

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Інститут електроенергетики
Факультет інформаційних технологій
Кафедра безпеки інформації та телекомунікацій

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра

студента Півень Віктора Олександровича
академічної групи 172-183-1
спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка
спеціалізації _____
за освітньо-професійною програмою Телекомунікації та радіотехніка
на тему Організація передачі статистичних даних
при прогнозуванні виробництва електроенергії

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	к.ф.-м.н., проф. Гусєв О.Ю.			
розділів:				
спеціальний	ас. Рибальченко Ю.П.			
економічний	к.е.н., доц. Романюк Н.М.			
Рецензент				
Норм.контроль	к.ф.-м.н., проф. Гусєв О.Ю.			

Дніпро
2022

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

безпеки інформації та телекомунікацій

д.т.н., проф. Корнієнко В.І.

« _____ » _____ 20__ року

**ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня бакалавра**

студенту Півень Віктора Олександровича академічної групи 172-183-1
(прізвище ім'я по-батькові) (шифр)

спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка
(код і назва спеціальності)

на тему Організація передачі статистичних даних
при прогнозуванні виробництва електроенергії

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від _____ № _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
Розділ 1	Актуальність проблеми. Методи прогнозування Огляд літератури за темою роботи.	15.01.2021 - 30.03.2021
Розділ 2	Формування статистичних наборів даних для створення алгоритму прогнозування виробництва електроенергії	30.03.2021 - 28.05.2021
Розділ 3	Розрахунок вартості об'єкту інтелектуальної власності	28.05.2021 - 02.06.2021

Завдання видано

_____ (підпис керівника)

Гусєв О.Ю.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі: 15.01.2021 р

Дата подання до екзаменаційної комісії: 17.06.2021 р.

Прийнято до виконання

_____ (підпис студента)

Півень В.О.

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 65 с., 27 рис., 8 табл., 5 додатків, 36 джерел.

Об'єкт розробки: алгоритм прогнозування виробництва електроенергії СЕС.

Предмет дослідження: передача та обробка статистичних даних для прогнозування виробництва електроенергії СЕС.

Мета кваліфікаційної роботи: організація передачі та обробка статистичних даних при прогнозуванні виробництва електроенергії СЕС.

В першому розділі розглянуто актуальність проблеми. Розглянуто види методів прогнозування та їх особливості. Зроблено огляд робіт, які присвячені методам прогнозування. Виконана постановка задачі кваліфікаційної роботи.

В спеціальній частині розглянуто використання бездротового зв'язку, у тому числі Wi-Fi для отримання даних по показниках погоди. Розглянуто застосування інтерфейсу RS-485 для передачі комерційних даних електроенергії. А також, формування статистичних наборів даних на основі яких розроблено алгоритм прогнозування виробництва електроенергії СЕС. Продемонстровано роботу алгоритму для СЕС. Вказані його переваги та недоліки.

В економічній частині проведено розрахунок вартості створеного алгоритму на основі витратного методу.

Наукова новизна полягає у створенні нового алгоритму прогнозування виробництва електроенергії СЕС та перевірці адекватності його роботи у реальних умовах.

ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ, АВТОМАТИЗАЦІЯ, ЕНЕРГЕТИКА,
ПЕРЕДАВАННЯ ДАНИХ, RS-485, Wi-Fi, СТАТИСТИЧНІ ДАНІ, СЕС,
ПРОГНОЗ, АЛГОРИТМ

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка: 65 с., 27 рис., 8 табл., 5 приложений, 36 источников.

Объект разработки: алгоритм прогнозирования производства электроэнергии СЭС.

Предмет исследования: передача и обработка статистических данных для прогнозирования производства электроэнергии СЭС.

Цель квалификационной работы: организация передачи и обработки статистических данных для прогнозирования производства электроэнергии от СЭС.

В первом разделе рассмотрено актуальность проблемы, виды и методы прогнозирования и их особенности. Сделан обзор работ, которые посвящены методам прогнозирования. Выполнена постановка задачи.

В специальном разделе рассмотрено использования беспроводной связи, Wi-Fi для получения данных по показателям погоды. Рассмотрено использование интерфейса RS-485 для передачи коммерческих данных про электроэнергию. А также, формирование статистических наборов данных на основе, которых был разработан алгоритм прогнозирования производства электроэнергии от СЭС. Указаны его преимущества и недостатки.

В экономической части сделан расчет стоимости созданного алгоритма на основе затратного метода.

Научная новизна состоит в создании нового алгоритма прогнозирования производства электроэнергии СЭС и проверке его работы в реальных условиях.

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ, АВТОМАТИЗАЦИЯ, ЭНЕРГЕТИКА, ПОЛУЧЕНИЕ ДАННЫХ, RS-485, Wi-Fi, СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ, СЭС, ПРОГНОЗ, АЛГОРИТМ

THE ABSTRACT

Explanatory note: 65 pages, 27 fig., 5 tab., 5 appendixes, 36 sources.

Subject of development: algorithm for forecasting electricity production a solar power plant (SPP).

Subject of research: transmission and analysis of static data for forecasting electricity production a SPP.

The Purpose of qualifying work: providing of transmission and analysis of static data for forecasting electricity production a SPP.

The first chapter dedicated to the relevance of the problem. It considers the types of forecasting methods and their features. An overview of the works devoted to forecasting methods. The statement of the task of qualification work is executed.

The special section of it's dedicated the use of wireless network, including the using Wi-Fi wireless network to get weather data. It considers to analysis of using interface RS-485 for transmission commercial data of electricity. Also, Formation of statistical data sets to create algorithm for forecasting electricity production a SPP with using of static data. Showed how algorithm work with SPP. It was noticed advantages and disadvantages of algorithm.

The economic section of it's dedicated to the calculation of the cost of the created algorithm based on the cost method is performed.

Scientific novelty consists of creation a new algorithm for forecasting electricity production a SPP and checking how it works of in real conditions.

TELECOMMUNICATION, AUTOMATION, POWER ENGINEERING,
DATA TRANSMISSION, RS-485, Wi-Fi, STATISTICAL DATA, SPP,
FORECAST, ALGORITHM

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АСКОЕ – автоматизована система комерційного обліку електроенергії.

БД – база даних.

ВЕС – вітрова електростанція.

ККД – коефіцієнт корисної дії.

ОІВ – об'єкт інтелектуальної власності.

СЕС – сонячна електростанція.

УФ – ультрафіолетове випромінювання.

Current Loop – «струмова петля», послідовний асинхронний інтерфейс, який забезпечує передавання інформації постійним струмом 4..20 мА.

HDKR – модель Hay-Davies-Klucher-Reindl, призначена для розрахунку повного випромінювання, яке падає на похилу поверхню.

PLC (англ. Power Line Communication) – технологія передачі даних по силовим лініям змінного струму.

RS-232 – стандарт інтерфейсу обміну даними між двома пристроями шляхом послідовної передачі даних.

RS-485 – стандарт фізичного рівня для асинхронного інтерфейсу. Передача даних здійснюється за допомогою диференціальних сигналів.

SPP – solar power plant, назва СЕС англійською мовою.

ЗМІСТ

ВСТУП	9
1 СТАН ПИТАННЯ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ.....	11
1.1 Актуальність проблеми.....	11
1.2 Методи прогнозування та їх особливості.....	12
1.3 Огляд наукових робіт присвячених методам прогнозування	13
1.4 Постановка задачі.....	14
1.5 Висновки.....	15
2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	16
2.1 Структура та склад СЕС.....	16
2.2 Структура та склад метеостанції.....	17
2.3 Передача сигналів від метеостанції та СЕС.....	21
2.3.1 Передача сигналів від метеостанції.....	21
2.3.2 Передача сигналів від СЕС.....	21
2.4 Збереження та відображення статистичних даних.....	35
2.5 Алгоритм прогнозування виробництва електроенергії СЕС.....	37
2.5.1 Умови фільтрації статистичних даних.....	38
2.5.2 Критерій пошуку близьких значень погоди.....	40
2.5.3 Глибина пошуку та кількість попередніх днів.....	41
2.5.4 Рішення на випадок, якщо відсутні статистичні дані.....	43
2.5.5 Демонстрація роботи алгоритму.....	44
2.6 Висновки.....	47
3 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	48
3.1 Методи оцінки вартості об'єкта інтелектуальної власності.....	48
3.2 Розрахунок вартості об'єкту інтелектуальної власності.....	51
3.3 Висновки.....	55
ВИСНОВКИ.....	56
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	58

ДОДАТОК А. Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи.....	61
ДОДАТОК Б. Перелік документів на оптичному носії.....	62
ДОДАТОК В. Відгуки керівника економічного розділу.....	63
ДОДАТОК Г. Відгуки керівника кваліфікаційної роботи.....	64

ВСТУП

У зв'язку з активним будівництвом відновлювальних джерел енергії збільшується частка «зеленої» генерації в енергобалансі України. Станом на 2019 рік вона складала 3,7%, а у 2021 році збільшилася до 9%. При цьому 60,4% «зеленої» генерації припадає на енергію Сонця. [1]

Перевага енергії Сонця полягає в тому, що сонячне випромінювання є одним із невичерпних і екологічно чистих джерел енергії. Кількість енергії, що надходить на Землю від Сонця, сягає $66,8 \cdot 10^{16}$ кВт*год на рік, що у 13 тис. разів більше від сумарної енергії, яку виробляють сьогодні в світі. Середнє значення енергії сонячних променів на поверхні Землі – у межах від $7,2 \text{ МДж/м}^2$ (2 кВт*год/м^2) за день на півночі Європи, до $21,6 \text{ МДж/м}^2$ (6 кВт*год/м^2) у засушливих районах. За кліматичними умовами Україна належить до регіонів із середньою інтенсивністю сонячної радіації. [2]

За рівнем інтенсивності сонячного випромінювання її територію поділено на чотири зони: I – $1,35 \text{ кВт*год/м}^2$; II – $1,25 \text{ кВт*год/м}^2$; III – $1,15 \text{ кВт*год/м}^2$; IV – $1,00 \text{ кВт*год/м}^2$. Густина прямої та дифузної сонячної радіації залежить від багатьох чинників: широти місцевості, прозорості атмосфери, характеристик земної поверхні, а також від часу доби та пори року.

Сонячне випромінювання – це електромагнітне випромінювання у діапазоні хвиль $0,28\text{-}3,0$ мкм. Спектр сонячного випромінювання складається із:

- ультрафіолетових хвиль завдовжки $0,28\text{-}0,38$ мкм, їх у спектрі 2%;
- світлових хвиль у діапазоні $0,38\text{-}0,78$ мкм ($380\text{-}780$ нм), які становлять близько 49% спектра;
- інфрачервоних хвиль завдовжки $0,78\text{-}3,0$ мкм, на частку яких припадає приблизно 49%.

Потужність сонячного випромінювання на 1 м^2 поверхні Землі дорівнює 1359 Вт/м^2 і є сонячною сталою.

В той же час використання сонячної енергії має певні недоліки:

— Потік сонячної енергії залежить від широти і клімату, а також від погоди і часу доби.

— Сезонність в середніх широтах і розбіжність періодів вироблення енергії і потреби в енергії. Нерентабельність в високих широтах, необхідність акумуляції енергії. [3]

Тому, важливою задачею для забезпечення надійної роботи енергетичної системи України та підвищення її ефективності є розробка систем прогнозування генерації електроенергії СЕС з урахуванням особливостей законодавства України та кліматичних і метеорологічних умов. [4]

Безпосередня робота у сфері комерційного обліку електроенергії дає можливість створити подібну систему: починаючи від отримання початкових даних і закінчуючи перевіркою системи у реальних умовах роботи.

Окрім того, об'єкти електроенергетики, що використовують енергію сонячного випромінювання та входять до складу балансуєвої групи ДП «Гарантований покупець», зобов'язані здійснювати відшкодування вартості свого небалансу гарантованому покупці у разі відхилення фактичних погодинних обсягів відпуску електричної енергії від його погодинного графіку відпуску електричної енергії. [4]

Таким чином, мета кваліфікаційної роботи полягає в організації передачі статистичних даних для створення нової системи прогнозування генерації електроенергії СЕС, для підвищення точності прогнозування та зменшення частки відшкодування вартості небалансу.

1 СТАН ПИТАННЯ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1 Актуальність проблеми

Значне зростання частки «зеленої» генерації, особливо енергії Сонця в Україні призводить до необхідності створення систем прогнозування генерації СЕС. При цьому подібні системи повинні надавати прогнози виробництва електроенергії на поточну добу з похибкою на рівні 8-10%. [3, 4]

Це важливо, так як:

1. СЕС, як виробники електроенергії за «зеленим» тарифом, повинні відшкодувати ДП «Гарантований покупець» частку вартості врегулювання небалансу. При цьому вони (СЕС) можуть впливати тільки на величину відхилення фактичного обсягу відпуску електроенергії СЕС від прогнозованого погодинного графіку відпуску електроенергії у розрахунковому періоді.

2. Необхідно забезпечувати надійну роботу енергетичної системи України та підвищувати її ефективність.

В той же час, прості математичні розрахункові методи виключно на основі прогнозованих показників погоди за поточну добу не дозволяють в повній мірі забезпечити подібну похибку. Тому, виникає необхідність у створенні більш точних методів з використанням даних та інформації про:

— статичні дані по генерації та архів метеорологічних спостережень, накопичені за певний період часу, чим більший період накопичення – тим точніший початковий прогноз;

— отримання декількох точних прогнозів у провідних світових метеорологічних служб;

— дані моніторингу технічного стану обладнання СЕС, рівень забруднення панелей та збільшення генерації електроенергії після опадів, наявність запланованих відключень від мережі оператора системи розподілу;

— темп зменшення потужності СЕС за рахунок старіння обладнання;

— статистична інформація про періоди вимушеного простою СЕС з причин аварії/відмови обладнання;

— дані метеостанції встановленої безпосередньо на майданчику сонячної електростанції з можливістю віддаленого моніторингу та спостереження зі зберіганням статистики. [4]

1.2 Методи прогнозування та їх особливості

Будь-яке завдання прогнозування спирається на складні математичні або емпіричні (інтуїтивні) методи пошуку закономірностей в розглянутому часовому процесі. [3]

Технологічні процеси виробництва та споживання електроенергії підкоряються циклічним, функціональним і випадковим тенденціям.

