

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр

Освітній рівень

Комп'ютерно-інтегрована система керування електропостачанням

Назва теми

КвРАКІТ.2019054.01.15 ПЗ

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

Шифр, назва

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Шифр, назва

Освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Назва

Виконав:

студент IV курсу, група АКІТ-19-1


Підпис

Максим ШВЕЦЬ

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник


Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер


Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
зав. кафедри автоматизації,
комп'ютерно-інтегрованих
технологій та
робототехніки


Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

«16» червня 2023 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Освітній рівень перший (бакалаврський)

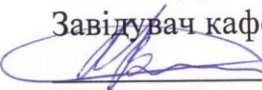
Галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування

Спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітня-професійна програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри АКІТтаР

 Валерій МАРТИНЮК

01.02.2023р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Швець Максим Олегович

1. Тема роботи Комп'ютерно-інтегрована система керування електропостачанням
2. Керівник роботи Корецька Л.О., к.т.н., доцент
Затверджено наказом ректора університету від 01.03.2023р. № 5
2. Строк подання студентом проекту на кафедру: 03.06.2023р.
3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ. Розвиток систем автоматизації та диспетчеризації СЕС. Завдання автоматизованої системи диспетчерського управління енергосистемою. Рівні побудови АСДУ. Висновки
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) 1. Блок-схема. 2. Структурна схема. 3. Локальна обчислювальна мережа АСДУ





Завдання отримав



Керівник



6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагіат	Федула М.В., доцент кафедри АКІТгаР		
Нормоконтроль	Корецька Л.О., доцент кафедри АКІТгаР		

7. Дата видачі завдання 01.02.2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
Вступ	01.03.2023	Виконано
Огляд літературних джерел, аналіз сучасного стану завдання	15.03.2023	Виконано
Основна частина	29.03.2023	Виконано
Завдання автоматизованої системи диспетчерського управління енергосистемою. Рівні побудови АСДУ	12.04.2023	Виконано
Висновки	19.04.2023	Виконано
Оформлення пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи	11.04.2023	Виконано
Оформлення креслень, презентаційних матеріалів	30.05.2023	Виконано
Вступ	03.06.2023	Виконано

Студент


Підпис

Максим ШВЕЦЬ

Ініціали, прізвище

Керівник роботи


Підпис

Людмила КОРЕЦЬКА

Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Комп'ютерно-інтегрована система керування електропостачанням».

Автор роботи: Швець Максим Олегович

Керівник роботи: Корецька Людмила Олександрівна

Пояснювальна записка: 66 с., 12 рис., 2 табл., 3 дод., 43 джерел.

Графічна частина: 3 креслення.

СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ, ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, ЄДИНА АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО ОБЛІКУ, ПРИЛАДИ ОБЛІКУ.

Метою роботи є розробка комп'ютерно-інтегрованої системи керування електропостачанням.

У роботі розглянуто питання автоматизації та диспетчеризації систем електропостачання (СЕС) промислових підприємств, проблеми створення автоматизованих систем з високим ступенем інтеграції в рамках єдиної автоматизованої системи диспетчерського обліку (АСДУ) промислового підприємства. Розглянуто основні проблеми інтеграції технологічного обладнання, що має різнобічну прикладну спрямованість, до єдиної інформаційно-керівної системи диспетчерського контролю. Наведено функціональну структуру, основні характеристики та режими роботи АСДУ на базі контролерів " Continium ". Представлені в роботі рішення автоматизації та диспетчеризації СЕС сьогодні є передовими розробками як зарубіжних, так і вітчизняних виробників.

Підпис студента



Дата

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1 РОЗВИТОК СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЇ СЕС	5
1.1 Телемеханічні та диспетчерські системи управління СЕС.....	5
1.2 Структура АСКОЕ, побудована із застосуванням ПЕОМ.....	9
1.3 Інтегровані системи управління та автоматизація СЕС.....	12
1.4 Висновки до першого розділу.....	18
2 ЗАВДАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОСИСТЕМОЮ:.....	19
2.1 Завдання оперативного контролю та управління (1 група).....	19
2.2 Технологічні завдання (2 група).....	20
2.3 Завдання автоматичного керування (3 група).....	23
2.4 Завдання АСКОЕ (4 група).....	24
2.5 Цілі створення автоматизованої системи диспетчерського та технологічного управління.....	25
2.6 Принципи побудови АСДУ.....	26
2.7 Вимоги до апаратних та програмних засобів АСДУ.....	27
2.8 Організаційна та функціональна структури АСДУ.....	28
2.9 Завдання АСДУ.....	29
2.10 Висновки до другого розділу.....	29
3 РІВНІ ПОБУДОВИ АСДУ.....	30
3.1 АСДУ на рівні ЦДП енергозбуту енергосистеми.....	30
3.2 АСДУ на рівні ПЕМ та РЕМ.....	32
3.3 АСУТП електростанцій та підстанцій.....	34
3.4 Уніфікація технічних та програмних засобів АСДУ.....	36
3.5 Інструментальне забезпечення систем диспетчерського управління.....	37
3.6 Мікропроцесорні засоби автоматизації та диспетчеризації СЕС.....	40

КвРАКІТ.2019054.01.15 ПЗ								
Зм.	Лист	№ докum.	Підпис	Дата		Літ.	Лист	Листів
Розроб.		Швець М.О.	<i>MS</i>	16.06.23	Комп'ютерно-інтегрована система керування електропостачанням			
Перевір.		Корецька Л.О.	<i>KL</i>	16.06.23			2	
Н. Контр.		Корецька Л.О.	<i>KL</i>	16.06.23	Пояснювальна записка	ХНУ, АКІТ-19-1		
Затв.		Мартинюк В.В.	<i>VM</i>	16.06.23				

ВСТУП

Промисловість залишається основним споживачем енергетичних ресурсів, наприклад, у деяких регіонах частка промислового споживання електроенергії досягає 60-65%. У результаті багаторазового подорожчання енергоресурсів частка енергоресурсів у собівартості продукції багатьох промислових підприємств різко зросла і досягла 20-30%, а для більшості енергоємних галузей — 40% і більше. Зі зростанням цін на енергоресурси настав економічно доцільний ліміт споживання в технічних рамках, сформованих кожним підприємством в історії, і виникли проблеми якості та безпеки внутрішнього використання цих ресурсів в основних засобах виробництва. . Висока вартість енергоресурсів і чинники забезпечення безпеки призвели в останні роки до принципової зміни ставлення до організації диспетчеризації в промисловості та інших енергоємних галузях (транспорт і ЖКГ).

Сучасна цивілізована організація виробництва базується на застосуванні автоматизованого приладового обліку, який зводить до мінімуму участь персоналу в стадіях вимірювання, збору та обробки даних і забезпечує облік, що адаптується до різних систем тарифів і планів роботи підприємства. Бухгалтерський облік є комплексним, надає оперативну та достовірну інформацію всім зацікавленим сторонам: енергопостачальникам та їх споживачам, працівникам самого підприємства, службам інженерного контролю та безпеки.

При наявності сучасних автоматичних систем диспетчерського управління (АСДУ) промислові компанії повністю контролюють весь процес споживання ресурсів і мають можливість гнучко переходити на різні тарифні режими за погодженням з енергопостачальниками, тим самим мінімізуючи витрати на електроенергію. А тут є можливість ефективно перерозподіляти

					КвРАКІТ.2019054.01.15	3
		№ докум.	Підпис			

різні ресурси всередині підприємства та контролювати ефективність використання робочого дня співробітниками. При цьому безпека їх роботи забезпечується на більш високому рівні протягом усього робочого дня.

Сьогодні промислові підприємства у сфері диспетчеризації пов'язані з впровадженням сучасних АСДУ, які реалізуються з урахуванням сучасних інформаційних технологій. Багато провідних світових компаній надають інтегровані рішення для планування інженерних послуг, щоб забезпечити життєвий цикл підприємств, використовуючи мікропроцесорні системи та інструменти, мережеве телекомунікаційне обладнання та високопродуктивні робочі станції.

Метою даної роботи є аналіз існуючих автоматизованих та диспетчерських систем енергоспоживання (СЕС), а також моделювання нових інтегрованих рішень для промислових підприємств.

					КвРАКІТ.2019054.01.15	
		№ докум.	Підпис			4

1 РОЗВИТОК СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЇ СЕС

1.1 Телемеханічні та диспетчерські системи управління СЕС

Автоматизована система управління (скорочено АСУ) — це система «людина-машина», яка використовує засоби автоматизації та комп'ютерні технології для збору, передачі та обробки інформації, необхідної для реалізації функції керування для забезпечення ефективної роботи об'єкта.

Якщо комп'ютерна техніка використовується для вирішення складних взаємопов'язаних завдань управління в енергетиці ПП (управління теплопостачанням, водопостачанням, газопостачанням тощо), то таку систему прийнято називати автоматизованою системою енергопостачання (АСУ). При побудові системи управління енергоспоживанням ПП зазвичай використовується аббревіатура АСУ-Електро. Останній може бути розроблений як окрема ізольована система або у складі загальної АСУ-Енерго. Найвищий рівень ієрархії управління бізнесом зазвичай здійснюється за допомогою автоматизованої системи управління бізнесом (АСУ). Кожна система АСУ належить до нижчого рівня ієрархії – технічного процесу АСУ (АСУ ТП) і має ряд специфічних функцій.

У складних системах через відсутність аналітичних інструментів контролю процесу та непередбачуваність усіх можливих режимів роботи повної автоматизації управління підприємством (або його самостійними підрозділами) часто важко досягти. Так, поряд з автоматикою та дистанційним механічним обладнанням певні функції виконують лише люди (оператори), у своїх системах управління вони стають АСДУ.

Основна відмінність цих систем диспетчерського керування від їх автоматизованих аналогів полягає в домінуючій ролі людей (диспетчерів) у

					КвРАКІТ.2019054.01.15	5
		№ докум.	Підпис			

контурі керування. Прийом і передача сигналів управління здійснюється диспетчерами по спеціально організованим каналам і лініям зв'язку. За допомогою дистанційної машини диспетчер отримує інформацію про параметри схеми споживання електроенергії та розташування розподільних пристроїв головної понижувальної підстанції (ГПП). За допомогою цих пристроїв передаються команди з центру управління обстежуваному.

Режими роботи окремих елементів в системі електроспоживання (СЕС) промислового підприємства (ПП) взаємопов'язані. Узгоджена дія всіх цих елементів може бути забезпечена лише тоді, коли найважливіші елементи зосереджені в одному місці (диспетчерському пункті) для стабільного контролю та управління.

У найпростішому випадку адміністративна диспетчеризація може здійснюватися шляхом телефонного зв'язку між диспетчером і обслуговуючим персоналом на віддаленому об'єкті. Під час телефонного спілкування диспетчера з пунктом управління було виграно значний час від моменту необхідності оперативного втручання до виконання.

Крім того, коли розсилка здійснюється лише телефонним зв'язком, існує висока ймовірність того, що інформація не буде отримана або буде недостовірною.

Робота диспетчера буде більш ефективною, якщо інформація про режим роботи елементів системи автоматично надходить від обладнання, встановленого на диспетчерській станції. Крім того, сам диспетчер має можливість змінювати режим роботи керованої системи, надсилаючи сигнали безпосередньо на контрольований об'єкт.

Дистанційне керування можна використовувати, якщо контрольних точок мало і відстань між ними велика. Для цього необхідно перенести апаратуру керування та сигналізації на центральний диспетчерський пункт (ЦДП) (рис. 1.1). У разі великих відстаней між пунктом відправлення та

					КвРАКІТ.2019054.01.15	6
		№ докум.	Підпис			

Телесигналізація (ТС) - це отримання інформації про стан контрольованих і керованих об'єктів, які мають багато можливих дискретних станів. ТЗ повинен забезпечувати передачу сигналів тривоги та екстрених ситуацій, а також забезпечувати відображення стану основних компонентів СЕС на пульті, а також забезпечувати наступні світлові індикатори одночасно:

- становище всіх телекерованих об'єктів;
- становище великих телеприймачів;
- становище нетелекерованих вимикачів ВН на вводах;
- положення секційних шинно-з'єднувальних та обхідних вимикачів;
- становище силових трансформаторів, що у цеха.

Телевимірювання (ТВ) – повинне бути забезпечена можливість вимірювання основних параметрів, що відображають роботу системи, і дозволити належне управління ситуацією. Для телеметрії АСУ-Електро рекомендує вибрати:

- напруга на головних шинах;
- напруга на шинах пункту прийому електроенергії;
- струм на одному з кінців лінії підстанції;
- сумарну потужність, отриману від окремих джерел тощо.

Телеметрія для струму та напруги організовується за викликом, а живлення організовується за типом циклу протягом доби. Телеметрія інтегрального параметра (ТВ) дає можливість сформулювати енергетичний баланс. Крім того, вони використовуються для введення результатів вимірювань в комп'ютерні інформаційні мережі.

Телеметрія поточних параметрів (ТПП) - надає диспетчерам можливість вимірювати ключові електричні параметри, необхідні для керування системою та відновлення після аварії.

Телемеханізація (ТМ) повинна забезпечувати:

- відображення на панелі керування стану та основних елементів;

					КвРАКІТ.2019054.01.15	8
		№ докум.	Підпис			

- передача попереджувальних та аварійних сигналів на пульт;
- Управління основними елементами системи та ін.

