

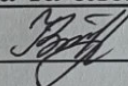
Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного
менеджменту

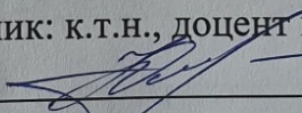
МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

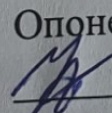
**ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ФІЛІЇ «ВЕНДИЧАНСЬКИЙ
ЕЛЕВАТОР» ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ
«МХП-АГРОКРЯЖ»**

Виконала: студентка 2 курсу, гр. ЕСЕ-22м з/в
спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

 Кізян І. В.

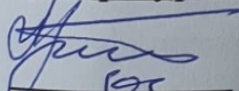
Керівник: к.т.н., доцент кафедри ЕСЕЕМ ВНТУ
 Шулле Ю. А.

«18» 06 2024 р.

Опонент: д.т.н., професор каф. ЕСЕ
 Комар В. О.

«18» 06 2024 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри ЕСЕЕМ
д.т.н. професор Бурбело М.Й.

«18»  2024 р.

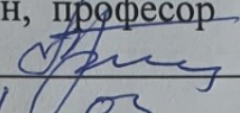
Вінниця 2024

Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту
Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань 14 «Електрична інженерія»
Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітньо-професійна програма – Електротехнічні системи електроспоживання

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

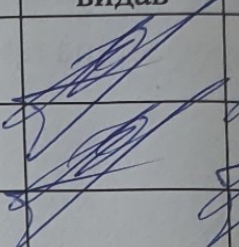
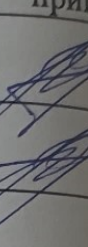
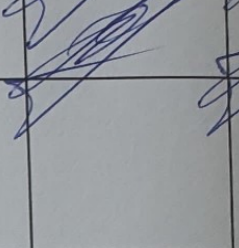
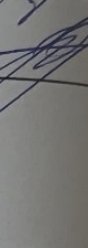
д.т.н, професор

 М. Й. Бурбело
11.03 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ
КІЗЯН ІРИНІ ВАЛЕРІЇВНІ
(прізвище, ім'я, по батькові)

- Тема роботи: Підвищення енергоефективності філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь»
керівник роботи к.т.н., доцент кафедри ЕСЕЕМ ВНТУ Шулле Юлія Анріївна
затверджені наказом ВНТУ від «11» березня 2024 р., № 81
- Термін подання студентом роботи «12» червня 2024 р.
- Вихідні дані до роботи: генплан підприємства; відомості про особливості технологічних процесів; відомості про електричні навантаження підприємства; відомості про джерела живлення (Додаток Б).
- Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1. Загальні відомості про підприємство. 2. Визначення оптимальних параметрів системи електропостачання філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь». 3. Автоматизована система дистанційного управління технологічними процесами елеватора. 4. Економічна частина. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.
- Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Генплан підприємства. Однолінійна схема електропостачання підприємства.
Техніко-економічні характеристики СЕП. Матеріали роботи.

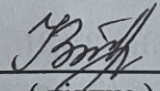
6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	Шулле Ю. А., к.т.н., доц. каф. ЕСЕМ		
Економічна частина	Шулле Ю. А., к.т.н., доц. каф. ЕСЕМ		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянський О. В., зав. кафедри БЖДПБ, д.пед.н., професор		

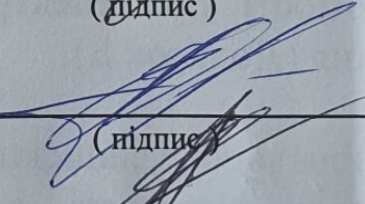
7. Дата видачі завдання «11» березня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

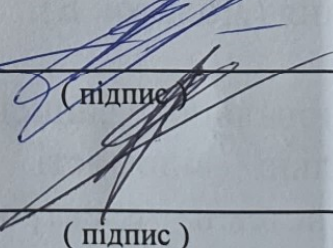
№ з/п	Назва етапів роботи	Строки виконання етапів роботи	Прізвище виконавця
1	Загальні відомості про підприємство	20.03.2024	Вик
2	Визначення оптимальних параметрів системи електропостачання	01.04.2024	Вик
3	Автоматизована система дистанційного управління технологічними процесами елеватора	05.05.2024	Вик
4	Економічна частина	10.05.2024	Вик
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	20.05.2024	Вик
6	Графічна частина	05.06.2024	Вик

Студент  Кізян І. В.

(підпис)

Керівник роботи  Шулле Ю. А.

(підпис)

Нормоконтроль  Войтюк Ю.

(підпис)

Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного
менеджменту

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ФІЛІЇ «ВЕНДИЧАНСЬКИЙ ЕЛЕВАТОР» ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «МХП-АГРОКРЯЖ»

Виконала: студентка 2 курсу, гр. ЕСЕ-22м з/в
спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

_____ Кізян І. В.

Керівник: к.т.н., доцент кафедри ЕСЕЕМ ВНТУ
_____ Шулє Ю. А.

«___» _____ 2024 р.

Опонент: _____

«___» _____ 2024 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри ЕСЕЕМ
д.т.н. професор Бурбело М.Й.

«___» _____ 2024 р.

Вінниця 2024

Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту
Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань 14 «Електрична інженерія»
Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітньо-професійна програма – Електротехнічні системи електроспоживання

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

д.т.н, професор

_____ М. Й. Бурбело

_____ 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ
КІЗЯН ІРИНІ ВАЛЕРІЙВНІ
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення енергоефективності філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь»
керівник роботи к.т.н., доцент кафедри ЕСЕЕМ ВНТУ Шулле Юлія Анріївна
затверджені наказом ВНТУ від «11» березня 2024 р., № 81
2. Термін подання студентом роботи «12» червня 2024 р.
3. Вихідні дані до роботи: генплан підприємства; відомості про особливості технологічних процесів; відомості про електричні навантаження підприємства; відомості про джерела живлення (Додаток Б).
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1. Загальні відомості про підприємство. 2. Визначення оптимальних параметрів системи електропостачання філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь». 3. Автоматизована система дистанційного управління технологічними процесами елеватора. 4. Економічна частина. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Генплан підприємства. Однолінійна схема електропостачання підприємства. Техніко-економічні характеристики СЕП. Матеріали роботи.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	Шулле Ю. А., к.т.н., доц. каф. ЕСЕЕМ		
Економічна частина	Шулле Ю. А., к.т.н., доц. каф. ЕСЕЕМ		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянський О. В., зав. кафедри БЖДПБ, д.пед.н., професор		

7. Дата видачі завдання «11» березня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строки виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальні відомості про підприємство	20.03.2024	Виконано
2	Визначення оптимальних параметрів системи електропостачання	01.04.2024	Виконано
3	Автоматизована система дистанційного управління технологічними процесами елеватора	05.05.2024	Виконано
4	Економічна частина	10.05.2024	Виконано
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	20.05.2024	Виконано
6	Графічна частина	05.06.2024	Виконано

Студент _____ Кізян І. В.
(підпис)

Керівник роботи _____ Шулле Ю.А.
(підпис)

Нормоконтроль _____ Войтюк Ю.П.
(підпис)

УДК 621.311

АНОТАЦІЯ

Кізян Ірина Валеріївна. Підвищення енергоефективності філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь». Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Вінниця: ВНТУ, 2024. 110 с.

На укр. мові. бібліогр.: 30 назв; рис.: 21; табл.: 21.

В магістерській кваліфікаційній роботі розв’язано питання енергоефективності філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь».

В роботі визначено оптимальні параметри системи електропостачання зернового елеватора. Реалізовано автоматизовану систему дистанційного управління технологічними процесами елеватора. Розраховано основні економічні показники системи електропостачання та опрацьовані заходи з охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: система електропостачання, енергоефективність, енергозбереження, елеватор, SCADA.

ABSTRACT

Kizyan Iryna Valeriivna. Increasing the energy efficiency of the «Vendychansky elevator» branch of the limited liability company «MHP-Agrokryazh». Master's qualification thesis on specialty 141 - electrical engineering, electrical engineering and electromechanics. Vinnytsia: VNTU, 2024. 110 p.

In Ukrainian language. bibliogr.: 30 titles; Fig. Stk.: 21; table.: 21

In the master's qualification work, the issue of energy efficiency of the «Vendychansky Elevator» branch of the limited liability company «MHP-Agrokryazh» was resolved.

The optimal parameters of the power supply system of the grain elevator are defined in the work. An automated system of remote control of technological processes of the elevator has been implemented. The main economic indicators of the power supply system and labor protection and safety measures in emergency situations have been calculated.