Методи прогнозування можна поділити на:

- статистичні (ймовірнісні);
- детерміновані;
- комбіновані ймовірнісно-детерміновані.

Методи прогнозування з використання статистичної моделі набули найбільшого поширення. Одним з найбільш використовуваних методів статистичної моделі є екстраполяція даних. Екстраполяція – це метод наукового дослідження, який заснований на поширенні минулих і справжніх тенденцій, закономірностей на майбутній розвиток об'єкта прогнозування. Даний метод дає прогнозну точкову оцінку і більш ефективно використовується при короткостроковому прогнозуванні.

Також, до методів прогнозування та автоматичного керування можна віднести і використання нейронних мереж, які отримали широке розповсюдження у галузі промисловості. [5]

Нейронна мережа – це математична модель та її програмне або апаратне втілення, побудована за принципом організації та функціонування біологічних нейронних мереж – мереж нервових клітин живого організму.

Це мережа простих елементів – нейронів, які отримують вхід, змінюють свій внутрішній стан відповідно до цього входу і формують вихід. [6]

1.3 Огляд наукових робіт присвячених методам прогнозування

Щоб проаналізувати наявні метеорологічні дані про спостереження за сонячною радіацією вітчизняні та іноземні вчені використовують статистичний аналіз, який застосовано у наукових роботах [7-10]. А моделювання процесу часто здійснюють за допомогою нейронних мереж. Прикладом використання нейронних мереж є доклад [11], де застосовано багатoshаровий перцептрон та дерева ухвалення рішень.

В роботі [12] реалізований метод згладжування сонячних даних за допомогою застосування бета розподілу ймовірностей. Робота [13] присвячена аналізу кореляції даних між дифузійною та прямою сонячною радіацією, а також проаналізовано кореляцію між миттєвою (погодинною) та щоденною сонячною радіацією.

Наукова робота [14] містить стохастичну модель, яка дозволяє отримати набір часових значень сонячної радіації, її можна використовувати у проектах моделювання роботи СЕС.

Робота [15] присвячена порівнянню статистичних моделей, які засновані на часових рядах, які використовують для прогнозування значень глобальної сонячної радіації на основі даних за половину дня.

Дослідження різних методів та підходів прогнозування сонячної радіації, наведено в науковій роботі [16].

Робота [17], присвячена опису підходів до онлайн-прогнозування виробництва електроенергії СЕС. Для розробки моделі прогнозування використані дані 15-хвилинних спостережень за сонячним випромінюванням.

Прогнозуванню потужності СЕС за допомогою штучного інтелекту наведено в роботі [18].

В роботі [19] науковці розробили та перевірили середньо-термінову модель прогнозування сонячного опромінення. В якості джерела інформації для моделі штучної нейронної мережі використані метеорологічні дані US National Weather Service's.

Проте, в якості вхідних даних більшість науковців використовують середньодобові, а в деяких випадках середньомісячні значення сонячної радіації, що не дозволяє забезпечити необхідну точність прогнозування.

Окрім того, важливо розуміти, що для розробки моделі прогнозування генерації ВДЕ необхідно виконувати запропоновані методи та аналіз метеорологічних даних для кожної окремої території, так як результати можуть мати суттєві регіональні відмінності. [20]

1.4 Постановка задачі

Метою кваліфікаційної роботи є організація передачі та обробки статистичних даних при прогнозуванні виробництва електроенергії СЕС. Для досягнення даної мети, необхідно сформулювати та вирішити наступні задачі:

- розглянути структуру та склад СЕС;
- розглянути структуру та склад метеостанції;
- розглянути передачу сигналів від СЕС та метеостанції;
- розглянути збереження та відображення статистичних даних;
- розробити та описати алгоритм прогнозування виробництва електроенергії СЕС;
- продемонструвати роботу алгоритму;
- провести розрахунок вартості створеного алгоритму на основі витратного методу.

1.5 Висновки

1. Через значне зростання «зеленої» генерації, особливо енергії Сонця в Україні виникає необхідність у створенні систем прогнозування генерації СЕС. Подібні системи дозволяють зменшити грошову частку врегулювання небалансу та підвищити надійну і ефективну роботу енергосистеми України.

2. Методи прогнозування діляться на статистичні (ймовірністі), детерміноваті та комбіновані ймовірнісно-детерміновані. При цьому методи з використання статичної моделі набули найбільшого розповсюдження.

3. Відомі статистичні методи прогнозування мають суттєвий недолік, а саме в якості вхідних даних використовують середньодобові, а в деяких випадках середньомісячні значення сонячної радіації, що не дозволяє забезпечити необхідну точність прогнозування.

4. В підрозділі 1.4 були сформовані необхідні задачі для організації передачі та обробки статистичних даних при прогнозуванні виробництва електроенергії СЕС.

2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Структура та склад СЕС

Сонячна фотоенергетика – це пряме перетворення сонячної радіації на електричну енергію. ККД сучасних СЕС може досягати 20%. [2]

На рис. 2.1 наведена схема сонячної електростанції.

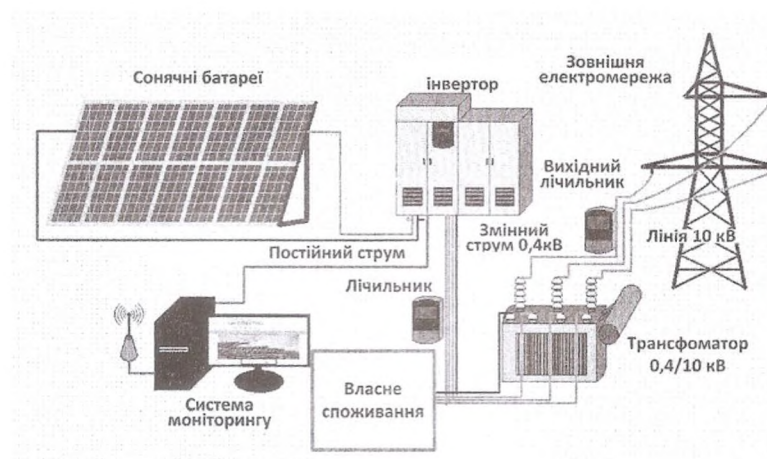


Рисунок 2.1 – Схема сонячної електростанції

До складу сонячної електростанції входять такі елементи, як:

- сонячні батареї, що виробляють постійний струм під дією сонячного випромінювання;
- інвертори, що перетворюють постійний струм на змінний;
- система моніторингу, що дає змогу відстежувати параметри роботи сонячної електростанції;
- лічильники комерційного обліку виробленої та спожитої електроенергії;
- металоконструкції для розташування сонячних панелей на земельній ділянці;
- електропередачі для передавання електроенергії у мережу;
- власні споживачі електроенергії.

2.2 Структура та склад метеостанції

Як було вказано у розділі 1 для прогнозування виробництва електроенергії СЕС використовують метеорологічні дані з показниками погоди.

А саме, це такі показники погоди як:

1. Кут падіння сонячних променів на сонячну панель, градуси. Цей показник є розрахунковою величиною.

2. Хмарність, %.

3. Температура навколишнього середовища, $^{\circ}\text{C}$.

4. Кількість опадів, мм.

5. Рівень снігу, см.

6. Рівень ультрафіолетового випромінювання або УФ-індекс.

7. Дальність видимості, км.

8. Відносна вологість повітря, %

Потік сонячного випромінювання на похилу поверхню згідно моделі HDKR зображено на рис. 2.2. [21]

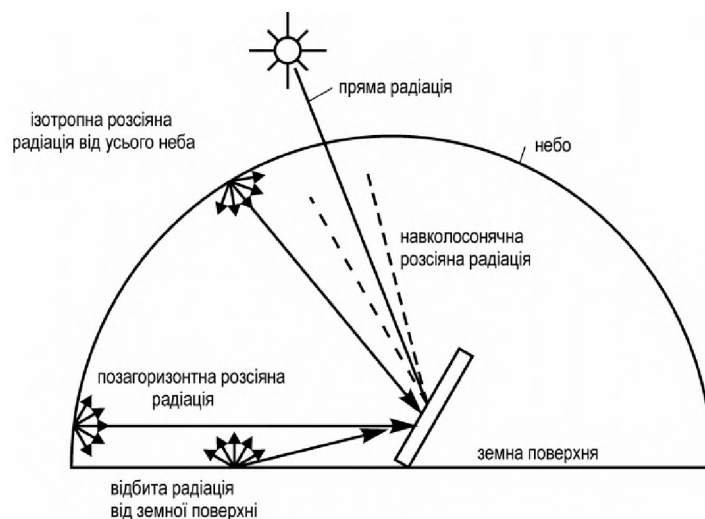


Рисунок 2.2 – Пряма, розсіяна і відбита радіація на похилу поверхню згідно моделі HDKR

Показники 2-8 можна отримати від метеорологічних служб. А, саме від служб «Meteoblue Weather Close to you» та «Weather Underground».

На рис. 2.3 зображено метеограму для міста Дніпро.

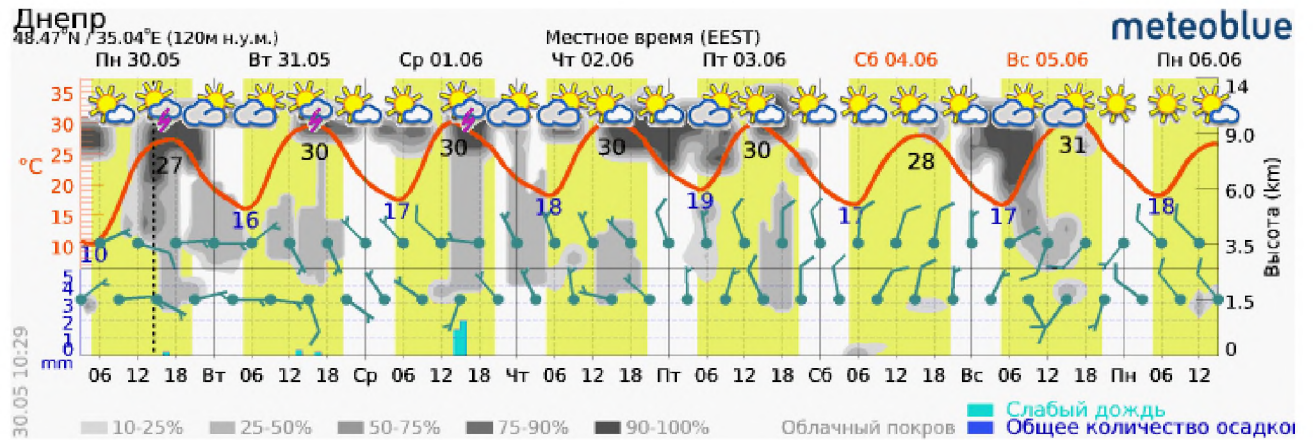


Рисунок 2.3 – Метеограма міста Дніпро

Всі 8 показників можна відобразити на єдиному графіку погоди з погодинним інтервалом, див. рис. 2.4.

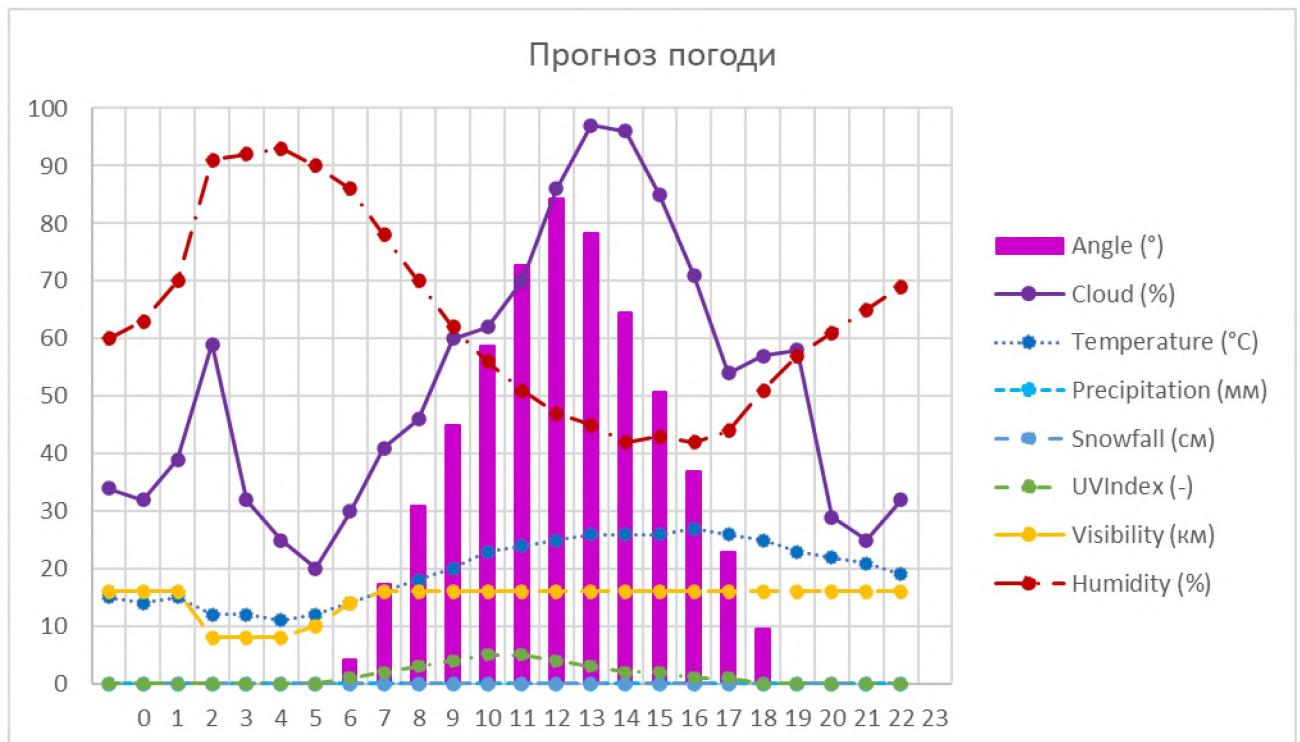


Рисунок 2.4 – Прогноз погоди

В той же час, для підвищення точності прогнозування та отримання фактичних історичних показників погоди доцільно поруч з СЕС встановлювати метеостанцію. Наприклад, метеостанцію Ambient Weather WS-2902C. [22]

Зовнішній вигляд метеостанції зображено на рис. 2.5.