В якості технічних засобів ТМ використовується багатоканальна апаратура дистанційного керування виробництва провідних заводів. В якості основного вимірювального обладнання СЕС використовується стандартний вимірювальний трансформатор струму з вихідним струмом 1А або 5А, вимірювальний трансформатор напруги з напругою вимірювальної обмотки 100В, датчики для збору різноманітної технічної інформації.

В умовах зростання цін на електроенергію та необхідності модернізації виробничих потужностей (та їх систем автоматизації) промисловим компаніям необхідно будувати інтегровані рішення, розвиваючи системи автоматизації енергоспоживання (АСКУ) для контролю та управління, побудовані за допомогою персональних комп'ютерів.

1.2 Структура АСКОЕ, побудована із застосуванням ПЕОМ

Одним із головних питань, які виникають при створенні підприємства АСКОЕ, є оптимальний розподіл функцій між загальними та спеціалізованими засобами. Це в кінцевому підсумку визначає конкретний вибір технічних засобів, загальну вартість створення АСКОЕ, функціонування та досягну ефективність.

Крайнім рішенням вищевказаних проблем було б перевантажити багато функцій АСКОЕ на комп'ютер. Повністю централізований збір і обробка даних вимірювань на комп'ютері дозволяє знизити вартість спеціалізованого обладнання, але водночас збільшує вартість кабелів зв'язку, знижує надійність і живучість системи в цілому, робить її проблематичною для метрологічної атестації. На іншому полюсі – конструкція АСКОЕ, повністю заснована на

					КВРАКІТ.2019054.01.15	9
		№ докум.	Підпис			

спеціалізованих засобах. У цьому випадку досягається економія кабельної продукції, успішно вирішується проблема метрології та аутентифікації, забезпечується децентралізований доступ до інформації, але через обмеження функцій системи щодо цілісності даних загальна ефективність АСКОЕ зменшує накопичення інформації, обробку, відображення, документування та аналіз.

Оптимальний спосіб створення підприємства АСКОЕ полягає в узгодженому підборі професійних і загальних засобів з урахуванням їх функціональних можливостей. У зв'язку з цим типова структура централізованого АСКОЕ підприємства складається як з виділеної системи, так і з ПК (рис. 1.2.). Пристрої збору та передачі даних (DDS) виконуються у вигляді мікропроцесорів для утримання виробництва кабелю та моніторингу каналів зв'язку. Структура АСКОЕ конкретного підприємства відрізняється кількістю та типом систем, способами зв'язку тощо, але всі АСКОЕ мають характеристики функцій ПК та системної взаємозалежності.. [1-20]

Сучасні автоматизовані професійні інформаційно-вимірювальні системи електропостачання характеризуються певною кількістю каналів вимірювання та облікових груп, а також регулярними списками енергетичних (потужність, споживання) та службових (непрацюючі канали, відключення електроенергії тощо) параметрів. Дані певних каналів вимірювання одного виду обліку (точок обліку) алгебраїчно агрегуються в групи згідно з схемою АСУ-Енергія на підприємстві. Система накопичує інформацію про фактичне споживання енергії або енергоносіїв (електроенергії, гарячої та холодної води, пари, газу, повітря тощо) за відповідними групами та (або) каналами за певні проміжки часу.

використання для розрахунку потужності або питомих витрат, також можуть використовуватися для економного енергоспоживання (у задачах АСКОЕ).

Основну інформацію про процес енергоспоживання підприємства отримують на основі вивчення групи схем, які всебічно відображають технологічні властивості та динаміку кожного об'єкта (групи) системи електропостачання підприємства. бажано з визначеними графіками та діаграмами, якщо не для кожної облікової групи чи каналу, то для більшості облікових точок, і таким чином, щоб порівняти один з одним (наприклад, щоденний графік завантажень кількох магазинів) загальний прогрес підприємства, тощо), можна вибрати будь-який середньо- та довгостроковий діапазон року.

Основними видами енергетичних параметрів АСКОЕ є плани навантаження, суми поточних витрат і потужностей. Тому збір та накопичення (архівування) інформації вищевказаного розкладу є завданням топового комплексного програмного забезпечення АСКОЕ.

Періодичність процесу збору даних із систем нижчого рівня в ПК визначається, з одного боку, терміновістю вищестоящого завдання, а з іншого – переліком параметрів системи. Для координації часу прийняття рішень на різних рівнях управління використовується проміжна система людино-машинного інтерфейсу (система SCADA). [11-20]

Розглянемо основну структуру системи диспетчерського управління та автоматизації системи електропостачання.

1.3 Інтегровані системи управління та автоматизація СЕС

У сучасних умовах в електроенергетиці Росії (як і в інших країнах) відбувається поступове злиття різних систем автоматизації: АСКОЕ, АСДУ та

АСУ ТП, та створення на їх базі інтегрованих автоматизованих систем управління (ІАСУ).

Інтегрована АСУ є логічним продовженням вертикальної інтеграції АСУ на всіх етапах виробництва (споживання) електроенергії. Основною метою створення таких систем є подальше підвищення ефективності технології електростанцій та програмного забезпечення засобів автоматизації та диспетчеризації для покращення техніко-економічних показників, підвищення якості та надійності електропостачання електростанцій.

Реформування електроенергетики Росії вимагає створення комплексної ієрархічної системи управління: Автоматичної системи вимірювання індексу електроенергії (АСІЕ), Автоматизованої системи обліку споживання та продажу електроенергії (АСУПСЕ), Диспетчерського управління кондиціонуванням повітря (АСДУ), Контролю кондиціонування повітря та управління споживанням електроенергії. (АСКУЕ).

Головною особливістю економічного методу управління є розгляд електроспоживання як основної ланки управління ринком електроенергії. Цей ринок, у свою чергу, являє собою сукупність реальних технічних процесів (виробництво, передача, розподіл і споживання електроенергії), обліково-фінансових процесів споживання електроенергії і навіть політичних процесів держав і суспільств. Ці фактори повинні лягти в основу створення і розвитку російського ринку електроенергії. Крім того, функціонування такого ринку було б неможливим без створення інтегрованих систем управління електроенергією на основі систем АСКОЕ, АСКОЕ, АСУ ТП. Це потребує чіткого розмежування функцій зазначених систем у рамках єдиної системи енергоменеджменту.

Комплексна система управління електроенергією в ринкових умовах повинна охоплювати всі рівні та етапи управління від виробництва до реалізації — від фізичного потоку електроенергії до фінансово-економічних

на електроенергію (що відображає зовнішні непрямі впливи на управління споживанням);

- контроль режиму споживання електроенергії - за параметрами споживання, які використовуються для розрахунків зі споживачами;

- прийняття управлінських рішень щодо регулювання споживання та доведення їх до системи управління виробництвом та розподілом енергії.

Управління системою АСДУ здійснюється на технічному рівні (рівень процесу та рівень підключення). Його основні функції:

- Управління та регулювання споживання на основі виконання розпоряджень від Системи управління економікою (АСКОЕ) або через виконання зовнішніх директив;

- Забезпечувати надійне електропостачання шляхом автоматичного вимірювання (контролю) технічних параметрів електроенергії (I, U, W, P) та автоматичного перемикавання ланцюгів і вироблення електроенергії або шляхом здійснення управління на розширеному командному рівні.

Система АСУПСЕ виконує такі функції:

- облік та накопичення економічних показників споживання - спожитої енергії та електроенергії, їх відповідної вартості та фактичної оплати;

- взаєморозрахунки шляхом контролю платежів безпосередньо з постачальниками і споживачами та фінансовими установами;

- Підготовка вихідної інформації щодо економічних параметрів споживання електроенергії для прийняття рішень споживачами та постачальниками.

Система АСУЕ здійснює вимірювання та контроль параметрів електроспоживання для розрахунків із споживачами (споживаної енергії та потужності).

Розподіл функцій подібним чином (рис. 1.3) між системами АСІЕ, АСУПСЕ, АСКОЕ та АСДУ дозволяє створити замкнутий контур керування

на додаток до економічного управління споживанням та виробництвом електроенергії. Таким чином, може бути забезпечено оптимальне управління споживанням електроенергії, яке найкраще враховує (збалансовує) інтереси виробників і споживачів в умовах ринків електроенергії, що розвиваються.

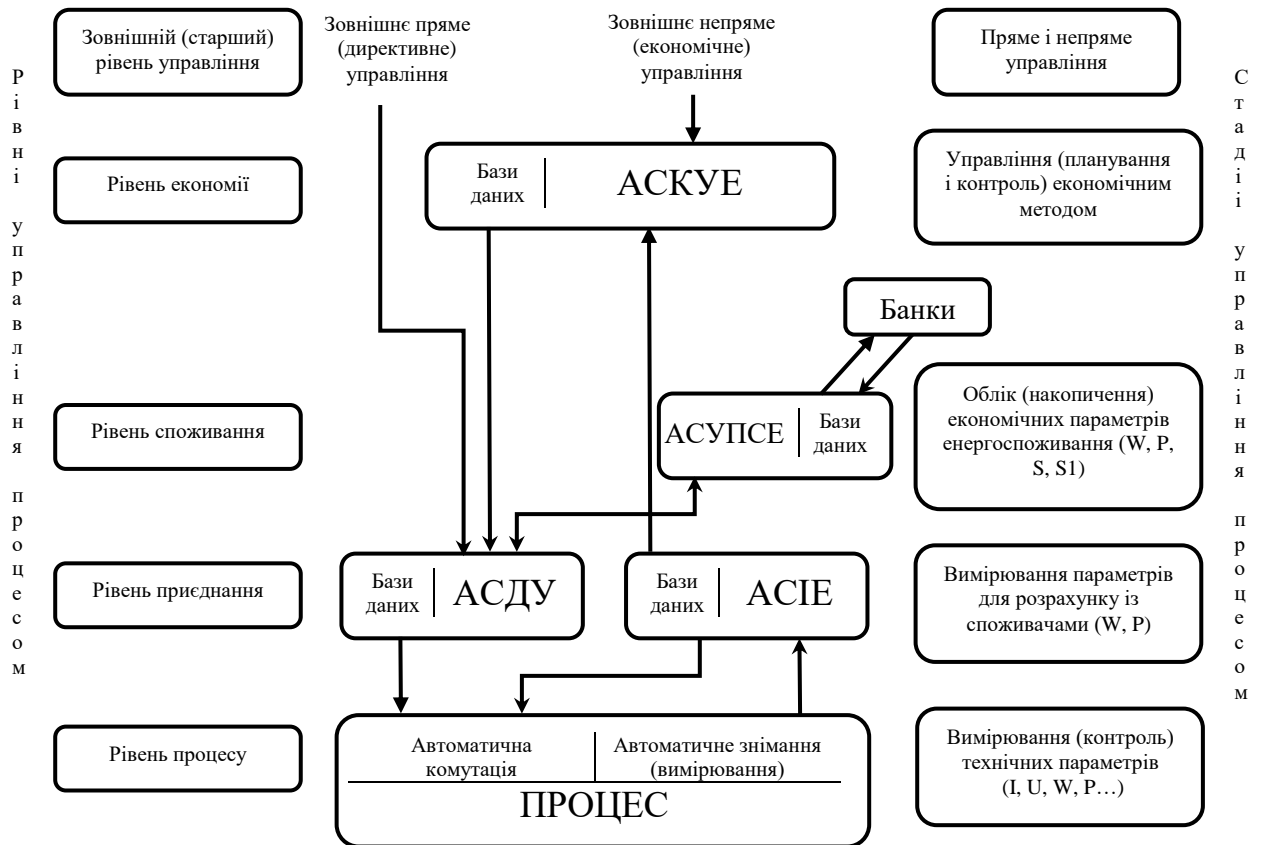


Рисунок 1.3 - Структурна схема функціональної взаємодії АСІЕ, АСУПСЕ, АСДУ та АСКОЕ при керуванні процесом енергоспоживання

АСДУ проводить вимірювання параметрів енергоспоживання в точці підключення споживачів та постачальників. АСУПСЕ перетворює та групує параметри споживання електроенергії в економічні параметри для конкретних споживачів і постачальників, контроль виставлення рахунків і платежів, їх облік (накопичення) та аналіз.

АСДУ є виконавчим органом безпосереднього управління (підпорядкованим системі керування економічного рівня) комутацією та генерацією, тобто. На рівні процесу та прикріплення. [18-20]

АСКОЕ має виконувати дві функції одночасно:

- оперативний контроль і управління для підтримки заданої схеми споживання (кривої);
- формування нових оптимальних моделей споживання на основі реальних економічних параметрів споживання та цін на електроенергію та управління переходом до нових моделей споживання за необхідності.

Слід зазначити, що автоматизована система контролю та обліку електроенергії (або контролю, обліку та управління енергоспоживанням) може бути побудована як група систем АСІЕ, АСУПІСЕ та АСДУ. Їх використання можна і потрібно розглядати як етап впровадження інтегрованої системи економічного управління енергоспоживанням (АСУ-Енерго).

Організація та технологія інтеграції енергетичних систем АСУ була створена на основі АСУ, як функція її природного розвитку, з багатьма характеристиками, зокрема наявністю: багатомашинного оперативного інформаційного керуючого комплексу (ОІУК); системою збору оперативно-диспетчерської та організаційно-економічної інформації; розгалуженою мережею периферійних пунктів збору та обробки інформації; АСУ різного призначення, автоматизованих систем диспетчерського (АСДУ) та організаційно-економічного управління (АСОУ), АСУ технологічними процесами, АСУ енергетичними компаніями та підприємствами.