Key words: power supply system, energy efficiency, energy saving, elevator, SCADA.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО	9
1.1 Характеристика зернового елеватора	9
1.2 Особливості технологічних процесів зернових елеваторів	11
1.3 Схема керування та матеріальних потоків елеватора	20
1.4 Висновки до розділу 1	23
2 ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ФІЛІЇ «ВЕНДИЧАНСЬКИЙ ЕЛЕВАТОР» ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «МХП-АГРОКРЯЖ»	24
2.1 Розробка бази даних	24
2.2 Визначення оптимальних електричних навантажень елеватора	26
2.3 Оптимізація кількості та потужності цехових трансформаторних підстанцій елеватора	27
2.4 Визначення струмів КЗ	31
2.5 Визначення оптимальних перерізів лінії живлення елеватора	33
2.6 Визначення оптимального перерізу розподільчих кабельних ліній	36
2.7 Вибір місць для розміщення підстанцій	39
2.8 Вибір оптимальних елементів системи електропостачання елеватора	40
2.9 Висновки до розділу 2	42
3 АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ЕЛЕВАТОРА	44
3.1 АСУ ТП елеватора	44
3.2 Автоматизована система дистанційного управління елеватором	46
3.3 Структура АСДУЕ	48
3.4 Системи обліку енергоспоживання та контролю технічного обслуговування	53

3.5 Системи термометрії зернових елеваторів	57
3.6 Висновки до розділу 3	61
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	62
4.1 Техніко-економічне обґрунтування роботи	62
4.2 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання	64
4.3 Розрахунок поточних витрат	65
4.4 Розрахунок собівартості електроенергії	71
4.5 Висновки до розділу 4	75
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	76
5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта	77
5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	81
5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Визначення області працездатності СЕП філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь» в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій	86
5.4 Висновки до розділу 5	92
ВИСНОВКИ	93
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	95
ДОДАТКИ	98
Додаток А – Технічне завдання	99
Додаток Б – Вихідні дані	102
Додаток В – Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	103
Додаток Г – Однолінійна схема електропостачання елеватора	104
Додаток Д – Матеріали роботи	105

ВСТУП

Актуальність роботи. Системи електропостачання (СЕП) створюються із метою заживлення електроенергією промислових споживачів, до яких відносяться освітлювальні установки, електродвигуни, електричні печі, апарати електричного зварювання. Сучасні системи електропостачання промислових підприємств забезпечують необхідну надійності електропостачання; економію електроенергії якості електроенергії. Виконання таких важливих завдань забезпечується: лініями електропередач, трансформаторними підстанціями, розподільчими пристроями, комутаційними апаратами, пристроями для підтримки якості електроенергії, засобами регулювання напруги.

Мета роботи: підвищення енергоефективності філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь».

Основні задачі: оптимальний вибір схем електропостачання підприємства, оптимальний підбір провідників, підбір комутаційно-захисної апаратури, а також заходів із енергозбереження та охорони праці.

Об'єкт роботи: процес споживання електроенергії філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь».

Предмет роботи: методи та засоби, що використовуються для оптимального розрахунку системи електропостачання філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь».

Методи магістерської кваліфікаційної роботи: методи й закони загальної електротехніки, метод коефіцієнту попиту, метод коефіцієнтів використання, метод підсумовування навантажень.

Наукова новизна магістерської кваліфікаційної роботи. За рахунок використання сучасних методів розрахунку та застосування сучасного електротехнічного обладнання, для забезпечення технологічного процесу підприємства, удосконалена СЕП задовольняє вимогам надійності та безперебійності живлення споживачів.

Практична цінність магістерської кваліфікаційної роботи. Практична цінність МКР полягає у забезпеченні надійного й безперебійного електропостачання, сприяє енергоефективності, знижує витрати на енергію й дозволяє дотримуватися нормативів безпеки і стандартів електробезпеки. Удосконалення системи електропостачання надає можливість для майбутнього розширення та модернізації.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

1.1 Характеристика зернового елеватора

На балансі філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокряж» знаходиться 1,5 тис. га. ораної землі. На цих землях вирощують різні види зернових, пшеницю, ячмінь, кукурудзу, горох, овес, соняшники, цукровий буряк та багато іншої продукції. Для виробництва та виконання різних робіт в товаристві знаходиться 40 одиниць сільськогосподарської техніки, 23 трактори і комбайни та 17 автомобілів які обслуговуються і ремонтуються майстернею товариства. Крім вирощування зернових займаються також переробкою зерна (на підприємстві є сучасний зерносушильний комплекс АВМ). Одним з енергоємних об'єктів є зерносушарка АВМ. Наявне обладнання:

Потужність одночасного зберігання - 10,62 тис.т.

Металеві силоси - 10,62 тис. т 4 шт. FSP 18.2/10 по 2,492 тис. т FEERUM (Польща).

Зерносушарки - STRAHL 5000FR/6 модулів (Італія).

Витрата газу - 0,91 кг/т/%.

Продуктивність зерносушарки при знятті 10% вологи з кукурудзи - 355 т/добу.

Вид палива - зріджений газ/біопаливо.

Оперативні ємності для вологого зерна - 9 шт. по 427 т FEERUM (Польща).

Транспортне обладнання - транспортери ланцюгові FRL 150; норії FRK - 150 FEERUM (Польща).

Потужність транспортного обладнання - 150 т/годину.

Підприємство по ступеню надійності електропостачання відноситься до споживачів II категорії.

На рис. 1.1 подано генплан елеватора, а в табл. 1.1 відомості про електричні навантаження елеватора.

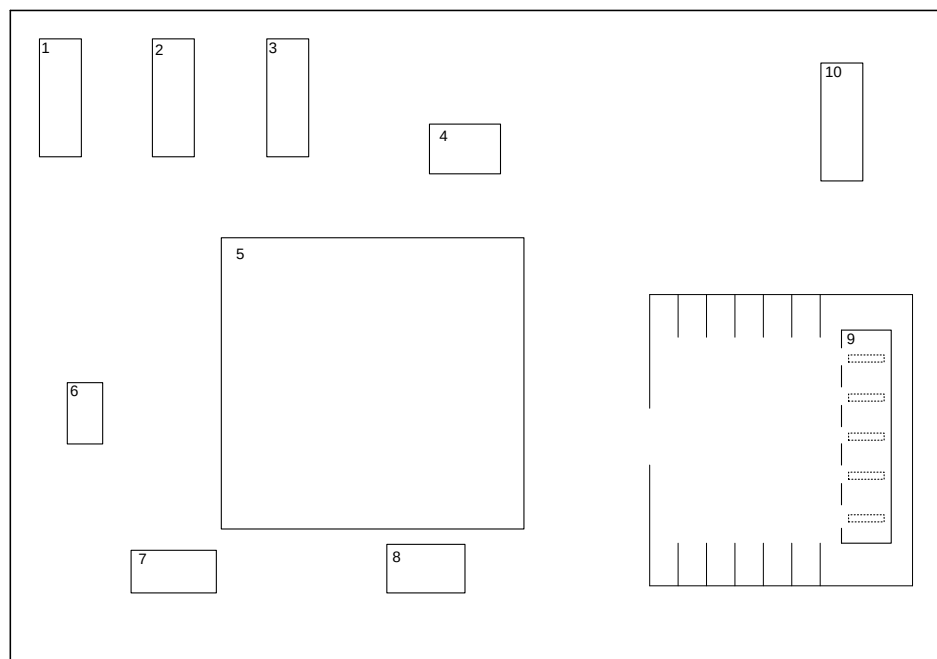


Рисунок 1.1– Генплан філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь»

Таблиця 1.1–Відомості про електричні навантаження філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь»

Вузли живлення ЕП	Рн
1. Ферма №1	45
2. Ферма №2	12
3. Ферма № 3	12
4. Зерно-сушілка АВМ	100
5. Зернотік	110
6. Пилорама	51
7. Столярний цех	16
8. Кузня	5
9. Тракторна бригада	68
10. Ферма № 4	38

1.2 Особливості технологічних процесів елеваторів

Ефективна робота елеваторів/зерноскладів залежить від складних фізичних та біохімічних процесів, що відбуваються у зерні під час зберігання, а також від чинників, що їх обумовлюють. Потрібно враховувати, що дозрівання зерна тривале та у процесі його зберігання у ньому відбуваються явища післязбирального досягання. Ці процеси проходять досить повільно й супроводжуються підвищенням диханням зерна та виділенням додаткової вологи, яка повинна випаровуватися у навколишнє середовище. Якщо цього не відбувається, зерно надмірно зволожується. А зберігання вологого зерна призводить до швидкого його псування.

Сухе зерно перебуває у стані спокою та фізіологічні процеси відбуваються у ньому повільно й майже непомітно. У випадку підвищення вологості (більше 14%) у зерні починає посилюватись й поступово наростає процес дихання, який можна порівняти з горінням – зерно поглинає з навколишнього середовища кисень та виділяє вуглекислоту, вологу й теплову енергію. та у випадку, коли існує брак вільного кисню, процес дихання відбувається за рахунок кисню, що утворився з вуглеводів зерна. та при цьому у зерні розпочинаються процеси, що схожі до спиртового бродіння та погіршується що сть зерна.

Підвищена вологість та висока температура зерна викликають розвиток й прискорення розмноження різноманітних мікроорганізмів (цвілеві грибки та бактерії), що достатньо швидко псують зернопродукцію.

При різкому зниженні температури усі життєдіяльні процеси у зерні уповільнюються, а у протилежному випадку дихання зерна лише посилюється.

При проектуванні елеваторів/зерноскладів необхідно враховувати фізичні властивості зерна, а саме: високі показники гігроскопічності, низьку теплопровідність, слабку повітря- й газопроникність, сипкість, здатність

самосортуватись при запуску у глибокі склади та самоущільнюватись під впливом своєї ж ваги.

Найрезультативнішим заходом підготовки зерна до довготривалого зберігання є процес сушіння (природний або штучний). Рекомендується проводити очищення зерна від органічних та неорганічних сторонніх включень (сміттєве насіння, бите зерно, пісок).

