

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Автоматики і комп'ютеризованих технологій

(повна назва)

Кафедра Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки

(повна назва)

АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА

Пояснювальна записка

другий (магістерський)

(рівень вищої освіти)

Автоматизація процесу підтримки ПР на використання аналізаторів контролю
якості електропостачання виробничих приміщень

(тема)

Виконав: студент 2 курсу, гр. АУТПм-19-1

Синільник В.М.

(прізвище, ініціали)

Спеціальність

151 – Автоматизація та

комп'ютерно-інтегровані технології

освітньої програми Автоматизація управління

технологічними процесами

(код і повна назва напряму)

Тип програми освітньо-професійна

(повна назва освітньої програми)

Керівник Доц. Іванов Л.С.

(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

зав. кафедри

(підпис)

2020 р.

Невлюдов І.Ш.

(прізвище, ініціали)

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет	Автоматики і комп'ютеризованих технологій
Кафедра	Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки
Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Спеціальність	151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
Тип програми	освітньо-професійна
Освітня програма	Автоматизація управління технологічними процесами (код і повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав.

кафедри _____

(підпис)

« _____ » _____ 2020 р.

**ЗАВДАННЯ
НА АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ**

студентові _____ Синільнику Вадиму Миколайовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ Автоматизація процесу підтримки ПР на використання
аналізаторів контролю якості електропостачання виробничих приміщень

затверджена наказом по університету від _____ 02.11. 2020 р. № 1510 Ст

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії _____ 16.12.2020 р.

3. Вихідні дані до роботи _____ Параметри якості електроенергії. Функція програ -
многo засобу – підтримка процесу прийняття рішень, щодо аналізаторів якості
Електропостачання виробничих приміщень.

4. Зміст пояснювальної записки

4.1 Вступ

4.2 Аналіз якості параметрів електроенергії та приладів, якими її контролюють

4.3 Аналіз методів контролю якості електропостачання та обґрунтування
необхідності контролю

4.4 Дослідно-аналітичний розділ

4.5 Експериментальні дослідження

4.6 Висновки та перелік використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (слайдів) Демонстраційний матеріал представлений у форматі презентації PowerPoint (*.ppt) – 12 с. формату А4

6. Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

Найменування розділу	Керівник (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	Дата

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз вихідних даних та літератури за темою атестаційної роботи	05.09.2020	Виконано
2	Огляд та аналіз сучасної якості параметрів електропостачання	15.09.2020	Виконано
3	Постановка мети та задач дослідження	17.09.2020	Виконано
4	Планування досліджу, опис складових	10.10.2020	Виконано
5	Проведення досліджу та формування висновків відносно нього	05.11.2020	Виконано
6	Оформлення пояснювальної записки	25.12.2020	Виконано
7	Подача атестаційнох роботи до екзаме-наційної комісії	10.12.2020	Виконано

Дата видачі завдання 02.11.2020 року

Студент

Синільник В.М.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

Іванов Л.С.

(підпис)

(посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 85 с., 21 рис., 20 джерел за переліком посилань, 1 додаток.

АВТОМАТИЗАЦІЯ, СИСТЕМА, ЯКІСТЬ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ, ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ.

Об`єкт досліджень – процес контролю якості параметрів електроенергії виробничих приміщень.

Предмет дослідження – процес прийняття рішень відносно аналізаторів контролю якості електропостачання виробничих приміщень.

Мета атестаційної роботи – зменшення впливу неякісної електроенергіїв промисловості, шляхом автоматизації процесу прийняття рішень відносно аналізаторів контролю якості електропостачання виробничих приміщень.

У ході роботи було проаналізовано стан якості електроенергії, проблеми, пов`язані з невідповідністю параметрів електроенергії дерстандарту. Описано процес комплексної автоматизації ППР та за допомогою програмного забезпечення показано ефективність дослідження.

Сфера застосування – будь-які промислові об`єкти.

Пояснювальна записка містить: аналіз проблем, що може викликати неякісна електроенергія в умовах виробництва, опис сучасних аналізаторів, що можуть використовуватись для моніторингу якості електроенергії в режимі реального часу, опис мір, що потрібно провести в ході процесу автоматизації окрім програмного забезпечення, опис та результати досліду підтримки процесу прийняття рішень відносно аналізаторів якості електропостачання виробничих приміщень.

ABSTRACT

Explanatory note: 85 pages, 21 drawings, 20 sources according to the list of references, 1 addition.

AUTOMATION, SYSTEM, ELECTRICITY QUALITY, DECISION MAKING.

The object of the experiment – the quality of the parameters of electricity in industrial premises.

The purpose of the certification work is to reduce the impact of low-quality electricity in the industry by automating the decision-making process regarding the quality control analyzers of the power supply of industrial premises.

The subject of research is the decision-making process regarding quality control analyzers of power supply of industrial premises.

In the course of work, the state of quality of the electric power, the problems connected with inconsistency of parameters of the electric power of a derstandart was analyzed. The process of complex PPR automation is described and the efficiency of the research is shown with the help of software.

Scope – any industrial objects.

The explanatory note contains: analysis of problems that can cause poor quality electricity in production conditions, description of modern analyzers that can be used to monitor electricity quality in real time, description of measures to be taken during the automation process in addition to software, description and results of the experiment support for the decision-making process regarding the quality of power supply analyzers in industrial premises.

ЗМІСТ

Перелік скорочень.....	7
Вступ.....	8
1 Аналіз якості електроенергії в умовах виробничих приміщень та обладнання, що використовується для оцінки якості. Аналіз процедури прийняття рішень та її основних складнощів.....	10
1.1 Якість електропостачання на виробництві.....	10
1.2 Процес підтримки ПР.....	14
1.3 Особа, що приймає рішення.....	19
1.4 Автоматизація процесів.....	24
1.5 Сучасні технічні засоби контролю якості електроенергії виробничих приміщень.....	29
1.6 Висновки до першого розділу.....	34
2 Обґрунтування необхідності та методи контролю якості електроенергії. Загальна процедура прийняття рішень та її автоматизація.....	35
2.1 Дослідження в сфері контролю параметрів якості електроенергії.....	35
2.2 Методи контролю якості електропостачання	39
2.3 Особи, які контролюють якість електроенергії.....	45
2.4 Процес підтримки прийняття рішень в площині промисловості ...	47
2.5 Автоматизація процесу ППР.....	50
2.6 Висновки до другого розділу.....	53
3 Реалізація процесу комплексної автоматизації, аналіз його ефективності та додаткові рекомендації щодо підготовки спеціалістів ОПР.....	55
3.1 Наслідки несвоєчасного контролю.....	55
3.2 Розробка структури автоматизації процесу прийняття рішень щодо аналізаторів якості електропостачання виробничих приміщень.....	58
3.3 АРМ для спеціаліста з проведення процесу контролю параметрів електропостачання виробничих приміщень та порядок розрахунку їх кількості.....	59

3.4 Розрахунок економічної ефективності проведення автоматизації процесу ППР на використання аналізаторів контролю якості електропостачання виробничих приміщень	61
3.5 Висновки до третього розділу.....	64
4 Експериментальне здійснення ппр щодо якості параметрів електропостачання виробничих приміщень, його предметна база, опис основних функціональних складових, результати	65
4.1 Опис бази проведення приближеного до реальності експерименту, його основні складові	65
4.2 Результати експерименту.....	70
4.3 Висновки до четвертого розділу.....	72
5 Охорона праці.....	74
5.1 Правила роботи за компютером.....	74
5.2 Правила поводження при роботі з електричним струмом.....	76
Висновки.....	79
Перелік джерел посилання.....	81
Додаток А Демонстраційний матеріал.....	84

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АРМ – автоматизоване робоче місце;

АСКПЯЕ – автоматизована система контролю показників якості електроенергії;

АСОЕ – автоматизована система обліку електроенергії;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

ОПР – особа, що приймає рішення;

ППР – процес прийняття рішень;

ПЯЕ – показники якості електроенергії;

РП – робоча пам'ять;

СППР – система підтримки прийняття рішень;

ТП – технологічний процес.

ВСТУП

Актуальність теми. Незважаючи на те, що в ході автоматизації більшості технічних процесів в промисловості участь людини все більше зменшується, можна сказати, що навіть зводиться до мінімуму, багато кінцевих рішень відносно тих чи інших виробничих процесів та ситуацій все ще приймає людина. І саме ефективністю цих рішень визначається результат роботи більшості галузей. До цього пункту можна віднести різні типи задач, а саме: і задачі аналізу поточної ситуації, в яких необхідно як можливо точніше визначити тип ситуації для визначення подальших дій, і задачі прогнозування результатів дій, що дозволить оцінити власну вигоду та затрати, і задачі оперативного управління, коли від швидкості реакції на зміни в обстановці залежить загальний успіх. Тому в сучасних умовах, прийняття ефективних рішень в установлені терміни потребує використання систем підтримки прийнятті рішень.

На даному етапі всі можливі галузі об'єднує проблема якості електроенергії, що потрапляє, до виробничих приміщень. Вона відчутно впливає на весь технологічний процес виробництва і якість продукції, що виробляється, а також на надійність функціонування технологічного обладнання і є тим фактором, що може призводити до економічних втрат споживачів електричної енергії.

Таким чином автоматизація процесу підтримки прийняття рішень на використання аналізаторів контролю якості електропостачання виробничих приміщень є актуальною задачею для сучасного виробництва

Об'єктом дослідження в даній атестаційній роботі є якість параметрів електроенергії виробничих приміщень.

Предмет дослідження – процес прийняття рішень відносно аналізаторів контролю якості електропостачання виробничих приміщень.

Мета атестаційної роботи – зменшення впливу неякісної електроенергії, що поступає до виробничих приміщень шляхом проведення автоматизації

процесу прийняття рішень відносно аналізаторів контролю якості електропостачання виробничих приміщень.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- дослідити якість електропостачання виробничих приміщень;
- проаналізувати процес прийняття рішень і методи контролю якості електропостачання;
- обґрунтувати необхідність контролю якості електропостачання;
- описати процес автоматизації ППР та контролю на виробництві;
- вибрати програмне та технічне забезпечення відносно параметрів електромережі та самого виробництва;
- за рахунок вибраного забезпечення провести дослід відносно ППР, щодо аналізаторів якості параметрів електропостачання виробничих приміщень;
- оформити магістерську атестаційну роботу згідно ДСТУ 3008:2015 [1], а також з методичними вказівками з розробки й оформлення магістерської атестаційної роботи другого (магістерського) рівня вищої освіти галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування» за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» [2].

Практична цінність. Запропонована ідея при правильній реалізації допоможе підвищити ефективність будь-якого виробництва за рахунок постійного контролю параметрів електропостачання та прискорення вирішення проблем, що виникають в ході виробництва.

Елементами наукової новизни є проведення автоматизації процесу підтримки прийняття рішень відносно аналізаторів якості електропостачання виробничих приміщень.

Матеріали доповідались на науково - практичній IV Міжнародній конференції «Виробництво & Мехатронні Системи-2020» (м. Харків) [3].

1 АНАЛІЗ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В УМОВАХ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ ТА ОБЛАДНАННЯ, ЩО ВИКОРИСТОВУЄТЬСЯ ДЛЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ. АНАЛІЗ ПРОЦЕДУРИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ТА ЇЇ ОСНОВНИХ СКЛАДНОЩІВ

1.1 Якість електропостачання на виробництві

Основну частку електричного навантаження підприємств становить промислове навантаження. Частка житлового сектору, комунально-побутових підприємств і вузлів тепло та водопостачання незначна. Промислове навантаження формується силовими загальнопромисловими установками, електродвигунами виробничих механізмів, електричними печами, електротермічними, електрозварювальними, електричними освітлювальними і переробними установками [4].

Аналіз модернізацій силового електротехнічного обладнання що наразі проводиться промисловими підприємствами показують тенденцію збільшення електричних навантажень, які погіршують якість енергії в мережі. Це викликано інтенсивним впровадженням силових перетворювачів (електротехнічний пристрій, що перетворює електроенергію одних параметрів або показників якості в електроенергію з іншими значеннями параметрів або показників якості. Параметрами електричної енергії можуть бути рід струму і напруги, їх частота, число фаз, фаза напруги) у виробничому процесі. Силова електроніка істотно погіршує якість електроенергії, викликає втрати в системі і відмови ізоляції електричних машин. Будь-які зміни в енергопостачанні приводять до порушень нормального ходу виробничого процесу або до пошкодження обладнання, трансформаторів, електродвигунів [4].

Основними факторами, що впливають на якість електроенергії, є зовнішні, що виникають через значну протяжність повітряної лінії електропередачі підлягає впливу атмосферних явищ; і внутрішні – джерелами

яких можуть бути такі обурення як комутації, резонанс, нестійкість при передачі, ферорезонансу і ін [3].

Якість електроенергії залежить від процесів виробництва, передачі, розподілу та його споживання. На нормальну роботу приймачів істотно впливають викиди параметрів якості електроенергії. Проблема підтримки належної якості електроенергії як товару багатогранна, і в даний час вона стає правовою, технічною і фінансовою [4].

Характерною особливістю таких пристроїв є споживання ними з мережі несинусоїдальних струмів при підведенні до їх затискачів синусоїдальної напруги. Струми вищих гармонік, протікаючи елементами мережі, викликають падіння напруги на опорі цих елементів, які, накладаючись на основну синусоїду напруги, призводять до спотворення форми кривої напруги [4].

Проведені дослідження якості електроенергії в системі електропостачання промислових підприємств показало, що наявність великої кількості споживачів з нелінійними вольт – амперної характеристиками сприяє викиду параметрів показників якості електроенергії за гранично допустимі значення, що викликає прискорене старіння ізоляції електрообладнання, його нагрівання, зниження ККД елементів системи і втрати в мережі [4].

Якість електричної енергії – це сукупність властивостей електричної енергії відповідно до встановлених стандартів, які визначають ступінь її придатності для використання за призначенням.

Аналіз нормативної документації показав, що відповідно до положень пункту 11.4.6 глави 11.4 розділу XI Кодексу систем розподілу, затвердженого постановою НКРЕКП від 14.03.2018 № 310 (далі – КСР), параметри якості електроенергії в точках приєднання споживачів в нормальних умовах експлуатації мають відповідати параметрам, визначеним у ДСТУ EN 50160:2014 «Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності» (далі – ДСТУ EN 50160:2014) [5,6].

Основні показники якості електричної енергії визначені у пунктах 11.4.7 – 11.4.12 глави 11.4 розділу XI КСР.

Стандартна номінальна напруга U_n для мереж низької напруги загального призначення має значення 220 В між фазним і нульовим проводом або між фазними проводами:

– для трифазних чотирипровідних мереж: $U_n = 220$ В між фазним та нульовим проводом;

– для трифазних трипровідних мереж: $U_n = 220$ В між фазними проводами [5,6].

Зміна напруги не повинна перевищувати ± 10 % від величини номінальної напруги. Частота напруги електропостачання для мереж низької напруги має бути в межах:

1) для систем, які синхронно приєднані до ОЕС України - 50 Гц ± 1 % протягом 99,5 % часу за рік та 50 Гц + 4 % (- 6 %) протягом 100 % часу;

2) для систем без синхронного приєднання до ОЕС України - 50 Гц ± 2 % протягом 99,5 % часу за рік та 50 Гц ± 15 % протягом 100 % часу.

Показник довготривалого флікера (мерехтіння), спричиненого коливанням напруги, для мереж низької напруги має бути меншим або рівним 1 для 95 % часу спостереження [5,6].

95% середньоквадратичних значень складника зворотної послідовності напруги електропостачання, усереднених на 10-хвилинному проміжку, для мереж низької напруги мають бути в межах від 0 % до 2 % від складника напруги прямої послідовності [5,6].

Нормативи є обов'язковими в усіх режимах роботи електропостачальних систем загального призначення, крім режимів, зумовлених:

– винятковими погодними умовами;

– непередбачуваними ситуаціями (аварії, пожежі, вибухи);

– умовами, регламентованими державними органами управління, а також пов'язаними з ліквідацією наслідків, спричинених непередбачуваними обставинами [5,6].

Також аналіз нормативної документації показав, що деякі параметри якості електропостачання потребують постійного дослідження та визначення у зв'язку з тим, що в системах електропостачання існує усталене відхилення напруги $\pm\Delta U_y$, розмаху зміни напруги $\pm\Delta U_t$, коефіцієнту спотворення синусоїдної кривої напруги KU , тривалості провалу напруги Δt_i , відхилення частоти $\pm\Delta f_i$, дози флікера (мерегтіння) P_t [5,6].

Таким чином, аналіз нормативної документації показує, що нормативні параметри якості електропостачання відрізняються від реальних параметрів в системі в зв'язку з постійною зміною навантаження і тому потребують постійного моніторингу та своєчасного втручання в роботу технологічного обладнання з метою захисту його працездатності. Описана ситуація потребує нестандартного підходу до вирішення цієї проблеми, а саме: оператори електропостачальних систем не мають можливості активно контролювати стан постачання електроенергії через велику кількість користувачів та велике навантаження на ці системи. Тому контроль за параметрами якості електропостачання повинен здійснювати сам користувач безпосередньо за допомогою сучасних технічних та програмних засобів контролю та захисту технологічного обладнання [7].