Об'єктивні труднощі у створенні такої єдиної системи АСКОЕ включають триваючий процес реформування електроенергетики, розвиток ринків електроенергії, недостатню законодавчу базу та відсутність достатніх інвестицій у галузь.

1.4 Висновки до першого розділу

В розділі наведено опис розвитку систем автоматизації та диспетчеризації систем енергоспоживання (СЕС). Проведено аналіз телемеханічних та диспетчерських системи управління СЕС. Описана структура АСКОЕ, побудована із застосуванням ПЕОМ. Наведені переваги і недоліки інтегрованих системи управління та автоматизація СЕС.

					КвРАКІТ.2019054.01.15	
		№ докум.	Підпис			18

2 ЗАВДАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОСИСТЕМОЮ

Завдання оперативного контролю та управління вирішуються на різних інтервалах часу в процесі, збираючи дані з каналів зв'язку з об'єктами, забезпечуючи створення та підтримку баз даних у режимі реального часу, надаючи інформацію для технічних завдань та автоматизованих завдань управління. Технічні завдання вирішуються на основі обробки та аналізу даних реального часу та даних IBD. У комплексі АСДУ функціональне та оперативне управління режимно-технічними завданнями ОБК (SCADA), повністю адаптоване до особливостей і умов Росії, повинно здійснюватися в онлайн-режимі на основі єдиної інформації. Завдання автоматизованого управління вирішуються на основі обробки та аналізу даних у режимі реального часу.

Джерелами інформації для АСДУ можуть бути: параметри ручного введення; дистанційна техніка та обладнання РЗА; комплекси АСУ для електростанцій і підстанцій; системи обліку енергоресурсів; інтегровані бази даних енергопідприємства. [21-30]

2.1 Завдання оперативного контролю та управління (1 група)

Вирішувати задачі оперативного управління на основі програмно-технічних засобів оперативно-інформаційного керуючого комплексу у рамках двох підсистем: інформаційно-управляючою (ІУП) та інформаційно-обчислювальною (ІОП). Основним призначенням ІУП є збір, первинна обробка та відображення інформації про поточний режим, а також контроль прийнятності режиму та стану елементів енергетичної установки. Завдання

					КвРАКІТ.2019054.01.15	19
		№ докум.	Підпис			

IVP включають складні розрахункові функції, які допомагають операторам розраховувати допустимість нормального та післяаварійного режимів, ремонтні програми, перемикання, оцінювати робочий стан електричних і теплових мереж і електростанцій, визначати відстані до місць пошкодження, навантаження та оперативне прогнозування. контролю енерго- та енергоспоживання, оперативного розрахунку та оптимізації електричного та теплового режимів, діагностики основного обладнання. У частині телекомунікаційної обробки вирішуються такі завдання:

– прийом телеметричних та електричних сигналів по каналах зв'язку, контроль надійності, відновлення недостовірних даних, обчислення інтегралів, посередництво, граничний контроль;

- архівування;

- контролювати стан системи збору інформації та формувати статистику роботи різних елементів системи збору;

- управління пультом управління;

- передача телевізійної інформації іншим органам управління.

У розділі «Інформація про планування» необхідно вирішити такі завдання:

– передача телеметричних даних в архіви та інформацію;

– передача інтегралів і середніх телеметричних даних до архіву та інформації;

- прийом і передача даних по каналу міжрівневого обміну;

- детальний розрахунок інформаційних даних диспетчеризації;

- сформувати файл звіту потрібної структури.

2.2 Технологічні завдання (2 група)

Технічні завдання вирішуються в рамках підсистем:

					КвРАКІТ.2019054.01.15	20
		№ докум.	Підпис			

- планування та управління технічними завданнями;
- схемне планування.

Підсистема завдань технології диспетчерського керування включає завдання автоматизації функцій диспетчера:

- формування та ведення оперативно-розрахункових схем електричних і теплових мереж;
- зберегти журнал роботи диспетчера;
- збереження операційних документів;
- автоматичний розгляд запитів на диспетчеризацію;

Підсистема шаблонного планування включає завдання:

- прогнози навантаження на типові періоди;
 - оцінити інституційні наслідки введення в експлуатацію нових об'єктів та підключення їх до електричних та теплових мереж;
 - розробка та налагодження нормальних та ремонтних режимів роботи обладнання;
 - розрахунок втрат енергії в мережах і електростанціях,
 - аналіз та прогнозування надійності, якості електропостачання;
 - розрахунок питомих витрат палива і витрат на виробництво енергії для електростанцій.
- Режимно-технологічні завдання оперативного управління включають:

- відстеження стану топології електричної мережі енергосистеми за даними ТІ та ТЗ;
- контроль правильності роботи телевимірювальної системи на основі порівняння фактичних та оцінених значень телевимірюваних режимних параметрів;
- оцінити надійність діючої системи та надати рекомендації щодо покращення;
- оптимізувати поточний електричний стан енергосистеми та надати

рекомендації щодо зменшення втрат активної потужності;

- внутрішньодобова корекція моделей енергосистеми на основі активної потужності;

- режими можуть перевірятися на реальні дані для оцінки прийнятності певних рішень, прийнятих диспетчером;

- диспетчерів можна навчати на основі даних у реальному часі.

Сфери інституційних технічних завдань для короткострокового планування включають:

- короткострокове прогнозування загального навантаження енергосистеми та її підрозділів на основі фактичного навантаження, що зберігається в диспетчерській інформації:

- розрахунок короткострокового балансу потужності енергосистеми;

- оптимальний розподіл навантаження між електростанціями енергосистеми;

- складання розрахункової схеми та вузлові навантаження для короткострокового планування режимів енергосистеми;

- розрахунок та оптимізація короткочасних режимів електроенергії енергосистем на основі мінімальних втрат і дотримання заданих обмежень;

- оцінка модельної надійності короткочасних механізмів формування енергосистеми;

- визначення короткострокового планового значення техніко-економічних показників роботи енергосистеми;

- обробка та вивчення контрольних вимірювань;

- визначення характеристик статичного навантаження;

- прогнозування навантажень вузлів мережі в характерні періоди;

- розрахунок плавких вставок для запобіжників, встановлених на трансформаторах;

- оцінити регуляторні наслідки впровадження нових потужностей та їх

підключення до мережі;

- формування та коригування планів нормалізації та відновлення мережі;

- розробка типової програми технічного обслуговування;

- розрахунок, аналіз та прогнозування надійності схеми електропостачання;

- розрахунок, аналіз та прогнозування якості електромережі;

- розрахунок, аналіз, нормування та прогнозування втрат електроенергії в електромережі.

2.3 Завдання автоматичного керування (3 група)

Ці завдання включають:

- автоматичне керування електростанціями (котлами, паровими турбінами, генераторами тощо);

- автоматичне керування пристроями регулювання напруги та реактивної потужності;

- автоматичне керування основними комутаційними апаратами для локалізації аварії та відновлення електропостачання (автоматичне перевключення (АПВ), автоматичне перемикання частоти (АЛР), автоматичне введення резерву (АВР), автоматична сегментація мережі тощо);

- автоматичне керування основними комутаційними апаратами для оптимізації встановленої схеми електромережі;

- релейний захист мережі.

Особливістю даного комплексу завдань є те, що вони вирішуються в автоматичному режимі відповідним обладнанням (локальним і АСУ ТП) без участі людини.

					КвРАКІТ.2019054.01.15	
		№ докум.	Підпис			23

2.4 Завдання АСКОЕ (4 група)

Підсистема АСДУ має бути розгорнута на всіх рівнях:

- рівень енергозбуту;
- рівень підприємств електричних мереж (ПЕМ) – відділення енергозбуту;
- рівень районів електричних мереж (РЕМ) - ділянка енергозбуту;
- рівень енергооб'єктів (ТЕЦ та підстанції).

Функції та завдання АСКОЕ включають формування та передачу даних про виробництво та споживання електроенергії, а також витрати палива для диспетчерського управління роботою енергосистеми (ОДП) та вирішення завдань збуту.

АСКОЕ спрямована на автоматизацію розрахунків і технічного обліку виробництва та споживання електроенергії на основі достовірної інформації щодо забезпечення обліку, контролю потужності та енергетичного балансу, контролю та управління структурою споживання електроенергії, а також керування навантаженням користувачів. Автоматизація обліку споживання електроенергії вирішує проблеми комерційного обліку ціни на електроенергію та диференціації ціни на електроенергію, мультитарифності, а також задачу отримання об'єктами енергетики точного та достовірного балансу електроенергії в межах одного часового відрізка.

В основу створення системи АСКОЕ покладено наступні основні принципи:

- дані, отримані з лічильників споживання електроенергії (рівень підстанції) як вихідна інформація для системи;
- система створюється як система бухгалтерського обліку, що використовує один і той же комплекс технічних засобів ведення бухгалтерського та технічного обліку;

					КвРАКІТ.2019054.01.15	24
		№ докум.	Підпис			

- збір, попередня обробка, зберігання і видача інформації про потужність і потужність об'єкта за допомогою спеціалізованих інформаційно-вимірювальних систем або пристроїв збору і передачі даних;

- інформація про електроенергію та потужність, вироблену об'єктами енергетики та циркулюючу в АСКОЕ, пов'язана з астрономічним часом або синхронізована в межах об'єктів енергетики;

- системи збору та передачі інформації АСКОЕ використовують встановлені системи зв'язку, де це можливо.

2.5 Цілі створення автоматизованої системи диспетчерського та технологічного управління

Система автоматизації диспетчерсько-технічного управління являє собою багаторівневий програмно-технічний комплекс, що включає засоби збору інформації, канали зв'язку, персональні комп'ютери та процедури обробки. ASDU дозволяють:

- забезпечувати диспетчерсько-диспетчерський персонал, енергопостачання, енергомоніторинг, управління енергосистемою та мережевими компаніями оперативною інформацією щодо поточних прогнозних та ретроспективних моделей;

- ефективний контроль за поточним режимом енергосистеми;

- підвищення ефективності рішень, що приймаються диспетчерами;

- підвищення якості та надійності електропостачання;

- оперативний та поточний контроль балансів електроенергії та електроенергії, вдосконалення планування внутрішньодобових та поточних режимів;

- максимізація прибутку та економія електроенергії шляхом оптимізації

					КвРАКІТ.2019054.01.15	25
		№ докум.	Підпис			

системи управління;

- якнайшвидше ввести в промислову експлуатацію найсучаснішу комп'ютерну техніку та прикладне програмне забезпечення. [31-32]

2.6 Принципи побудови АСДУ

Розробка АСДУ базується на таких принципах:

– функціональна цілісність - система повинна забезпечувати виконання всіх функцій, необхідних для автоматизації об'єкта управління;

– структурна гнучкість – можливість досить швидкого корегування під мінливі умови експлуатації об'єкта керування;

– відкритість – має бути забезпечена можливість додавання нових функціональних систем;

– живучість - здатність підтримувати працездатність системи при виході з ладу окремих елементів системи;

– гармонізація – максимальне використання стандартного програмного забезпечення системної інженерії та сумісність системи з міжнародними стандартами для подальшого розвитку та включення міжрівневих регіональних обчислювальних мереж;

– розподіл обробки інформації в неоднорідних обчислювальних мережах;

– розробка типових рішень для «пілотних» проектів і їх подальше застосування на інших об'єктах;

– успадкування системи АСДУ, яка в даний час обслуговується електричною системою, що дає можливість спільного управління наявним на електрооб'єкті обладнанням керування (дистанційними машинами, релейним захистом і автоматикою) та впровадженою мікропроцесорною системою з

					КвРАКІТ.2019054.01.15	
		№ докум.	Підпис			26

подальшою заміною застарілого обладнання;

- сумісність інформації на різних рівнях управління.

2.7 Вимоги до апаратних та програмних засобів АСДУ

АСДУ повинні відповідати таким вимогам:

- використовувати сучасні мікропроцесорні термінали та контролери з необхідною реакцією: на електричні процеси - не більше 1-5 мс, на термомеханічні процеси - не більше 250 мс;

- можливість передачі даних від контролерів з часовими мітками та дистанційних механічних пристроїв (для розрахунку балансу енергії та потужності та реєстрації аварійних процесів);

- збільшена швидкість передачі даних по віддалених механічних каналах;

- можливість використання стандартних мереж промислових контролерів і застосування контролерів у цих мережах;

- використання стандартів Міжнародної електротехнічної комісії (МЕК);

- за допомогою стандартної локальної комп'ютерної мережі;

- Використовувати стандартні операційні системи, типові структури реляційних баз даних;

- забезпечити необхідну точність і реагування на інциденти під час звичайних і надзвичайних ситуацій.

АСДУ повинна мати відкриту мережеву архітектуру, яка забезпечує високу гнучкість як у конфігурації її обладнання, так і в загальності пакетів програмних функцій. Він побудований з урахуванням багатопроцесорних систем управління, поєднує локальні і регіональні обчислювальні мережі, має в своєму складі потужні комп'ютери.

