

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Кафедра “Електричної інженерії”

*Розробка інтелектуальної системи діагностики та моніторингу при роботі стенду «Фотоелектрична станція».*

Виконали: аспірант Остренко Д.О.

к.т.н., зав. каф ЕлІн, доц., Колларов О.Ю.

**Мета** дослідження – аналіз роботи фотоелектричної станції та розробка у ній експертної системи для прогнозування результатів різних режимів роботи енергосистеми. Прогнозування відбувається завдяки застосування штучних нейронних мереж.

Основним **завданням**, що було поставлено під час створення інтелектуальної експертної системи є можливість здійснювати прогнозування різних режимів в електромережі, тобто це й втрата передачі потужності або коротке замикання, випадки часткового затемнення фотоелектричних панелей, номінальний режим роботи системи та режим холостого ходу (без навантаження).

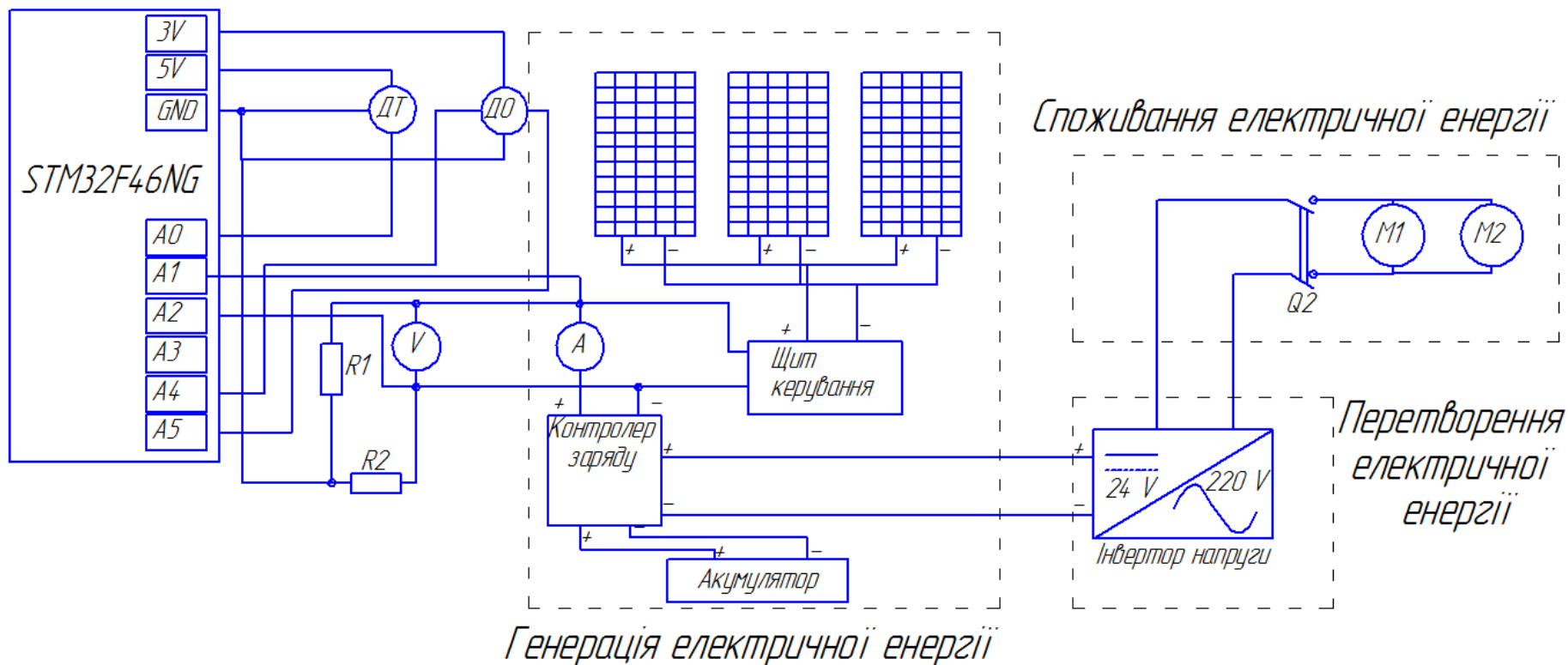


Рисунок 1 – Схема підключення усіх датчиків стенду до плати мікроконтролера STM32F746G-Discovery