З розвитком енергоспоживання системи електропостачання промислових підприємств стають все більш складними. Розвиток і ускладнення структури систем електропостачання, вимоги до економічності й надійності її роботи, що постійно зростають разом із мінливою структурою і характером споживачів електроенергії, широке впровадження пристроїв управління розподілом і споживанням електроенергії з урахуванням сучасної обчислювальної техніки ставлять проблему якості електропостачання на виробництві максимально гостро. Перше місце за кількістю споживаної електроенергії належить промисловості, частка якої складає понад 60%

енергії, що виробляє країна. За допомогою електричної енергії починають свою роботу мільйони верстатів і механізмів, освітлюються приміщення, здійснюється автоматичне управління технологічними процесами і т.д. Тому іноді раптове, навіть дуже коротке припинення подачі електроживлення може призвести до великим збитків у виробництві. Але підвищення надійності пов'язані з збільшенням вартості системи електропостачання, тому важливим завданням має вважатися визначення оптимальних показників електроенергії, їх моніторинг і підтримка, а також швидка реакція на відхилення параметрів від регламентованих [7].

1.2 Процес підтримки ПР

Прийняття рішень – процес, що постійно вирішується в ході управління завданнями. Трамбування прийняття рішення як завдання дозволяє більш чітко сформулювати його зміст, визначити технологію і методи її вирішення [8].

Завдання прийняття рішень (ЗПР) спрямована на визначення найкращого (оптимального) способу дій для досягнення поставлених цілей.

Проблемна ситуація - невідповідність фактичних або прогнозованих значень параметрів керованої системи цілям управління [8].

До виникнення проблемної ситуації можуть привести три причини: відхилення фактичних параметрів від цільових, можливість такого відхилення в майбутньому і зміна цілей управління [8].

Щоб правильно описати проблему необхідно:

- визначити, "що" відбувається не так як треба;
- відобразити в формулюванні проблеми її специфіку;
- визначити як часто, коли і в яких межах відбуваються зміни;
- визначити характер і розмір впливу проблеми на організацію.

Такий підхід дозволить декомпонувати проблему на підпроблеми різних рівнів. За ступенем визначеності проблемні ситуації класифікуються на три групи:

– в умовах визначеності, проблема структурована, рішення – програмований (наявність повної і достовірної інформації про проблемну ситуацію, цілі, обмеження та наслідки рішення);

– в умовах невизначеності, проблема неструктурованих, рішення - непрограмовані (інформації недостатньо, наслідки рішення непередбачувані);

– в умовах ймовірнісної невизначеності, рішення приймається в умовах ризику (неповна інформація може бути врахована за допомогою імовірних характеристик, які оцінюються за допомогою статистичних даних) [8].

Програмоване рішення – реакція на структуровану проблему, результат кожної альтернативи відомий, є вся інформація [8].

Непрограмовані рішення – реакція на неструктуровану проблему, наслідки рішення важко передбачити, інформації немає [8].

Управлінські рішення рідко виявляються програмованими або непрограмовані в чистому вигляді, це скоріше крайні відображення якогось спектра [8].

Існують різні завдання ППР:

– Безліч альтернатив може бути кінцевим, рахунковим або континуальним;

– оцінка альтернативи може здійснюватися по одному або за кількома критеріями, які в свою чергу можуть мати як кількісний, так і якісний характер;

– режим вибору може бути одноразовим (разовим) або повторюваним, що допускають навчання на досвіді;

– наслідки вибору можуть бути точно відомі (вибір в умовах визначеності), мати імовірнісний характер, коли відомі ймовірності можливих результатів після зробленого вибору (вибір в умовах ризику) або мати неоднозначний результат, який не допускає введення ймовірності (вибір в умовах невизначеності);

– відповідальність за вибір може бути односторонньою (в окремому випадку індивідуальної) або багатосторонній. Відповідно розрізняють індивідуальний або груповий вибір;

– ступінь узгодженості цілей при багатосторонньому виборі може варіюватися від повного збігу інтересів сторін (кооперативний вибір) до їх протилежності (вибір в конфліктній ситуації). Можливі також проміжні випадки, наприклад, компромісний вибір, коаліційний вибір, вибір в умовах наростаючого конфлікту і т.д [8].

Під метою розуміється ідеальне уявлення бажаного стану або результату діяльності. Якщо фактичний стан не відповідає бажаному, то має місце проблема. Вироблення плану дій щодо усунення проблеми становить сутність задачі прийняття рішень. Проблеми можуть виникати в наступних випадках: - функціонування системи в даний момент не забезпечує досягнення поставлених цілей – функціонування системи в майбутньому не забезпечить досягнення поставлених цілей; - необхідна зміна цілей діяльності. Проблема завжди пов'язана з певними умовами, які узагальнено називають ситуацією. Сукупність проблеми і ситуації утворює проблемну ситуацію. Виявлення та опис проблемної ситуації дає вихідну інформацію для постановки задачі прийняття рішень. Цей процес складається з послідовності етапів і процедур і спрямований на усунення проблемної ситуації [8].

Процес прийняття рішень (ППР) – це циклічна послідовність дій суб'єкта управління, спрямованих на вирішення проблем організації та яке в аналізі ситуації, генерації альтернатив, прийняття рішення і організації його виконання, узагальнена схема проходження процесу представлена на рисунку 1.1. Найбільш цілісне і наочне уявлення про процес прийняття рішень дасть схема, що відображає його основні стадії і порядок їх проходження [8].



Рисунок 1.1 – Процес прийняття рішень

Слід зазначити, що представлена схема – це ідеалізована модель, так як реальні процеси прийняття рішень внаслідок різноманітності організацій, ситуацій і проблем, які потребують вирішення, як правило, від неї відрізняються, тобто фактично структура ППР багато в чому визначається ситуацією і розв'язуваною проблемою [8].

Розглянемо зміст кожної з основних процедур ППР.

1. Аналіз ситуації. Аналіз управлінської ситуації вимагає збору і обробки інформації. Цей етап виконує функцію сприйняття організацією зовнішнього і внутрішнього середовища. Дані про стан основних факторів зовнішнього середовища надходять в обробку, де класифікуються, аналізується інформація і порівнюють реальні значення контрольованих параметрів із запланованими або прогнозованими, що, в свою чергу, дозволяє виявити проблеми, які належить вирішувати [8].

2. Ідентифікації проблеми. Перший крок на шляху вирішення проблеми – її визначення. Існує два погляди на сутність проблеми. Відповідно до одного з них проблема - ситуація, коли поставлені цілі не досягнуті чи існує відхилення від заданого рівня, наприклад, майстер може встановити, що продуктивність праці або якість виробів на його ділянці нижче норми. Відповідно до іншого як проблему слід розглядати також і потенційну

можливість підвищення ефективності. Об'єднуючи обидва ці підходи, будемо розуміти під проблемою розбіжність між бажаним і реальним станом керованого об'єкта [8].

3. Визначення критеріїв вибору. Перш ніж розглядати можливі варіанти вирішення проблеми, необхідно визначити показники, за якими буде проводитися порівняння альтернатив і вибір найкращої. Наприклад, приймаючи рішення про придбання нового обладнання, можна орієнтуватися на критерії ціни, продуктивності, експлуатаційних витрат, ергономічності і т.п. [8].

4. Розробка альтернатив. Наступний етап – розробка набору альтернативних рішень проблеми. В ідеалі бажано виявити всі можливі альтернативні шляхи вирішення проблеми, тільки в цьому випадку рішення може бути оптимальним. Однак на практиці, часто немає необхідного обсягу часу і знань, для того, щоб сформулювати і оцінити кожен можливу альтернативу [8].

5. Вибір альтернативи. Розроблені можливі варіанти вирішення проблеми необхідно оцінити, тобто порівняти переваги і недоліки кожної альтернативи і об'єктивно проаналізувати ймовірні результати їх реалізації. Для зіставлення варіантів рішення необхідно мати стандарти або критерії, за якими їх можна порівнювати. Такі критерії вибору були встановлені на третьому етапі. З їх допомогою і виробляється вибір найкращої альтернативи [8].

6. Узгодження рішення. В сучасних системах управління в результаті поділу праці склалося положення, при якому підготовка відбувається окремо, розробка – окремо, прийняття і виконання рішення також окремо. Тому в групових процесах прийняття рішень дуже істотну роль грає стадія узгодження [8].

7. Управління реалізацією. Для успішної реалізації рішення перш за все необхідно визначити комплекс робіт і ресурсів і розподілити їх за виконавцями і термінами, тобто передбачити, хто, де, коли і які дії повинен

зробити і які для цього необхідні ресурси. Якщо мова йде про досить великих рішеннях, це може вимагати розробки програми реалізації рішення [8].

8. Контроль і оцінка результатів. Навіть після того як рішення остаточно введено в дію, процес прийняття рішень не може вважатися повністю завершеним, так як необхідно ще переконатися, чи виправдовує воно себе. Цій меті і служить етап контролю, що виконує в даному процесі функцію зворотного зв'язку. На цьому етапі виробляються вимір і оцінка наслідків рішення або зіставлення фактичних результатів з тими, які очікуються [8].

1.3 Особа, що приймає рішення

Особа, що приймає рішення (ОПР), незалежно від організаційної приналежності володіє ексклюзивним правом остаточного свідомого вибору рішення із множини альтернатив, а також несе повну відповідальність за такий вибір. ОПР – це особа або група осіб, наділених правом остаточного вибору одного із можливих варіантів рішення [9].

Одним зі стрижневих елементів у визначенні поведінки ОПР є моделювання психіки ОПР, тобто методологія збору інформації і визначення значимих властивостей ОПР. Модель керування індивідом як об'єктом виробничих відносин доцільно розробляти в межах парадигми керування процесом прийняття рішення (ППР) [9].

Образ ОПР - це опис множини властивостей ОПР. ОПР як «носії» ППР по суті є результатом взаємодії фізіології, інтелектуальних ресурсів, поведінкових переваг і хронологічного опису життя. При цьому, фізіологія ОПР - це матеріальна реалізація властивостей його «інтелектуальної бази» (ІБ). Інтелектуальна база ОПР - підмножина системи знань, доступна ОПР. Категорія «інтелектуальна база» (ІБ) стосовно індивіда характеризує як особисті здібності, або можливості індивіда, так і ступінь вирішення комунікаційних проблем в організації [9].

В інформації, що використовує ОПР для одержання висновків про іншу ОПР, «левову» частку становить хронологія життя. Хронологія опису життя ОПР як опис минулого є саме тією сутністю, що незалежна від дійсності (від дій ОПР або впливу середовища у даний час) [9].

На процес ухвалення рішення, що виконується індивідумом без допоміжних засобів, у загальному випадку накладаються п'ять наведених нижче обмежень, що мають істотне значення при проектуванні системи підтримки прийняття рішень [10].

1. Використання робочої пам'яті. Людина виконує обробку інформації в пам'яті, що знаходиться між короткостроковою і довгостроковою зонами запам'ятовування. Цю проміжну пам'ять називають робочою пам'яттю (РП). Тобто, можна вести обробку тільки тієї інформації і використовувати її для прийняття рішень, що знаходиться в РП. Однак, РП має досить обмежені характеристики. Дослідження показали, що РП може містити тільки від трьох до восьми інформаційних елементів. При цьому ОПР не може оперувати всіма елементами інформації одночасно без використання допоміжних засобів. Інформація, що утримується в робочій пам'яті, також досить швидко «стирається» якщо вона не використовується або не «відновлюється». У відповідності з результатами виконаних досліджень вона утримується в РП від 7 до 13 секунд [10].

2. Швидкість виконання осмислених операцій. Обробка інформаційних елементів виконується в пам'яті із скінченою швидкістю, тобто цей процес характеризується своєю конкретною швидкістю. Кожна елементарна операція мислення, тобто порівняння даних, створення асоціацій з минулими діями (подіями), генерування висновку на основі отриманих даних і перехід до робочої гіпотези, вимагає для реалізації деякого фіксованого відрізка часу, який можна оцінити приблизно в 0,1 секунди. Для реалізації складних процесів мислення необхідно набагато більше часу, оскільки вони складаються з багатьох згаданих елементарних операцій. Значення часу, необхідне для ухвалення рішення, відіграє важливу роль для систем, що

функціонують у масштабі реального часу. Очевидно, що ОПР далеко не завжди здатна прийняти правильне рішення за короткий проміжок часу, або не може прийняти його взагалі, якщо цей проміжок занадто короткий [10].

3. Одержання інформації. ОПР має можливість одержувати інформацію з двох джерел – від органів почуттів і з довгострокової пам'яті. Необхідно відзначити, що інформація, що «читається» з довгострокової пам'яті, не завжди надійна внаслідок того, що згодом вона почасти або цілком «стирається». Люди схильні до використання тієї інформації, що частіше необхідна в повсякденному житті або повторюється з різних причин, а також інформацією, яка семантично ближча до тієї, що знаходиться в робочій пам'яті [10].

4. Обробка числових даних. Однією з операцій мислення, що людина часто виконує в процесі прийняття рішень, є обробка числових даних. Але навіть «арифметично» добре тренована ОПР здатна робити помилки в обчисленнях і забувати проміжні результати. У даному випадку кожна елементарна операція займає набагато більше часу ніж 0,1 с. Крім того, забування числових даних вимагає повторних обчислень. Звичайно, ОПР знає про ці обмеження, а тому намагається уникнути операцій, зв'язаних із складними арифметичними обчисленнями. За основу алгоритму прийняття рішень беруть операції, що ґрунтуються на якісних і евристичних операціях мислення. Подібні обмеження можуть створювати досить серйозні перешкоди для створення систем підтримки прийняття рішень, що ґрунтуються на складних комп'ютерних обчисленнях. Причина полягає у тому, що в ОПР часто виникає бажання не чекати завершення виконання складних обчислювальних операцій від комп'ютера, а більше покладатися на звичне для себе якісне та евристичне мислення [10].

5. Зв'язок виконання операцій з часом і простором. ОПР і люди взагалі звикли до візуального представлення результатів своєї роботи, у тому числі і до результатів прийняття рішень. Але це не означає, що візуальне спостереження завжди дає можливість домогтися гарних результатів.

Наприклад, ми можемо спостерігати траєкторії польоту двох літаків у вигляді кривих на площині, але не можемо точно спрогнозувати точку перехоплення. Таке ж обмеження справедливе і стосовно прогнозування розвитку в часі різноманітних фізичних процесів. Ми можемо спостерігати рух світлової крапки на екрані, але не можемо точно вказати координати її перебування через 7 с. Тобто як і у випадку обробки числової інформації, прийняття рішень у реальному часі має потребу у збільшенні в багато разів швидкості виконання операцій у часі і просторі. Зазначені обмеження носять загальний характер і відносяться до усіх випадків, коли прийняття рішень виконується без допоміжних засобів (наприклад, комп'ютера). Вони призводять до виникнення декількох специфічних проблем, що зв'язані з прийняттям рішень у реальному часі і впливають з декомпозиції й аналізу систем підтримки прийняття рішень (СППР) [10].

Стратегії прийняття рішення. Загальні стратегії, які використовують ОПР для прийняття рішень такі:

1) Оптимізаційна стратегія передбачає використання математичних моделей і критерію оптимізації в явному вигляді. Особа, що приймає рішення, обирає ту альтернативу, яка є неминучою (найкращою) з точки зору деякого критерію. Оптимізаційний підхід дає можливість підвищити якість рішення за рахунок таких факторів: – він дозволяє знаходити варіанти розв'язку задачі при різних значеннях реальних обмежень на змінні та різних початкових умовах; – дозволяє спростити процедуру вибору кращого рішення завдяки використанню аналітичних критеріїв; при цьому можна одночасно використати декілька критеріїв; – наявність множини методів розв'язання задач динамічної оптимізації дає можливість вибрати кращу альтернативу [10].

2) Вибір першої прийнятної стратегії. В даному випадку приймають першу стратегію, яка дає суттєве покращення у порівнянні з існуючою ситуацією або покращення за деяким нескладним критерієм («ідея полягає в тому, щоб знайти будь-яку альтернативу, а не в тому щоб знайти найкращу»).

Альтернативи порівнюють (та відхиляють) у відповідності із визначеним правилом [10].

3) Стратегія аспектного виключення. За цією стратегією кількість альтернативних варіантів рішень скорочують за рахунок їх виключення за деяким одним аспектом, потім виключають за другим аспектом і т. д. Наприклад, при розміщенні нових підприємств на території України необхідно враховувати: – наявність трудових ресурсів (кваліфікованих та некваліфікованих). – потреби в сировині та водопостачанні; – вплив підприємства на навколишнє середовище; – розв’язання проблеми транспортування і збуту готової продукції [10].

4) Інкрементна стратегія. Ця стратегія полягає у тому, що ОПР послідовно порівнює альтернативні шляхи розв’язання задачі по відношенню до поточної ситуації. Задача прийняття рішення полягає у тому, щоб виключити знайдені поточні недоліки функціонування підприємства, установи і т. ін. При цьому кожне нове рішення в більшій мірі є реакцією на попереднє. Наприклад, якщо приймається рішення стосовно розширення об’ємів виробництва, то наступне рішення може бути спрямоване на збільшення площ складських приміщень. Після цього виникає задача автоматизації перевезення продукції із цеху на склад та автоматизації транспортноскладської системи підприємства в цілому [10].

5) Стратегія змішаного сканування (перегляду). Перегляд відноситься до збору, обробки, оцінювання та порівняльного аналізу інформації, яка відноситься до поставленої задачі. Спочатку збирають список можливих альтернатив і в результаті їх прискореного аналізу виключають ті, що явно не підходять. Ті, що залишились, розглядають докладно та знову виключають неприйнятні за простими зрозумілими критеріями. І так до тих пір, поки не залишиться одна альтернатива [10].