Процес зберігання зерна є нестаціонарним у часі та може залежати, як від конструкції апарату для зберігання, так й від фізичного та біологічного стану сировини. Всіма процесами, що відбуваються у зерні, постійно необхідно керувати й контролювати їх. Параметри зерна змінні у часі та саме тому, регулятори, що використовуються у системі керування повинні бути адаптивними. Можуть бути використані наступні методи зберігання: аерація, хімічне знезараження, вентилявання у декількох режимах, консервування. Метод обирається відповідно стану та призначення зерна.

Аерація – це пасивне чи штучне, тобто примусове провітрювання зерна. Вона необхідна щоб очистити повітря й оздоровити зернопродукцію від продуктів розпаду та дихання (водяної пари, етилену, діоксиду вуглецю). При аерації необхідно контролювати й керувати станом вологості зерна. Дуже важливо це для нижніх шарів зернової маси, де проникність повітря є мінімальною.

Вентилювання – це продування повітря крізь зернову масу для охолодження або підсушення вологого зерна. Воно необхідне для покращення якості зерна, прискорення дозрівання, тривалішого терміну зберігання. Вентилювання у режимі підсушення проводиться, коли вологість зерна підвищена. Сировина насичується киснем. Інтенсивність підсушування зернопродукції залежить від потужності вентилятора. Вентиляція є більш ефективною, ніж перелопачування й пересипання зерна з одного бункера у інший. А ще, вона не призводить до додаткового травмування зерна, у результаті чого значно сповільнюється процес появи

цвілі. Головне, при вентиляції, вірно зафіксувати температуру та вологість повітря ззовні та всередині сховища.

Охолодження – це процес інтенсивного вентилявання, що збільшує стійкість та довговічність зерна. Воно пригнічує будь-яку життєдіяльність у сховищі та унеможливорює розмноження й розвиток зернових шкідників та патогенних мікроорганізмів. Охолодження реалізується за допомогою використання обладнання для активної вентиляції у складах, повітряних силосних системах чи шляхом пропускання зерна через охолоджувальні шахти сушарок. Найефективніше охолоджувати зернову масу спеціальним підготованим охолодженим повітрям. Однак, через високу вартість цей спосіб рекомендується використовувати тільки для цінних партій зерна продовольчого та насінневого призначення.

Щоб мінімізувати втрати зернопродукції при довготривалому зберіганні у сховищі, треба вміти правильно підбирати тип установки. Всі сховища для зберігання зернової маси, що відрізняються за функціональною спрямованістю й технологічністю, можна поділити на: склад, бетонний силос та металевий силос.

Необхідні якості зернова маса при тривалому зберіганні може зберегти тільки у правильно влаштованих зерносховищах, вимоги до яких залежать від вищевказаних властивостей зерна. Вимоги до зерносховищ:

1. У зерносховищі мають бути ліквідовані причини, що можуть викликати хвороби зерна, тобто вони мають бути: чистими, добре вентиляватися, сухими, захищеними від потрапляння гризунів, птах, комах й інших шкідників зерна.

2. Оскільки зерносховища зазвичай конструюють неопалювальними, без горищних перекриттів, необхідно потурбуватись про те, щоб силос був захищений від проникнення атмосферних опадів, поверхневих та ґрунтових вод.

3. Внутрішнє планування, форми, будова, величини ємностей для зберігання зернової сировини (бункерів, відсіків, засіків, силосів), а також їх

розміщення у зерноскладах мають забезпечувати вільний вхід до зерна, що дозволить у будь-який момент часу спостерігати за станом й можливістю внутрішньо-складської обробки зерна під час зберігання.

4. У зерноскладах повинно бути можливим очищення, огляд та дезінфекція окремих частин конструкцій, внутрішнього обладнання й механізмів.

5. Технологічні процеси, що пов'язані з використанням зерноскладів (вивантаження, завантаження, обробка, пересипання зерна) повинні бути повністю автоматизовані й механізовані з використанням стаціонарних та пересувних агрегатів із максимальним застосуванням принципу самопливу зерна.

Механічне обладнання зерноскладів. Для автоматизації розвантаження, завантаження, пересипання й підробітку зерна у елеваторах використовуються стаціонарне та пересувне обладнання:

- стрічкові норії для вертикального підйому зерна;
- стрічкові стаціонарні конвеєри, щоб переміщувати сировину у горизонтальному напрямку чи під незначним кутом;
- пересувні конвеєри для вантажо-розвантажувальних робіт (здебільшого при зберіганні зернопродукції на підлозі);
- самоподавачі завантаження конвеєрів (при підлоговому завантаженні сировини);
- гвинтові конвеєри, чи шнеки, щоб переміщувати сировину на невеликій відстані;
- самопливні зернопроводи, щоб переміщувати зернову масу зверху вниз під дією сили тяжіння;
- зерноочисні механізми та сепаратори для очищення зерна від сторонніх домішок органічного та неорганічного типу.

Склади для зберігання зернової маси являють собою одноповерхові приміщення з повністю горизонтальною чи похилою підлогою. Стіни можуть бути зроблені з цегли, каменю або ж залізобетону. Зернова маса у складах

даного типу зберігається насипом на підлозі чи у засіках. Зернові склади є механізовані та немеханізовані.

Немеханізовані склади бувають лише з горизонтальними підлогами. Відпуск та переміщення зерна здійснюють з використанням пересувного та самохідного устаткування.

Механізовані склади можуть бути з горизонтальними чи з похилими підлогами. Ці склади забезпечують верхніми (завантажувальними) та нижніми (розвантажувальними) стаціонарними транспортерами стрічковими й норіями. Установлюється обладнання зазвичай у торцях складів.

Зернову масу у складах такого типу звичайно зберігають насипом. у мішках чи спеціальній тарі зберігають тільки окремі партії зерна насінневого призначення, або насіння із тендітною структурою оболонок.

Для раціональної експлуатації зерноскладів та здешевлення процедури зберігання зерна, необхідно повно використовувати його об'єм, максимально збільшуючи висоту насипу зерна. у складах такого типу допустима висота насипу визначається не характеристиками та видом складу, а станом зернової маси, цільовим призначенням, терміном зберігання, порою року, коли зерно буде знаходитися у складі.

В підлогових складах шаром до 5 м можна зберігати тільки зерно продовольче чи фуражне, сухе чи середньої сухості, що пройшло стадію післязбирального дозрівання й ретельно очищене від домішок. у підлогових складах з похилими підлогами, обладнаних устаткуванням, що забезпечує механізоване завантаження, розвантаження й оброблення зерна, шаром до 10 м.

Сухе насіннєве зерно з вологістю до 14% зберігають насипом на підлозі (висота насипу 2-3 метри), у бункерах й засіках, або у тарі (мішках) штабелями (не більше 8 рядів). Якщо склад оснащений активною вентиляцією, та висота насипу насінневого зерна може бути до 5 м.

В залежності від пори року та температури, зерно з вологістю більше 16-17%, чи яке не пройшло післязбирального дозрівання (має знижену стійкість), можна зберігати насипом 1-1,5 м.

На висоту насипу може впливати плановий термін зберігання зерна. Коли зерно будуть нетривало зберігати – висоту насипу можна трохи збільшити. Висоту насипу зерна можна збільшувати на холодний період року та знижувати із настанням перших високих температурних показників.

Елеватор – це максимально удосконалений тип механізованого сховища. Він призначений для зберігання сухого товарного зерна зі вологістю до 14-15%. у елеваторах зерно зберігають у силосах, що розташовані поблизу один від одного. Всі процеси у елеваторах повністю механізовані та автоматизовані, починаючи прийомом зерна, його зважуванням, завантаженням, вивантаженням, внутрішнім пересуванням, очищення від домішок, та закінчуючи сортуванням.

Елеватор – це підйомник, оскільки основний механізм у такого типу зерносховищ це елеватор-підйомник. Окрім норій, що застосовуються для вертикального підйому зерна, елеватори оснащені конвеєрами й шнеками, що необхідні для горизонтального переміщення зерна, а також трубами для переміщення зерна самопливом зверху вниз й зерноочисними машинами та агрегатами.

Головні будівлі та споруди елеватора. Елеватор складається з комплексу споруд, що пов'язані спільними виробничими процесами, функціональними можливостями: виробничі, допоміжні, обслуговуючі, невиробничі. Виробничі займаються прийманням, зважуванням, зберіганням, відпуском зерна. Спеціальні функції: очищення, сушіння, сортування зернової маси.

Основні виробничі будівлі та споруди елеватора: робоча будівля; силосні корпуси із конвеєрними галереями; споруди для розвантаження та навантаження зернової маси на залізничний, автомобільний, водний транспорт; устаткування для сушіння сировини; обладнання для зберігання й навантаження відходів зернового виробництва на транспорт.

У робочих спорудах елеватора розміщують машини й механізми, що необхідні для підйому зернової маси (норії), зважування, очищення, переміщення та розподілу зерна. Робоча будівля є основною спорудою у системі елеватора. Навколо неї групуються та пов'язані з нею всі інші виробничі споруди.

До складу елеватора можна віднести й інші допоміжні виробничі та спеціальні будівлі та споруди: для очищення та сортування зерна, цех для відходів, камера для швидкого збору пилу та бруду, склади для підлогового зберігання зернової маси.

До допоміжних будівель та споруд, що обслуговують виробництво, елеватора можна віднести: склади для зберігання палива, ремонтні майстерні, силову станцію, лабораторію, пожежне депо. Невиробничі будівлі та споруди: їдальня, побутові будівлі, адміністративний корпус.

В залежності від типу елеватора, його функцій та обсягу робіт комплекс будівель та споруд елеватора може бути різним.