Під час виконання діагностування за якістю електроенергії у фотоелектричній станції, важливим є дотримання певних положень, а саме:

- адекватний, для конкретної задачі, час здійснення контролю. Як правило, цей параметр необхідно встановити в систему заздалегідь;
- завдання граничного рівня параметрів для здійснення виміру;
- визначення кількості електричного обладнання та/або вузлів енергосистеми для виконання моніторингу;
  - вибір способу, щодо здійснення аналізу виміряних даних;
  - вибір типу та місця для збереження отриманих даних, також тут варто передбачити сумісність з іншими пристроями в електричній мережі, як приклад, пристрої керування або сигналізації.

- Отже, від фотоелектричної станції за допомогою датчиків напруги та струму надходять у плату STM32F46NG Discovery відповідні сигнали, що показано на рис. 2.
- Виконуючи перемноження даних величин можливо отримувати поточне значення активної потужності фотоелектричних модулів.
- Завдяки інтегрування отриманої величини можливо встановити енергетичне значення установки, проте це потребує, скидання значень інтегратора.

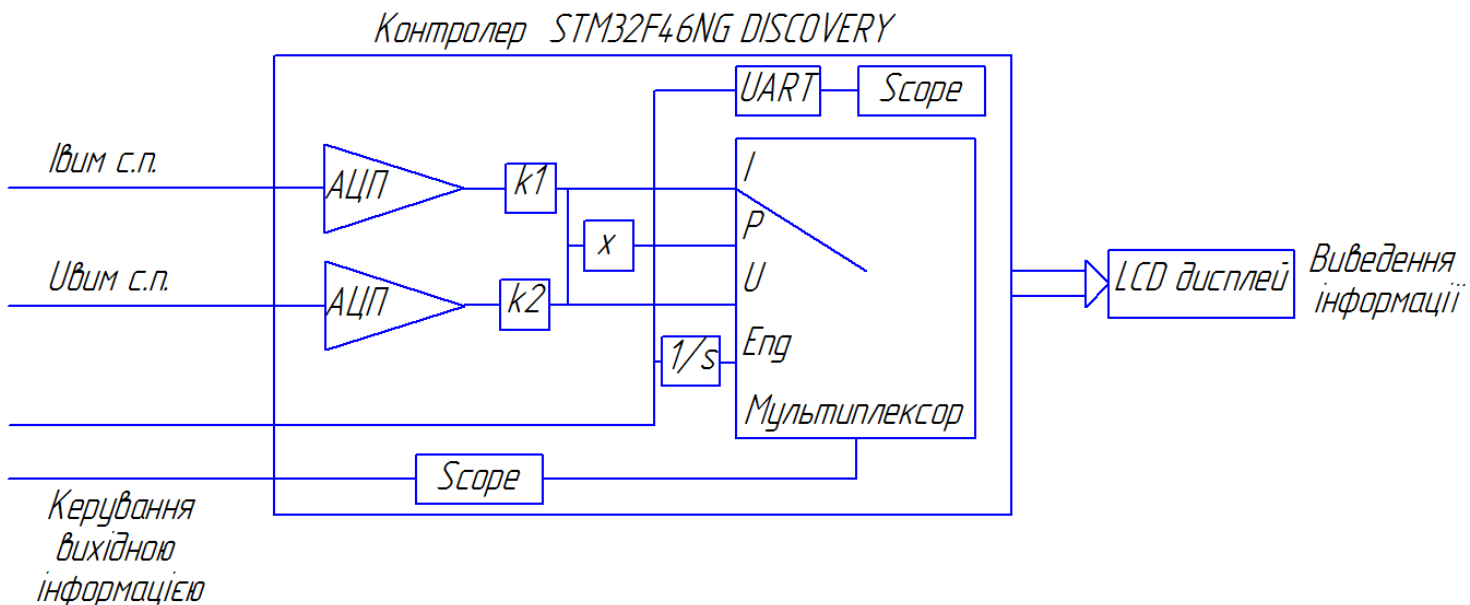


Рисунок 2 – Принцип внутрішньої роботи плати STM32F746G-Discovery у ФЕС

Використання ШНМ для моніторингу допомагає з високою точністю визначити відповідний проблемний вузол та, що важливо, мережі здатні до ініціалізації сторонніх впливів на виміри, наприклад шум даних, що в свою чергу робить ШНМ ще й фільтрами вхідних сигналів.