Рисунок 2.5 – Метеостанція Ambient Weather WS-2902C

Перелік датчиків, та одиниці вимірювання вказаної метеостанції приведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Датчики метеостанції Ambient Weather WS-2902C

№ на схемі	Назва (опис)	Одиниці вимірювання
1	Флюгер (вимірює напрямок вітру)	-
2	Датчик швидкості вітру	км/год
3	УФ датчик / Датчик світла	
4	Термометр та гігрометр	°C / %
5	Водозбірник (кількість осадків)	мм
6	Інтенсивність осадків	мм
7	Сонячна панель	Вт/м ²

Схема розташування датчиків метеостанції зображена на рис. 2.6

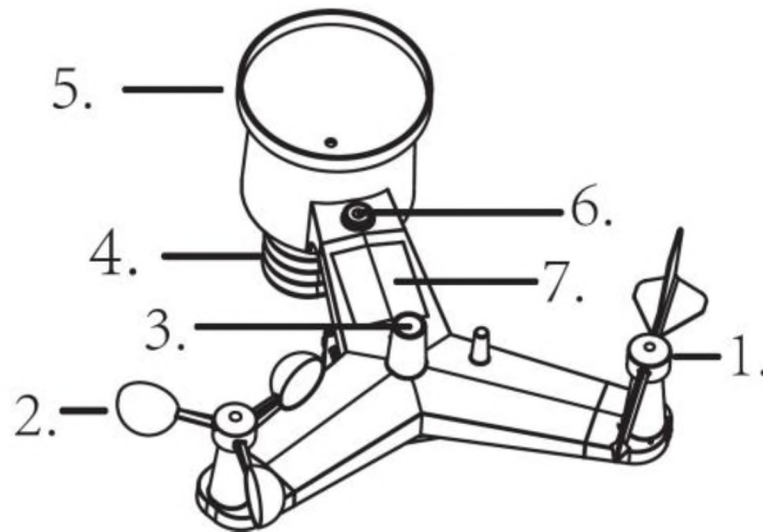


Рисунок 2.6 – Схема розташування датчиків метеостанції

Щоб забезпечити електроживлення метеостанції необхідно встановити 2 АА-батарейки з напругою $U = 1,5 \text{ В}$.

Для відображення даних від датчиків про показники погоди, метеостанція має окремий інформаційний дисплей-консоль, який зображений на рис. 2.7.

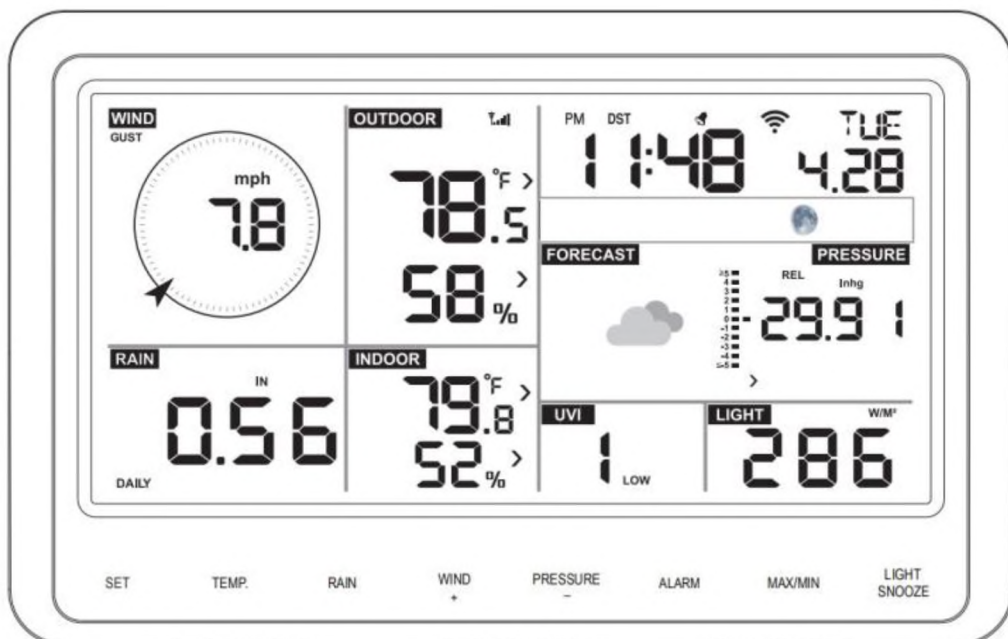


Рисунок 2.7 – Інформаційний дисплей-консоль з показниками погоди

2.3 Передача сигналів від метеостанції та СЕС

Щоб забезпечити формування статистичних наборів даних необхідно організувати передачу сигналів, що містять наступну інформацію:

- Метеостанція передає показники про погоду;
- СЕС передає показники про виробництво електроенергії.

2.3.1 Передача сигналів від метеостанції

Для передачі показників від метеостанції використовується радіозв'язок. В якому носієм інформації є радіохвилі.

На частоті 915 МГц (довжина хвилі $\lambda = 0,327$ м) метеостанція передає показники погоди до інформаційного дисплею-консолі.

Інформаційний дисплей-консоль зберігає в пам'яті показники погоди, а при підключенні до Wi-Fi маршрутизатору з частотою 2.4 ГГц ($\lambda = 0,125$ м) через інтернет передає ці показники до метеорологічної служби «Weather Underground».

На рис. 2.8 зображена спрощена схема передачі показників погоди від метеостанції до метеорологічної служби «Weather Underground».

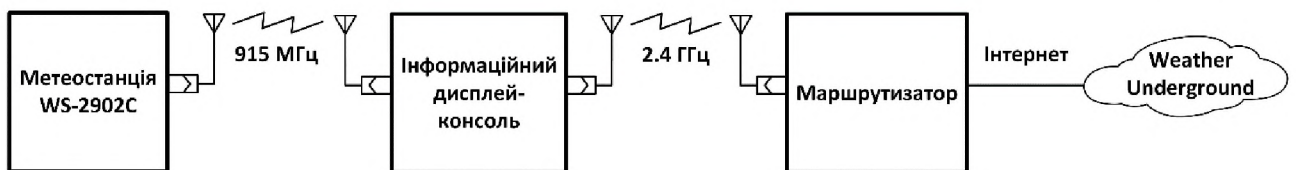


Рисунок 2.8 – Спрощена схема передачі показників погоди

2.3.2 Передача сигналів від СЕС

Для передачі показників від СЕС необхідно організувати лінію зв'язку від лічильників комерційного обліку до серверу на якому зберігаються показники про електроенергію. Тобто, організувати і налаштувати АСКОЕ.

У галузі промисловості, куди відноситься і виробництво електроенергії, використовують цифрові 3-х фазні лічильники електроенергії, які дозволяють здійснювати віддалений (без участі людини) збір показників електроенергії.

Для галузі промисловості використовують лічильники, які в першу чергу підтримують стандарти RS-485 і/або RS-232, а в другу чергу Current Loop.

Для побутової галузі можливо застосування лічильників, які підтримують стандарт передачі даних PLC, що дозволяє передавати дані по силовим лініям до яких підключений лічильник.

Незалежно від сфери діяльності всі цифрові лічильники мають інфрачервоний оптичний порт (оптопорт), який призначений для параметризації (програмування) лічильника. Параметризація лічильника представляє собою збереження у пам'яті лічильника наступних параметрів:

- дата та час;
- тарифи та їх позначення на дисплеї;
- відображувані величини на дисплеї лічильника та величини, які будуть зберігатися у пам'яті лічильника;
- призначення кнопок лічильника;
- перевірка стану батарейки (її напруги);
- призначення фізичних роз'ємів комунікаційних портів лічильника, якщо лічильник підтримує таку можливість;
- швидкість передачі даних, стандартне значення 9600 бод.
- призначення номеру фізичної адреси лічильника, який необхідний для передачі показників від лічильника;
- інші параметри.

На рис. 2.9 зображено фізичне підключення до лічильника через оптичний порт для його параметризації або зчитування даних з пам'яті лічильника.

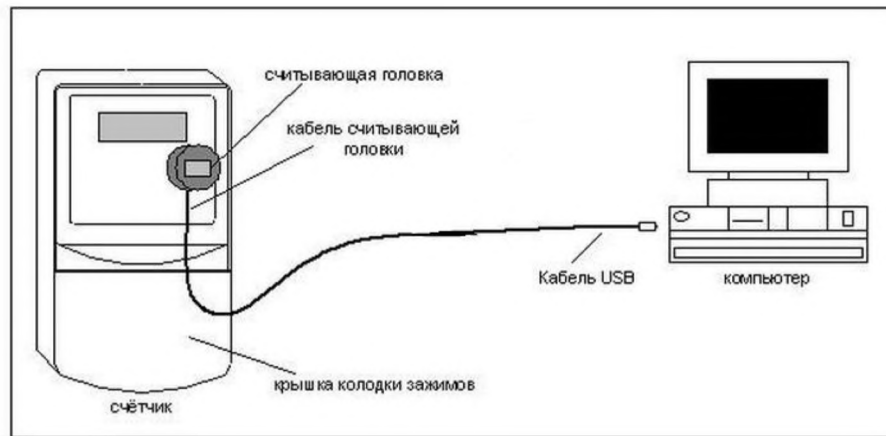


Рисунок 2.9 – Фізичне підключення через оптичний порт

Прикладом 3-х фазного цифрового лічильника, є лічильник SL7000 Smart. Компанія виробник Itron, розташована у Франції. Він підтримує стандарти передачі даних RS-485 і/або RS-232. На рис. 2.10 зображений загальний вигляд лічильника та його конструкція. [23]

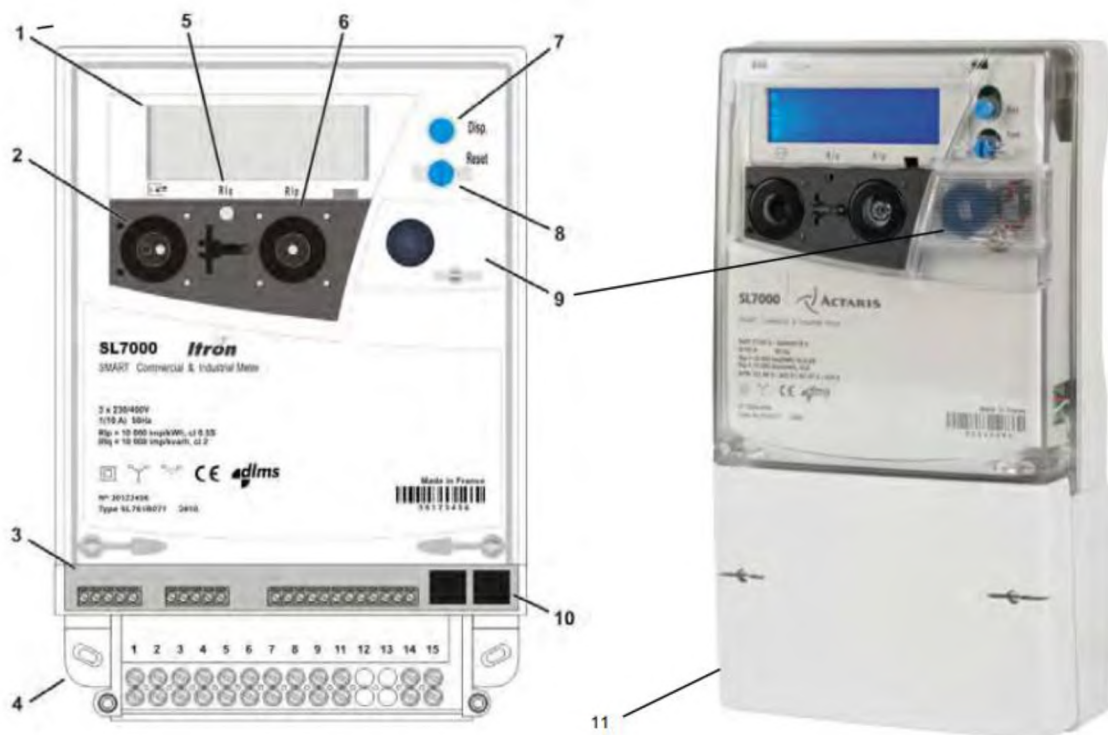


Рисунок 2.10 – Загальний вигляд лічильника SL7000 Smart

Опис конструкції лічильника приведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Опис конструкції лічильника

№ на рис. 2.10	Назва (опис)
1	Дисплей з підсвіткою
2	Інфрачервоний оптичний порт
3	Додаткові клеми
4	Набір клем для підключення лічильника через трансформатори струму та напруги (ТС/ТН підключення)
5	Повірковий світлодіод реактивної енергії (RIq)
6	Повірковий світлодіод активної енергії (RIp)
7	Кнопка дисплею
8	Кнопка видалення розрахункового періоду (при параметризації її переводять у стан «вимкнуто»)
9	Батарейка CR2032 (для резервного живлення годинника лічильна)
10	Роз'єми комунікаційних портів (фізично 8P8C або «RJ45» роз'єм, при параметризації вибирається стандарт передачі даних RS-485 і/або RS-232)
11	Кришка клеми

Для організації передачі показників від лічильників SL7000 Smart необхідно виконати наступну послідовність дій:

1. Виконати параметризацію лічильників за допомогою програмного засобу ACE Pilot. [24]

Обов'язково при параметризації вказати фізичну адресу лічильника, див. рис. 2.11. Стандартна адреса для всіх лічильників SL7000 Smart – 17.