6) Аналітико – ієрархічна стратегія полягає у декомпозиції загальної цілі рішення, що приймається, в ієрархічну структуру критеріїв, підкритеріїв та альтернатив. Потім ОПР порівнює критерії попарно з метою знаходження

відповіді на питання: який критерій краще задовольняє глобальній меті? Кожному судженню такого типу присвоюється ваговий коефіцієнт в діапазоні 1 – 9. В результаті отримують матрицю результатів порівняння підкритеріїв. Для кожної матриці попарних порівнянь математичними методами отримують шкалу відносних значень, що виражені через пріоритетні одиниці. Аналітикоієрархічна стратегія надає можливість включити в критерії, що розглядаються, якісні критерії. Недоліком стратегії є те, що не завжди можна побудувати матрицю попарних порівнянь і громіздкість із збільшенням кількості рівнянь, критеріїв та альтернатив [10].

Численні психологічні дослідження показують, що особа, яка приймає рішення (ОПР) без додаткової підтримки, використовує спрощені або суперечливі вирішальні правила, керується лише власним досвідом та інтуїцією, що в результаті призводить до помилкових або неадекватних ситуаціям рішень. Підтримка прийняття рішення полягає у забезпеченні ОПР необхідною інформацією про вирішувану ситуацію, формалізації опису процесів опрацювання вхідних даних та рішень [3].

1.4 Автоматизація процесів

На сучасному рівні розвитку автоматизація процесів являє собою один з підходів до управління процесами на основі застосування інформаційних технологій. Цей підхід дозволяє здійснювати управління операціями, даними, інформацією і ресурсами за рахунок використання комп'ютерів і програмного забезпечення, які скорочують ступінь участі людини в процесі, або повністю його виключають [11].

Основною метою автоматизації є підвищення якості виконання процесу. Автоматизований процес має більш стабільними характеристиками, ніж процес, що виконується в ручному режимі. У багатьох випадках автоматизація процесів дозволяє підвищити продуктивність, скоротити час виконання

процесу, знизити вартість, збільшити точність і стабільність виконуваних операцій [11].

На сьогоднішній день автоматизація процесів охопила багато галузей промисловості і сфери діяльності: від виробничих процесів, до здійснення покупок в магазинах. Незалежно від розміру та сфери діяльності організації, практично в кожній компанії існують автоматизовані процеси. Процесний підхід передбачає для всіх процесів єдині принципи автоматизації [11].

Принципи автоматизації процесів. Незважаючи на те, що автоматизація процесів може виконуватися на різних рівнях, принципи автоматизації для всіх рівнів і всіх видів процесів залишатимуться єдиними. Це загальні принципи, які задають умови ефективного виконання процесів в автоматичному режимі і встановлюють правила автоматичного керування технологічними процесами. Основними принципами автоматизації процесів є:

1. Принцип узгодженості. Всі дії в процесі, що автоматизується повинні бути узгоджені між собою і зі входами і виходами процесу. У разі неузгодженості дій може статися порушення виконання процесу.

2. Принцип інтеграції. Процес, що автоматизується повинен мати можливість інтегруватися в загальну середу організації. На різних рівнях автоматизації інтеграція виконується по-різному, але суть принципу залишається незмінною. Автоматизація процесів повинна забезпечувати взаємодію автоматизируемого процесу з зовнішнім середовищем (по відношенню до цього процесу).

3. Принцип незалежності виконання. Процес, що автоматизується повинен виконуватися самостійно, без участі людини, або з мінімальним контролем з боку людини. Людина не повинна втручатися в процес, якщо процес виконується відповідно до встановлених вимог [11].

Перераховані загальні принципи деталізуються в залежності від розглянутого рівня автоматизації і конкретних процесів. Наприклад, автоматизація виробничих процесів включає в себе такі принципи як принцип спеціалізації, принцип пропорційності, принцип безперервності і т.д [11].

Рівні автоматизації процесів. Автоматизація процесів необхідна для підтримки управління на всіх рівнях ієрархії компанії. У зв'язку з цим рівні автоматизації визначаються в залежності від рівня управління, на якому виконується автоматизація процесів. Рівні управління прийнято розділяти на оперативний, тактичний і стратегічний. Відповідно до цих рівнями виділяють і рівні автоматизації:

1. Нижній рівень автоматизації або рівень виконавців. На цьому рівні здійснюється автоматизація регулярно виконуються процесів. Автоматизація процесів спрямована на виконання оперативних завдань (наприклад, виконання виробничого процесу), підтримки встановлених параметрів (наприклад, робота автопілота), збереження певних режимів роботи (наприклад, температурний режим в газовому котлі).

2. Рівень управління виробництвом або тактичний рівень. Автоматизація процесів цього рівня забезпечує розподіл завдань між різними процесами нижнього рівня. Прикладами таких процесів є процеси управління виробництвом (планування виробництва, планування обслуговування), процеси управління ресурсами, документами і т.п.

3. Рівень управління підприємством або стратегічний рівень. Автоматизація процесів рівня управління підприємством забезпечує рішення аналітичних і прогностичних завдань. Цей рівень автоматизації необхідний для підтримки роботи вищої ланки управління організацією. Він спрямований на фінансово-господарське та стратегічне управління [11].

Для всіх підприємств можна виділити загальні групи процесів, пов'язані з виробництвом продукції або наданням послуг [11].

До таких процесів відносяться:

1. Бізнес процеси – це процеси, що забезпечують взаємодію всередині організації і з зовнішніми зацікавленими сторонами (споживачами, постачальниками, наглядовими органами та ін.). До цієї категорії процесів можна віднести процеси маркетингу і продажів, взаємодії зі споживачами,

процеси фінансового, кадрового, матеріального планування та обліку тощо [11].

2. Процеси проектування і розробки - це всі процеси, пов'язані з розробкою продукції або послуги. До таких процесів відносяться процеси планування розробки, збору і підготовки вихідних даних, виконання проекту, контроль і аналіз результатів проектування та ін. Це можуть бути процеси проектування складових частин певного механізму, або ж його компоновання з деталей, що вже доступні, розробка тих же деталей, або їх кріплень [11].

3. Процеси виробництва – це процеси, необхідні для виробництва продукції або надання послуг. До цієї групи належать всі виробничі і технологічні процеси (наприклад зварювання, пайка, розливання розплавленого металу по формах і т.д.). Вони також включають в себе процеси планування потреби і планування потужностей, логістичні процеси і процеси обслуговування [11].

4. Процеси контролю і аналізу – ця група процесів пов'язана зі збором та обробкою інформації про виконання процесів. До таких процесів відносяться процеси контролю якості готової продукції або її складових частин, операційного управління, процеси контролю запасів матеріалів, чи збірних одиниць та ін. Більшість процесів, що відносяться до цих груп, можуть бути автоматизовані [11].

Як правило, автоматизація процесів дає наступні переваги:

– збільшення швидкості виконання завдань, що повторюються. За рахунок автоматичного режиму одні й ті ж завдання можуть виконуватися швидше, тому що автоматизовані системи більш точні в діях і не схильні до зниження працездатності від часу роботи.

– підвищення якості роботи. Виключення людського чинника значно знижує варіації виконання процесу, що призводить до зниження кількості помилок і, відповідно, підвищує стабільність і якість процесу.

– підвищення точності управління. За рахунок застосування інформаційних технологій в автоматизованих системах з'являється

можливість зберігати і враховувати більшу кількість даних про процес, ніж при ручному управлінні.

– паралельне виконання завдань. Автоматизовані системи дозволяють виконувати кілька дій одночасно без втрати якості і точності роботи. Це прискорює процес і підвищує якість результатів.

– швидке прийняття рішень в типових ситуаціях. В автоматизованих системах рішення, пов'язані з типовими ситуаціями, приймаються набагато швидше, ніж при ручному управлінні. Це покращує характеристики процесу і дозволяє уникнути невідповідностей на наступних стадіях [11].

Незважаючи на складність та різноманітність, для всіх автоматизованих систем спільними є основні складові, а саме: якісне технічне забезпечення, що дозволить чітко виконувати відведені функції, програмне забезпечення, що об'єднує все обладнання і дозволить стабільно і ефективно вирішувати поставлені задачі і останній пункт, це кваліфіковані співробітники, які забезпечують безперебійну роботу системи і усувають неполадки та проблеми, що можуть виникати по ходу, і саме від кваліфікації і якості роботи останніх часто залежить ефективність самого виробництва, тому що кінцеві рішення в різних позаштатних ситуаціях приймає людина.

1.5 Сучасні технічні засоби контролю якості електроенергії виробничих приміщень

Для контролю показників якості електропостачання часто використовують автоматизовані системи контролю якості електропостачання (АСКПЯЕ). Прилади досить таки компактні, та функціональні, як один з яскравих представників можна привести пристрій марки SATEC (рис.1.2)



Рисунок 1.2 – АСКПЯЕ фірми SATEC

Система АСКПЯЕ забезпечує:

- вимірювання фактичних діючих значень фазних струмів і напруг та формування їх журналів з заданою дискретністю часу;
- вимірювання та формування журналів інтегральних значень фазних струмів та напруг, усереднених на заданому проміжку часу;
- формування журналів фазних активних, реактивних та повних потужностей, активних реактивних та повних потужностей трьохфазної системи в цілому;
- формування за добу з вказаним інтервалом часу графіків активних та реактивних навантажень електричного приєднання з урахуванням змін напрямків перетоків;
- моніторинг та реєстрація форм синусоїд струму та напруги з забезпеченням k вимірів за період промислової частоти (рис.1.3);



Рисунок 1.3 – Робоче середовище ОІР в програмному забезпеченні АСКПЯЕ

- виміри, аналіз та реєстрація гармонік напруги та струму до n -ої гармоніки включно;
- реєстрація показників якості електроенергії;
- аналітична обробка інформації щодо якості електроенергії на контрольованих електричних приєднаннях;
- формування звітів, видача рекомендації щодо покращення ПЯЕ;
- інформаційний зв'язок з енергосистемою з видачею всіх даних щодо стану ПЯЕ на всіх приєднаннях пристанційного вузла.
- формування даних для визначення кількості електроенергії, в якій ПЯЕ вийшли за допустимі значення;
- підготовку звітної інформації та передачу її до АСОЕ регіонального рівня;
- інформування оперативного персоналу про виходи ПЯЕ за допустимі значення;
- ведення архівів ПЯЕ для аналізу причин виходів ПЯЕ за допустимі значення [12].

Аналізатор якості електроенергії може використовуватися для постійного контролю її якості, а також для періодичних вимірів. У зв'язку з цим існує два типи вимірювачів ПКЕ - стаціонарні і переносні. Переносні пристрої, як правило, здійснюють вимірювання за допомогою струмових кліщів і знаходять своє застосування в проведенні наступних заходів: періодична організація енергоаудиту; періодичний контроль роботи мережі з метою усунення виявлених несправностей; вибудовування балансів мережі; розробка графіків реального навантаження мережі [13].

Недоліки переносних аналізаторів. Основним недоліком використання переносних засобів є те, що періодичний контроль проводиться в заплановані терміни або після того, як порушення сталося, і може не виявити порушення випадкового характеру (рис.1.4) [13].



Рисунок 1.4 – Переносні аналізатори

Особливості використання стаціонарних аналізаторів ПЯЕ. При використанні стаціонарних аналізаторів якості електроенергії, контроль якості електричної енергії здійснюється цілодобово в безперервному режимі. Це дає можливість постачальнику і споживачу електроенергії здійснювати безперервний моніторинг і контроль показників якості. Крім того, результати безперервного контролю оформляються у вигляді протоколу про відповідність ПКЕ нормам. Даний протокол формується автоматично і зберігається на карті

пам'яті приладу. Часто аналізатори поєднують з приладами вимірювання електричних величин, наприклад, з електричними лічильниками, що дозволяє вести облік електроенергії [13].

Далі буде приведено декілька сучасні технічні засоби контролю якості електроенергії їх характеристики та можливості.

1) Характеристики багатофункціонального аналізатора «Vinom3» Аналізатори BINOM3 (рис.1.5) – це вимірювальні перетворювачі електричних величин високої точності, здатні вести технічний і комерційний облік електричної енергії, здійснювати контроль її якості і забезпечувати безперебійну реєстрацію всіх процесів, що відбуваються і подій електромережі енергооб'єкта [13].

Пристрій володіє наступними характеристиками:

- номінальне значення струму - 1 Ампер, 5 Ампер;
- номінальне значення напруги - 220/380 Вольт, 57,7 / 100 Вольт;
- зміна діапазону точності - $2U_n$, $2I_n$;
- зняття середніх значень з періодом - 200 мс (50 Герц, 6400 миттєвих значень);
- можливість побудови векторних діаграм потужності, струмів і напруг;
- можливість збереження параметрів мережі в архіві;
- можливість контролювати допустимі діапазони [13].



Рисунок 1.5 – Аналізатор BINOM3

2) PM175 від SATEC (рисунок 1.2). Аналізатор якості електропостачання PM175 проводить вимірювання параметрів, їх обчислення та реєструє всі показники якості електричної енергії. Аналізатор оснащений двома незалежними портами зв'язку (RS232, RS422, RS485, модем, Ethernet, Profibus DP). Протоколи: Modbus RTU, ASCII, DNP 3.0 [14].

Може фіксувати наступні неполадки:

- стале відхилення напруги;
- спотворення синусоїдальності кривої напруги;
- коефіцієнт n-ой гармонійної складової напруги;
- несиметрія напруг по зворотної та нульової послідовності
- відхилення частоти;
- розмах зміни напруги і доза флікера;
- провали напруги;
- імпульсна напруга і тимчасові перенапруги.

Вцілому, сучасні аналізатори якості електроенергії мають схожі можливості, а їх застосування в виробничих приміщеннях є досить таки обгрунтованим.

1.6 Висновки до першого розділу

В ході виконання теоретичного розділу роботи було проаналізовано: сучасний стан електроенергії, процес прийняття рішень та алгоритми, якими керується людина, яка ці рішення приймає, а також було розглянуто сучасні засоби, які використовуються для контролю якості параметрів електропостачання виробничих приміщень.

2 ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ. ЗАГАЛЬНА ПРОЦЕДУРА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ТА ЇЇ АВТОМАТИЗАЦІЯ

2.1 Дослідження в сфері контролю параметрів якості електроенергії

Контроль якості електропостачання виробничих приміщень – це завдання, яке повинно вирішуватись на постійній основі в ході використання технологічного обладнання, що використовується. Стабільність параметрів електроенергії, що подається в виробничий цех відчутно впливає на технологічний процес та якість продукції, що отримується на виході. Також це впливає стан обладнання та його довговічність і при відсутності або недостатньому контролі може стати причиною чималих збитків.

За даними багатьох зарубіжних досліджень від неякісної електричної енергії втрати країн Європи щорічно сягають десятки млрд. євро, і головне те, що ці дані мають тенденції до зростання. Відносно України масштабних досліджень не проводять, тому що дослідження не фінансуються, а проблемою якості електроенергії в основному займаються лише науковці в межах лабораторій, і це незважаючи на те, що збитки від електроенергії низької якості наразі тільки зростають [5].

Щоб показати необхідність контролю якості електропостачання, нижче будуть приведені одразу декілька важливих пунктів, кожен з яких навіть окремо є приводом для моніторингу якості електроенергії.

Перший пункт це «шлях» що продить електроенергія від електростанції безпосередньо до станка (чи будь-якого іншого обладнання). Система електропостачання користувачів налічує три основні етапи, а саме: перший етап – передавання електроенергії, другий етап – розподіл електроенергії, третій – перетворення та споживання електроенергії. На кожному з етапів електроенергія тим чим іншим чином зазнає змін своїх основних показників, і параметри, які електроенергія має на початку вже можуть значно відрізнитись

від тих що доходять до виробничого приміщення. А саме сукупність параметрів електричної енергії і визначають її придатність чи навпаки непридатність до нормальної роботи технологічного обладнання. Державним стандартом чітко визначені показники значень якості електроенергії. В основному, дослідження що проводились в цій сфері показують, що саме на першому етапі електропостачання від джерел до трансформуючих станцій виникає найбільша кількість проблем щодо відповідності параметрів електроенергії Держстандарту [5].

Як приклад можна привести досить так масштабний річний звіт підприємства «Національна енергетична компанія «УКРЕНЕРГО». У пункті «Якість електроенергії. Метрологічне забезпечення» звіту сказано, що в цьому році прийняті в експлуатацію автоматизовані системи контролю показників якості електроенергії. Вони були впроваджені на двох електропідстанціях: «Лосєве» (Північна ЕС) та «Котовська» (Південна ЕС). Програмна складова АСКПЯЕ була інтегрована в автоматизовані системи обліку електроенергії (АСОЕ) регіонального рівня Північної та Південної електростанцій. В якості вимірювальних приладів були використані згадані раніше аналізатори якості електроенергії виробництва «SATEC». Прилади встановлені на двох приєднаннях 110 кВ і чотирьох приєднаннях 6 кВ ПС «Лосєве» (ДП «Завод Електроважмаш») та п'яти приєднаннях 110 кВ ПС «Котовська» (Одеська залізниця) [5].