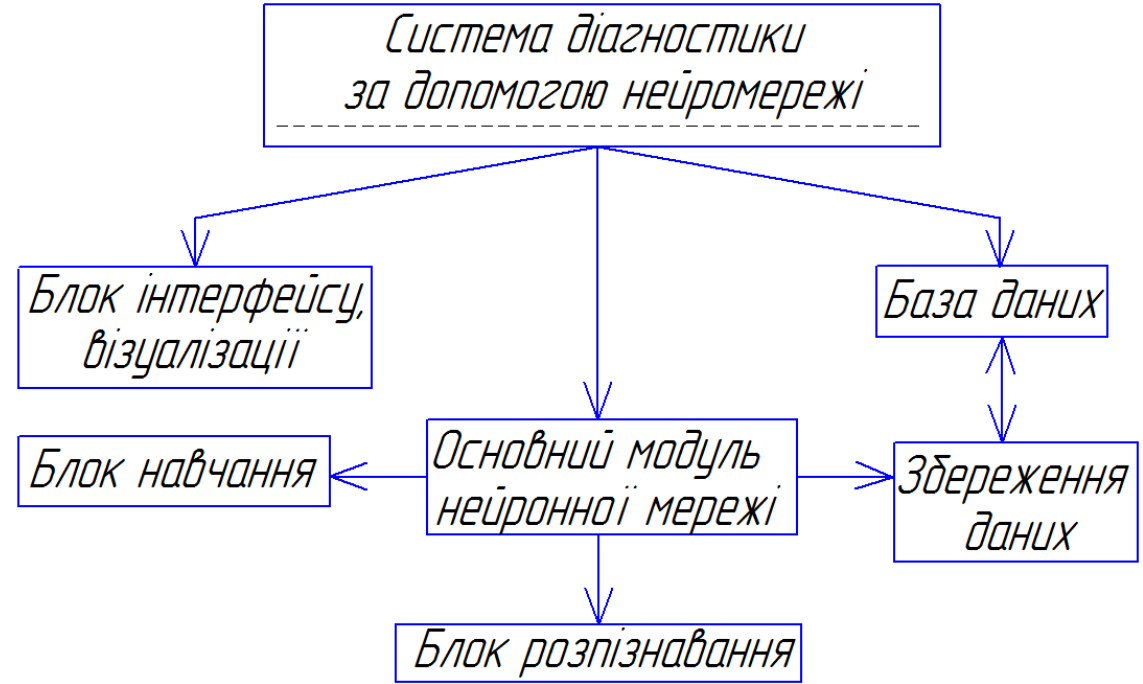


Рисунок 3 – Структурна схема системи інтелектуальної діагностики нейронної мережі



Рисунок 3.а. – Зображення стенду «Фотоелектричної станції» 7



Рисунок 3.б – Зображення практичних дослідів





## Приклад програмного коду для отримання значень постійної напруги за допомогою контролера

### DC Voltage Meter

```
#include "LTDC_F746_Discovery.h"

LTDC_F746_Discovery tft;

// Оплошення констант
#define SOLAR_PANELS_SIGNAL_INPUT PA0
#define SOLAR_PANELS_MAX_VOLTAGE 15
#define SAMPLING_TIME_MS 1000

void setup() {
  // Буфер відображається в пам'яті
  // Ми можемо безпосередньо малювати на дисплеї, записавши в буфер
  uint16_t *buffer = (uint16_t *)malloc(2*LTDC_F746_ROKOTECH.width * LTDC_F746_ROKOTECH.height);

  // Ініціалізуємо дисплей
  tft.begin((uint16_t *)buffer);
  tft.fillScreen( LTDC_BLACK );
}

void loop() {
  // Налаштування параметрів відображення дисплея
  tft.fillScreen(LTDC_BLACK);
  tft.setCursor(10, 10);
  tft.setTextColor(LTDC_YELLOW);
  tft.setTextSize(5);

  // Оплошення змінних для вимірювання напруги
  float solarPanelsADCValue = 0;
  uint32_t counts = 0;
  uint32_t endTime;

  // Знаходження середнього арифметичного за певний період часу.
  endTime= millis() + SAMPLING_TIME_MS;
  while(millis()<endTime)
  {
    solarPanelsADCValue += analogRead( SOLAR_PANELS_SIGNAL_INPUT );
    counts++;
  }
  solarPanelsADCValue = solarPanelsADCValue / counts;

  // Виведення значення напруги сонячних панелей на дисплей
  float solarPanelsVoltage = solarPanelsADCValue / 1024 * SOLAR_PANELS_MAX_VOLTAGE;
  tft.print("Solar Panels Voltage (PA0): ");
  tft.print( voltage, 3 );
  tft.print(" V;");

  delay(1000);
}
```