В якості фізичної адреси лічильника прийнято вказувати останні 4 цифри від номеру лічильника. Приклад, якщо номер лічильника 86041922, то фізична адреса буде 1922. Це дає 9999 можливих комбінацій, від 0 до 9999 (окрім 17).

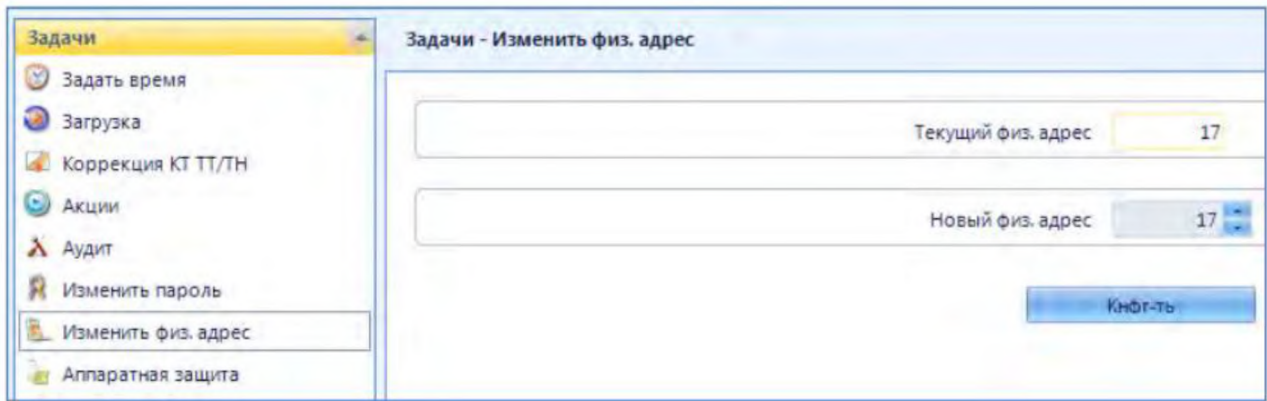


Рисунок 2.11 – Зміна фізичної адреси лічильника

2. Виміряти відстань від лічильників до серверу.

2.1. При відстанях до 1200 м використовується стандарт RS-485.

RS-485 (EIA/TIA-485) – це стандарт фізичного рівня для асинхронного інтерфейсу. Регламентує електричні параметри багато-точкової диференціальної лінії зв'язку типу «загальна шина». Стандарт отримав широке розповсюдження у галузі промисловості для створення промислових мереж та автоматизації. Передача даних здійснюється за допомогою диференціальних сигналів. Різниця між провідниками однієї полярності означає логічну «1», а різниця іншої полярності логічний «0». [25-27].

На рис. 2.12 зображено принцип диференціальної передачі даних.

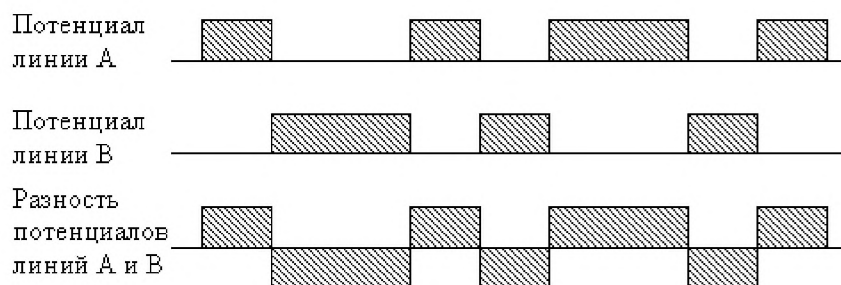


Рисунок 2.12 – Принцип диференціальної передачі даних

У таблиці 2.3 приведені параметри інтерфейсу RS-485

Таблиця 2.3 – Параметри стандарту RS-485

Назва параметрів	RS-485
Допустима кількість передатчиків/приймачів	32/32
Максимальна довжина кабелю	1200 м
Максимальна швидкість зв'язку	10 Мбіт/с
Діапазон напруги логічної «1» передатчика	+1,5 .. +6 В
Діапазон напруги логічного «0» передатчика	-1,5 .. -6 В
Допустимий діапазон напруги приймача	-7 .. +12 В
Пороговий діапазон чутливості приймача	±200 мВ

На рисунку 2.13 зображені роз'єми комунікаційних портів лічильника SL7000 Smart. Призначення контактів приведені у таблиці 2.4. [23]

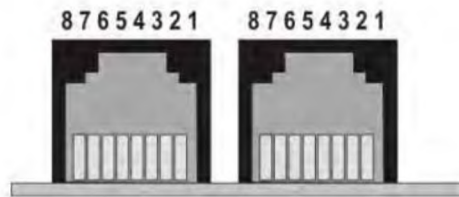


Рисунок 2.13 – Роз'єми комунікаційних портів лічильника SL7000 Smart

Таблиця 2.4 – Призначення контактів комунікаційних портів

№ контакту	RS-232	RS-485
1	+10 В	+10 В
2	Не використовується	RX-
3	Не використовується	Не використовується
4	RX	RX+
5	TX	TX+
6	0 В - GND	0 В - GND
7	DTR	TX-
8	Не використовується	Не використовується

На рис. 2.14 зображена 5-дротова схема підключення лічильників електроенергії до промислової мережі RS-485.

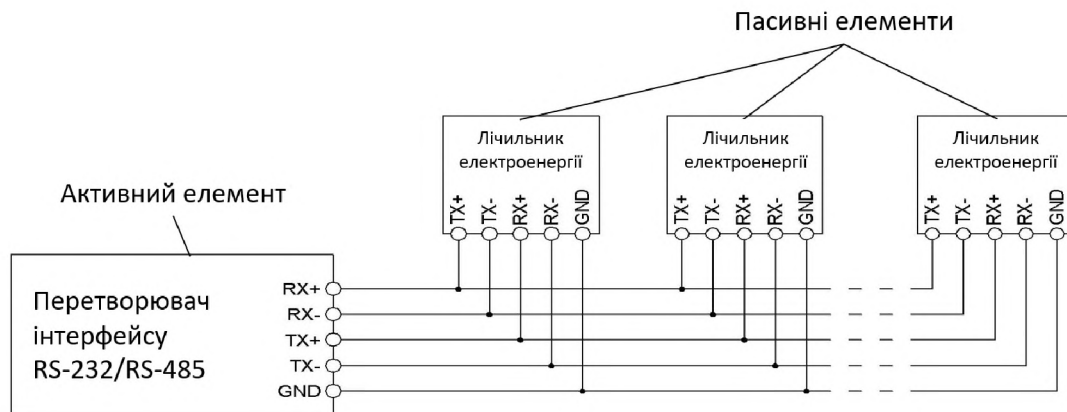


Рисунок 2.14 – 5-дротова схема підключення лічильників електроенергії до промислової мережі RS-485

Допускається, але не рекомендовано, використання 3-х або 2-х (без GND) дротової схеми підключення. Для цього в лічильниках з'єднують контакти TX+ з RX+ і контакти TX- з RX-.

В якості лінії зв'язку для RS-485 використовується кабель – вита пара SF/UTP CAT 5e (екран з обплетення та фольги).

Для перевірки якості з'єднання та можливих або наявних ділянок обриву кабелю, є рефлектометр BAUR TDR 510, див. рис. 2.15. [28]



Рисунок 2.15 – Рефлектометр BAUR TDR 510

Основні характеристики рефлектометра приведені у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Основні характеристики рефлектометра BAUR TDR 510

Назва характеристики	Опис
Маса	0,35 кг
Ступінь електричного захисту	CAT IV / 600 В
Діапазон вимірювання	від 7 м до 6 км
Значення імпедансу кабелю	25, 50, 75, 100 Ом
Вихідний імпульс	від 3 нс до 3мс
Ступінь захисту	IP54
Кількість вимірів для збереження	до 50 знімків-повідомлень
Інтерфейс для підключення до ПК	USB

На рис. 2.16 зображено результат виміру (знімок повідомлення) стану кабелю в програмному забезпеченні TDR Software.

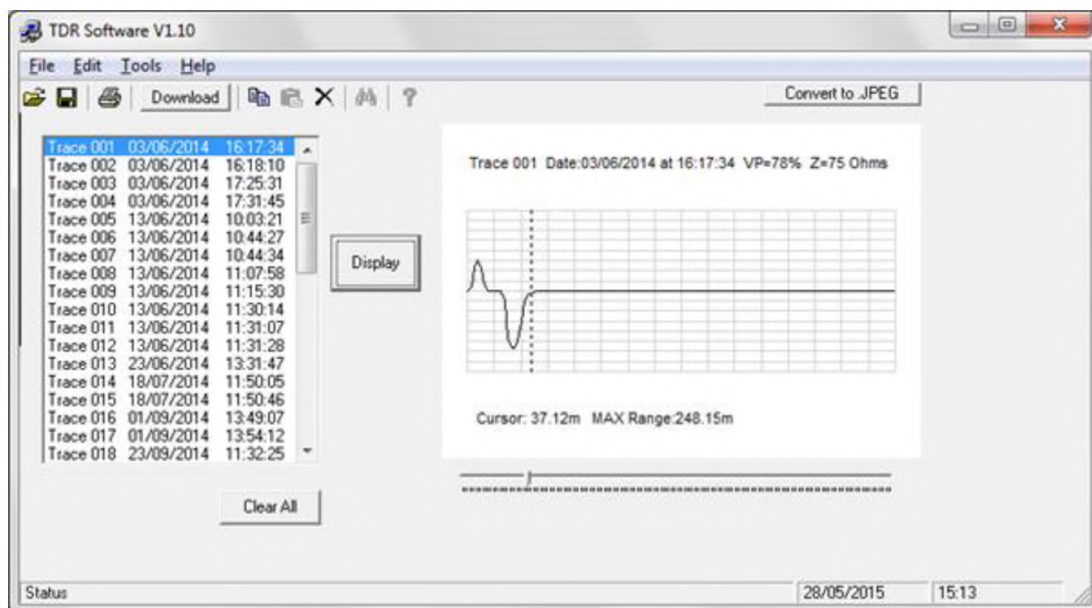


Рисунок 2.16 – Стан кабелю в програмному забезпеченні TDR Software

В якості перетворювача інтерфейсу RS-232/RS-485 (див. рис. 2.14) використовується термінальний сервер MOXA CN2650-16-2AC, який зображено на рис. 2.17. [29]

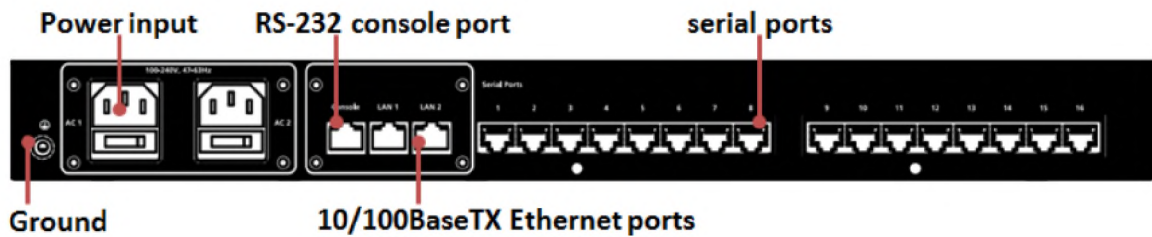
CN2650-16-2AC

Рисунок 2.17 – термінальний сервер MOXA CN2650-16-2AC

Термінальний сервер MOXA CN2650-16-2AC має:

- 2 незалежних входи живлення змінного струму ~ 230 В;
- RS-232 для підключення через консоль до термінального серверу;
- 2 LAN порти 10/100 BaseTX Ethernet для підключення до основного серверу або персонального комп'ютеру;
- 16 незалежних між собою 8P8C або «RJ45» роз'ємів, для кожного з яких окремо можна вибрати призначення RS-232, RS-422 або RS-485.

Таким чином, MOXA CN2650-16-2AC дозволяє створити до 16 незалежних промислових мереж стандарту RS-485.

На рис. 2.18 зображена спрощена схема передачі показників про електроенергію від лічильників SL7000 Smart до серверу з використанням промислових мереж стандарту RS-485.

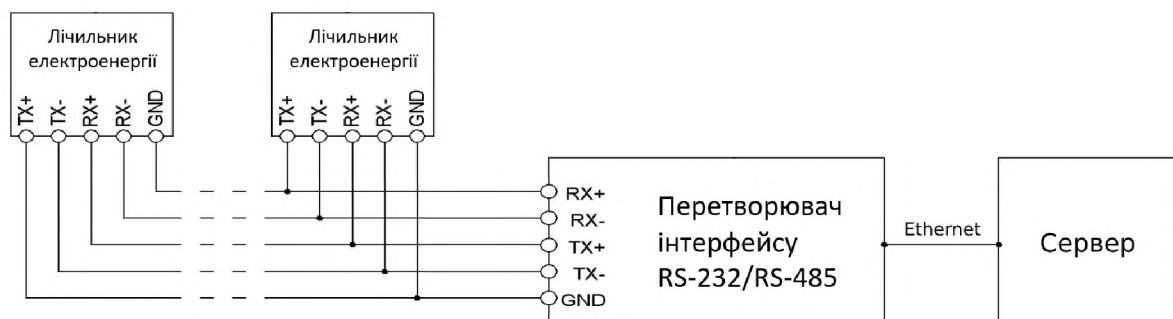


Рисунок 2.18 – Спрощена схема передачі показників електроенергії з використанням мереж стандарту RS-485

2.2. При відстанях більше 1200 м до лічильника електроенергії підключають GSM/GPRS модем. Показники електроенергії передаються за допомогою мобільного радіозв'язку.