За час роботи АСКПЯЕ на об'єктах була зафіксована велика кількість електроенергії, яка не відповідає вимогам ГОСТ 13109–97. Проте за недотримання нормованих показників якості електроенергії по суті неможливо знайти відповідальну сторону і це може стати можливим лише після затвердження розробленої «Методики розподілу відповідальності за недотримання нормованих показників якості електричної енергії між постачальником і споживачем», а величину збитків – після затвердження методики. Тому щоб уникати збитків через неякісну електроенергію її параметри необхідно контролювати безпосередньо самому споживачеві [5].

Як другий пункт можна привести той факт, що безпосередньо в ході самого процесу виробництва можуть виникати різноманітні неполадки електроживлення, що становлять небезпеку для роботи електрообладнання. Нижче будуть приведені декілька основних неполадок, причини їх виникнення та можливі наслідки [5].

1. Одна з проблем, що виникає найчастіше це зникнення напруги, що характеризується відсутністю напруги в мережі на протязі більше двох періодів, а саме більше 40 мс. Основні наслідки – поломки обладнання, пошкодження чи повна втрата інформації [5].

2. Також можуть виникати так звані провали напруги що проявляються в зниженні напруги нижче 90% регламентованого значення, або навпаки перенапруги в електромережі вище 110%, потім за проміжок часу від десяти мілісекунд до декількох десятків секунд значення напруги вдовольнюється до близького номінальному значенню чи безпосередньо номінального. Також може виникати тимчасова перенапруга амплітуда імпульсів при цьому може перевищувати 4500 В Основна причинна провалу напруги – підключення до мережі потужного обладнання з великою енергоємністю, а перенапруги навпаки – раптове відключення такого обладнання, відносно перенапруги з високою амплітудою імпульсів це стається внаслідок комутаційних процесів потужних ланцюгів електропостачання Як наслідок може виходити з ладу обладнання, виникати помилки в роботі програмного забезпечення [5].

3. Більш серйозні наслідки можуть мати відхилення напруги, це зниження чи підвищенн напруги в мережі на довгий час, часто це більше десятка секунд. Основні причини – споживання електроенергії обмеженій потужності джерела енергії або занадто довгих лініях електроживлення. Як наслідок підвищуються втрати потужності в стабілізаторах та скорочення строку служби блоків чи блоку живлення, помилки в ході роботи програм [5].

4. Відчутні проблеми в роботі програмного та апаратного забезпечення можуть створювати електромагнітні перешкоди, що являють собою високочастотні імпульси, які накладаються на синусоїдальну форму напруги.

Причинами таких перешкод можуть бути: робота електродвигунів, перемикання комутаційної електроніки, робота суміжних станцій. Як наслідок можуть виникати помилки, зупинки в роботі операційної системи, вихід із ладу будь-якого роду накопичувачів, наприклад жорстких дисків [5].

5. До серйозних наслідків може призвести (перевищення номінального значення напруги вище 110%, що може тривати від 10 до 50 мкс. Особливістю є те, що амплітуда імпульсів може перевищувати 6000 В. Причиною – удари блискавок, статична електрика. Можуть виходити з ладу окремі мікросхеми або цілі робочі блоки [5].

6. Проблеми можуть виникати не тільки з напругою, а і з частотою. Зміна частоти більше ніж на 0,2 Гц від норми може стати причиною перегріву і виходу з ладу блоків живлення, зменшення ефективності роботи операційної системи, часткова чи повна втрата даних. До подібних неполадок можуть призвести джерела електроенергії що є нестабільними [5].

7. Окремо від інших неполадок, що можуть виникати під час роботи електричного обладнання знаходиться несинусоїдальність напруги, що залежить від коефіцієнту спотворення синусоїдальності кривої напруги та коефіцієнту гармоніки напруги – відношення значення аналізованої гармоніки напруги до значення змінної напруги або до номінальної напруги. Причина є наявність споживачів з нелінійним навантаженням (комп'ютери, тиристорні перетворювачі). При цьому відбувається генерування значного потоку реактивної потужності в електромережу, що знижує якість роботи інших споживачів та додає необхідність використання приладів для компенсації реактивної потужності чи подібних пристроїв, функція яких – коректування форму вхідного струму [5].

Тому потрібно постійно контролювати параметри електроенергії, щоб мати змогу уникати наведених неполадок, або оперативно на них реагувати.

Виходячи з приведеної вище інформації, а саме неполадок, які можуть виникати в ході роботи обладнання, їх наслідків, а також приведених

досліджень, необхідність контролю якості електропостачання на виробництві є повністю обґрунтованим.

2.2 Методи контролю якості електропостачання

Існує декілька основних методів оцінки якості електропостачання. Найбільш поширеним методом контролю є вимірювальний метод. В результаті вимарювань, що проведені в точках, де встановлені вимірювальні засоби, визначається відповідність виміряних параметрів якості встановленим вимогам. Як правило, проводиться лабораторіями з використанням техніки, що внесена до держреєстру відповідно до встановлених методик. Є найточнішим, бо в основі методу обробка великої кількості даних, що вимірюються, Метод має нормовану похибку. Також вимірювання порібно проводити на протязі великого часового проміжку, в іншому разі – результати коректно характеризують лише момент проведення випробувань [15].

Дещо схожим можна назвати реєстраційний метод. Розрахунки якого формуються з даних, які формує персоналом підприємства, що відповідає за контроль окремих даних. До них належать дані, що формуються відповідними приладами, що стаціонарно встановлені на перних об'єктах підприємства (пунктах живлення, контролю та обліку електроенергії), дані, що фіксує персонал в ході експлуатації обладнання. Основними дані для методу – дані, вимірювального (проводиться 2 рази в рік), і дані спецвимірювань параметрів електроенергії (навантаження в центрах живлення і рівнів напруги в контрольних точках) [15].

Досить таки економічний в плані вартості, але при цьому з невисокою точністю – розрахунковий метод. Заснований на даних, приведених у таких документах, як технічні умови на технологічне приєднання споживачів електроенергії, електричні однолінійні схеми розподільних мереж, показники, наведені в нормативній документації. Перевагою даного методу є відносно

низька собівартість. З метою зниження похибки результатів метод використовують спільно з вимірювальним [15].

Органолептичний метод. Заснований на інформації, яка отримується від споживача. Споживачі формують інформацію на підставі спостережень за допомогою органів чуття. Наприклад при появі провалу напруги в мережі двигуни відхиляються від номінального режиму, при цьому змінюється частота, а також тональність звуку під час роботи двигуна. Також коли з'являються коливання напруги з великою частотою це може проявитись у вигляді мерехтіння освітлення, а показником якості, що описує це явище є доза флікера [15].

Об'єднує приведені вище методи експертний метод. Лише при аналізі узагальненої інформації про електроенергію можна зробити висновок про відповідність встановленим нормам, та стабільність показників в часі. Точність залежить від досвіду і знань експерта. Головні недоліки - суб'єктивну оцінку та відсутність нормованої похибки [15].

Найбільш масштабний метод відносно кількості зібраної інформації – соціологічний. Інформація надходить від споживачів електроенергії і суб'єктів ринку електроенергії. Суб'єкти ринку в даному випадку – юридичні особи (організації), які беруть участь в процесі виробництва, передачі, реалізації та споживання електроенергії, які впливають на якість та мають договірні відносини з компанією, яка безпосередньо надає електроенергію [15].

Від теоретичного описання методів вважаю доцільним перейти до більш глибокого опису методів контролю параметрів якості електроенергії.

Методи контролю показників якості електроенергії засновані на математичних обчисленнях різного виду, таких як вейвлет – перетворення, перетворення Фур'є, інтегральні обчислення і т.д.

Метод контролю амплітуди напруги. Це максимальне миттєве значення напруги, в випадку, коли синусоїда напруги досягає свого максимуму [16]. Амплітуда визначається за наступною формулою (формула 2.1):

$$U_m = \sqrt{2} \times U \quad (2.1)$$

де U - діюче значення напруги, яке можна визначити як:

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt} \quad (2.2)$$

Вимірювання амплітуди напруги дозволяє оцінити відхилення напруги в певний момент часу.

Класифікація методів контролю показників якості електроенергії. Контроль частоти напруги живлення виконується трьома основними методами: періодограмний метод, коррелограммний метод, а також рахунковий метод. Періодограмний і коррелограммний – методи спектрального аналізу, що описують частотний склад сигналу. Робота кожного з методів заснована на перетворенні Фур'є, яке пов'язує тимчасовий (просторовий) сигнал з його поданням до частотній області [16].

Періодограмний метод (прямий метод) – перетворення Фур'є відліків сигналу, а оцінка частоти основної гармоніки – місце розташування максимуму амплітудного спектра. В основі – квадрат модуля перетворення Фур'є для нескінченної послідовності даних [16].

$$S(f) = \frac{T}{N} \left| \sum_{n=0}^{N-1} x[n] \exp(-j2\pi f n T) \right|^2 \quad (2.3)$$

де N - кількість відліків;

T - інтервал відліків.

У коррелограмном методі навпаки – спочатку знаходять автокореляційні функції сигналу, перетворення Фур'є, а оцінку частоти основної гармоніки знаходять по розташуванню максимуму амплітудного спектра автокореляційної функції [16]. Розрахунок виконується за наступною формулою:

$$S(f) = T \sum_{m=-\infty}^{\infty} r[m] \exp(-j\pi f m T) \quad (2.4)$$

де $r[m]$ - автокореляційна функція сигналу.

Обидва методи – складні в обчисленні та з високою завантаженістю (показує кількість операцій, описується виразом $2\log_2 N$, де N – це кількість відліків, що оброблюються). В рівних умовах точність коррелограмного в два рази вище, ніж періодограмного методу [16].

Рахунковий метод – менш універсальним аніж два попередні (для вузького діапазону частот), але обчислювальність і завантаженість нижчі. Реалізація опирається на фільтрацію та пошук переходів з подальшою оцінкою. Використовуються цифрові фільтри що і знижує складність обчислень та завантаженість. Точність визначається (порядком) фільтра і розміром вікна спостереження [16].

Методів контролю несинусоїдальності існує велика кількість. Вони поділяються на частотні і тимчасові методи. Частотні: вейвлет-перетворення, банк фільтрів і різновиди перетворення Фур'є: швидке і дискретне. Тимчасові методи: синхронні dq-фрейми, мультигармонічні dq-фрейми і dq-фрейми з смуговими фільтрами [16].

Метод банку фільтрів для швидкої роботи з великими масивами даних. В основі – цифрові фільтри, що представляють собою частотно-вибірковий ланцюг з однотипних смугових фільтрів. Вони розбивають вхідний сигнал на кілька підканалів і роблять вибірку цифрових сигналів по частоті (фільтрують їх). Смугові фільтри отримують з набору фільтрів низьких частот із зсувом їх вхідного сигналу. Це дозволяє отримати дискретне перетворення Фур'є, на якому заснована робота банку фільтрів [16].

$$X(k, t) = \sum_{i=0}^{K-1} x(t - 1) \exp\left(-\frac{-j2\pi k}{K}\right) i \quad (2.5)$$

Але метод має і недоліки, наприклад розтікання амплитудно – частотної характеристики в бічні пелюстки, накладання сусідніх каналів і так званий «ефект частоколу» [16].

Вейвлет перетворення – розкладання сигналу за системою вейвлетів – функцій, кожна з яких є зрушеною і масштабується (стислій або розтягнутої) копією породжує вейвлет. Класичними вейвлет-перетворення – безперервне і дискретне перетворення. Вони діляться на прямі і зворотні. Загальний вигляд формули вейвлет – перетворення:

$$F(a, b) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \Psi_{a,b}^*(x) dx \quad (2.6)$$

Головна перевага вейвлетів, це частотно – просторовий аналіз сигналу, тоді як перетворення Фур'є представляє сигнал лише у вигляді синусів і косинусів, будучи частотним аналізом. За допомогою вейвлетів визначаються особливості сигналу і точки їх розташування [16].

Крім того, математичний апарат вейвлет-перетворення найкращим чином підходить для аналізу і моніторингу якості електричної енергії в динамічних режимах роботи електроенергетичних систем [16].

Перетворення Фур'є – операція, що зіставляє функції однієї дійсної змінної до іншої функції дійсної змінної. Вона описує коефіцієнти при розкладанні вихідної функції на елементарні складові – гармонійні коливання з різними частотами. У практичному застосуванні найбільшою популярністю користується швидке перетворення Фур'є. За допомогою швидкого перетворення Фур'є відбувається реалізація дискретного перетворення Фур'є [16]. Формула прямого дискретного перетворення Фур'є виглядає наступним чином:

$$S(k) = \sum_{n=0}^{N-1} s(n) \exp\left(-j \frac{2\pi}{N} nk\right), k = 0 \dots N - 1 \quad (2.7)$$

Дискретне перетворення Фур'є застосовується для обчислення спектру функцій, що задані таблицею або графіком. Або для знаходження вихідного сигналу фільтра за відомим вхідного сигналу із заданою частотною характеристикою [16].

Тимчасові методи засновані на перетворенні трифазної системи координат (abc) в двофазну систему (dq) [16].

Методи опису несиметрії представляються в основному різними перетвореннями, (перетворення Кларка, Ведепола, Карренбауера). Метод симетричних складових використовують найчастіше, режими обладнання описуються тільки вектором прямої послідовності, а зворотний і нульовий описуються нульовим значенням. А якщо вони дорівнюють нулю тоді режим – несиметричний. Наприклад, перетворення Кларка – більш простим за метод симетричних складових бо дає можливість проводити вимірювання при зміні частоти мережі. Перетворення дозволяє визначати КЗ та симетричні складові, сформовані вищими гармоніками. Також вимірюють за допомогою наступних методів: класичний, інтегральний, метод послідовних наближень, а також двофазний [16]. Близько половини з описаних методів уже успішно реалізовані в програмному забезпеченні сучасних засобів оцінки якості електроенергії, а інші методи використовують для управління різних технічних засобів [16].

Вимоги до якості електроенергії ростуть тому необхідно вживати заходів щодо контролю параметрів електроенергії. Одним з таких заходів є вдосконалення і створення нових методів контролю електроенергії

2.3 Особи, які контролюють якість електроенергії

За стабільний хід технологічного процесу в площині енергопостачання відповідає окремий відділ який повинен бути на кожному підприємстві. Як правило головним з питань електроенергії є головний енергетик, який повинен

повністю контролювати процеси, з яких складається виробництво. В обов'язки якого в першу чергу входить безперебійне забезпечення виробництва якісною електроенергією. Також в обов'язки головного енергетика входить керування оперативно – черговим персоналом який безпосередньо визначає якість електропостачання.

Відносно оперативно – чергового складу, що ж входить в їх обов'язки, серед загального це:

- постійний контроль стану електропостачання виробничого приміщення (по приходу на робоче місце, та в залежності від навантаженості n – разів за зміну);

- прийняття мір відносно тих чи інших змін параметрів електроенергії, що можуть негативно впливати на виробничий процес;

- швидке визначення проблемних ситуацій та в залежності від рівня їх складності – якнайшвидше їх вирішення.

Для роботи з приладами, що вимірюють параметри електроенергії, що потрапляє до виробничих приміщень, людина, що це виконує повинна мати певну кваліфікацію. А саме, окрім того, що необхідна вища освіта сфері метрології та вимірювання, потрібен також досвід самої роботи, щоб чітко оцінювати показники, що видає обладнання, корегувати їх, та в разі екстренної ситуації зуміти мінімізувати вплив на робоче обладнання. Кваліфікація та досвід роботи співробітника не менш важливі аніж клас точності приладів, що використовуються на виробництві для оцінки параметрів електроенергії, тому що саме співробітник приймає рішення відносно значень параметрів і ситуацій, де вони не відповідають нормованим значенням, бо саме в таких ситуаціях кілька втрачених секунд можуть призвести до зменшення ефективності самого виробничого процесу або навіть до виходу з ладу важливих вузлів, що несе за собою чималі збитки.

Винятком може бути той випадок, коли людина, що має інженерну освіту також має певній досвід роботи з приладами вимірювання та проходить певне перенавчання, що дозволить досить таки швидко здобути навички для

роботи з приладами вимірювання і отримати досвід оперативного вирішення позаштатних ситуацій.

В першому розділі роботи були наведені сучасні засоби моніторингу якості електроенергії, вони досить таки технологічні, тому оператор також повинен мати досвід роботи з сучасним приладдям вимірювання різного рівня складності. Тому що навіть якщо апарат чітко вимірює показники і в режимі реального часу передає їх на екран, при необхідності сигналізуючи про невідповідність тих чи інших параметрів, оператор повинен швидко знайти неспівпадіння, за допомогою програмного забезпечення або власного досвіду визначити причину та можливі наслідки, тобто коректно оцінити ситуацію та найбільш підходящим чином вирішити її.

В другому розділі було описано різноманіття проблем, що можуть виникати в ході виробничого процесу, та наслідки, до яких вони можуть приводити, і це були приведені лише основні та в більшості узагальнені проблеми, тому що в залежності від масштабу виробництва та складності устаткування, що застосовується кількість ймовірних проблем потенційно зростає, паралельно з цим росте і складність та можливі збитки від тих чи інших проблем.

І найголовніше, велику роль грає людський фактор, який впливає на все, починаючи від неуважності в ході моніторингу параметрів електромережі, закінчуючи халатністю, що може призвести як до невеликих економічних втрат так і до повної зупинки виробничого процесу.