Силосний корпус – це зерносховище, що складається з різної кількості силосів.

Бетонний силос. Силосний корпус можна розділити по висоті на три частини:

- нижня – підсилосний сектор чи підвал (розміщені нижні конвеєри);
- середня – силоси (відбувається довготривалий процес зберігання зерна);
- верхня – надсилосне приміщення, чи галерея (встановлені верхні конвеєри).

Силоси завантажують за допомогою верхніх транспортерів (конвеєрів), а вивантажують шляхом випускання зернової маси на нижні транспортери.

Силосні корпуси залізобетонних елеваторів/зерносховищ мають силоси квадратного або круглого перетину. Діаметри круглих силосів, що об'єднані у силосні корпуси, 3, 6, 9, 12 м, а окремостоячі 12, 18 та 24 м. Довжина силосного корпусу не повинна перевищувати 48 м, щоб не з'являлись

тріщини від різких температурних перепадів. Розміри залізобетонних силосних корпусів залежать від заданої місткості. При нескельних ґрунтах відношення довжини до ширини та висоти силосного корпусу приймають не більше двох. При відповідному обґрунтуванні можна збільшити довжину корпусу силосу та вищевказане відношення.

Металевий силос. Для збереження значних партій зернової маси почали використовуватись окремі сталеві силоси великого об'єму, що з'єднуються між собою та із іншими робочими будівлями за допомогою транспортерних галерей та тунелів. у порівнянні із збірними залізобетонними, сталеві силоси більш зручні, економічні й вимагають менших трудових витрат при побудові. Для створення сталевих силосів витрачається така сама кількість сталі, як та для залізобетонних, а витрати бетону й залізобетону зменшується більш ніж у 5 разів.

Зводити елеватори сталевих силосів на будівельних ділянках з незначною несучою здатністю ґрунтів стала можливою через їх незначну масу. Також вони дають можливість скоротити витрати на будівельні машини та зменшити транспортні витрати. Конструкції сталевих силосів можна виготовити на заводі й укрупненими елементами доставити на будівельний майданчик. Це дозволить виконати їх швидкий монтаж та скоротити термін зведення. Розміри сталевих силосів можуть бути найрізноманітнішими. Зберігання зернової маси у металевих силосах елеваторів/зерносклади вважають модернізованим та індустріальним.

Переваги металевих силосів:

- стандартне виконання;
- гнучкість у плані адаптації й різних модифікацій;
- значно менший фундамент;
- швидкий процес монтажу;
- можливість переміщення у інші місця;
- можливість застосування зачисних шнеків.

Можна порівняти недоліки та переваги бетонних та металевих силосів за критеріями: будівництво, ціна, кліматозабезпечення.

1. Будівництво:

- недолік бетонного силосу – складне будівництво через динамічність та неперервність. Задіюється більша кількість людей, довші терміни будівництва, більша тривалість введення у експлуатацію, більші витрати;

- бетонний силос може бути вищим металевого силос (можна використовувати у умовах обмеженого простору), але останній може мати більший діаметр (збільшена місткість);

- для побудови металевого силоса не потрібна тверда поверхня, щоб підтримувати вагу структури, на відміну від бетонної споруди;

- обидві конструкції є герметичними та водонепроникними.

2. Ціна:

- перевага металевих силосів – низькі затрати на монтаж (збираються з готових елементів та важать менше чим матеріали для бетонного силоса);

- металевий силос має більший об'єм для зберігання за ту ж саму ціну та скорочують собівартість одиниці продукції.

3. Кліматозабезпечення:

- температура повітря у середині бетонного силоса не так швидко росте у теплий період року, як у металевому зерносховищі. Однак, у разі надмірної вологи зернової маси, вивести її з бетонного силосу важче.

- в металевому силосі ефективніше та простіше організувати вентиляцію зернової маси. Потужність вентиляції – нелінійний процес відносно глибини зберігання зернової маси. Майже не можливо забезпечити умови однакового потоку повітря у високому бетонному силосі на відміну від більш низького та широкого металевих аналога. у бетонному сховищі глибина зберігання зерна є також причиною нагрівання через його пресування.

1.3 Схема керування та матеріальних потоків елеватора

Проаналізувавши технологічний процес зберігання зерна у силосі можна сформувати схему керування та матеріальних потоків елеватора (рис. 1.2). Ця схема допоможе наочно уявити маршрути та потоки управлінської інформації між складовими елементами системи керування.

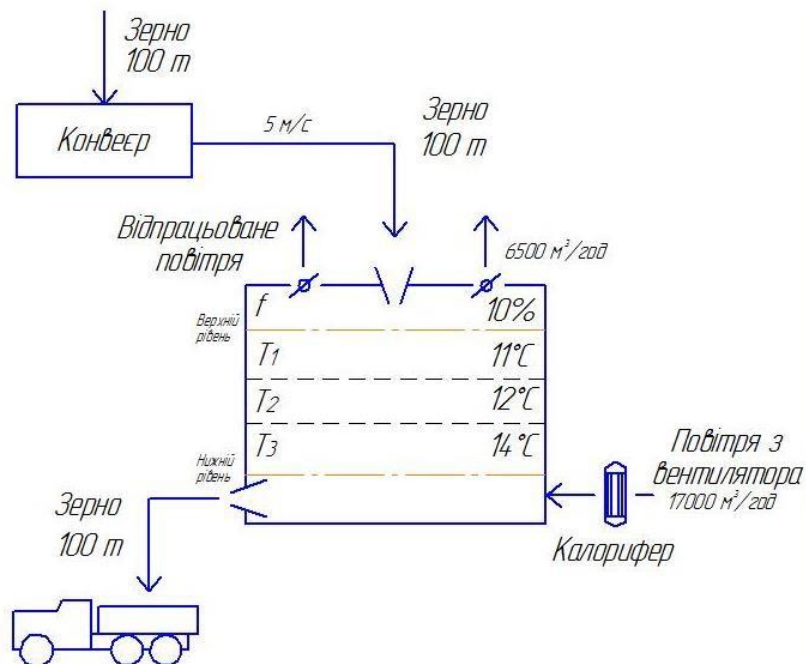


Рисунок 1.2 – Схема керування та матеріальних потоків елеватора

Для завантаження зернової маси у елеваторі передбачений конвеєр. Сировина через засув потрапляє на конвеєр та через завантажувальний отвір у даху у силос. Для того, щоб знати коли закінчувати завантаження чи вивантаження зернової маси необхідно й достатньо мати уявлення про нижній та верхній рівні зерна. Завантаження зерна зупиняється після спрацювання датчиків верхнього рівня. Вивантаження відбувається з вивантажувального отвору й триває до спрацювання датчиків нижнього рівня. Контролюється робота конвеєрів за допомогою датчиків швидкості й сходження стрічки, пристроїв плавного пуску й зупинки двигуна. Також здійснюється контроль потоку сировини, тобто має бути своєчасне реагування коли відсутній потік зернової маси через забивання, підпір заштибовку, відсутність поданого зерна.

При зберіганні зерна одне з ключових завдань – підтримання температури зернової маси та вологості повітря у заданому діапазоні. Необхідний точний та безперервний контроль за процесом самозігрівання зерна й зміною температури зернової маси у силосах та ємностях для зберігання. Це можливо зробити за допомогою систем контролю температури зернової маси у силосах на основі термopідвісок з цифровими датчиками температури. Також важливим є контроль за вологістю у середині елеватора.

Регулювання температури зернової маси здійснюється шляхом застосування активного вентилявання – примусового продування атмосферного повітря через нерухомий насип зерна. Потік повітря впливає на температуру та вологість зерна, а також змінює газовий склад повітря просторів між зерном, тобто впливає на ті фактори, що відповідають за рівень життєдіяльності усіх живих компонентів сировини, а отже й її збереження. Консервація (зниження інтенсивності біологічних процесів псування зерна) – головний технологічний ефект активного вентилявання.

Під час активного вентилявання зерна тільки певна кількість повітря забезпечує досить швидке охолодження зернової маси. Коли повітря недостатньо, охолодження зерна відбувається повільно та найвіддаленіші від місця надходження повітря ділянки насипу зернової маси зволожуються. у цих зонах активно розвиваються мікроорганізми та може виникнути процес самозігрівання саме через довготривале знаходження зерна при підвищеній температурі й вологості. Тому, вентилявання потрібно проводити так інтенсивно, щоб унеможливити протікання небажаних процесів й охолодити зернову масу раніше, ніж зерно почне псуватись.

Активне вентилявання потрібно проводити у відповідності до встановлених режимів обробки для кожної культури. Під режимом активного вентилявання мається на увазі оптимальне поєднання основних параметрів обробки зерна повітряним потоком: питома подача повітря, тривалість та періодичність вентилявання, висота насипу зерна.

Не завжди можна проводити активне вентилявання зерна. При вологості сировини нижче 20% у процесі вентилявання можливе незначне зволоження зерна. Щоб не допустити цього, потрібно ретельно та регулярно контролювати рівень відносної вологості повітря й за цим показником визначати величину рівноважної вологості зернової маси, до якої воно буде наближатися при вентиляванні.

Сушіння зерна активним вентиляванням у нерухомому насипі являє собою найпростіший спосіб конвективного сушіння, що широко використовується у сільському господарстві. Негативні фактори при сушці зернової маси підігрітим повітрям – різке пересушування зерна у нижній та середній частинах насипу та утворення небажаної вологи у повітрі. Для досягнення щоденного кліматозабезпечення елеватора необхідно реалізувати взаємопов'язане регулювання параметрів.

