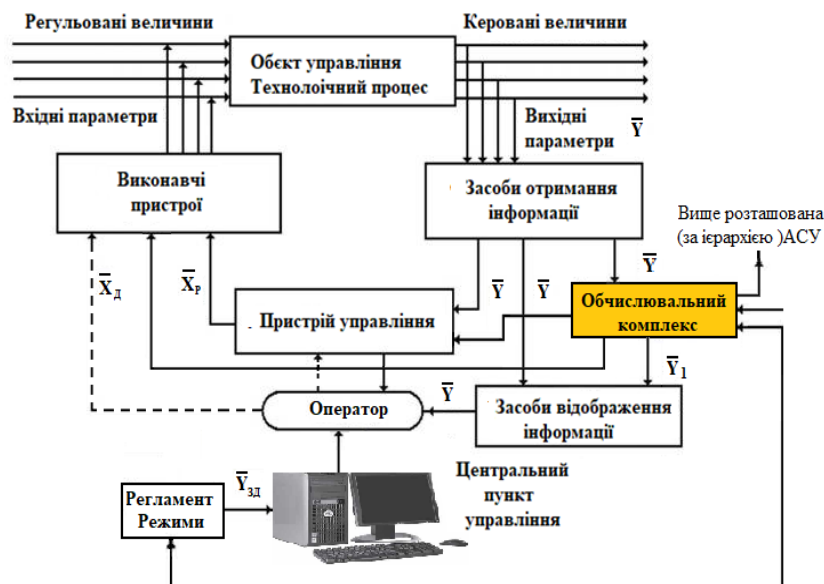


Рис.1.3. Структура автоматизованої системи управління технологічним процесом з обчислювальним комплексом в режимі супервізорного управління

Обчислення по визначенню управляючих впливів аналогічні попередньої системи. Однак, після виконання розрахунків по моделі здійснюються зовсім різні дії. Якщо в попередньому випадку знайдені нові значення установок перетворювалися у форму, зручну для сприйняття оператором, то у даному випадку вони перетворюються в сигнали, які можна використовувати для зміни завдання і настроювання регуляторів. При цьому структура системи управління не змінюється, тому що зберігаються локальні системи регулювання і системи логічного управління, які виконані на базі комплексів засобів автоматизації. Оскільки в таких системах контур управління замкнутий через обчислювальний комплекс, то функції оператора зводяться до загального спостереження за ходом процесу. Автоматизована система управління здатна працювати без втручання ззовні протягом тривалого часу. При відповідному програмуванні обчислювальний комплекс такої системи може бути використаний також для моделювання змін у процесі до їх впровадження. Важлива гідність систем супервізорного управління полягає в тому, що в них обчислювальний комплекс не тільки безупинно контролює процес, але автоматично управляє їм поблизу оптимальної точки.

Автоматизовані системи управління технологічним процесом із обчислювальним комплексом, що виконують функції безпосереднього (прямого) цифрового управління

У системі, де обчислювальний комплекс виконує роль порадики, не здійснюється пряме управління процесом від ЕОМ: завдання по управлінню вводяться оператором. В АСУ ТП, обчислювальний комплекс якої працює в режимі безпосереднього цифрового управління, сигнали, використовувані для приведення в дію виконавчих механізмів, надходять безпосередньо від обчислювального комплексу і відповідні регулятори взагалі виключаються із системи (або використовуються як резерв).

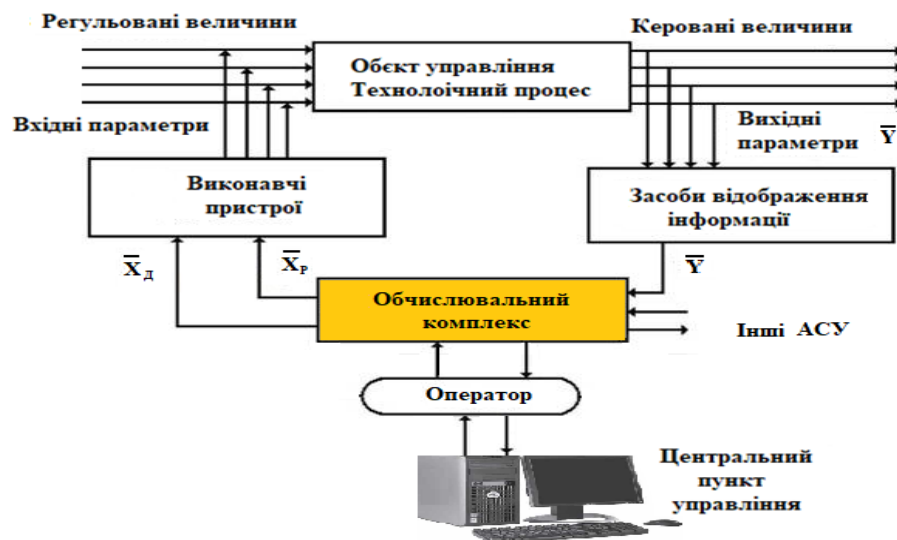


Рис.1.4. Структура автоматизованої системи управління технологічним процесом із обчислювальним комплексом, що виконують функції безпосереднього (прямого) цифрового управління

В загальному випадку регулятори теж можна розглядати як малі аналогові або цифрові обчислювальні пристрої, які при відхиленні регульованої величини від заданого значення розраховують і формують управляючий вплив на виконавчий механізм. Концепція безпосереднього цифрового управління дозволяє замінити сукупність регуляторів з установками, що задаються, на обчислювальний комплекс. Обчислювальний комплекс розраховує необхідні

значення управляючих впливів і передає відповідні сигнали безпосередньо на виконавчі механізми регулювальних органів. Це проводиться для кожного контуру управління. Число контурів може становити від одиниць до декількох сотень залежно від типу процесу і потужності використаного обчислювального комплексу. Одна з головних переваг застосування АСУ ТП із ОК у режимі безпосереднього цифрового управління полягає в тому, що в обчислювальному комплексі на програмному рівні формується повна структура системи управління технологічним процесом і застосовуються програмні засоби, які дозволяють виконувати всі функції управління. В даному випадку існують можливості зміни алгоритмів управління для контурів простим внесенням змін у програмні засоби. При цьому гнучкість системи нічим не обмежена. Недолік систем з безпосереднього цифрового управління проявляється при відмові обчислювального комплексу. Незважаючи на те, що надійність усіх засобів системи може бути винятково високою, відмови обчислювального комплексу проте можливі.

Такі відмови в системі безпосереднього цифрового управління можуть привести до повної втрати керованості об'єкта (технологічного процесу). Деякі автоматизовані системи управління є комбінацією систем безпосереднього цифрового управління і супервізорного управління. В таких системах управляючі впливи, формовані автоматизованими системами управління безперервними технологічними процесами в автоматичному режимі, повинні забезпечити підтримку заздалегідь заданих значень технологічних змінних або досягнення таких їх значень, які будуть обчислені як оптимальні. Якщо необхідні значення змінних задаються заздалегідь, то АСУ ТП виконує тільки функції регулювання.

Для управління складними технологічними процесами в автоматизованих системах управління технологічними процесами використовують декілька обчислювальних комплексів, об'єднаних в одну обчислювальну мережу. Такі АСУ ТП називають розподіленими. За рахунок розподілу функцій управління між окремими обчислювальними комплексами можна збільшити надійність

системи, здійснюючи самодіагностику технічних засобів, виявлення несправності, автоматичне резервування тощо. У розподілених АСУ ТП для управління окремими технологічними параметрами широко використовуються мікропроцесорні контролери. Перехід до концепції безпосереднього цифрового управління приводить до перерозподілу функцій між програмними і електронними засобами автоматизованої системи управління. При цьому значне навантаження покладається на програмні засоби системи і до нього пред'являються значні вимоги.

1.3. Автоматизація диспетчерського управління в енергетиці

Цілі і завдання

- Забезпечення необхідних якісних показників електроенергії та рівня обслуговування учасників ринку.
- Підвищення ефективності диспетчерське-технологічного управління
- Зниження рівня втрат електроенергії та підвищення надійності під час вирішення завдань вироблення, передачі, перетворення та розподілу електроенергії.

Функції

- збирання та первинна обробка вимірювальної інформації (фільтрація, лінеаризація, масштабування тощо)
- прийом дискретної інформації (з позначками часу) про стан комунікаційного обладнання, пристроїв релейного захисту тощо.
- діагностика достовірності інформації, що приймається (за межами, за швидкістю наростання і інші)
- телеуправління розподіленими об'єктами
- передача інформації (з мітками часу) на рівні диспетчерської ієрархії.
- візуалізація на екранах моніторів операторських станцій загальних мнемосхем з динамічною індикацією виведених на них технологічних параметрів, що вимірюються і обчислюються, в цифровому, табличному вигляді або у вигляді графіків зміни в часі (трендів)

- відстеження дотримання заданого диспетчерського графіка з фіксацією відхилень від нього
- формування світлової та звукової сигналізації при виході поточних значень технологічних параметрів за межі, що регламентуються, а також при інших позаштатних ситуаціях
- ведення протоколу подій системи
- введення в режимі реального часу вихідних даних (договірні значення, коефіцієнти тощо)
- документування та виведення на друк даних інформації звітного характеру
- архівування інформації (у вигляді трендів, звітних відомостей, протоколів подій)
- контроль стану каналів зв'язку з висновком діагностичної інформації.
- синхронізація часу всіх абонентів, що входять до системи.
- Автоматичне підстроювання ходу системного годинника за первинним джерелом часу (GPS-приймач).

Архітектура

АСДУ побудована як ієрархічна інтегрована автоматизована система з централізованим управлінням та розподіленою функцією виміру.

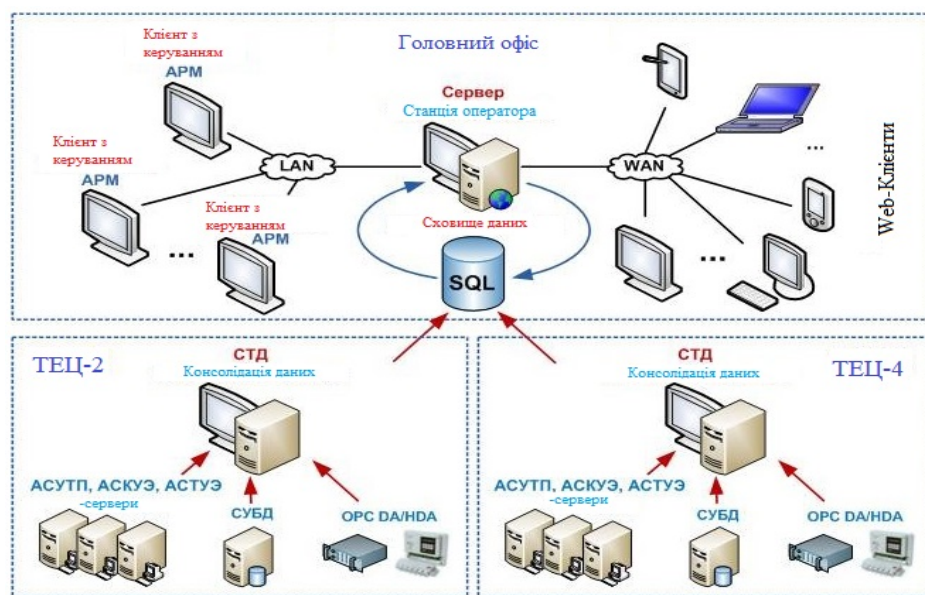


Рис.1.5 Схема диспетчерського управління в енергетиці

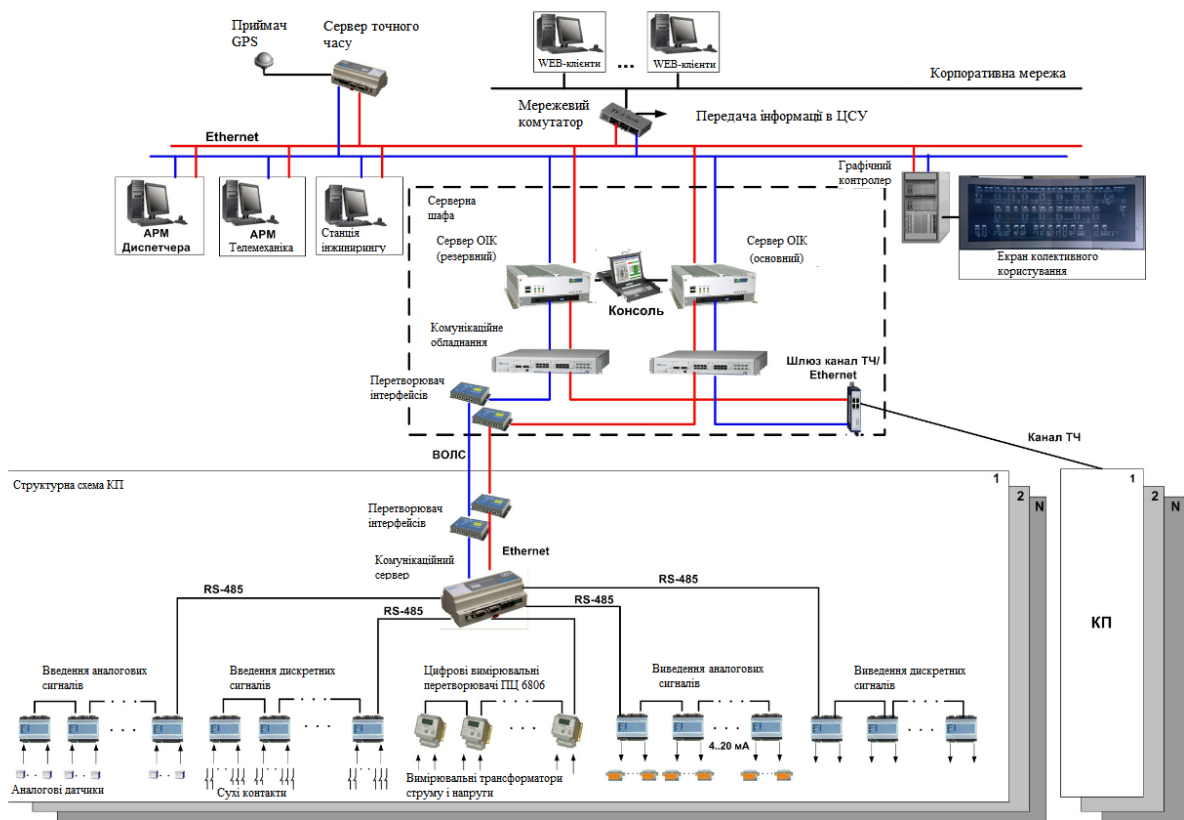


Рис.1.6 Структурна схема комплексу технічних засобів

Структура АСДУ має три територіально та функціонально розподілені рівні збору та обробки інформації (нижній, середній – підсистема СЗПІ (Система збору та передачі інформації) та верхній – підсистема ОІК (Оперативно-інформаційний комплекс)).

Вимірювальні перетворювачі виконують повний комплекс телевимірювань для одного приєднання та забезпечують реалізацію функцій телесигналізації та телеуправління, реєстрації вимірювань доаварійних, аварійних, після аварійних величин, а також функції обліку електроенергії та потужності.

Середній рівень складається з комунікаційних серверів, що здійснюють збирання та обробку інформації, що надходить по цифровому інтерфейсу з точок знімання телеінформації, а також по локальній обчислювальній мережі від обладнання верхнього рівня.

Пристрої верхнього рівня (ОІК) виконуються з використанням архітектури клієнт-сервер та представлені серверами бази даних, станціями оператора (з керуванням), станціями моніторингу (без управління), інженерною станцією.

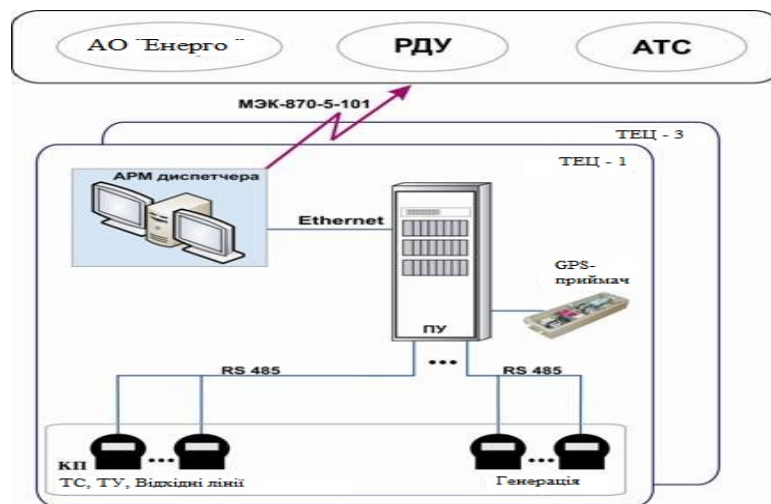


Рис.1.7 Схема структури АСДУ

Відмітні особливості

Гнучкість – можливість поетапної модернізації системи (СТІ) з поступовим нарощуванням функціональності та зміною конфігурації без демонтажу та заміни встановленого обладнання.

Універсальність – побудова на базі єдиного програмно-технічного середовища виконання спеціалізованих систем обліку енергоресурсів (будь-які енергоносії) та диспетчерського контролю та управління.

Надійність - використання ефективних схем резервування, таких як дублювання керуючої мережі, дублювання серверів бази даних, дублювання контролерного обладнання і інші.

Відкритість – використання загальнодоступних та загальновизнаних стандартів та протоколів обміну (Fast Ethernet, CAN, Modbus, IEC 60870-5-101/104, TCP/IP та ін.). Наявність механізмів обміну із суміжними та вищими системами, у тому числі OPC та ODBC. Доступ до перегляду інформації системи стороннім користувачам за допомогою браузера Internet мережі.

Масштабованість – можливість економічно ефективного створення як малих систем контролю та моніторингу, так і повномасштабних АСУ ТП великих енергетичних об'єктів.

1.4. Інтелектуальні технології в енергетиці

В даний час електроенергетичні системи розвиваються на основі концепції глибокої інтеграції електроенергетичних мереж (Power Grid) та комп'ютерних мереж або як їх називають інфокомунікаційних (Network).

Така концепція отримала назву Smart Grid – інтелектуальна енергомережа. Загальну функціонально-технологічну ідеологію цієї концепції відображає сформульоване IEEE визначення SmartGrid як концепції повністю інтегрованої, саморегулюючої та самовідновної ЕЕС, що має мережеву топологію і включає всі генеруючі джерела, магістральні та розподільні мережі та всі види споживачів електричної енергії, керовані єдиною мережею інформаційно-керуючих пристроїв і систем в режимі реального часу.

У складі ІЕС електрична мережа з пасивного пристрою транспорту та розподілу електроенергії перетворюється на активний елемент, параметри та характеристики якої змінюються залежно від режимів роботи енергосистеми.

Інтелектуальна енергосистема:

- дозволяє забезпечувати максимальну самодіагностику елементів ІЕС, використання її результатів в алгоритмах функціонування та управління.
- повинна мати розподілені та ієрархічні централізовані системи управління, засновані на адаптивних алгоритмах реального часу.
- Повинна використовувати швидкодіючі програми та обчислювальні ресурси, що забезпечують як вироблення керуючих впливів, так і надання рекомендацій (за допомогою експертних та інших систем) диспетчерському, оперативно-технологічному та ремонтному персоналу для реалізації керуючих впливів та проведення необхідних робіт.
- Має використовувати інтелектуальні вимірювальні прилади.

ІЕС націлена на задоволення ключових цінностей:

- Доступність – забезпечення споживачів енергією без обмежень залежно від того, коли і де вона їм необхідна, та залежно від оплачуваної якості;

- Надійність – можливість протистояння фізичним та інформаційним негативним впливам без тотальних відключень або високих витрат на відновлювальні роботи, самовідновлення працездатності;
- Економічність - оптимізація тарифів на електричну енергію для споживачів та зниження загальносистемних витрат;
- Ефективність - максимізація ефективності використання всіх видів ресурсів, технологій та обладнання при виробництві, передачі, розподілі та споживанні електроенергії;
- Органічність взаємодії з навколишнім середовищем – максимально можливе зниження негативних екологічних впливів;
- Безпека - недопущення ситуацій в електроенергетиці, небезпечних для людей та навколишнього середовища.

В ІЕС розвиваються та використовуються системи великих даних, що зумовлено наступним:

- Активне управління навантажувальними характеристиками споживачів - кожен споживач може бути джерелом енергії, якщо його потреби виявляться на якомусь інтервалі часу меншими, ніж можливості локальних електрогенераторів, що належать йому.
- Ефективне управління розподіленими системами генерації з великою кількістю джерел - поява акумуляторних батарей дуже ефективно рішення для вирівнювання енергоспоживання та перенесення піків споживання.
- Ефективне управління та моніторинг для численних динамічних нестабільних систем генерації.

Системи та технології, що належать до Smart Grid, реалізуються з використанням програмних платформ (Soft Grid).

1.5. Основні функції автоматизованих систем управління енергопостачанням

Залежно від ступеня участі людини у виконанні функцій в автоматизованих системах управління розрізняють два режими реалізації функцій управління:

автоматизований і автоматичний. У другому випадку – це системи автоматичного регулювання (стабілізація визначеної фізичної величини або технологічного параметру), коли всі необхідні процедури обробки інформації, прийняття рішень і видача управляючого впливу виконуються без участі людини. Структура автоматизованої системи управління, крім системи автоматичного регулювання, обов'язково включає контур формування оператором керуючих впливів. При цьому засобами обробки інформації в структурі системи виступають обчислювальні комплекси. Обчислювальні комплекси забезпечують перерозподіл завдань між людиною і апаратурою системи управління й мають різні функціональні призначення.

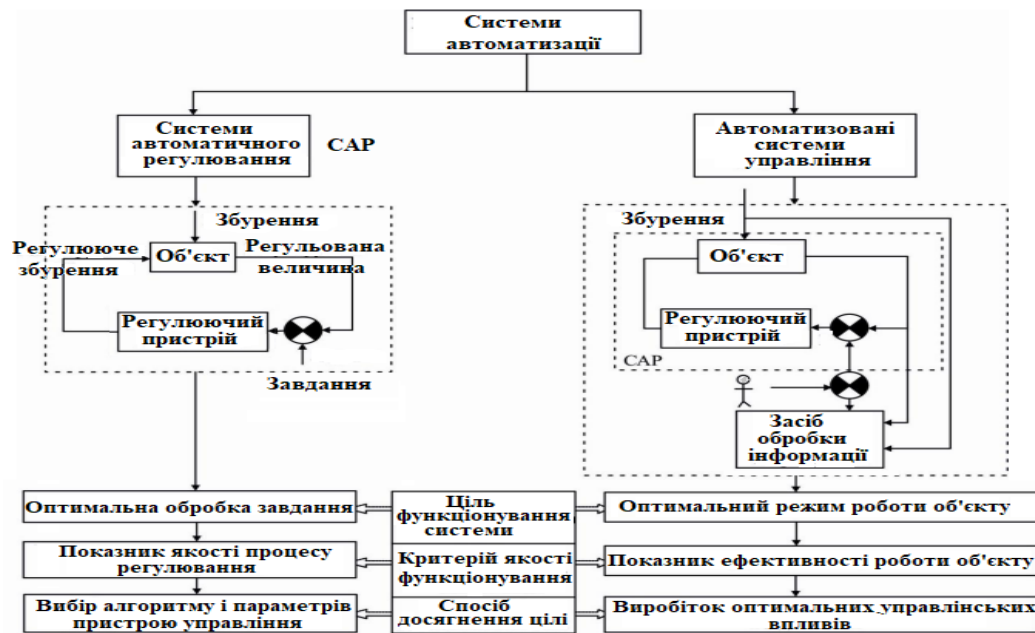


Рис.1.8 Режими реалізації функцій управління в системах автоматизації

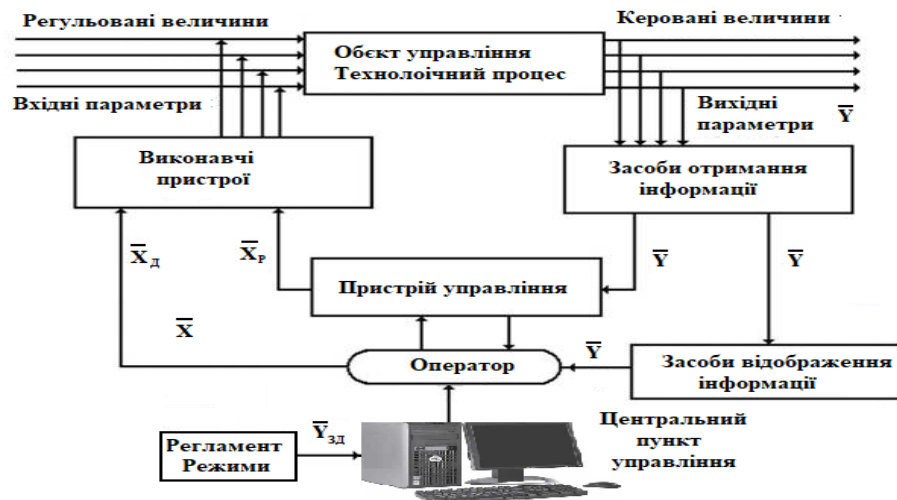
Автоматизовані системи управління технологічним процесом, що функціонують без обчислювального комплексу

Подібні системи зазвичай застосовуються для управління окремими відносно простими технологічними агрегатами, установками або групами апаратів (ділянками). У загальній структурі управління такі системи займають саму нижню ступінь ієрархії і тому характеризуються тісним зв'язком з об'єктом,

деякою автономністю “поведінки” (порівняно малою залежністю від інших ступенів ієрархії), найбільшою оперативністю контролю і управління.

Основні функції таких систем управління:

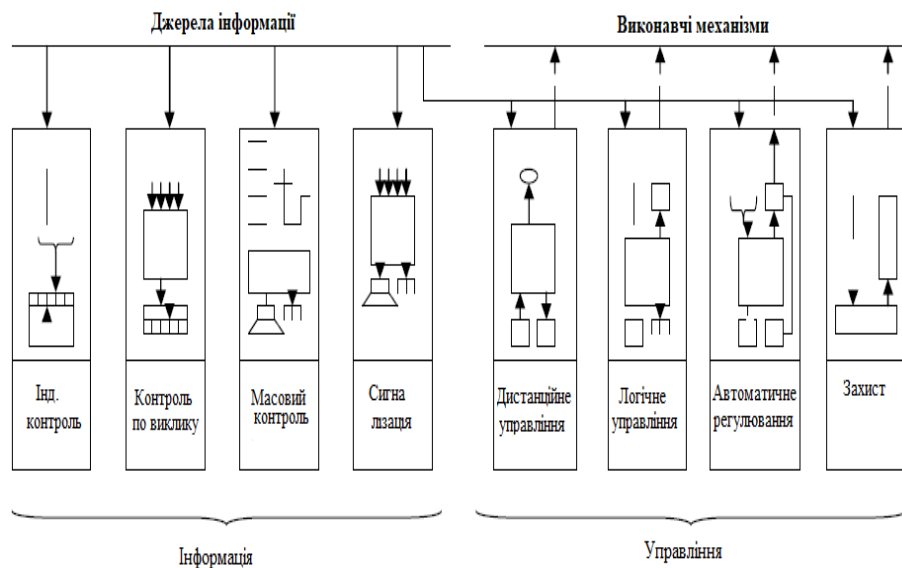
1. Контроль параметрів технологічного процесу;
2. Стабілізація технологічного процесу на заданому постійному режимі, який обумовлений регламентом;
3. Програмне управління (включаючи пуск і зупинка процесу);
4. Оперативний зв'язок зі старшими ступенями управління.
5. Сигналізація відхилень параметрів за критичні значення і захист устаткування від аварій.



1.9 Схема автоматизованої системи управління технологічним процесом, що функціонують без обчислювального комплексу

Практично вся інформація про стан об'єкта вводиться в таку систему автоматично від датчиків (первинних перетворювачів), а управляючі впливи надходять від неї безпосередньо на регульовальні органи. При цьому збір інформації і формування керуючих впливів зазвичай проводиться або безупинно, або з досить високою частотою, що обумовлено темпом технологічного процесу управління. У розпорядженні оператора і системи є різні автоматичні обладнання контролю і управління, які дозволяють розвантажити його від виконання численних одноманітних дій спостереження за станом устаткування,

управління їм і зосередити увагу на головних технологічних параметрах і операціях. Оператор і підлеглі йому технічні засоби (підсистеми) складають єдину автоматизовану систему управління об'єктом.



1.10 Технічні засоби які використовуються в автоматизованих системах

Призначення підсистеми **дистанційного управління** полягає в передачі впливів оператора на виконавчі механізми, які видалені від центрального пункту управління. **Підсистема автоматичного регулювання** повинна підтримувати задану продуктивність (потужність) установок і стабілізувати технологічні параметри на заданому рівні. **Підсистема захисту** призначена для запобігання виникнення і розвитку аварій, ушкоджень і руйнувань тощо, а також при помилкових діях оператора.

Підсистема захисту, як правило, виконується незалежною, тобто має власні первинні пристрої для вимірювання параметрів технологічних процесів, незалежні канали управляючих впливів, а часто також власні автоматично зарезервовані джерела живлення. Призначення **пристроїв сигналізації** полягає в тому, щоб у момент перевищення параметром гранично допустимого значення чітко інформувати оператора про те, що трапилося. За допомогою **приладів підсистеми індивідуального вимірювання** контролюються найбільш важливі технологічні параметри; деякі пристрої реєстрації допомагають спостерігати за тенденцією зміни (зменшенням або збільшенням) контрольованої величини і

якістю роботи систем управління окремими ділянками. Крім того, за допомогою записуючих приладів можна аналізувати причини виникнення, хід і розвиток аварії і оцінювати економічність установки протягом тривалих періодів часу.

Вимірювання по викликові необхідні для періодичного спостереження за менш відповідальними параметрами; вони виконуються оператором за допомогою одного приладу показань, до якого підведені через спеціальний комутуючий пристрій вимірювальні ланцюги від групи первинних перетворювачів (датчиків).

Масовий контроль застосовується при необхідності перевіряти поточні значення великої кількості однотипних допоміжних параметрів при малій імовірності відхилення їх від заданого значення. Для масових вимірювань застосовуються автоматичні багатоканальні вимірювальні системи, які забезпечені пристроями послідовного опитування і зв'язані з підсистемою світлової сигналізації.

Використання централізованих систем **вимірювання по виклику, систем масового контролю і первинних приладів** з уніфікованим сигналом на виході, який застосовується для багаторазового використання в системах контролю і регулювання, дозволяє скоротити загальне число вимірювальних приладів, суттєво зменшити габарити щитів управління і, найголовніше, розвантажити оператора від виконання великого числа необхідних, але другорядних операцій. Показуючи і реєструючи вимірювальні прилади, ключі і перемикачі управління, показчики положення регулювальних органів і інші технічні засоби всіх підсистем розміщуються **на центральних щитах і пультах управління**, які встановлюються в спеціально відведені для них приміщеннях і обслуговуються оператором. При цьому частина другорядних технологічних параметрів контролюється за допомогою приладів, встановлених на **місцевих щитах управління**, розташованих поблизу діючих агрегатів.

Структура автоматизованої системи без застосування обчислювального комплексу є найпростішим, але досить представницьким і розповсюдженим видом автоматизованих систем управління технологічним процесом.

1.6. Технології візуального проектування систем управління в енергетиці

При вирішенні завдань моделювання та проектування систем керування, включаючи й системи керування енергопостачанням використовуються середовища візуального програмування, серед яких виділяються LabView та VisualStudio.

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench)

Дозволяє розробляти прикладне програмне забезпечення для організації взаємодії з вимірювальною та керуючою апаратурою, збору, обробки та відображення інформації та результатів розрахунків, а також моделювання як окремих об'єктів, так і автоматизованих систем загалом.

Розробником LabVIEW є американська компанія National Instruments

У LabVIEW програми створюються у вигляді графічних діаграм, подібних до звичайних блок-схем.

Система LabVIEW включає:

- ядро, що забезпечує працездатність програмних процесів, поділ апаратних ресурсів між процесами;
- компілятор графічної мови програмування "G";
- інтегроване графічне середовище розробки, виконання та налагодження програм;
- набір бібліотек елементів програмування в LabVIEW, у тому числі бібліотеки графічних елементів інтерфейсу користувача, бібліотеки функцій і підпрограм, бібліотеки драйверів, бібліотеки програм для організації взаємодії з вимірювально-керуючими засобами тощо;
- розвинену довідкову систему;
- набір програм-прикладів з можливістю як тематичного, так і алфавітного пошуку.

Процес програмування в LabVIEW полягає у формуванні інтерфейсу програми з використанням наочних палітр-меню потрібних елементів (кнопки, регулятори, графіки,..), які поміщаються на робочому полі програми, промальовуванням

алгоритму з використанням палітр-меню підпрограм, функцій, конструкцій програмування (цикли, умовні конструкції та інших), та встановлення зв'язків між елементами, які створюються віртуальні дроти, за якими дані будуть йти від джерела до приймача, з наступним налагодженням програми.

Будь-яка програма, створена в системі LabVIEW, називається віртуальний прилад (ВП) або віртуальний інструмент (VI - дослівний переклад з англійської мови: VI-Virtual Instrument).

Компонентами, складовими ВП є передня панель, блок-діаграма і піктограма/конектор.

Передня панель реалізує інтерфейс користувача з ВП, дозволяє задавати вихідні дані і відображати результати роботи ВП.

Блок-діаграма є аналогом традиційної програми і реалізує функціональні можливості ВП.

