

ДОДАТОК А
Код програми

```

#include <iostream>
#include <vector>
#include <iomanip>
#include <cmath>
#include <algorithm>
#include <limits>
#include <string>
#include <cstdlib>
#include <windows.h>
using namespace std;

const int MAX = 10;
const double EPS = 1e-8;

int main() {
    // Установлюємо кодировку 1251 для консолі
    setlocale(LC_ALL, "");
    SetConsoleCP(1251);

    int m, n;
    // m - кількість обмежень
    // n - кількість змінних
    cout << "====Розподіл потужностей на 11.30 10.05.2025 між
РНД, СЕС та СНЕ====" << endl;
    cout << "Введіть кількість обмежень: ";
    cin >> m;
    cout << "Введіть кількість змінних: ";
    cin >> n;

    // Таблиця симплекс-метода розмір (m+1) x (n+m+1)
    // Останній стовпчик - вільні члени
    // Останні m стовбців - базисні змінні (сайдбари)
    vector<vector<double>> tableau(m + 1, vector<double>(n + m + 1, 0.0));

    cout << "Введіть коефіцієнти обмежень (a_ij) та вільні члени (b_i):" << endl;
    for (int i = 0; i < m; i++) {
        for (int j = 0; j < n; j++) {

```

```

    cin >> tableau[i][j];
}
tableau[i][n + i] = 1.0; // Додаємо slack змінну
cin >> tableau[i][n + m]; // Вільний член
}

cout << "Введіть коефіцієнти цільової функції c_j:" << endl;
for (int j = 0; j < n; j++) {
    cin >> tableau[m][j];
    tableau[m][j] = -tableau[m][j]; // Переводимо в стандартну форму
}

// Основний цикл симплекс-методу
while (true) {
    // Знаходження стовпця з найбільш негативним коефіцієнтом в останньому
    рядку
    int pivot_col = -1;
    double min_val = 0.0;
    for (int j = 0; j < n + m; j++) {
        if (tableau[m][j] < min_val) {
            min_val = tableau[m][j];
            pivot_col = j;
        }
    }

    // Якщо всі коефіцієнти позитивні, оптимальне рішення знайдено
    if (pivot_col == -1) {
        break;
    }

    // Знаходження строки для пивота (мінімального відношення b_i / a_ij)
    int pivot_row = -1;
    double min_ratio = 1e9;
    for (int i = 0; i < m; i++) {
        if (tableau[i][pivot_col] > EPS) {
            double ratio = tableau[i][n + m] / tableau[i][pivot_col];
            if (ratio < min_ratio) {
                min_ratio = ratio;
                pivot_row = i;
            }
        }
    }
}

```

```

    }
  }
}

// Якщо немає підходящої строки, задача не обмежена
if (pivot_row == -1) {
  cout << "Задача не обмежена." << endl;
  return 0;
}

// Пивотування
double pivot = tableau[pivot_row][pivot_col];
for (int j = 0; j <= n + m; j++) {
  tableau[pivot_row][j] /= pivot;
}

for (int i = 0; i <= m; i++) {
  if (i != pivot_row) {
    double factor = tableau[i][pivot_col];
    for (int j = 0; j <= n + m; j++) {
      tableau[i][j] -= factor * tableau[pivot_row][j];
    }
  }
}
}

// Вивід результатів
cout << fixed << setprecision(2);
vector<double> solution(n, 0.0);
for (int i = 0; i < m; i++) {
  // Знайти базисну змінну
  int var = -1;
  for (int j = 0; j < n + m; j++) {
    if (abs(tableau[i][j] - 1.0) < EPS) {
      bool is_basis = true;
      for (int k = 0; k < m; k++) if (k != i && abs(tableau[k][j]) > EPS) {
is_basis = false; break; }
      if (is_basis) {
        var = j;

```

```
        break;
    }
}
}
if (var >= 0 && var < n) {
    solution[var] = tableau[i][n + m];
}
}

cout << "Оптимальне рішення:" << endl;
for (int j = 0; j < n; j++) {
    cout << "x" << j + 1 << " = " << solution[j] << endl;
}
cout << "Максимальне значення цільової функції Z = " << tableau[m][n + m]
<< endl;

return 0;
}
```

ДОДАТОК Б
Апробація роботи

СЕКЦІЯ 12.**АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА
ПРИЛАДОБУДУВАННЯ**

Самойлов Максим Андрійович, здобувач вищої освіти факультету автоматизації та комп'ютерно–інтегрованих технологій

Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна

Науковий керівник: Сезонова Ірина Костянтинівна, канд. тех. наук, доцент, професор кафедри автоматизації, комп'ютерно–інтегрованих технологій та робототехніки

Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна

**АВТОМАТИЦІЯ УПРАВЛІННЯ
ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ ПІДПРИЄМСТВА**

У даному матеріалі розглядаються інноваційні рішення з автоматизації управління електромережами з метою підвищення енергоефективності в Україні, особливо в умовах дефіциту енергії, спричиненого війною.