Для отримання рівномірної по вологості зернової маси першу половину часу зерно сушать гарячим повітрям, а далі проводять обробку сировини тільки холодним повітрям. Після цього холодне повітря зволожує до оптимального рівню вологості раніше пересушену нижню частину зернового насипу. При цьому агент сушіння стає більш сухим та це забезпечує досушування верхньої частини насипу.

Розміщені у даху силоса витяжні вентилятори забезпечують відведення відпрацьованого повітря назовні. При одночасно працюючих основному та дахових вентиляторах забезпечується найкращий варіант вентилявання зерна. При цьому вологе повітря буде видалятися коли вентиляється зернова маса. Для найкращого режиму роботи, витяжні вентилятори мають працювати одночасно з основним та після його відключення залишатись працюючими протягом певного часу для видалення всього вологого повітря.

1.4 Висновок до розділу 1

Проаналізувавши систему електропостачання Вендичанського елеватора можна зробити наступні висновки: СЕП має велику кількість обладнання характеристики якого повністю, або частково не відповідають параметрам нормальних й аварійних режимів. Також є морально застаріле та фізично зношене обладнання. Економічні й технічні характеристики СЕП потребують оптимізації електропостачання.

28	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНСФОРМАТОРІВ									
29										
30	Параметри трансформаторів 10 кВ									
31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
32	Ст	Унт	DPxx	DPk	Ixx	Uк	Rт	Xт	Kт1,	Kт2,
33	кВА	кВ	кВт	кВт	%	%	Ом	Ом	тис. грн	тис.грн
34	63	10	0,24	1,28	2,8	4,5	32,25	63,73	88,70	150,00
35	100	10	0,33	1,97	2,6	4,5	19,70	40,46	99,83	190,00
36	160	10	0,51	3,1	2,4	4,5	12,11	25,38	113,36	220,00
37	250	10	0,74	4,2	2,3	4,5	6,72	16,70	131,31	260
38	400	10	0,95	5,9	2,1	4,5	3,69	10,63	186,87	370
39	630	10	1,31	8,5	2	5,5	2,14	8,46	227,27	450
40	1000	10	2,1	10,5	1,4	6	1,05	5,91	281,41	560
41	1250	10	2,5	10,7	1,3	5,5	0,95	4,72	307,69	600
42	1600	10	2,8	18	1,2	5,5	0,70	3,36	341,71	680
43	2500	10	3,85	23,5	1	6,5	0,38	2,57	376,92	735

Рисунок 2.2 – База економічних і технічних даних силових трансформаторів 10 кВ Вендичанського елеватора

На рис. 2.3 на листі Ексел показана база даних кабельних ліній (КЛ).

67	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛ							
68								
69	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛ							
70	1	2	3	4	5	6	7	8
71	Пере-		0,38 кВ			10 кВ		
72	різ,	Ro	Xo	Idоп	Ko1,	Xo	Idоп	Ko1,
73	мм^2	Ом/км	Ом/км	А	т.грн/км	Ом/км	А	т.грн/км
74	10	3,1	0,073	65	16,875	0,122	50	21,461
75	16	1,94	0,0675	75	23,857	0,113	75	31,012
76	25	1,24	0,0662	90	34,362	0,099	90	44,669
77	35	0,89	0,0637	115	44,919	0,095	115	58,394
78	50	0,62	0,0625	140	63,911	0,09	140	73,084
79	70	0,443	0,0612	165	87,406	0,086	165	113,627
80	95	0,326	0,0602	205	113,281	0,083	205	157,265
81	120	0,258	0,0602	240	143,348	0,081	240	186,352
82	150	0,206	0,0596	275	176,726	0,079	275	229,745
83	185	0,167	0,0596	310	237,947	0,077	310	309,330
84	240	0,129	0,0587	355	330,010	0,075	355	429,012

Рисунок 2.3 – База технічних і економічних даних КЛ Вендичанського елеватора

На рис. 2.4 на листі Ексел показана база даних повітряних ліній (ПЛ).

46	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛ						
47							
48	АС; АпС; АСК; АпСК; АСКП; АпСКП; АСКС; АпСКС						
49	1	2	3	4	5	6	7
50	Пере-	Діа-			10 кВ	Дср =	1250
51	різ,	метр,	Ro	Ідоп	Хо	Ко1,	Ко2,
52	мм^2	мм	Ом/км	А	Ом/км	т.грн/км	т.грн/км
53	10	4,5	2,766	84	0,412	55,65	67,36
54	16	5,6	1,801	111	0,399	60,43	71,8
55	25	6,9	1,176	142	0,385	62,3	85,22
56	35	8,4	0,79	175	0,373	65,2	90,27
57	50	9,6	0,603	210	0,365	68,26	98,57
58	70	11,4	0,428	265	0,354	74,69	129,18
59	95	13,5	0,31	330	0,343	83,17	152,48
60	120	15,2	0,25	390	0,336	89,98	174,76
61	150	16,8	0,199	450	0,330	101,62	196,07
62	185	18,8	0,158	520	0,323	148,63	225,4
63	240	21,6	0,122	605	0,314	166,82	248,45
64	300	24	0,099	710	0,307	178,72	266,74

Рисунок 2.4 – База технічних і економічних даних ПЛ Вендичанського елеватора

2.2 Визначення оптимальних електричних навантажень елеватора

За методами коефіцієнтів використання й попиту виконується визначення середніх і розрахункових навантажень Вендичанського елеватора [1-3].

Розрахункову потужність Вендичанського елеватора визначимо за допомогою електронної таблиці Excel (рис. 2.5). Вихідними даними є: P_i – номінальна потужність i -того цеху; $\cos\varphi_i$ – коефіцієнт потужності i -того цеху; $K_{пi}$ – коефіцієнт попиту i -того цеху; $K_{вi}$ – коефіцієнт використання i -того цеху; S_i – площа i -того цеху; $R_{питi}$ – питома густина освітлювального навантаження i -того цеху; $\operatorname{tg}\varphi_{0i}$ – коефіцієнт потужності освітлення i -того цеху; $K_{соi}$ – коефіцієнт попиту освітлювального навантаження i -того цеху; $K_{праi}$ – коефіцієнт збільшення навантаження за рахунок втрат у пускорегулювальній апаратурі освітлення i -того цеху.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1																						
2	№	Цех	Рн, кВт	cos	tg	Кп	Кв	Площа, м ²	Кп0	Рпнт, Вт/м ²	Кпра	tg0	Qп0, квар	Рр0, кВт	Рс, кВт	Qс, квар	Sc, кВА	Рр, кВт	Qр, квар	Sp, кВА	Ip, А	Ко=
3	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	р0, кВА/м ²
4	1	Ферма №1	45	0,75	0,88	0,50	0,4	400	0,8	0,02	1	0,48	3,07	6,40	24,40	18,95	30,89	28,90	22,92	36,88	56,04	0,09
5	2	Ферма №2	12	0,75	0,88	0,50	0,4	400	0,7	0,02	1	0,48	2,69	5,60	10,40	6,92	12,49	11,60	7,98	14,08	21,39	0,04
6	3	Ферма №3	12	0,75	0,88	0,50	0,4	400	0,7	0,02	1	0,48	2,69	5,60	10,40	6,92	12,49	11,60	7,98	14,08	21,39	0,04
7	4	Верно-сушилка АВМ	100	0,70	1,02	0,50	0,4	280	0,9	0,02	1	0,48	2,42	5,04	45,04	43,23	62,43	55,04	53,43	76,71	116,55	0,27
8	5	Верно-пк	110	0,70	1,02	0,40	0,3	6400	0,6	0,01	1	0,48	18,43	38,40	71,40	52,10	88,39	82,40	63,32	103,92	157,89	0,02
9	6	Питорама	51	0,70	1,02	0,40	0,3	170	0,8	0,01	1	0,48	0,65	1,36	16,66	16,26	23,28	21,76	21,46	30,57	46,44	0,18
10	7	Столярний цех	16	0,70	1,02	0,40	0,3	288	0,8	0,01	1	0,48	1,11	2,30	7,10	6,00	9,30	8,70	7,64	11,58	17,59	0,04
11	8	Кузня	5	0,70	1,02	0,30	0,25	308	0,9	0,01	1	0,48	1,33	2,77	4,02	2,61	4,79	4,27	2,86	5,14	7,81	0,02
12	9	Тракторна бригада	68	0,70	1,02	0,30	0,025	840	0,9	0,01	1,2	0,48	4,35	9,07	10,77	6,09	12,37	29,47	25,17	38,76	58,88	0,05
13	10	Ферма №4	38	0,75	0,88	0,50	0,4	400	0,8	0,01	1	0,48	1,54	3,20	18,40	14,94	23,70	22,20	18,29	28,77	43,70	0,07
15		Всього	457					9886					38,28	79,75	218,60	174,02	279,40	266,14	221,41	346,19	525,99	0,04

Рисунок 2.5 – Таблична форма Excel для розрахунку електричних навантажень Вендичанського елеватора

2.3 Оптимізація кількості та потужності цехових трансформаторних підстанцій елеватора

Вимоги при виборі оптимальних цехових трансформаторних підстанцій (ЦТП) Вендичанського елеватора (рис. 2.6) [1-3]:

- річні приведені затрати є критерієм ефективності вибору трансформаторів ЦТП Вендичанського елеватора;
- необхідно орієнтуватись на питому густину навантаження по Вендичанському елеватору для вибору кількості та потужності ЦТП;
- кількість трансформаторів повинна відповідати категорії надійності споживача (згідно із ПУЕ) [5]. Оскільки Вендичанський елеватор належить до споживачів другої категорії по електропостачанню, то необхідно використовувати двотрансформаторні підстанції, щоб система електропостачання мала високу надійність;
- потужності трансформаторів Вендичанського елеватора мають бути допустимими у нормальному та післяаварійному режимах роботи. Необхідно дотримуватись умови: у випадку виходу з ладу одного трансформатора двотрансформаторної ТП – трансформатор, що залишається у робочому стані має витримувати розрахункове навантаження споживачів як першої, так і другої категорії цієї ТП.