					КвРАКІТ.2019054.01.15	27
		№ докум.	Підпис			

Інтегрована база даних застосовується до всіх рівнів АСДУ, яка включає SQL-сумісну базу даних і базу даних реального часу для досягнення єдиного інформаційного простору.

База даних повинна гарантувати необхідну цілісність, повноту і надійність зберігання інформації.

2.8 Організаційна та функціональна структури АСДУ

АСДУ – це комплекс комплексів АСДУ ЦДП ВАТ-Енерго, АСДУ ПЕМ і РЕМ, АСУТП для електростанцій і підстанцій, систем АСКОЕ, що обмінюються інформацією по дистанційним механічним каналам або через ЦКІ (Обмін інформацією). За територіальним принципом утримання та управління об'єктом АСДУ можуть бути реалізовані три або чотири рівні управління:

1. Рівні обслуговування та сектори АТ-Енерго та Енергорозподіл (АТЕ, Енергорозподіл).

два. Рівень мережевого підприємства (ДП ПЕМ, Сектор розподілу електроенергії).

3. Рівень зони електро- та теплової мережі (ДП РЕМ, ділянка розподілу електроенергії). Великі електромережеві підприємства поділяються на райони.

По-четверте, рівень енергетичних об'єктів (електростанції, підстанції).

Під керуванням спеціального комп'ютера кожен рівень АСДУ функціонує з урахуванням локальної або регіональної комп'ютерної мережі.

					КвРАКІТ.2019054.01.15	28
		№ докум.	Підпис			

2.9 Завдання АСДУ

Загалом повноваження АСДУ повинні бути подібними до повноважень усіх енергетичних компаній (окрім «Розподілу енергії», де є лише повноваження АСКОЕ). Це один із основних принципів побудови єдиної вертикальної АСДУ АТ-Енерго. АСДУ включає наступні групи завдань:

- завдання оперативного контролю та управління;
- технічні завдання;
- завдання автоматичного контролю;
- Завдання з контролю та обліку електроенергії.

2.10 Висновки до другого розділу

У розділі визначені завдання автоматизованої системи диспетчерського управління енергосистемою. Встановлені завдання оперативного контролю та управління. Описані технологічні завдання. Визначені завдання автоматичного керування, завдання АСКОЕ. Описано цілі створення автоматизованої системи диспетчерського та технологічного управління. Було розроблено принципи побудови АСДУ. Запропоновані вимоги до апаратних та програмних засобів АСДУ, організаційна та функціональна структури АСДУ, а також завдання АСДУ.

					КвРАКІТ.2019054.01.15	
		№ докум.	Підпис			29

3 РІВНІ ПОБУДОВИ АСДУ

3.1 АСДУ на рівні ЦДП енергозбуту енергосистеми

Комплекс може бути побудований на основі клієнт-серверної моделі з використанням таких стандартів відкритої системи:

- Ethernet;
- DECnet, IPX, TCP/IP;
- Windows NT (для ПК і клієнтських робочих станцій).

Комплекс може включати підтримку розподілених баз даних SQL (для завдань ASDU і PCB).

До складу технічних засобів, необхідних для виконання комплексу функцій, входять:

- два базові сервери АСДУ, що виконують функції оперативно-інформаційного комплексу та організаційного оперативного управління;
- два комунікаційних сервера ASDU, які виконують комунікаційні функції нижчого рівня. На першому етапі ці сервери будуть підключені до КП та АСУ нижнього рівня внутрішнього телемеханічного комплексу, встановленого в енергосистемі;
- клієнтська частина з урахуванням персональних комп'ютерів та графічних робочих станцій;
- АРМ користувача;
- комп'ютерні мережі, які забезпечують локальне та віддалене підключення кінцевих користувачів;
- система зв'язку, що забезпечує зв'язок віддалених локальних комп'ютерних мереж через АТС і виділені канали зв'язку для забезпечення обміну з АСУ РАВ та іншими АСУ даного класу;
- контролер пульта управління. Реалізація людино-машинного

					КвРАКІТ.2019054.01.15	
		№ докум.	Підпис			30

енергосистеми;

– своєчасний контроль за виконанням умов укладених договорів купівлі (продажу) електроенергії та потужності. [33-36]

3.2 АСДУ на рівні ПЕМ та РЕМ

Для мережевих компаній немає рівня РЕМ. Функції, які виконуються АСДУ РЕМ і РЕМ, фактично однакові. Експлуатація та диспетчерське управління розподільчою мережею РЕМ за допомогою виділених РЕМ децентралізовано.

На основі єдиного інформаційного забезпечення в рамках локальної обчислювальної мережі робочі місця відділів і служб на базі ПЕМ і РЕМ створюють АСДУ підприємств і мережевих зон. На цьому рівні реалізована інтеграція завдань управління диспетчеризацією роботи підсистеми АСДУ РЕМ і РЕМ.

Інтеграція відбувається у двох напрямках:

- злагоджене вирішення завдань в кожній підсистемі АСДУ на різних рівнях - від енергооб'єктів до ТЕМ і РЕМ;
- організація взаємодії з різними підсистемами на цьому рівні (АСКОЕ, електропостачання).

На початковому етапі робочі місця відділів і служб працюють автономно. На наступному етапі інтеграції та створення ЛОМ узгодженість інформації забезпечує Інтегрована база даних (ІБД). У деяких випадках можлива автономна робота над певними завданнями за умови узгодженості інформації.

На рівні РЕМ і РЕМ АСДУ вирішуються такі завдання:

- щодо інформаційно-керуючої підсистеми (ІУП) - контроль і

					КвРАКІТ.2019054.01.15	32
		№ докум.	Підпис			

представлення мережі, реєстрація Т1, Т3, додатковий розрахунок і контроль параметрів моделі, накопичення даних в реальному часі, щоденне інформування, дистанційне управління;

- за даними інформаційно-розрахункової підсистеми (ІВП) - надійність Т1, Т3, оцінка стану мережі, формування та контроль балансу потужності та енергії, розрахунок роботи та оптимізація режиму розподільної мережі, розрахунок потужності та втрат енергії тощо;

- технічні завдання з диспетчерського управління - формування та ведення схем роботи електромережі, ведення диспетчерських операційних журналів, ведення операційної документації, автоматичний перегляд диспетчерських заявок, формування та ведення баз даних таблиці комутації;

- планування підсистем за моделлю - обробка контрольних вимірювань, розрахунок мережевих моделей, розрахунок ТКЗ, розрахунок уставок захисту, постановка схем обслуговування, прогноз навантаження, аналіз і прогноз надійності;

- за підсистемою автоматичного керування - регулювання та автоматичне регулювання реактивної потужності, автоматичне керування первинними комутаційними апаратами.

До складу технічних засобів, необхідних для виконання комплексу функцій, входять:

- два базові сервери АСДУ, що виконують функції оперативно-інформаційного комплексу та організаційного оперативного управління;

- два сервери зв'язку АСДУ, що виконують функції зв'язку з нижнім і верхнім рівнями. На першому етапі ці сервери будуть підключені до КП та АСУ нижнього рівня внутрішнього телемеханічного комплексу, встановленого в енергосистемі;

- клієнтська частина ПК і графічної робочої станції - Автоматизована робоча станція користувача (АРР);

					КвРАКІТ.2019054.01.15	33
		№ докум.	Підпис			

– комп’ютерні мережі, які забезпечують локальне та віддалене підключення кінцевих користувачів;

– система зв’язку, що забезпечує зв’язок з дистанційною локальною комп’ютерною мережею через комутацію та виділені канали зв’язку для забезпечення комутації з іншими СКУД класу;

- контролер управління диспетчерським щитом. Реалізація людино-машинного інтерфейсу в комплексі здійснюється через АРМ користувачів, що функціонують на ПЕОМ у локальній мережі. Передбачаються такі АРМ:

- АРМ керівництва ПЕМ та РЕМ;
- АРМ користувачів у службах та відділах;
- АРМ диспетчера розподільчої мережі;
- АРМ інженера за режимами.

Підсистема АСКОЕ на рівні РЕМ виконує такі основні завдання:

- збір даних про потужність і потужність;
- передача даних про електроенергію до АСКОЕ Енергопостачання;
- передача електроенергії та даних про електроенергію до АСДУ ПЕМ та ПЕМ для вирішення технічних, організаційних та інформаційних завдань.

3.3 АСУТП електростанцій та підстанцій

АСУ ТП станцій і підстанцій здійснюється на базі терміналів МП РЗА і програмованих контролерів. Така система управління повинна гарантувати, що:

- інформаційні функції, включаючи збір аналогової та дискретної інформації про моделі обладнання та технічні параметри;
- реєструвати події та процеси в аварійному режимі;
- обробка, накопичення та архівування інформації;

- ведення бази даних в реальному часі;
- подання графічної інформації у вигляді діаграм, діаграм тощо;
- функції управління, включаючи управління розподільними пристроями, регулювання та ін.;
- діагностика роботи обладнання, визначення ресурсу роботи, тепловізійний контроль та ін.;
- діагностика технічних засобів АСУ ТП;
- прийом і передача інформації на різні рівні управління та пов'язані з ними підсистеми (АСКОЕ);
- реалізувати функції релейного захисту та автоматики. Поєднання контролерів і терміналів РЗА дозволяє створити гнучку систему АСУ ТП з різними конфігураціями та з урахуванням особливостей різних підстанцій.

До складу технічних засобів, необхідних для експлуатації АСУ на електростанціях і підстанціях, входять:

- базовий сервер АСУ (зберігається на ТЕЦ), який виконує функції оперативного інформаційного комплексу та організаційного оперативного управління;
- два сервери зв'язку АСУ (на малій підстанції, інтегрованій з базовим сервером), що виконують функцію зв'язку з обладнанням підпорядкованих АСУ ТП, рівня РЕМ або РЕМ, інших АСУ (АСКОЕ) цього рівня;
- клієнтська частина ПК і графічної робочої станції - Автоматизована робоча станція користувача (АРМ);
- комп'ютерна мережа, яка забезпечує локальне та віддалене підключення кінцевих користувачів.

Робочі станції для користувачів станцій АСУ ТП і великих підстанцій з фіксованими операторами будуються з урахуванням ІВМ-сумісних ПК, офісних або промислових реалізацій, які можуть працювати автономно або в складі локальної мережі. На невеликих необслуговуваних підстанціях можна

використовувати портативні комп'ютери.

Надаються наступні АРМ:

- користувачі АРМ в службах і підрозділах (СРЗА, СТМіС, ОАСУ);
- зброя чергового оператора.

Підстанційні та підстанційні підсистеми АСКОЕ виконані на базі лічильників електроенергії та пристроїв збору та передачі інформації (ПЗІ).

USPD вирішує такі основні завдання:

- збирати дані про потужність з лічильників електроенергії;
- передача силових даних в АСКОЕ РЕМ або ТЕМ;
- передача даних про електроенергію в АСУ на станціях і підстанціях для вирішення технічних, модальних та інформаційних завдань.

3.4 Уніфікація технічних та програмних засобів АСДУ

В даний час застосування систем АСДУ в основному обмежується встановленням автономних дистанційних механічних комплексів різних виробників.

Електростанції та підстанції, ПЕМ, ПЕМ та всі служби енергосистеми різко зросли потреби в інформаційному забезпеченні, що призвело до необхідності заміни встановлених та впровадження нових підсистем АСДУ на всіх рівнях – від рівня АСУ ТП підстанції до Рівень АСДУ енергосистеми. Підсистеми АСДУ, що виконують однакову функцію керування (живлення, АСКОЕ) на всіх рівнях, повинні відповідати наступним вимогам:

- функціональної завершеності;
- гнучкості структури;
- відкритості;
- спадкоємності;

- інформаційної сумісності.

Такий підхід до вибору єдиного базового програмного забезпечення дозволить:

- уніфікувати АСДУ рівня РЕМ та ПЕМ;
- уніфікувати АСУ рівня електростанцій та підстанцій;
- розробити бібліотеки програмних модулів, які розширюють можливості базового комплексу;
- знизити поодинокі витрати на розробку та впровадження АСДУ;
- організувати централізовану підтримку впровадження та експлуатації підсистем АСДУ.

Для ефективної роботи кожної підсистеми необхідна тісна взаємодія між підсистемами АСДУ. Однак особливість базових наборів і суттєво відмінні показники надійності (включаючи зручність використання) роблять непрактичним або ускладнюючим реалізацію всього комплексу ASDU на основі єдиної апаратно-програмної платформи. Важливим завданням є забезпечення двонаправленого інтерфейсу між підсистемами на основі програмного забезпечення середнього рівня (шлюзів), які працюють за стандартними мережевими протоколами всіх рівнів, серед яких можна виділити Windows протоколів ODBC, DDE, COM (OLE) протоколів Web-версії, та інші відкриті протоколи. Наприклад, OPC.

3.5 Інструментальне забезпечення систем диспетчерського управління

Система диспетчерського управління побудована як відкрита система, а програмне та апаратне забезпечення відповідає міжнародним стандартам, щоб забезпечити прийняття найкращого рішення, яке відповідає потребам як споживачів, так і виробників систем автоматичного керування. Їх відмінною

рисуою є жорстка функціонально-часова прив'язка до технічного циклу (обладнання) виробництва, передачі, розподілу та споживання електроенергії, що визначає підхід до створення відкритих АСКОВЕ та АСДУ.