Піктограма/конектор дозволяють використовувати ВП як підпрограму (SubVI, віртуальний "прилад") при побудові модульних ієрархічних програм.

Передня панель – це інтерактивний інтерфейс користувача. На ній відображаються необхідні параметри, що повністю характеризують роботу системи. З основного меню ВП можна викликати інші панелі для більш детального моніторингу або управління системою.

Передня панель може містити потрібні кнопки, тумблери, регулятори числових значень, графіки, лампи, впроваджені об'єкти ActiveX (Excel, Word та ін.) тощо.

Більшість елементів передньої панелі можуть працювати в одному з двох режимів – регулятор (Control) або індикатор (Indicator). Регулятори дозволяють користувачеві встановити вихідні дані для ВП, а індикатори відображають результати роботи.

Блок-діаграма (Block Diagram) – визначає функціональні можливості ВП, яка є графічною реалізацією алгоритму, блок-схеми

Блок-діаграма складається з терміналів, вузлів, проводів та констант, а також може містити необхідні текстові чи графічні коментарі. Блок-діаграма будь-якого ВП може бути довільного розміру та складності.

Провід (Wire) . Провід – це різнокольорові лінії на блок-діаграмі, що визначають передачу даних від джерела до приймача під час роботи ВП.

Термінал (Terminal) . Кожному елементу передньої панелі відповідає один термінал на блок діаграмі. Термінали створюються системою LabVIEW на блок-діаграмі автоматично, як тільки якийсь елемент створюється програмістом на передній панелі. Термінали можуть відображатися як піктограми, що відповідають елементам панелі, як кольорові прямокутники різного вигляду.

Колір та зовнішній вигляд терміналу відповідає зіставленому типу даних, а назва терміналу – назві елемента передньої панелі.

Значок/конектор (Icon/Connector).Знак – компактне графічне зображення вузла.

Зазвичай під час створення блок-діаграми всі вузли зображуються як піктограм.

Конектор - певна конфігурація контактів, що дозволяють передати вузлу вихідні дані та одержати результати його роботи.

Програмування в LabVIEW засноване на реалізації алгоритму з використанням зображень палітри функцій графічної мови програмування G, які замінюють програмні коди класичних мов програмування.

Однак найчастіше LabVIEW використовується для збору даних та керування приладами та установками і тому містить інструментарій для цієї мети.

Платформа .NET - це сукупність програмних засобів, що забезпечують розробку додатків на основі проміжного коду та їх виконання у спеціалізованому операційному середовищі .NET Framework.

Visual Studio .NET є універсальним середовищем, яке поєднує засоби візуального програмування з написанням програмного коду. Visual Studio .NET широко використовується при створенні програмного забезпечення для систем освітлення.

У каркасі .Net виділяється два основні компоненти: FCL (Framework Class Library) і CLR (Common Language Runtime).

FCL (.NET Framework Class Library) – об'єктно-орієнтована бібліотека класів, інтерфейсів та системи типів (типів-значень), яка містить:

- класи для розробки графічного інтерфейсу користувача (Windows Form);
- класи для розробки Web-додатків та Web-служб на основі технології ASP.NET (Web Forms) та інші.

CLR (Common Language Runtime) – загальномовне виконавче середовище забезпечує управління виконанням PE (Portable Executable) програм, перекладених компілятором проміжною мовою IL (Microsoft Intermediate Language, MSIL), який залежить від типу платформи (мов програмування, операційних систем, типу комп'ютерів) .

У Visual Studio .NET створюється проект (основна одиниця) з додатками.

Додаток, що розробляється, може складатися з декількох проектів, які в сукупності називаються рішенням (Solution). Воно може містити один або кілька проектів, ресурси для цих проектів, можливо, додаткові файли, що підключаються сторонніми бібліотеками, програмами, проектами.

При створенні проекту автоматично створюється досить складна вкладена структура - рішення - проект, що містить простір імен, що містить класи, що містить точку входу.

При створенні проекту Windows Form основні вікна середовища розробки:

- Вікно дизайнера форм – візуальне проектування інтерфейсу програми.
- Вікно Solution Explorer – огляд усіх проектів поточного рішення та файлів.
- Вікно Properties – список властивостей об'єкта, виділеного в даний момент.
- Вікно Class View - класи, визначені у проекті, та їх вміст.
- Вікно Toolbox – графічні елементи керування для візуальної розробки.

Ключова технологія програмування – використання готових компонентів або шаблонів (об'єктів). Компоненти мають повну функціональність на стадії проектування. Їх можна використовувати безпосередньо, змінювати їх властивості, вигляд і поведінку або породжувати похідні елементи, що мають потрібні характеристики.

Вплив користувача на об'єкт при конструюванні або вибір події зі списку призводить до створення методу-обробника події. Синхронізація процесів

проектування форми та автоматичного створення коду прискорює візуальну розробку, повністю зберігаючи контроль над вихідним текстом.

Розробка проекту (додатку) Visual Studio зводиться до виконання чотирьох окремих етапів.

Перший етап - Створення графічного інтерфейсу користувача у вікні дизайнера форми шляхом вибору компонентів з існуючої палітри та їх розміщення у формі. Можна також створювати додаткові форми, змінювати властивості компонентів та форм для забезпечення функціональних можливостей програми, створювати обробники подій для форм та компонентів.

Другий етап - опис структурної та поведінкової моделей проекту на обраній для реалізації мові програмування, написання програмного коду, що пов'язує всі поміщені на форму керуючі елементи, редагування властивостей форми та елементів управління, додавання елементів управління з реалізацією програмного коду подій і т.д. (Реалізація алгоритму роботи проекту)

Третій етап – Налагодження програми. Цей етап часто займає більше часу, ніж попередні два етапи. Він включає перевірку функціональності розробленої програми, пошук, виявлення та виправлення помилок, коригування програмного коду.

Четвертий етап - Остаточна компіляція і, якщо це необхідно, створення дистрибутива. На етапі компіляції програми створюється спеціальний файл з розширенням exe або dll - складання, що містить код мовою ПЛ і метадані. Метадані включають ім'я та версію складання, відомості про об'єкти та типи даних, що використовуються в додатку, список файлів (збірок), від яких залежить ця збірка і т.д.

Проекти, що розробляються, в кінцевому підсумку, являють собою інтегроване середовище, в якому реалізуються функції управління введення-виведення даних, управління обробкою даних, функції управління файлами і дисками, функції контролю та управління різними пристроями.

Visual Studio немає прив'язки до конкретної елементної бази пристроїв управління, тобто. не має обмежень на перелік можливих пристроїв керування (інструментальних засобів).

Прив'язка різних інструментальних засобів до проекту реалізації процедур їх управління (програмування) здійснюється підключенням до Visual Studio різного програмного забезпечення (функцій управління), реалізованого як *dll бібліотек.

Висновки по розділу 1

З впровадженням новітніх технологій та стандартів в усіх сферах життєдіяльності використання автоматизованих систем керування енергозабезпеченням є актуальним на даний час та вирішує багато питань.

В даний час електроенергетичні системи розвиваються на основі концепції глибокої інтеграції електроенергетичних мереж (Power Grid) та комп'ютерних мереж або як їх називають інфокомунікаційних (Network). Та мають такі основні цілі: доступність, надійність, економічність, ефективність, органічність взаємодії з навколишнім середовищем та безпека системи.

В той же час, більшість систем будується з використанням закритих протоколів управління з застосуванням специфічних мікроконтролерів і обладнанням, а також закритого програмного забезпечення. Це збільшує вартість систем управління, обмежує їх гнучкість і розширюваність, можливість їх модифікації без значних витрат.

Однак використання універсальних середовища проектування (LabView і VisualStudio) і сучасних програмованих інструментальних засобів введення-виведення аналогових і цифрових сигналів в персональний комп'ютер з відкритою структурою даних дозволяє будувати гнучкі системи управління з перерозподілом функцій і формуванням програмного управління електронними засобами, можливістю розширення і модифікації алгоритмів управління без зміни електронної структури систем.

РОЗДІЛ 2

АРХІТЕКТУРА АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ В УПРАВЛІННІ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯМ

2.1. Загальна концепція побудови автоматизованих систем керування енергопостачанням

Сучасні системи автоматизації в енергетиці, включаючи й системи керування енергопостачанням, будуються по багаторівневій ієрархічній структурі. При цьому маючи однакову деревоподібну форму, системи, як правило, суттєво відрізняються по змісту, по типу відносин між підсистемами різних рівнів, по принципах формування ієрархії.

При побудові таких систем використовують одну із трьох основних типів багаторівневих ієрархій, які одержали назви: «страти», «шари» і «ешелони».

Страти. Цей вид ієрархії дозволяє описувати систему на різних рівнях абстрагування або детальності опису. На кожній страті є свій власний набір термінів, концепцій і принципів, за допомогою яких описується поведінка системи. У стратифікованих ієрархіях відносини між підсистемами суміжних рівнів ставляться до типу «ціле-частина». На верхніх рівнях система представлена укрупнено, на нижніх - у вигляді набору елементів, тобто ієрархія формується шляхом послідовної декомпозиції (рис. 2.1). Чим нижчий рівень ієрархії, тим більш детальним стає розкриття системи, чим вищий рівень ієрархії, тим більша вистава про значення всієї системи в цілому.

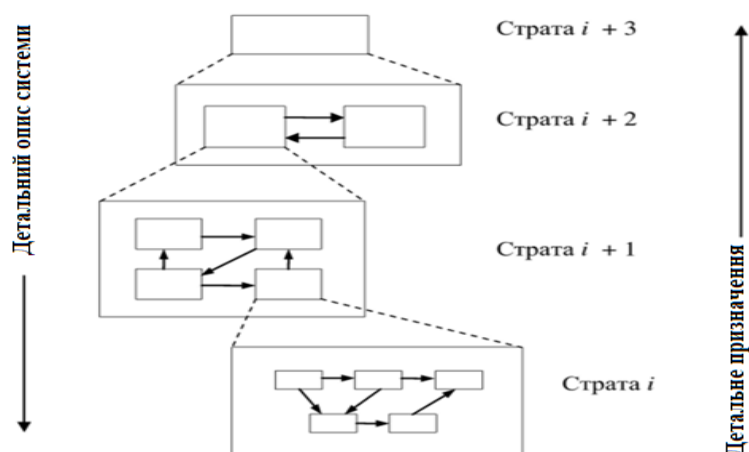


Рис. 2.1 Взаємозв'язок між стратами

Шари. Даний тип ієрархії використовується для структуризації систем із процесами прийняття складних рішень. Складну проблему, що підлягає розв'язку, розбивають на множину послідовно розташованих більш простих підпроблем (рис. 2.2). Їхній розв'язок дозволяє розв'язати й вихідну проблему. Розв'язок будь-якої проблеми із цієї послідовності визначає й фіксує якісь параметри в наступній проблемі, так що остання стає повністю зрозумілою й можна приступитися до її розв'язку. Розв'язок первісної проблеми досягнутий, як тільки вирішені всі підпроблеми. Відповідно до даного підходу проводиться й побудова систем з підсистем, спрямованих на вирішення окремих проблем.



Рис. 2.2 Розбивка глобальної мети на шари

На відміну від стратифікованої ієрархії, відносини між підсистемами суміжних шарів мають сенс не « частина-ціле», а « засіб-ціле», « причина-наслідок» (у тому розумінні, що досягнення мети вищого рівня є наслідок досягнення підцілей), «аргумент-функція» (вища мета є функція від нижчестоящих цілей), « ситуація-дія» (для досягнення ситуації, відповідної до мети, потрібне виконання дій, що реалізують підцілі).

Ешелони. Як правило, поняття ієрархії ешелон ставиться до багаторівневих систем керування. Така система складається із сімейства чітко виділених взаємодіючих підсистем, деякі з яких є такими, що ухвалюють розв'язки (вирішальними) елементами. Елементи, що ухвалюють розв'язок, розташовуються ієрархічно, тобто деякі з них перебувають під впливом або управляються іншими вирішальними елементами (рис. 2.3).

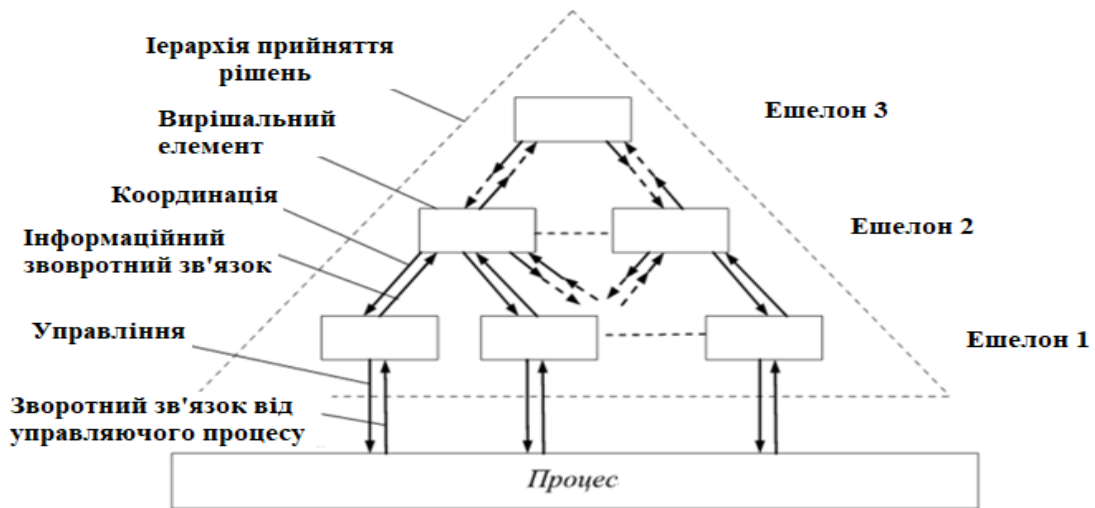


Рис. 2.3 Схема взаємодії елементів ешелонної системи

Багато ешелонні системи, як правило, застосовуються при створенні організаційних система керування підприємством і керування енергосистемами.

Проектування таких систем базується на таких основних засадах:

- функціональна повнота – система має забезпечувати виконання всіх функцій, необхідні автоматизації об'єктів управління;
- гнучкість структури – можливість досить швидкого налаштування за умов експлуатації об'єкта управління, що змінюються;
- відкритість – має забезпечувати можливість приєднання до системи нових функцій;
- живучість - здатність зберігати працездатність системи при відмові її окремих елементів;
- уніфікація – максимальне використання стандартного системотехнічного програмного забезпечення та сумісність системи з міжнародними стандартами з метою його подальшого розвитку та включення до міжрівневої регіональної обчислювальної мережі;
- розподіл обробки інформації в неоднорідній обчислювальній мережі;
- відпрацювання типових рішень на "пілотних" проектах з подальшим їх застосуванням на інших об'єктах;
- спадкоємність по відношенню до систем АСДУ, що експлуатуються в даний час, енергосистемою, що передбачає можливість спільної експлуатації існуючих

пристроїв управління на енергооб'єктах (телемеханіки, релейного захисту та автоматики) і впроваджуваних мікропроцесорних систем, з наступною заміною застарілих пристроїв;

- інформаційна сумісність на різних рівнях управління.

Реалізація цих принципів базується на особливостях та характері функціонування сучасних систем управління об'єктами, загальна структура яких показана на рис. 2.4.

Поточна інформація про стан процесів, що протікають у керованому об'єкті, надходить у керуючу систему, що виконує ряд дій, починаючи зі збору інформації та закінчуючи впливом керуючих сигналів на об'єкт управління. Інформація, що надійшла від об'єкта, порівнюється із завданням у системі управління, яке формується поза нею з урахуванням мети функціонування самої системи. Результати порівняння аналізуються, після чого готуються та приймаються рішення щодо управління. У системах управління можливе прийняття рішень і на підставі результатів контролю та аналізу. Тому в загальному випадку систему управління можна розглядати у вигляді сукупності взаємопов'язаних управлінських процесів та об'єктів.

Виходячи із загальних принципів управління об'єктами автоматизовані системи управління енергопостачанням, як і системи диспетчерського управління в енергетиці, будуються за єдиною схемою (рис. 2.5).

У такій схемі виділяється ряд основних елементів, що належать до самої автоматизованої системи та об'єкта управління. Основними такими елементами є первинні перетворювачі інформації для проведення вимірювань та контролю основних параметрів електричної мережі, комутаційне обладнання та виконавчі органи, наприклад, вимикачі, різного типу лінії зв'язку для передачі інформації та сигналів, що управляють, автоматизовані робочі місця або диспетчерський пульт управління на базі персонального комп'ютера, програмне математичне забезпечення системи керування.

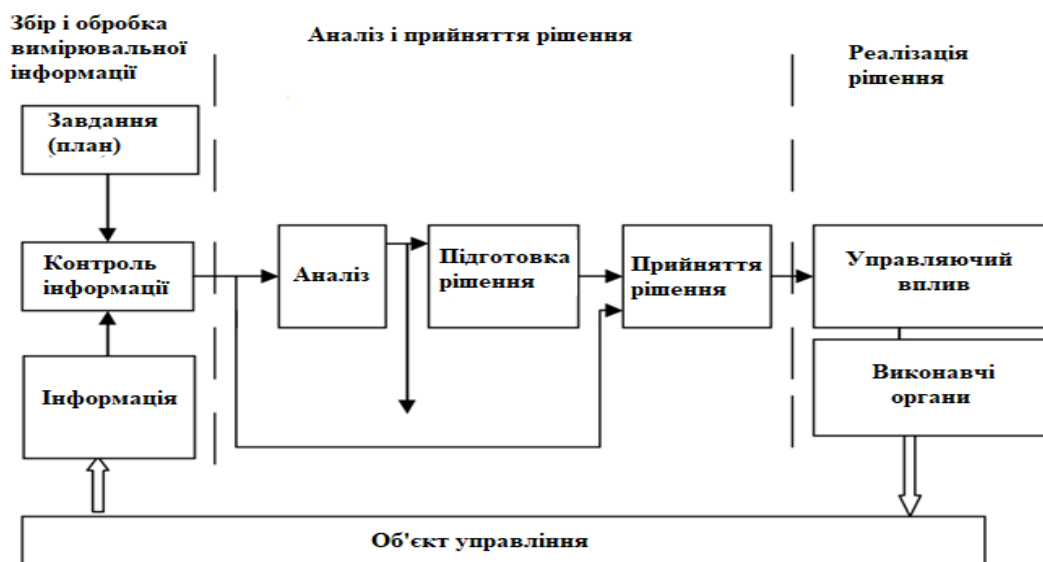


Рис. 2.4 Загальний принцип побудови системи керування об'єктом (процесами в об'єкті)

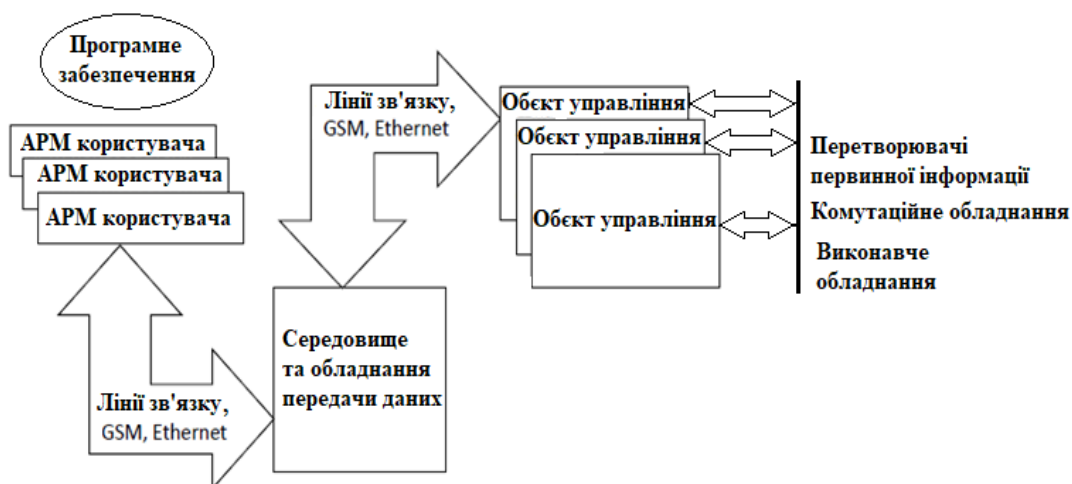


Рис. 2.5 Єдина схема побудови автоматизованих систем керування енергопостачанням

При цьому найважливішим елементом автоматизованої системи управління енергопостачанням є спеціалізоване програмне забезпечення, яке має забезпечувати проведення контролю та управління всіма процесами в системі, включаючи управління апаратними засобами об'єкта управління. Як об'єкти управління можуть виступати як підстанції, так і генеруючі станції різного типу.

За наявності єдиного підходу та єдиної схеми побудови автоматизованих систем управління енергопостачанням самі системи, залежно від завдань та рівня

відповідальності при управлінні, будуються як централізовані, так і як децентралізовані системи управління.

Вибір типу системи базується на формуванні або прийнятій функціональній моделі автоматизованої системи керування енергопостачанням (рис. 2.6).

У такій моделі рівень формування даних являє собою рівень виконавчих та вимірювальних пристроїв та контролерів (пристроїв збору та обробки даних ПЗВ) передбачає збір та передачу інформації для диспетчерського управління та контролю розподілених об'єктів енергопостачання.

Рівень SCADA системи передбачає принципи організації збору, обробки, зберігання та візуалізації даних, що надходять від систем, розташованих на нижньому рівні, та координацію їх роботи.

При цьому в системі передбачається і вирішення задач короткострокового та довгострокового планування виробництва та споживання електроенергії.

Відповідно до моделі передбачається, що організаційно автоматизовані системи управління енергопостачанням будуються за ієрархічним принципом і є багаторівневою архітектурою з реалізацією принципу ешелонування. Одна із структур, такої системи, згідно з функціональною моделлю показана на рис. 2.7.

У системі виділяється кілька рівнів. Нижній рівень системи утворюють вимірювальні перетворювачі струму та напруги, засоби технічного обліку електроенергії, системи протиаварійного захисту та автоматики, інші пристрої, що забезпечують вимірювання та керування обладнанням.

Первинні дані про стан та режими роботи (підстанцій, станцій) параметри вироблення та споживання електроенергії надходять на пристрої збору, попередньої обробки, агрегування інформації, що утворюють середній рівень систем управління електропостачанням.

Агреговані, попередньо оброблені дані надходять на верхній рівень системи на сервер підсистеми збору та обробки інформації, довготривалого зберігання даних і можуть виводитися у різному вигляді на екран АРМ оператора – у форматі графіків, діаграм, таблиць, зведених показників, цифрових та текстових табло та інших.

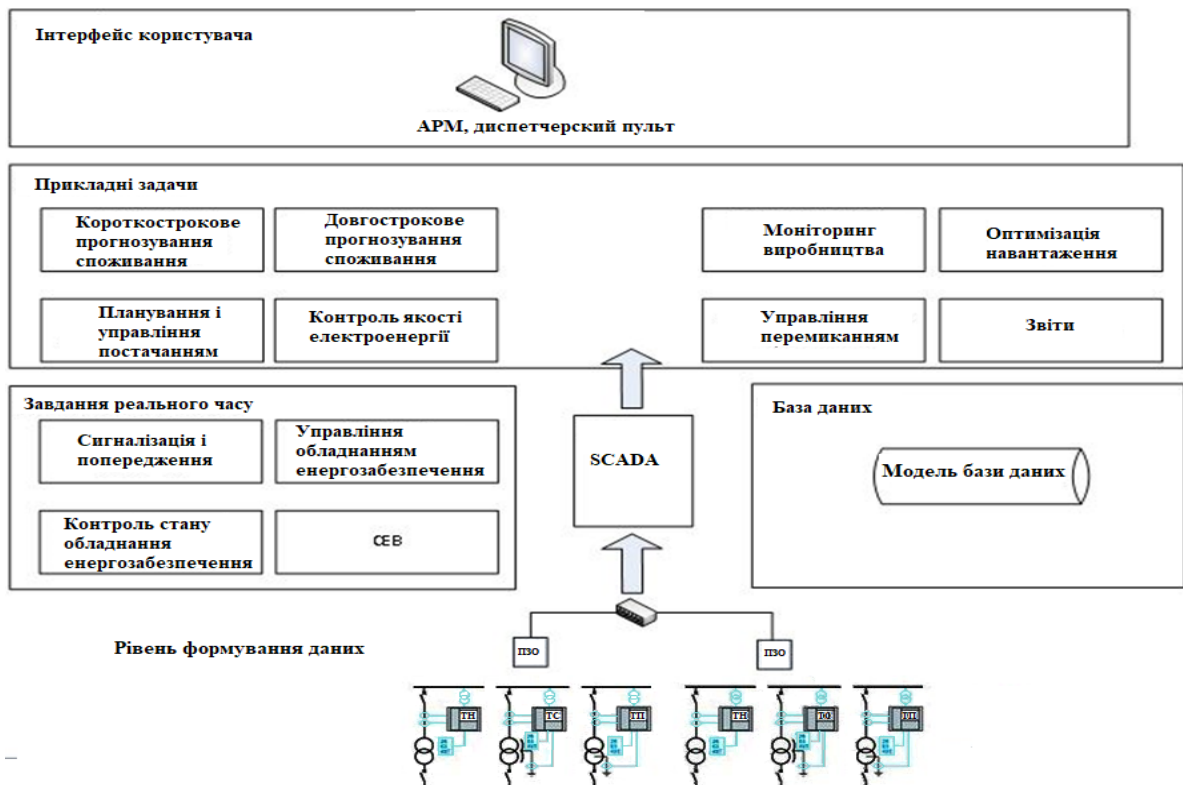


Рис.2.6 Функціональна модель автоматизованої системи керування енергопостачанням

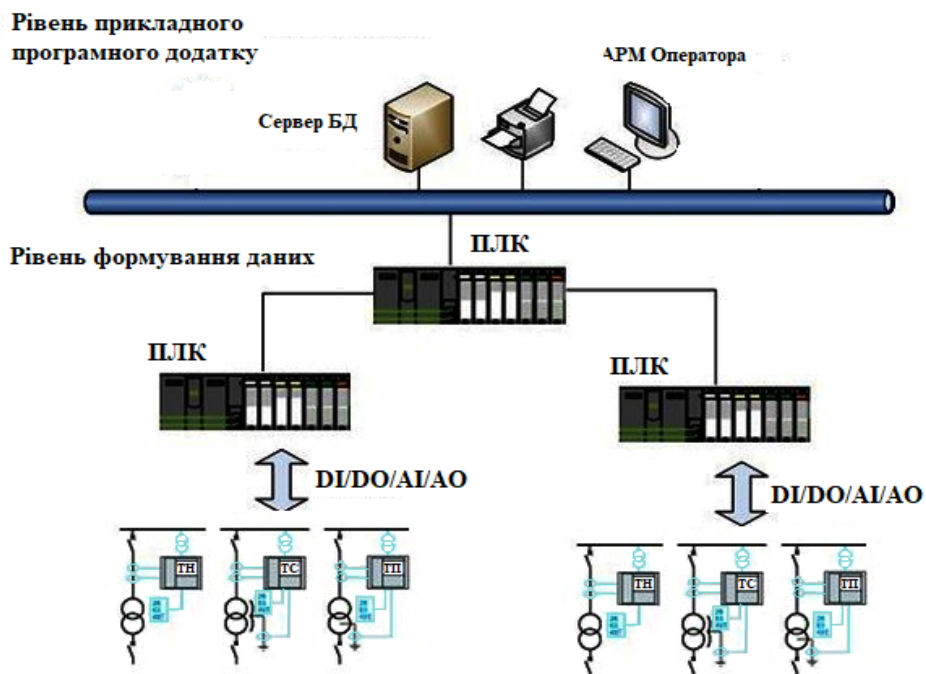


Рис. 2.7 Структура автоматизованої системи управління енергопостачанням відповідно до функціональної моделі (рис. 2.6)

За загальної схеми побудови автоматизованих систем управління енергопостачанням системи можуть відрізнятися каналами передачі - радіоканал, WiFi, канали стільникового зв'язку (GSM, GPRS) та інших (рис. 2.8).

Однак у системах широко використовуються мікропроцесорна техніка – програмовані мікроконтролери (рис. 2.9) із вбудованими портами введення-виведення аналогової та цифрової інформації, конверторами для перетворення даних у бездротові канали (радіоканали, канали стільникового зв'язку (GSM, GPRS)), різні протоколи передачі даних (MEK (IEC) 61850, MEK (IEC) 60870 5 101/104, Modbus, Fieldbus, DNP3, LG 8979 та інші, багато з яких є закритими протоколами), комутаційні модулі, сигнальні модулі та інше.

При використанні специфічного обладнання та протоколів керування розробляється й специфічне програмне забезпечення.

Програмовані контролери та специфічне обладнання є досить дорогим, що різко підвищує вартість систем управління енергопостачанням. У цьому найважливішим елементом таких систем є програмне математичне забезпечення. Однак, програмне забезпечення будується на використанні специфічних операційних систем. Наприклад, створення програмного забезпечення контролерів використовується операційна система QNX (фірма QSSL, Канада).

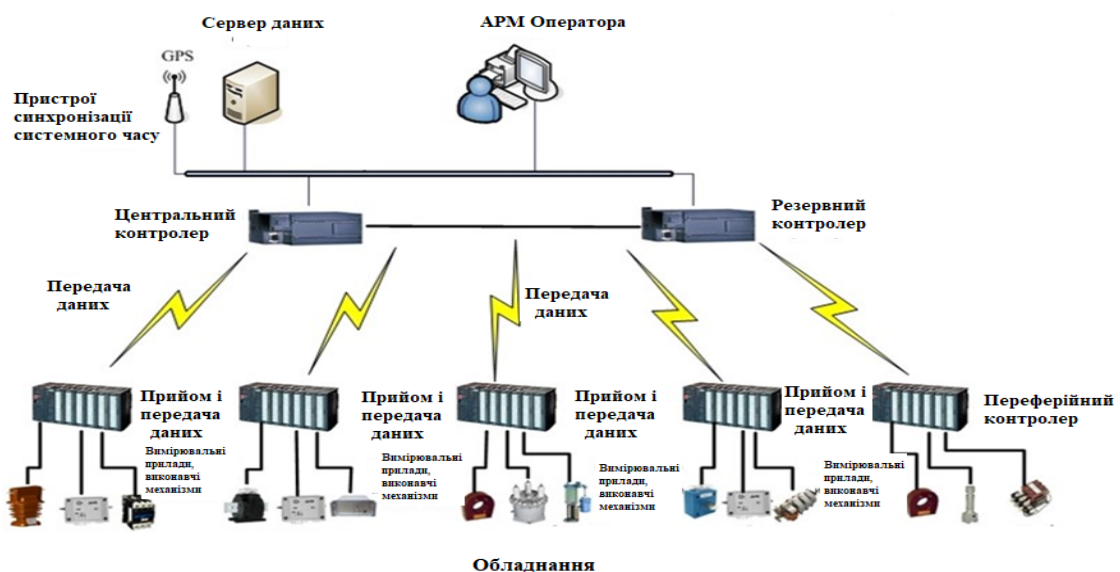


Рис. 2.8 Структура автоматизованої системи управління енергопостачанням з бездротовими каналами передачі

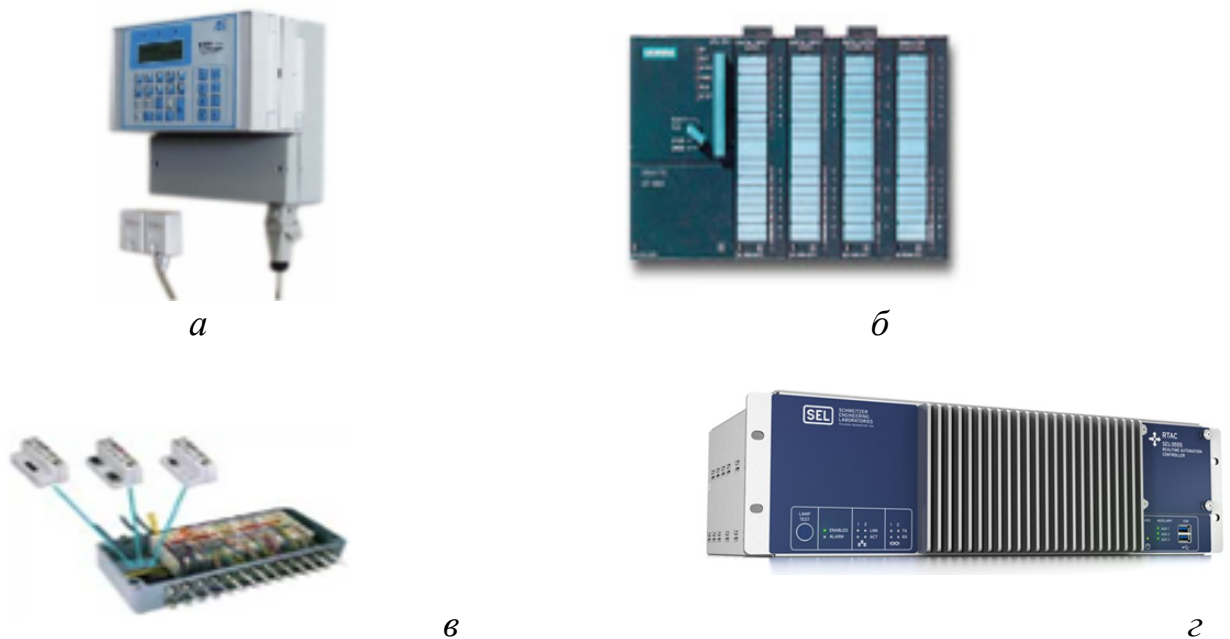


Рис. 2.9 Програмовані мікроконтролери: а - PC сумісний промисловий контролер NZ-600, б - програмований контролер SIMAC S7-300, в- контролер для роботи в промислових мережах WAGO I/O 750, г -програмований контролер SEL

Використання мікропроцесорної техніки, специфічного програмного забезпечення при існуванні загальної структури автоматизованої системи управління енергопостачання вимагає безперервного супроводу систем, їх адаптації до специфічних умов їх роботи, обмеженість у можливостях розширення як технічного, так і програмного, що значно звужує можливості використання систем в управлінні енергопостачання.