$\Delta P_{xx}(St)$ – втрати холостого ходу трансформатора потужністю St Вендичанського елеватора;

$\Delta P_{кз}(St)$ – втрати короткого замикання трансформатора потужністю St Вендичанського елеватора;

$k_z (St)$ – коефіцієнт завантаження трансформатора потужністю St Вендичанського елеватора;

k_n – максимально допустимий коефіцієнт навантаження трансформатора у нормальному режимі Вендичанського елеватора;

$k_{па}$ – максимально допустимий коефіцієнт навантаження трансформатора у післяаварійному режимі Вендичанського елеватора;

$k_{ппа}$ – частина навантаження ТП, що повинна залишитись у роботі в післяаварійному режимі (погоджується з технологіями) Вендичанського елеватора;

S – множина допустимо-доступних стандартних потужностей трансформаторів Вендичанського елеватора.

На рис. 2.6 у табличній формі Excel показано автоматизований розв’язок задачі вибору оптимальної потужності цехових трансформаторів Вендичанського елеватора [1-3].

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Вибір оптимальної потужності ТП1 за мінімумом затрат														
2	Дані нормального режиму														
3	Розрахункова потужність ТП, кВА										Sp=	359,901			
4	Середня потужність ТП, кВА										Sc=	279,404			
5	Кількість трансформаторів										kt=	2			
6	Допустимий коефіцієнт навантаження в нормальному режимі										kn=	1			
7	Дані післяаварійного режиму														
8	Допустимий коефіцієнт навантаження післяаварійному режимі										kпа=	1,3			
9	Доля навантаження в п.а. режимі										кнпа=	0,9			
10	Економічні характеристики														
11	Питома вартість втрат, грн/кВт										Bo=	15874,2			
12	Коефіцієнт ефективності капіталовкладень										Ee=	0,1			
13	Коефіцієнт відрахувань на амортизацію										Ea=	0,036			
14															
15	*	St, кВА	dPкз, кВт	dPxx, кВт	Kтп, тис. грн.	E*К, тис. грн.	dPзм, кВт	dPпс, кВт	dP, кВт	Bв, тис. грн.	З, тис. грн.	*	X	обмеж. 1	обмеж. 2
16		63,00	1,28	0,24	150,00	20,40	20,89	0,48	21,37	339,18	---		---	---	---
17		100,00	1,97	0,33	190,00	25,84	12,76	0,66	13,42	213,01	---		---	---	---
18		160,00	3,10	0,51	220,00	29,92	7,84	1,02	8,86	140,69	---		---	+	---
19	V	250,00	4,20	0,74	260,00	35,36	3,34	1,48	4,82	76,49	111,85	V	+	+	+
20		400,00	5,90	0,95	370,00	50,32	2,39	1,90	4,29	68,07	118,39		+	+	+
21		630,00	8,50	1,31	450,00	61,20	1,39	2,62	4,01	63,61	124,81		+	+	+
22		1000,00	10,50	2,10	560,00	76,16	0,68	4,20	4,88	77,47	153,63		+	+	+
23		1250,00	10,70	2,50	600,00	81,60	0,44	5,00	5,44	86,41	168,01		+	+	+
24		1600,00	18,00	2,80	680,00	92,48	0,46	5,60	6,06	96,12	188,60		+	+	+
25		2500,00	23,50	3,85	735,00	99,96	0,24	7,70	7,94	126,10	226,06		+	+	+
26										Змін=	111,848				
27										Опт. Пот. Трансформатора	St*=	250			

Рисунок 2.6 – Таблична форма Excel для автоматизованого вибору оптимальної потужності цехових трансформаторних підстанцій Вендичанського елеватора

Із розрахунків видно, що оптимальним є варіант, коли потужність трансформаторів ТП Вендичанського елеватора буде 250 кВА. Мінімальні приведені затрати будуть 111,848 тис.грн.

По зовнішній лінії живлення Вендичанського елеватора буде протікати потужність навантаження та потужність втрат у трансформаторах ЦТП. Якщо не врахувати цих втрат, то це приведе до не вірного вибору перерізу зовнішньої лінії живлення Вендичанського елеватора, тобто по заниженому навантаженню. А це може спричинити роботу лінії живлення Вендичанського елеватора у недопустимих умовах.

На рис. 2.7 роказано розрахунок втрат активної і реактивної потужності в цехових ТП Вендичанського елеватора.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1															
2	№ ТП	S _{ном_Т} , кВА	кТ	dP _{хх} , кВт	dP _{кз} , кВт	I _{хх} , %	U _к , %	P _p , кВт	Q _p , кВАр	S _p , кВА	dP _{тр} , кВт	dQ _{тр} , кВАр	dS _{тр} , кВА	P, кВт	Q, кВАр
3	1	250	2	0,74	4,2	2,3	4,5	275,948	231,0447	359,9013	5,832173	23,15761	23,88072	281,7802	254,2023
4															

Рисунок 2.7 – Таблична форма Excel автоматизованого визначення втрат потужності у цехових ТП Вендичанського елеватора

2.4 Визначення струмів КЗ

Для вибору оптимальних перерізів КЛ, однією з умов, що визначає допустимість КЛ є мінімальний переріз, що витримує короточасну дію струмів КЗ. Для його визначення потрібно знати струм КЗ на початку КЛ. Розрахуємо струм трифазного короткого замикання на шинах 10 кВ.

Для віддалених точок КЗ усі джерела електричної енергії шляхом перетворення схеми замінюються одним еквівалентним джерелом, ЕРС якого приймається незмінною за амплітудою, а за еквівалентний опір приймається індуктивний опір. У випадку великої віддаленості точки КЗ від джерел вважається, що точка КЗ живиться від джерела нескінченної потужності, тому розрахунок проведемо за законом Ома.

Схема заміщення для такого розрахунку зображена на рис. 2.8.

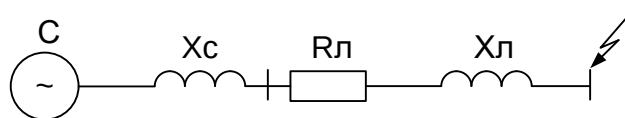


Рисунок 2.8 – Схема заміщення для розрахунку струму КЗ (X_c – реактивний опір системи; $R_{\text{л}}$ – активний опір зовнішньої лінії живлення; $X_{\text{л}}$ – реактивний опір зовнішньої лінії живлення)

$$I_{\text{КЗ}} = \frac{S_{\text{КЗ}}}{\sqrt{3} \cdot 0,95 \cdot U_{\text{н}}} \text{ [A]}, \quad (2.2)$$

де $U_{\text{н}}$ – напруга, кВ;

$$I_{K3} = \frac{1,05 \cdot U_H}{\sqrt{3} \cdot Z} \text{ [A]}, \quad (2.3)$$

де Z – повний сумарний опір живлячої лінії та системи, Ом.

$$Z = \sqrt{R_L^2 + (X_L + X_c)^2} \text{ [Ом]}, \quad (2.4)$$

$$X_c = \frac{U^2}{S_{K3}} \text{ [Ом]}, \quad (2.5)$$

де S_{K3} – потужність короткого замикання на стороні 10 кВ, МВА.

Розрахунок струму короткого замикання Вендичанського елеватора потрібен, щоб обрати такі перерізи ліній живлення елеватора, що будуть витримувати короточасну дію струмів короткого замикання, доки не спрацюють засоби автоматичного захисту.

На рис. 2.9 наведена таблична форма Excel яка автоматизує розрахунок струму КЗ.

	A	B	C	D	E	F
1	Розрахунок струмів КЗ					
2						
3	Дані системи					
4	Напруга, кВ				U= 10	
5	Потужність коротко замикання,МВА				S _{кз} = 50	
6	Опір системи, Ом				X _с = 1,805	
7	Струм КЗ для ЗЛЖ, кА				I _{кз} = 3,359	
8						
9	Довжина, км				L= 1,5	
10	Переріз, мм ²				F= 50	
11	Активний опір, Ом				R _л = 0,258	
12	Реактивний опір, Ом				X _л = 0,060	
13	Результат					
14	Сумарний повний опір, Ом				Z= 1,883	
15	Струм КЗ для розподільчих ліній, кА				I _{кз} = 3,2195	

Рисунок 2.9 – Розрахунок струму короткого замикання

2.5 Визначення оптимального перерізу лінії живлення елеватора

Щоб заживити Вендичанський елеватор потрібно обрати оптимальний переріз зовнішньої лінії живлення, що буде живити ТП від підстанції.

З врахуванням того, що підприємство споживає не велику потужність, а відстань до підстанції не значна – 1,5 км, втрати у лініях 10 кВ не набагато перевищують втрати у лініях 35 кВ. Саме тому електропостачання Вендичанського елеватора здійснюється на напрузі 10 кВ. Джерело живлення – підстанція 35/10 кВ «Вендечани». Живлення Вендичанського елеватора здійснюється по двухцепній повітряній лінії.