Тому доцільним є не тільки мати кваліфікованих операторів, постійно підвищувати цю кваліфікацію, а і мати систему, що спростить прийом рішень і поставить перед оператором задачу лише вибрати один з рекомандованих, варіантів рішень, що запропонує система.

2.4 Процес підтримки прийняття рішень в площині промисловості

В теоретичному розділі було описано загальну процедуру прийняття рішень, тепер безпосередньо до виробничого процесу, а саме, як відбувається вирішення проблем пов'язаних з якістю електроенергії на виробництві. Цей процес проілюстровано на схемі нижче (рис.2.1)

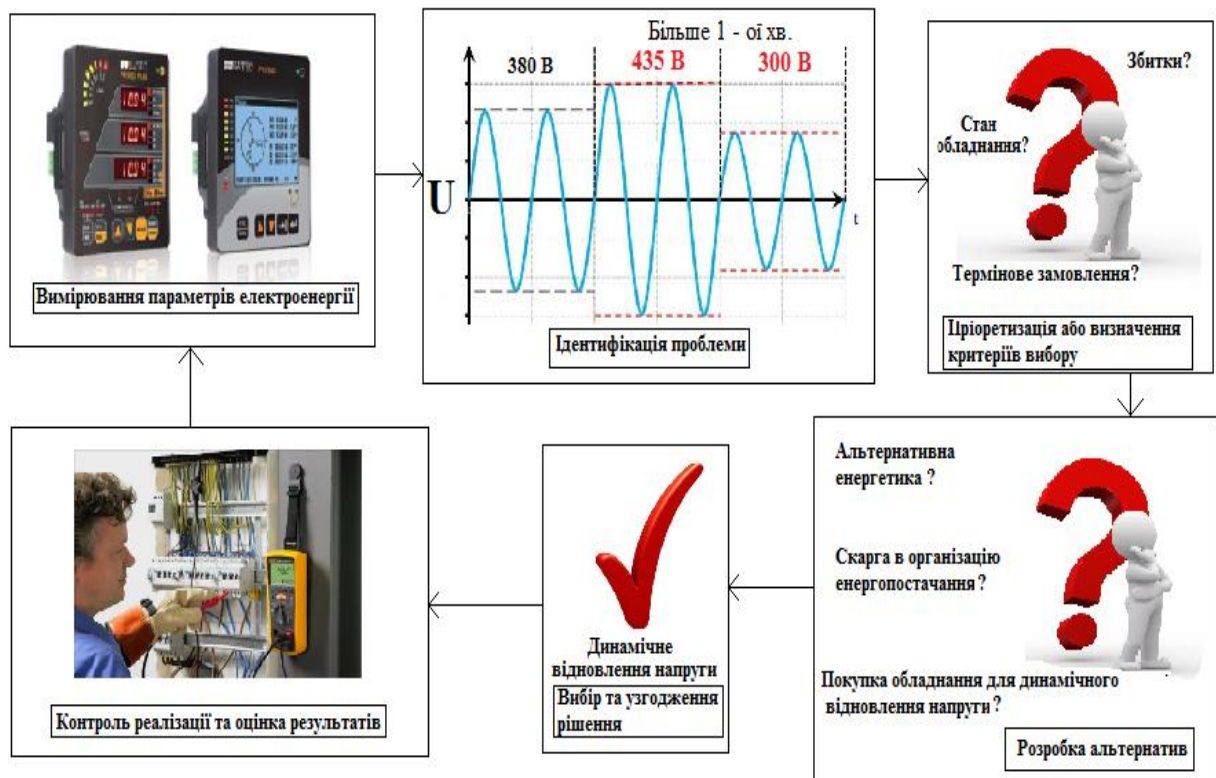


Рисунок 2.1 – Приклад спрощеної схеми процесу прийняття рішень в умовах виробництва

Тепер більш детально по етапах процесу прийняття рішень.

1. Аналіз ситуації. За допомогою засобів вимірювання проходить постійний моніторинг основних параметрів електромережі (напруга, частота і т.д.). В програмному забезпеченні (ПЗ) внесені нормативні показники з урахуванням допустимих похибок. В ПЗ формуються звіти, що зберігаються в пам'яті, також проходить аналіз параметрів в режимі реального часу, та видає

повідомлення в разі показників, що є регламентовані. Це дозволяє ідентифікувати можливі проблеми.

2. Ідентифікації проблеми. Якщо фіксується розбіжність актуальних параметрів та необхідних, це з одної сторони знижує ефективність виробничого процесу (коефіцієнт корисної дії), а з іншої може розглядатись як потенційна проблема, що може призвести до мілких порушень в роботі програмного та апаратного забезпечення або навіть виходу з ладу. Тому дану ситуацію можна трактувати як проблему.

3. Визначення критеріїв вибору. Для того, щоб вирішити проблему спочатку необхідно визначити показники (критерії), за якими проводиться порівняння можливих альтернатив для вирішення проблеми. Наприклад, в ході вирішення проблеми про довгочасне перевищення напруги в виробничому приміщенні за орієнтир можна брати ціну, ефективність, швидкість вирішення проблем

4. На наступному етапі проводиться формування можливих шляхів вирішення проблеми в залежності від вибраного на попередньому етапі критерію. Також важливим параметром є «терміновість проблеми», що може обмежувати час на знайдення шляху вирішення (пошук альтернатив).

5. На наступному етапі отримані альтернативи порівнюються за наявними критеріями. Оцінюються переваги та недоліки кожної з них, ефективність реалізації та ймовірні результати впровадження. Критерії для порівняння альтернатив формуються на третьому етапі ППР.

6. Щоб мінімізувати суб'єктивність або так званий «людський фактор» вибрана альтернатива проходить узгодження, часто в кілька етапів через керівні органи. Рішення наприклад може приймати оператор, що закріплений за обладнанням, а узгодження проводиться з інженером ділянки та головним інженером.

Тобто приймається теоретично найбільш ефективна відносно оцінкових критеріїв альтернатива, яка в подальшому узгоджується та реалізується.

7. Для успішної реалізації визначається комплекс робіт та ресурсів, а також проводиться розподілення за виконавцями і термінами, тобто передбачити, хто, де, коли і які дії повинен зробити.

8. Після впровадження рішення так само проводиться постійний моніторинг параметрів, для того щоб впевнитись в тому що рішення ефективно або навпаки. Для цього зіставляються параметри, що були до впровадження альтернативи і після, а потім уже безпосередньо проводиться оцінка проведених дій.

На практиці все набагато складніше і на кожному з етапів можуть виникати проблеми що ускладнюють ППР, та значно знижують його ефективність. Найголовніше це те, що часто час на вирішення проблеми обмежений, наприклад перенапряга на протязі «довгого» часу може призвести до поломки обладнання та повної зупинки виробничого процесу. Це ускладнює кожний з етапів ППР.

Можуть виникати позаштатні ситуації які може бути неможливо ідентифікувати, а відповідно і вирішити, результат передбачити майже неможливо. Також часто виникає проблема узгодження, коли альтернативу, що вибрав для вирішення проблеми оператор неможливо узгодити відповідно можливий високий рівень необ'єктивності і як результат низька ефективність прийнятого рішення. Оператор може бути відсутній на робочому місці і в випадку позаштатної ситуації ППР перекладається на некваліфікованого співробітника, як результат – ефективність прийнятого рішення дуже низька.

Тому є необхідність створення системи, яка може сама проходити більшість етапів ППР (приведені вище). Система повинна постійно оцінювати параметри електроенергії, і в разі виникнення ситуації, що несе потенційну шкоду, ідентифікувати проблему та сформулювати альтернативу чи альтернативи для її вирішення, провести оцінку даної ситуації і безпосередньо висунути альтернативи оператору, для їх впровадження, а в подальшому оцінити ефективність прийнятого рішення. Функціональна схема процесу контролю приведена на рисунку 2.2. Відповідно до рисунку, на виробництві

встановлений аналізатор якості параметрів електроенергії, що проводить постійну оцінку параметрів, він пов'язаний з робочим місцем оператора чергової служби, який несе відповідальність за стан параметрів та їх вплив на технологічний процес. Як тільки система фіксує невідповідність одного або кількох параметрів, вона передає «сигнал тривоги» до оператора, який уже повинен приймати рішення відносно цієї ситуації.

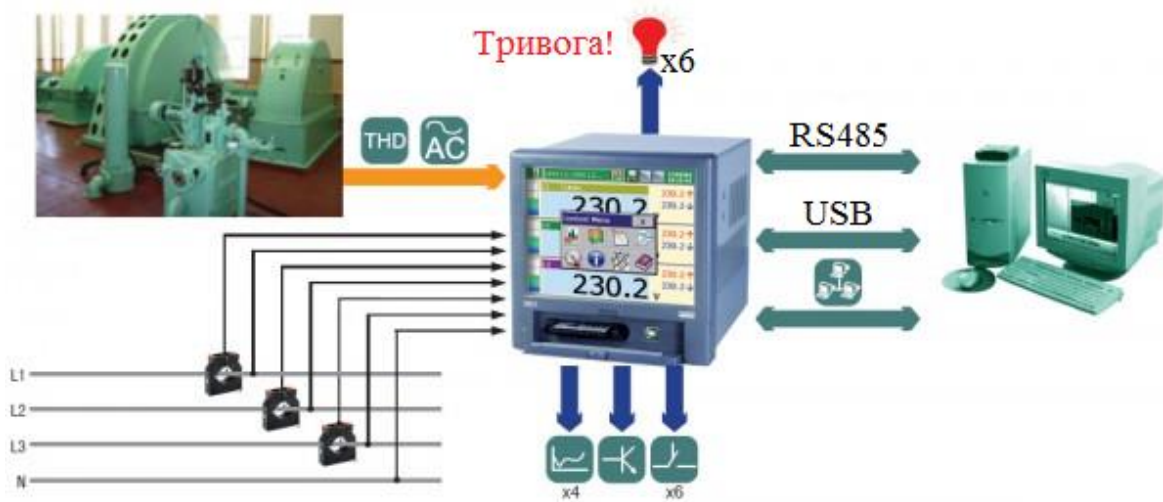


Рисунок 2.2 – Функціональна схема

2.5 Автоматизація процесу ППР

Як підсумок інформації, що наведено в перших пунктах цього розділу, та пунктах попереднього розділу, можна зробити висновок, що за рахунок автоматизації процесу прийняття рішень відносно аналізаторів якості електропостачання виробничих приміщень можна відчутно підвищити ефективність будь – якого виробництва (по суті незалежно від галузі), за рахунок зменшення часу вирішення позаштатних ситуацій пов'язаних з електроенергією. Тому далі буде наведено алгоритм роботи я для вирішення подібних ситуацій, на прикладі якого і можна буде показати ефективність та актуальність даної теми в площині сучасної промисловості.

Для проведення процесу підтримки прийняття рішень необхідно виконати дві задачі, перша – за значеннями параметрів, що отримуються з аналізаторів якості електроенергії визначити наявність проблеми (або відсутність), тобто невідповідність параметрів фіксує аналізатор, про що і сигналізує, друга – за визначеним критерієм вибору черговий оператор формує альтернативи по вирішенню цієї проблеми. Щоб більш наглядно показати сам процес далі буде сформовано його спрощений алгоритм роботи.

Відносно першої частини, а саме знаходження та ідентифікації проблеми. Процес заснований на постійному моніторингу якості параметрів електроенергії за допомогою аналізаторів. Коли фіксується відхилення одного чи декількох контрольованих параметрів на величину, що перевищує допустиму похибку, в хід вступає процес ідентифікації проблеми, в ході якого за значеннями параметрів, що перевищують регламентовані показники визначається проблема, що в даному випадку має місце. Проводиться це за допомогою зіставлення значень параметрів з тими, що наявні в базі даних. І вже за отриманими співпадіннями конкретно ідентифікується проблема. Більш наглядно алгоритм представлений на рисунку 2.3.

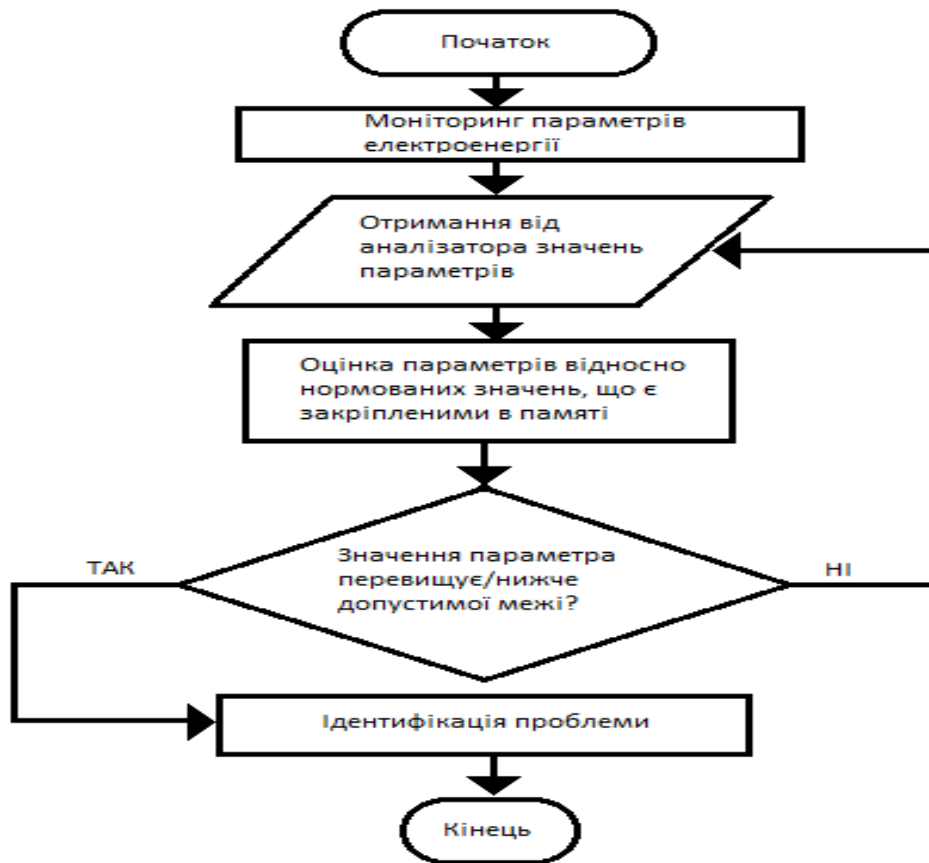


Рисунок 2.3 – Алгоритм роботи програми

Тепер безпосередньо до другої фази, а саме формування альтернатив для вирішення ідентифікованої проблеми. Є заздалегіть сформована база проблем, що можуть виникати в ході виробництва, і відповідно до кожної з проблем (чи подібної до неї), все ж значення параметрів можуть кардинально відрізнятись, тому база постійно поповнюється, і зв'язно вдосконалюються альтернативи для вирішення цих проблем. Тому на даному етапі відносно ідентифікованої проблеми формуєть список альтернатив для її вирішення. Більш наглядно спрощений алгоритм представлено нижче (рисунок 2.4).

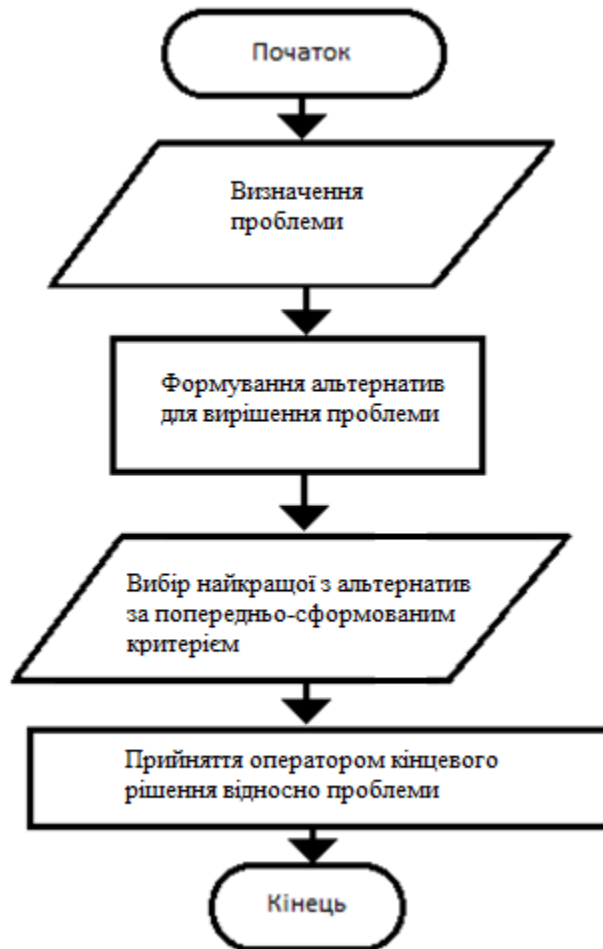


Рисунок 2.4 – Алгоритм формування альтернатив по вирішенню проблеми

Дані, що отримуються від аналізатора якості параметрів електроенергії дозволяють співробітнику оперативно – чергового складу чітко оцінити будь – яку ситуацію, та максимально ефективно її вирішити.

2.6 Висновки до другого розділу

Як результат виконання другого розділу атестаційної роботи було сформовано алгоритм роботи чергово – оперативного складу, підтримку якого забезпечують аналізатори якості електроенергії.

Були описані основні проблеми, що є наслідками критичних значень тих чи інших параметрів та приведено масштабне дослідження, що показує необхідність постійного моніторингу значень параметрів електроенергії.