Основою архітектури (платформи) системи, що розглядається, має бути базовий продукт – система диспетчерського управління та збору даних (СДУСД), а також модулі прикладного програмного забезпечення. Цей підхід забезпечує різноманітність (масштабованість) і гнучкість (розширюваність) при побудові автоматизованих систем керування на одній платформі — від однокористувацьких систем на базі персонального комп'ютера (ПК) до панелей керування (на підстанціях малого та середнього розміру) до багатокористувацьких системи на базі виділених серверів і робочих станцій. У першому випадку мова йде про одноступінчасту СКУД, а в другому – про дворівневу та багаторівневу архітектури СКУД.

Архітектура відкритої АСУ повинна чітко розділяти функції, які виконують окремі сервери. У той же час критичні за часом функції можуть бути реалізовані на двох наборах серверів (основному та резервному), тоді як менш критичні функції можуть бути реалізовані на одному сервері. Ця гнучка та ефективна схема резервування повністю гарантує високу надійність роботи СКУД.

Інформація в СДУСД повинна надходити через сервер збору даних і сервер зв'язку. Сервер збору даних зв'язується з локальним блоком керування, встановленим на підстанції, а сервер зв'язку – з іншими центрами керування.

Для того, щоб полегшити створення та модифікацію (розширення) СДУСД відповідно до унікальних вимог замовників, програмне забезпечення повинно бути виконано у вигляді окремих модулів зі стандартними інтерфейсами. Сучасний рівень програмування передбачає орієнтацію на робочі станції та сервери фірм "Sun" та "IBM" та такі виробничі стандарти, як POSIX (для операційної системи UNIX), X.25 та TCP/IP (для мережевих

комунікацій), Ethernet (для локальних обчислювальних мереж), X Window System та OSF/Motif (для людино-машинних інтерфейсів), ORACLE RDBMS CS Q L2 (для роботи з базами даних), ISO/OSI (для протоколів обміну), C++ та PASCAL (для мов програмування) .

Використання високопродуктивних робочих станцій і серверів, розподіленої комп'ютерної бази даних і розвитку людино-машинного інтерфейсу у відкритій СДСУДС забезпечують максимальну зручність для роботи операторів і оптимальне виконання ними своїх функціональних обов'язків з управління технічним обладнанням. [37]



Рисунок 3.1 - Масштабована архітектура СДСУДС

Розширювана архітектура Open SDSU не тільки надає їм можливість необмеженого зростання (шляхом додавання великої кількості робочих станцій і серверів для підтримки сотень абонентів, сотень тисяч цифрових і аналогових точок передачі та мільйонів розподілених цифрових і аналогових точок), і на основі яких також можуть бути створені (розроблені) системи

управління виробництвом енергії, системи управління енергією, системи управління розподілом енергії та системи управління навантаженням (шляхом додавання серверів і програмних модулів для досягнення відповідних функцій) (рис. 3.1).

Для досягнення поставлених цілей необхідна автоматизація системи управління з використанням сучасних технологій та мікропроцесорних засобів автоматизації.

3.6 Мікропроцесорні засоби автоматизації та диспетчеризації СЕС

Програмно-апаратна реалізація системи автоматизації електропостачання має багато характеристик, в основному від необхідного розподілу, швидкості та параметрів обладнання зв'язку з об'єктом.

Виходить, що на ППК сигнали виводяться з усіх датчиків - блокових, групових, локальних. Там розміщують контрольно-вимірвальну апаратуру, засоби захисту, регулятори, ключі управління. Відповідно до цього формується структура системи автоматизованого керування, коли на пульті розміщено програмований контролер (рис. 3.2), що включає вхідний і вихідний модулі апаратури зв'язку з об'єктом, централізоване керування основними та допоміжними виконується технологічне обладнання. Останнім часом ситуація дещо змінилася. Все частіше використовуються установки контролерів, підключені до локальної комп'ютерної мережі (ЛКМ).



Рисунок 3.2 - Контролери для систем автоматизації

Реле захисту і автоматика, вимірювальна апаратура і ключі управління розміщуються максимально близько до об'єкта, тобто в самому роздавальному обладнанні. У деяких випадках останні знаходяться на відстані сотень метрів і навіть кілометрів від основного або центрального пульта управління. Електрична частина має таку ідею контролю та регулювання, а централізованими завданнями є лише автоматичне регулювання частоти та потужності, групове керування збудженням генератора та аварійна автоматика, а також пристрої релейного захисту та автоматики виконані в електричній частині. Автономна форма локального пристрою. Тому мікропроцесорний пристрій системи керування електричною частиною має бути не тільки функціональним, але й територіально розподіленим.

Програмно-технічний комплекс теплових компонентів випускається десятками виробників у світі. У Росії ведеться широке виробництво, в тому числі вітчизняні розробки. Для електричної частини обмежений вибір програмно-технологічних комплексів, що включає повний спектр мікропроцесорних пристроїв РЗА для мереж усіх класів напруги. Навіть європейський ринок монополізований лише чотирма основними системами ABB, GEC Alstom, Merlin Gerin і Siemens.

Мікропроцесорні пристрої РЗА хоч і багатofункціональні, але працюють за строгою логікою. Окрім традиційного захисту, резервного автоматичного введення, повторної активації та частотного розряду, вони також мають функції реєстрації подій та осцилографа, вимірювання потужності та функції самодіагностики. У деяких випадках вони мають вбудовані блоки схеми управління комутаційними пристроями. Кількість інформації, отриманої в цифровому коді з розглянутого пристрою, є репрезентативною.

Реалізація інших завдань передбачає інші апаратні та програмні засоби з

					КвРАКІТ.2019054.01.15	41
		№ докум.	Підпис			

використанням відкритих системних технологій. Термін «відкрита система» означає поєднання високої стандартизації, відсутності прав власності, існування великої кількості незалежних постачальників, незалежності процесора, масштабованої продуктивності та широкого застосування.

Архітектура будь-якої мікропроцесорної системи контролю та управління включає наступні основні компоненти: програмований контролер; операційна система реального часу; засоби програмування контролера; локальна обчислювальна мережа; засоби інтерфейсу людина-машина. Світова тенденція полягає в тому, що ці елементи системи розробляються різними незалежними спеціалізованими виробниками. Тут кожен елемент повністю уніфікований. Розглянемо функції та особливості контролерів ПК і ПЛК.

Концепція відкритої модульної архітектури для контролерів - ОМАС (Open Modular Architecture Controls) була запропонована General Motors влітку 1994 року в документі, який містив вимоги до контролерів, що використовуються в автомобільній промисловості.

Значення вимог ОМАС до контролерів можна виразити термінами, ключові терміни представлені в архітектурних назвах:

- відкрита архітектура, яка забезпечує інтеграцію широко розповсюдженого обладнання та програмного забезпечення на ринку;
- модульна архітектура, що дозволяє підключати компоненти та відтворювати їх;
- розширювана архітектура, що дозволяє легко та ефективно змінювати конфігурації для задоволення конкретних потреб;
- економічна (економічна) архітектура для забезпечення низької вартості життєвого циклу обладнання контролера;
- зручна в обслуговуванні (легка в обслуговуванні) архітектура, яка витримує напружені умови роботи в цеху, проста в обслуговуванні та обслуговуванні (мінімальний час простою).

Контролери ПК привабливі своєю відкритістю, тобто доступом до найсучаснішого обладнання, яке тільки з'явилося на світовому ринку СКУД, пристрої для контролерів ПК зараз випускають не десятки виробників, а сотні виробництв, що робить вибір дуже широкий. Це дуже важливо, враховуючи, що модернізація АСУ ТП відбувається поступово і займає тривалий час, іноді роками.

Користувач АСУ ТП більше не залежить від виробника, який нав'язує йому свою волю і змушує застосовувати тільки свої технічні рішення, а може зробити власний вибір і використовувати той спосіб, який йому найбільше підходить. Тепер він може використовувати продукти різних компаній у своїй системі, щоб перевірити, чи відповідають вони певним міжнародним або регіональним стандартам.

Операційна система контролера повинна відповідати вимогам відкритості. Деталі умов роботи контролера вимагають, щоб операційна система підтримувала роботу в режимі реального часу, була компактною та мала можливість завантаження з ПЗУ.

Для контролерів ПК найкраще підходить операційна система QNX (QSSL, Канада). По-перше, це тому, що його архітектура є відкритою, модульною та легко модифікованою. QNX може завантажуватися з мікропрограми, флеш-пам'яті або віддалено через мережу. Файлова система розроблена з урахуванням цілісності даних під час відключень електроенергії. Навіть у разі форс-мажорного збою живлення ви втратите частину даних із кешу, але файлова система не буде пошкоджена. Коли комп'ютер увімкнено, система гарантовано працює нормально. QNX підтримує одночасну роботу в мережах Ethernet, Arcnet, послідовних мережах і мережах Token Ring, а також надає більше одного шляху для зв'язку та балансування навантаження в мережі. Якщо кабель або мережева карта вийде з ладу і з'єднання втрачено, система автоматично перенаправить дані через іншу мережу. Це забезпечує

користувачам автоматичне резервування мережі та підвищує швидкість і надійність зв'язку в усій системі.

Важливо відзначити, що контролери ПК є більш економічно ефективними та мають різну швидкість, але все ще не такі надійні, як контролери ПЛК, на які зосереджується більшість виробників АСКОЕ.

PLC (програмовані логічні контролери), вироблені в країні та за кордоном, в основному відіграють роль контролера в системі автоматичного керування. Найбільшою популярністю в нашій країні користуються контролери ПЛК зарубіжних виробників Allen-Braidly, Siemens, АВВ, Modicon, а також вітчизняні моделі «Ломіконт», «Реміконт», Ш-711, «Мікродат», «Мікродат», Емікон».

Програмований логічний контролер (PLC) — це пристрій, призначений для збору, перетворення, обробки, зберігання інформації та генерації команд керування. Контролер реалізований на основі мікропроцесорної техніки і працює в режимі реального часу в локальних і розподілених системах управління за набором програм. Сьогодні ПЛК вирішують широкий спектр завдань завдяки своїй універсальності і можуть бути використані в будь-якій промисловості, енергетиці, металургії, медицині, транспорті, сільському господарстві.

За функціональними характеристиками в ПЛК можна виділити наступні елементи:

- центральний процесор, призначений для виконання команд (вказівок) керуючої програми та обробки даних, що зберігаються в пам'яті;
- пам'ять контролера має строгий поділ для розміщення різних типів даних;
- модуль введення забезпечує прийом і первинне перетворення інформації від датчиків об'єкта контролю;
- вихідний модуль, призначений для передачі керуючого сигналу на

виконавчий пристрій об'єкта керування.

За конструктивним виконанням PLC можуть бути:

- блочного типу;
- модульного типу.

На відміну від багатьох існуючих ПЛК, які мають жорстку конфігурацію, модульна структура дозволяє гнучко змінювати конфігурацію, зменшуючи та збільшуючи кількість каналів введення/виведення. Номенклатура модулів введення/виведення покриває практично всі потреби промислової автоматизації. Це модулі: дискретний вхід, дискретний вихід, релейний вихід, ЦАП напруги та струму, ЦАП напруги та струму, частотний вхід, послідовний інтерфейс. Ці модулі забезпечують оптичну ізоляцію частин системи від об'єкта. Модулі аналогового введення мають вбудовані засоби автоматичного калібрування. Входи і виходи захищені від перенапруги і короткого замикання. Модуль має засоби захисту від перешкод.

У таких мікропроцесорних системах використовуються спеціальні модулі введення-виведення, які мають, з одного боку, інтерфейс до внутрішньої шини контролера, а з іншого боку, декілька (як правило, кратних восьми) каналів для підключення зовнішніх сигналів. Незважаючи на те, що це рішення широко використовується, воно має і недоліки. Основний з них полягає в тому, що центральний процесор змушений виконувати адміністративні завдання та завдання взаємодії з мережею, а також введення та виведення. Крім того, алгоритми, що використовуються для різних модулів виводу-виводу, можуть значно відрізнятися один від одного. Наприклад, деякі модулі можуть використовувати лінії переривання, а інші вимагають додаткового контролера DMA. У будь-якому випадку така система повинна мати додаткові програмні компоненти - драйвери для модулів введення/виведення, специфічні для кожного типу прикладного модуля.



Рисунок 3.3 -. PC-сумісний промисловий контролер NZ-6000

Розглянемо основні технічні параметри базової моделі. NZ-6000 має ударостійкий і водонепроникний корпус IP65, вбудований комп'ютер, сумісний з ПК, флеш-накопичувач на 8 МБ, Ethernet, RS-485, слот для плати розширення PC-104, 4 цифрових слоти вводу/виводу, що дозволяють вимірювати до 32 каналів. плати та носії для субмодулів для термопар, RTD, сигналів струму або напруги.

Контролер живиться від постійної напруги 9-36 В. NZ-6000 можна жити від джерела безперебійного живлення, що дозволяє використовувати його у віддалених приміщеннях без обслуговування.

З точки зору програміста, NZ-6000 - це не що інше, як звичайний ПК, тому можна використовувати як традиційні мови програмування (C, Pascal, Basic і т.д.), так і логічні мови програмування, такі як ISaGRAF і ISaGRAF PRO. використовується.