Для живлення Вендичанського елеватора вибрана саме ПЛ, тому що КЛ має велику вартість і трудомісткість спорудження, а також у ПЛ є ряд значних переваг:

- при будівництві не значний обсяг земляних робіт;
- простота експлуатації та спорудження;
- у ПЛ 10 кВ можливо використовувати опори для кріплення лінії 0,4 кВ, проводів радіомережі, місцевого телефонного зв'язку, зовнішнього освітлення;

Математична модель вибору оптимальних перерізів ПЛ Вендичанського елеватора має вигляд:

$$\begin{cases}
3(x) = B_l(x) + B_e(x). \\
B_l(x) = (E_e + E_a) \cdot K_0(x, k_l) \cdot L. \\
B_e(x) = 3 \cdot I_l^2 \cdot r_0(x) \cdot L \cdot k_l \cdot B_0; \quad B_0 = t \cdot \tau. \\
3(x) = \left[(E_e + E_a) \cdot K_0(x, k_l) + 3 \cdot I_l^2 \cdot r_0(x) \cdot k_l \cdot t \cdot \tau \right] \cdot L \rightarrow \min_{x \in X}. \\
x \geq x_{\text{ндоп}} \equiv k_{\text{доп}} \cdot I_{\text{доп}}(x) \geq I_l; \quad k_{\text{доп}} = k_c \cdot k_{\text{п}}; \\
\text{Для ПЛ: } k_{\text{п}} = 1, \text{ тому } k_{\text{доп}} = k_c; \\
k_l > 1 \Rightarrow x \geq x_{\text{падоп}} \equiv k_{\text{па}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot I_{\text{доп}}(x) \geq I_l \cdot k_l \cdot k_{\text{нна}}; \\
\text{Для ПЛ: } k_{\text{па}} = 1, \text{ тому } k_{\text{доп}} \cdot I_{\text{доп}}(x) \geq I_l \cdot k_l \cdot k_{\text{нна}}; \\
x \geq x_{\text{н}\Delta U} \equiv \Delta U_{\text{н}}(x) \leq \Delta U_{\text{доп}}; \\
k_l > 1 \Rightarrow x \geq x_{\text{па}\Delta U} \equiv \Delta U_{\text{па}}(x) \leq \Delta U_{\text{доп}}; \\
x \geq x_{\text{кз}} = \frac{I_{\text{кз}} \cdot \sqrt{t_n}}{C}; \\
x \geq x_{\text{кор}}, \text{ або } d(x) \geq d_{\text{кор}}; \\
x \geq x_{\text{мех}}; \\
x \in X.
\end{cases} \quad (2.6)$$

де E_e – коефіцієнт ефективності капітальних вкладень Вендичанського елеватора;

E_a – коефіцієнт відрахувань на амортизацію Вендичанського елеватора;

$K_0(x, k_l)$ – питома вартість повітряної лінії живлення залежно від її перерізу x та кількості ліній k_l ;

k_l – кількості ліній живлення Вендичанського елеватора;

L – довжина лінії живлення до Вендичанського елеватора;

t – тариф за електроенергію Вендичанського елеватора;

τ – число годин максимальних втрат Вендичанського елеватора;

I_l – струм окремої лінії живлення Вендичанського елеватора;

$r_0(x)$ – питомий активний опір повітряної лінії перерізом x Вендичанського елеватора;

$k_{\text{доп}} = k_c$ – коефіцієнт допустимого навантаження, що враховує відмінність параметрів середовища від нормованих (задається у ПУЕ [5]);

$k_{па}$ – коефіцієнт перевантаження лінії живлення у післяаварійному режимі (згідно із ПУЕ [5]);

$k_{нпа}$ – частка загального навантаження, що повинно споживатись у післяаварійному режимі (погоджується із технологіями);

$I_{доп}(x)$ – допустимий струм лінії живлення перерізом x для нормованих умов навколишнього середовища і прокладки (задається у ПУЕ [5]);

$\Delta U_H(x)$ – втрата напруги у лінії живлення перерізом x в нормальному режимі роботи;

$\Delta U_{доп}$ – допустима втрата напруги;

$\Delta U_{па}(x)$ – втрата напруги у лінії живлення перерізом x в післяаварійному режимі роботи;

$x_{кз}$ – мінімальний переріз лінії живлення за умовою термічної дії струмів КЗ, мм²;

$I_{кз}$ – струм КЗ на початку повітряної лінії живлення, А;

$t_{п}$ – приведений час КЗ, с;

C – тепловий коефіцієнт, А·с^{1/2}/мм² ;

$x_{кор}$, $d_{кор}$ – мінімальний переріз (діаметр) лінії живлення у якому не виникає загального коронування (задається у ПУЕ [5]);

$x_{мех}$ – мінімальний переріз лінії живлення за умовою механічної міцності (ПУЕ [5]);

X – множина допустимо-доступних стандартних перерізів ліній живлення.

На рис. 2.10 показана таблична форма Excel для автоматизованого вибору оптимального перерізу повітряної лінії живлення від підстанції до ТП Вендичанського елеватора. Таблична форма автоматично розраховує мінімум річних приведених затрат для живлення елеватора у залежності від керованої змінної – перерізу ПЛ. Показником ефективності тут є річні приведені затрати у зовнішню лінію живлення Вендичанського елеватора. Критерієм оптимальності є мінімум річних приведених затрат на зовнішню лінію живлення Вендичанського елеватора.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	Початкові дані																		
2	Економічні характеристики																		
3	Питома вартість втрат, грн/кВт						В ₀ = 15874,154												
4	Коефіцієнт ефективності капіталовкладень						Е ₀ = 0,10												
5	Коефіцієнт втрат на амортизацію						Е _а = 0,03												
6	Нормальний режим																		
7	Максимально доп. коефіцієнт навантаження в н.режимі						К _{доп} = 0,8648												
8	Напруга, кВ						U= 10												
9	Довжина ПЛ, км						l= 1,5												
10	Активна розрахункова потужність, кВт						P= 281,780												
11	Реактивна потужність, квар						Q= 254,202												
12	Розрахунковий струм окремого проводу, А						I _р = 10,955												
13	Кількість ПЛ						к= 2												
14	Допустима втрата напруги в ПЛ, %						ΔU _{доп} = 5												
15	Аварійний режим																		
16	Струм КЗ на початку лінії, кА						I _{кз} = 3,359												
17	Приведений час КЗ, с						t _{пр} = 1,5												
18	Тепловий коефіцієнт C, (А²·с⁻¹/(І²)·мм²)						C = 95												
19	Мінімальний переріз лінії за умовою КЗ, мм²						F _{кз} = 43,299												
20	Після аварійний режим																		
21	Максимально допустимий коефіцієнт навантаження						К _{па} = 1												
22	Доля навантаження в післяаварійному режимі						К _{па} = 0,67												
23	Допустима втрата напруги в ПЛ, %						ΔU _{падоп} = 5												
24																			
25																			
26	F, мм²/2	R ₀ , Ом/км	X ₀ , Ом/км	I _{доп} , А	dU _н , %	dU _{па} , %	K ₀ , тис.грн/км	dP, кВт	K	E*K, т.грн	В _в , т.грн	З, т.грн	Доп	К _{доп} *I _{доп} оп >= I _р	K _{па} *K _{доп} n*I _{доп} >= K _{па} *I _р *K _д	ΔU _н <= ΔU _{кдоп}	ΔU _{па} <= ΔU _{падоп}	F >= F _{кз}	
27	10	2,77	0,41	84,00	0,66	0,89	67,36	2,99	101,04	13,14	47,43	-	недоп	+	+	+	+	-	
28	16	1,80	0,40	111,00	0,46	0,61	71,80	1,95	107,70	14,00	30,88	-	недоп	+	+	+	+	-	
29	25	1,18	0,39	142,00	0,32	0,43	85,22	1,27	127,83	16,62	20,16	-	недоп	+	+	+	+	-	
30	35	0,79	0,37	175,00	0,24	0,32	90,27	0,85	135,41	17,60	13,55	-	недоп	+	+	+	+	-	
31	50	0,60	0,36	210,00	0,20	0,26	98,57	0,65	147,86	19,22	10,34	29,56	доп	+	+	+	+	+	V
32	70	0,43	0,35	265,00	0,16	0,21	129,18	0,46	193,77	25,19	7,34	32,53	доп	+	+	+	+	+	
33	95	0,31	0,34	330,00	0,13	0,18	152,48	0,33	228,72	29,73	5,32	35,05	доп	+	+	+	+	+	
34	120	0,25	0,34	390,00	0,12	0,16	174,76	0,27	262,14	34,08	4,29	38,36	доп	+	+	+	+	+	
35	150	0,20	0,33	450,00	0,10	0,14	196,07	0,21	294,11	38,23	3,41	41,65	доп	+	+	+	+	+	
36	185	0,16	0,32	520,00	0,09	0,13	225,40	0,17	338,10	43,95	2,71	46,66	доп	+	+	+	+	+	
37	240	0,12	0,31	605,00	0,09	0,11	248,45	0,13	372,68	48,45	2,09	50,54	доп	+	+	+	+	+	
38										мін затрати	=	29,56							
39										Опт. Переріз ПЛ	=	50							

Рисунок 2.10– Таблична форма Excel для автоматизованого розрахунку вибору оптимального перерізу зовнішньої лінії живлення Вендичанського елеватора

Отже, для зовнішньої лінії живлення Вендичанського елеватора на основі виконаного розрахунку доцільно вибрати ПЛ перерізом 50 мм². Обираємо провід марки АС-50 напругою 10 кВ.