Енергія є цінним ресурсом, обмеженим у своїй доступності. У сучасному світі людство постійно шукає способи підвищення ефективності споживання енергії, оскільки це питання не лише економії, а й відповідальності перед майбутніми поколіннями.

В умовах глобальної енергетичної кризи, викликаної зростаючими цінами та виснаженням ресурсів, важливо усвідомлювати, що наше споживання електроенергії сьогодні має прямий вплив на життя майбутніх поколінь. Від обраних нами підходів до використання енергетичних ресурсів залежить якість життя наших нащадків та їх можливість користуватися комфортом.

Ця свідомість спонукає до пошуку інноваційних технологій та рішень, які можуть зменшити витрати енергії та знизити негативний вплив на навколишнє середовище. Необхідно не лише задовольняти потреби сьогодення, але й залишити стійкий та чистий світ для наступних поколінь. У цьому контексті автоматизація управління елементами електромереж є критично важливою, оскільки вона дозволяє оптимізувати споживання енергії та забезпечити ефективне використання ресурсів, що, в свою чергу, сприятиме збереженню нашої планети.

З початком війни в Україні актуальність ефективного споживання електроенергії значно зросла. Конфлікт призвів до нестачі енергії, що стало причиною численних відключень електроенергії. Це створило нові виклики для споживачів, підприємств і держави в цілому, оскільки від цього залежить не лише комфорт громадян, але й економічна стабільність країни.

В умовах дефіциту електроенергії важливо не лише зменшити споживання, але й впроваджувати нові технології автоматизації, які здатні суттєво підвищити енергоефективність. У цьому контексті автоматизація управління елементами

Пріоритетні напрямки та вектори розвитку світової науки

електромереж набуває особливого значення, оскільки може стати ключовим фактором у забезпеченні надійного та ефективного використання енергетичних ресурсів.

В контексті енергетичної безпеки України важливо зазначити, що Стратегія енергетичної безпеки України акцентує увагу на потребі синхронізації українських енергетичних систем з європейськими, що дозволить забезпечити сталий розвиток енергетичного сектору, зокрема за допомогою автоматизації мереж. У зв'язку з цим автоматизація електромереж є одним з ключових кроків для досягнення безпечної та ефективної енергетичної системи[1].

Аналіз показує, що актуальність досліджень та публікацій, пов'язаних з автоматизацією управління елементами електромереж з метою підвищення їх енергоефективності, дуже висока. Однією з лідуючих технологій є Smart Grid. У 1886 році в Грейт-Беррінгтоні, Массачусетс, була запущена перша електромережа змінного струму. Це була централізована система, яка керувалася за запитом.

У 20-му столітті локальні мережі почали з'єднуватися для підвищення ефективності та надійності. До 1960-х років вони перетворилися на великі системи, які постачали енергію від тисяч електростанцій до промислових і побутових споживачів через високовольтні лінії.

Швидке зростання попиту з 1970-х років вимагало будівництва нових електростанцій. Під час пікових навантажень це призводило до перебоїв, що змусило споживачів вимагати більш надійних послуг.

До кінця 20-го століття основними споживачами енергії стали системи опалення та кондиціонування, що призводило до пікових навантажень вдень. Це збільшувало витрати на підтримку мережі, які відображалися в тарифах. У 21-му столітті такі країни, як Південна Корея, Китай, Індія та Бразилія, стали лідерами у впровадженні сучасних розумних енергосистем. У 20-х роках 21-го століття в Україні кількість публікацій за темою збільшилася майже у 3 рази; кільцеву діаграму з порівнянням кількості публікацій представлено на рис. 1.

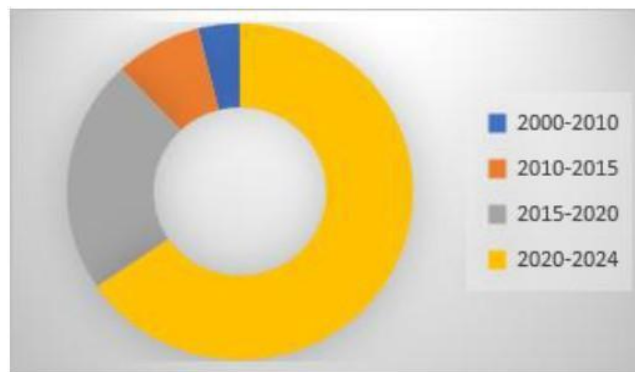


Рис.1. Кількості публікацій у різних періодах 21 століття

На діаграмі представлено кількість опублікованих статей за темою автоматизації управління елементами електромереж з метою підвищення їх енергоефективності для чотирьох проміжків часу. Відсотки на діаграмі відображають частку кожного проміжку в загальній кількості публікацій, що були випущені за цією темою у 21 столітті.