Рисунок 4.а – Залежність  $U_{сп}(I_{сп}, G)$ , за умов  $T=const=21\text{ }^{\circ}\text{C}$

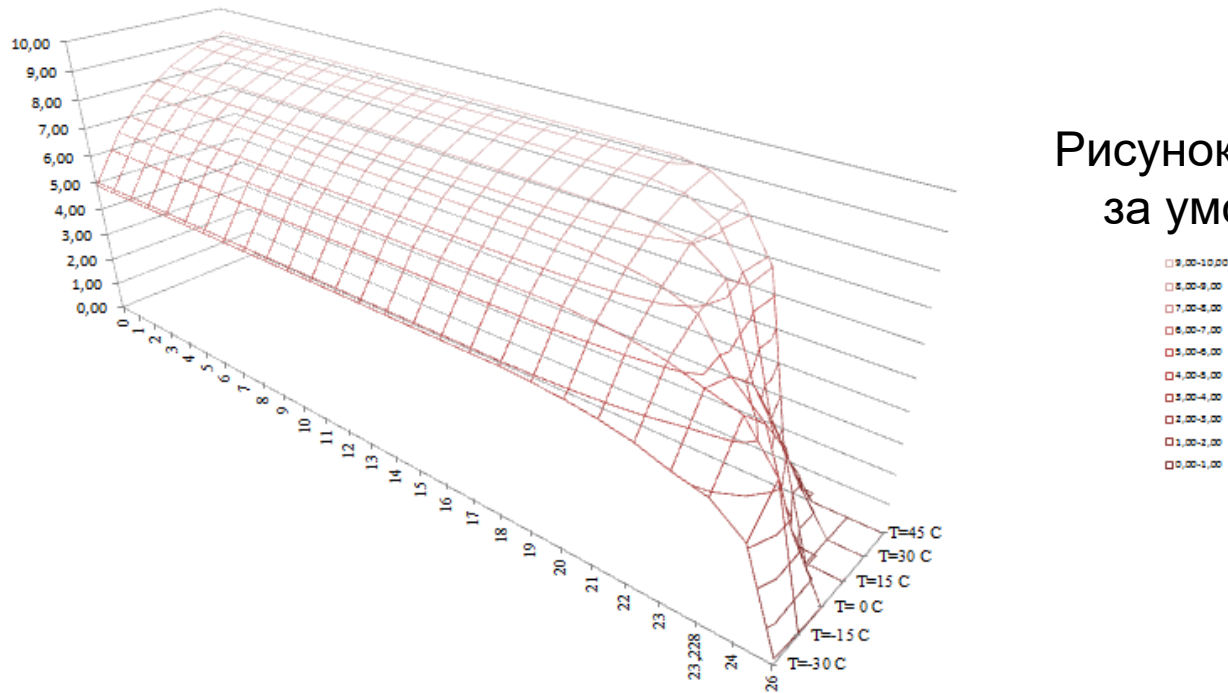
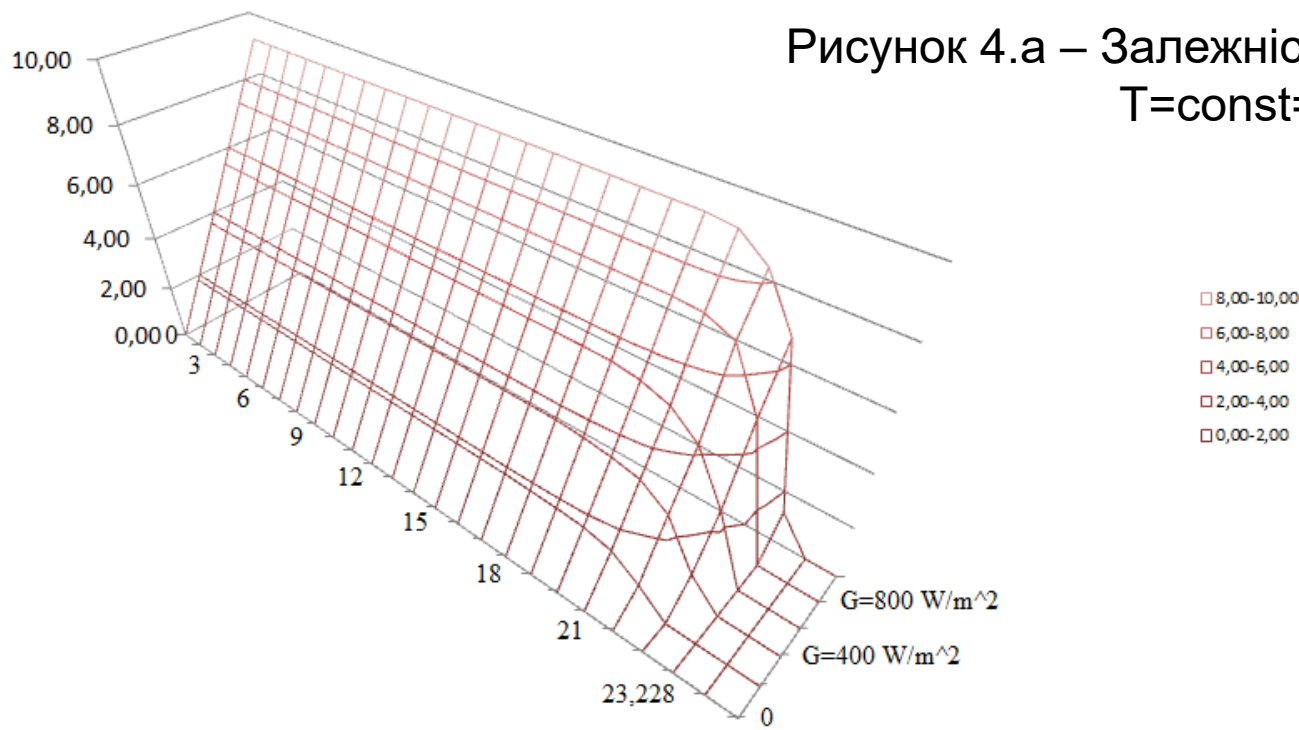