2.2 Структура побудови автоматизованої системи керування енергопостачання

В даний час широко розвивається напрямок використання комп'ютерної техніки для введення та обробки вимірювальної інформації, для виведення інформації у вигляді цифрових та аналогових сигналів. При цьому випускається широка гама засобів введення-виведення аналогової та цифрової інформації або портів введення-виводу аналогової та цифрової інформації. Провідними компаніями у розробці та виробництві подібних портів є американські фірми National Instruments та AdvanTach.

Порти введення-виведення аналогової та цифрової інформації мають широкий діапазон зміни вхідних та вихідних параметрів: діапазон вхідних напруг від одиниць, десятків мікрвольт до десятків та сотень кіловольт (з гальванічною розв'язкою); розрядність перетворення від 8 біт до 32 біт; частотний діапазон перетворення від десятих Гц до десятків МГц, вихідна напруга від 0 до 10 В, вихідні цифрові шини від 4 розрядів до 32 розрядів та інші. Порти вводу-виводу відрізняються так само сумісністю з шиною персонального комп'ютера. Порти, що випускаються, охоплюють практично всі існуючі шини ПК: ISA, PCI, PCMCIA, USB.

Порти вводу-виводу встановлюються на шину персонального комп'ютера, наприклад, USB, і всі елементи порту стають програмно доступними. З урахуванням відкритості програмного коду, а також можливості програмного управління портами з розробкою програмних кодів у стандартних відкритих середовищах розробки (VisualStudio, LabView) системи керування енергоспоживанням, що розробляються, набувають гнучкої і розширюваної архітектури, з реалізацією всіх функцій управління програмними засобами, аналогічно тому, як проводиться управління програмними засобами всіма елементами персонального комп'ютера, які можуть використовуватись в автоматизованій системі керування енергопостачанням (рис. 2.10).

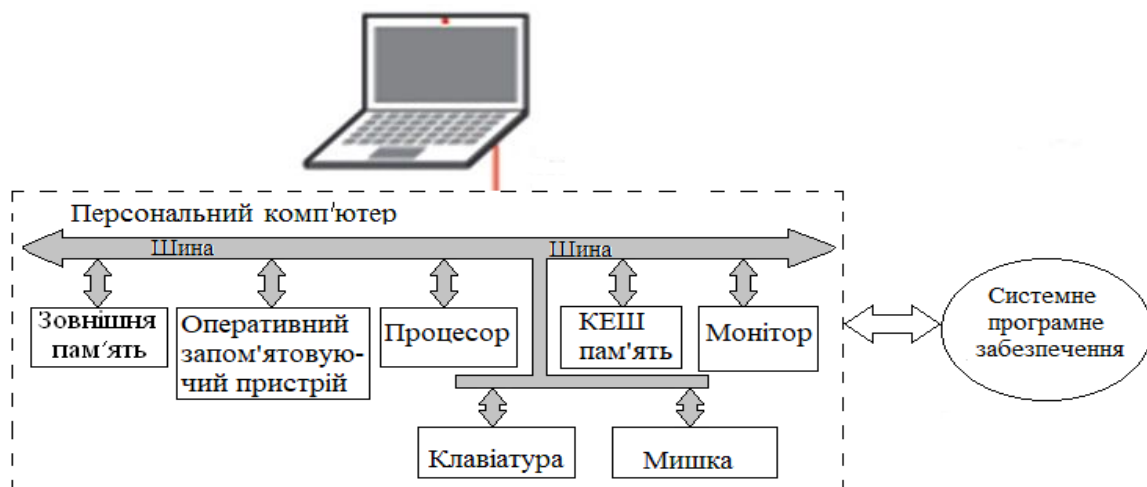


Рис. 2.10 Елементи комп'ютера, які використовуються при побудові автоматизованої системи керування енергопостачанням

Такими елементами є всі елементи комп'ютера, що використовуються для введення та виведення інформації, тимчасового та постійного зберігання інформації, обробки інформації, подання інформації, що контролюються системним програмним забезпеченням.

При цьому програмне управління електронними засобами та електронна частина архітектури стає легко розширюваною зі зміною, розширенням або модифікацією лише програмних засобів.

Структурна схема автоматизованої системи управління енергопостачання з використанням портів введення-виведення аналогової та цифрової інформації, які розміщуються на шині персонального комп'ютера, для забезпечення провідного зв'язку показана на рис. 2.11.

Структура автоматизованої системи керування енергопостачанням має трирівневу організацію. На нижньому рівні розташовуються вимірювальні та виконавчі елементи. Середній рівень охоплює порти введення-виведення аналогової та цифрової інформації, тобто, введення виведення інформації в персональний комп'ютер. Верхній рівень охоплює всі процедури керування системою за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.

У такій структурі головним елементом автоматизованої системи управління енергопостачанням є спеціалізоване програмне забезпечення, що забезпечує контроль та управління підстанціями та станціями через графічний інтерфейс управління, обробку вимірювальної інформації та її подання, прогнозування виробництва та споживання електроенергії та інші. Програмне забезпечення управляє і базою даних для можливості довгострокового зберігання значних обсягів інформації, її читання та необхідної обробки.

При цьому програмне забезпечення також забезпечує управління прийомом вимірювальних сигналів з первинних перетворювачів і видачу сигналів керуючих на виконавчі елементи через порти введення-виведення аналогової та цифрової інформації.

Порти вводу-виводу аналогової та цифрової інформації можуть розміщуватися в безпосередній близькості від комп'ютера оператора та

підключаються до USB портів персонального комп'ютера. При цьому кількість портів введення-виведення може розширюватися.

Слід зазначити, що як порти введення-виведення можуть використовуватися як окремі порти для введення сигналів, окремі порти для виведення сигналів, так і універсальні порти введення-виводу аналогових і цифрових сигналів.

При цьому можливість введення аналогових сигналів дозволяє проводити обробку синусоїдальної напруги мережі з визначенням усіх необхідних параметрів - напруга, струм, фаза, частота, будувати та обробляти спектр сигналу, аналізувати спотворення напруги в мережі, проводити моніторинг його зміни та інше.

Залежно від типу лінії зв'язку – стандартна провідна або оптоволоконна необхідно використовувати узгоджувальні пристрої та перетворювачі сигналів. У першому випадку, це стандартні пристрої, що включають фільтри і підсилювачі потужності сигналів.

У другому випадку, це приймачі та перетворювачі оптичного сигналу з підсилювачами та фільтрами, аналогічні тим, які використовуються в оптичних вимірювальних перетворювачах струму та напруги.

Подібні пристрої встановлюються на двох кінцях лінії передачі сигналів як вимірювальних, так і керуючих для забезпечення необхідного узгодження та перетворення вимірювальних та керуючих сигналів.

Система працює в такий спосіб. Вимірюються вихідні параметри за допомогою аналогових і цифрових вимірювальних перетворювачів. Сигнали (аналогові та цифрові) з виходів перетворювачів надходять на пристрій узгодження або перетворення. Далі сигнали передаються лініями зв'язку до портів введення-виведення. З використанням програмного забезпечення проводиться введення сигналів у персональний комп'ютер (оперативний пристрій).

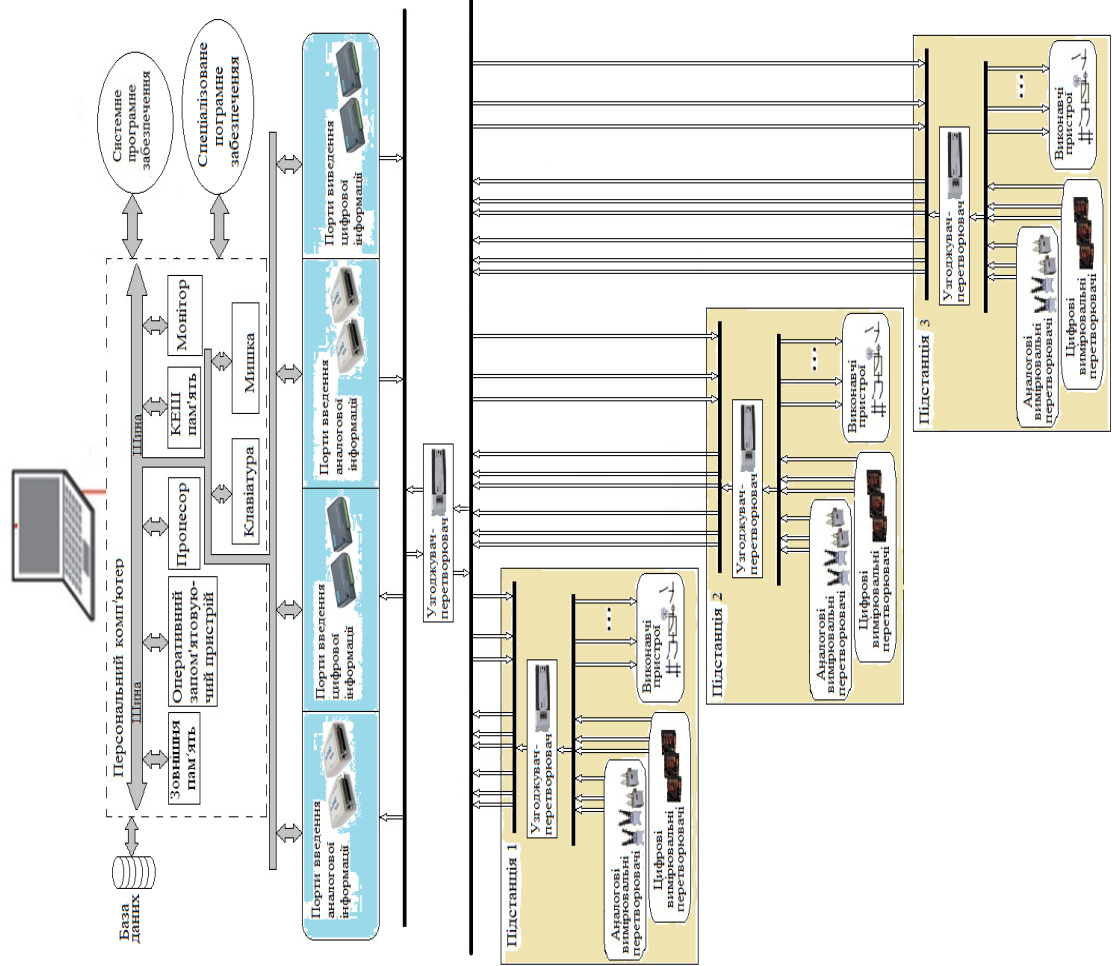


Рис. 2.11 Структурна схема автоматизованої системи керування енергопостачання для випадку забезпечення провідного зв'язку

Виробляється обробка сигналів за певними алгоритмами з формуванням баз даних та формуванням керуючих сигналів, які надходять на підстанцію (станцію) у зворотній послідовності – формуються команди управління для портів виведення сигналів, проводиться узгодження або перетворення сигналів з їхньою передачею у лінію зв'язку. На приймальній стороні проводиться зворотне перетворення та узгодження сигналів та їх передача на виконавчі пристрої.

Усі розглянуті процедури реалізуються під керуванням лише програмними засобами.

На рис. 2.12 показано структурну схему автоматизованої системи управління енергопостачання для випадку забезпечення бездротового зв'язку з використанням передачі даних по мережі Ethernet. В автоматизованій системі, побудованій за цією схемою, використовуються проміжні пристрої – конвертори чи перетворювачі.

Конвертори або перетворювачі сигналів призначені для перетворення аналогових та цифрових сигналів у вигляді послідовності даних у сигнали для їх передачі за інтерфейсом. Такі пристрої забезпечують бездротовий доступ до різних пристроїв автоматизованих систем керування технологічними процесами, автоматизованих систем обліку та контролю електроенергії, різних вимірювальних перетворювачів та приладів телеметрії, телемеханіки та інших пристроїв. При цьому забезпечується як пряме перетворення аналогових та цифрових сигналів з датчиків та вимірювальних пристроїв та їх передача в мережу Ethernet, так і зворотний прийом та перетворення даних з мережі Ethernet в аналогові та цифрові сигнали для керування різними пристроями, різними типами актуаторів (виконавчими пристроями).

За такої побудови система працює в такий спосіб. Вимірюються вихідні параметри за допомогою аналогових і цифрових вимірювальних перетворювачів. Сигнали (аналогові та цифрові) з виходів перетворювачів надходять на пристрій узгодження або перетворення. Далі сигнали передаються до перетворювачів аналогових і цифрових сигналів в Ethernet та поступають через бездротову мережу Ethernet до перетворювачів Ethernet в аналогові і цифрові сигнали.

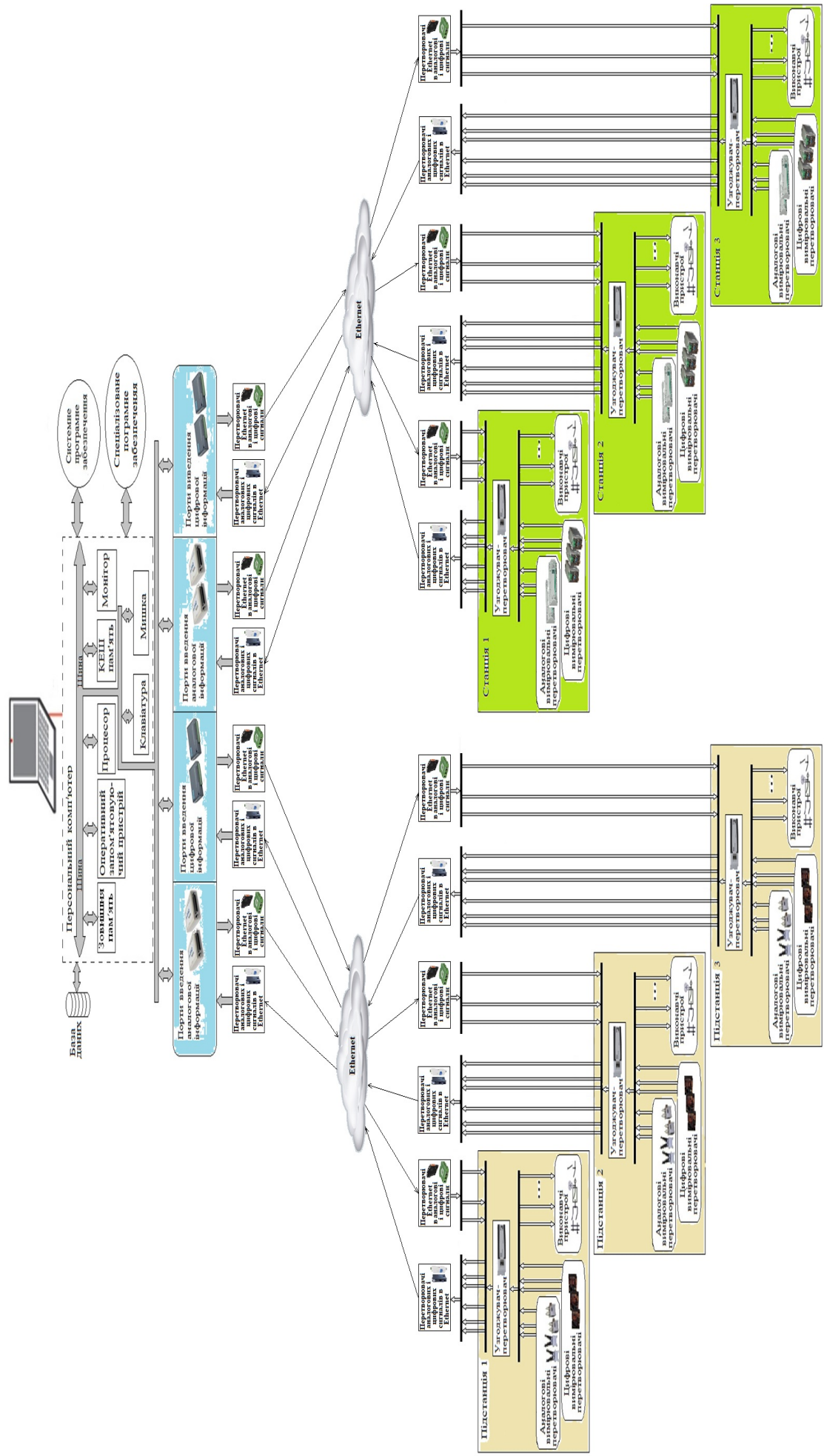


Рис. 2.12 Структурна схема автоматизованої системи управління енергопостачання для забезпечення бездротового зв'язку

з використанням передачі даних по мережі Ethernet

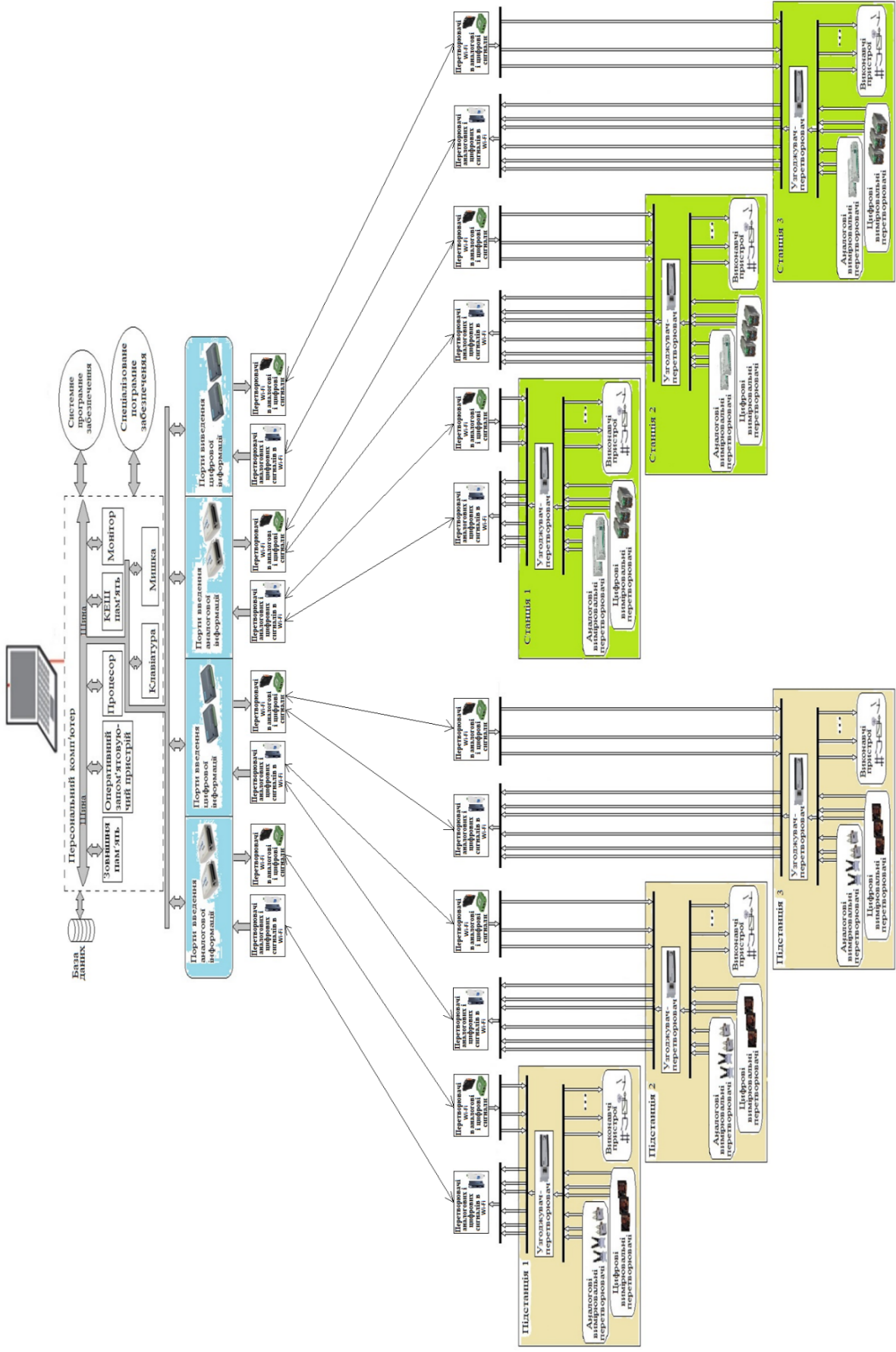


Рис. 2.13 Структурна схема автоматизованої системи управління енергостанцією для забезпечення бездротового зв'язку

з використанням передачі даних по мережі Wi-Fi

Після цього сигнали передаються до портів введення-виведення. З використанням програмного забезпечення проводиться введення сигналів у персональний комп'ютер (оперативний пристрій). Виробляється обробка сигналів за певними алгоритмами з формуванням баз даних та формуванням керуючих сигналів, які надходять на підстанцію (станцію) у зворотній послідовності – формуються команди управління для портів виведення сигналів, проводиться узгодження або перетворення сигналів з їхньою передачею у бездротову мережу Ethernet. На приймальній стороні проводиться зворотне перетворення та узгодження сигналів та їх передача на виконавчі пристрої.

Усі розглянуті процедури реалізуються під керуванням лише програмними засобами.

Можливо проводити та побудову системи управління з використанням технології WiFi. На рис. 2.13 показано структурну схему автоматизованої системи управління енергопостачання для випадку забезпечення бездротового зв'язку з використанням передачі даних по мережі WiFi. Однак при побудові такої системи існує обмеження на дальність передачі даних через WiFi. Існуючі спеціалізовані перетворювачі послідовних даних у мережу WiFi забезпечують передачу та прийом даних на відстані 20 – 90 км, що обмежує можливості побудови та використання автоматизованих систем керування енергопостачанням.

2.3 Обладнання системи

Порти введення виведення сигналів. Усі існуючі ПБВ мають низку основних базових елементів(рис.2.14): - АЦП (один АЦП на всі канали); - ЦАП (1 - 2); - Внутрішній підсилювач сигналів (один на всі канали); - Цифрові входи; - Цифрові виходи; - Лічильники (таймери); - Генератор тактової частоти; - Комутатор каналів; - Дешифратор адреси; - елементи формування переривань; - Внутрішні регістри.

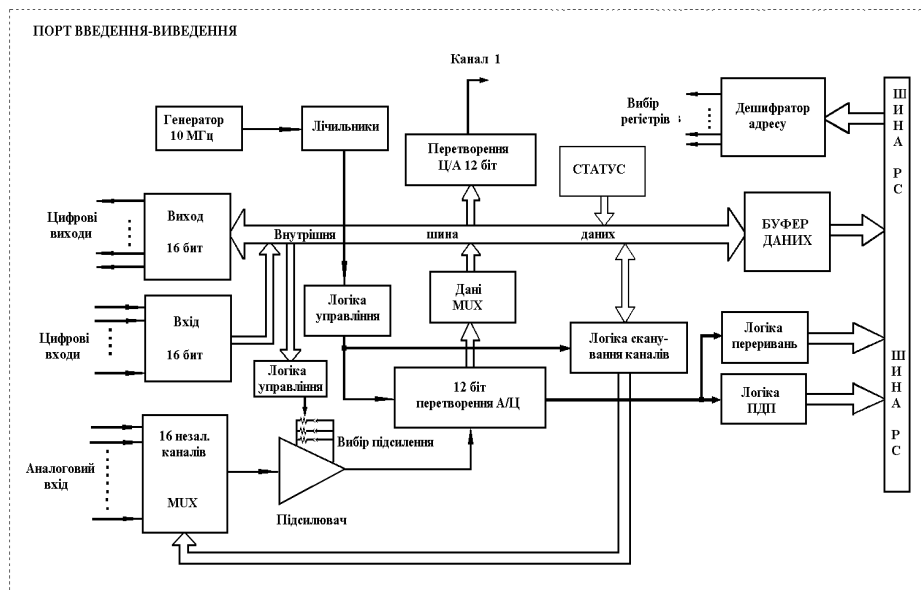


Рис.2.14 Загальна структура ПВВ

Порт введення виведення сигналів m-DAQ14.



Рис.2.15 Зовнішній вигляд порту m-DAQ14

Мікросистема збору даних m-DAQ14 (рис.2.15) призначена для введення/виводу аналогових та дискретних сигналів. Мікросистема може бути застосована як у складі мобільних, вимірювальних комплексів, і у лабораторних чи промислових умовах. m-DAQ14 є багатофункціональним вимірювальним модулем, що під'єднується до ПК через USB-інтерфейс (USB 2.0 HighSpeed). Підключення сигналів здійснюється через роз'єм, розташований на бічній стінці модуля.

Мікросистема включає:

- 14-розрядний аналогово-цифровий перетворювач з мультиплексуванням вхідних аналогових каналів;
- порт введення-виведення дискретних сигналів;

- 16-розрядний лічильник;
- 2-х каналний 12-ти розрядний цифро-аналоговий перетворювач (опція).

Мікросистема дозволяє працювати з 4-ма диференціальними або 8-ма каналами із загальною землею для введення аналогових сигналів. Кожен із аналогових каналів підключається до АЦП через програмно керований підсилювач, що дозволяє задавати один з чотирьох діапазонів вимірювання напруги (± 10 , ± 5 , ± 2.5 , ± 1.25 В). Модулі забезпечують безперервний (синхронізований за внутрішнім таймером) збір даних на частотах дискретизації АЦП від 65 Гц до 100 КГц. Цифрове введення-виведення представлене у вигляді 8-ми цифрових ліній, індивідуально конфігурованих на введення або виведення та сумісних з ТТЛ рівнями. На контактах зовнішнього роз'єму присутні напруги живлення для зовнішніх пристроїв $+5$ В та ± 15 В. Базова модель мікросистеми m-DAQ14 виконана у вигляді модуля в компактному корпусі з АВС-пластика, підключення до зовнішніх пристроїв здійснюється через роз'єм DB-25. OEM-версії мікросистем, виконані у вигляді плати, орієнтовані на вбудовані застосування. Для підключення до зовнішніх пристроїв у ній використовується дворядний штирковий з'єднувач типу IDC-26. Програмне забезпечення мікросистем містить драйвери, DLL-бібліотеку та приклади роботи з нею, ІІв-бібліотеку для середовища графічного програмування LabVIEW, та програму «Осцилограф-реєстратор».

Мікросистема збору даних m-DAQ14, як комплекс апаратних та програмних коштів, що забезпечує:

- синхронне введення даних з одного або декількох аналогових входів у масив, заданий користувачем;
- асинхронне та синхронне введення (виведення) даних з (на) ліній дискретного В/В DI/O A0..A7;
- побітову асинхронну установку та читання ліній дискретного В/В портів DI/O A0..A7;
- підрахунок імпульсів імпульсного сигналу на вході CLK.

Функціональні можливості мікросистем реалізуються системою команд:
встановлення частоти дискретизації АЦП;

- установка номерів опитуваних каналів АЦП, режимів їх підключення та вхідних діапазонів;
- читання масиву даних із АЦП; читання масивів даних з АЦП у безперервному режимі;
- читання стану ліній порту дискретного В/В;
- встановлення даних у порт дискретного В/В;
- встановлення частоти читання/запису даних з (на) ліній порту дискретного В/В;
- читання масиву даних з ліній дискретного В/В;
- запис масиву даних порт дискретного В/В;
- запуск лічильника зовнішніх подій;
- зупинення лічильника зовнішніх подій;
- читання результатів лічильника зовнішніх подій;
- встановлення вихідних діапазонів ЦАП (аналогових висновків AOUT 0 та AOUT 1);
- виведення даних на ЦАП;
- конфігурація та призначення ліній портів дискретного В/В.

Вимірювальні перетворювачі

Електронні вимірювальні перетворювачі (ЕВП) за характером вихідного сигналу ділять на аналогові та цифрові. Останні у свою чергу діляться за місцем здійснення аналого-цифрового перетворення (АЦП) сигналу та за характером вимірюваних величин. ЕВП мають різні конструктивні рішення. Як правило, вони складаються з наступних компонентів:

- вторинних трьох фазних ТТ на напругу 330 кВ, призначених для первинного вимірювального перетворення фазних струмів приєднання до пропорційних їм вторинні струми;

- апаратури аналого-цифрового перетворення (АЦП) та обробки вторинних аналогових сигналів ТТ, призначеної для реєстрації миттєвих значень фазних струмів приєднання, їх обробки та передачі на верхній рівень управління.

ЕВП може бути виконаний з цифровими та аналоговими виходами для передачі ВІ(вимірювальної інформації) цифровим та аналоговим системам захисту, автоматики та управління. Для реалізації процедур цифрового перетворення вимірювальних сигналів, їх первинної обробки та передачі на верхній рівень ЕВП будуються на основі мікропроцесорних пристроїв(рис.2.16). Реалізація ЕВП на базі мікропроцесорних пристроїв дозволяє широко використовувати передачі цифрових даних за стандартом ISO/IEC 8802-3 або по мережі Ethernet. Конструктивні рішення ЕВП дозволяють розміщувати їх як безпосередньо на первинному устаткуванні, яке скорочує довжину з'єднувальних проводів до кількох метрів, так і на віддаленому розташуванні.

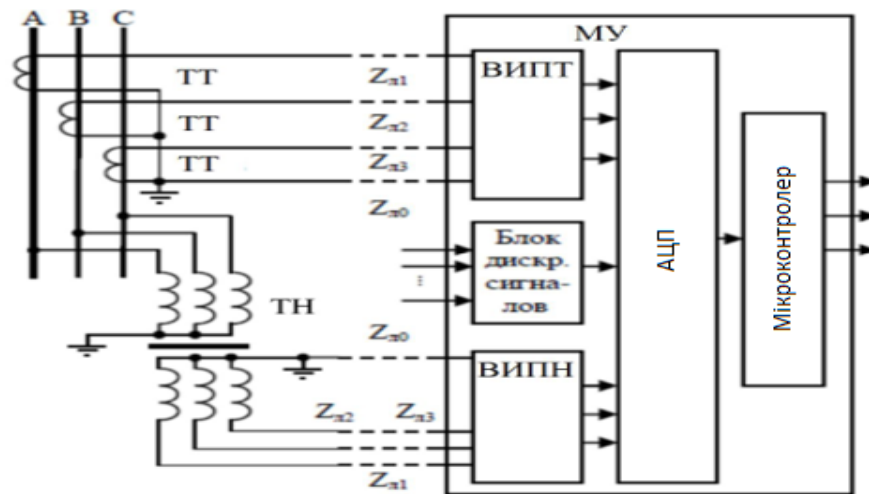


Рис.2.16 Одна із структур ЕВП на основі мікропроцесорного пристрою

Вимірювальний перетворювач MACX MCR (рис.2.17), для постійної напруги від 0 (+/-) 20 В DC до 0.. .(+/-) 660 В DC, вихідний сигнал (+/-) 10 V/ (+/-) 20 мА



Рис.2.17 Зовнішній вигляд вимірювального перетворювача MACX MCR

Вихідні дані	
Сигнал: Напруга	
Найменування, вихід	Вихід напруги
Вихідний сигнал, напруга	-10 В...10 В
Вихідний сигнал напруги, максимальний	≤ 11 В
Навантаження / вихідне навантаження, вихід напруги	> 10 к Ω
Пульсації	50 мВ
Сигнал: Струм	
Найменування, вихід	Вихід струму
Вихідний сигнал, струм	-20 мА...20 мА
Вихідний сигнал струму, максимальний	≤ 22 мА
Навантаження / вихідне навантаження, вихід струму	< 500 Ω
Макс. ємнісне навантаження	< 1000 пФ
Макс. індуктивне навантаження	1 мГн

P20Z - вимірювальний перетворювач змінного струму або напруги (рис.2.18)



Рис.2.18 Зовнішній вигляд P20Z

Перетворювач P20Z призначений для перетворення змінного або постійного струму без постійного компонента в стандартний сигнал постійного або постійної напруги. Вихідний сигнал передавача гальванічно ізольований від вхідного сигналу і джерела живлення.

- вхід: 0 ... 60/100/150/250/400/500/600 V ac, 0 ... 1/5 A ac,
- вихід: 0/4 ... 20 mA, 0 ... 10 V
- зовнішні розміри: 22,5 x 120 x 100 мм.

ТІТ-Р2 - Перетворювач вимірювальний змінного струму та напруги з RS-485



Рис.2.19 Зовнішній вигляд ТІТ-Р2

Перетворювач вимірювальний змінного струму та напруги з RS-485 та аналоговим виходом ТІТ-Р2 - призначений для вимірювання істинного діючого значення (TrueRMS) сигналів змінного струму, напруги та перетворення результатів уніфікований аналоговий сигнал постійного струму, а також передача вимірюваних значень каналом RS 485 , протокол Modbus RTU. Один програмований дискретний вихід Open collector (max 30V/500 mA), дозволяє задати користувачеві два програмованих значення спрацьовування.