Також, GSM/GPRS модем використовується у випадках, коли:

- не має можливості фізично виконати монтаж витої пари під RS-485, або вартість подібних робіт надто велика;
- до АСКОЕ необхідно підключити лише 1 лічильник.

Стандартним GSM/GPRS модемом для лічильників SL7000 Smart є GSM/GPRS модем Sparklet, який зображений на рис. 2.19. [30]



Рисунок 2.19 – GSM/GPRS модем Sparklet

Основні функціональні особливості модему:

- GSM/GPRS модуль для роботи в мережах 850/900/1800/1900 МГц.
- Підтримка GSM/CSD підключення, SMS, GPRS підключення.
- Інтегрований набір IP, TCP та UDP протоколів.
- Пароль для дистанційного налаштування за допомогою SMS.
- Автоматичний вхід/реєстрація в GSM мережі після вмикання/перезавантаження модему.
- Підтримка набору AT команд.
- Контроль функціонування (функція watchdog).
- Індикація якості GSM мережі.

На рис. 2.20 зображена схема індикаторів та роз'ємів модему Sparklet

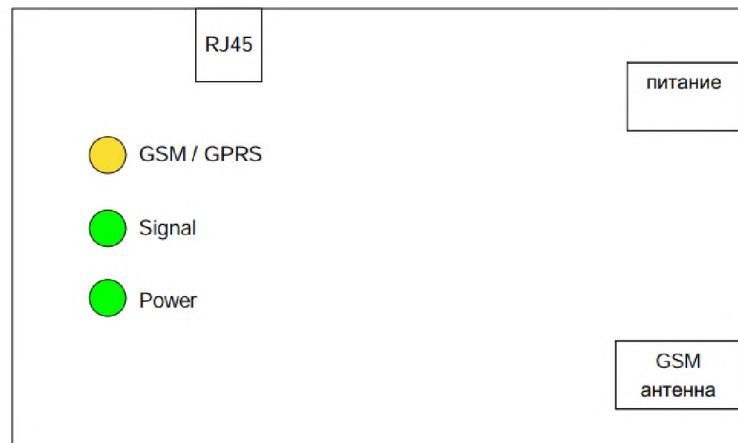


Рисунок 2.20 – Схема індикаторів і роз'ємів модему Sparklet

Три світлодіоди (СІД) забезпечують візуальний контроль функціонування модему Sparklet. Значення стану світлодіодів приведені у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Значення стану світлодіодів модему Sparklet

Назва	Колір	СІД не горить	СІД світиться (100%)	СІД блимає (70-80%)	СІД блимає (20-30%)
GSM GPRS	жовтий	Відсутнє підключення до мережі GSM	Йде GPRS сеанс зв'язку	Вдале підключення по мережі GSM	Йде TCP/ IP сеанс зв'язку
Signal	зелений	Низький рівень сигналу	Відмінний рівень сигналу	Середній рівень сигналу	Дуже низький рівень сигналу
Power	зелений	Низька напруга батареї	Звичайна напруга батареї	-	-

Зазвичай модем Sparklet отримує живлення від лічильника електроенергії через контакт №1 роз'єму 8P8C або «RJ45». Роз'єм «Живлення» призначений для подачі напруги живлення від зовнішнього джерела постійного струму для тестування модему. При цьому значення напруги повинно становити $U=6\div 10$ В, а максимальний струм $I_{\max}=100$ мА.

В залежності від конфігурації модему, його можна підключити, як по стандарту передачі даних RS-485 так і по стандарту RS-232.

RS-232 – метод передачі даних аналогічних асинхронному послідовному інтерфейсу. Інформація по дротам передається у вигляді двійкового сигналу з двома рівнями напруги. Логічному «0» відповідає позитивна напруга (від +5 до +15 В для передатчика), а логічній «1» від'ємна напруга (від -5 до -15 В для передатчика).

Параметри стандарту RS-232 приведені у таблиці 2.7. [25, 27]

Таблиця 2.7 – Параметри стандарту RS-232

Назва параметрів	RS-232
Допустима кількість передатчиків/приймачів	1/1
Максимальна довжина кабелю	15 м
Максимальна швидкість зв'язку	9600 бод
Діапазон напруги логічної «1» передатчика	-5 .. -15 В
Діапазон напруги логічного «0» передатчика	+5 .. +15 В
Допустимий діапазон напруги приймача	-25 .. +25 В
Пороговий діапазон чутливості приймача	± 3 В

Структура передачі даних в RS-232 зображена на рис. 2.21.

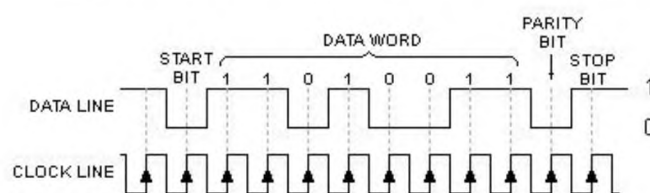


Рисунок 2.21 – Структура передачі даних в RS-232

На рис. 2.22 зображена спрощена схема передачі показників про електроенергію від лічильників SL7000 Smart до серверу з використанням GSM/GPRS модему Sparklet.

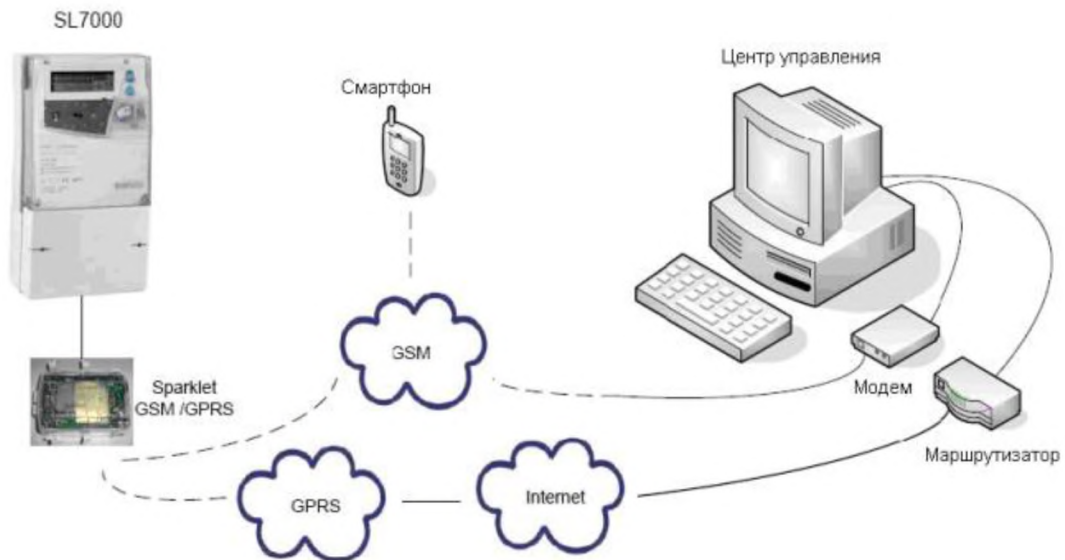


Рисунок 2.22 – Спрощена схема передачі показників електроенергії з використанням GSM/GPRS модему Sparklet

3. В якості серверів використовуються готові рішення від таких компаній, як Dell, Hewlett-Packard (HP). А також в останні роки у галузі промисловості широкого розповсюдження почали отримувати сервери від компанії Huawei.

На сервері встановлюється необхідне програмне забезпечення АСКОЕ для передачі показників від лічильників.

Компанія ТОВ «ТРИОС» розробляє, випускає та підтримує власне програмне забезпечення для організації і налаштування АСКОЕ. Тому в якості програмного забезпечення використовується ATdata®Light. [31]

Функційний програмний засіб ATdata®Light призначено для використання у складі АСКОЕ та технічного обліку електричної енергії.

Функційний програмний засіб ATdata®Light працює з багатofункціональними лічильниками електричної енергії наступних типів:

- SL7000 Smart;
- LZQM;
- EPQS;
- A1800;
- EMS.

В ATdata®Light передбачено ручне введення облікових даних з неавтоматизованих точок обліку. У даному випадку прилад обліку реєструється в системі, як «прилад ручного введення».

На рис. 2.23 зображено головну сторінку ATdata®Light.



Рисунок 2.23 – Головна сторінка ATdata®Light

При цьому на головній сторінці ATdata®Light відображено:

- графіки з профілями навантаження по приєднанням;
- звіт про стан Системи за обрану дату в календарі;
- блоки АСКОЕ та Адміністрування призначені для налаштування та взаємодії з лічильниками електроенергії;
- та інше.

2.4 Збереження та відображення статистичних даних

Інформація про показники погоди від метеостанції та метеорологічних служб разом з показниками про електроенергію від лічильників електроенергії зберігаються та накопичуються у БД, яка розташована на сервері АСКОЕ.

В якості системи керування БД використовується програмне забезпечення MySQL, яке було розроблено компанією «ТсХ» для підвищення швидкості обробки великих БД. На даний момент MySQL є однією із найрозповсюджених систем керування БД. [32]

За рахунок підтримки різноманітних мов програмування на базі MySQL можна створювати динамічні веб-сторінки та програмні засоби.

У тому числі компанія ТОВ «ТРИОС» створила систему енергетичного керування Energy Management System «EnergyVision®» (дослівно з англ. «Енергетичне бачення»), яка є комплексом інформативних додатків і призначена: для зручного наочного відображення показників роботи електроенергетичного підприємства, формування та відправки показників по електроенергії до суміжних організацій.

Одним з інформативних функціональних додатків Energy Management System «EnergyVision®» є додаток Production deviation (дослівно з англ. «Виробниче відхилення»), який дозволяє одночасно відображати з погодинним часовим інтервалом:

- Графік фактичного виробництва СЕС на основі показників від лічильників електроенергії в МВт*г.
- Графік виробництва (оновлення) в МВт*г, або розрахунковий прогноз на основі показників погоди та їх прогнозу за сьогоднішній день.
- Графік виробництва в МВт*г, або розрахунковий прогноз на основі показників погоди та їх прогнозу за вчорашній день.
- Встановлену потужність енергооб'єкту.
- Метрологічну межу.
- Графік прогнозу погоди на сьогоднішній день (3 травня).

На рис. 2.24 зображено веб-сторінку додатку Production deviation.

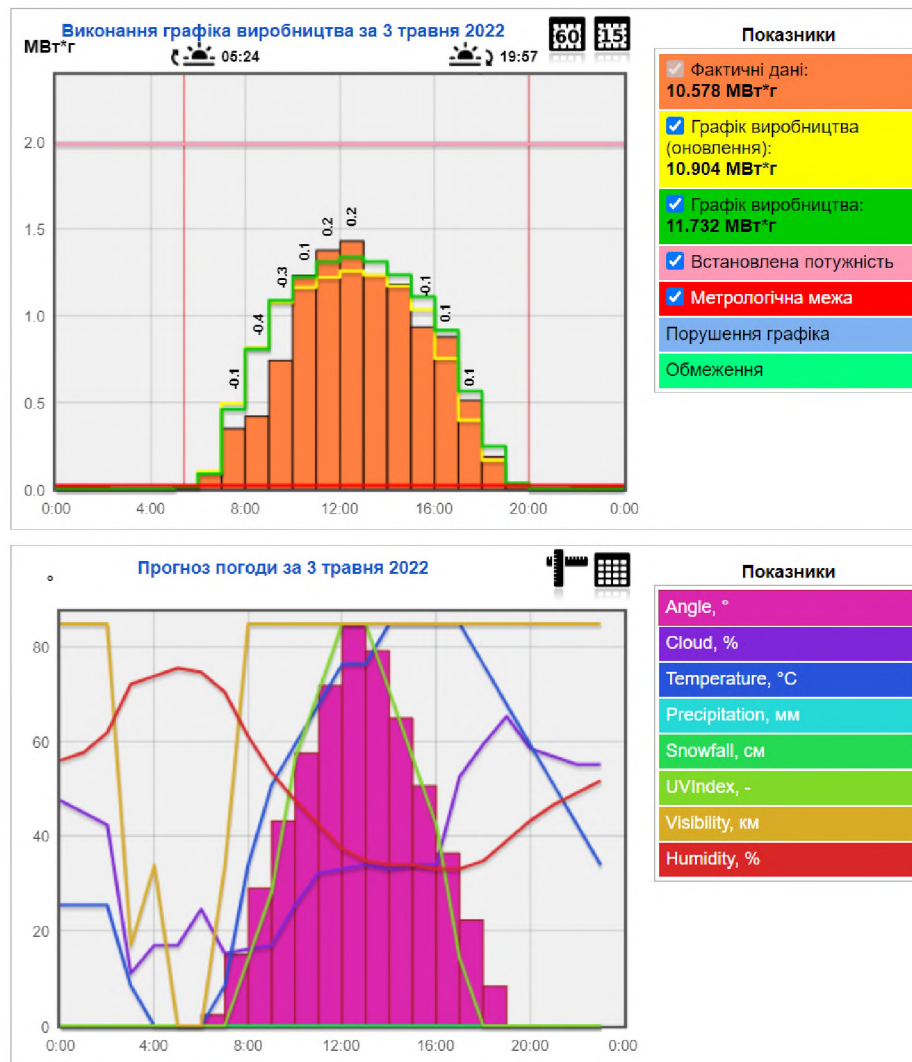


Рисунок 2.24 – Додаток Production deviation

В додатку Production deviation реалізовано звичайний розрахунковий метод прогнозування виробництва електроенергії СЕС, який не враховує наявні статистичні дані по генерації та архів метеорологічних спостережень.

В той же час, урахування статистичних даних дозволило би підвищити точність прогнозування і тим самим зменшити величину відхилення фактичного обсягу відпуску електроенергії СЕС від прогнозованого погодинного графіку відпуску електроенергії у розрахунковому періоді.