Рисунок 4.б Залежність  $U_{сп}(I_{сп}, T)$ , за умов  $G=const=1000\text{ }[\text{Вт}/\text{м}^2]$

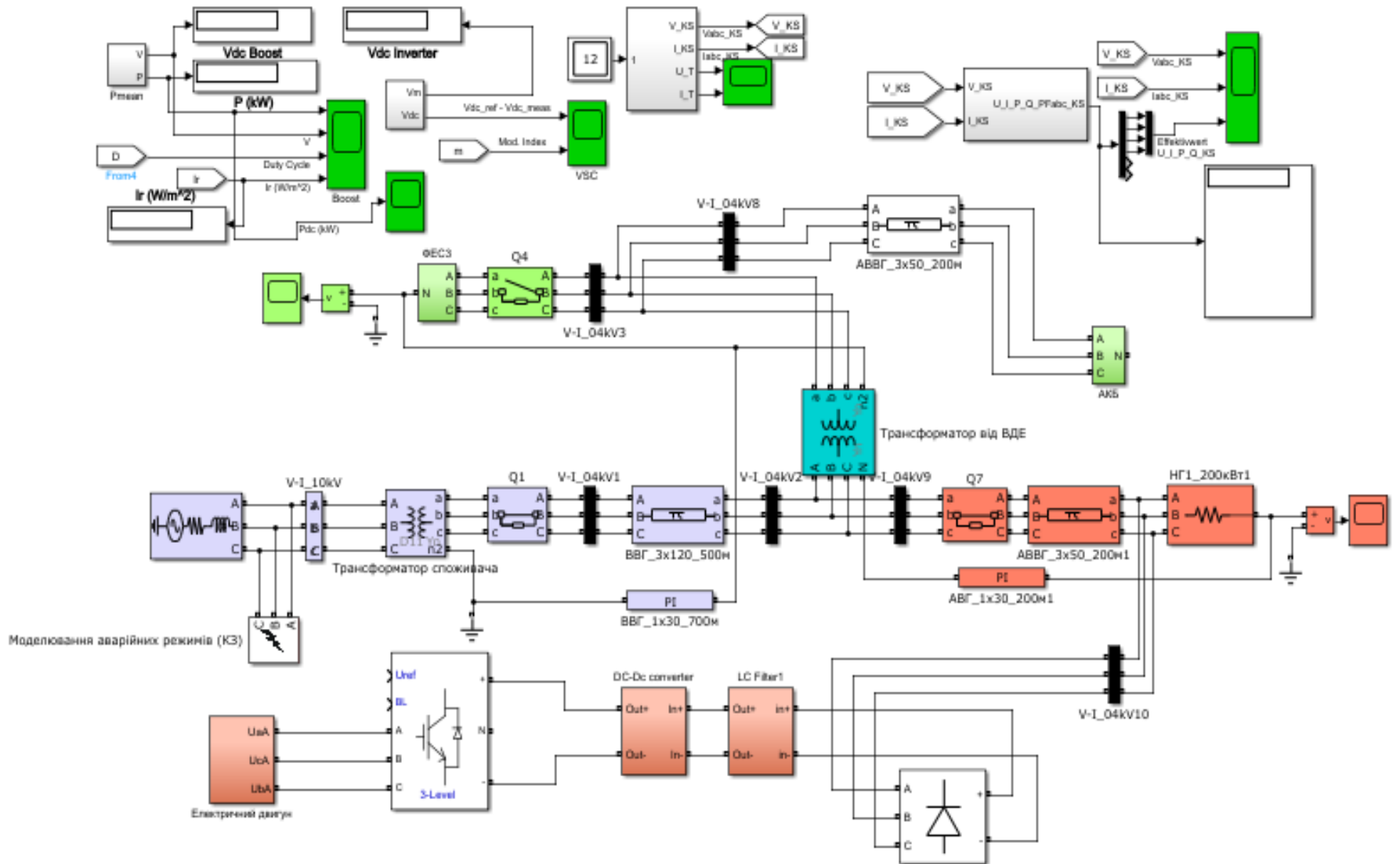


Рисунок 5 – Математичні моделі стенду без та з використанням нейронних мереж

# Отримані результати

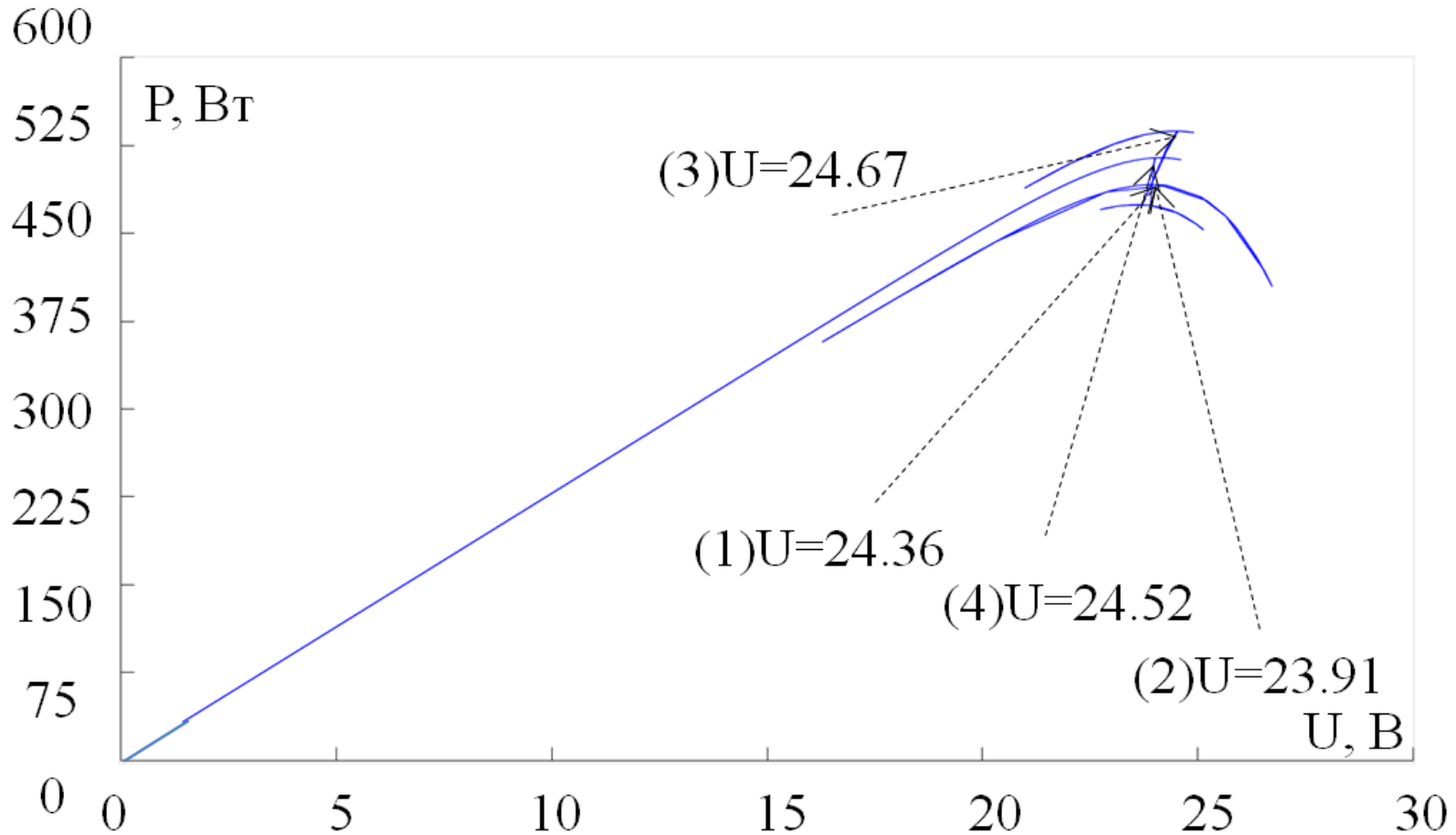


Рисунок 6 – Графік залежності  $P(U)$ , та точки максимальної потужності;

# Висновки

В роботі відбувалось дослідження етапів побудови експертної системи для діагностики стенду «Фотоелектрична станція», що здійснювалась в лабораторії ДонНТУ.

Розроблені структурні схеми дозволяють отримувати інформацію від фотоелектричних панелей та перетворювати їх у зручний для оператора вигляд. Поточну інформацію можливо використовувати й для тренування та подальшої роботи штучних нейронних мереж.

# Список використаних джерел

- [1] О.Ю Колларов, Д.О. Остренко " Розробка інтелектуальної системи діагностики та моніторингу роботи стенду «Фотоелектрична станція».», тези доповіді ІХ Міжнародної науково-практичної конференції «Енергоефективний університет», 28 жовтня 2021 року, м.Київ.
- [2] С. В. Нараєвський, "Порівняльний аналіз ефективності роботи сонячної енергетики у провідних країнах світу", Екон. вісник Нац. техн. університету України "КПІ", Вип. 12, с. 145-150, 2015.
- [3] С. О. Кудря, "Стан та перспективи розвитку відновлюваної енергетики в Україні (за матеріалами наукової доповіді на засіданні Президії НАН України 7 жовтня 2015 р.)", Вісник НАН України, № 12, - с. 19-26, 2015.
- [4] О. Ю. Колларов, Д.О. Остренко, «Фотоелектрична станція ДВНЗ «Донецького національно технічного університету»» Колективна монографія за результатами ІІ Всеукраїнська науково-практична інтернет конференція молодих учених та студентів «Електромеханічні та інформаційні системи» с 76-84.
- [5] І. З. Щур, В. І. Климко, "Прогнозування ефективності роботи фотоелектричних панелей у місті Львові", Вісник Нац. університету "Львів. політехніка", № 785, с. 88-94, 2014.

**Дякую за увагу!**