Характеристики

- вимірювання діючого (середньоквадратичного) значення сигналів змінного струму та напруги незалежно від форми вимірюваного сигналу
- стандартні вхідні сигнали струму: 1A, 5A AC; за напругою: 57 - 500В AC
- стандартні вихідні аналогові сигнали 0-5mA, 0-20mA, 4-20mA, 0-10V
- вимірювання сигналу з частотою 50 - 400 Гц (кратно 50Гц)

Вимірювальний перетворювач змінного струму 50А, 100А, 1000А з RS-485 та аналоговим виходом ТІТ-НС - призначений для вимірювання істинного

діючого значення (TrueRMS) сигналів змінного струму та перетворення результатів в уніфікований аналоговий сигнал постійного струму, а також передача вимірюваних значень 485, протокол Modbus RTU. Вимірювальний перетворювач змінного струму ТІТ-НС поставляється з датчиком (трансформатором струму) з отвором діаметром 25 мм для вимірювання струму до 100А і 50 мм - для струмів до 1000А. Підключення датчика до перетворювача здійснюється дротом зі спеціальними роз'ємами. Довжина дроту 1,3 м.

Характеристики

- вимір справжнього діючого значення
- вхід 50А, 100А, 1000А АС
- стандартні вихідні аналогові сигнали 0-5мА, 0-20мА, 4-20мА, 0-10В або дискретний вихід
- вихід послідовного інтерфейсу RS-485, протокол Modbus RTU
- наведена похибка 0.5% для аналогового виходу, 0.1% для RS-485 (50А, 100А), 0.2% для RS-485 (1000А)

Модем PROMODEM WiFi-485-AC



Рис.2.20 Зовнішній вигляд модем PROMODEM WiFi-485-AC

Цей пристрій встановлюється на вході перед портом введення виводу та у зворотному напрямку

Модем PROMODEM WiFi-485-AC для підключення пристрою RS-485 до WLAN підприємства.

- Промисловий WiFi Модем / Конвертер / Перетворювач.

- Бездротовий доступ до пристроїв: АСУ ТП, АСКУЕ та АСТУЕ, телеметрії та телемеханіки, що знаходяться в зоні покриття Wi-Fi локальної мережі підприємства.

АСТ20С – перетворювач сигналів із Ethernet інтерфейсом



Рис.2.21 Зовнішній вигляд АСТ20С

АСТ20С це мережний перетворювач сигналів для сигналів струму та напруги. Вхід/Вихід: стандартний сигнал 0/4...20mA та 0...10V DC . Можна ставити як на вхід для перетворення аналог - Ethernet, так і зворотному напрямку.



Рис.2.22 Зовнішній вигляд ІОТ-N310

Сервер послідовних пристроїв ІОТ-N310 призначений для підключення послідовних пристроїв до мережі та забезпечення доступу з будь-якої точки світу. За допомогою цього пристрою послідовні дані можна прозоро передавати на віддалений комп'ютер або хмару з POS-терміналів, промислового обладнання, датчиків ІоТ тощо .

Перетворювач сигналу VarnMini-05



Рис.2.23 Зовнішній вигляд BarnMini-05

BarnMini-05 пропонує компактний спосіб перетворення послідовних даних RS422/RS485, 4 x GPI та 4 x GPO в Ethernet. Модуль може служити інтелектуальним мостом між багатьма пристроями сторонніх виробників.

Baykon модель DTU-H100 WiFi Device Server



Рис.2.24 Зовнішній вигляд Baykon модель DTU-H100 WiFi Device Server

Baykon модель DTU-H100 WiFi Device Server - це перетворювач RS232/RS485 або Ethernet у WiFi і найкращий вибір для передачі даних зважування бездротовою IP-с

Характеристики:

- Вбудований UART у пристрій Wi-Fi, апаратне управління потоком (RTS/CTS) інтерфейс RS232
- Підтримка бездротових стандартів IEEE802.11b/g/n
- Підтримка мережевих протоколів TCP/UDP/HTTP/TLS/Modbus RS485/Ethernet
- RS232 RS485 автоматичне перемикання
- Підтримка режиму роботи як STA/AP/AP+STA

- Підтримка мережного режиму маршрутизатора/моста
- Підтримка набору інструкцій AT+ для конфігурування
- Підтримка дружньої веб-сторінки конфігурації
- Одиночне джерело живлення постійного струму 18 В - 1 x RS 232, 1 x RS485, 1 x RJ-45 та стандартний бездротовий інтерфейс 802.11b/g
- Працює як точка доступу, станція та шлюз Швидкість передачі даних 54 Мбіт/с та ефективна передача даних максимум 20 Мбіт/с
- Повнофункціональний стек мережних протоколів
- Вбудований веб-сервер та програма-майстер для конфігурації .

Висновки по розділу 2

В даному розділі було розглянуто загальну концепцію побудови автоматизованих систем керування енергопостачанням , структуру побудови в залежності від типу передачі даних (дротове , бездротове:Ethernet, Wi-Fi) та розглянуто і наведено приклади обладнання яке використовується в автоматизованих системах . З розглянутого матеріалу я можу зробити висновок що найнадійнішим методом передавання інформації виступає дротове передання інформації, а також що для автоматизованих систем використовується специфічне обладнання .

РОЗДІЛ 3

ІНТЕГРОВАНЕ СЕРЕДОВИЩЕ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОПРСТАЧАННЯМ

3.1 Організаційна структура програмного забезпечення автоматизованої системи керування енергопостачанням

До складу системи входять такі підсистеми:

1. Управління процесами;
2. Управління основною пам'яттю;
3. Управління зовнішньою пам'яттю;
4. Управління пристроями вводу/виводу;
5. Управління файлами;
6. Захист системи;
7. Мережева підтримка;
8. Командний інтерфейс системи.

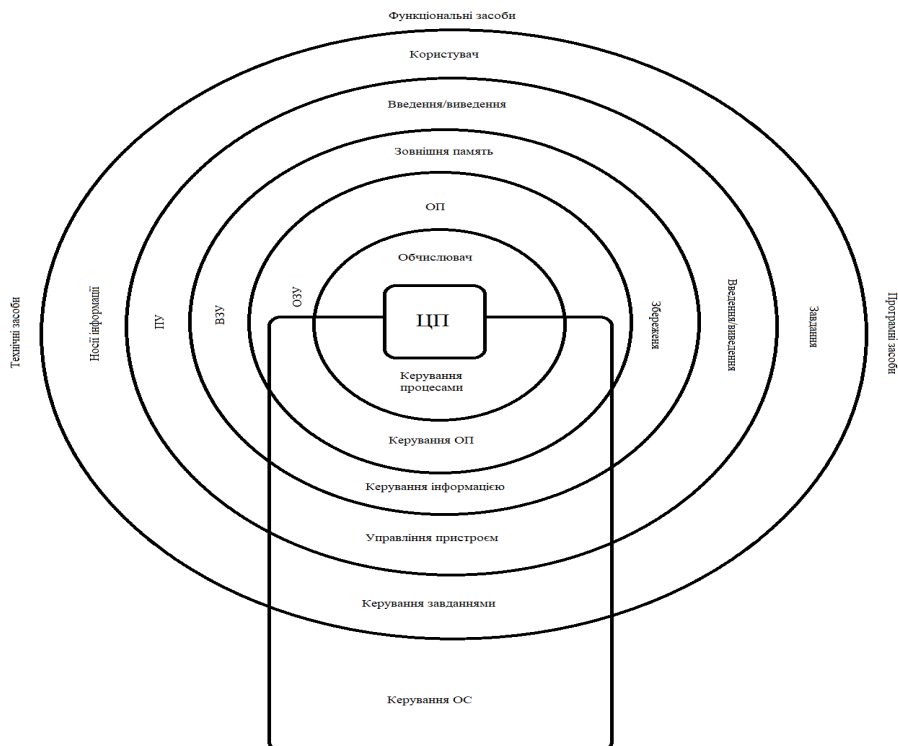


Рис.3.1 Узагальнена структура керуючої програми

Управління процесами

Процес – це програма у стадії виконання. Процесу необхідні певні ресурси, включаючи процесорний час, пам'ять, файли та пристрої вводу/виводу для виконання своїх завдань. ОС відповідає за такі дії у зв'язку з управлінням процесами:

- створення та видалення процесів;
- призупинення та відновлення процесів;
- забезпечення механізмів синхронізації процесів;
- забезпечення механізмів взаємодії процесів.

Управління основною пам'яттю

Пам'ять є великим масивом слів або байт, кожен з яких має власну адресу. Це сховище даних, яких забезпечується швидкий доступ, розподілений між процесором і пристроями вводу/вивода. Основна пам'ять енергозалежний пристрій і втрачає вміст у разі руйнування системи. ОС відповідає за такі дії у зв'язку з керуванням пам'яттю:

- веде облік у тому, яка частина пам'яті зараз використовується;
- приймає рішення про завантаження процесів під час звільнення простору ОП;
- розподіляє та звільняє простір ОП відповідно до чинних стратегій.

Управління зовнішньою пам'яттю

Оскільки основна пам'ять (первинна пам'ять) енергозалежна і дуже мала для розміщення всіх даних і програм постійно, ВС повинна забезпечити вторинну пам'ять для збереження основної пам'яті. Більшість сучасних ВС використовують диски як засіб оперативного зберігання, як програм і даних. ОС відповідає за такі дії у зв'язку з керуванням зовнішньої пам'яттю:

- керування вільним простором;
- розподіл пам'яті;
- керування диском.

Підсистема керування пристроями введення/виводу

Підсистема введення/виводу складається з:

- системи кешування – буферування;

- загальний інтерфейс драйверів пристроїв;
- драйвери спеціалізованих пристроїв.

Підсистема керування файлами

Файл є набором взаємозалежної інформації, визначеної під час створення. Крім власне даних, файли представляють програми, як у вихідному, і у об'єктному вигляді.

Підсистема ОС відповідає за такі дії у зв'язку з керуванням файлами:

- створення файлів;
- створення та видалення підкаталогів;
- підтримка операцій для маніпулювання з файлами та підкаталогами;
- представлення файлів у зовнішній пам'яті;
- Вивантаження файлів на інші зовнішні пристрої.

Захист системи

Захист системи передбачає наявність механізму для управління доступом програм, процесів та користувачів до системних та користувальницьких ресурсів.

Механізм захисту повинен:

- розрізняти авторизоване та не авторизоване використання;
- визначити елементи управління, які будуть задіяні;
- забезпечити засоби реалізації.

Мережеве забезпечення

Розподілена система - набір процесорів, які розподіляють пам'ять чи кожен процесор має власну локальну пам'ять. Процесори в системі з'єднані за допомогою комп'ютерної мережі та забезпечують користувачам доступ до різних системних ресурсів, що дозволяють:

- збільшити швидкість обчислень;
- збільшити обсяг доступної інформації;
- підвищити надійність

Командний інтерфейс системи

Безліч команд в ОС призначене для виконання функцій управління, які мають справу з:

- створенням та управлінням процесів;
- керуванням введенням/виводом;
- керуванням зовнішньої пам'яттю;
- керуванням основною пам'яттю;
- доступом до файлової системи;
- захистом;
- мережним забезпеченням.

Програма, яка читає та інтерпретує команди управління, називається по-різному:

- інтерпретатор керуючих карток;
- процесор команд консолей
- shell (у Unix)

Їхньою функцією є прийняти та виконати чергове твердження.

Сервіси операційних систем

- виконання програм - здатність системи завантажувати програму на згадку і виконувати її;
- операції вводу/виводу, оскільки програми користувача не можуть виконувати операції вводу/виводу безпосередньо, ОС повинна забезпечувати деякі засоби для їх виконання;
- маніпуляції з файловою системою виражаються у забезпеченні здатності читати, писати, створювати та видаляти файли;
- взаємодія та обмін інформацією між процесами, що виконуються, на одному комп'ютері або на різних системах, пов'язаних за допомогою мережі, застосовується через розподілену пам'ять або передачу повідомлень;
- Виявлення помилок - гарантія правильності обчислень за допомогою виявлення помилок у процесорі, пам'яті, пристроях вводу/виводу або в програмах користувача.

3.2 Побудова графічного інтерфейсу управління автоматизованою системою управління енергопрстачанням

Головним елементом системи управління автоматизованою системою є графічний інтерфейс, який реалізується за допомогою програмного забезпечення. Інтерфейс – це стандарт взаємодії між об'єктами. Інтерфейс у технічному значенні слова задає параметри, процедури та характеристики взаємодії об'єктів.

Інтерфейси у загалом забезпечують вирішення наступних основних завдань (рис. 3.2):

- введення команд, направлення запиту;
- отримання відповіді системи у зрозумілій формі (текст, зображення, звук);
- обмін інформацією між пристроями, програмами, системами;
- взаємодія людини та операційної системи;
- управління програмними засобами, апаратними комплексами;
- отримання інформації про помилки (порушення алгоритму) та варіанти їх виправлення.



Рис. 3.2 Основні завдання, які вирішуються інтерфейсами у програмному забезпеченні систем управління

Інтерфейсом користувача називають набір програмних і апаратних засобів, що забезпечують взаємодію користувача з комп'ютером.

Інтерфейс користувача включає три поняття: спілкування програми з користувачем, спілкування користувача з додатком, мова спілкування. Мова

спілкування визначається розробником програмної програми. Властивістю інтерфейсу є конкретність і наочність. Інтерфейс користувача залежить від інтерфейсу, що забезпечується операційною системою.

За типом інтерфейсу користувача інформаційні технології поділяються на системні і прикладні інтерфейси (рис 3.3).

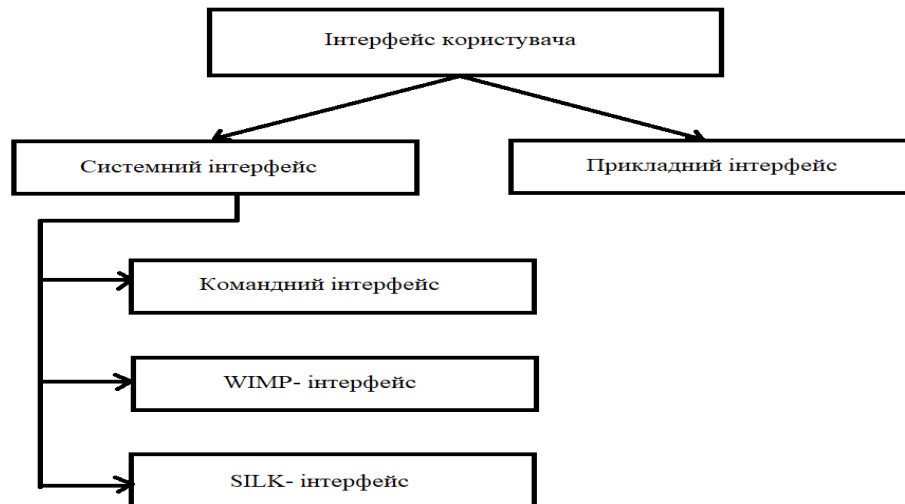


Рис.3.3 Типи інтерфейсів користувача

Системний інтерфейс – це набір прийомів взаємодії з комп'ютером, що реалізується операційною системою або надбудовою. Системні операційні системи підтримують командний, WIMP- та SILK-інтерфейси.

Командний інтерфейс – це інтерфейс, який забезпечує видачу на екран системного запрошення для введення команди. Він реалізований у вигляді пакетної технології та технології командного рядка.

WIMP – інтерфейс (Window – вікно, Image – образ, Menu – меню, Pointer – покажчик) – це інтерфейс, у якому діалог із користувачем ведеться з допомогою графічних образів. Команди подаються машині через графічні зображення.

SILK-інтерфейс (Speech - мова, Image - образ, Language - мова, Knowledge - знання) - це інтерфейс, в рамках якого йде звичайна розмова людини та комп'ютера. При цьому комп'ютер знаходить собі команди, аналізуючи людську мову і знаходячи у ній ключові фрази. Результат виконання команд він також перетворює на зрозумілу людині форму.

При цьому графічний інтерфейс будується з урахуванням використання елементів взаємодії користувача з комп'ютером.

Елемент взаємодії - це елемент інтерфейсу користувача, за допомогою якого користувач безпосередньо взаємодіє з програмою або обчислювальною системою.

Розрізняють активні та пасивні елементи взаємодії (рис. 3.4).

Пасивний елемент взаємодії - це елемент інтерфейсу користувача, через який користувач не має прямого доступу до системних або програмних ресурсів, тобто не може керувати або змінювати ці ресурси безпосередньо. До пасивних елементів взаємодії належать інформаційні повідомлення, підказки тощо.

Активний елемент взаємодії - це елемент інтерфейсу користувача, через який користувач має прямий доступ до системних і програмних ресурсів з можливістю безпосереднього управління і їх зміни. До активних елементів взаємодії відносяться команди управління системними налаштуваннями та програмними ресурсами, засоби конфігурації системи, команди роботи з файловими системами, команди передачі повідомлень та керуючих сигналів тощо.

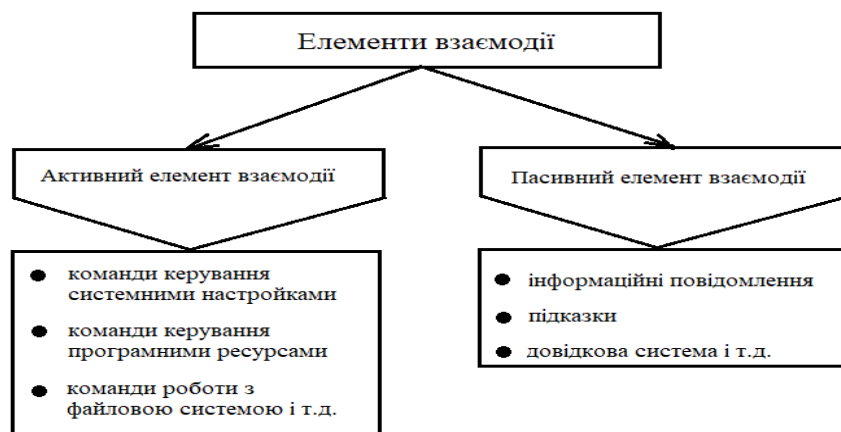


Рис.3.4 Елементи взаємодії в інтерфейсі користувача

Графічний інтерфейс управління автоматизованою системою управління енергосистемою розроблявся у візуальному середовищі проектування

VisualStudio. Microsoft Visual Studio – повнофункціональне інтегроване середовище розробки (IDE) з підтримкою популярних мов програмування, серед яких C, C++, VB.NET, C#, F#, JavaScript, Python.

Функціональність Visual Studio охоплює всі етапи розробки програмного забезпечення, надаючи сучасні інструменти для написання коду, проектування графічних інтерфейсів, складання, налагодження та тестування програм. Можливості Visual Studio можуть бути доповнені шляхом підключення потрібних розширень.

Середовище розробки має такі переваги:

- вбудовані інструменти інтеграції з GitHub, GIT, а також Visual Studio Team Services для швидкого тестування, складання, пакування та розгортання різних типів програм;
- публікація створених програм у Microsoft Azure через сервіс Visual Studio Team Services;
- підтримка практично всіх мов програмування;
- велика бібліотека шаблонів, готових фрагментів коду та сніпетів з можливістю додавання своїх елементів;
- одночасна робота з кількома проектами (у кількох вікнах);
- інтерфейс можна поділити на дві панелі для порівняння коду;
- функція налагодження.

Дизайнер форм Visual Studio незамінний при розробці програм з графічним інтерфейсом, допомагаючи спроектувати зовнішній вигляд майбутньої програми та роботу кожного елемента інтерфейсу. При побудові графічного інтерфейсу керування використовуються компоненти VisualStudio. Компоненти графічного

інтерфейсу можна розділити на дві категорії: базові компоненти та контейнери відповідно до їх функцій (рис. 3.4).

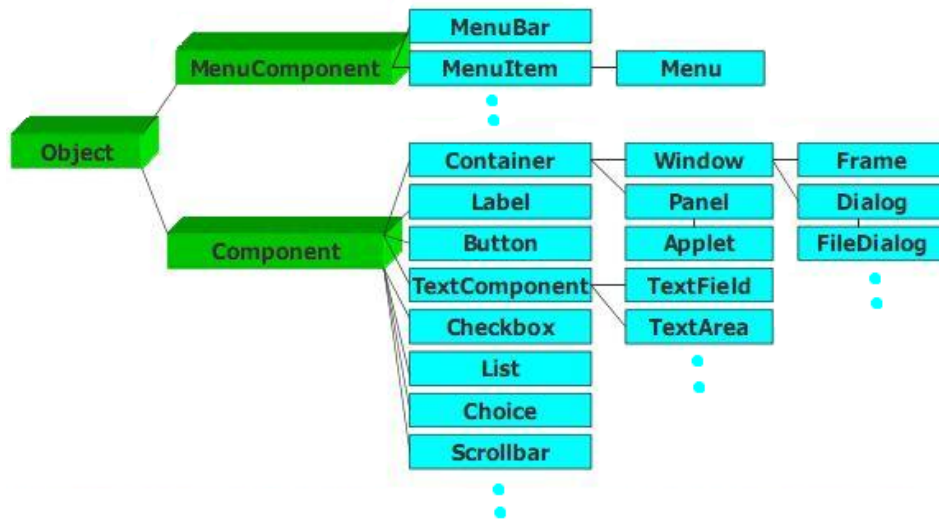


Рис.3.4 Компоненти графічного інтерфейсу

Використання компонентів під час створення графічного інтерфейсу управління автоматизованої системи управління енергосистемою базується на основних поняттях об'єктно-орієнтованого програмування:

- об'єкт (Object)– форма, а також елементи управління, що знаходяться на формі, яку можна використовувати для створення програми, кожен об'єкт має певні властивості, методи та події;
- властивість (Property) – характеристика форми або елемента управління, що визначає зображення об'єктів на екрані, їхню поведінку та назву;
- метод (Method) – дія, яка може виконати елемент управління або форма, наприклад, метод Hide форми видаляє її з екрана, а метод Show знову виводить її на екран;
- подія (Event) – дія, яку може виконати користувач над об'єктом, наприклад клацання мишею, або натискання клавіші, вибір пункту меню;
- інкапсуляція - це поєднання даних та характеристик поведінки об'єкта в одному пакеті;
- успадкування - це процес, з якого один об'єкт може успадковувати властивості іншого і додавати до них риси, характерні тільки для нього, зміст і

універсальність успадкування в тому, що не треба щоразу описувати новий об'єкт, достатньо вказати "батька" (базовий клас) та описати відмінні особливості;

- поліморфізм (від грец. "багатоликість") означає, що метод з одним ім'ям може застосовуватися до споріднених об'єктів, тобто "нащадки" знають які методи вони повинні використовувати.

При цьому елементи управління є візуальними класами, які отримують введені користувачем дані і можуть ініціювати різні події (повідомлення). У свою чергу, події викликають (ініціалізують) об'єкти, які реалізують певні обчислювальні алгоритми або команди управління як об'єктами графічного інтерфейсу, так і зовнішніми об'єктами з видачею або прийомом команд управління, а також формують повідомлення, які передаються іншим об'єктам.

При створенні графічного інтерфейсу управління всі компоненти розміщуються на формі, а сама форма утворює систему взаємодіючих об'єктів, які мають певні властивості, методи і можуть реалізувати певні події (рис. 3.5). Спосіб їхньої взаємодії, як зазначалося вище, заснований на об'єктно-орієнтованому програмуванні з використанням подій, що визначають стан об'єкта, що задається та змінюється значеннями його ознак.

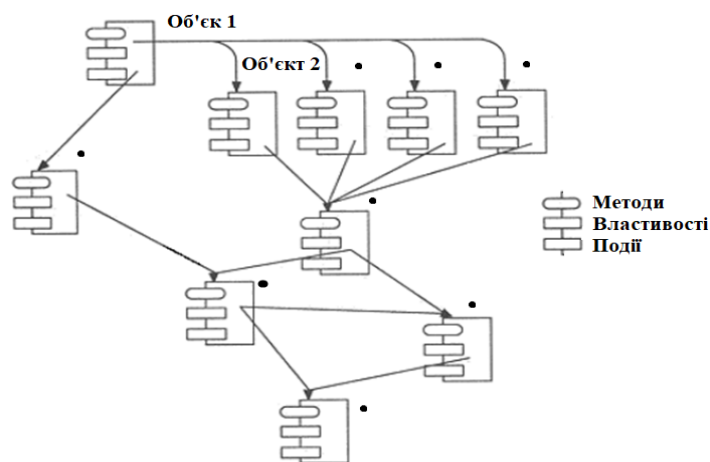


Рис.3.5 Топологія взаємодії об'єктів

Фактично, основним елементом такої конструкції є модуль, складений з логічно пов'язаних об'єктів. При цьому використовуються шаблони, які визначають набір операторів, за допомогою яких реалізується певна процедура.

Шаблонами можуть бути: шаблони об'єктів, шаблони функцій, шаблони класів, шаблони колекцій, структурні шаблони, графічні шаблони, шаблони поведінки та інші. Використання взаємодії між об'єктами забезпечує розгалуження потоків керування. При цьому ускладнення системи з точки зору управління забезпечується за рахунок використання кластерів абстракцій (об'єктів), що утворюють шари. На кожному рівні абстракції можна виділити сукупності об'єктів, що взаємодіють один з одним для реалізації поведінки, що відноситься до більш високого рівня.

Такий підхід дозволяє реалізовувати ієрархічну багаторівневу структуру управління - формувати головний графічний інтерфейс управління з реалізацією налаштувань системи, команд управління, викликів міні-інтерфейсів управління, які, у свою чергу, реалізують свої команди управління і міні-інтерфейси. При цьому можливо викликати і реалізовувати різні програми у вигляді окремих екранних форм, що будуються з аналогічною багаторівневою архітектурою, і реалізують певні завдання в системі управління енергосистемою.

Загальна структура графічного інтерфейсу управління автоматизованою системою управління енергосистемою показана на рис. 3.6.

Структура графічного інтерфейсу управління має багаторівневу організацію. Вона включає головний рівень або рівень головного меню (I) (рис. 3.6). На даному рівні формуються команди управління, які забезпечують доступ до контейнерів і панелей, які розташовані в головному графічному інтерфейсі, або виклик окремих додатків, що реалізують свої графічні інтерфейси з ієрархічною структурою, аналогічною структурі головного графічного інтерфейсу управління.

Контейнери та панелі головного графічного інтерфейсу, у свою чергу, можуть містити різні елементи керування, такі як кнопки, панелі, контейнери, перемикачі, діалогові вікна, меню, текстові та графічні вікна та інші елементи. Вони формують наступний II рівень управління або рівень підменю I, або міні-інтерфейс управління другого рівня.

Цей рівень використовується для введення та відображення необхідної інформації, формування команд управління та вирішення інших необхідних завдань.

Елементи другого рівня, у свою чергу, можуть забезпечувати виклик або перехід до контейнерів та панелей, які також можуть містити різні елементи керування, такі як кнопки, панелі, контейнери, перемикачі, діалогові вікна, меню, текстові та графічні вікна та інші елементи. Вони формують наступний III рівень управління або рівень підменю II, або міні-інтерфейс управління третього рівня.

Цей рівень також використовується для введення та відображення необхідної інформації, формування команд управління та вирішення інших необхідних завдань.

Така структура повторюється на наступних рівнях, що формує ієрархію побудови системи управління з переходом за рівнями по вертикалі та аналогічним поверненням до головного інтерфейсу управління. При цьому кожен рівень забезпечує вирішення своїх необхідних завдань. Програми, що викликаються з головного графічного інтерфейсу управління будуються за аналогічною архітектурою.

Така побудова системи управління забезпечує її гнучкість та можливість розширення зі створенням окремих додатків, які використовують єдині дані, які мають зберігатися в єдиній базі даних.

На рис. 3.7 показано реалізацію графічного інтерфейсу управління автоматизованої системи управління енергопостачанням з використанням середовища розробки VisualStudio.

Інтерфейс включає головне меню, графічні інструменти меню, що реалізують головні функції меню та панелі з елементами керування для введення та відображення інформації.

Елементами управління головного меню є такі.

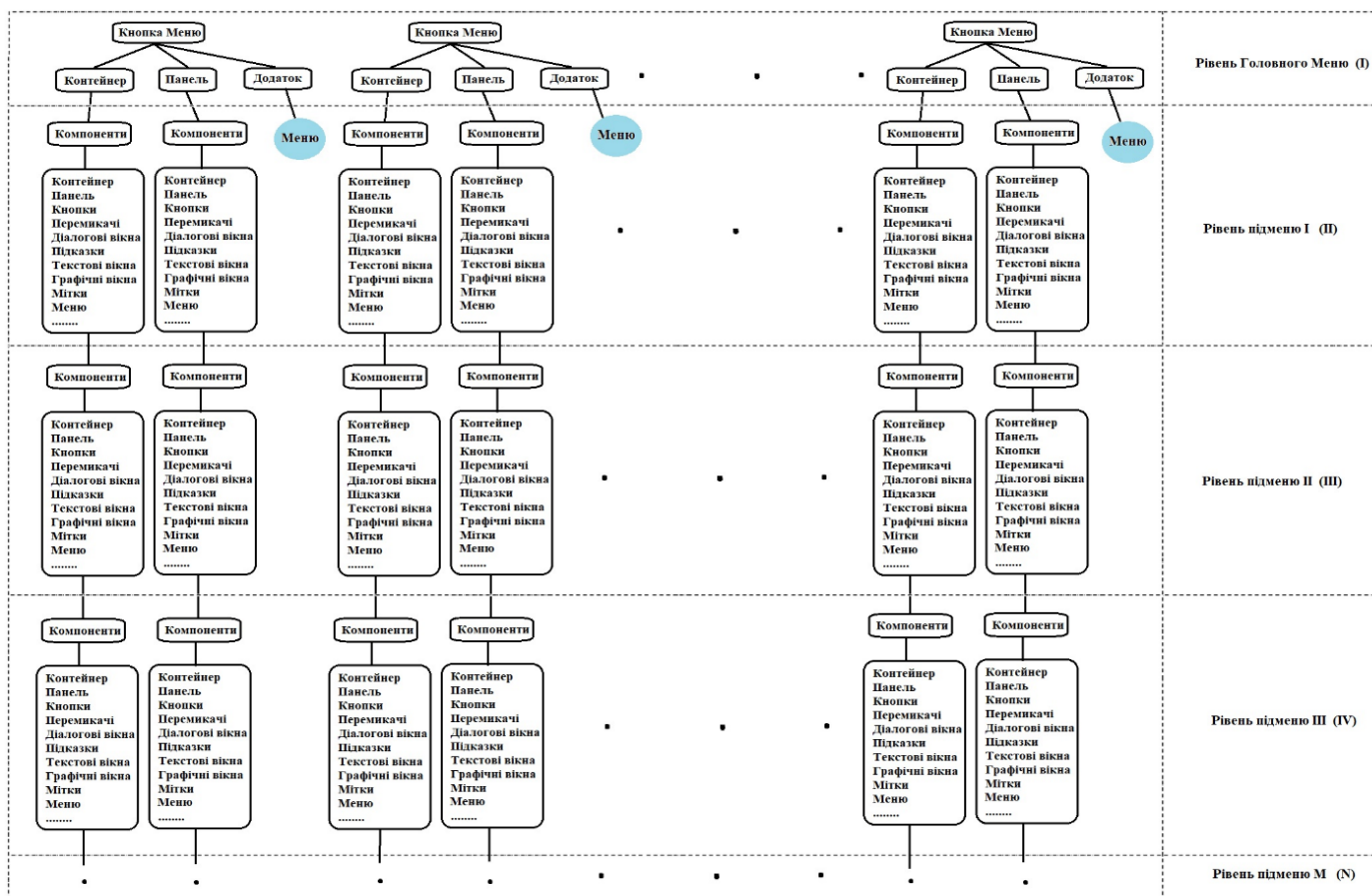


Рис.3.6 Структура графічного інтерфейсу управління автоматизованою системою управління енергосистемою

Налаштування порту. Відкриває доступ до панелі керування параметрами порту введення-виводу аналогової та цифрової інформації. Дозволяє вводити номер порту, режим його включення (поодинокі канали та диференціальне включення), коефіцієнт посилення внутрішнього підсилювача порту, що визначає чутливість аналого-цифрового перетворювача (АЦП) на одиницю молодшого розряду, режим опитування каналів АЦП (послідовний або вибірковий), частота перетворення канал, чутливість аналого-цифрового перетворювача (АЦП) на одиницю молодшого розряду, поріг виявлення корисного сигналу на рівні перешкод, затримка читання даних з АЦП (максимальний час очікування даних для збійної ситуації), затримка виведення на екран в реальному часі даних для запобігання мерехтіння зображення, максимальний обсяг даних всіх каналів зміни. Панель управління також дозволяє проводити налаштування аналогових каналів вимірювання та

управління – вибір кількості каналів, послідовність вимірювання каналами (прийом сигналів) та послідовність управління каналами (видача керуючих сигналів). Аналогічно здійснюється вибір кількості цифрових каналів для вимірювання та кількості цифрових каналів для керування.

Вимірювання цифрових сигналів і видача керуючих сигналів проводиться тільки послідовно за зростанням номера каналу.

Вибір датчиків. Відкриває доступ до панелі керування вибору датчиків Напруги, струму та потужності, які й користуються на станціях та підстанціях. При цьому використовується вибір типу датчика (1, 2, 3) до яких автоматично прив'язується його калібрувальна характеристики, яка встановлюється за допомогою команди головного меню Калібрування.

Прив'язування каналів. Відкриває доступ до панелі керування прив'язки вимірювальних датчиків до аналогових та цифрових каналів вимірювання вхідної інформації – датчики струму, датчики напруги та датчики потужності. Панель керування також використовується для прив'язки аналогових та цифрових каналів порту введення-виведення до каналів керування (вибір каналів керування). Панель керування має додаткові функції, які забезпечують задання часу для проведення вимірювань з певним інтервалом, а також вибір режиму виведення інформації в інтерфейс керування (оновлення інформації) – автоматичний з інтервалом часу проведення вимірювань або в ручному режимі в будь-який необхідний час. При виведенні інформації використовуються уставки у параметрах порту введення-виведення (затримка спрацьовування та затримка виведення).