Програмовані контролери Siemens - SIMATIC S7-300 (рис. 3.4) - це модульні процесори для вирішення завдань автоматизації низької та середньої складності. Модульна конструкція, робота з вільним охолодженням,

можливість побудови розподілених структур управління, простота обслуговування забезпечують економічно ефективно використання SIMATIC S7-300 при вирішенні широкого кола завдань автоматизації.

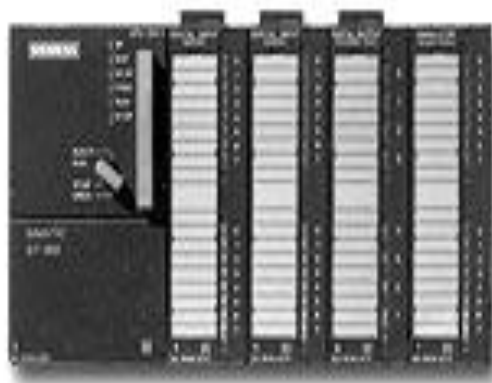


Рисунок 3.4 - Програмований контролер SIMATIC S7-300

– основними областями застосування контролерів SIMATIC S7-300 є: загальні системи управління; автоматичні вимірювальні пристрої; системи керування виробництвом електроенергії та ін.

– контролер має модульну конструкцію. Він включає різні модулі для різних цілей:

– модуль процесора. Для вирішення завдань різної складності можуть бути використані різноманітні процесори з різною продуктивністю, включаючи моделі з вбудованим вводом-виводом і відповідними функціями, а також моделі з вбудованим інтерфейсом PROFIBUS-DP;

– сигнальні модулі для введення і виведення дискретних і аналогових сигналів;

– комунікаційний процесор для підключення до мережі та підключення PPI;

– функціональні модулі для вирішення розрахункових задач, позиціонування та автоматичного налаштування.

До контролера можна централізовано підключити до 1024 цифрових каналів і 256 аналогових каналів. В якості енергонезалежної пам'яті використовується нова Simatic Micro Memory Card (MMC) ємністю до 8 МБ.

Контролери SIMATIC S7-300 мають широкі комунікаційні можливості: комунікаційні процесори для підключення до мереж PROFIBUS, Industrial Ethernet і AS-Interface; наявність комунікаційних процесорів для підключення до інтерфейсу PPI; вбудований інтерфейс MPI (Multipoint Interface), що дозволяє створювати прості та недорогі мережеві рішення для спілкування з програмістами, ПК, пристроями людського інтерфейсу тощо.

Контролер WAGO I/O Series 750 для стандартних промислових мереж (рис. 3.5.). Контролери вводу/виводу WAGO призначені для організації віддаленого збору даних і управління ними в різних промислових мережах (Fieldbus). Система дозволяє приймати і передавати дискретні, аналогові та цифрові імпульсні сигнали, а також обмінюватися даними з різним спеціальним обладнанням.



Рисунок 3.5 - Контролер для роботи в промислових мережах WAGO I/O 750

Розробники можуть підключитися до будь-якої існуючої промислової мережі, вибравши відповідний мережевий адаптер. При цьому немає необхідності міняти весь контролер. Підключення до різних промислових мереж здійснюється за допомогою відповідних базових контролерів, при цьому склад модулів вводу-виводу може залишатися незмінним.

З іншого боку, користувач має можливість максимально гнучко

змінювати склад вхідних і вихідних каналів завдяки використанню модулів, призначених для підключення чотирьох, двох або одного вхідного і вихідного каналів.

Це забезпечує значну економію коштів порівняно зі звичайними ПЛК, які зазвичай мають модулі, призначені для 16/8 каналів введення/виведення, завдяки зменшенню системного резервування.

Майже всі шасі підключення ПЛК до WAGO I/O не є звичайними. Механічні з'єднувачі для окремих модулів вводу/виводу – це стандартні DIN-рейки та електричні роз'єми. Надійні пелюсткові контакти для внутрішніх шин.

Базові контролери можуть бути пасивними і активними (програмованими). Традиційні пасивні базові контролери виконують два основних завдання:

- організовує циклічне перемикання на внутрішній магистралі між модулями вводу-виводу та внутрішньою двопортовою оперативною пам'яттю;
- підтримує зв'язок з керуючим комп'ютером із зовнішньої промислової мережі, передачу даних з внутрішньої оперативної пам'яті в мережу (за запитом хоста) і навпаки.

Програми можна завантажити локально через діагностичний порт контролера вводу/виводу WAGO або віддалено через мережу польової шини.

[39]

3.8 Мікропроцесорні засоби автоматизації та диспетчеризації корпорації SchneiderElectric

Квантові контролери (рис. 3.6) — це спеціалізовані комп'ютерні системи з можливостями цифрової обробки сигналів. Quantum - Розроблено з урахуванням модульної розширюваної архітектури для завдань управління

часом у промисловості та промисловості. Він використовує центральний процесор (CPU), модулі вводу/виводу (та віддаленого вводу/виводу для серії 800), блок живлення (PS) і друковану плату.



Рисунок 3.6 - Контролер Modicon TSX Quantum 311 10

При розробці контролерів серії Quantum була збережена повна спадкоємність з контролерами серії Modicon 984. Крім того, щоб підвищити ефективність системи додатків, передбачено кілька вдосконалень для покращення функції та зниження її загальної вартості. на рис. 3.7 наведено приклад типової системи керування з використанням Quantum.

Всі модулі можна вставити в будь-який слот монтажної панелі. За винятком силових модулів, немає умов конфігурації, які накладають обмеження на розміщення модулів на монтажній пластині. Для відображення стану модулів під час роботи вони мають світлодіодні індикатори.

Можлива «гаряча» заміна модулів (зняття/встановлення модулів без відключення контролера). Роз'єми для зовнішніх підключень необхідно попередньо від'єднати від модуля. Роз'єми для зовнішніх підключень встановлені на передній частині модуля введення/виведення.

Локальна панель може містити до 14 модулів введення/виведення. Мережі віддаленого вводу/виводу (RIO) можуть підтримувати до 31 підканалу. Мережі RIO можуть використовувати один або два дроти даних. Резервне копіювання кабелю підвищує надійність зв'язку в мережі RIO,

соленоїди, приводи клапанів або воріт тощо.

Джерело живлення використовується для забезпечення системного живлення всіх модулів, встановлених на задній панелі, включаючи модулі ЦП, модулі мережевого інтерфейсу та модулі введення/виведення Quantum. Залежно від конфігурації системи існує кілька способів використання джерела живлення:

- автономність;
- комбінація – для конфігурацій, які споживають більше ніж номінальний струм одного джерела живлення, два блоки живлення можуть бути встановлені на одній монтажній панелі;
- дубльовані — для конфігурацій, які потребують гарантованого безперебійного живлення для роботи системи. У цьому випадку використовуються два резервних джерела живлення.

Завдяки модульній архітектурі контролера, що масштабується від одного контролера до глобальної системи автоматизації, він здатний вирішувати завдання будь-якого рівня управління підприємством.

Новим рівнем продуктивності контролерів Premium (рис. 3.8) є скорочені цикли обробки програм і широкі діагностичні та сервісні функції, які забезпечують оптимальний рівень роботи установки. Прозора розподілена архітектура платформи Premium дозволяє вільно поєднувати різні компоненти систем автоматизації виробництва Schneider Electric.



Рисунок 3.8 - Контролер Premium

- відкрита система;
- інтеграція будь-якої системи з інтерфейсом RS-232/485;
- вбудована мова програмування «Англійська».

Система збору та обробки інформації в системі диспетчерського обліку спрямована на оперативний контроль споживання енергії та стан технічного обладнання: релейного захисту, протипожежного захисту, підвищення ефективності управління та поліпшення умов праці оперативного та обслуговуючого персоналу. Адже комплекс перелічених функцій спрямований на зменшення матеріальних і людських втрат через перевитрати енергоресурсів, споживання неякісної електроенергії, відключення електроенергії. Обладнання, пожежа, витоки вибухонебезпечних і отруйних газів, викрадення обладнання та кабелів.

Система збору та обробки інформації (СЗОІ) — система верхнього рівня контролю та управління розподіленою мережею: електронні лічильники електроенергії, модулі DI-6 Continium, автоматичні станції пожежної сигналізації SecuriPro. Він характеризується високим ступенем інтегрованості обладнання підсистеми Continium та великим обсягом підсистемної інформації, що визначається великою кількістю нестандартних структур, функцій та архітектурних особливостей об'єкта обладнання (рисунк 3.10). Структурно СЗОІ поділяється на три частини:

- ядро системи;
- апаратні засоби обробки інформації;
- програмно-апаратні засоби обробки, маршрутизації та передачі даних по виділеній локальній обчислювальній мережі системи.

Ядро системи складається із загального системного сервера на базі ПК, програмне забезпечення якого забезпечує обмін інформацією від робочих станцій оператора та контролерів розподіленої системи. Крім того, ядром системи є автоматизоване робоче місце чергового оператора з урахуванням

персонального комп'ютера, на якому відображається вся необхідна інформація та здійснюється управління системою або частинами системи.

Апаратними засобами обробки інформації є мережеві контролери, призначені для збору, обробки та зберігання інформації безпосередньо від пожежно-технічних засобів, таких як:

- система обробки інформації від електронних лічильників електроенергії;
- система збирання інформації від засобів релейного захисту;
- системи автоматичної охоронної та пожежної сигналізації;
- системи пожежогасіння;
- системи вентиляції;
- системи оповіщення.

Програмні та апаратні засоби для обробки даних, маршрутизації та передачі через виділену локальну комп'ютерну мережу системи. Вони призначені для розподілу потоку інформації від розподілених підсистем автоматизації до центрів моніторингу операцій по виділених лініях зв'язку (рис. 3.10).

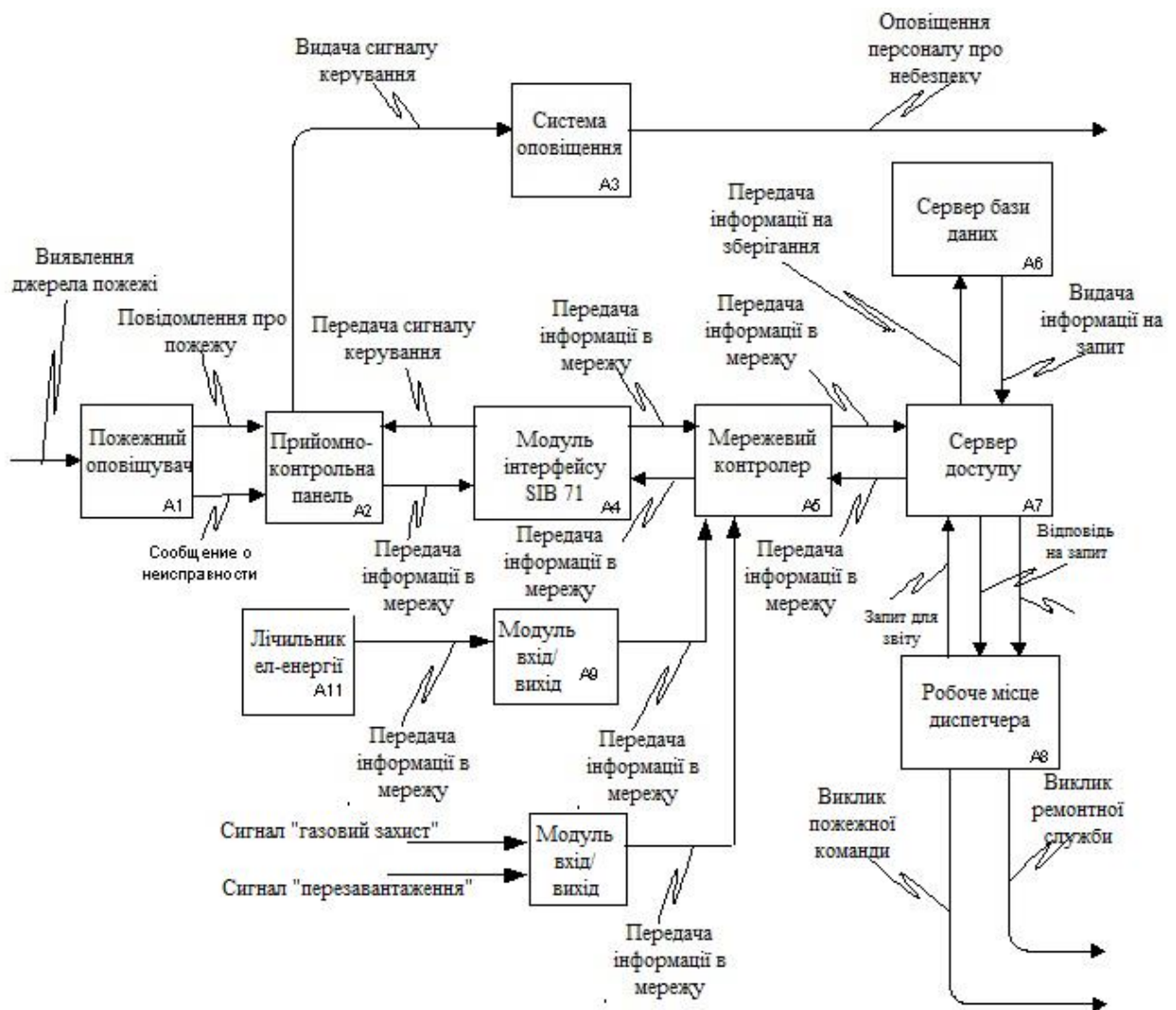


Рисунок 3.11 - Блок-схема обміну інформацією в інформаційно-керуючій системі АСДУ

3.11 Висновки до третього розділу

Проведно аналіз та дослідження рівнів побудови АСДУ. До них відносяться:

- АСДУ на рівні ЦДП енергозбуту енергосистеми;
- АСДУ на рівні ПЕМ та РЕМ;
- АСУТП електростанцій та підстанцій;

Описана уніфікація технічних та програмних засобів АСДУ. Визначене інструментальне забезпечення систем диспетчерського управління. Досліджено мікропроцесорні засоби автоматизації та диспетчеризації СЕС. Проведено огляд вітчизняних та зарубіжних мікропроцесорних засобів автоматизації. Основну увагу приділено мікропроцесорним засобам автоматики та диспетчеризації корпорації SchneiderElectric. Запропонована побудова АСКОЕ. Визначене призначення системи диспетчерського контролю життєзабезпечення з урахуванням контролерів Continium.