2.5 Алгоритм прогнозування виробництва електроенергії СЕС

Ідея алгоритму полягає в тому, що при однакових значеннях показників погоди СЕС буде виробляти й однакову кількість електроенергії.

Тобто, якщо в БД зберігаються статистичні дані про показники погоди та пов'язану з ними фактичну кількість виробленої електроенергії, то ці дані можуть бути використані при подальшому прогнозуванні виробництва електроенергії СЕС. Математично – це можна записати у вигляді рівняння (2.1):

$$Y_A(a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8) = Y'_A(b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7) \quad (2.1)$$

при цьому за формулою (2.2) показники погоди повинні бути однаковими

$$(a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8) = (b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7, b_8) \quad (2.2)$$

де Y_A та Y'_A , – кількість виробленої електроенергії в МВт*г;

a_1 та b_1 , – кут падіння сонячних променів на сонячну панель, градуси;

a_2 та b_2 , – хмарність, %;

a_3 та b_3 , – температура навколишнього середовища, $^{\circ}\text{C}$;

a_4 та b_4 , – кількість опадів, мм;

a_5 та b_5 , – рівень снігу, см;

a_6 та b_6 , – рівень ультрафіолетового випромінювання або УФ-індекс;

a_7 та b_7 , – дальність видимості, км;

a_8 та b_8 , – відносна вологість повітря, %.

Ціль алгоритму полягає в тому, щоб серед набору статичних даних знайти максимально близькі значення показників погоди, до тих показників погоди, які отримані на сьогоднішній день. А після того, як вони будуть знайдені

скопіювати значення виробленої електроенергії, щоб сформувати прогноз виробництва електроенергії СЕС на сьогоднішній день.

Враховуючи, що статистичні дані про показники погоди та кількість виробленої електроенергії зберігаються з погодинним інтервалом, то подібний «пошук» необхідно здійснювати для кожної години окремо.

Щоб алгоритм прогнозування виробництва електроенергії СЕС можна було реалізувати у вигляді програмного коду, або в цілому окремого програмного забезпечення необхідно:

- сформувати умови фільтрації статичних даних та реалізувати можливість вручну обирати статистичні дані, які повинні бути позначені, як недостовірні (хибні);

- сформувати критерій пошуку близьких значень погоди у вигляді математичної формули, вказати межі допуску відхилення показників погоди;

- вказати глибину пошуку, кількість попередніх днів, які повинні бути використанні для пошуку;

- запропонувати рішення на випадок, якщо відсутні статистичні дані або не має достатньо близьких значень показників погоди; тобто навіть у випадку коли відсутні статистичні дані повинен бути певний прогноз виробництва електроенергії СЕС.

2.5.1 Умови фільтрації статистичних даних

Існують випадки при яких диспетчери енергетичної системи України передають команди операторам СЕС на зменшення/обмеження виробництва електроенергії або і повне вимикання СЕС. В цьому випадку статичні дані про вироблену електроенергію є неповними, або взагалі приймають нульові значення і не можуть в подальшому бути використані.

Схожа ситуація виникає при ремонтних роботах на СЕС, коли частину інверторів і/або панелей вимикають. Що веде до зменшення виробництва електроенергії або і повного вимкнення СЕС.

Окремо необхідно звернути увагу на випадки коли метеорологічні служби надають недостовірні прогнози стосовно такого показника, як хмарність. Відомо, що при хмарності більше 80% (з можливих 100%) суттєво зменшується виробництво від СЕС. Схожа ситуація виникає коли на деякий час (декілька годин) небо над СЕС закривають хмари. Всі ці зміни повинні бути відображені в показниках погоди, інакше дані про вироблену електроенергію не можуть в подальшому бути використані.

Таким чином, сформуємо умови фільтрації статистичних даних:

1. Дні та години коли СЕС виконувала команди від диспетчера енергетичної системи України повинні бути відфільтровані, див. рис. 2.25.

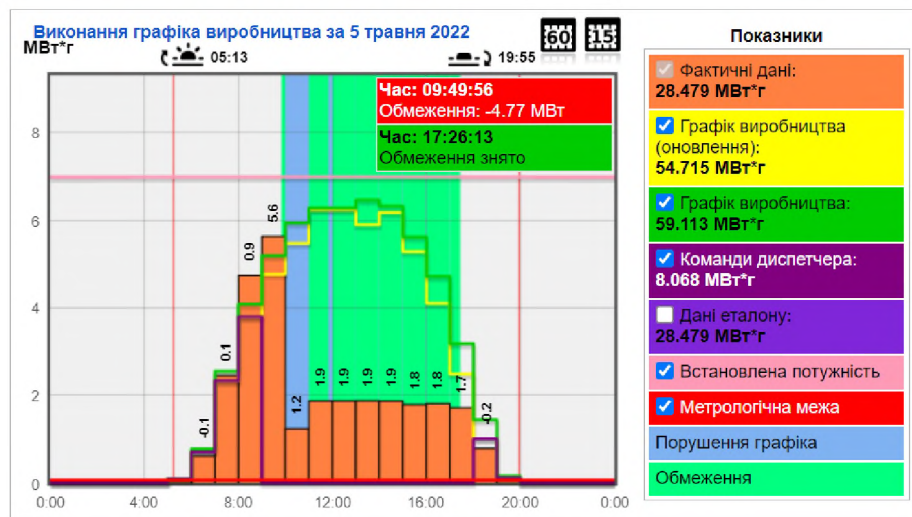


Рисунок 2.25 – Диспетчерські команди на обмеження виробництва електроенергії з 9:49 до 17:26

2. Дні та години коли виробництво від СЕС приймали нульові значення повинні бути відфільтровані.

3. Оператор АСКОЕ повинен мати можливість вручну відфільтрувати певні дні та години. Для цього програмісти компанії ТОВ «ТРИОС» розробили спеціальний інтерфейс користувача, який дозволяє обрати необхідний день та діапазон годин. Зовнішній вигляд інтерфейсу зображено на рис. 2.26.

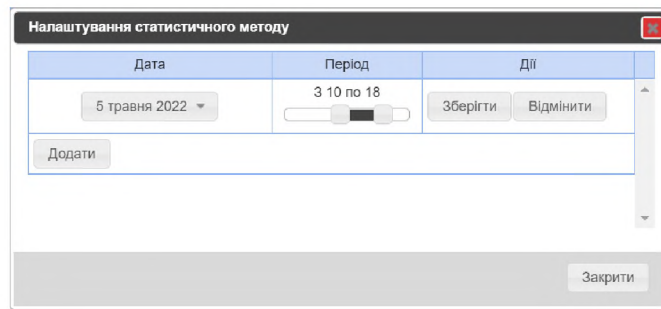


Рисунок 2.26 – Інтерфейс для налаштування статистичного методу

2.5.2 Критерій пошуку близьких значень погоди

При однакових значеннях погоди за сьогоднішній день та попередній день, їх різниця буде дорівнювати 0. Математично – це можна записати у вигляді системи рівнянь (2.3).

$$\begin{cases} a_1 - b_1 = 0 \\ a_2 - b_2 = 0 \\ a_3 - b_3 = 0 \\ a_4 - b_4 = 0 \\ a_5 - b_5 = 0 \\ a_6 - b_6 = 0 \\ a_7 - b_7 = 0 \\ a_8 - b_8 = 0 \end{cases} \quad (2.3)$$

Враховуючи, що показники погоди взаємопов'язані і взаємно впливають на виробництво електроенергії, то можна знехтувати їх величинами розмірності.

Це важливо, так як дозволяє «об'єднати» ці рівняння (див. форм. 2.3), і записати у вигляді загальна суми, яка теж буде дорівнювати 0, як відображено у формулі (2.4).

$$[(a_1 - b_1) + (a_2 - b_2) + (a_3 - b_3) + (a_4 - b_4) + (a_5 - b_5) + (a_6 - b_6) + (a_7 - b_7) + (a_8 - b_8)] = 0 \quad (2.4)$$

Зважаючи на те, що в реальних умовах роботи значення погоди відрізняються, то формулу (2.4) потрібно модифікувати, а саме рахувати суму абсолютних значень по формулі (2.5).

$$[|a_1 - b_1| + |a_2 - b_2| + |a_3 - b_3| + |a_4 - b_4| + |a_5 - b_5| + |a_6 - b_6| + |a_7 - b_7| + |a_8 - b_8|] = 0 \quad (2.5)$$

В цьому випадку (див. форм. 2.5) при однакових значеннях погоди сума буде дорівнювати 0, а при їх різниці буде приймати певне позитивне значення. При цьому максимально можливе значення складає 380.

За допомогою формули (2.5) можна оцінити та порівняти числову величину подібності показників погоди. Для прикладу за формулою (2.5) розрахуємо величину подібності показників погоди для 10 години 4 травня та 3 травня, при показниках погоди:

Показники погоди на 10 годину 4 травня:

$$\begin{aligned} a_1 &= 57,6^\circ \\ a_2 &= 54\% \\ a_3 &= 15^\circ\text{C} \\ a_4 &= 0 \text{ мм} \\ a_5 &= 0 \text{ см} \\ a_6 &= 3 \\ a_7 &= 16 \text{ км} \\ a_8 &= 57\% \end{aligned} \quad (2.6)$$

Показники погоди на 10 годину 3 травня:

$$\begin{aligned} b_1 &= 57,5^\circ \\ b_2 &= 30\% \\ b_3 &= 15^\circ\text{C} \\ b_4 &= 0 \text{ мм} \\ b_5 &= 0 \text{ см} \\ b_6 &= 4 \\ b_7 &= 16 \text{ км} \\ b_8 &= 56\% \end{aligned} \quad (2.7)$$

$$[|57,6 - 57,5| + |54 - 30| + |15 - 15| + |0 - 0| + |0 - 0| + |3 - 4| + |16 - 16| + |57 - 56|] = 26,1 \quad (2.8)$$

На основі формули (2.5) та результатів розрахунків (2.6-2.8) можна сформулювати, так званий «Критерій мінімуму». Коли при заданій глибині пошуку за формулою (2.5) здійснюємо декілька розрахунків, в залежності від кількості днів, а потім серед отриманих результатів обираємо найменше значення, якому відповідає певна кількість виробленої електроенергії.

«Критерій мінімуму» можна записати у вигляді формули (2.9).

$$\min_t \begin{pmatrix} [|a_1 - b_1^1| + |a_2 - b_2^1| + |a_3 - b_3^1| + \dots + |a_8 - b_8^1| \\ [|a_1 - b_1^2| + |a_2 - b_2^2| + |a_3 - b_3^2| + \dots + |a_8 - b_8^2| \\ \dots \\ [|a_1 - b_1^n| + |a_2 - b_2^n| + |a_3 - b_3^n| + \dots + |a_8 - b_8^n| \end{pmatrix} \quad (2.9)$$

де t – задана година, від 0 до 23;

n – глибина пошуку, кількість попередніх днів від поточної дати.

Межі допуску відхилення показників погоди залежать від точності прогнозування метеорологічних служб. В цілому можна сформулювати певні емпіричні межі допуску по показникам погоди:

1. Кут падіння сонячних променів на сонячну панель, $\pm 3^0$.
2. Хмарність, $\pm 20\%$.
3. Температура навколишнього середовища, $\pm 2^0\text{C}$.
4. Кількість опадів, ± 3 мм.
5. Рівень снігу, ± 2 см.
6. Рівень ультрафіолетового випромінювання ± 1 .
7. Дальність видимості, ± 4 км.
8. Відносна вологість повітря, $\pm 5\%$

При таких межах допуску, за формулою (2.9) можна визначити, що «Критерій мінімуму» має допустимі значення від 0 до 40. Що в певній мірі забезпечує додаткову умову фільтрації статистичних даних.

Також, на основі меж допуску показників погоди можна сформувати додаткові умови фільтрації статистичних даних.

Обов'язково після розрахунку «Критерію мінімум» необхідно перевіряти, щоб допуск по хмарності не перевищував $\pm 20\%$. Так, як хмарність має найбільшу похибку при прогнозуванні.

2.5.3 Глибина пошуку та кількість попередніх днів

Глибина пошуку та кількість попередніх днів залежить від:

— Дати з якої є статистичні дані по СЕС та показникам погоди. Наприклад: 1 рік для нових СЕС для яких є статистичні дані тільки з 2022 року. 2 роки для СЕС для яких є статистичні дані з 2021 року.

— Зміни тривалості світлової частини дня (астрономічної довжини дня). Наприклад для Києва тривалість світлової частини дня протягом року змінюється від 7 до 17 годин.

Тому алгоритм прогнозування виробництва електроенергії СЕС повинен бути в певній мірі адаптивним і враховувати збільшення або зменшення тривалості світлової частини дня. Емпірично встановлено, що для СЕС для яких є статистичні дані з 2021 року глибина пошуку складає 2 роки, а кількість попередніх днів – 16 днів. Тому, якщо необхідно отримати прогноз виробництва електроенергії на 2 травня 2022 року (для прикладу), необхідно в якості статистичних даних використовувати:

- 5 попередніх днів 2022 року, з 27 квітня по 1 травня;
- 11 днів 2021 року з 27 квітня по 7 травня.

Подібний підхід дозволяє використовувати статистичні дані, як за попередні дні так і за той же самий період часу минулого року.

2.5.4 Рішення на випадок, якщо відсутні статистичні дані

Як було зазначено раніше для роботи алгоритму необхідні дані за попередні дні. Також, максимально можливе допустиме значення, яке може приймати «Критерій мінімуму» складає 40.

Тому доцільно об'єднати алгоритм на основі статистичних даних з розрахунковим прогнозом виробництва електроенергії від СЕС. Наприклад у випадку коли значення «Критерію мінімуму» становить 45, то необхідно скопіювати значення виробленої електроенергії по розрахунковому методу.

2.5.4 Демонстрація роботи алгоритму

Разом з програмістами компанії ТОВ «ТРИОС» запропонований алгоритм був реалізований у вигляді готового програмного рішення. Результат роботи алгоритму зображено на рис. 2.27.