Контроль стану. Відкриває доступ до панелі керування відображення поточних параметрів стану станцій та підстанцій. Як параметри контролю використовується відображення стану підключення (включено - відключено), відображення поточного значення напруги, струму, потужності та частоти в межах допустимих норм, а також відсоток їх відхилення від значень норм.

НАСТРОЮВАННЯ ПОРТА

Параметри порта

Номер	1
Режим вилучення	2
Підсилення	1
Режим опитування	4
Частота опитування	1000 Гц
Розрешена здатність	2.44 мВ
Інтервал опитування	1000 мкс
Поріг виявлення	5 мВ
Затримка спрацювання	5000 мс
Затримка виведення	10 мс
Об'єм для запису	20 Мб

АНАЛОГОВІ КАНАЛИ

Аналогові канали вимірювань (ААД)

Вибір каналів

1 канал	2 канал	3 канал
4 канал	5 канал	6 канал
7 канал	8 канал	9 канал
10 канал	11 канал	12 канал
13 канал	14 канал	15 канал

Послідовність вимірювання (ААД)

1 канал	2 канал	3 канал	4 канал
5 канал	6 канал	7 канал	8 канал
9 канал	10 канал	11 канал	12 канал
13 канал	14 канал	15 канал	

ЦИФРОВІ КАНАЛИ

Цифрові канали вимірювань (ЦД)

Вибір каналів

1 канал	2 канал	3 канал
4 канал	5 канал	6 канал
7 канал	8 канал	9 канал
10 канал	11 канал	12 канал
13 канал	14 канал	15 канал

Цифрові канали управління (ЦУ)

Вибір каналів

1 канал	2 канал	3 канал
4 канал	5 канал	6 канал
7 канал	8 канал	9 канал
10 канал	11 канал	12 канал
13 канал	14 канал	15 канал

КОНТРОЛЬ СТАНУ

Підстанція 1

Включена Відключена

Напряга Струм Потужність Частота

Відхилення %

Підстанція 2

Включена Відключена

Напряга Струм Потужність Частота

Відхилення %

Підстанція 3

Включена Відключена

Напряга Струм Потужність Частота

Відхилення %

Станція 1

Включена Відключена

Напряга Струм Потужність Частота

Відхилення %

Станція 2

Включена Відключена

Напряга Струм Потужність Частота

Відхилення %

ВИБІР ДАТЧИКІВ

Датчики напруги

Станція 1

Тип 1 Тип 2 Тип 3

Станція 2

Тип 1 Тип 2 Тип 3

Станція 3

Тип 1 Тип 2 Тип 3

Датчики струму

Станція 1

Тип 1 Тип 2 Тип 3

Станція 2

Тип 1 Тип 2 Тип 3

Станція 3

Тип 1 Тип 2 Тип 3

Датчики потужності

Станція 1

Тип 1 Тип 2 Тип 3

Станція 2

Тип 1 Тип 2 Тип 3

Станція 3

Тип 1 Тип 2 Тип 3

ПРИВ'ЯЗКА КАНАЛІВ

АНАЛОГОВІ КАНАЛИ ВИМІРЮВАНЬ

Датчики напруги

Канали 1, 2, 3

Датчики струму

Канали 4, 5, 6

Датчики потужності

Канали 7, 8

ЦИФРОВІ КАНАЛИ ВИМІРЮВАНЬ

Датчики напруги

Канали 1, 2, 3

Датчики струму

Канали 4, 5, 6, 7

Датчики потужності

Канали 8, 4, 8

АНАЛОГОВІ КАНАЛИ УПРАВЛІННЯ

Станція 1

Канали 1, 2

Станція 2

Канали 3

Станція 3

Канали 5

ЦИФРОВІ КАНАЛИ УПРАВЛІННЯ

Станція 1

Канали 1, 7

Станція 2

Канали 3

Станція 3

Канали 5

Період вимірювань, секунди

60

Виведення даних

Автомат. Ручний

ПЕРЕГЛЯД ПОТОЧНИХ ДАНИХ ВИМІРЮВАНЬ НАПРУГИ

Підстанція 1	Підстанція 2	Підстанція 3
Станція 1	Станція 2	Станція 3

Номер елемента = 0
 Значення = -163.3249
 Номер елемента = 1
 Значення = -177.354
 Номер елемента = 2
 Значення = -189.807
 Номер елемента = 3
 Значення = -199.8536
 Номер елемента = 4
 Значення = -208.1223
 Номер елемента = 5
 Значення = -214.2016
 Номер елемента = 6
 Значення = -218.1407
 Номер елемента = 7
 Значення = -219.4626
 Номер елемента = 8
 Значення = -216.8526
 Номер елемента = 9
 Значення = -212.9326
 Номер елемента = 10
 Значення = -205.1077
 Номер елемента = 11
 Значення = -196.156
 Номер елемента = 12
 Значення = -185.2315
 Номер елемента = 13
 Значення = -172.4562
 Номер елемента = 14
 Значення = -157.5579
 Номер елемента = 15
 Значення = -141.8814
 Номер елемента = 16
 Значення = -124.3873
 Номер елемента = 17
 Значення = -105.6504
 Номер елемента = 18
 Значення = -85.85784
 Номер елемента = 19
 Значення = -65.2073
 Номер елемента = 20
 Значення = -43.3654
 Номер елемента = 21
 Значення = -20.3654
 Номер елемента = 22
 Значення = -0.2031154
 Номер елемента = 23
 Значення = 21.762081
 Номер елемента = 24
 Значення = 43.50751
 Номер елемента = 25
 Значення = 64.81941

Закрити

ГРАФІК ПОТОЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ НАПРУГИ

Підстанція 1 Підстанція 2 Підстанція 3

Станція 1 Станція 2 Станція 3

Закрити

Рис. 3.7 Реалізація графічного інтерфейсу управління автоматизованою системою управління енергопостачанням 3 використанням середовища розробки Visual Studio

Управління станціями та Управління підстанціями. Команди головного меню, які забезпечують виклик окремих додатків, що реалізують процедури управління вибору кількості станцій і підстанцій, що підключаються, відображення індивідуальних панелей управління включенням і відключенням станцій і підстанцій, фіксацію їх роботи в реальному часі, проведення контролю напруги в мережі з графічним і табличним відображенням даних по кожній станції чи підстанції. При цьому параметри керування та контролю мають прив'язку до бази даних з передачею параметрів в головний графічний інтерфейс керування з відображенням в панелі контролю стану.

Керування станціями та підстанціями з використанням індивідуальних панелей управління може здійснюватися як у ручному режимі з використанням відповідних керуючих кнопок, так і в автоматичному режимі за введеними уставками по відхиленням.

Калібрування. Команда головного меню Калібрування забезпечує виклик окремої програми, яка забезпечує керування введенням та прив'язкою калібрувальних залежностей для кожного типу використовуваного датчика для проведення вимірювань (напруга, струм, потужність). Частота напруги в мережі розраховується за результатами вимірювання напруги - за періодом синусоїдального сигналу або за його спектром.

У додатку з використанням інтерфейсу управління викликаються окремі панелі управління, які дозволяють вводити калібрувальні залежності для кожного типу датчика, що використовується (рис. 3.8).

Калібрувальна залежність
для датчика напруги = Тип 1

$$P=a+bU+cU^2+dU^3+eU^4$$

Значення коефіцієнтів

a=

b=

c=

d=

e=

Представлення чисел: -2.5E-07; 1.23E-17

Рис. 3.8 Панель керування у додатку Калібрування датчиків за їх типом

При цьому дані типу датчика і калібрувальна залежність автоматично прив'язуються до параметрів головного інтерфейсу управління.

Поточні дані. Команда головного меню, яка забезпечує доступ до панелей для керування виведенням поточних даних по станції або підстанції, що вибирається. Можливе виведення як поточних вимірних даних у вигляді текстової інформації по будь-якій станції або підстанції, що вибирається, або у вигляді графічних даних по будь-якій станції або підстанції. При цьому поточні дані у текстовому вигляді забезпечують режим прокручування даних. Панелі керування забезпечують можливість виведення даних у будь-який необхідний час.

3.3 Реалізація програмного забезпечення підключення електростанцій до мережі

На рис. 3.9 показано реалізацію графічного інтерфейсу програмного забезпечення підключення електростанцій до мережі з використанням середовища розробки VisualStudio.

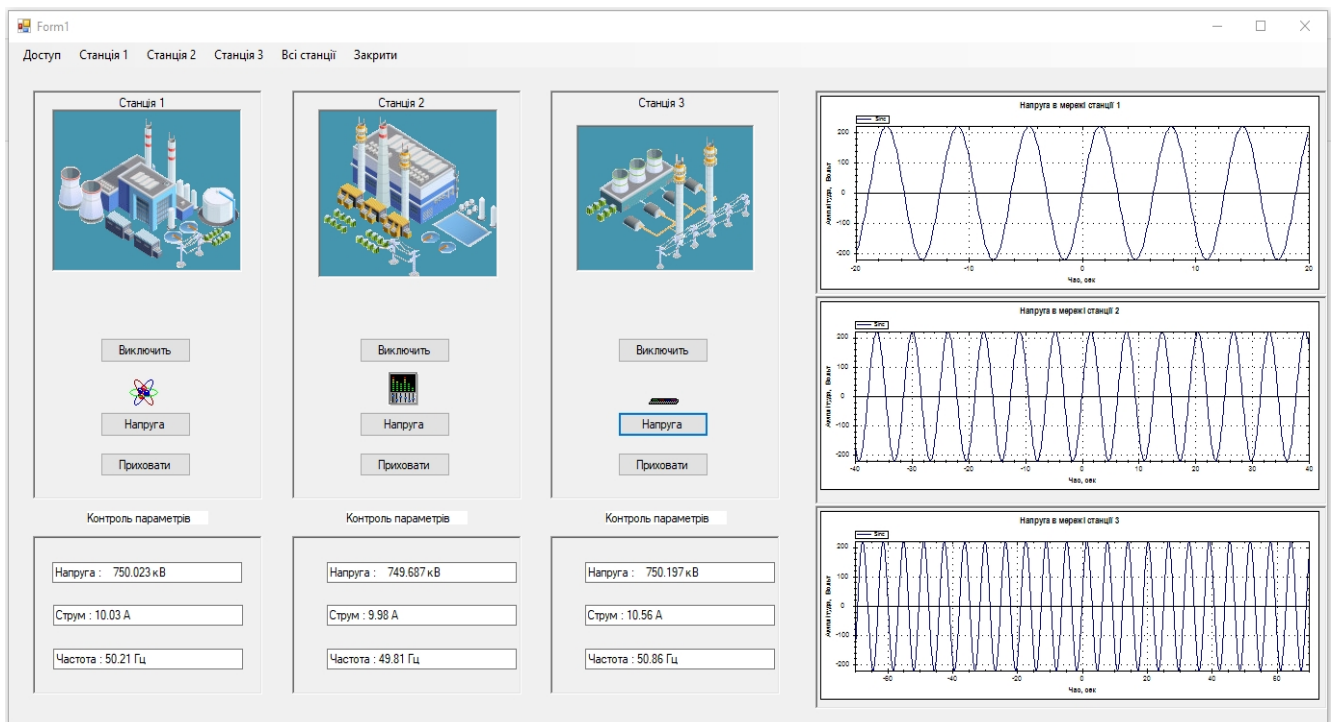


Рис.3.9 Реалізація програмного забезпечення підключення електростанцій до мережі

Алгоритм роботи програми :

1. При запуску програми з'являється меню керування станціями , для того щоб активувати всі кнопки меню треба натиснути на кнопку Доступ.
2. Після натискання кнопки Доступ , кнопки : Станція 1 , Станція 2 , Станція 3 , Всі станції та Закрити стають активними для використання .
3. Натиснувши кнопку : Станція 1 , Станція 2, Станція 3 стає доступним панель керування станцією відповідно до номеру станції який вказаний на кнопці.
4. При відкритті панелі керування станцією відображається кнопка Включить , Приховати та графічне зображення станції .
5. Натиснувши кнопку Включить станція буде включена та з'явиться анімаційний елемент який показує те що станція наразі включена , також будуть відображені кнопки Виключить , Напруга та відобразиться панель контролю параметрів яка відображає напругу , струм та частоту в мережі станції .
6. Якщо натиснути кнопку Напруга буде відображено графік напруги в мережі станції .
7. Натиснувши кнопку Приховати буде приховано панель керування станцією .
8. Натискання елемента меню Всі станції . Виконується відображення панелей всіх станцій одночасно при цьому можна керувати всіма станціями одночасно .
9. Натискання елемента меню Закрити. Відбувається приховання всіх панелей , тобто тих що на момент натиску на кнопку Закрити відображені та повернення відображення меню до первинного вигляду

Фрагмент загального програмного коду реалізації графічного інтерфейсу програмного забезпечення підключення електростанцій до мережі

```
using System;  
using System.Collections.Generic;  
using System.ComponentModel;  
using System.Data;
```

```

using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
using ZedGraph;
namespace Програма
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        private float[] mas;
        private float xmin, xmax, X, x, Ymin, Ymax, x1, y1;
        private int L;
        public Form1()
        {
            InitializeComponent();
        }
        private void доступToolStripMenuItem_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            станція1ToolStripMenuItem.Enabled = true;
            станція2ToolStripMenuItem.Enabled = true;
            станція3ToolStripMenuItem.Enabled = true;
            всіСтанціїToolStripMenuItem.Enabled = true;
            закритиToolStripMenuItem.Enabled = true;
        }
        private void станція1ToolStripMenuItem_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            panel1.Visible = true;
            textBox1.Text = "Станція 1 ";
        }
        private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            button1.Visible = false;
            button2.Visible = true;
            pictureBox2.Visible = true;
            button3.Visible = true;
        }
        private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            button1.Visible = true;
            button2.Visible = false;
        }
    }
}

```

```

    pictureBox2.Visible = false;
    button3.Visible = false;
}
private void button4_Click(object sender, EventArgs e)
{
    panel1.Visible = false;
    panel2.Visible = false;
}
private void button3_Click(object sender, EventArgs e)
{
    xmin = -20;
    xmax = 20;
    X = 0.1f;
    L = (int)(40 / (0.1f));
    mas = new float[L];
    x = xmin;
    for (int i = 0; i < L; i++)
    {
        mas[i] = (float)Math.Sin(x) * 220;
        x += X;
    }
    panel2.Visible = true;
    XY();
    DrawGraph();
}
private void XY()
{
    Ymax = mas[0];
    Ymin = mas[0];
    for (int i = 1; i < L; i++)
    {
        if (mas[i] > Ymax)
        {
            Ymax = mas[i];
        }
        if (mas[i] < Ymin)
        {
            Ymin = mas[i];
        }
    }
}
}

```

```

private void DrawGraph()
{
    zedGraphControl1.Visible = true;
    GraphPane pane = zedGraphControl1.GraphPane;
    pane.CurveList.Clear();
    pane.Title.Text = "Напруга в мережі станції 1 ";
    pane.XAxis.Title.Text = "Час, сек";
    pane.YAxis.Title.Text = "Амплітуда, Вольт";
    PointPairList list = new PointPairList();
    x = xmin;
    X = 0.1f;
    for (int i = 0; i < L; i++)
    {
        x1 = x;
        y1 = mas[i];
        list.Add(x1, y1);
        x += X;
    }
    LineItem myCurve = pane.AddCurve("Sinc", list, Color.DarkBlue,
SymbolType.None);
    myCurve.Line.IsVisible = true;

    myCurve.Line.Width = 1.5f;
    pane.XAxis.MajorGrid.IsVisible = true;
    pane.YAxis.MajorGrid.IsVisible = true;
    pane.XAxis.Scale.Min = xmin;
    pane.XAxis.Scale.Max = xmax;
    pane.YAxis.Scale.Min = Ymin;
    pane.YAxis.Scale.Max = Ymax;
    zedGraphControl1.AxisChange();
    zedGraphControl1.Invalidate();
}
private void станція2ToolStripMenuItem_Click(object sender, EventArgs e)
{
    panel3.Visible = true;
    textBox2.Text = "Станція 2 ";
}
private void button8_Click(object sender, EventArgs e)
{
    button8.Visible = false;
    button7.Visible = true;
}

```

```

    pictureBox3.Visible = true;
    button6.Visible = true;
}
private void button7_Click(object sender, EventArgs e)
{
    button8.Visible = true;
    button7.Visible = false;
    pictureBox3.Visible = false;
    button6.Visible = false;
}
private void button5_Click(object sender, EventArgs e)
{
    panel3.Visible = false;
    panel5.Visible = false;
}
private void button6_Click(object sender, EventArgs e)
{
    xmin = -40;
    xmax = 40;
    X = 0.1f;
    L = (int)(80 / (0.1f));
    mas = new float[L];
    x = xmin;
    for (int i = 0; i < L; i++)
    {
        mas[i] = (float)Math.Sin(x) * 220;
        x += X;
    }
    panel5.Visible = true;
    XY();
    DrawGraph1();
}
private void DrawGraph1()
{
    zedGraphControl2.Visible = true;
    GraphPane panel1 = zedGraphControl2.GraphPane;
    panel1.CurveList.Clear();
    panel1.Title.Text = "Напруга в мережі станції 2";
    panel1.XAxis.Title.Text = "Час, сек";
    panel1.YAxis.Title.Text = "Амплітуда, Вольт";
    PointPairList list1 = new PointPairList();

```

```

x = xmin;
X = 0.1f;
for (int i = 0; i < L; i++)
{
    x1 = x;
    y1 = mas[i];
    list1.Add(x1, y1);
    x += X;
}
LineItem myCurve1 = panel.AddCurve("Sinc", list1, Color.DarkBlue,
SymbolType.None);
myCurve1.Line.IsVisible = true;
myCurve1.Line.Width = 1.5f;
panel.XAxis.MajorGrid.IsVisible = true;
panel.YAxis.MajorGrid.IsVisible = true;
panel.XAxis.Scale.Min = xmin;
panel.XAxis.Scale.Max = xmax;
panel.YAxis.Scale.Min = Ymin;
panel.YAxis.Scale.Max = Ymax;
zedGraphControl2.AxisChange();
zedGraphControl2.Invalidate();
}
private void станція3ToolStripMenuItem_Click(object sender, EventArgs e)
{
    panel4.Visible = true;
    textBox3.Text = "Станція 3 ";
}
private void button12_Click(object sender, EventArgs e)
{
    button12.Visible = false;
    button11.Visible = true;
    pictureBox5.Visible = true;
    button10.Visible = true;
}
private void button11_Click(object sender, EventArgs e)
{
    button12.Visible = true;
    button11.Visible = false;
    pictureBox5.Visible = false;
    button10.Visible = false;
}

```

```
private void button9_Click(object sender, EventArgs e)
{
    panel4.Visible = false;
    panel6.Visible = false;
}
}
.....
.....
.....
```

Висновки по розділу 3

Було побудовано загальні структуру програмного забезпечення автоматизованої системи керування енергосистемою та графічного інтерфейсу програми керування енергосистемою . В цьому розділі була виконана реалізація програмного забезпечення підключення електростанцій до мережі , наведено алгоритм роботи програми та програмний код програми.

РОЗДІЛ 4

ПРОГНОЗУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА І СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В АВТОМАТИЗОВАНІЙ СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯМ

4.1 Загальні принципи та дані для побудови прогнозів виробництва та споживання електроенергії в автоматизованій системі управління.

Вирішення завдань підвищення ефективності та надійності управління та підтримки балансу в енергосистемі важливе значення має розрахунок та прогнозування виробництва та споживання електричної енергії. Подібні прогнози виконуються безперервно в автоматизованій системі управління енергопостачанням (диспетчерських пунктах).

Прогноз електричної енергії дозволяє вирішувати одне з найгостріших завдань генеруючих компаній - виробництво необхідної кількості електроенергії. Це завдання виділяється тому, що складування електроенергії в промислових масштабах на сьогоднішній день неможливе. Використання прогнозів виробництва та споживання електроенергії дозволяє визначати кількість генеруючих джерел та їх потужність, перелік обладнання, параметри режимів, вибирати оптимальні режими енергетичної системи, вибирати склад працюючого обладнання та розподіляти резерви, проводити оперативні перемикання в електричних мережах підприємства, розглядати заявки на ремонт обладнання та складати графіки ремонтів та видавати відповідний дозвіл на його проведення та проводити інші технічні заходи.

Для здійснення прогнозування виробництва та споживання електричної енергії потрібно здійснити такі етапи:

- Провести аналіз вихідної інформації для прогнозування;
- Дослідити тимчасові ряди, утворені в ході аналізу;
- Визначити методику прогнозування;
- Скласти математичну модель;
- Провести оцінку отриманих результатів.

Певного методу та моделі для прогнозування не існує. Це пов'язано з індивідуальними особливостями об'єкта, а також з регіоном, де він розташований. Враховуючи термін прогнозування запланованої величини, існують такі види прогнозу: короткострокові та довгострокові. Їх також можна класифікувати так:

- оперативний прогноз (межі прогнозу від хвилин до годин за певну добу);
- короткостроковий (від однієї доби до десяти);
- середньостроковий (від місяця до декількох місяців);
- довгостроковий (від року до п'яти років);
- перспективний (на кілька років вперед).

Метою проведення прогнозування є прогнозування майбутніх потреб у виробництві та споживанні електроенергії на основі, як правило, історичних даних, з урахуванням існуючих умов довкілля.

Головними елементами прогнозу є виробництва та споживання електроенергії на різних часових проміжках. Тимчасовим рядом можна уявити будь-яке виробництво та споживання електроенергії в дискретні моменти часу. При цьому основна ідея прогнозування полягає у статистичному аналізі та моделюванні представлених часових рядів.

Великий клас моделей прогнозування утворюють методи екстраполяції. Можна навіть сказати, що ці методи є домінуючим. У цій групі методів можна назвати кілька підходів, мають свою специфіку.

Індексний метод. У найпростішому випадку прогноз ємності енергетичного ринку Q здійснюється за такою формулою:

$$Q(t) = \sum_{i=1}^n Q_i(0)I_i^t, \quad (4.1)$$

де $Q(t)$ – ємність ринку електроенергетики у t -му прогнозованому році; $Q_i(0)$ – ємність i -го ринку електроенергетики у базовому звітному році; I_i – середній індекс зростання ємності i -го ринку електроенергетики за певний звітний період; n – кількість ринків електроенергетики.

Даний підхід передбачає визначення загального тренду у довгостроковій перспективі та не враховує короткострокових коливань кон'юнктури.

Метод експонентного згладжування. В даному випадку мається на увазі адаптивна процедура, в якій прогнозована величина залежить від попереднього прогнозу і реального стану справ. Розрахунки проводяться за такою формулою:

$$Q_{\text{прог}}(t + 1) = \gamma Q_{\text{факт}}(t) + (1 - \gamma)Q_{\text{прог}}(t), \quad (4.2)$$

де $Q_{\text{прог}}(t+1)$ – прогнозне (формоване) значення ринку енергетики у $t+1$ -му році; $Q_{\text{прог}}(t)$ - прогнозне (існуюче) значення ринку енергетики в t -му прогнозному році; $Q_{\text{факт}}(t)$ - фактичне значення ринку енергетики в t -му прогнозному році; γ – ваговий коефіцієнт, що враховує вплив фактичних та прогнозних величин на поточну прогнозну величину.

Модель (4.2) використовується лише у найпростіших завданнях прогнозування, наприклад, формування «чорнових» прогнозів. Для повнішого обліку обставин прогнозування рекомендується здійснювати так звану декомпозицію тимчасового ряду, виділяючи три його елементи – тренд, циклічну та випадкову складові. З цією метою використовують метод Хольта, що враховує тренд процесу, метод Брауна (приватний випадок методу Хольта) і метод Вінтерса, який «чіпляє» ще й сезонну складову. Однак ці способи згладжування мають обмежену зону застосування.

Регресійні моделі. У ряді випадків під час прогнозування ринку енергетики використовуються прості регресійні моделі. Наприклад, підхід, який використовує Міністерство енергетики США (US Department of Energy, DOE). У такій прогнозній системі зовнішніми параметрами є показники економічного та демографічного зростання окремих країн, які, своєю чергою, також є результатом прогнозування. Ці показники моделюються незалежно від енергетичного блоку у регіоні світу, і навіть світового попиту на окремі види енергоресурсів. Далі на основі цих величин будується лінійна залежність між відносним збільшенням виробництва та споживання енергії (Q) та ВВП (Y) з коефіцієнтом еластичності (пропорційності): $dQ/Q = \theta(dY/Y)$.

При побудові лінійної регресійної моделі використовується такий її вигляд:

$$\ln Q = \alpha + \theta \ln Y \quad (4.3)$$

де α і θ - статистично оцінювані параметри.

Відносно добре прогнозований показник ВВП виступає як пояснювальна змінна в регресії (4.3) і дозволяє робити прогностичні оцінки щодо виробництва та споживання електроенергії в розрізі країн та регіонів світу. Відповідно до такої методології, є «первинний» прогноз ВВП, відштовхуючись від якого формується «вторинний» прогноз енергоспоживання та виробництва електроенергії. Помилка в «первинному» прогнозі автоматично спричиняє відповідну помилку у «вторинному» прогнозі.

Головний недолік методів екстраполяції полягає у відсутності в них зворотних зв'язків. Для усунення цього недоліку розробляються складні моделі, що враховують взаємні зв'язки між багатьма змінними. З певним ступенем умовності можна виділяти дві групи таких моделей.

Нейронні сіті. В основі цієї методології лежить уявлення, що нервова система та мозок людини складаються з нейронів, з'єднаних між собою нервовими волокнами. Нервові волокна здатні передавати електричні імпульси між нейронами. При цьому нейрон повністю описується своїми вагами w_k та передатною функцією $f(x)$. Отримавши набір чисел (вектор) x_k як входи, нейрон видає деяке число y на виході. Робота нейронної мережі полягає у перетворенні відомого вхідного вектора у відомий вихідний вектор при заданому перетворювачі $y=f(x)$, тобто, перетворення задається вагами нейронної мережі. Апарат нейронних мереж успішно застосовується для локальних енергоринків. Однак головний недолік нейронної мережі полягає у нестійкості вагових коефіцієнтів для складних систем. Відповідно прогнозувати поведінку системи на основі «старих» вагових коефіцієнтів можна лише дуже обережно.

Імітаційні моделі - являють собою систему функціональних зв'язків між ключовими змінними. Наприклад, згідно з концепцією М. Портера, інтенсивність і стан конкуренції, наприклад, в енергетиці визначається сукупністю п'яти сил: виробник; постачальник; споживач; конкуренти; товари-замінники.

Така поведінкова модель «П'яти сил Портера» дозволяє вивчати можливі наслідки при зміні вихідного співвідношення сил.

Крім формальних та напівформальних методів у прогнозах ринку енергоресурсів широко використовуються експертні оцінки. Наприклад, прогнозною системою WEPS (World Energy Projection System) у якій екзогенними (вхідними) параметрами є економічне зростання і демографічний прогноз країнами, тоді основний параметр – це експертна оцінка зростання потреб у енергії загалом. Подібні експертні оцінки середньої швидкості зміни споживання енергії, наприклад, на 20-річному відрізку часу базуються на уявленнях про тренд енергоспоживання.

Для оцінки прогнозів пропонують використовувати таку конструкцію. Нехай прогнозом $P(k, \ell)$ називатимемо сформований на рік k набір з M значень прогнозованої величини, відповідних деяким рокам $\ell(1), \ell(2), \dots, \ell(M)$. Розглянута вибірка з M років є цілочисловим вектором $l = (\ell(1), \ell(2), \dots, \ell(M))$. Наприклад, запис $P(2000, \ell)$ означає, що цей прогноз сформований у 2000 році і містить набір опорних прогнозних точок відповідно до числа компонент вектора ℓ . Якщо, зокрема, цей прогноз зроблено до 2020 року з інтервалом 5 років, то вектор ℓ має вигляд $\ell = (2005, 2010, 2015, 2020)$. Таким чином, ми маємо M прогнозних значень (у наведеному вище прикладі $M=4$) величини $V_{\text{прог}}(k, \ell(j))$ і після відповідного часу M фактичних її значень $V_{\text{факт}}(\ell(j))$, $j=1, \dots, M$. На основі порівняння наборів значень $V_{\text{прог}}$ и $V_{\text{факт}}$ обчислюється вищезгадане відносне середньоквадратичне відхилення (помилка) $\sigma(k, \ell)$ даного конкретного прогнозу, зробленого на рік k , для вибірки, що визначається вектором ℓ :

$$\sigma(k, \ell) = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \left(\frac{V_{\text{прог}}(k, \ell(j))}{V_{\text{факт}}(\ell(j))} \right)^2}, \quad (4.4)$$

Для проведення прогнозів виробництва та споживання електроенергії нині найбільш поширеними та ефективними є статистичні методи прогнозування. Основою для складання прогнозної моделі є ретроспективні дані, накопичені протягом кількох попередніх років і мають певний тренд.

Статистичні методи реалізовані у спеціалізованих пакетах, таких як Statistica, Origin та інших.

Для проведення прогнозу виробництва та споживання електроенергії використовуватимемо пакет Origin, який має такі можливості.

Програмний продукт Origin є одним з найбільш розповсюджених засобів графічного представлення табличних даних. Пакет Origin дозволяє не просто будувати графіки та оформлювати їх, у відповідності до вимог користувача. Він також дозволяє проводити потужну математичну обробку даних: шукати залежності в зміні отриманих даних; проводити числове диференціювання та інтегрування; здійснювати інтерполяцію та екстраполяцію; проводити статистичну обробку даних; виконувати необхідні перетворення даних безпосередньо у самому програмному середовищі тощо.

Origin є простим і прозорим у використанні при формуванні і збереженні баз даних, їх математичного аналізу і графічного представлення. Це сприяло його широкому застосуванню вченими та інженерами промислово розвинених країн світу, які працюють у різних галузях науки і техніки.

Origin має всі необхідні інструменти для проведення аналітичних обчислень, включаючи математичний і статистичний аналіз, отримання даних при обчисленні математичних виразів, форматування графічних залежностей тощо. Для того, щоб зробити процес аналізу більш ефективним, Origin підтримує більшість розповсюджених форматів для імпорту даних, а також дозволяє експортувати отримані графіки та таблиці в ряд форматів, таких як: PDF, EPS, WMF, TIFF, JPEG, GIF та ін. Origin забезпечує оптимізацію робочого процесу збереження даних та документів, як аналіз шаблонів для повторного використання. З більш ніж 90 вбудованих типів графіки, Origin дозволяє створювати та налагоджувати графіки типографської якості у відповідності до певних вимог. При цьому у графіці підтримується більшість популярних 2D та 3D типів.

Origin має дві вбудовані мови програмування C та LabTalk: C – основна компільована мова; LabTalk – мова сценаріїв. Їх спільне використання дозволяє

автоматизувати аналіз даних, їх математичну і статистичну обробку; побудову графіків. Злагоджена робота в Origin забезпечується відповідним інтегрованим середовищем розробки (IDE), Code Builder, яке дозволяє описувати і налагоджувати свій код. Origin сумісна з MathLab та MathCad. Передбачена також інтеграція з системами збору даних, таких як: LabView, DasyLab, LabWindows та ін. Origin також є сервером автоматизації для користувачів VB, C++, C# та LabVIEW. У наукових лабораторіях провідних країн світу інструментальні засоби Origin впроваджено як стандарт, за яким виконується обробка даних, отриманих при проведенні наукових досліджень.

Для проведення моделювання та довгострокового прогнозування виробництва та споживання електроенергії використовуватимемо дані Міненерго України середньомісячного виробництва та споживання електроенергії за 2019 рік.

Дані виробництва електроенергії наведено у табл. 4.1, а дані фактичного споживання електроенергії споживачами наведено у табл. 4.2

Таблиця 4.1 Фактичне виробництво електроенергії в Україні у 2019 році за даними Міненерго

Місяць	2019 р. Млн кВт·год
Січень	15717
Лютий	13804
Березень	14136
Квітень	12390
Травень	12028

Місяць	2019 р. Млн кВт·год
Червень	11730
Липень	11594
Серпень	11687
Вересень	11250
Жовтень	12369
Листопад	13050
Грудень	14229

Таблиця 4.2 Фактичне споживання електроенергії в Україні у 2019 році за даними Міненерго

Місяць	2019 р. Млн кВт·год
Січень	15201
Лютий	13230
Березень	13607
Квітень	11928
Травень	11465
Червень	11439

Місяць	2019 р. Млн кВт·год
Липень	11405
Серпень	11499
Вересень	11105
Жовтень	12274
Листопад	13043
Грудень	14012

Відповідно до даних Міненерго України з виробництва та споживання електроенергії (табл. 4.1 та табл. 4.2) проведемо статистичний аналіз даних та виконаємо довгостроковий прогноз виробництва та споживання електроенергії в автоматизованій системі управління енергосистемою, а також виконаємо порівняння результатів прогнозу та фактичних даних виробництва та споживання електроенергії.

4.2 Прогнозування виробництва електроенергії на наступний рік за результатами виробництва у попередньому році

За даними виробництва електроенергії в Україні у 2019 р. на рис. 4.1 показано динаміку зміни виробництва електроенергії за місяцями.