					КвРАКІТ.2019054.01.15	
		№ докум.	Підпис			60

ВИСНОВКИ

Майбутнє промислового виробництва пов'язане з необхідністю жорсткого контролю, обмеження та зменшення частки енергоресурсів у собівартості продукції. Вирішення цих завдань необхідно поєднувати з впровадженням нових технологій енергозбереження та скорочення викидів та управління підприємством. Вирішальним кроком у цьому напрямку стала розробка та впровадження комплексної системи автоматичного диспетчерського управління (АСДУ), що включає забезпечення життєзабезпечення всього промислового підприємства. АСДУ промислового підприємства, що розглядається в роботі, побудовано з урахуванням контролера «Континіум», який підвищує ефективність управління та комплексно вирішує завдання життєзабезпечення.

Для організації ефективного диспетчерського контролю можна рекомендувати впровадження інтегрованої системи управління промисловим об'єктом, що призведе до підвищення ефективності диспетчерської служби та кращого обслуговування систем життєзабезпечення підприємства.

					КвРАКІТ.2019054.01.15	61
		№ докум.	Підпис			

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Ремонт машин та обладнання : підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К. : Агроосвіта, 2014. – 665 с.
2. Акопов, А. С. Імітаційне моделювання: підручник і практикум для академічного бакалаврату / А. С. Акопов. - К. : "Корнійчук", 2017. – 136с.
3. Ткачук В.І. Електромеханотроніка. Підручник/ В.І. Ткачук. - Львів: НУ “Львівська політехніка”, 2006. - 440 с.
4. Електричні машини і апарати: навчальний посібник / Ю.М. Куценко, В.Ф. Яковлев та ін. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 449 с.
5. Технічний сервіс в агропромисловому комплексі: навчальний посібник / Коновалюк О.В., Кіяшко В.М., Колісник М.В. – К.: Аграрна освіта, 2013. – 404 с.
6. Качан Ю. Г. Лінійна електротехніка (теоретичні основи) [Текст]: навч. посібник / Ю. Г. Качан.– Запоріжжя: Вида-во Запорізької держ. інж. академії, 2005. – 206 с.
7. Макаренко В. В. Цифрова та імпульсна схемотехніка. Моделювання та аналіз : навч. посіб. для студентів, які навчаються за напрямом підготовки «Акустотех-ніка» [Електронний ресурс] / В. В. Макаренко, В. М. Співак ; НТУУ «КПІ». -Київ : НТУУ «КПІ», 2015. - 314 с. - Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/19099>.
8. Комп'ютери та комп'ютерні технології : навч. посіб. Ч. 1. Програмування в математичному пакеті MathCAD / В.П. Лисенко. І.М. Болбот. – К. : Аграрна освіта, 2010. – 229 с.
9. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах: Підручник / Товажнянський Л.Л., Бухкало С.І., Капустенко П.О. та ін. – К.: ЦУЛ, 2011. – 832 с. – (МОН України. НТУ “ХПІ”)

					КвРАКІТ.2019054.01.15	62
		№ докум.	Підпис			

10. Михайленко В.Є., Інженерна та комп'ютерна графіка: Підручник / В.Є. Михайленко, В.В. Ванін, С.М. Ковальов; За ред. В.Є. Михайленка. – 6-е вид. – К.: Каравела, 2012. – 368 с.

11. Будіщев М. С. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка : Підручник / М. С. Будіщев. – Львів : Афіша, 2001. – 424 с.

12. Електроніка та мікросхемотехніка: Навчальний посібник / За ред. проф. В.Ф. Яковлева. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 329 с.

13. Костін М. О. Теоретичні основи електротехніки [Текст]: підручник у 3 т. / М. О. Костін, О. Г. Шейкіна. – Дніпро: Видво ДНУЗТ, 2006. – Т. 1. – 336 с; 2007.- Т.2.- 276 с; 2011. – Т.3, Ч.1. – 224 с; 2012.– Т.3, Ч.2. – 352 с.

14. Довідникова книга з електроенергетики: навчальний посібник/ П.В. Волох, М.П. Цоколенко, Л.В. Ревенко, В.А. Грічаненко та ін. –К. : Аграрна освіта, 2014. – 506 с.

15. Виговський В. С. Автоматизація керування живильними насосами енергоблоку потужністю 200 МВт / В. С. Виговський, Ю. С. Грищук // Вісник НТУ «ХП». Серія : Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. – 2015. – № 13 (1122). – С. 20–31.

16. Автоматика та електропривод техніки реєстрації інформації [Електронний ресурс] : навч. посіб. / Г. Г. Власюк, В. М. Співак, К. О. Трапезон, В. Б. Швайчен-ко. - Київ : Освіта України, 2010. - 159 с. - Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/19129>.

17. Бойко В. І. Мікрокомп'ютерна техніка / В. І. Бойко, А. Т. Нельга. - 2-ге вид. - Київ : Науково-методичний центр вищої освіти, 2008. - 254 с.

18. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.

19. Колонтаєвський Ю. П. Електроніка і мікросхемотехніка : підручник / Ю. П. Колонтаєвський. - Київ : Каравела, 2006. - 384 с.

20. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва : підруч. у 2 т : Т 1 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін. ; за ред. А.В. Рудя. – К. : Агроосвіта, 2012. – 584 с.; іл.

21. Колонтаєвський Ю. П. Промислова електроніка і мікросхемотехніка / Ю. П. Колонтаєвський, А. Г. Сосков. під ред. А. Г. Соскова. – Вид. 2-ге, виправл. і доповн. – Харків : ХДАМГ, 2003. – 281 с.

22. Електрика та магнетизм : підручник / Л. Д. Дідух. - Тернопіль : Підручники і посібники, 2020. - 464 с. - Режим доступу : <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/31412..>

23. Титаренко М.В., Електротехніка: Навчальний посібник/ М.В. Титаренко. – К.: Кондор, 2013. – 240 с.

24. Гуржій А. М. Електротехніка та основи електроніки : підручник для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти / А. М. Гуржій, С. К. Мещанінов, А. Т. Нельга, В. М. Співак. - Київ : Літера ЛТД, 2020. - 288 с.

25. Теорія електропривода : Підручник / [М. Г. Попович, М.Г. Борисик, В.А. Гаврилук та ін.] ; за ред. М. Г. Поповича. – Київ : Вища шк., 2003. – 454 с.

26. Kvyetnyu R. Basics of Modelling and Computational Methods / R. Kvyetnyu. – Вінниця : ВДТУ, 2007. – 147 с.

27. Коруд В.І., Електротехніка: Підручник / В.І. Коруд, О.Є. Гамола, С.М. Малинівський; За заг. ред. В.І. Коруда. – 3-є вид., переробл. і доп. – Львів: Магнолія Плюс, 2006. – 447 с.

28. Воробйова О. М. Технічні засоби автоматизації: навч. посіб. / О. М. Воробйова, Ю. В. Флейта. - Одеса : ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2018. - 208 с.

29. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.

					КВРАКІТ.2019054.01.15	64
		№ докум.	Підпис			

30. Загальна електротехніка з основами автоматики: Навчальний посібник / Т.В.Левченко. – К., 2010. – 358 с.

31. Електроніка і мікропроцесорна техніка / Сенько В.І., Лисенко В.П., Юрченко О.М., Лукін В.Є., Руденський А.А. — К. : «Агроосвіта», 2015. — 676 с.

32. Монтаж електрообладнання і систем керування / За заг. ред. проф. Яковлєва В.Ф. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 348 с.

33. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва : підруч. у 2 т : Т 2 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін. ; за ред. А.В. Рудя. – К. : Агроосвіта, 2012. – 434 с.; іл.

34. Greenspan D. Introduction to Numerical Analysis and Applications / D. Greenspan. – Markham : Chicago, 1971. – 176 p.

35. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник /Барало О.В., Самойленко П.Г.,Гранат С.Є., Ковальов В.О. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 557 с.

36. Коржик М. В. Моделювання об'єктів та систем керування засобами MatLab: навч. посіб. Для студ. вищ. навч. закл. / М. В. Коржик. – Київ : НТУУ “КПІ”, 2016. – 174 с.

37. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній: Підручник / Є.Л. Жулай, Б.В. Зайцев, Ю.М. Лавріненко, О.С. Марченко, Д.Г. Войтюк; За ред. Є.Л. Жулая. – К.: Вища освіта, 2001. – 288 с.: іл.

38. Електропостачання агропромислового комплексу :

39. Панчевний Б. І. Загальна електротехніка: теорія і практика / Б. І. Панчевний, Ю. Ф. Свергун. - 2-ге вид. - Київ : Каравела, 2004. - 440 с.

40. Руденко В. С. Промислова електроніка / В. С. Руденко, В. Я. Ромашко, В. В. Трифонюк. – Київ : Либідь, 2003. – 432 с.

					КВРАКІТ.2019054.01.15	65
		№ докум.	Підпис			

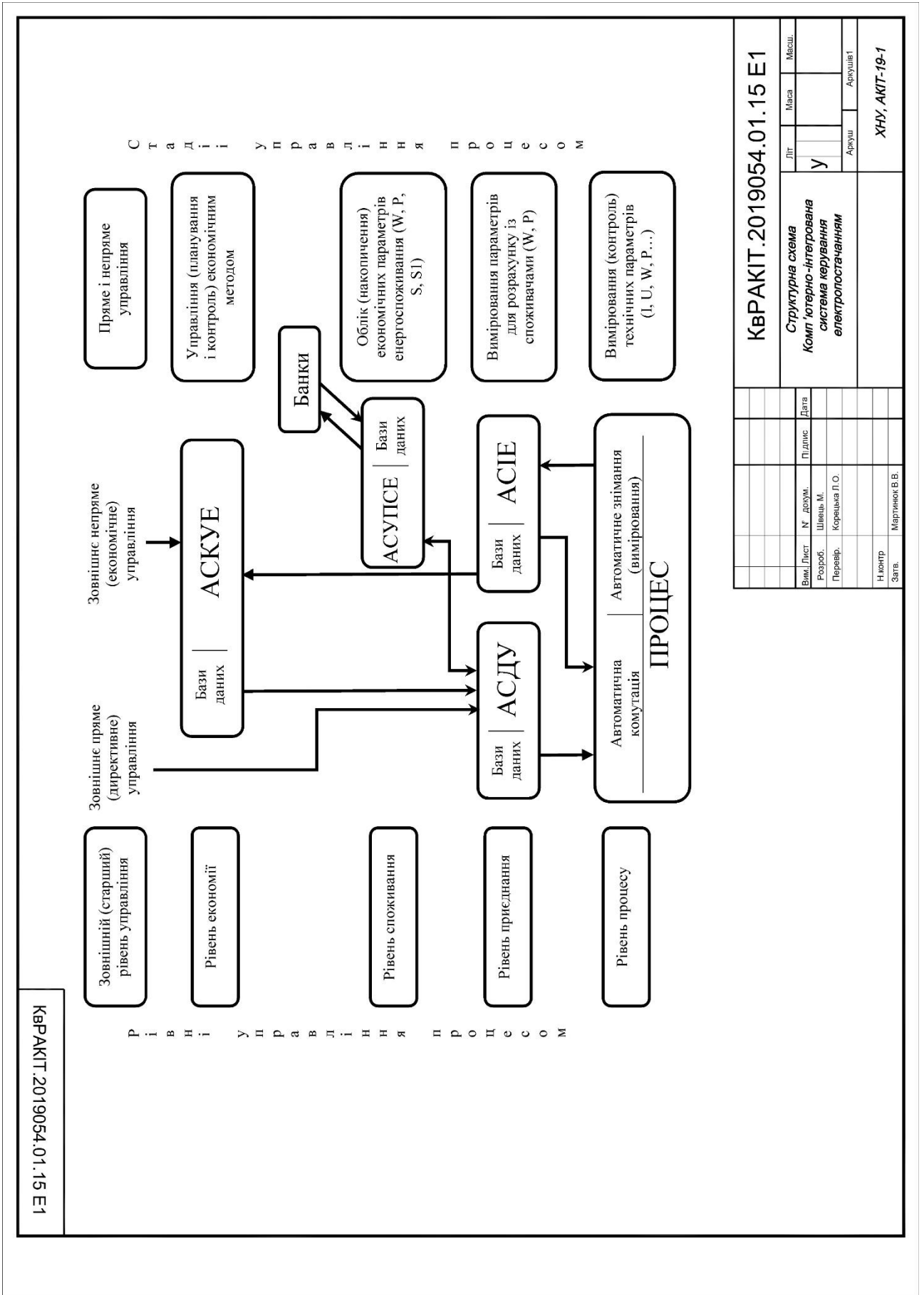
41. Костинюк Л.Д. Моделювання електроприводів/ Л.Д. Костинюк, В.І. Мороз, Я.С Паранчук.. - Львів: НУ “Львівська політехніка”, 2004. - 404 с.