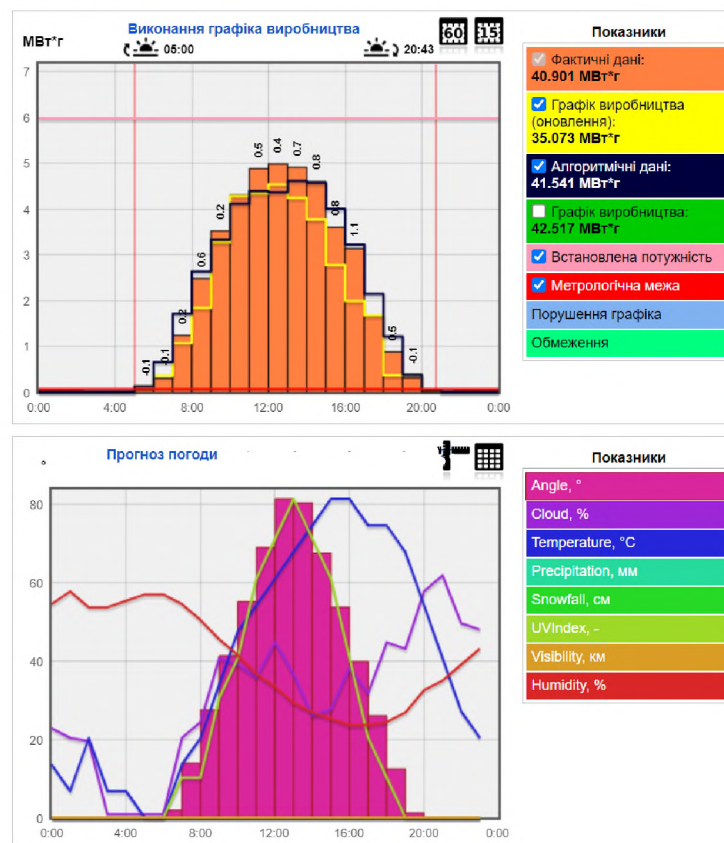


Рисунок 2.27 – Демонстрація роботи алгоритму

Результати та порівняння методів прогнозування: Стандартного розрахункового методу (Графік виробництва (оновлення)) та Алгоритму (Алгоритмічні дані) приведені у табл 2.8.

Таблиця 2.8 – Виконання графіка виробництва

Час	Фактичні дані (МВт*г)	Графік виробництва (оновлення) (МВт*г)	Абсолютна різниця з фактичними даними (МВт*г)	Алгоритмічні дані (МВт*г)	Абсолютна різниця з фактичними даними (МВт*г)
1	2	3	4	5	6
00:00	0	0	0	0	0
01:00	0	0	0	0	0
02:00	0	0	0	0	0
03:00	0	0	0	0	0
04:00	0	0	0	0	0
05:00	0,049	0,118	0,069	0,118	0,069
06:00	0,294	0,35	0,056	0,653	0,359
07:00	1,232	1,07	0,162	1,711	0,479
08:00	2,478	1,838	0,64	2,635	0,157
09:00	3,521	3,272	0,249	3,331	0,19
10:00	4,312	4,288	0,024	4,115	0,197
11:00	4,886	4,342	0,544	4,395	0,491
12:00	4,991	4,541	0,45	4,367	0,624
13:00	4,914	4,246	0,668	4,619	0,295
14:00	4,606	3,773	0,833	4,574	0,032
15:00	3,605	2,778	0,827	4,006	0,401
16:00	3,136	1,989	1,147	3,229	0,093
17:00	1,652	1,674	0,022	2,145	0,493
18:00	0,875	0,364	0,511	1,213	0,338

Продовження табл. 2.8

1	2	3	4	5	6
19:00	0,315	0,377	0,062	0,377	0,062
20:00	0,028	0,053	0,025	0,053	0,025
21:00	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0
Разом	40,901	35,073	6,289	41,541	4,305

Запропонований Алгоритм прогнозування виробництва електроенергії СЕС з використанням статистичних даних:

1. Дозволяє більш точно прогнозувати сумарне виробництво електроенергії в порівнянні зі Стандартним розрахунковим методом. Фактичне виробництво електроенергії склало 40,901 МВт*г. А за Алгоритмом складає 41,541 МВт*г. Абсолютна різниця 0,36 МВт*г або 0,88%.

2. Абсолютна різниця для Стандартного методу складає 6,289 МВт*г або 15,38%. А для Алгоритму 4,305 МВт*г або 10,53%.

3. Максимальна абсолютна похибка за Стандартним розрахунковим методом складає 1,147 МВт*г. А за Алгоритмом 0,624 МВт*г. Різниця в 1,84 рази.

4. Перевагою алгоритму є те, що він дозволяє на основі статистичних даних створювати більш точний прогноз виробництва електроенергії і тим самим дозволяє зменшити частку відшкодування вартості небалансу ДП «Гарантований покупець».

5. Недолік алгоритму полягає в тому, що для повноцінної його роботи необхідно мати статистичні дані про показники погоди та показники про електроенергію.

2.6 Висновки

1. Розглянута структура та склад СЕС.
2. Розглянута структура та склад метеостанції на прикладі Ambient Weather WS-2902C. Наведено перелік датчиків метеостанції та вказано метеорологічні служби на які, метеостанція може передавати показники погоди.
3. Розглянута передача сигналів від метеостанції до метеорологічної служби «Weather Underground». Розглянуті основні складові АСКОЕ та особливості передачі показників електроенергії від лічильників комерційного обліку до серверу, як з використанням промислових мереж стандарту RS-485 так і з використанням GSM/GPRS модему та мобільного зв'язку.
4. Описані особливості збереження статистичних даних у БД та їх подальшого відображення у програмному забезпеченні.
5. Запропоновано новий Алгоритм прогнозування виробництва електроенергії СЕС. Вказані його особливості. Зроблено математичний опис алгоритму. На основі формули (2.5) та результатів розрахунків сформований званий «Критерій мінімуму». Візуально продемонстровано роботу алгоритму. На основі отриманих даних (див. табл. 2.8) виконано порівняння Алгоритму зі Стандартним розрахунковим методом. Вказані переваги та недоліки Алгоритму.

3 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

У даному розділі наведені розрахунки вартості запропонованої у випускній кваліфікаційній роботі бакалавра алгоритму прогнозування виробництва електроенергії СЕС, як об'єкту інтелектуальної власності.

Головна мета кваліфікаційної роботи полягає в організації передачі статистичних даних для створення нової системи прогнозування генерації електроенергії СЕС, для підвищення точності прогнозування та зменшення частки відшкодування вартості небалансу.

3.1 Методи оцінки вартості об'єкта інтелектуальної власності

Інтелектуальна власність – це правове положення результатів інтелектуальної діяльності. А саме, виключні права розпоряджатися на свій розсуд інтелектуальними продуктами, які закріплені законодавством за певними суб'єктами. Ці права мають силу лише на визначеній території та на визначений термін [33].

Права інтелектуальної власності – це цивільно-правові норми, які регулюють відносини між суб'єктами, які пов'язані із творчою діяльністю, але не регулюють безпосередньо саму творчу діяльність.

Згідно до Цивільного Кодексу України книга IV стаття 420 до об'єктів права інтелектуальної власності належать: комп'ютерні програми; компіляції даних; наукові відкриття; винаходи, корисні моделі, промислові зразки; раціоналізаторські пропозиції; комерційні найменування, торговельні марки, комерційні таємниці та інші.

Науково-інтелектуальна власність забезпечує суб'єктам права можливість здійснення дій з об'єктом інтелектуальної власності з одночасною заборонаю іншим суб'єктам (фізичним та юридичним особам) виконувати зазначені дії.

Відповідно до Національного стандарту №4 "Оцінка майнових прав інтелектуальної власності" для проведення оцінки майнових прав інтелектуальної власності застосовуються такі методичні підходи:

- порівняльний (ринковий) підхід;
- дохідний підхід;
- витратний підхід (підхід на основі активів) [34, 35].

Сутність порівняльного підходу полягає в порівнянні об'єкта, що оцінюється з аналогічними по призначенню, якості і корисності об'єктами, які були продані на цей час на аналогічному ринку.

Метод порівняння продажів по суті співпадає з порівняльним підходом. Визначена за цим методом ціна об'єкта інтелектуальної власності є найбільш достовірною, оскільки вона сформована ринком. Проте, в Україні цей метод практично не використовується.

Дохідний підхід ґрунтується на застосуванні оціночних процедур переведення очікуваних доходів у вартість об'єкта оцінки, і застосовується для оцінки майнових прав інтелектуальної власності у випадку, коли можливо визначити розмір доходу, що отримує або може отримувати юридична чи фізична особа, якій належать такі права, від їх використання.

В оцінці ринкової вартості майнових прав інтелектуальної власності дохідний підхід посідає пріоритетне місце як підхід, який найбільш достовірно відображає цінність об'єкта оцінки.

Основними методами дохідного підходу, що застосовуються для оцінки майнових прав інтелектуальної власності, є:

- метод прямої капіталізації доходу;
- метод непрямої капіталізації (дисконтування грошового потоку): надлишкового прибутку, роялті та звільнення від роялті.

Зазначені методи застосовуються для оцінки цілісного майнового комплексу, в якому використовується об'єкт права інтелектуальної власності, і майнових прав інтелектуальної власності як окремих об'єктів оцінки.

Витратний підхід заснований на припущенні, що вартість об'єкта інтелектуальної власності дорівнює вартості витрат на його створення, доведення до робочого стану й амортизацію.

Цей підхід вигідний для покупця, тому що він може документально відстежити витрати на створення об'єкта інтелектуальної власності (ОІВ) і, таким чином, переконатися, що ця вартість виправдана. Але він не вигідний для продавця, оскільки останній одержить суму, рівну тільки понесеним витратам на створення об'єкта інтелектуальної власності, тобто без прибутку.

Витратний метод реалізується наступним чином:

- виявляються усі фактичні витрати, що пов'язані із створенням, набуттям чи введенням в дію об'єкта інтелектуальної власності;
- коригуються витрати на величину індексу цін на дату оцінки;
- визначається нарахована величина амортизації ОІВ;
- вартість об'єкта інтелектуальної власності визначається, як різниця між скорегованою величиною витрат і нарахованою амортизацією.

Рекомендований порядок застосування методів оцінки об'єктів інтелектуальної власності наведений у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Рекомендований порядок застосування методів оцінки об'єктів інтелектуальної власності (ОІВ)

Види ОІВ	В першу чергу	В другу чергу	В третю чергу
Патенти і технології	Доходний	Ринковий	Витратний
Товарні знаки	Доходний	Ринковий	Витратний
Об'єкти авторського права	Доходний	Ринковий	Витратний
Інформаційне забезпечення	Витратний	Ринковий	Доходний
Програмні продукти	Доходний	Ринковий	Витратний

3.2 Розрахунок вартості об'єкту інтелектуальної власності

Відповідно до статті 8 Закону України «Про авторське право і суміжні права», алгоритм прогнозування виробництва електроенергії СЕС, який наведено у випускній кваліфікаційній роботі бакалавру є об'єктом інтелектуальної власності, оскільки він – неопублікований літературний твір технічного характеру і тому підлягає охороні цим законом.

Звернувши увагу на те, що даний об'єкт інтелектуальної власності можна класифікувати як об'єкт інформаційного забезпечення, найбільш правильним буде використання витратного методу, оскільки для застосування методу порівняльного аналізу необхідно мати результати дослідження ринку аналогічної продукції, а при доходному методі – розрахунок економічної ефективності використання продукту.

Необхідно виявити всі фактичні витрати, пов'язані з розробкою даної комп'ютерної моделі.

Порядок розрахунку [36]

1) Заробітна плата розробника становить 10 000 грн/міс.

Модель була розроблена і реалізована за 3 місяці, тому розрахуємо фонд оплати праці в гривні (далі у тексті ФОП) за формулою (3.1)

$$ФОП = ЗП \cdot М. \quad (3.1)$$

де $ЗП$ – розмір заробітної плати за місяць, грн.;

$М$ – кількість місяців розробки ОІВ, міс.

$$ФОП = 10000 \cdot 3 = 30000 \text{грн}. \quad (3.2)$$

2) Витрачені матеріали й ресурси (розрахунок в табл. 3.2)

Таблиця 3.2 – Розрахунок витрачених матеріалів і ресурсів

Найменування витрат	Сума, грн.
Канцелярські товари	50
Офісні товари (папір тощо)	110
Доступ до мережі Інтернет (3 місяці)	450
Разом:	610

3) Енергетичні витрати

Робочий день становить 8 годин, тому враховуючи енергоспоживання комп'ютера, можемо обчислити величину енергетичних витрат за 3 місяці за наступною формулою (3.2):

$$E = T \cdot D \cdot M \cdot СП, \quad (3.2)$$

де E – кількість споживаної електроенергії, кВт·год;

T – тривалість робочого дня ($T = 8$ годин);

D – кількість робочих днів у місяці ($D = 23$ днів);

M – тривалість розробки ($M = 3$ місяці);

$СП$ – споживана потужність одного персонального комп'ютера, (орієнтовно 0,5 кВт/год).

$$E = 8 \cdot 23 \cdot 3 \cdot 0,5 = 276 \text{ кВт} \cdot \text{год}. \quad (3.3)$$

Приймаємо ціну електроенергії 1,68 грн./кВт·год. Тоді вартість споживаної електроенергії становитиме

$$C_E = 276 \cdot 1,68 = 464 \text{ грн}. \quad (3.4)$$

4) Амортизація устаткування та програмного забезпечення

Розрахунок вартості комплексу обчислювальної техніки наведений у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Вартість комплексу обчислювальної техніки

Найменування устаткування	Вартість, грн.
Комп'ютер	12 000
Мережевий кабель	124
Мережевий світч ASUS RT-N12 VP	693
Разом:	12 817

Для розробки алгоритму було використане ліцензійне програмне забезпечення (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Вартість програмного забезпечення

Найменування ПЗ	Вартість, грн.
Microsoft Windows 10	4 200
Microsoft Office 2019	3 136
Разом:	7 336

Обчислювальна техніка та програмне забезпечення відносяться до четвертої групи основних фондів, мінімально-допустимий термін використання яких складає 2 роки, тобто строк повної амортизації становить 24 місяці.