На рис. 4.1 прийнято такі позначення місяців: 0 – січень, 1 – лютий, 2 – березень, 3 – квітень, 4 – травень, 5 – червень, 6 – липень, 7 – серпень, 8 – вересень, 9 – жовтень, 10 – листопад, 11 – грудень.

Статистичний аналіз даних виробництва електроенергії у 2019 р. у вигляді X-R – карти з об'єднанням за двома місяцями показано на рис. 4.2.

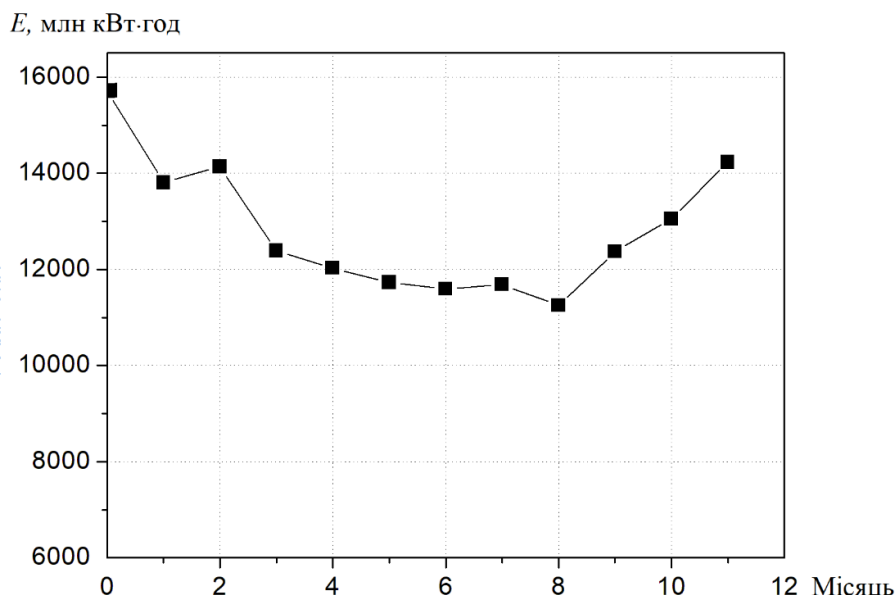


Рис. 4.1 Динаміка зміни виробництва електроенергії за місяцями 2019 року

На рис.4.2 верхня частина графіка показує X-карту виробництва електроенергії, де зазначені: середнє значення виробництва електроенергії (CL) за аналізований період, відхилення від середнього значення, верхня (UCL) та нижня (LCL) розрахункові межі для X-карти виробництва електроенергії . Нижня частина графіка є R – карту – для відхилень виробництва електроенергії, де зазначені: середнє значення відхилення виробництва електроенергії (CL) за аналізований період, відхилення від середнього значення відхилення, верхня (UCL) і нижня (LCL) розрахункові межі для R – карти виробництва електроенергії.

Отримані результати показують (рис. 4.1 та рис. 4.2), що у різні періоди часу відбувається виробництво різної кількості електроенергії. При цьому динаміка зміни виробництва електроенергії та її відхилення від середнього значення має періодичний характер зміни близький до синусоїдального або косинусоїдального характеру зміни.

Отримані результати також показують, що коливальний характер зміни виробництва електроенергії відбувається навколо середнього річного значення. Як показав аналіз статистичних даних, середнє річне значення виробництва електроенергії становить 12 832 млн. кВт год.

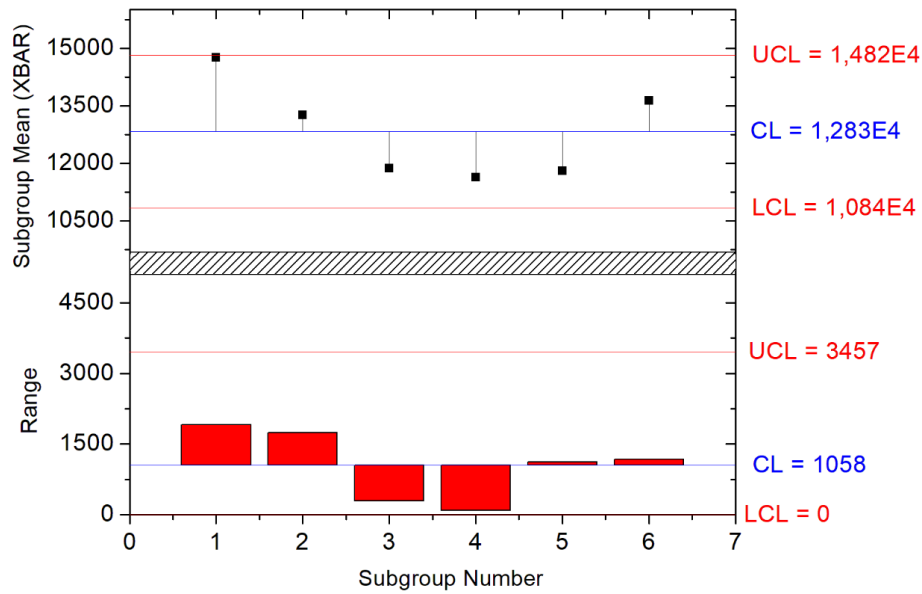


Рис. 4.2 X-R – карта виробництва електроенергії в Україні у 2019 році

Тому для проведення апроксимації даних виробництва електроенергії проведемо перебудову даних з урахуванням середнього річного значення виробництва електроенергії, тобто із зміщеним середнім значенням річного виробництва електроенергії. Графік зміни виробництва електроенергії з урахуванням середнього річного значення виробництва електроенергії показано на рис. 4.3.

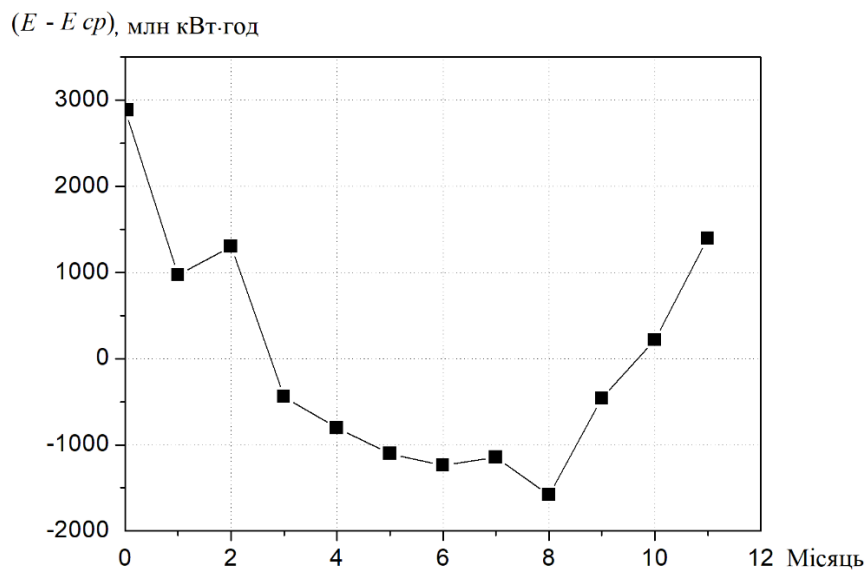


Рис. 4.3 Динаміка зміни виробництва електроенергії за місяцями 2019 року з урахуванням середнього значення виробництва електроенергії

На рис. 4.4 показаний результат апроксимації даних зміни виробництва електроенергії у 2019 році зі зміщеною оцінкою (без середнього) та без зміщеної оцінки (з середньою) функцією виду

$$E=A*\cos(\text{PI}*(x-x_c)/w), \quad (4.4)$$

де PI – константа, опис параметрів A , x_c , w – показано на рис. 4.5.

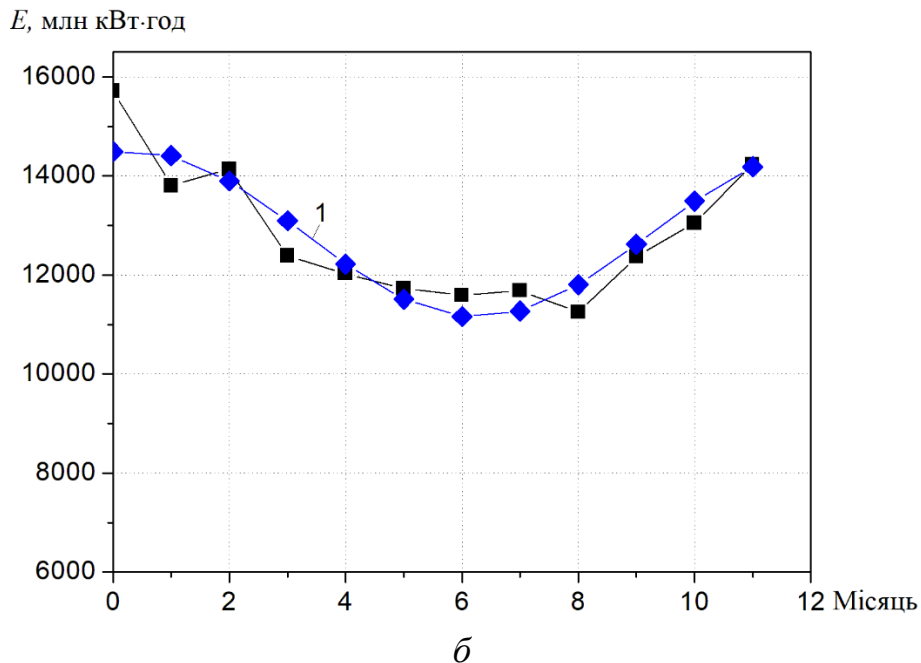
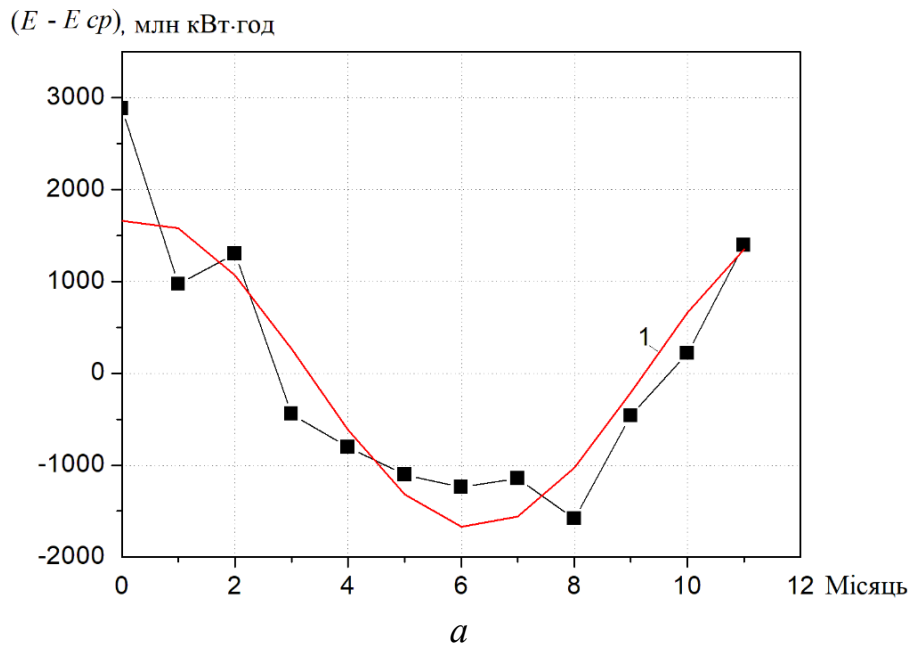


Рис. 4.4 Результат апроксимації динаміки зміни виробництва електроенергії за місяцями у 2019 році з урахуванням середнього значення виробництва електроенергії: 1 – апроксимуюча залежність. а - зі зміщеним середнім; б - без зміщеного середнього

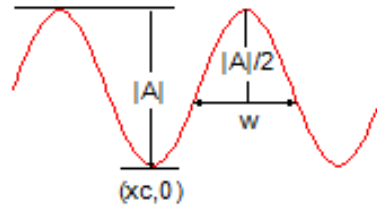


Рис. 4.5 Опис значень параметрів апроксимуючого виразу (4.5)

При апроксимації залежності на рис. 4.3 виразом (4.4) значення коефіцієнтів апроксимуючого виразу рівні: $x_c = 43366.82736$; $w=5.94224$; $A = 1684.91498$. У цьому коефіцієнт детермінації R^2 дорівнює $R^2=0.83321$, а залишкова дисперсія S^2 становить $S^2=381471.76$.

На рис. 4.6 показаний результат апроксимації даних зміни виробництва електроенергії у 2019 році зі зміщеною оцінкою (без середньої) та без зміщеної оцінки (із середньою) функцією виду

$$E=A*\sin(\text{PI}*(x-x_c)/w), \quad (4.5)$$

де PI – константа, опис параметрів A , x_c , w – показано на рис. 4.5.

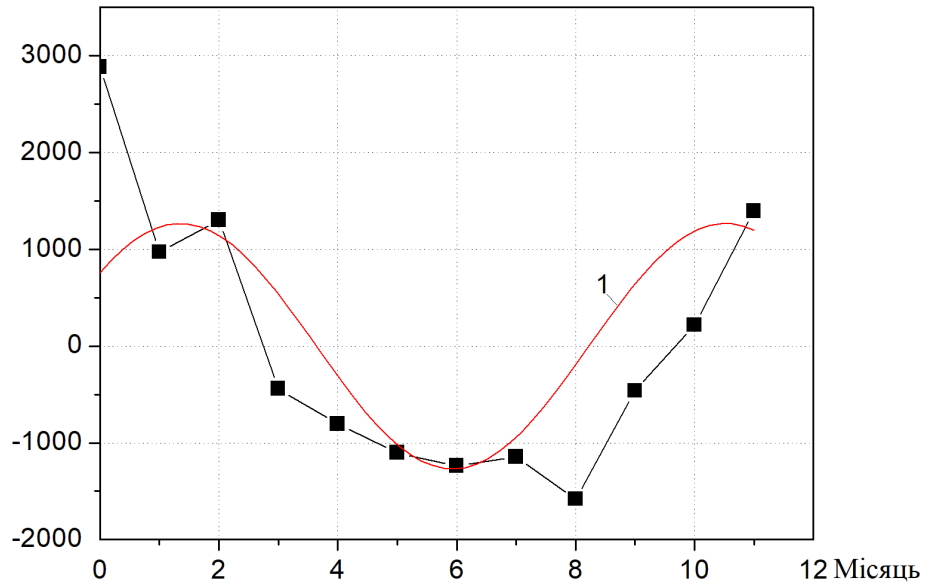
При апроксимації залежності на рис. 4.3 виразом (4.5) значення коефіцієнтів апроксимуючого виразу рівні: $x_c = 6462.43566$; $w=5.93087$; $A = 1872.35015$. У цьому коефіцієнт детермінації R^2 дорівнює $R^2=0.77741$, а залишкова дисперсія S^2 становить $S^2=509092.12$.

Отримані результати показують, що використання апроксимації даних виразом (4.5) призводить до найгіршого результату. Зі статистичного аналізу даних апроксимації видно, що використання виразу (4.5) призводить до зменшення коефіцієнта детермінації по відношенню до використання виразу (4.4) в 1.1 рази, а залишкова дисперсія зростає в 1.34 рази.

Таким чином, для прогнозування виробництва електроенергії на наступний період часу будемо використовувати вираз (4.4).

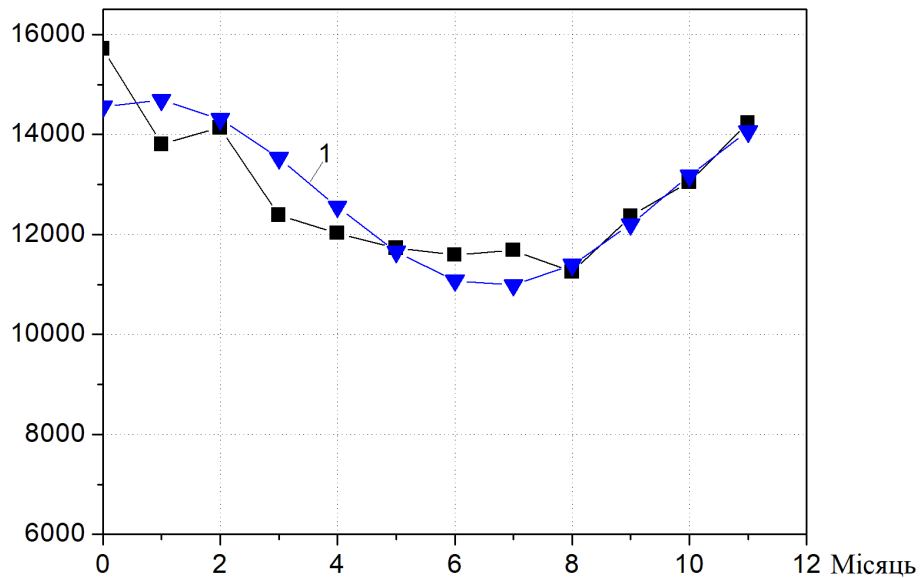
За результатами апроксимації даних щомісячного виробництва електроенергії у 2019 році на рис. 4.7 показано результати прогнозу щомісячного виробництва електроенергії у 2020 році зі зміщеною та без зміщеної оцінки.

$(E - E_{cp})$, млн кВт·год



a

E , млн кВт·год



б

Рис. 4.6 Результат апроксимації динаміки зміни виробництва електроенергії за місяцями у 2019 році з урахуванням середнього значення виробництва електроенергії: 1 – апроксимуюча залежність. а - зі зміщеним середнім; б - без зміщеного середнього

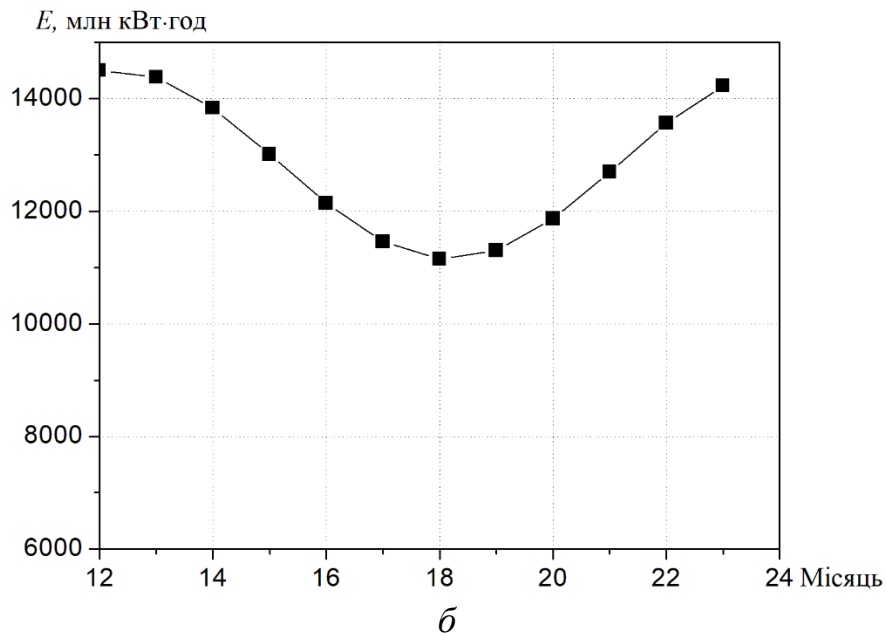
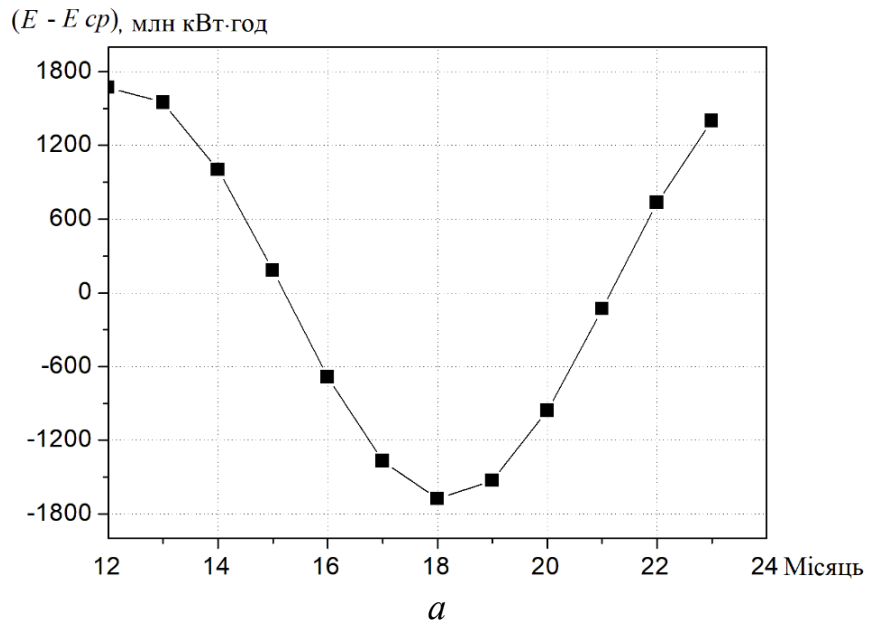


Рис. 4.7 Результат прогнозу виробництва електроенергії за місяцями на 2020 рік з урахуванням середнього значення виробництва електроенергії: а – зі зміщеним середнім; б - без зміщеного середнього

Проведемо порівняння отриманих даних прогнозування виробництва електроенергії в Україні на 2020 рік із фактичними даними виробництва електроенергії в Україні у 2020 році, які наведені у табл. 4.3.

Таблиця 4.3 Виробництва електроенергії в Україні у 2020 роках за даними Міненерго

Місяць	2020 р. Млн кВт·год
Січень	14105
Лютий	13224
Березень	12958
Квітень	11160
Травень	11036
Червень	10860
Липень	11501
Серпень	11408
Вересень	11280
Жовтень	12183
Листопад	13650
Грудень	15283

На рис. 4.8 показано результати прогнозування виробництва електроенергії на 2020 рік та фактичне виробництво електроенергії в Україні у 2020 році.

Отримані результати показують, що з прогнозуванні виробництва електроенергії наступного року за результатами попереднього року є відхилення реальних даних від прогнозованих даних, тобто. Існує помилка прогнозування. На рис. 4.9 показано залежність зміни помилки прогнозування у відсотках.

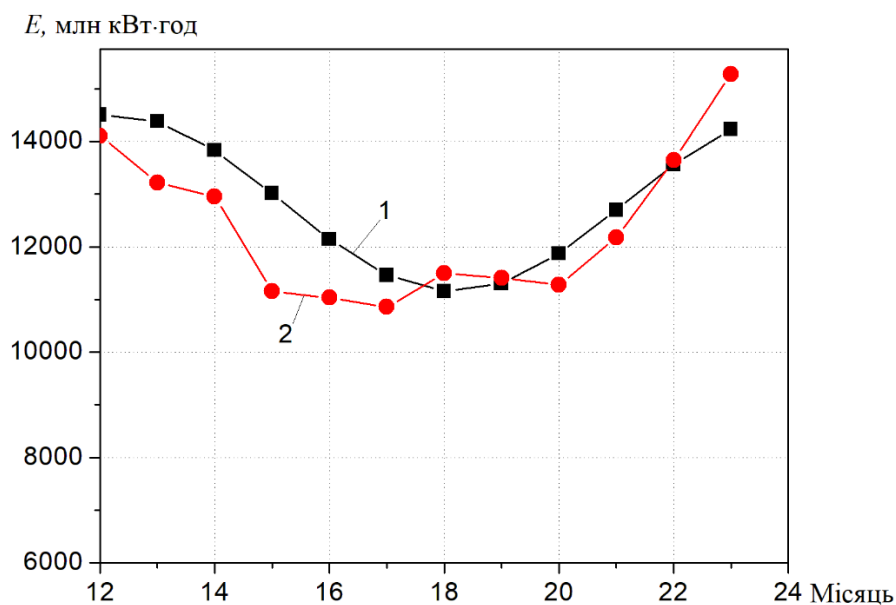


Рис. 4.8 Результати прогнозування виробництва електроенергії на 2020 рік (1) та фактичне виробництво електроенергії в Україні у 2020 році (2)

Статистична обробка даних щодо місячних помилок прогнозування виробництва електроенергії у 2020 році стосовно фактичного виробництва електроенергії показує, що середня помилка прогнозування становить 3,56 %.

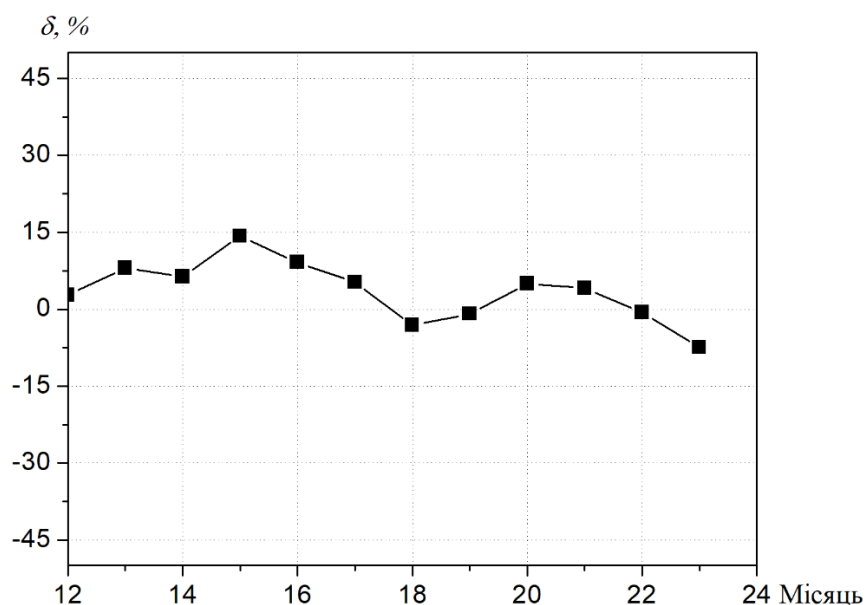


Рис. 4.9 Помилка прогнозування виробництва електроенергії по відношенню до фактичного виробництва електроенергії у 2020 році

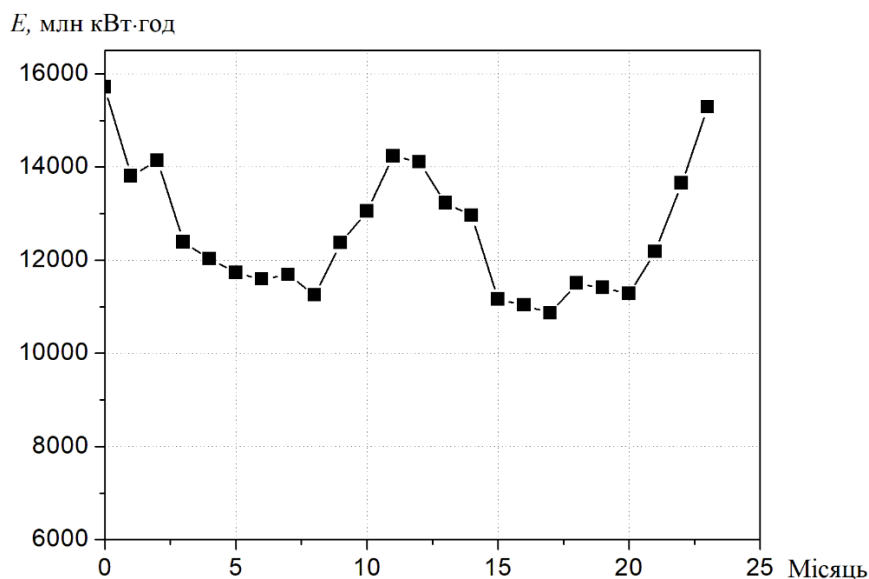
4.3 Прогнозування виробництва електроенергії на наступний рік за результатами виробництва у попередніх роках

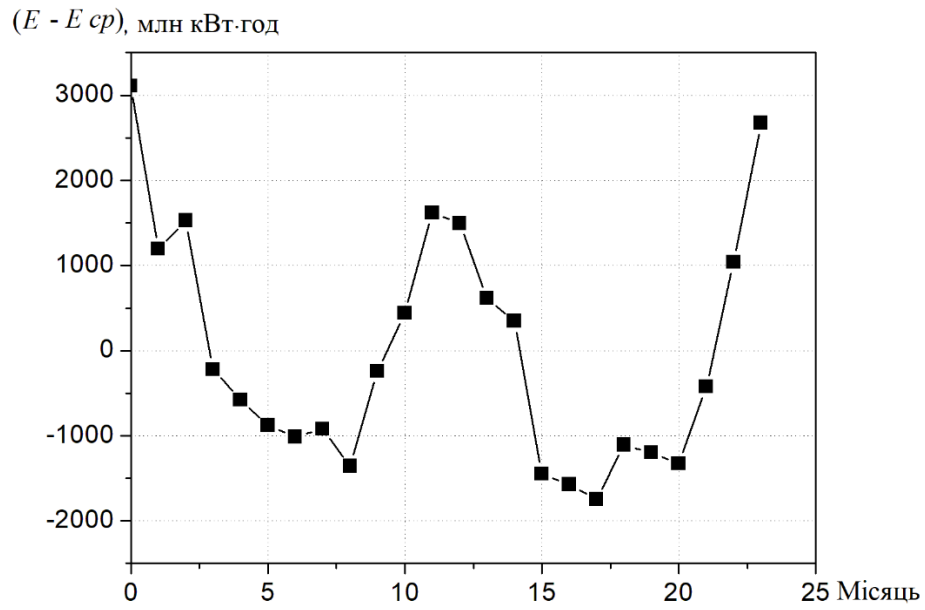
Для зменшення помилки прогнозування проведемо аналіз даних за результатами виробництва електроенергії за період. Для цього будемо використовувати дані виробництва електроенергії в Україні за даними Міненерго України у 2019 році та у 2020 році, які наведені у табл. 4.1 та табл. 4.3.

На рис. 4.10 показано динаміку зміни виробництва електроенергії без зміщеної оцінки та зі зміщеною оцінкою, згідно з даними наведеними в табл. 4.1 та табл. 4.3.

Як показав аналіз статистичних даних, середнє значення виробництва електроенергії за період 2019 року та 2020 року становить 12609,66667 млн. кВт·год.

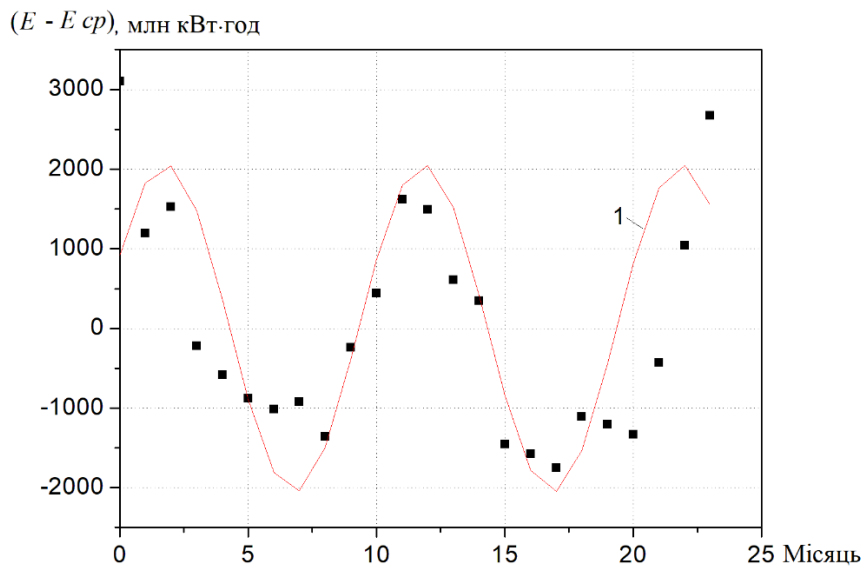
Відповідно до отриманих даних у розділі 4.2 для апроксимації даних виробництва електроенергії за період 2 роки будемо використовувати функцію виду (4.4). Результати апроксимації даних зі зміщеним середнім і без зміщеного середнього показано на рис. 4.11.