Додатково були приведені теоретичні та практичні методи контролю параметрів електроенергії.

3 РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ КОМПЛЕКСНОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ, АНАЛІЗ ЙОГО ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ДОДАТКОВІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПІДГОТОВКИ СПЕЦІАЛІСТІВ ОПР

3.1 Наслідки несвоєчасного контролю

На рисунку 3.1 зведені основні параметри електроенергії, що мають найбульший вплив на обладнання та хід виробничого процесу. Для кожного параметру вказано оптимальне та гранично допустиме значення.

Найменування показника	Допустиме значення показника	
	нормальне	граничне
Відхилення напруги %	±5	±10
Доза флікера, відн. од.: короткочасна тривала		1,38 1,00
Коефіцієнт спотворення синусоїдальності кривої напруги, %, не більше,	8	12
Коефіцієнт гармонійної складової напруги непарного (парного) порядку, %, не більше	5 (2)	7,5 (3)
Несиметрія напруги, %	2	4
Тривалість провалу напруги, с		30
Відхилення частоти, Гц	±0,2	±0,4

Рисунок 3.1 – Нормовані значення параметрів електроенергії

Це можуть бути відхилення різного відхилення напруг, як в одну, так і в іншу сторону, короткочасні скачки напруги, провали чи повні зникнення. На фоні подібних проблем завдаються чималі збитки, а саме виходять за ладу двигуни змінного струму, традиційні HDD накопичувачі, лампи накаливання та інше обладнання, також знижується ефективність роботи освітлення та отоплення, вимикається обладнання. На фоні виникнення імпульсної напруги може порушуватись ізоляція електрообладнання. Скорочуєть строк служби

обладнання. І це описує основні проблеми, що можуть виникати в разі несвоєчасного контролю якості енергопостачання.

Тепер більш детально. Чимало впливу зазнають пристрої запам'ятовування, на масштабних і не тільки виробництвах, та і взагалі, накопичувачі застосовуються для зберігання виробничих даних, параметрів роботи, режимів роботи, виробничої документації, та інших даних, вони можуть втрачатись частково або повністю.

Яскравим прикладом проблем з машинним устаткуванням можуть слугувати асинхронні двигуни, що використовуються майже у всіх сферах промисловості. Відхилення напруги є причиною збитків на фоні втрати в асинхронних двигунах АП(активної потужності). Відвищується споживання реактивної потужності, що в свою чергу підвищує споживання електроенергії, підвищення навантаження на силові трансформатори(зменшення їх строку служби), підвищення навантаження на проводку, що в свою чергу підвищує імовірність псування ізоляції електропроводки, зниження якості електроенергії в електроприймачах. Також відхилення напруги є одною з основних причин скорочення терміну служби ізоляції. В свою чергу наведені вище пункти є причиною зниження продуктивності механізмів і як кінцевий результат – додатковий час роботи, причиною якого є зміна продуктивності механізмів. Також втрати активної потужності збільшуються при негативних значеннях відхилення внаслідок збільшення споживання електроенергії, що є пропорційним до зниження напруги. Для наглядності, підвищення напруги на 1%, реактивна потужність, що споживається двигуном підвищується на 3 – 4%. В результаті збільшення струмів формується нагрівання ізоляційних обмоток та покриттів, що в свою чергу зменшує строк їх служби. Вплив ненормованих значень напруги на частоту роботи асинхронних двигунів зазвичай не дуже суттєвий, але в залежності від масштабу виробництва мінімальна зміна частоти обертання двигуна впливає на продуктивність всіх механізмів. Як кінцевий результат – недовипуск продукції на фоні зниження продуктивності виробництва в якому використовуються асинхронні двигуни.

Як окремий пункт можна виділити вплив змін напруги на крутящий момент асинхронних двигунів, що відчутно ускладнює їх запуск.

Чималих збитків завдає ненормована за своїми значеннями напруга системам освітлення виробничих приміщень. Так як в промисловості освітлення в основному виконується за рахунок газорозрядних ламп та ламп розжарювання, потік світла та строк служби яких безпосередньо залежить від значень напруги. Збитки від підвищення напруги формуються шляхом скорочення життєвого циклу ламп. В ході досліджень було встановлено, що підвищення напруги на 10 і більше відсотків зменшує термін роботи ламп в 2 – 4 рази. В залежності від площі виробничого приміщення збитки можуть бути досить значні. Крім того невідповідне освітлення є причиною зменшення якості продукції, що випускається, якщо в ході виготовлення є операції середньої і високої точності. А також, на перший погляд зовсім несуттєвий факт, неякісне освітлення негативно впливає на зір співробітників та ефективність їх роботи.

На рахунок менш загальновикористовуваних операцій. Зміни напруги в виробничих приміщеннях має чималий вплив на електротермічні та електролізні технологічні операції. Зниження напруги є причиною погіршення температурного режиму, підвищеної тривалості ТП і надмірних витрат електроенергії. Як приклад можна привести поширені в промисловості дугові стлеплавильні печі. Зниження напруги на 5% в період розплавлення в печі середньої потужності збільшує час розплавлення на 15 – 20 хвилин, що відповідає зниженню продуктивності печі на 10 – 15%.

Вироблене в металі тепло в індукційних печах є пропорційно квадрату напруги, що постачається. Також для зниження реактивної потужності печей, часто підключають елемент, що теж залежить від квадрату напруги (в даному випадку це конденсаторна батарея. Тому зниження напруги є причиною зниження КПД печей, а підвищення напруги приводить до скорочення терміну служби елемента нагріву печі. Подібна ситуація спостерігається і в електролізних ваннах і додатково підвищуються витрати електроенергії, а як

результат спостерігається здорожчення продукції (зниження напруги на 10% викликає зниження КПД на 10%).

3.2 Розробка структури автоматизації процесу прийняття рішень щодо аналізаторів якості електропостачання виробничих приміщень

Для здійснення автоматизації процесу підтримки прийняття рішень, відносно якості електропостачання виробничих приміщень необхідно функціонально зв'язати в єдину систему АРМ (автоматизованого робочого місця) чергового оператора (людина, що слідкує за значеннями параметрів електроенергії) наступні ланки:

1. Аналізатор якості електроенергії з можливістю зв'язку з ПК;
2. Програмне забезпечення для передачі даних від аналізатора до оператора в зручному вигляді;
3. Портативний чи промисловий комп'ютер в залежності від цілей та об'єму виробництва.

Далі відбувається наступне: по ходу робочої зміни за встановленими часовими проміжками або постійно за допомогою аналізатора якості вимірюються основні параметри електроенергії, в виді графіків, діаграм та інших зручних для візуального сприйняття графіків вони передаються на екран ПК, де їх отримує оперативно черговий персонал. Якщо параметри не перевищують нормованих значень – програмне забезпечення продовжує працювати в штатному режимі, якщо ж один і більше параметрів не відповідають нормованим – програмне забезпечення видає сигнал, що спонукає оператора (операторів) прийняти відповідні міри та внести корективи в роботу також ПЗ може запропонувати дії для оперативного вирішення проблеми. Узагальнена структурна схема приведена на рисунку 3.2.

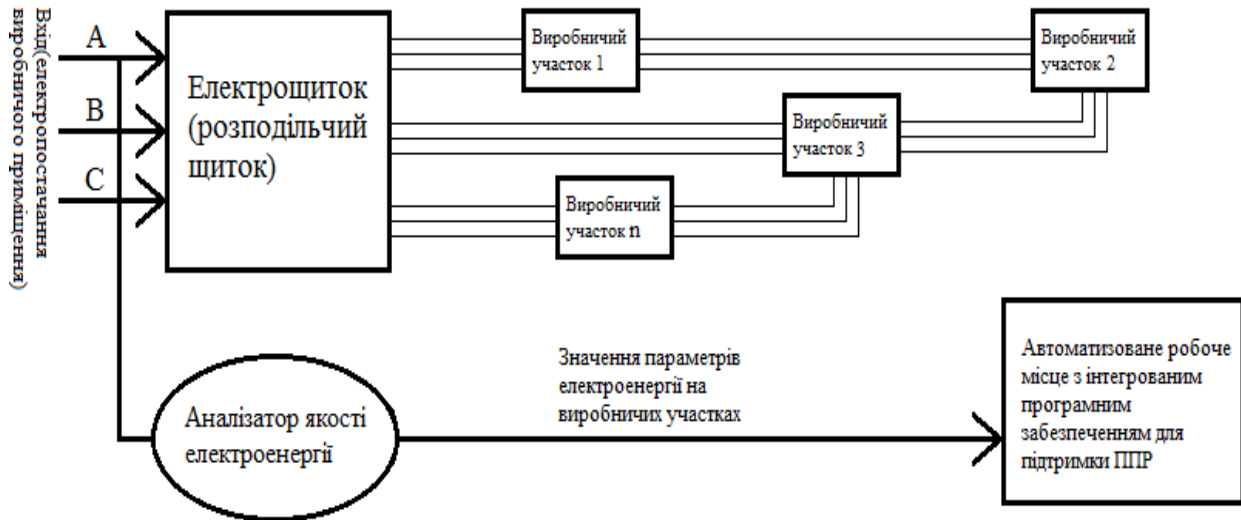


Рисунок 3.2 – Узагальнена структурна схема

Відносно схеми, значення параметрів знімаються перед безпосередньою подачею електроенергії до робочих потужностей приміщення, щоб мати коректне значення і в разі невідповідності – швидко скорегувати значення або навіть припинити подачу електроенергії, якщо обладнання чи продукція, що формується може зазнати шкоди. На схемі видно, що аналізатор безпосередньо пов'язаний з АРМ для того щоб в будь – який момент часу оператор міг оцінити якість електроенергії, що потрапляє до виробничих приміщень.

3.3 АРМ для спеціаліста з проведення процесу контролю параметрів електропостачання виробничих приміщень та порядок розрахунку їх кількості

В даному випадку, автоматизоване робоче місце (АРМ) – сукупність інформаційних, програмних та технічних ресурсів, що забезпечують можливість автоматизацію процесу ППР відносно аналізаторів якості параметрів електропостачання виробничих приміщень. Зовнішній вигляд АРМу представлений на рисунку 3.3.



Рис. 3.3 – Зовнішній вигляд АРМ

Інформаційне забезпечення АРМ в даному випадку орієнтовано на підтримку структуризації даних, що виростовуються в ході давання оцінки будь – якій ситуації, воно дозволяє швидко знайти значення необхідного параметру, оцінити його за графіками та прийняти рішення чи створити звіт або іншу документацію. Типовим є отримання доступу з різних АРМ до довідкової системи. Техзабезпечення АРМ призначене обробки сигналів та переведення їх в зручний для оцінки вид. Основа технічного забезпечення АРМ – універсальні ПК великої обчислювальної потужності.

Основа системного ПЗ АРМ – зазвичай ОС сімейства Windows. У більшості випадків конкретна спеціалізація задається об'єктоорієнтованими пакетами програм. Безпосередньо в випадку експерименту використовувалось програмне забезпечення, що створене для роботи з аналізатором якості, що був вибраний для експерименту (зазвичай програмне забезпечення йде разом з технічним в комплекті).

Відносно розрахунку кількості АРМ та необхідної кількості співробітників для їх обслуговування. Порядок розрахунку АРМ напряму залежить від діяльності та ступеня узагальнення представленої інформації.

Виділяють 3 основних рівня АРМ за місцем де вони розташовуються:

- 1-й рівень – рівень до якого відносять міністерські АРМ, АРМ відомств та департаментів;
- 2-й рівень, АРМ великих промислових з'єднань чи цілих промислових підприємств;
- 3-й рівень, рівень, яким можна описати експеримент, це АРМ заводів, цехів та інших промислових приміщень.

Кількість АРМ в 3 – му рівні буде напряму залежати від кількості спеціалістів кадрового складу та того обсягу інформації, що вони обробляють. Що стосується процесу прийняття рішень відносно аналізаторів якості параметрів електропостачання виробничих приміщень, то для мало та середніх масштабів виробничих приміщень для отримання, обробки представлення у зручному вигляді інформації про якість параметрів електропостачання та пропозиції варіантів вирішення необхідно як мінімум одне АРМ та 1-2 співробітника оперативно – чергового складу для контролю.

3.4 Розрахунок економічної ефективності проведення автоматизації процесу ППР на використання аналізаторів контролю якості електропостачання виробничих приміщень

Автоматизація виробництва – дієвий засіб підвищення продуктивності праці, зменшення затрат монотонної і шкідливої праці, а також випуск продукції вищої якості [17].

Ефективність комплексу робіт ціллю якого є автоматизація залежить від цілого переліку факторів:

- вибір об'єкта, що буде автоматизований;
- якість обладнання і те, чи воно придатне для роботи з іншими

- вибір засобів за допомогою яких буде проводитись автоматизація;
- кваліфікація співробітників, які прийматимуть участь в автоматизації;
- об'єм різного роду затрат, в тому числі фінансових, кадрових і т.д;
- об'єм введення автоматизованого обладнання.

Щоб мати змогу оцінити ефективність проведеного процесу, необхідно його кількісно оцінити, а зробити це можна за наступними показниками:

Річний приріст прибутку або річна економія можна визначити наступною формулою (формула 3.1):

$$\Pi = \frac{B_2 - B_1}{B_1} \cdot \Pi_p + \frac{Z_1 - Z_2}{100} B_2 \quad (3.1)$$

де B_1, B_2 та Z_1, Z_2 - річний випуск та затрати на одну гривню вартості продукції до і після впровадження автоматизації відповідно, тис. грн, Π_p – прибуток від реалізації продукції до автоматизації. Перший доданок це збільшення прибутку за рахунок більшої кількості продукції, що випускається, а другий за рахунок зменшення витрат на виробництво [17].

При якісному проведенні комплексної автоматизації ППР щодо аналізаторів якості електроенергії виробничих приміщень, теоретично можна отримати до від 3 до 10% збільшення прибутку за рахунок збільшення кількості продукції та приблизно в цьому діапазоні зменшення витрат на виробництво. Для наглядності, візьмемо 10 % в обох змінних(для зручності підрахунків. Нехай за рік підприємство випускає продукції на 500000 грн, реалізує за 350000 грн. Перша частина формули, а саме річний випуск продукції складатиме: $((550000 - 500000) / 550000) * 350000 = 35000$ грн. Друга частина (зменшення втрат на виробництво) складатиме: $((35 - 31.5)/100) * 550000 = 19250$ грн. Таким чином при значенні 10 % збільшення прибутку(зменшення затрат) буде складати $35000 + 19250 = 54250$ грн, що для прибутку з 350000 грн прибутку становить 15.5 %. Збільшення прибутку за рік

(П) – один з основних показників, за якими оцінюється ефективність роботи підприємства, та є змінною в формулі для підрахунку економічного ефекту за рік (формула 3.2).

$$E = \left(\frac{B_2 - B_1}{B_1} \times \Pi_p + \frac{3_1 - 3_2}{100} \times B_2 \right) \times E_n \times K_a \quad (3.2)$$

де E_n – нормативний показник ефективності фінансових вкладень в вибраній сфері промисловості, а K_a – відповідно – затрати на проведення автоматизації (техніка, різного роду роботи, реконструкція і т.д.). Для тих же даних, що застосовувались при попередньому розрахунку значення економічного ефекту за рік дорівнює: (зазвичай E_n рекомендують брати рівним 0,15. Затрати на проведення в даному випадку складатимуться з трьох статей, перша – покупка аналізаторів якості електропостачання до 10000 грн, покупка програмного забезпечення для підтримки ППР відносно аналізаторів якості електропостачання від 20000 грн та третя – перепідготовка персоналу для роботи з вищезазначеним обладнанням, наприклад курси підвищення кваліфікації, в залежності від кількості співробітників (візьмемо $n = 2$) від 5000 грн на одну особу, тобто сумарні затрати дорівнюють від 40000 грн.) $E = 54250 * 40000 * 0.15 = 325500$ грн [17].

Ефективність затрат визначається терміном окупності а також за допомогою вже розрахованого коефіцієнта ефективності(формула 3.3):

$$T_{ок} = \frac{K_a}{\Pi}; \quad (3.3)$$

$T_{ок}$ – термін окупності, K_a – затрати на проведення автоматизації, Π – річний приріст прибутку. Відносно стартових даних термін окупності дорівнює $T_{ок} = 40000 / 54250 \approx 0,73$ року.

Тобто в випадку якщо збільшення прибутку за рахунок збільшення

кількості продукції дорівнює 10 % та 10% зменшення втрат на виробництві, річний приріст прибутку або річна економія буде дорівнювати 54250 грн, а термін окупності дорівнюватиме близько 9 місяців.

3.5 Висновки до третього розділу

В ході виконання третього розділу роботи було приведено наслідки несвоєчасного контролю якості електропостачання. Так як автоматизація це процес комплексний і для максимально ефективного його проведення необхідно чинити вплив одразу на всі складові виробництва то висунуто рекомендації для підготовки спеціалістів, що будуть слідкувати за якістю електропостачання. Щоб продемонструвати ефективність, було приведено структури автоматизації процесу прийняття рішень щодо аналізаторів якості електропостачання виробничих приміщень.