Амортизаційні відрахування розраховуються за формулою (3.5):

$$AB = (C_{OT} + C_{ПЗ}) \frac{M}{24}, \quad (3.5)$$

де C_{OT} – вартість обчислювальної техніки, грн;

$C_{ПЗ}$ – вартість програмного забезпечення, грн;

$$AB = (12817 + 7336) \cdot \frac{3}{24} = 2519 \text{ грн.} \quad (3.6)$$

Кошторис витрат на розробку комп'ютерної моделі наведений у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Кошторис витрат на розробку комп'ютерної моделі

Найменування	Ціна за одиницю, грн.	Кіл-сть / тривалість	Загальна вартість, грн
Витрачені матеріали та ресурси:			
- канцелярські товари	–	–	50
- офісні товари (папір тощо)	–	–	110
- доступ до мережі Internet	150	3 міс.	450
- енергетичні витрати, кВт·год	1,68	276	464
Фонд оплати праці (ФОП)	10 000	3	30 000
Нарахування на ФОП (22%)	2 200	3	6 600
Амортизація:			
- устаткування	4 272	3	12 817
- програмного забезпечення	2 445	3	7 336
Загалом фактичні витрати	–	–	57 827
Накладні витрати (25% від суми ФОП)	–	–	7 500
Собівартість ОІВ	–	–	65 327
Нормативний прибуток (15%)	–	–	9 799
Вартість ОІВ	–	–	75 126
ПДВ (20% від всієї суми)	–	–	15 025
Договірна ціна (мінімальна)	–	–	90 151

3.3 Висновки

Розрахунок вартості об'єкта інтелектуальної власності – алгоритму прогнозування виробництва електроенергії СЕС, розробленого у випускній кваліфікаційній роботі бакалавру, виконаний за витратним методом, який полягає у розрахунку витрат на опрацювання оцінюваного ОІВ у поточних цінах.

Загальна сума фактичних витрат, пов'язаних із розробкою даного алгоритму, становить 57 827 грн.

Із урахуванням накладних витрат і нормативного прибутку, а також податку на додану вартість договірною ціною на алгоритм прогнозування має складати не менш ніж 90 151 грн.

ВИСНОВКИ

5. Через значне зростання «зеленої» генерації, особливо енергії Сонця в Україні виникає необхідність у створенні систем прогнозування генерації СЕС. Подібні системи дозволяють зменшити грошову частку врегулювання небалансу та підвищити надійну і ефективну роботу енергосистеми України.

6. Методи прогнозування діляться на статистичні (ймовірністі), детерміновані та комбіновані ймовірнісно-детерміновані. При цьому методи з використання статичної моделі набули найбільшого розповсюдження.

7. Відомі статистичні методи прогнозування мають суттєвий недолік, а саме в якості вхідних даних використовують середньодобові, а в деяких випадках середньомісячні значення сонячної радіації, що не дозволяє забезпечити необхідну точність прогнозування.

8. В підрозділі 1.4 були сформовані необхідні задачі для організації передачі та обробки статистичних даних при прогнозуванні виробництва електроенергії СЕС.

9. В підрозділі 2.1 розглянута структура та склад СЕС.

10. В підрозділі 2.2 розглянута структура та склад метеостанції на прикладі Ambient Weather WS-2902C. Наведено перелік датчиків метеостанції та вказано метеорологічні служби на які, метеостанція може передавати показники погоди.

11. В підрозділі 2.3 розглянута передача сигналів від метеостанції до метеорологічної служби «Weather Underground». Розглянуті основні складові АСКОВЕ та особливості передачі показників електроенергії від лічильників комерційного обліку до серверу, як з використанням промислових мереж стандарту RS-485 так і з використанням GSM/GPRS модему та мобільного зв'язку.

12. Описані особливості збереження статистичних даних у БД та їх подальшого відображення у програмному забезпеченні.

13. Запропоновано новий Алгоритм прогнозування виробництва електроенергії СЕС. Вказані його особливості. Зроблено математичний опис алгоритму. На основі формули (2.5) та результатів розрахунків сформований званий «Критерій мінімуму». Візуально продемонстровано роботу алгоритму. На основі отриманих даних (див. табл. 2.8) виконано порівняння Алгоритму зі Стандартним розрахунковим методом. Вказані переваги та недоліки Алгоритму.

14. Розрахунок вартості об'єкта інтелектуальної власності – алгоритму прогнозування виробництва електроенергії СЕС, розробленого у випускній кваліфікаційній роботі бакалавру, виконаний за витратним методом, який полягає у розрахунку витрат на опрацювання оцінюваного ОІВ у поточних цінах.

Загальна сума фактичних витрат, пов'язаних із розробкою даного алгоритму, становить 57 827 грн.

Із урахуванням накладних витрат і нормативного прибутку, а також податку на додану вартість договірна ціна на алгоритм прогнозування має складати не менш ніж 90 151 грн.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. З початку року виробники згенерували 10 тисяч МВт*год «зеленої» електроенергії [Електронний ресурс]/ Новини ДП «Гарантований покупець». – 2021. Режим доступу www.gpee.com.ua/get_info?id=841
2. Сегеда М.С. Нетрадиційні та відновлювані джерела електроенергії: навч. посібник / М.С. Сегеда, М.Й. Олійник, О.Б. Дудурич – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. – 204 с.
3. Калушка О.В. Прогнозування вироблення сонячної електроенергії за допомогою нейронних мереж: Конкурсна робота/ О.В. Калушка – ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», 2019. – 30 с.
4. Мороз О.М. Вимоги законодавства України, щодо прогнозування генерації електричної енергії СЕС та шляхи вирішення цих вимог/ О.М. Мороз, А.О. Павлов – ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2019. – 58 с.
5. Архангельський В.І. Нейронні мережі в системах автоматизації/ В.І. Архангельський, І.М. Богаєнко, Г.Г. Грабовський. М.О. Рюмшин – К.: «Техніка», 1999. – 364 с.
6. Сеніва К.Р. Способи використання нейронних мереж та машинного навчання в комп'ютерних іграх/ К.Р. Сеніва – КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021.
7. Nelson W. B. Accelerated testing: statistical models, test plans, and data analysis. – John Wiley & Sons, 2009. – Т. 344.
8. Schabenberger O., Gotway C. A. Statistical methods for spatial data analysis. – CRC press, 2017.
9. Ramsey F., Schafer D. The statistical sleuth: a course in methods of data analysis. – Cengage Learning, 2012.
10. Yang H. X., Lu L., Burnett J. Weather data and probability analysis of hybrid photovoltaic–wind power generation systems in Hong Kong. Renewable Energy, 2003, vol. 28, no. 11, pp. 1813-1824.
11. Степанов С.М. Нейросетевое прогнозирование генерации электроэнергии солнечными панелями/ С.М. Степанов, Н.А. Искра – БГУИР, 2017.

12. Ettoumi, F. Youcef, et al. "Statistical analysis of solar measurements in Algeria using beta distributions.", *Renewable Energy*, 2002, no. 26.1, pp. 47-67.
13. Collares-Pereira, Manuel, and Ari Rabl. "The average distribution of solar radiation correlations between diffuse and hemispherical and between daily and hourly insolation values." *Solar energy*, 1979, no. 22.2 pp. 155-164.
14. Graham, V. A., and K. G. T. Hollands. "A method to generate synthetic hourly solar radiation globally.", *Solar Energy*, 1990, no. 46.6, pp. 333-341.
15. Martín, Luis, et al. "Prediction of global solar irradiance based on time series analysis: Application to solar thermal power plants energy production planning.", *Solar Energy*, 2010, no. 84.10 pp. 1772-1781.
16. Diagne, Maimouna, et al. "Review of solar irradiance forecasting methods and a proposition for small-scale insular grids.", *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2013, no. 27, pp. 65-76.
17. Bacher, Peder, Henrik Madsen, and Henrik Aalborg Nielsen. "Online short-term solar power forecasting.", *Solar Energy*, 2009, no. 83.10, pp. 1772-1783
18. Chen, Changsong, et al. "Online 24-h solar power forecasting based on weather type classification using artificial neural network.", *Solar Energy*, 2011, no. 85.11, pp. 2856-2870.
19. Marquez, Ricardo, and Carlos FM Coimbra. "Forecasting of global and direct solar irradiance using stochastic learning methods, ground experiments and the NWS database.", *Solar Energy*, 85.5 2011, no. 85.5, pp. 746-756
20. Кузнецов Н.П. Статистический анализ энергетических показателей солнечной радиации/ Н.П. Кузнецов, Институт возобновляемой энергетики НАН Украины, О.В. Лысенко, Таврический государственный агротехнологический университет, 2017.
21. Сабірзянов Т.Г. Алгоритм визначення густини потоку сонячного випромінювання на довільно-орієнтовану поверхню/ Т.Г. Сабірзянов, О.І. Сіріков, М.В. Кубкін, В.П. Солдатенко, Кіровоградський національний технічний університет, 2012.

22. Ambient Weather WS-2902C Wi-Fi OSPREY Solar Powered Wireless Weather Station User Manual.
23. Itron SL7000 Smart Многофункциональный счетчик электроэнергии. Описание, 2016.
24. Itron ACE Pilot Программный пакет Руководство пользователя, 2016.
25. В чем отличия интерфейсов RS-232, RS-422 и RS-485? [Электронный ресурс]/ Режим доступа ipc2u.ru/articles/prostye-resheniya/otlichiya-interfeysov-rs-232-rs-422-rs-485
26. RS-485 ДЛЯ ЧАЙНИКОВ [Электронный ресурс]/ Режим доступа www.ivtechno.ru/articles-one?id=19
27. Описание параметра "Встроенные интерфейсы связи" [Электронный ресурс]/ Режим доступа profsector.com/parameter/851/vstroiennyie-intierfeisy-sviasi
28. BAUR TDR 500 / TDR 510 Основные характеристики.
29. MOXA CN2600 Series Quick Installation Guide/ Edition 6.1, November 2018.
30. ACE Sparklet GSM/GPRS Модем. Руководство пользователя, 2010.
31. ATdata®Light. Керівництво по встановленню та реєстрації.
32. MySQL is the world's most popular open source database. [Web Source]/ Web page www.mysql.com/about
33. Козинец В.П. Патентоведение: учебное пособие/ В.П. Козинец, В.В. Малый, И.В. Межебовский. – Днепропетровск: НМетАУ, 2000. – 253 с.
34. Валдайцев С.В. Оценка бизнеса 3-е изд. – Москва, 2008. –576 с.
35. Дергачова В. В. Інтелектуальна власність: навчальний посібник/ В. В. Дергачова, С.О. Пермінова. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 416 с.
36. Методичні вказівки до виконання курсової роботи із дисципліни «Інтелектуальна власність»/ Укладач: проф. Кукушкін О.М. – Дніпропетровськ: НМетАУ. – 2009. – 9 с.

ДОДАТОК А. Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

№	Формат	Найменування	Кількість листів	Примітки
<i>Документація</i>				
1	A4	Реферат	2	
2	A4	Список умовних скорочень	1	
3	A4	Зміст	2	
4	A4	Вступ	2	
5	A4	Стан питання. Постановка задачі	5	
6	A4	Спеціальна частина	32	
7	A4	Економічний розділ	8	
8	A4	Висновки	2	
9	A4	Перелік посилань	3	
10	A4	Додаток А	1	
11	A4	Додаток Б	1	
12	A4	Додаток В	1	
12	A4	Додаток Г	2	

ДОДАТОК Б. Перелік документів на оптичному носії

1. Пояснювальна записка
2. Презентація

ДОДАТОК Г. Відгук керівника кваліфікаційної роботи
ВІДГУК
на кваліфікаційну роботу студента групи 172-18з-1 Півень В.О.
на тему: «Організація передачі статистичних даних,
при прогнозуванні виробництва електроенергії»

Пояснювальна записка складається зі вступу, трьох розділів і висновків, розташованих на 65 сторінках.

Мета кваліфікаційної роботи є актуальною, оскільки вона направлена на розробку систем прогнозування генерації СЕС та системи передачі інформації. Автор зумів відобразити вищезгадану специфіку, аргументовано обґрунтував актуальність теми свого дослідження.

Заслугою автора є глибоке та якісне пророблення наявних по даній проблемі наукових джерел (як вітчизняних, так і зарубіжних), уміла опора на них у процесі розкриття теми та грамотне використання окремих положень у тексті кваліфікаційної роботи.

Характеризуючи роботу необхідно відзначити, що вибрана автором логіка дослідження, послідовність і зміст розділів дають змогу якісно розкрити тему.

У спеціальному розділі розглянуто використання бездротового зв'язку, у тому числі Wi-Fi для отримання даних по показниках погоди. Розглянуто застосування інтерфейсу RS-485 для передачі комерційних даних електроенергії. Продемонстровано роботу алгоритму для СЕС. Вказані його переваги та недоліки.

В економічному розділі зроблено економічне обґрунтування вартості створеного алгоритму на основі витратного методу.

Необхідно, також указати на належну аргументацію, зацікавленість Півень В.О. у проведенні даної роботи. Автор виявив себе фахівцем, здатним самостійно вирішувати поставлені задачі.

Як зауваження необхідно відзначити деякі стилістичні неточності, які втім не впливають на кінцеву оцінку роботи.

В цілому кваліфікаційна робота бакалавра заслуговує оцінки «_____», а її автор присвоєння кваліфікації «Бакалавр з телекомунікації та радіотехніки».

Керівник спеціальної частини,

асистент кафедри БІТ

Ю.П. Рибальченко

Керівник роботи,

к.ф.-м.н., проф. кафедри БІТ

Гусєв О.Ю