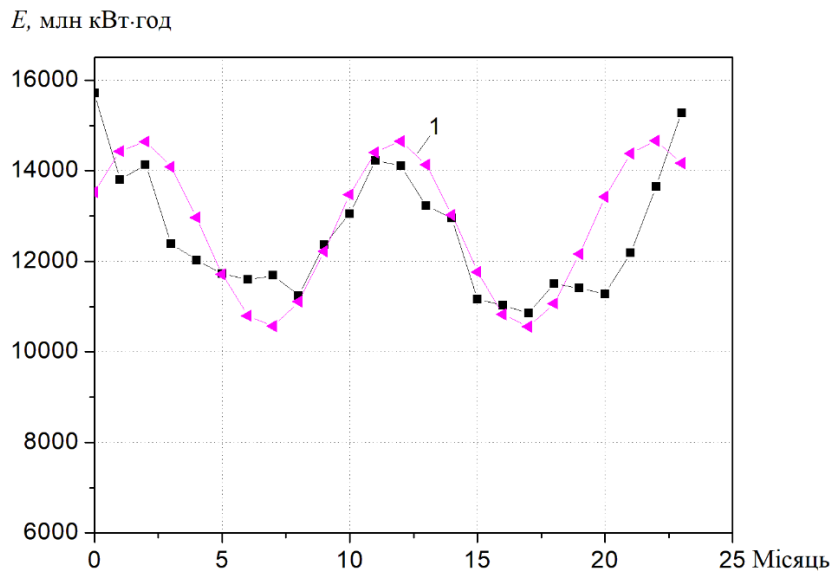


б

Рис. 4.10 Динаміка зміни виробництва електроенергії за місяцями у 2019 році та у 2020 році без урахування середнього значення виробництва електроенергії (а) та з урахуванням середнього значення виробництва електроенергії (б)



а



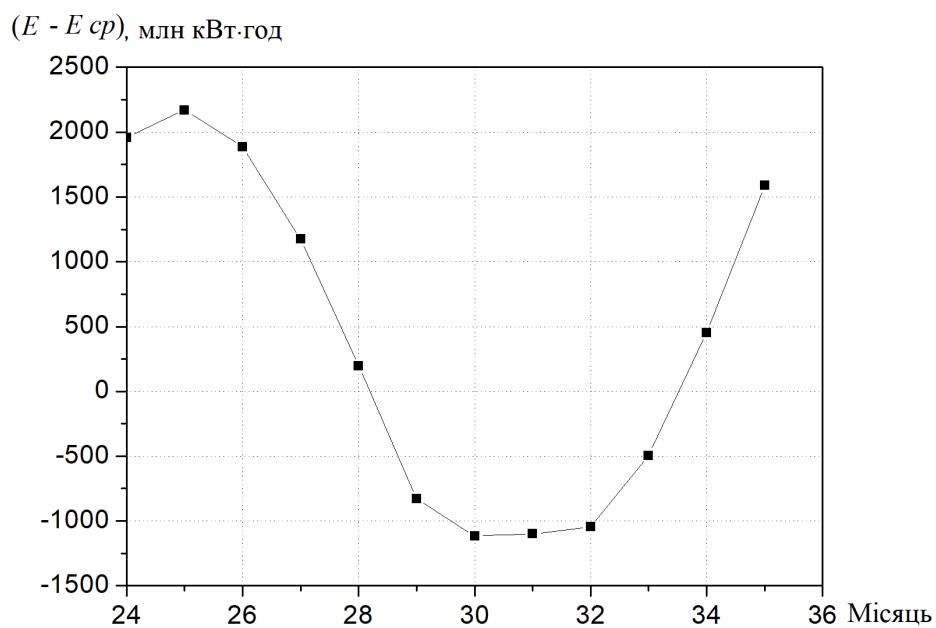
б

Рис. 4.11 Результат апроксимації динаміки зміни виробництва електроенергії за місяцями у 2019 році та у 2020 році з урахуванням середнього значення виробництва електроенергії та без урахування середнього виробництва електроенергії: 1 – апроксимуюча залежність. а - зі зміщеним середнім; б - без зміщеного середнього

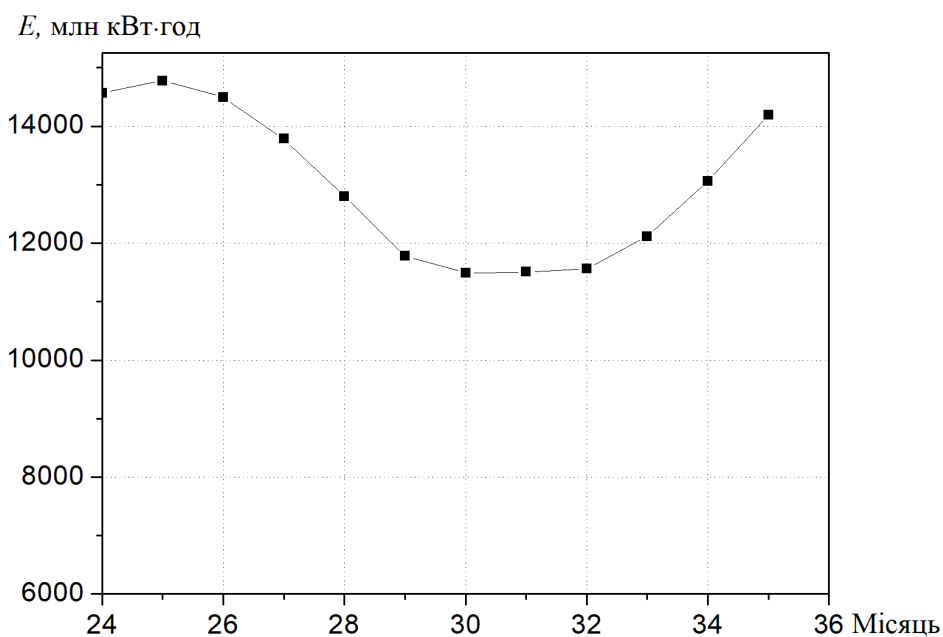
При апроксимації залежності на рис. 4.10 виразом (4.4) значення коефіцієнтів апроксимуючого виразу рівні: $x_c = 39692.38455$; $w=6.5264$; $A = 2171.74034$. При цьому коефіцієнт детермінації R^2 дорівнює $R^2=0.81234$, а залишкова дисперсія S^2 становить $S^2=621083.358575$.

За результатами апроксимації даних щомісячного виробництва електроенергії у 2019 році та 2020 році на рис. 4.12 показані результати прогнозу щомісячного виробництва електроенергії у 2021 році зі зміщеною та без зміщеної оцінки.

Проведемо порівняння отриманих даних прогнозування виробництва електроенергії в Україні на 2021 рік із фактичними даними виробництва електроенергії в Україні у 2021 році, які наведені у табл. 4.4.



а



б

Рис. 4.12 Результат прогнозу виробництва електроенергії за місяцями на 2021 рік з урахуванням середнього значення виробництва електроенергії: а – зі зміщеним середнім; б - без зміщеного середнього

Таблиця 4.4 Виробництва електроенергії в Україні у 2021 роках за даними Міненерго

Месяц	2021 р. Млн кВт·год
Січень	14291
Лютий	13775
Березень	14415
Квітень	12690
Травень	11749
Червень	11310
Липень	12462
Серпень	12152
Вересень	11670
Жовтень	13268
Листопад	13590
Грудень	15221

На рис. 4.13 показано прогнозування виробництва електроенергії на 2021 рік та фактичне виробництво електроенергії в Україні у 2021 році.

Отримані результати показують, що з прогнозуванні виробництва електроенергії наступного року за результатами фактичного виробництва за попередні роки існує відхилення реальних даних від прогнозованих даних, тобто.

Існує помилка прогнозування. На рис. 4.14 показано залежність зміни помилки прогнозування у відсотках.

Статистична обробка даних щодо місячних помилок прогнозування виробництва електроенергії у 2021 році стосовно фактичного виробництва електроенергії показує, що середня помилка прогнозування становить 0,52 %.

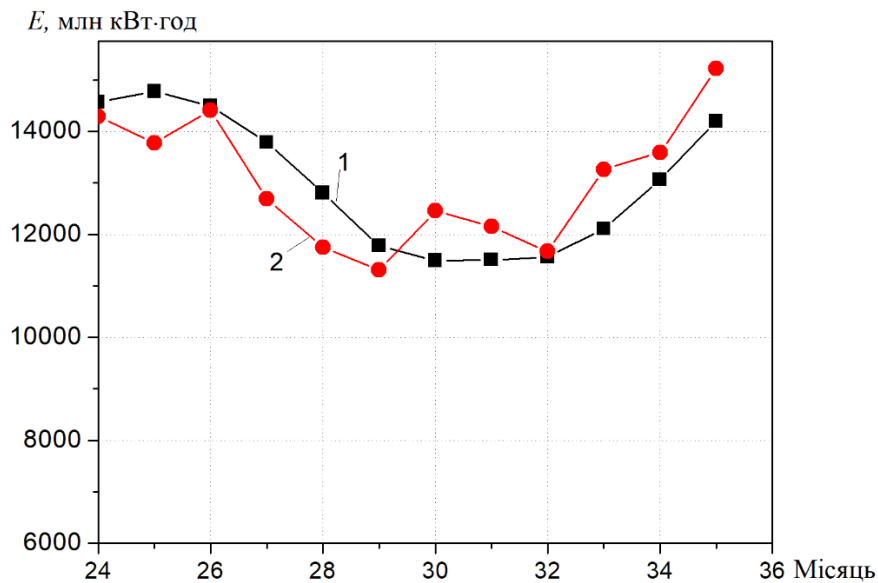


Рис. 4.13 Результати прогнозування виробництва електроенергії на 2021 рік (1) та фактичне виробництво електроенергії в Україні у 2021 році (2)

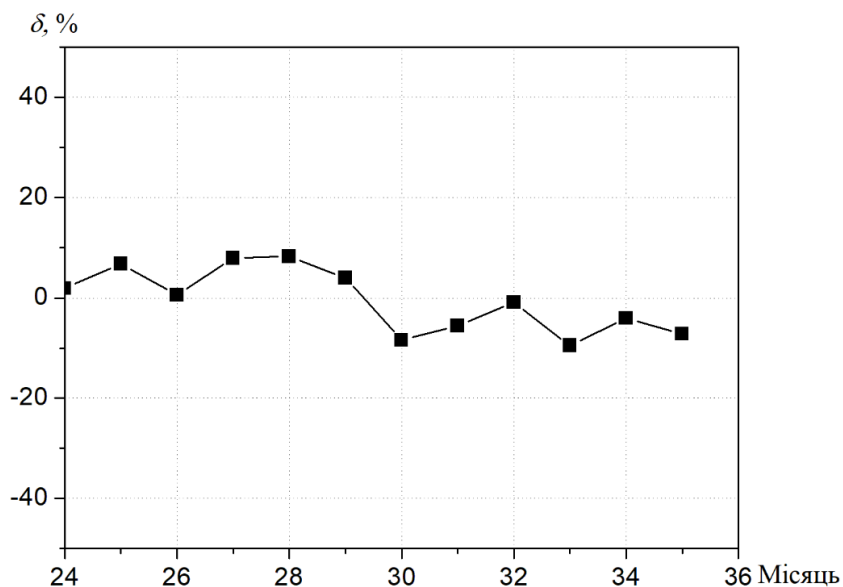


Рис. 4.14 Помилка прогнозування виробництва електроенергії по відношенню до фактичного виробництва електроенергії у 2021 році

Отримані результати досліджень показали, що для зменшення помилки довгострокового прогнозування виробництва електроенергії необхідно збільшувати набір даних за попередні роки виробництва електроенергії. Як показує обробка даних, збільшення обсягу даних в 2 рази, тобто. з одного року до двох років виробництва електроенергії призводить до зменшення помилки прогнозування в 6,8 разів.

Результати проведених досліджень можуть використовуватись в автоматизованій системі управління енергосистемами при побудові довгострокових прогнозів виробництва електроенергії.

4.4 Прогнозування споживання електроенергії на наступний рік за результатами споживання у попередніх роках

Результати досліджень, проведених у розділах 4.2 та 4.3, показали, що для проведення якісного прогнозування з найменшою помилкою необхідно використовувати великий набір даних.

Проведемо прогнозування споживання електроенергії за фактичними даними Міненерго України (табл. 4.2 та табл. 4.5 за періоди 2019 року та 2020 року).

Таблиця 4.5 Фактичне споживання електроенергії в Україні у 2020 році за даними Міненерго

Місяць	2020 р. Млн кВт·год
Січень	13976
Лютий	13042
Березень	12725
Квітень	11208
Травень	10839

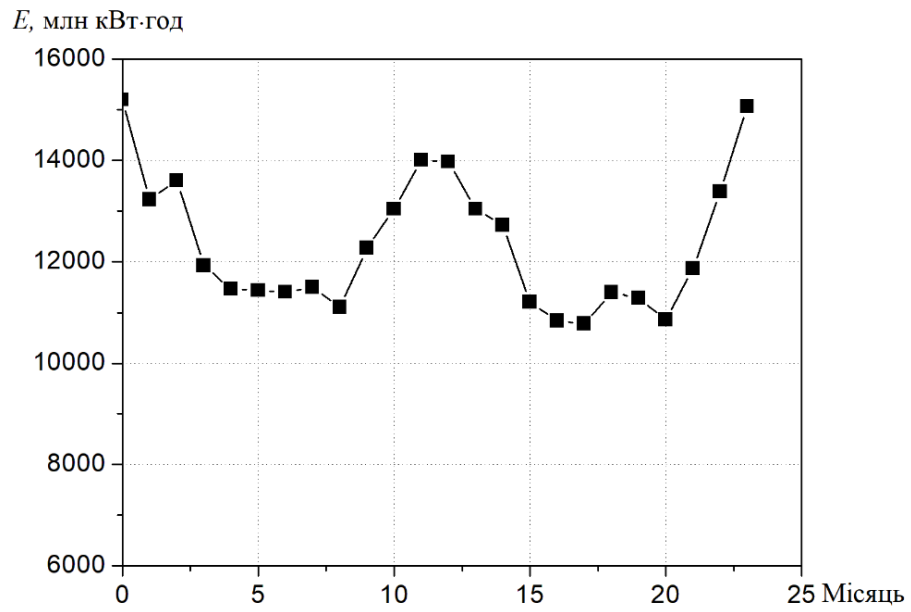
Місяць	2020 р. Млн кВт·год
Червень	10779
Липень	11397
Серпень	11286
Вересень	10857
Жовтень	11868
Листопад	13385
Грудень	15065

На рис. 4.15 показано динаміку зміни споживання електроенергії без зміщеної оцінки та зі зміщеною оцінкою, згідно з даними наведеними в табл. 4.2 та табл. 4.5. Як показав аналіз статистичних даних, середнє значення споживання електроенергії за період 2019 року та 2020 року становить 12359,79167 млн. кВт·год.

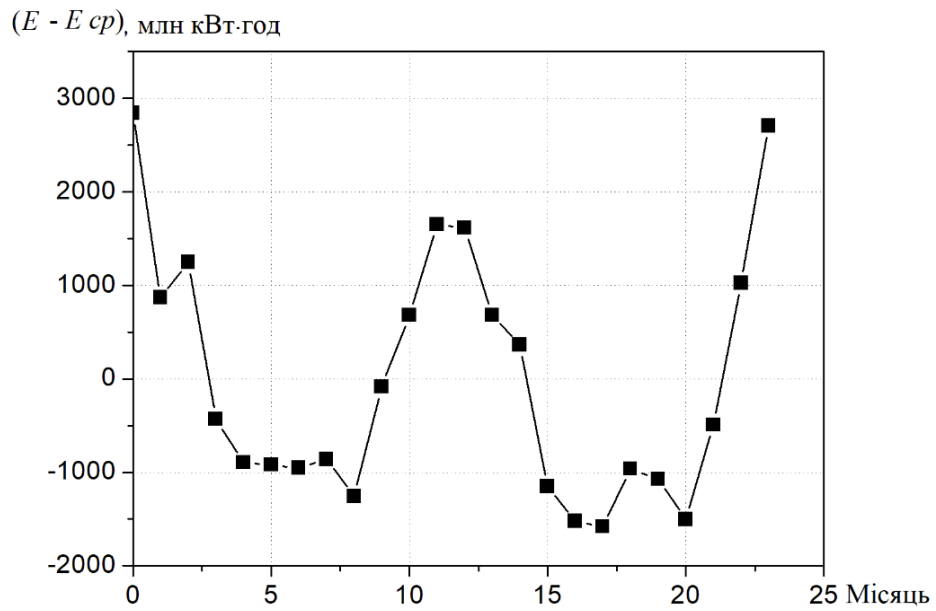
Відповідно до досліджень, проведених у розділах 4.2 та 4.3, для апроксимації даних споживання електроенергії за період у 2 роки будемо використовувати функцію виду (4.4). Результати апроксимації даних зі зміщеним середнім і без зміщеного середнього показано на рис. 4.16.

При апроксимації залежності на рис. 4.15 виразом (4.4) значення коефіцієнтів апроксимуючого виразу рівні: $x_c = 39659.07386$; $w = 6.54679$; $A = 1987.10236$. У цьому коефіцієнт детермінації R^2 дорівнює $R^2=0.79366$, а залишкова дисперсія S^2 становить $S^2=714361.96343$.

За результатами апроксимації даних щомісячного споживання електроенергії у 2019 році та 2020 році на рис. 4.17 показано результати прогнозу щомісячного споживання електроенергії у 2021 році зі зміщеною та без зміщеної оцінки.

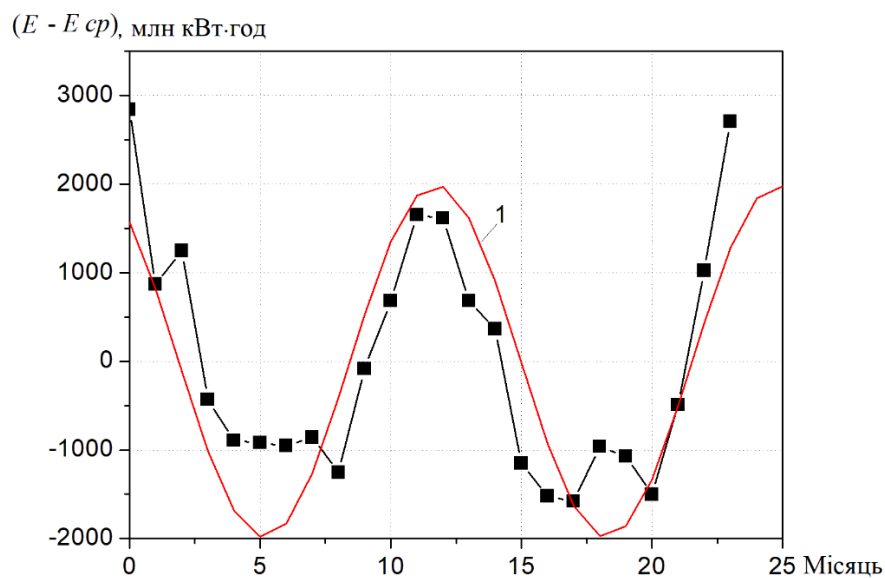


a

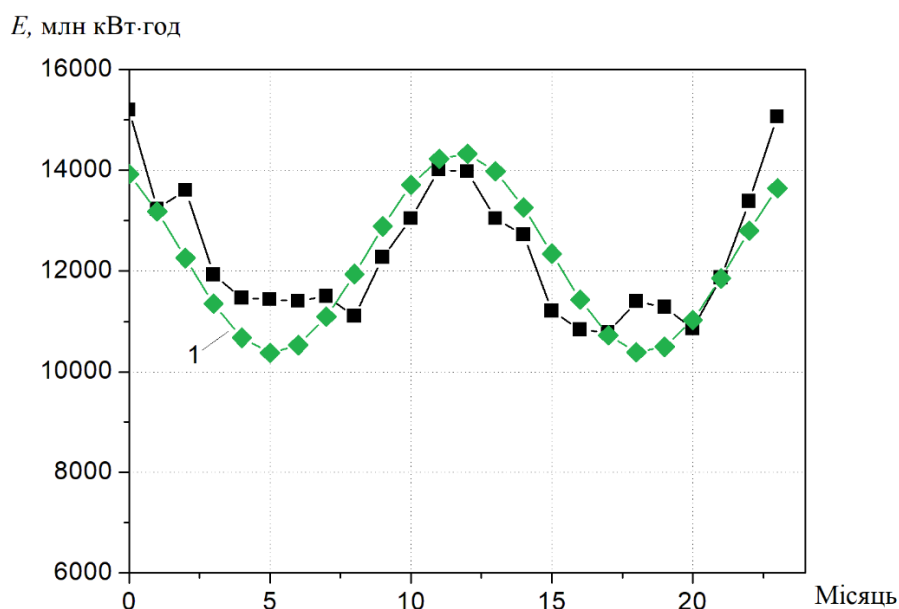


б

Рис. 4.15 Динаміка зміни споживання електроенергії за місяцями у 2019 році та у 2020 році без урахування середнього значення споживання електроенергії (а) та з урахуванням середнього значення споживання електроенергії (б)



a



б

Рис. 4.16 Результат апроксимації динаміки зміни споживання електроенергії за місяцями у 2019 році та у 2020 році з урахуванням середнього значення споживання електроенергії та без урахування середнього споживання: 1 – апроксимуюча залежність. а - зі зміщеним середнім; б - без зміщеного середнього

Проведемо порівняння отриманих даних прогнозування споживання електроенергії в Україні на 2021 рік із фактичними даними споживання електроенергії в Україні у 2021 році, які наведені у табл. 4.6.

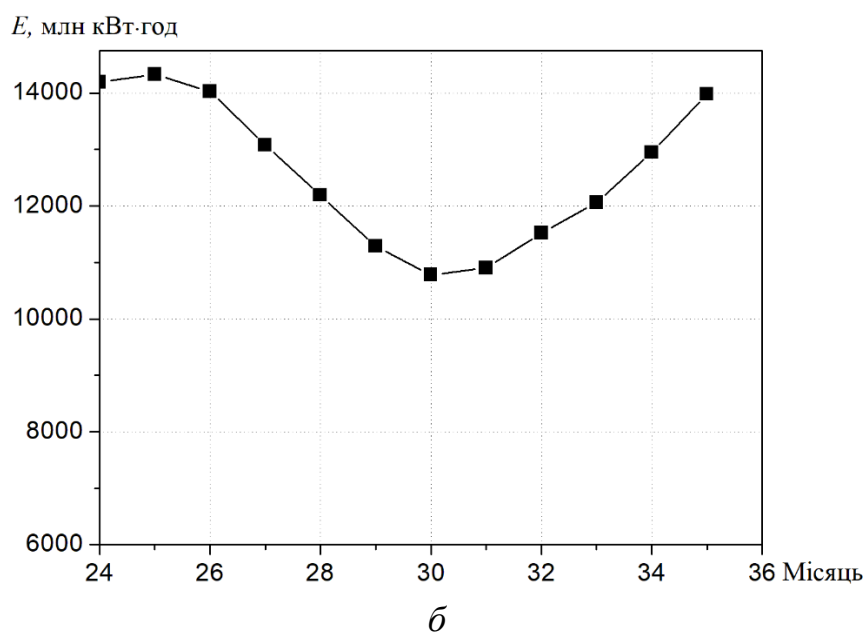
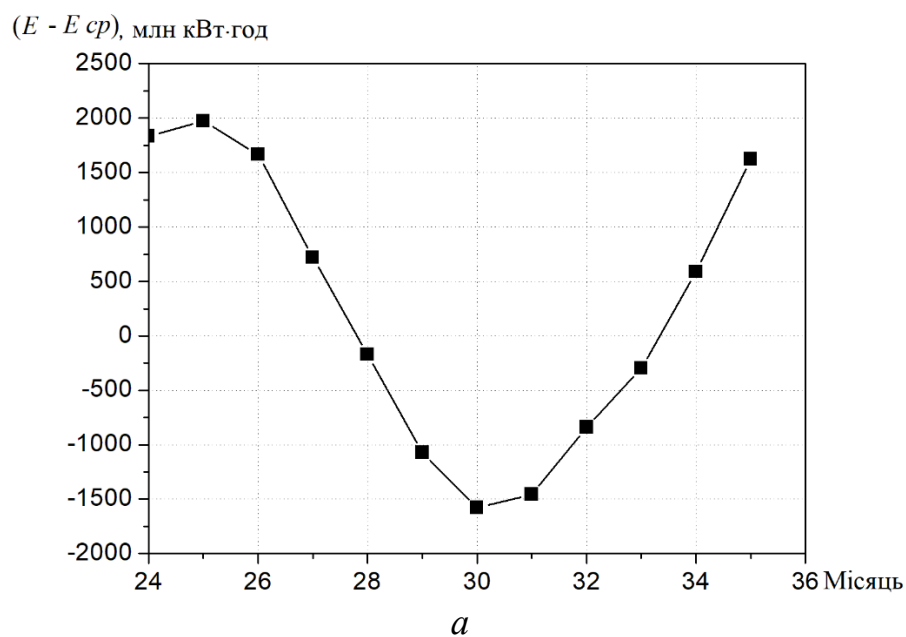


Рис. 4.17 Результат прогнозу споживання електроенергії за місяцями на 2021 рік з урахуванням середнього значення виробництва електроенергії: а – зі зміщеним середнім; б - без зміщеного середнього

Таблиця 4.6 Споживання електроенергії в Україні в 2021 році за даними Міненерго

Місяць	2021 р. Млн кВт·год
Січень	14542
Лютий	13726

Місяць	2021 р. Млн кВт·год
Березень	14071
Квітень	12374
Травень	11308
Червень	10977
Липень	12099
Серпень	11868
Вересень	11465
Жовтень	13068
Листопад	13411
Грудень	14559

На рис. 4.18 показано результати прогнозування споживання електроенергії на 2021 рік та фактичне споживання електроенергії в Україні у 2021 році.

Отримані результати показують, що з прогнозуванні споживання електроенергії наступного року за результатами фактичного споживання попередні два роки існує відхилення реальних даних від прогнозованих даних, тобто. Існує помилка прогнозування. На рис. 4.19 показано залежність зміни помилки прогнозування у відсотках.

Статистична обробка даних щодо місячних помилок прогнозування споживання електроенергії у 2021 році стосовно фактичного споживання електроенергії показує, що середня помилка прогнозування становить 1,65 %.

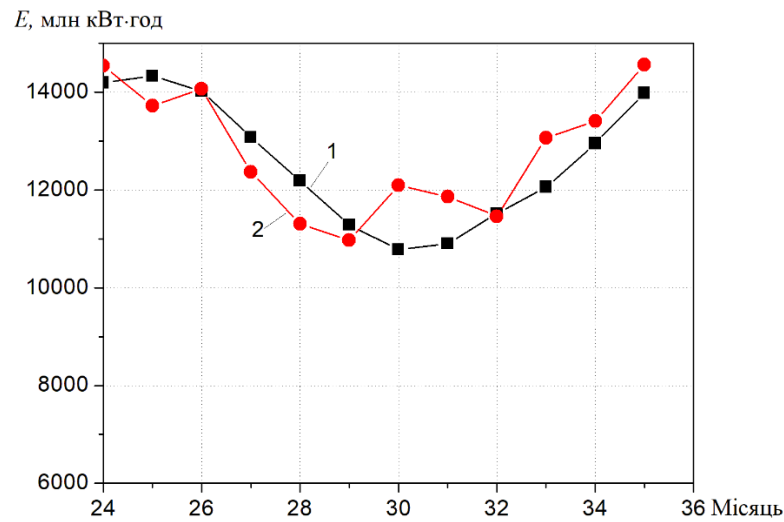


Рис. 4.18 Результати прогнозування споживання електроенергії на 2021 рік (1) та фактичне споживання електроенергії в Україні у 2021 році (2)

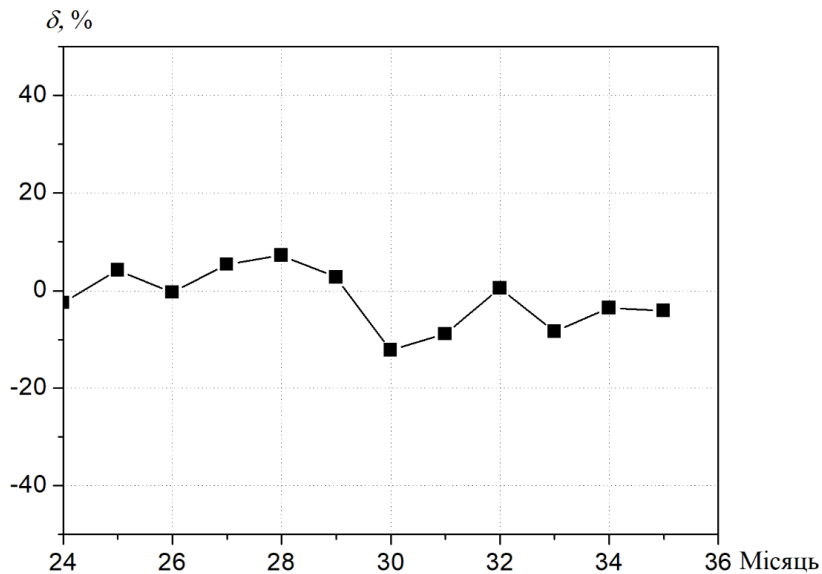


Рис. 4.19 Помилка прогнозування споживання електроенергії по відношенню до фактичного споживання електроенергії у 2021 році

Результати проведених досліджень можуть використовуватись в автоматизованій системі управління енергосистемами при побудові довгострокових прогнозів споживання електроенергії.

Висновки по розділу 4

В розділі було розглянуто загальні принципи та дані для побудови прогнозів виробництва та споживання електроенергії в автоматизованій системі управління .

Було виконано прогнозування виробництва електроенергії на наступний рік за результатами виробництва у попередньому році , отримані результати показують, що з прогнозуванні виробництва електроенергії наступного року за результатами попереднього року є відхилення реальних даних від прогнозованих даних, тобто. Існує помилка прогнозування.

Було виконано прогнозування споживання електроенергії на наступний рік за результатами виробництва у попередніх роках отримані результати досліджень показали, що для зменшення помилки довгострокового прогнозування виробництва електроенергії необхідно збільшувати набір даних за попередні роки виробництва електроенергії. Як показує обробка даних, збільшення обсягу даних в 2 рази, тобто. з одного року до двох років виробництва електроенергії призводить до зменшення помилки прогнозування в 6,8 разів.

Результати досліджень, показали, що для проведення якісного прогнозування з найменшою помилкою необхідно використовувати великий набір даних.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

Робота операторів, програмістів і просто користувачів безпосередньо пов'язана з комп'ютерами, а таким чином й з додатковими шкідливими впливами цілої групи факторів, що істотно знижують продуктивність їхньої праці. Вивчення й вирішення проблем, пов'язаних із забезпеченням здорових і безпечних умов, у яких протікає праця людини - одна з найбільш важливих задач у розробці нових технологій і систем виробництва. Вивчення й виявлення можливих причин виробничих нещасних випадків, професійних захворювань, аварій, вибухів, пожеж, і розробка заходів і вимог, спрямованих на усунення цих причин дозволяють створити безпечні й сприятливі умови для праці людини. Комфортні й безпечні умови праці - один з основних факторів, що впливає на продуктивність людей працюючих з ЕОМ.

У даному розділі дипломної роботи розглядаються основні питання техніки безпеки користувача ЕОМ. Особлива увага приділена наступним питанням:

- аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів;
- розрахунок штучного освітлення;
- визначення оптимальних умов праці програміста.

Аналіз небезпечних та шкідливих факторів, що впливають на людину при роботі над програмою

Наявний у даний час комплекс розроблених організаційних заходів і технічних засобів захисту, накопичений досвід роботи ряду обчислювальних центрів (далі ОЦ) показує, що є можливість досягти більших успіхів у справі усунення впливу на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Стан умов праці працівників ОЦ і його безпеки, на сьогоднішній день, ще не задовольняють сучасним вимогам . Працівники ОЦ зіштовхуються з впливом таких фізично небезпечних і шкідливих виробничих факторів, як підвищений рівень шуму, підвищена температура зовнішнього середовища, відсутність чи недостатня

освітленість робочої зони, електричний струм, статична електрика й інше. Багато співробітників ОЦ пов'язані з впливом таких психофізичних факторів, як розумова перенапруга, перенапруга зорових і слухових аналізаторів, монотонність праці, емоційні перевантаження. Вплив зазначених несприятливих факторів приводить до зниження працездатності, що викликане стомленням. Поява й розвиток стомлення пов'язане зі змінами, що виникають під час роботи в центральній нервовій системі, з гальмовими процесами в корі головного мозку. До шкідливих випромінювань комп'ютера належать низькочастотні електромагнітні поля та іонізуюче (рентгеновське) випромінювання моніторів на електронно-променевих трубках (ЕПТ). Що стосується електромагнітних полів, то їх вплив на людський організм вивчений слабо, а рівень такого випромінювання від персонального комп'ютера дуже низький, навіть у порівнянні з багатьма побутовими електроприладами. Проте численними дослідженнями доведено можливість порушення протікання вагітності при роботі жінок за комп'ютером. У зв'язку з цим існують деякі обмеження по розміщенню комп'ютерів в приміщенні, а також по допуску персоналу до роботи за комп'ютером. У приладів на ЕПТ, крім радіаційного випромінювання, є ще один шкідливий фактор: технологія отримання зображення в них зв'язана з використанням високих напруг в декілька десятків кіловольт, використовуваних для формування електронних променів. Побічним ефектом цієї технології є збільшення концентрації позитивно заряджених іонів в повітрі і зниження кількості негативних іонів (а також збільшення концентрації озону), що негативно позначається на самопочутті та здоров'ї людини. Робота на персональних комп'ютерах відноситься до зоровонапружених робіт. Це означає, що в першу чергу при роботі з комп'ютером страждають очі. Шкідливий вплив на очі проявляється не в наявності яких-небудь випромінювань, а лише в необхідності постійної напруги очей при зчитуванні інформації з екрана. Згідно СанПіН , існує три групи робіт з відеодисплейними терміналами і ПЕОМ, а також три категорії складності і напруженості роботи. До першої групи робіт (група А) відносяться роботи з зчитування інформації з дисплея, до другої (група

Б) - роботи по введенню інформації, до третьої (група В) - інтерактивна робота з комп'ютером. Очевидно, що праця працівника в більшості випадків відноситься до групи В, так як вимагає інтерактивної роботи з різним програмним забезпеченням. На зореве стомлення дуже сильно впливає також рівень освітленості робочого місця. Недостатність освітлення приводить до напруги зору, послабляє увагу, приводить до наступу передчасної стомленості. Надмірно яскраве освітлення викликає осліплення, роздратування й різь в очах. Неправильний напрямок світла на робочому місці може створювати різкі тіні, відблиски, дезорієнтувати працюючого. Оскільки екран монітора - це теж джерело світла, при постійному читанні інформації з нього відбувається швидке стомлення очей, особливо якщо яскравість світіння монітора встановлена занадто високою. Також подразнення очей викликає мерехтіння зображення на моніторі, викликані низькою частотою кадрової розгортки. Усі ці заподії можуть привести до нещасливого випадку чи профзахворювань, тому настільки важливий правильний розрахунок освітленості. Наступна небезпека - статичність пози при роботі за комп'ютером. Статична напружена поза при тривалій роботі на комп'ютері може призвести до запалення м'язів, зв'язок і сухожилів спини і ніг, захворювань хребта і суглобів (остеохондроз, тендиніт і пр.), а постійна напруга рук - до ушкоджень зап'ястя і сухожилів (так званий синдром зап'ясткового суглоба або тунельний синдром). Ці захворювання викликаються так званими травмами повторюваних навантажень і являють собою поступово накопичуються нездужання, обумовлені тривалими повторюваними впливами і перетікають в хвороби нервів, м'язів і сухожилів. Особливу увагу при аналізі безпеки у процесі роботи на комп'ютері слід приділяти потенційному впливу електромагнітних полів (ЕМП), що виникають в відеодисплейних терміналах під час експлуатації. Тепловий вплив ЕМП характеризується підвищенням температури тіла, локальним виборчим нагріванням клітин, тканин і органів внаслідок переходу ЕМП в теплову енергію. Інтенсивність нагрівання залежить від кількості поглиненої енергії та швидкості відтоку тепла від опромінюваних ділянок тіла. Відтік тепла утруднений в органах

і тканинах з поганим кровопостачанням. До них в першу чергу відноситься кришталік ока, внаслідок чого можливий розвиток катаракти. Теплового впливу ЕМП піддаються також паренхіматозні органи (печінка, підшлункова залоза) і порожнисті органи, що містять рідину (сечовий міхур, шлунок). Нагрівання їх може викликати загострення хронічних захворювань. Крім перерахованих вище шкідливих факторів, пов'язаних насамперед з візуальними та емісійними параметрами комп'ютерів і з особливостями роботи з ПК, на користувача можуть оказувати несприятливий вплив також шум від роботи самої ЕОМ та устаткування в приміщенні і виділення шкідливих речовин у повітря робочої зони при експлуатації ЕВМ. Акустичний шум у приміщенні, де розташовуються ЕОМ, виникає при роботі принтерів, розмножувальної техніки, а також при роботі вентиляторів систем охолодження і трансформаторів самих комп'ютерів. Причому високочастотні трансформатори ПК можуть генерувати і ультразвукові коливання. Рівень шуму в таких приміщеннях може досягати 80 дБА, що істотно вище нормативних значень. Шум, як відомо, негативно впливає на нервову і серцево-судинну системи, а також на органи травлення. Повітря робочої зони при використанні обчислювальної техніки може забруднюватися деякими шкідливими продуктами виділення пластичних мас, з яких виготовлені корпус комп'ютера і ряд його деталей.