4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ЗДІЙСНЕННЯ ППР ЩОДО ЯКОСТІ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ, ЙОГО ПРЕДМЕТНА БАЗА, ОПИС ОСНОВНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СКЛАДОВИХ, РЕЗУЛЬТАТИ

4.1 Опис бази проведення приближеного до реальності експерименту, його основні складові

Близький до виробничого експеримент в площині прийняття рішень відносно якості параметрів електропостачання виробничих приміщень проводився на місцевому підприємстві Харків – Прилад. В якості забезпечення були взяті наявні на підприємстві аналізатор, ПК та близьке до АРМ робоче місце. Більш детально про сам дослід. Підприємство займається продажем вимірювальних та різного роду калібровочних приладів, а також їх виготовленням під власною маркою, тому для тестування аналізаторів, продажем яких займається підприємство, наявні невеликі тестові приміщення, де можна провести сам дослід, а саме провести тест обладнання та в залежності від його показів використати алгоритми для прийняття рішень.

В якості аналізатора було вибрано універсальний вимірювальний прилад UMG 103 (Janitza electronics). Це компактний стаціонарний прилад, який дозволяє проводити безперервний моніторинг стану параметрів електропостачання з досить таки високою точністю. Самостійно прилад застосовується для вимірювання в низьковольтових мережах з напругою до 300 В або за допомогою понижуючого трансформатора напруги. Також за допомогою потужніших аналізаторів, наприклад UMG 604 можливо сполучати декілька UMG 103 (за допомогою Ethernet) в одну мережу, що дозволяє покривати великі промислові приміщення. Прилад призначений для виміру і розрахунку електричних параметрів, таких як струм, напруга, потужність, гармоніки, споживання енергії, тобто підходить для моніторингу параметрів, що приведені в роботі, як параметри через невідповідність нормам

яких виникає найбільше збитків. Все це, а також невисока вартість приладу (в середньому до 9000 гривень) та високий клас точності вимірів робить його ідеальним аналізатором для проведення експерименту і для використання. Зовнішній вигляд та блок схема вимірювання напруги приладу приведені на рисунку 4.1 та 4.2 відповідно.



Рисунок 4.1 – UMG 103

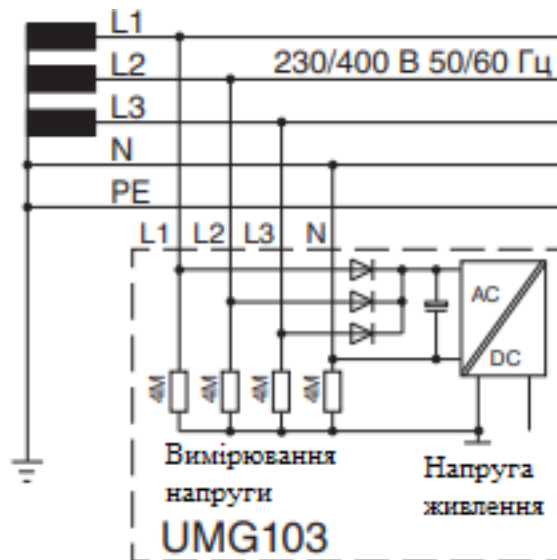


Рисунок 4.2 – Блок схема вимірювання напруги

Прилад був встановлений в розподільчий щиток. А підключення до ПК здійснено за допомогою інтерфейсного перетворювача (рисунку 4.3)



Рисунок 4.3 – Підключення аналізатора до ПК

Для інтерпретації та відображення даних на ПК використовувалось програмне забезпечення, що створене для програмування вибраної моделі аналізатора, для реєстрації даних та їх збереження в базі даних для подальшого аналізу, а також, що найголовніше – для візуального представлення отриманих даних на ПК, за яким його може контролювати оперативний черговий персонал та за отриманими значеннями оцінювати стан електроенергії та оцінювати ті чи інші виробничі прецеденти. Серед переваг даного програмного забезпечення можна відзначити додаткові інструменти для визначення причин виникнення проблем. Тому ПЗ GridVis є підходящим не тільки для використання в даному експерименті, а і в реальних умовах, для контролю якості електропостачання різних за розмірами та функціоналом приміщень, в тому числі і виробничих. Так як є дуже функціональним та при цьому йде як складова пакету для роботи з аналізаторами якості електропостачання серії UMG різного найменування. Робоче вікно GridVis для вибору наявних аналізаторів приведено на рисунку 4.4.

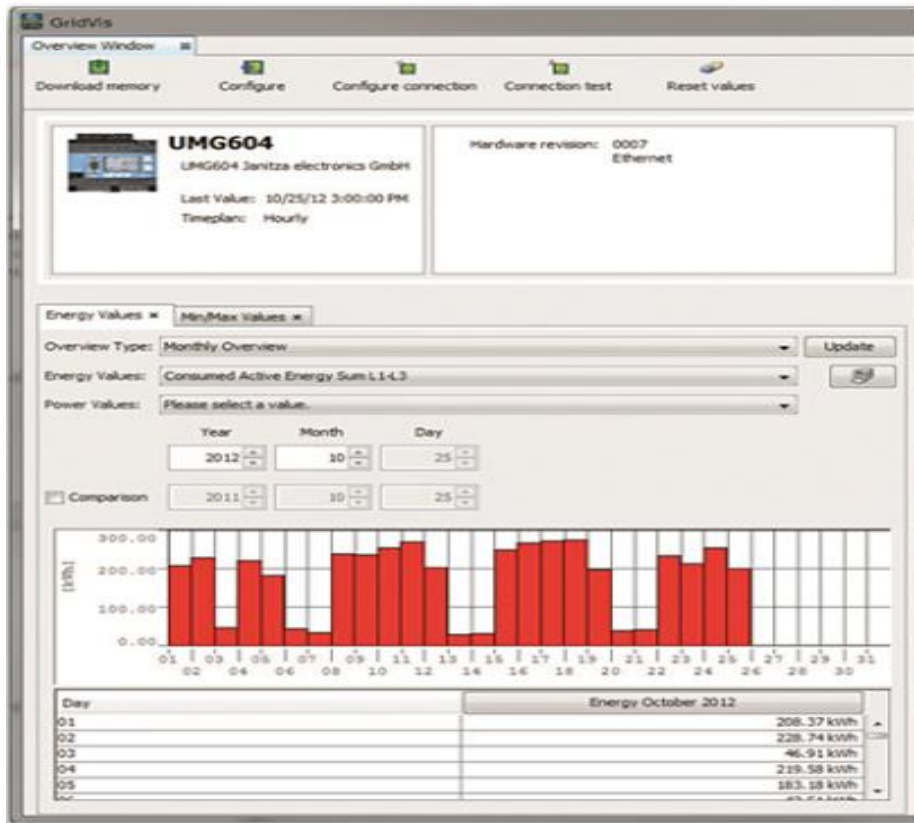


Рисунок 4.4 – Вікно роботи з програмним середовищем GridVis

Щодо самого експерименту, нижче на рисунку буде представлена його схема (рисунок 4.5).

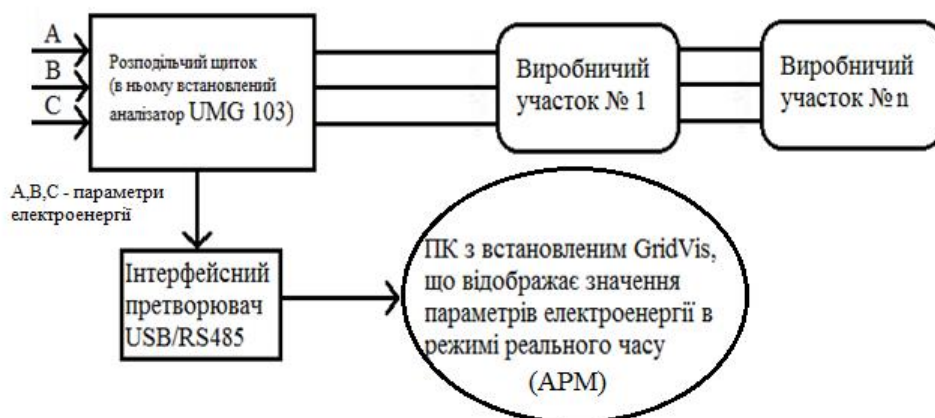


Рисунок 4.5 – Схема дослідів

Наявний на підприємстві Харків – Прилад макет для тестування дозволив легко провести монтаж аналізатора UMG 103 на DIN рейку в розподільчий щиток, а за допомогою вже вмонтованого в сукупність аналізатор – АРМ інтерфейсного перетворювача було проведено підключення аналізатора до ПК, було проведено налаштування системи та її підготовка до роботи.

В ході тесту (експерименту) було проведено вимірювання основних параметрів – напруги, струму, частоти, так як саме невідповідність нормам цих параметрів приносить найбільше шкоди обладнанню. (описано в розділі 3). Для тестування вибраного обладнання було виділено часовий проміжок в дві години, безперервного моніторингу параметрів електромережі. Візуальний контроль за графіками проводився за основними параметрами (напруга, струм, потужність), також аналізатор передавав дані за всіма іншими показниками, які вимірює, та в разі досягнення критичних значень повинен був оперативно видавати сигнал сповіщення на екрані та реєструвати перевищення. За час поки проводилось тестування значення параметрів не перевищували нормованих значень та не досягали критичних поділок, тому процес підтримки прийняття рішень на використання аналізаторів якості електропостачання виробничих приміщень в даному випадку був спрощений лише до моніторингу значень параметрів.

Щодо загального алгоритму процесу прийняття рішень, система контролю якості електропостачання, що була приведена вище допомагає чітко, а головне вчасно ідентифікувати ті чи інші проблеми, що можуть виникати в ході роботи за рахунок того, що оператор може в будь – який момент оцінити рівень параметрів електроенергії, що «живить виробничі приміщення». Навіть якщо оператор відволікається від роботи, система має можливість видавати сигнали, про те що параметр досягає критичного значення. Тому оператор може ідентифікувати проблему і вже за рахунок наявних знань та алгоритмів, що є базовими для вирішення тих чи інших виробничих ситуацій може вносити корективи в роботу, щоб зменшити або повністю нівелювати шкідливий вплив параметрів електроенергії.

4.2 Результати експерименту

В результаті проведення експерименту було отримано графіки, що описують відповідні параметри, це підвищує зручність візуального сприйняття та підвищує ефективність ППР, щодо аналізаторів якості параметрів електропостачання виробничих приміщень. Програмне забезпечення самостійно або в «ручному» режимі дозволяє архівувати інформацію, а саме: значення параметрів за весь період, що проводяться вимірювання, що дозволяє в подальшому аналізувати та вносити корективи в роботу, що в перспективі може підвищити ефективність, та заздалегіть уникнути необов'язкових витрат. Щодо швидкості реагування, програмне забезпечення видає сигнали тривоги, якщо якийсь з параметрів досягає критичного значення, що підвищує ефективність реагування на проблему, та підвищує імовірність її вчасного вирішення.

Відносно параметрів, за якими проводився моніторинг, зведені графіки приведені на рисунку 4.6

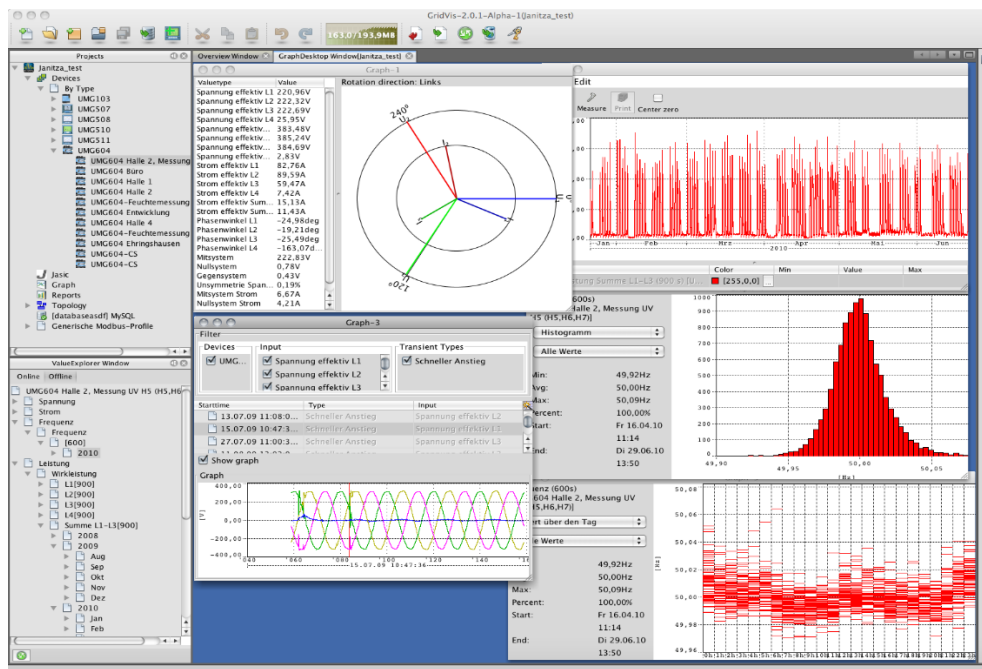


Рисунок 4.6 – Зведені графіки значень параметрів

За значеннями параметрів будуються гістограми, що більш точно демонструє розбіжність значень параметрів (рисунок 4.7). І як вже було сказано, програмне забезпечення видає сигнал тривоги, коли параметр досягає критичного значення, а всі ці події реєструються і в подальшому можуть бути розглянуті (рисунок 4.8).

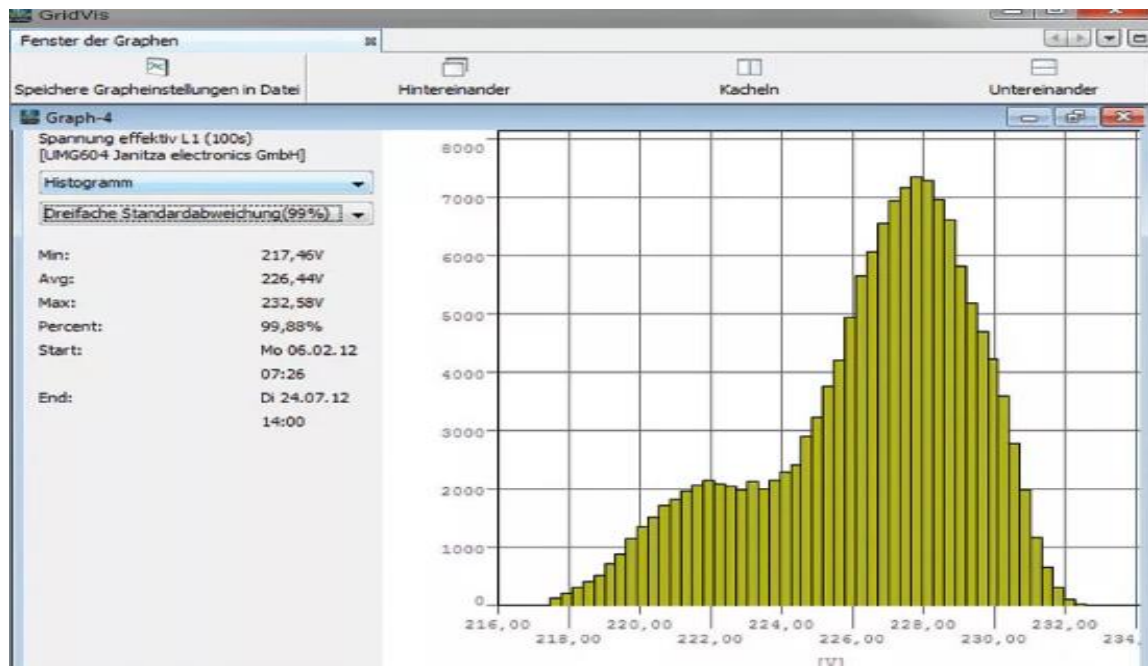


Рисунок 4.7 – Гістограма за значеннями параметрів

Завод №1

Alert Center Rules

Filter

- + Status
- + Dates
- + Event Type
- + Severity
- + Site
- Order

Order by:

Order: ASC DESC

<input type="checkbox"/>	Status	Date	Event Type	Severity	Origin	Site	Details	Comments
<input type="checkbox"/>	New	2018-02-1...	Device sto...	High	Ячейк...	Завод ...	Consumption has ...	
<input type="checkbox"/>	New	2018-02-1...	Device sto...	High	Ячейк...	Завод ...	Consumption has ...	
<input type="checkbox"/>	New	2018-02-1...	Device sto...	Medium	SE468...	Завод ...	Consumption has ...	
<input type="checkbox"/>	New	2018-02-1...	Device sto...	Medium	Возду...	Завод ...	Consumption has ...	
<input type="checkbox"/>	New	2018-02-1...	Device sto...	Low	Ячейк...	Завод ...	Consumption has ...	
<input type="checkbox"/>	New	2018-02-1...	Device sto...	Low	ВРУ ко...	Завод ...	Consumption has ...	
<input type="checkbox"/>	New	2018-02-1...	Device sto...	Low	Ячейк...	Завод ...	Consumption has ...	
<input type="checkbox"/>	New	2018-02-1...	Device sto...	Low	Ввод в...	Завод ...	Consumption has ...	
<input type="checkbox"/>	New	2018-02-1...	Device sto...	Low	ПНС в...	Завод ...	Consumption has ...	
<input type="checkbox"/>	New	2018-02-1...	Device sto...	Low	АБК в...	Завод ...	Consumption has ...	
<input type="checkbox"/>	New	2018-02-1...	Device sto...	Low	ЩГП (...)	Завод ...	Consumption has ...	