Згідно зі Стратегією енергетичної безпеки України, близько 50% електромереж України перебувають у стані зношеності, що значно ускладнює їх функціонування. Ця ситуація вимагає впровадження інноваційних рішень, таких як системи моніторингу та автоматизації, які можуть допомогти відновити та оптимізувати роботу мереж. Автоматизація мереж дозволить зменшити навантаження на стару інфраструктуру та підвищити її ефективність [1].

Автоматизація управління елементами електромереж для підвищення енергоефективності охоплює кілька ключових напрямів. Одним із них є розумні електромережі (Smart Grid), такі як ABB Ability та Siemens Spectrum Power. ABB Ability дозволяє автоматизувати, оптимізувати та забезпечувати стійкість операцій у різних галузях, підвищуючи надійність і ефективність енергомереж [2]. Siemens Spectrum Power спеціалізується на надійному та ефективному управлінні енергетичними ринками, що дозволяє інтегрувати різні джерела енергії та управляти ними в реальному часі [3].

Наступний напрямок — автоматизація підстанцій. Рішення Schneider Electric EcoStruxure дозволяє здійснювати моніторинг і дистанційне управління ключовими компонентами електромережі, що значно підвищує ефективність її роботи [4]. GE Grid Solutions забезпечує рішення для передачі та розподілу енергії, сприяючи безперервному енергозабезпеченню та мінімізації втрат [5].

Україна стикається з численними загрозами у сфері енергетики, серед яких – монополізація ринку, зношеність інфраструктури та залежність від імпорту енергоресурсів. Ці проблеми значно обмежують можливості для сталого розвитку енергетичної системи. Автоматизація електромереж є критично важливою для подолання цих викликів і забезпечення надійного енергозабезпечення.

Автоматизація управління елементами електромереж з метою підвищення їх енергоефективності є важливою ланкою, що впливає на стабільність, економічні та людські ресурси.

Для вирішення поточних проблем в енергетичній системі України доцільно впровадити кілька готових рішень, які можуть стати найбільш корисними.

По-перше, розумні електромережі (Smart Grid) можуть суттєво оптимізувати енергоспоживання та зменшити пікові навантаження. Впровадження технологій Smart Grid, таких як рішення від ABB Ability, сприятиме інтеграції відновлювальних джерел енергії, що, у свою чергу, зменшить залежність від імпорту викопних палив.

По-друге, автоматизація підстанцій за допомогою технологій від компаній, як-от Schneider Electric, підвищить надійність енергопостачання і зменшить витрати на обслуговування інфраструктури. Це рішення також допоможе знизити ймовірність аварій, що є критично важливим для стабільності енергетичної системи.

По-третє, системи управління попитом (Demand Response), такі як рішення від Oracle Utilities Opower, дозволять адаптувати споживання енергії з боку користувачів. Це зменшить навантаження на мережу під час пікових періодів, що покращить загальну стабільність енергосистеми.

Загалом, впровадження цих рішень підвищить енергетичну безпеку України, поліпшить стабільність постачання енергії та зменшить енергетичну бідність, створюючи сприятливе середовище для інвестицій у цей сектор.

Пріоритетні напрямки та вектори розвитку світової науки

Отже, успішне впровадження автоматизації електромереж є ключовою умовою для досягнення стратегічних цілей енергетичної безпеки України, визначених у Стратегії до 2025 року. Це дозволить знизити залежність від імпорту енергоносіїв, зменшити зношеність інфраструктури та покращити управління енергоресурсами, що є критично важливим для економічного розвитку країни.

Список використаних джерел:

1. EUEA «Огляд стратегії енергетичної безпеки України від ЄУЕА» – URL: <https://euea-energyagency.org/uk/novyny-ta-podiyi/novyny-rynku/oglyad-strategiyi-energetychnoyi-bezpeky-ukrayiny-vid-yeuea/>
2. ABB «ABB Ability» – URL: <https://global.abb/topic/ability/en>.
3. Siemens «Grid Control» – URL: <https://www.siemens.com/global/en/products/energy/grid-software/operation/grid-control.html>.
4. Schneider Electric «EcoStruxure» – URL: <https://www.se.com/ww/en/work/campaign/innovation/platform.jsp>.
5. GE Vernova «Grid Solutions» – URL: <https://www.gevernova.com/grid-solutions/>.

ДОДАТОК В
Демонстраційний матеріал