Розрахунок штучного освітлення

Розрахунок освітленості робочого місця зводиться до вибору системи освітлення, визначенню необхідної кількості світильників, їхнього типу й розміщення. Будемо вважати, що процес роботи оператора-програміста протікає в таких умовах, коли природне освітлення недостатнє чи відсутнє. Виходячи з цього, розрахуємо параметри штучного освітлення. Штучне освітлення виконується за допомогою електричних джерел світла двох видів: ламп розжарювання й люмінесцентних ламп. Будемо використовувати люмінесцентні лампи, які в порівнянні з лампами розжарювання мають істотні переваги:

- по спектральному складі світла смороду близькі до денного, природного освітлення;
- володіють більш високим ККД (в 1,5-2 рази вище, ніж ККД ламп розжарювання);
- мають підвищену світловіддачу (в 3-4 рази вище, ніж у ламп розжарювання); -
- більш тривалий термін служби.

Розрахунок освітлення виконується для кімнати площею 20 м² (стелі побілені, вікна незавішені, робоча поверхня світла), ширина якої – 4 м, довжина – 5 м, висота – 4,2 м, розрахункова висота підвісу – 3,4 м. Передбачається використання світильників типу ПВЛМ із лампами ЛБ (по двох у кожному світильнику). Для розрахунку скористаємося методом коефіцієнта використання світлового потоку. Для визначення кількості світильників визначимо світловий потік, що падає на поверхню по формулі:

$$F = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{\eta} \quad (5.1)$$

де F - світловий потік, що розраховується, Лм; E - нормована мінімальна освітленість, Лк (визначається по таблиці). Роботі програміста, відповідно до цієї таблиці, можна віднести до розряду точних робіт, отже, мінімальна освітленість буде E = 300 Лк при газорозрядних лампах; S - площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку S = 20 м²); Z - відношення середньої освітленості до мінімальної (для люмінесцентних ламп приймається рівним 1,1); K - коефіцієнт запасу, що враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників у процесі експлуатації (його значення визначається по таблиці коефіцієнтів запасу для різних приміщень й у нашому випадку K = 1,5); η - коефіцієнт використання (виражається відношенням світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню, до сумарного потоку всіх ламп і обчислюється в частках одиниці; залежить від характеристик світильника, розмірів приміщення, забарвлення стін, стелі і відбивної поверхні, які характеризуються коефіцієнтами відбиття ρ_с, ρ_{ст}, ρ_р відповідно). Значення

коефіцієнтів ρ_c , $\rho_{ст}$, ρ_p визначимо по таблиці залежностей коефіцієнтів відбиття від характері поверхні: $\rho_c=50\%$, $\rho_{ст}=70\%$, $\rho_p=30\%$. Визначимо по таблиці коефіцієнтів використання різних світильників. Для цього обчислимо індекс приміщення по формулі:

$$I = \frac{S}{h(A + B)}, \quad (5.2)$$

де S - площа приміщення, $S = 20 \text{ м}^2$; h - розрахункова висота підвісу, $h = 3,4 \text{ м}$;

A - ширина приміщення, $A = 4 \text{ м}$; B - довжина приміщення, $B = 5 \text{ м}$.

Підставивши значення отримаємо $I=0.65$

Знаючи індекс приміщення I , ρ_c , ρ_p , $\rho_{ст}$ по таблиці знаходимо $\eta = 0,42$.

Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку F :

$$F=23571,43 \text{ лм}$$

Світловий потік ламп ЛБ потужністю 40 Вт складає $F_{л} = 3200 \text{ Лк}$. Розрахуємо необхідну кількість ламп по формулі (5.3).

$$N = \frac{F}{F_{л}} \quad (5.3)$$

де N - необхідна кількість ламп; F - світловий потік, $F = 23571,43 \text{ Лм}$;

$F_{л}$ - світловий потік однієї лампи ЛБ, $F_{л} = 3200 \text{ Лм}$.

$$N=7,37 \text{ шт}$$

Таким чином, з урахуванням вимог усіх норм для освітлення кімнати необхідно буде встановити 4 світильники типу ПВЛМ із люмінесцентними лампами ЛБ потужністю 40 Вт кожна.

Забезпечення електробезпеки

З метою попередження поразок електричним струмом до роботи повинні допускатися тільки робітники, які добрі вивчили основні правила по техніці безпеки . Відповідно до правил електробезпечності в службовому приміщенні

повинний здійснюватися постійний контроль стану електропроводки, запобіжних щитів, шнурів, за допомогою яких включаються в електромережу комп'ютери, освітлювальні прилади, інші електроприлади. Винятково важливе значення для запобігання електротравмотизму має правильна організація обслуговування діючих електроустановок ОЦ, проведення ремонтних, монтажних і профілактичних робіт. В ОЦ розрядні струми статичної електрики найчастіше виникають при дотику до шкірного з елементів ЕОМ. Такі розряди небезпеки для людини не представляють, але крім неприємних відчуттів можуть привести до виходу з ладу ЕОМ. Для зниження величини виникаючих зарядів статичної електрики в ОЦ покриття технологічних підлог варто виконувати з однокульового полівінілхлоридного антистатичного лінолеуму. Іншим методом захисту є нейтралізація заряду статичної електрики іонізованим газом. У промисловості широко застосовуються радіоактивні нітралізатори. До загальних мір захисту від статичної електрики в ОЦ можна віднести загальне й місцеве зволоження повітря.

Протипожежний захист

Пожежна безпека забезпечується системою запобігання пожежі й системою пожежного захисту. В усіх службових приміщеннях обов'язково повинний бути «План евакуації людей при пожежі», що регламентує дії персоналу у випадку виникнення вогнища загоряння й вказує місця розташування пожежної техніки. Пожежі в ОЦ становлять особливу небезпеку, тому що пов'язані з великими матеріальними втратами. Характерна рису ОЦ - невеликі площі приміщень. Як відомо пожежа може виникнути при взаємодії пальних речовин, окислювання й джерел запалювання. У приміщеннях ОЦ присутні всі три основні фактори, які можуть привести до виникнення пожежі. Пальними компонентами на ОЦ є: будівельні матеріали для акустичної й естетичної обробки приміщень, перегородки, двері, підлоги, перфокарти й перфострічки, ізоляція кабелів й ін. Джерелами запалювання в ОЦ можуть бути електронні схеми від ЕОМ, прилади, що застосовуються для технічного обслуговування, пристрої електроживлення,

кондиціонування повітря, де в результаті різних порушень утворюються перегріті елементи, електричні іскри й дуги, здатні викликати загоряння палих матеріалів. У сучасних ЕОМ дуже висока щільність розміщення елементів електронних схем. У безпосередній близькості один від одного розташовуються сполучні проводи, кабелі. При протіканні по електричного струму виділяється значна кількість теплоти. При цьому можливе оплавлення ізоляції. Для відводу надлишкової теплоти від ЕОМ служать системи вентиляції й кондиціонування повітря. При постійній дії ці системи являють собою додаткову пожежну небезпеку. При проведенні обслуговуючих, ремонтних і профілактичних робіт використовуються різні мастильні речовини, легкозаймисті рідини, прокладаються тимчасові електропровідники, ведуть пайку й чищення окремих вузлів. Виникає додаткова пожежна небезпека, що вимагає додаткових заходів пожежного захисту. Зокрема, при роботі з паяльником варто використовувати незапальну підставку з нескладними пристосуваннями для зменшення споживаної потужності в неробочому стані. Для більшості приміщень ОЦ встановлена категорія пожежної безпеки В. З огляду на високу вартість електронного устаткування ОЦ, а також категорію його пожежної безпеки, будівлі для ОЦ і частини будівель іншого призначення, у яких передбачене розміщення ЕОМ повинні бути 1 й 2 ступеня вогнестійкості. Застосування води в машинних залах ЕОМ, сховищах носіїв інформації, приміщеннях контрольно-вимірювальних приладів через небезпеку ушкодження чи повного виходу з ладу дорогоцінного устаткування можливе у виняткових випадках, коли пожежа приймає загрозливо великі розміри. При цьому кількість води винна бути мінімальною, а пристрої ЕОМ необхідно захистити від потрапляння води, накриваючи їх чи брезентом полотниною. Для гасіння пожеж на початкових стадіях широко застосовуються вогнегасники. Найбільше доцільно застосовувати в ОЦ установки газового гасіння пожежі, дія яких заснована на швидкому заповненні приміщення вогнегасячою газовою речовиною з різким скрапленням змісту в повітрі кисню.

РОЗДІЛ 6

ЕКОЛОГІЯ

На сьогоднішній день у зв'язку з швидким прогресом людства багато електронних приладів (смартфони, ПК та ін.) стали звичними для майже будь-якої людини адже їх виробництво дуже масове, вони використовуються у всіх сферах життя, не виняток і підприємства енергопостачання.

Інформаційні та телекомунікаційні технології, включивши в себе екологію в якості гуманних підвалин розвитку, перетворились на ідею інформаційного суспільства, стали способом життя людства, запорукою нового циклу розвитку цивілізації та планети.

Інформаційні технології сьогодні є екологічнішими за більшість інших видів активної людської діяльності, проте їх ще не можна назвати справді екологічними. Скажімо, ефективність інформаційних мереж напряму залежить від кількості користувачів, тобто, від кількості комп'ютерів, включених до мережі. Але для виготовлення одного звичайного персонального комп'ютера потрібно від 15 до 19 тон матеріалів. Це порівнювано з 25 тонами, потрібними для виготовлення автомобіля. На кожен функціонуючий комп'ютер (використовуваний в середньому протягом 4 років) припадає 1,5 комп'ютери вироблених. А близько третини комп'ютерів ніколи не буває продано взагалі – через швидкість, з якою вони втрачають технологічну актуальність. Це означає, що затрачувані ресурси справді наближаються до рівня автомобіля.

Електронні пристрої містять дуже токсичні з'єднання, які, потрапляючи в навколишнє середовище, створюють серйозну небезпеку для життя людей. Так, наприклад, 22% ртуті, що видобувається щороку в усьому світі, йде саме на потреби електронної промисловості і, зокрема, міститься в мобільних телефонах та ПК. Кадмій, який є канцерогеном, використовується практично в усіх напівпровідникових пристроях. Свинець, особливо токсичний для нервової системи, міститься в акумуляторах і екранах моніторів. У міру розкладання захисних покриттів з електронних пристроїв у навколишнє середовище виділяється діоксин та інші високотоксичні з'єднання. Стурбованість

громадськості проблемами екології, а також нові, більш жорсткі закони по захисту навколишнього середовища змушують великих виробників устаткування створювати мережі по збору техніки, що вийшла з обігу і заводи з її утилізації.

Крім того, в конструкції обладнання максимально збільшується частка матеріалів, придатних для переробки. Розміри мережі з утилізації "електронного брухту" залежать від регіону і місцевого законодавства. Вся оргтехніка включає в свій склад як органічні складові (пластик різних видів, матеріали на основі полівінілхлориду, фенолформальдегіда), так і майже повний набір металів. Згідно з довідкових даних і на підставі лабораторних хімічних аналізів в таблиці 6.1 наведено усереднені дані про вміст різних металів і матеріалів у персональному комп'ютері.

Таблиця 6.1 Шкідливі речовини які містяться в ПК

Найменування	Дорогоцінні метали		Кольорові і чорні метали			Полімери і скло	
	Au, г	Ag, г	Al, кг	Cu, кг	Fe, кг	Пластик, кг	Скло, кг
ПК(монітор, системний блок, клавіатура, маніпулятор)	0,053-0,072	0,8-1,1	0,1-0,4	0,1-0,2	3-4	3-3,5	10-20

Отже, звичайний комп'ютер містить як цінні метали, такі як золото, срібло, алюміній, мідь, так і небезпечні, такі як кадмій, свинець, цинк, нікель, а тому при списанні та утилізації обладнання керівнику необхідно керуватися і законодавством в області охорони навколишнього середовища.

Заходи щодо запобігання забруднення навколишнього середовища

Персональні комп'ютери, ноутбуки та інша інформаційна техніка, як відомо широко використовується в галузі наукових досліджень, промисловості, а також

у повсякденному домашньому користуванні. Але будь-яка техніка стрімко застаріває, їй на зміну приходять нові, більш потужні, більш сучасні ПК та оргтехніка. Поступово виникає проблема, що робити зі старою технікою, морально застарілою або з тих чи інших причин, що вийшла з ладу, яка захаращує підсобні приміщення та склади. Утилізація оргтехніки та комп'ютерів це процес, який проводиться в кілька етапів. Найперше дія це списання обладнання безпосередньо з підприємства. Етап другий це розбір техніки і сортування отриманих матеріалів. Якщо деталі здатні служити вихідною сировиною, наприклад, кінескоп, деталі, в складі яких є дорогоцінні метали, то їх відправляють на очищення. Як нам відомо до складу комп'ютера входить безліч металів таких як золото, срібло, алюміній, мідь та інших. Ще етапом по утилізації персональних комп'ютерів можна досягнути завдяки вторинній переробці. Сутність даного процесу полягає в тому, що можна витягти з цієї сировини частку корисних та рідких матеріалів таких як іридію, міді та інших. Цей процес відтворити набагато легше аніж наприклад видобути тонну міді, яка міститься в тисячотонних гірських породах. Одне з нововведень для утилізації друкованих плат придумали Співробітники з Національної фізичної лабораторії Великобританії, продемонстрували можливість спеціального розчину який розчинюють у гарячій воді. Дія якого зумовлює відшарування електронних компонентів. Таким чином 90% компонентів нових друкованих плат можна використовувати знову, тоді як у випадку звичайним методам - тільки 2%. Практично жодне підприємство не зможе самостійно утилізувати комп'ютери та оргтехніку, так як цей процес вимагає сучасного обладнання та специфічних знань. Тому довірити таку роботу можна тільки професіоналам, які мають великий досвід у даній сфері. Проблема утилізації використаних комп'ютерів, периферійного обладнання, стає гострішою з кожним роком. Обсяги виробництва продуктів інформаційно-телекомунікаційних технологій та частота їх заміни на нові моделі примушують компанії замислюватись над проблемою біодеградації. Успіхи в цій галузі допоможуть, серед іншого, компаніям-виробникам зменшити податки, котрі вони сплачують зараз за утилізацію

застарілих моделей. Останнє тим більше важливо, оскільки робить екологізацію економічно вигідною, тож спрямовує у цю сферу дедалі більше зусиль дослідників та довгострокових капіталовкладень. Таким чином, подальше поширення інформаційних технологій не збільшить, а навпаки – зменшить техногенне навантаження на довкілля.

Вдосконалення сучасних інформаційних технологій, слід направляти не тільки для того щоб створювати людині максимально комфортні умови життя теперішнього часу. Але і для досягнення безвідходного процесу утилізації відпрацьованої техніки, не завдаючи шкоду навколишньому середовищу.

З розвитком людства з'являється все більше різноманітних ЕОМ, які є джерелом електромагнітних полів (надалі ЕМП). А електромагнітні поля є, в свою чергу, «електромагнітним забрудненням» середовища. Електромагнітні поля оточують нас постійно проте розрізняють тільки видиме світло, яке займає лише вузьку смужку спектру електромагнітних хвиль – електромагнітного випромінювання (надалі ЕМВ). Око не розрізняє ЕМП, довжина хвилі яких більше або менше довжини світлової хвилі, тому ми не бачимо випромінювань промислового устаткування, радарів, радіоантен, ліній електропередач і ЕОМ. Всі ці пристрої, як і багато інших, що використовують електричну енергію, створюють так звані антропогенні ЕМП, які разом з природними полями Землі і Космосу створюють складну і мінливу електромагнітну обстановку. Електромагнітне поле – це особлива форма матерії, за допомогою якої здійснюється дія між електричними зарядженими частинками .

Зменшення дії ЕМП

Залежно від умов дії ЕМП, характеру і місцезнаходження джерела випромінювання можуть бути використані наступні способи і методи захисту: захист часом і відстанню, зниженням інтенсивності випромінювання джерела, екранування джерела, захист навколишнього середовища від випромінювання шляхом екранування. Захист часом застосовується в тих випадках, коли відсутня можливість зменшити напруженість (інтенсивність) ЕМП. Захист відстанню (найефективніший метод) використовується, якщо не можна знизити інтенсивність опромінювання іншими методами. Метод зменшення потужності випромінювання здійснюється безпосереднім регулюванням передавача (генератора); його заміною на менш потужний вживанням спеціальних пристроїв – атенуаторів, які поглинають, відображають або послаблюють енергію, що передається на шляху від генератора до антени. Способи екранування джерела. Основними видами засобів захисту є екрануючі пристрої – складові частини електричної установки, призначені для захисту у відкритих розподільних

пристроях (ВРП) і на повітряних лініях електропередач. Конструктивно екрануючі пристрої оформляються у вигляді козирків, навісів або перегородок з металевих канатів, сіток або пластин з гуми. Екрануючі пристрої повинні мати антикорозійне покриття і бути заземлені. Екрани бувають поглинаючі або відображають електромагнітну енергію. Вибір конструкції екранів залежить від характеру технологічного процесу, потужності джерела і діапазону хвиль.

Разом із стаціонарними і переносними екрануючими пристроями застосовують індивідуальні екрануючі комплекти (призначені для захисту від дії від ЕМІ, напруженість якого не перевищує 60 кВ/м, створюваного електроустановками напругою 400, 500 і 750 кВ і частотою 50 Гц). Різноманітні техногенні дії на оточуючу середовище характеризуються їх частотою повторення і інтенсивністю. Наприклад, викиди шкідливих речовин мають деяку постійну складову, відповідну нормальній експлуатації, і випадкову складову, залежну від вірогідності аварій, тобто від рівня безпеки даного об'єкту. Заходи попередження небезпечних дій, їх запобігання при експлуатації, створення можливостей для їх компенсації і управління шкідливими діями повинні прийматися на стадії проектування об'єктів. Це припускає розробку і створення систем екологічного моніторингу регіонів, розробку методів розрахункового прогнозування екологічного збитку, визнаних методів оцінювання екологічних місткостей екосистем, методів порівняння різнотипних ушкоджень. Ці заходи повинні створити базу для активного управління поляганням навколишнього середовища. Природні екосистеми володіють широким спектром фізичних, хімічних і біологічних механізмів нейтралізації шкідливих і забруднюючих речовин. Проте при перевищенні значень критичних надходжень таких речовин, можливе настання явищ деградації - ослаблення, зниження репродуктивних характеристик, зменшення інтенсивності зростання, рухової активності особин. В умовах живої природи, постійної боротьби за ресурси така втрата життєстійкості організмів загрожує втратою ослабленої популяції, за якою може розвинути ланцюг втрат інших взаємодіючих популяцій. Критичні параметри надходження речовин в екосистеми прийнято визначати за допомогою поняття екологічних місткостей. Екологічна місткість екосистеми - максимальна місткість кількості забруднюючих речовин, що поступають в екосистему за одиницю часу, яка може бути зруйнована, трансформована і виведена з меж екосистеми або депонувала за рахунок різних процесів без істотних порушень динамічної рівноваги в екосистемі. Типовими процесами, що визначають інтенсивність перемелювання шкідливих речовин, є процеси перенесення, мікробіологічного окислення і біоседиментації забруднюючих речовин. При визначенні екологічної місткості екосистем повинні враховуватися як окремі канцерогенні і мутагенні ефекти дій окремих забруднювачів, так і їх підсилювальні ефекти через сумісну, поєднану дію.

Щоб уникнути травмування екосистем повинні бути визначені і нормативно зафіксовані деякі граничні надходження шкідливих речовин в організми, інші межі дій, які могли б викликати неприйнятні наслідки на рівні популяцій. Іншими словами повинні бути відомі екологічні місткості екосистем, величини яких не повинні перевищуватися при техногенних діях. Екологічні місткості екосистем для різних шкідливих речовин слід визначати по інтенсивності надходження цих речовин, при яких хоча б в одному з компонентів біоценозу виникне критична ситуація, тобто коли накопичення цих речовин наблизиться до небезпечної межі, досягатиметься критична концентрація. В значеннях граничних концентрацій токсикогенів, у тому числі радіонуклідів, звичайно, повинні враховувати і перехресні ефекти. Проте цього, мабуть, недостатньо. Для ефективного захисту навколишнього середовища необхідно законодавчо ввести принцип обмеження шкідливих техногенних дій, зокрема викидів і скидів небезпечних речовин. По аналогії з принципами радіаційного захисту людини, можна сказати, що принципи захисту навколишнього середовища полягають в тому, що :

-повинні бути виключені необґрунтовані техногенні дії ;

-накопичення шкідливих речовин в біоценозах, техногенні навантаження на елементи екосистем не повинні перевищувати небезпечні межі ;

-надходження шкідливих речовин в елементи екосистем, техногенні навантаження повинні бути настільки низькими, наскільки це можливо з урахуванням економічних і соціальних чинників.

Торсіонове поле моніторів ЕОМ

Торсіонові поля переносять інформацію про процеси, що протікають у фізичних об'єктах. Вони не поглинаються середовищами, тому що мають неелектромагнітну природу, хоча виникають, наприклад, одночасно з електромагнітним випромінюванням. Їхня енергія наближається до нульової, а швидкість поширення може змінюватися від 0 до 10⁹ км/с, у залежності від виду джерела торсіонowego поля, що породжує його. Дисплеї, сконструйовані на основі електронно-променевої трубки, є джерелами електростатичного поля, м'якого рентгенівського, ультрафіолетового, інфрачервоного, видимого, низькочастотного, більш низькочастотного і високочастотного електромагнітного випромінювання. Електромагнітне поле у свою чергу породжує торсіонове поле. Отже, переважна більшість електронних, електротехнічних і радіотехнічних пристроїв є джерелами торсіонових випромінювань, що мають той чи інший ступінь агресивності стосовно навколишнього світу і негативно впливаючи на нього. Монітори ПК, телевізори, безсумнівно, відносяться до згаданих вище приладів і є могутніми генераторами торсіонових полів. Очевидно, є декілька складових, котрі створюють загальне

торсіонове поле монітора ПК і телевізора. Висока прискорююча напруга (~ 27 кВ), яка подається на перший анод електронно-променевої трубки (ЕПТ), здійснює зарядову поляризацію фізичного вакууму, що веде до виникнення торсіонового поля перед монітором і за монітором, відповідно ліворуч та праворуч. Іншими словами, монітор є генератором торсіонового поля із симетричним торсіоновим випромінюванням у протилежні сторони. Експериментально виявлено утворення торсіонового поля при бомбардуванні електронами люмінофора ЕПТ, що відбувається при наявності високої прискорюючої напруги на першому аноді ЕПТ у процесі розгорнення зображення по екрану. Однак при використанні у високовольтному блоці монітора ПК, телевізора, трансформатора Тесла поле люмінофора стає правим. Причини такої зміни ще потрібно з'ясувати надалі при розробці моніторів, що мають мінімальний негативний вплив фізичної точки зору електролюмінісценція — це світіння люмінофора, коли збуджені прискореним електронним променем електрони останнього випускають кванти світла, переходячи з однієї дозволеної орбіти на іншу, тобто змінюють свій енергетичний стан убік зменшення енергії, і зміни орієнтації спінів у просторі. Цей динамічний процес є чинником, що породжує хвильове торсіонове поле, яке негативно впливає на людину. При вимиканні монітора ПК, телевізора й інших аналогічних приладів просторово-розщеплені частка й античастинка у фітонах автоматично повертаються в симетричний вкладений стан, тому що зникають розглянуті вище джерела збудження, тобто просторово-розщеплений стан є хитливим і може утримуватися лише при наявності джерел збудження. Однак необхідно відзначити, що формове статичне торсіонове поле, створюване люмінофором ЕПТ, залишається і при виключеному моніторі, тому що існує ефект нагромадження. Серед програм, що можуть бути реалізовані в недалекому майбутньому, які базуються на теорії торсіонових полів, є програми по дослідженню шляхів створення екологічно чистих, ресурсозберігаючих технологій, систем і засобів нетрадиційного високоефективного енергозабезпечення по вивченню впливу торсіонових полів на властивості матеріалів з метою розробки технологій виробництва матеріалів із заданими властивостями, виробництву торсіонового устаткування для інших галузей народного господарства, підвищенню врожайності сільськогосподарських культур і продуктивності тваринництва, збільшенню термінів збереження продовольчих товарів і ряду інших технологій і систем, засобів, що забезпечують збереження середовища проживання і раціональне використання природних ресурсів.

Негативний вплив торсіонового поля на тваринний і рослинний світ

Однією зі складових торсіонового поля є частина, створювана природним радіоактивним фоном (ПРФ), під постійним впливом якого живе людина і весь біологічний світ на Землі. У різних точках земної поверхні інтенсивність цього

впливу може варіюватися майже на порядок, але усюди, де б не знаходилися живі організми, вони постійно поглинають високоенергетичні кванти цієї радіації, джерелами якої служать радіонукліди U, Th, Ra і радіоактивні продукти їхнього розпаду, розсіяні в земних породах, ґрунті, воді і повітрі. Це зовнішнє опромінення підсилюється за рахунок космічних променів, що також постійно впливають на біоту. Радіоізотопи ряду елементів, що утворюють живі організми, наприклад ^{14}C , ^3H , ^{40}K , складають постійне джерело внутрішнього опромінення живих організмів, що доповнюється радіоізотопами, захоплюваними біотою з навколишнього середовища (ряди U, Th і ін.). У сумі це зовнішнє і внутрішнє опромінення для приземної біоти (мікроорганізми, рослини, тварини) складають так названий природний радіоактивний фон. ПРФ складається на 49,5 % з випромінювань радону і продуктів його розпаду, 15 % дає радіоізоотоп калію — ^{40}K — основний компонент внутрішнього опромінення організму, 15,3% приходить на космічні випромінювання, 12,2% вносить радієвий ряд урану і 8% — торієвий ряд урану. Варто відзначити, що це надзвичайно мала інтенсивність випромінювання, що лежить, як правило, на 4-5 порядків нижче тих інтенсивностей, при яких експериментально проявляється шкідливий, вражаючий вплив радіоактивного випромінювання на біоту. Експериментально було показано, що додавання до їжі тварин в надлишку хлористого калію швидко приводить до витиснення з організму радіоізоотопу калію, тим самим знижуючи внутрішнє опромінення від ^{40}K - цього істотного компонента внутрішнього ПРФ. Був поставлений експеримент із молодими швидко зростаючими мишами при одночасному зниженні свинцевим екраном (9 см товщини) зовнішнього ПРФ, що супроводжувався торсіоновим випромінюванням, очищенню вентиляваного повітря від радону і продуктів його розпаду і зниженні змісту ^{40}K в тілі тварин, тобто зниженні внутрішнього опромінення від ПРФ. Контрольна група знаходилася в камері такого ж розміру, але в умовах опромінення від зовнішнього ПРФ, вентиляваного повітрям з нормальним змістом радону і з додаванням у їжу такої ж кількості хлористого калію, що й в експерименті, але який містить в собі, як звичайно, радіоізоотоп ^{40}K . Швидкість росту, приросту ваги маси, і в строго однакових умовах піддається значним індивідуальним флуктуаціям, тому експеримент був проведений на 11 парах мишенят. Виявилось, що за вісім діб знаходження мишенят в зниженому ПРФ (зовнішньому і внутрішньому) відбувається катастрофічна зміна їхнього розвитку (близько 50% контролю). Аналогічні експерименти з трьома видами вищих рослин, що розвивались на живильному середовищі, в якому звичайний калій був замінений калієм вільним від ^{40}K , а зовнішній ПРФ знижений свинцевим екраном — також показали дворазове гноблення їхнього розвитку. Таким чином, стало безперечно доказовим загальнобіологічне позитивне значення для біоти природного радіоактивного фону, що супроводжується торсіоновим випромінюванням, необхідного для нормального існування і розвитку життя на нашій планеті.

ВИСНОВКИ

У даній дипломній роботі було сформовано методологію побудови автоматизованої системи в управлінні енергосистемою .

Для реалізації цієї мети було поставлено та виконано ряд завдань:

1. Проведено загальний аналіз технологій автоматизації управління енергопостачанням;
2. Проведено обробку статистичних даних для оптимізації управління енергопостачанням;
3. Була розроблена загальна структура управління енергопостачанням;
4. Розроблено інтегроване середовище (інтерфейс) управління енергопостачанням

Я розглянув загальні принципи та дані для побудови прогнозів виробництва та споживання електроенергії в автоматизованій системі управління . Результати досліджень, показали, що для проведення якісного прогнозування з найменшою помилкою необхідно використовувати великий набір даних.

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кириленко О. В. Денисюк С. П. Сучасні тенденції побудови та керування режимами електроенергетичних мереж // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. Energy saving. Power engineering. Energy audit. – 2014. – № 9. – Спец. вып. Т. 2 : Силовая электроника и энергоэффективность. – С. 82-94.
2. В.А. Забеталов і ін. «Автоматизовані системи диспетчерського керування в енергосистемах» М, ЭАИ, 1984м, 264с.
3. Стогній Б.С., Кириленко О.В., Денисюк С.П. Інтелектуальні електричні мережі електроенергетичних систем та їх технологічне забезпечення // Технічна електродинаміка. – 2010. – №6. – С. 44–50.
4. Проектування систем автоматизації: навч. посібник / М.С. Пушкар, С.М. Проценко – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 268 с.
- 5 . Віників В. А., Журавльов В. Г., Філіппова Т. А. Оптимізація режимів електростанцій і енергосистем. М, ЭАИ, 1981м, 464с.
6. В.С. Самсонов «Автоматизовані системи керування в енергетику» М, ВШ, 1990м, 212с.
7. Артюх С. Ф., Дуель М. А., Шелепов И. Г. Автоматизовані системи керування енергогенеруючими установками електростанцій. Харків 2000р. 448с.
8. Шарасєвський Ф.Ю. Модель і процедури короткострокового прогнозування електроспоживання в оптовому ринку електричної енергії. // Системні дослідження та комплексні проблеми енергетики. – 2007. – С. 36–40.
9. Тюріна Н.М. Енергетичний менеджмент: теоретичні та практичні аспекти / Н.М. Тюріна, Є.О. Шелест // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. – 2009. – № 2, т. 2. – С. 32–37.
10. Об'єктно-орієнтоване програмування : конспект лекцій для студентів напряму підготовки "Комп'ютерні науки" всіх форм навчання / Ю. Е. Парфьонов, В. М. Федорченко, М. Ю. Лосєв, О. В. Щербаков. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2010. – 312 с. (Укр. мов.)
11. Лукінюк М. В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічний об'єкти керування та схеми автоматизації: навч. посіб. для студ.

вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Автоматизація і комп'ют.-інтег. технології/ М. В. Лукінюк. - К.: НТУУ «КПІ», 2008. - 236 с.

12. Технічні засоби автоматизації:/ В.В. Ткачов, В.П. Чернишев, М.М. Одновол; Нац. гірн. ун-т. - Д. : НГУ, 2007. - 174 с.