42. Gonzales R. C. Digital Image Processing Using MATLAB / R. C. Gonzales , R. E. Woods, S. Eddins. – Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2004. – 492 p.

43. Image Processing Toolbox For Use with Matlab, User’s Guide. Version 3. – The Math Works Inc., 2004. – 775 p.

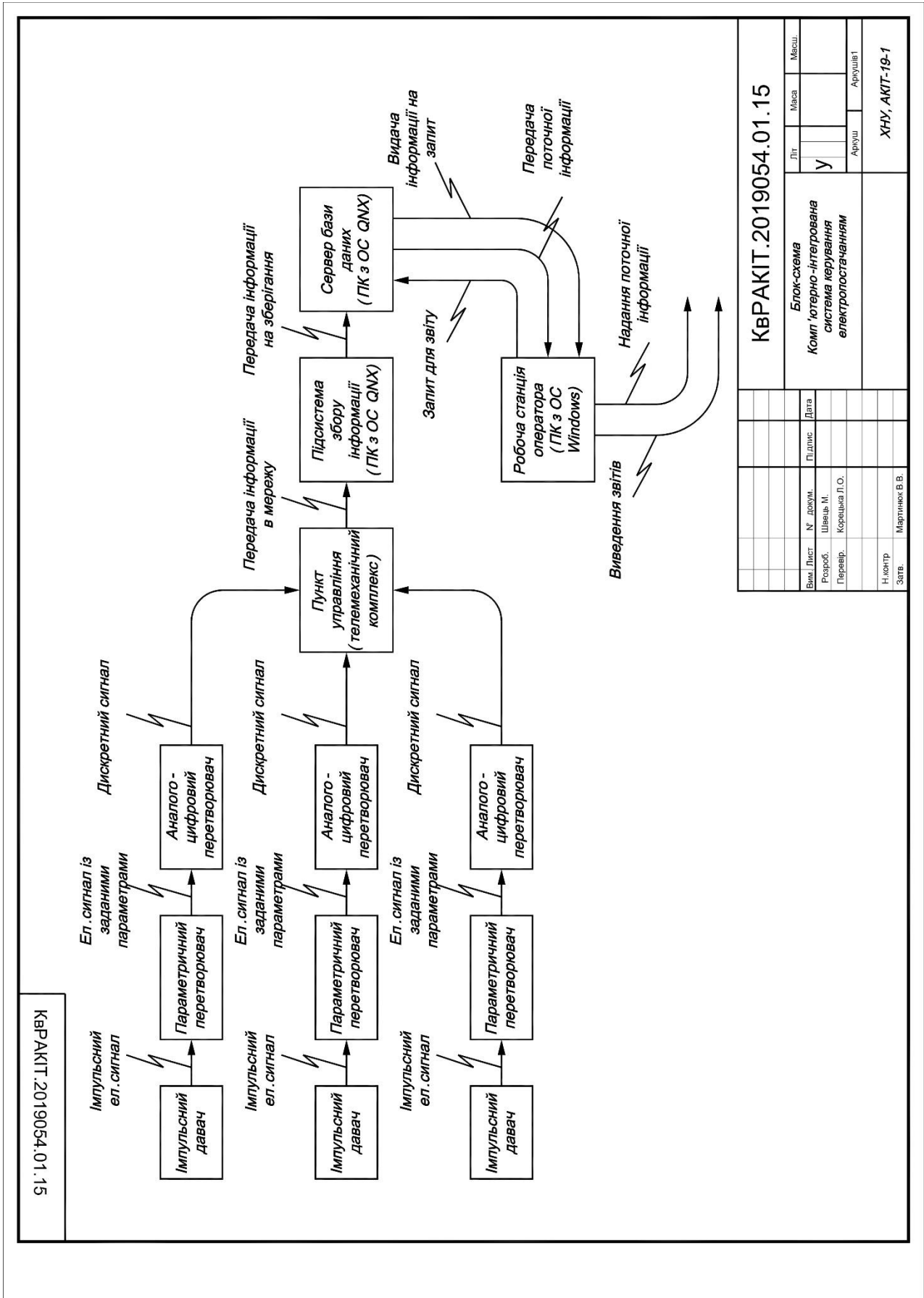
Додаток А

Блок-схема



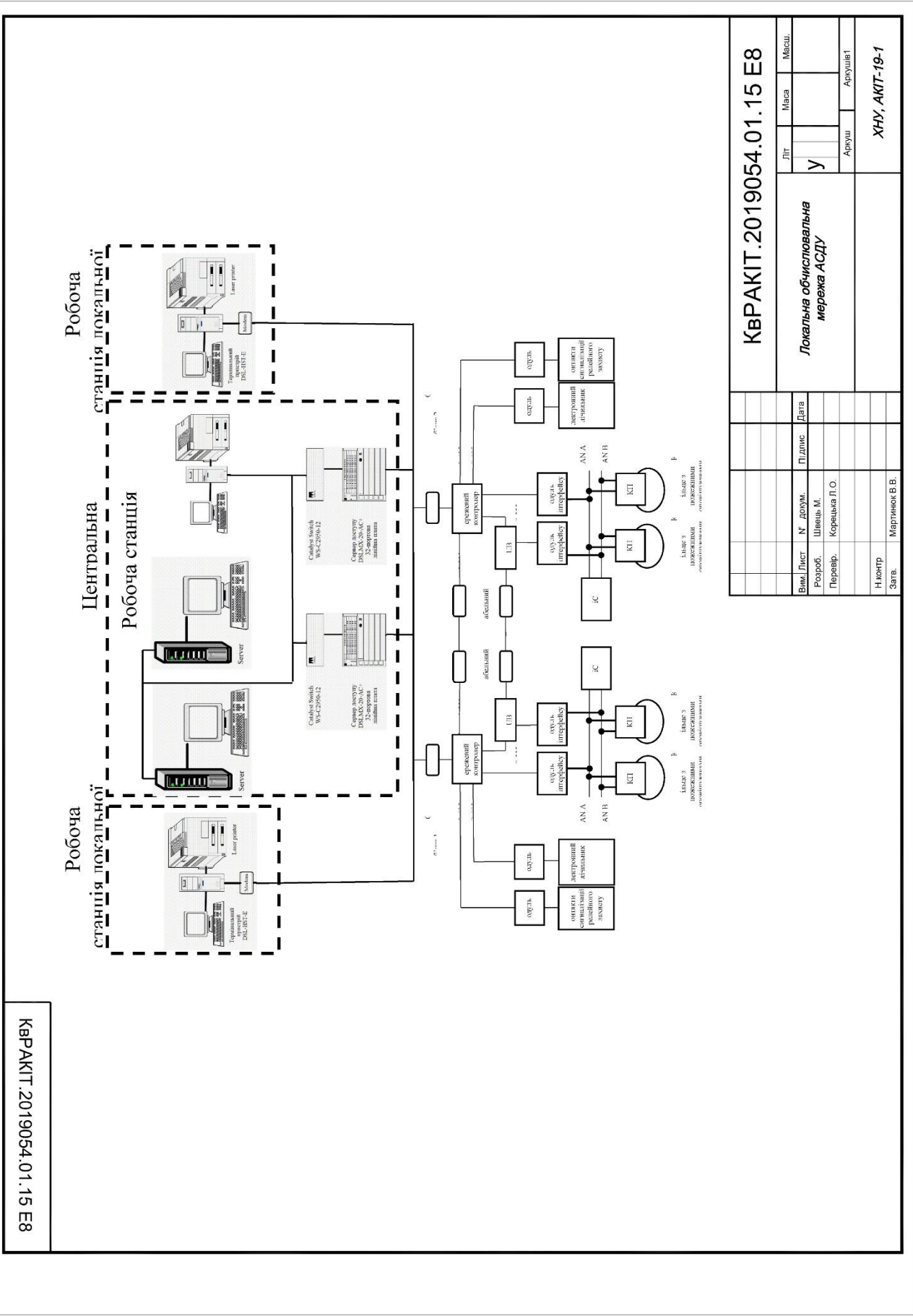
Додаток Б

Структурна схема



Додаток В

Локальна обчислювальна мережа АСДУ



КВРАКІТ.2019054.01.15 Е8

КВРАКІТ.2019054.01.15 Е8			
Локальна обчислювальна мережа АСДУ		Літ.	Месц.
		У	
		Аркуш	Аркушів
		ХНУ, АКІТ-19-1	

Вид. Лист	№ доум.	Підпис	Дата
Розроб.	Шевць М.		
	Корещак П.О.		
Н.юнк.	Мартинюк В.В.		
Затв.			

Ім'я користувача:
Кафедра АКІТІТК

Дата перевірки:
15.06.2023 09:24:37 EEST

Дата звіту:
15.06.2023 10:05:43 EEST

ID перевірки:
1015608072

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

ID користувача:
100005862

Назва документа: **Швець**

Кількість сторінок: 62 Кількість слів: 11020 Кількість символів: 87635 Розмір файлу: 1.13 MB ID файлу: 1015256080

1196 слів позначені як "вилучені" та не враховуються у підрахунку слів

2.66% Схожість

Найбільша схожість: 0.65% з Інтернет-джерелом (<http://eprints.kname.edu.ua/49308/1/2018%20133%D0%9B%20%D0%9A>)

2.66% Джерела з Інтернету

124

Сторінка 64

0.08% Джерела з Бібліотеки

1

Сторінка 64

0.38% Цитат

Цитати

1

Сторінка 65

Не знайдено жодних посилань

0.05% Вилучень

Деякі джерела вилучено автоматично (фільтри вилучення: кількість знайдених слів є меншою за 8 слів та 0%)

0.03% Вилучення з Інтернету

23

Сторінка 66

0.05% Вилученого тексту з Бібліотеки

5

Сторінка 66

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

24

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 4.0%**Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. Помилки в документах: 10%**

ID: 116442 Назва: БКР Комп'ютерно-інтегрована система керування електропостачанням Додано в БД: 2023-06-15 Автора: Максим ШВЕЦЬ Керівники: Людмила КОРЕЦЬКА Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	76518	629	3428 (4%)	50 (8%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Швець Максим Олегович

Тема: Комп'ютерно-інтегрована система керування електропостачанням

Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 3 Кількість сторінок записки 66

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: розроблено комп'ютерно-інтегрована система керування електропостачанням

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У роботі розглянуто питання автоматизації та диспетчеризації систем електропостачання (СЕС) промислових підприємств, проблеми створення автоматизованих систем з високим ступенем інтеграції в рамках єдиної автоматизованої системи диспетчерського обліку (АСДУ) промислового підприємства. Розглянуто основні проблеми інтеграції технологічного обладнання, що має різнобічну прикладну спрямованість, до єдиної інформаційно-керівної системи диспетчерського контролю. Наведено функціональну структуру, основні характеристики та режими роботи АСДУ на базі контролерів "Continium". Представлені в роботі рішення автоматизації та диспетчеризації СЕС сьогодні є передовими розробками як зарубіжних, так і вітчизняних виробників.

4. Позитивні сторони роботи: Висока практична цінність роботи

5. Негативні сторони роботи: наявні незначні граматичні та стилістичні помилки

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.

8. Інші зауваження: відсутні

9. Оцінка дипломної роботи: добре (4,50/В)

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи)

Сенченко
Юлія Сергіївна, доцент кафедри будівництва
та цивільної безпеки ННУ

“14” 06 2023 р.

Сенченко (підпис)

Завідувачу кафедри АКІТтаР
д-ру техн.наук, проф. Мартинюку В.В.

Швець М.О.

ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 4 курсу, групи АКІТ-19-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність плагіату ознайомлений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

09.06.2023

дата



підпис

**РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
РОБОТОТЕХНІКИ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ**

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Комп'ютерно-інтегрована система керування електропостачанням

Автор: Швець Максим Олегович

Спеціальність: 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітня програма: Освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Науковий керівник: Корецька Людмила Олександрівна, кандидат технічних наук, доцент

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої й електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того, як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

1) у тексті кваліфікаційної роботи системами перевірки на плагіат виявлено схожість з деякими документами в частині загальноживаних обов'язкових словосполучень у стандартних бланках (титулка, відомість документів), у структурі змісту, назвах розділів/підрозділів тощо, у назвах публікацій у переліку джерел посилання;

2) усі запозичення є фрагментарними або мають належним чином оформленні посилання;

3) виявлені модифікації тексту не впливають на відсоток схожості.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів ідентичності/схожості, складає 2,66% і адресується до 125 джерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру теми і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Дата 16.06.2023р.

Завідувач кафедри

Гарант освітньої програми

Керівник кваліфікаційної роботи



Валерій МАРТИНЮК

Юрій ФОРКУН

Людмила КОРЕЦЬКА