Рисунок 4.8 – Реєстрація сигналів тривоги

Відносно процесу підтримки прийняття рішень, система, що об'єднує в собі аналізатор, ПК, технічне забезпечення для сполучення попередніх компонентів та програмне забезпечення для роботи з аналізатором є інструментом підтримки ППР за рахунок того що проводить постійний моніторинг параметрів електропостачання, опрацьовує їх, та передає в зручному для обробки диспетчером вигляді (рисунок 4.9).

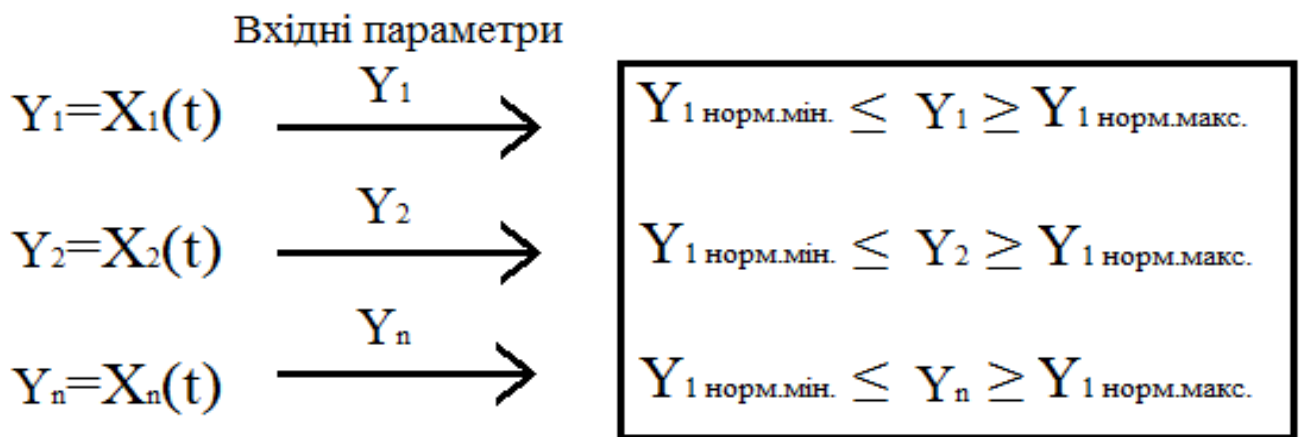


Рисунок 4.9 – Вид, в якому можуть представлятись значення параметрів електроенергії

Тобто обладнання, проводить вимірювання великого різноманіття параметрів, що дозволяє бачити картину стану якості параметрів електроенергії повністю, параметри приводяться в зручний вид тому співробітнику оперативно – чергової служби залишається лише ідентифікувати проблему та прийняти міри по її вирішенню за рахунок сформованих раніше алгоритмів по зменшенню шкідливого впливу тих чи інших процесів на обладнання та хід самого виробничого процесу.

Висновки до четвертого розділу

В ході виконання четвертого розділу атестаційної роботи було описано проведений експеримент, що проводився, описано обладнання та програмне

забезпечення на основі якого було проведено сам експеримент, описані його результати та важливість для проведеного експерименту для спрощення процесу прийняття рішень відносно аналізаторів якості параметрів електропостачання виробничих приміщень, а також зроблені висновки відносно цінності проведеного експерименту та його практичного значення та можливостей застосування.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Правила роботи за компютером

Більша частина робочої зміни оператично – чергового складу на виробництвах проходить за компютером, тому доцільно описати норми та правила, що направлені на роботу людини з компютером.

Нормативна база. Перелік нормативно-правових актів, які регулюють це питання, досить широкий. Наприклад, ст. 21 Кодексу законів про працю України визначає обов'язки роботодавця щодо забезпечення працівникам комфортних та безпечних умов праці, а ст. 13 Закону України «Про охорону праці» закріплює це право з позиції охорони праці. Більшість нормативних актів — акти підзаконного рівня - правила, інструкції, державні санітарні правила і норми (ДСанПН) тощо, якими врегульовуються окремі моменти щодо власне конструкції комп'ютерної техніки, особливостей облаштування приміщень для роботи з нею та ряду інших вимог [18].

Для того щоб особи, які працюють з компютером, меншою мірою втомлювались і зберігали високий рівень працездатності, потрібно раціонально організувати їхні робочі місця. Зокрема, робоче місце має відповідати основним антропометричним даним людини. Крісло або стілець на робочому місці повинні мати висоту сидіння 40-50 см від рівня підлоги, а також відповідний кут нахилу спинки. Стегна працюючих при правильно організованому робочому місці мають розміщуватися паралельно підлозі, а стопи ніг — на підлозі або підставці. Нормативні відстані приведені на рисунку 5.1 [19].



Рисунок 5.1 – Нормативні відстані при роботі з компютером

Передній ряд клавіш компютера має бути розташований так, щоб можна було без зусиль натискати клавіші трохи зігнутими пальцями при вільно опущених плечах і горизонтальному положенні рук. При цьому кут між плечем і передпліччям повинен становити 90° . Щоб досягти цього, висота робочої поверхні столу має становити 68-80 см, відстань від підлоги до нижнього ряду клавіатури — 60-75 см, кут нахилу клавіатури — $5-15^\circ$ [19].

Монітори потрібно розміщувати на висоті рівня очей (висота від підлоги до нижнього краю екрана має становити 95-100 см) на відстані 60-70 см від оператора (відстань від краю столу — 50-70 см). Кут зору працюючого щодо екрана має дорівнювати $10-20^\circ$, але не більше 40° , кут між верхнім краєм монітора і рівнем очей користувача має становити менш як 10° . Найдоцільніше розміщувати екран перпендикулярно до лінії погляду користувача. Кут нахилу екрана по вертикалі має становити $0-30^\circ$. З цією метою сучасні монітори комплектують підставкою з поворотним кронштейном, що дає змогу регулювати кут нахилу монітора і горизонтально обертати його навколо вертикальної осі. Висоту екрана від поверхні підлоги регулюють змінюючи висоту робочої поверхні столу. Іноді монітори встановлюють на спеціальні підставки, що уможлиблює його переміщення у просторі у вертикальному та горизонтальному напрямках [19].

5.2 Правила поведження при роботі з електричним струмом

Робота оперативно чергового складу безпосередньо пов'язана з електричним струмом, тому доцільним є привести норми що створені для такої роботи.

Сучасне виробництво нерозривно пов'язане з використанням електроенергії. В умовах експлуатації потужних енергосистем, електричних машин та апаратів, розвитку обчислювальної техніки і приладобудування, роботизації та комп'ютеризації виробництва важливого значення набуває проблема в електробезпеці — захисті електротехнічного персоналу та інших осіб, які обслуговують електроустаткування від ураження електричним струмом [20].

Аналіз загальної кількості виробничих нещасних випадків свідчить, що кількість електротравм становить 1,0-1,5%, а в енергетиці навіть 3-5%. Але серед нещасних випадків зі смертельним наслідком електротравми становлять 20-40% на виробництві, а в енергетиці до 60%, займаючи одне з перших місць. При цьому 60-85% смертельних уражень електричним струмом відбувається в електроустановках напругою до 1000 В (127-380 В) [20].

Електротравматизм порівняно з іншими видами травматизму має деякі відмінні особливості. Перша особливість полягає у тому, що організм людини не має органів, за допомогою яких можна дистанційно визначити наявність напруги, як, наприклад, теплову, світлову енергію, деталі, які рухаються. Тому захисна реакція організму виявляється тільки після потрапляння під напругу. Друга особливість електротравматизму полягає в тому, що струм, який проходить крізь людину, діє не тільки в місцях контактів та на шляху протікання крізь організм, а й викликає рефлекторну взаємодію, спричиняючи порушення нормальної діяльності окремих органів (серцево-судинної системи, системи дихання). Третьою особливістю є можливість отримання електротравми, не маючи безпосереднього контакту зі струмопровідними частинами - переміщення по землі поблизу пошкодженої установки (у випадку

замикання на землю), ураження через електричну дугу. Четверта особливість електротравматизму — це те, що у більшості випадків для розслідування, обліку та аналізу доступні тільки електротравми з тяжкими та смертельними наслідками [20].

Безпека людини на виробництві залежить від багатьох факторів і, зокрема, від рівня електробезпеки. Грамотне вирішення проблеми електробезпеки має забезпечувати людині використання електричної енергії будь-яких умовах без ризику для життя. Електробезпека – це система організаційних та технічних заходів і засобів, які забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля та статичної електрики (ГОСТ 12.1.009-76). Електричний струм, який проходить крізь живий організм, чинить термічну, електролітичну та біологічну дію. Термічна та електролітична дія властива будь-яким провідникам, а біологічна - тільки живій тканині [20].

Термічна (теплова) дія струму виявляється в опіках окремих ділянок тіла, нагріванні до високої температури кровоносних судин, нервів, серця, мозку та інших органів, які перебувають на шляху протікання струму, що викликає серйозні функціональні розлади цих органів й організму в цілому. Електролітична (хімічна) дія струму виражається в розкладі (електролізі) органічних рідин, в тому числі й крові, що супроводжується значними порушеннями їх фізико-хімічного складу. Біологічна дія струму виявляється в подразненні та збудженні живих тканин організму, а також у порушенні внутрішніх біоелектричних процесів, які протікають у нормально діючому організмі й тісно пов'язані з його життєвими органами. Подразнювальна біологічна дія на тканини організму може бути прямою, коли струм проходить безпосередньо по цих тканинах, і рефлекторною, тобто дія відбувається через центральну нервову систему, а шлях струму пролягає за межами цих тканин. Механічна (динамічна) дія струму виявляється в розшаруванні, розриві та інших подібних пошкодженнях різних тканин організму, в тому числі м'язової тканини, стінок кровоносних судин легеневої тканини тощо внаслідок

електродинамічного ефекту, а також миттєвого вибухоподібного утворення пари від перенагрітої струмом рідини тканини і крові [20].

Різноманітність дій електричного струму на організм людини може призвести до різних електротравм, які умовно можна звести до двох видів: місцевих електротравм, коли виникає місцеве пошкодження організму, і загальних електротравм, так званих електричних ударів, коли уражається (або створюється загроза ураження) весь організм через порушення нормальної діяльності життєво важливих органів і систем [20].

Приблизний розподіл нещасних випадків від електричного струму в промисловості за зазначеними видами травм такий: 20% — місцеві електротравми; 25% - електричні удари; 55% - змішані травми, тобто одночасно місцеві електротравми й удари [20].

ВИСНОВКИ

В ході виконання теоретичного розділу був проведений аналіз стану електропостачання виробничих приміщень на підставі досліджень та статистик, що мають на даний час у цій сфері, було підтверджено той факт, що параметри електроенергії, що потрапляє до виробничих приміщень часто критично відрізняються від нормованих, що може призвести до серйозних наслідків, причини яких були описані у дослідно-аналітичному розділі роботи. Були приведені теоретичні відомості про структуру процесу прийняття рішень та характеристики особи, що його приймає. Також в теоретичному розділі було приведено опис сучасних аналізаторів якості електропостачання, переваги та недоліки окремих моделей.

На підставі приведеної в теоретичному розділі інформації, а також на підставі приведеного дослідження зроблено висновок, що для найбільш ефективного проходження виробничого процесу необхідно проводити постійний моніторинг параметрів електроенергії. Для розуміння того, як проводиться контроль якості електроенергії, було проаналізовано методи контролю, а також методи розрахунку значень окремих параметрів електроенергії. В останніх пунктах дослідно-аналітичного розділу було описано процедуру підтримки прийняття рішень відносно аналізаторів якості електропостачання виробничих приміщень, а для наглядності приведено функціональні схеми та узагальнений алгоритм процесу підтримки прийняття рішень.

Для максимальної ефективності автоматизації, було описано всі аспекти процесу, це і аналізатори якості, що дозволять проводити постійний моніторинг значень параметрів електроенергії, і програмне забезпечення для підтримки ППР, і кваліфікація співробітників, які будуть відповідати за моніторинг якості та прийняття рішень відносно будь – якого неспівпадіння параметрів і нормованих значень для цих параметрів. Тому в практичному розділі були приведені рекомендації щодо того, якої кваліфікації повинні бути

спеціалісти, а також яким чином та на основі чого повинна проводитись їх підготовка. А щоб показати ефективність запропонованої ідеї було приведено опис та результати експерименту, що більш детально приведено в розділі практики, а також економічне обґрунтування шляхом розрахунку економічних аспектів проведення автоматизації процесу ППР відносно аналізаторів якості електропостачання виробничих приміщень.

Так що на підставі проведеного дослідження та його результатів можна зробити висновок, що запропонована тема є актуальною, та при правильній реалізації дозволить знизити шкоду, що завдає неякісна електроенергія, що знизить витрати та суттєво підвищить ефективність проходження виробничих процесів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. ДСТУ 3008-2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення: Введ. 2015-22-06. – К.: Вид-во стандартів, 2016. – 26 с.

2. Методичні вказівки з «Розробки й оформлення магістерської атестаційної роботи» для студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти галузі знань 15 Автоматизація та приладобудування за спеціальністю 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології освітні програми: «Автоматизоване управління технологічними процесами», «Комп'ютерноінтегровані технологічні процеси і виробництва», «Комп'ютеризовані та робототехнічні системи» / Упоряд. І.Ш. Невлюдов, В.В. Косенко, В.В. Євсєєв. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – 55 с.

3. Леонід Іванов, Вадим Синельник. Обґрунтування необхідності автоматизації процесу підтримки прийняття рішень для вирішення завдань штучного інтелекту // Виробництво & Мехатронні Системи 2020: матеріали IV-ої Міжнародної конференції, Харків, 22-23 жовтня 2020 р.: тези доповідей / [редкол. І.Ш. Невлюдов (відповідальний редактор)]. Харків: [електронний друк], 2020. С. 50 - 53.

4. Качество электроэнергии в системе электроснабжения промышленных предприятий URL: <https://prom-electric.ru/kachestvo-elektroenergii-v-sisteme-elektrosnabzhenija-promyshlennyh-predpriyatij> (дата звернення: 01.11.2020).

5. НКРЕКП, Постанова від 14.03.2018 № 310 «Про затвердження Кодексу систем розподілу» URL: Режим доступу: [/https://www.nerc.gov.ua/?id=31909](https://www.nerc.gov.ua/?id=31909) (дата звернення: 03.11.2020).

6. Л.С.Іванов, Ш.А.Омаров / Обґрунтування необхідності постійного контролю параметрів якості // Научно-технический журнал: «Технология приборостроения». – 2020. – 60 с електропостачання для виробничих приміщень.

7./Електропостачання промислового підприємства URL: <http://bukvar.su/fizika/61420-Elektrosnabzhenie-promyshlennogo-predpriyatiya.html> (дата звернення: 05.11.2020).

8./Процесс принятия управленческого решения и его структура. Горфинкель В.Я. Экономика предприятия. URL: https://studme.org/11200611/ekonomika/protsess_prinyatiya_upravlencheskogo_resheniya_ego_struktura (дата звернення: 15.11.2020).

9./Основні етапи побудови систем підтримки прийняття рішень URL: <https://lib.chmnu.edu.ua/pdf/posibnuku/313/4.pdf> (дата звернення: 18.11.2020).

10. Особа, що приймає рішення URL: https://studopedia.com.ua/1_77822_osoba-shcho-priymaie-rishennya.html (дата звернення: 20.11.2020).

11. Автоматизація бізнес-процесів: підготовка і впровадження. Автоматизація процесів Програми автоматизації економічних процесів / стаття інтернет журналу Insight magazine URL: <https://insight-magazine.ru/uk/znaniya/avtomatizaciya-biznes-processov-podgotovka-i-vnedrenie-avtomatizaciya.html> (дата звернення: 22.11.2020).

12. Річний звіт (ANNUAL REPORT) Державного підприємства «Національна енергетична компанія «УКРЕНЕРГО». пункт 7.3 – Якість електроенергії. Метрологічне забезпечення URL: https://ua.energy/wpcontent/uploads/2016/12/Annual2011_Ukrenergopdf (дата звернення: 25.11.2020).

13. Анализаторы качества электроэнергии – приборы контроля ПКЭ. URL: <https://www.rauta-energy.ru/analizator-kachestva-electroenergii.html> (дата звернення: 25.11.2020).

14. Измерительные приборы SATEC (PM175) URL: <https://satec-global.com/ru/PM175-ru> (дата звернення: 25.09.2020).

15. Методы определения качества электроэнергии URL: <https://pue8.ru/kachestvo-elektroenergii/metody-opredeleniya-kachestva-elektroenergii.html> (дата звернення: 30.09.2020).

16. Анализ методов контроля качества электроэнергии URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=12967> (дата звернення: 02.12.2020).

17. Економічні аспекти автоматизації. URL: <https://bibl.com.ua/fizika/5/index.html> (дата звернення: 05.12.2020).

18. Охорона праці при роботі з комп'ютерною технікою. Журнал Охорона праці та пожежна Безпека URL: <https://oppb.com.ua/content/ohorona-praci-pry-roboti-z-kompyuternoju-tehnikoju> (дата звернення: 05.12.2020).

19. Охорона праці при роботі з ПК URL: <https://lektsii.org/3-115998.html> (дата звернення: 05.12.2020).

20. Основи електробезпеки та захист працівників. URL: https://pidru4niki.com/14210923/bzhd/osnovi_elektrobezpeki_zahist_pratsivnikov (дата звернення: 06.12.2020).