2.6 Визначення оптимального перерізу розподільчих кабельних ліній

Необхідно обрати кабельні лінії від ТП до РП.

Математична модель вибору оптимальних перерізів КЛ Вендичанського елеватора має вигляд:

$$\left\{ \begin{array}{l} 3(F) = \left[(E_e + E_a) \cdot K_0(F) + 3 \cdot I_{\text{л}}^2 \cdot r_0(F) \cdot t \cdot \tau \right] \cdot L \cdot k_{\text{л}} \rightarrow \min_{F \in X} \\ k_{\text{доп}} \cdot I_{\text{доп}}(F) \geq I_{\text{л}} \\ k_{\text{на}} \cdot I_{\text{доп}}(F) \geq I_{\text{л}} \cdot k_{\text{л}} \cdot k_{\text{на}} \\ \Delta U_{\text{н}}(F) \leq \Delta U_{\text{доп}} \\ \Delta U_{\text{на}}(F) \leq \Delta U_{\text{доп}} \\ F \geq F_{\text{кз}} \\ F \in X \end{array} \right. \quad (2.7)$$

де $K_0(F)$ – питома вартість КЛ, яка залежить від перерізу й кількості ліній Вендичанського елеватора;

$I_{\text{л}}$ – струм однієї лінії Вендичанського елеватора;

$I_{\text{доп}}(F)$ – допустимий струм за ПУЕ по перерізу Вендичанського елеватора [5];

$K_{\text{доп}}(F)$ – коефіцієнт допустимого навантаження Вендичанського елеватора [5];

$\Delta U_{\text{н}}(F)$ – втрати напруги в лінії в нормальному режимі роботи Вендичанського елеватора;

$\Delta U_{\text{на}}F$ – втрати напруги в лінії перерізом x у після аварійному режимі Вендичанського елеватора;

$\Delta U_{\text{доп}}$ – допустимі втрати напруги Вендичанського елеватора [5];

$k_{\text{доп}}$ – коефіцієнт допустимого навантаження, де $k_{\text{доп}} = k_{\text{п}} \cdot k_{\text{с}} \cdot k_{\text{зр}}$;

$I_{\text{кз}}$ – струм короткого замикання на початку лінії;

$t_{\text{н}}$ – приведений час к. з. (с) $\approx 1,5$ секунд;

C – тепловий коефіцієнт $\frac{A \cdot \sqrt{c}}{\text{мм}^2}$ [6], для кабелів 10кВ $C = 90 \frac{A \cdot \sqrt{c}}{\text{мм}^2}$.

На рис. 2.9. показана таблична форма Excel для автоматизованого вибору оптимального перерізу кабельної лінії (КЛ) від ЦРП до ТП Вендичанського

елеватора. Таблична форма буде автоматично розраховувати мінімум річних приведених затрат Вендичанського елеватора у залежності від керованої змінної – перерізу КЛ. Показником ефективності тут є річні приведені затрати, а критерієм оптимальності є мінімум річних приведених затрат на КЛ.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	
1	Початкові дані																				
2	Нормальний режим																				
3	Максимально доп. коефіцієнт навантаження в н. режимі						Kдоп= 0,6486						Коефіцієнт середовища		0,94						
4	Напруга, кВ						U= 10						Коефіцієнт прокладки		0,92						
5	Довжина КЛ, км						l= 0,5						Коефіцієнт ґрунту		0,75						
6	Активна розрахункова потужність, кВт						P= 281,8						Kдоп= 0,6486	Kдоп1=Kсер*Kпр*Kгр							
7	Рективна потужність, квар						Q= 254,2														
8	Розрахунковий струм окремого кабелю, А						Iл= 10,96														
9	Кількість кабелів						K= 2														
10	Допустима втрата напруги в КЛ, %						ΔUдоп= 5														
11	Аварійний режим																				
12	Струм КЗ на початку лінії, кА						Ikз= 3,2195														
13	Приведений час КЗ, с						tn= 1,5														
14	Тепловий коефіцієнт C, [A*c^(1/2)]/мм^2						C= 90														
15	Мінімальний переріз лінії за умовою КЗ, мм^2						Fкз= 43,81														
16	Післяаварійний режим																				
17	Максимально допустимий коефіцієнт навантаження						Kла= 1,25														
18	Доля навантаження в післяаварійному режимі						Kлап= 0,9														
19	Допустима втрата напруги в КЛ, %						ΔUладоп= 5														
20	Економічні характеристики																				
21	Питома вартість втрат						Bo= 15874,15														
22	Коефіцієнт ефективності капіталовкладень						Ee= 10,00%														
23	Коефіцієнт відрахувань на амортизацію						Ea= 4,00%														
24																					
25	F, мм^2	Ro, Ом/км	Xo, Ом/км	Iдоп, А	Ko, т. грн/км	dUn, %	dUpa, %	dP, кВт	K, т. грн.	E*K, т. грн	Ba, т. Грн	З, т. грн	Доп	Kдоп*Iдоп оп >= Ip	Kла*Kдоп оп*Iдоп >= Kла*Iр *Kл	ΔUn <= ΔUnдоп	ΔUpa <= ΔUpадоп	F >= Fкз	V		
26	10	3,10	0,12	50,00	21,46	0,23	0,41	1,12	21,46	3,00	17,72	—	НЕДОП	+	+	+	+	—			
27	16	1,94	0,11	75,00	31,01	0,14	0,26	0,70	31,01	4,34	11,09	—	НЕДОП	+	+	+	+	—			
28	25	1,24	0,10	90,00	44,67	0,09	0,17	0,45	44,67	6,25	7,09	—	НЕДОП	+	+	+	+	—			
29	35	0,89	0,10	115,00	58,39	0,07	0,12	0,32	58,39	8,18	5,09	—	НЕДОП	+	+	+	+	—			
30	50	0,62	0,09	140,00	73,08	0,05	0,09	0,22	73,08	10,23	3,54	13,78	ДОП	+	+	+	+	+	V		
31	70	0,44	0,09	165,00	113,63	0,04	0,07	0,16	113,63	15,91	2,53	18,44	ДОП	+	+	+	+	+			
32	95	0,33	0,08	205,00	157,26	0,03	0,05	0,12	157,26	22,02	1,86	23,88	ДОП	+	+	+	+	+			
33	120	0,26	0,08	240,00	186,35	0,02	0,04	0,09	186,35	26,09	1,47	27,56	ДОП	+	+	+	+	+			
34	150	0,21	0,08	275,00	229,75	0,02	0,04	0,07	229,75	32,16	1,18	33,34	ДОП	+	+	+	+	+			
35	185	0,17	0,08	310,00	309,33	0,02	0,03	0,06	309,33	43,31	0,95	44,26	ДОП	+	+	+	+	+			
36	240	0,13	0,08	355,00	429,01	0,01	0,02	0,05	429,01	60,06	0,74	60,80	ДОП	+	+	+	+	+			
37	Мінімальні затрати на КЛ											13,78									
38	Оптимальний переріз КЛ											50									

Рисунок 2.11 – Таблична форма Excel для автоматизованого розрахунку вибору оптимального перерізу КЛ від ЦРП до ТП Вендичанського елеватора

На основі виконаного розрахунку доцільно вибрати кабель АВВГ 3х50. Даний кабель є досить дешевим у використанні, тому чисто з економічної точки зору його доцільно використати при проектуванні СЕП. Приведені мінімальні затрати складуть 13,78 тис.грн.

2.7 Вибір місць для розміщення підстанцій

Для вибору місць розташування підстанцій будується картограма електричних навантажень та визначається центр електричних навантажень підприємства.

Картограма електричних навантажень – це схематичний генплан елеватора, на якому на площі окремих об'єктів наносяться навантаження із підрозділом за характером (силове, освітлювальне) у вигляді кіл, радіус яких визначається за формулою:

$$R_i = \sqrt{\frac{P_{pi}}{\pi t}}, \quad (2.8)$$

де t – масштаб картограми навантажень; кВт/м²;

Сектор кола картограми, що відповідає освітлювальному навантаженню:

$$\alpha_{осв\ i} = \frac{P_{po} \cdot 360}{P_m}, \quad (2.9)$$

де P_{po} – розрахункова потужність освітлювального навантаження, кВт;

P_{pi} – розрахункова потужність силового навантаження, кВт.

ЦРП елеватора слід розміщувати якомога ближче до центру електричних навантажень, що дозволить зменшити втрати енергії та витрати провідникових матеріалів.

Центр електричних навантажень елеватора знаходиться за формулами:

$$x_o = \frac{\sum_{k=1}^N P_{mk} \cdot x_k}{\sum_{k=1}^N P_{mk}}, \quad y_o = \frac{\sum_{k=1}^N P_{mk} \cdot y_k}{\sum_{k=1}^N P_{mk}}, \quad (2.10)$$

де X_i, Y_i – координати центру навантажень i -го виробничого об'єкту.

Виконаємо розрахунок для Вендичанського елеватора. Беремо величини P_m із рис. 2.5, а координати x і y із генплану і розраховуємо x_0, y_0 : $X = 114,56$; $Y = 113,96$.

Місце розташування розрахованого центра електричних навантажень елеватора показано на генплані підприємства (рис 2.12).

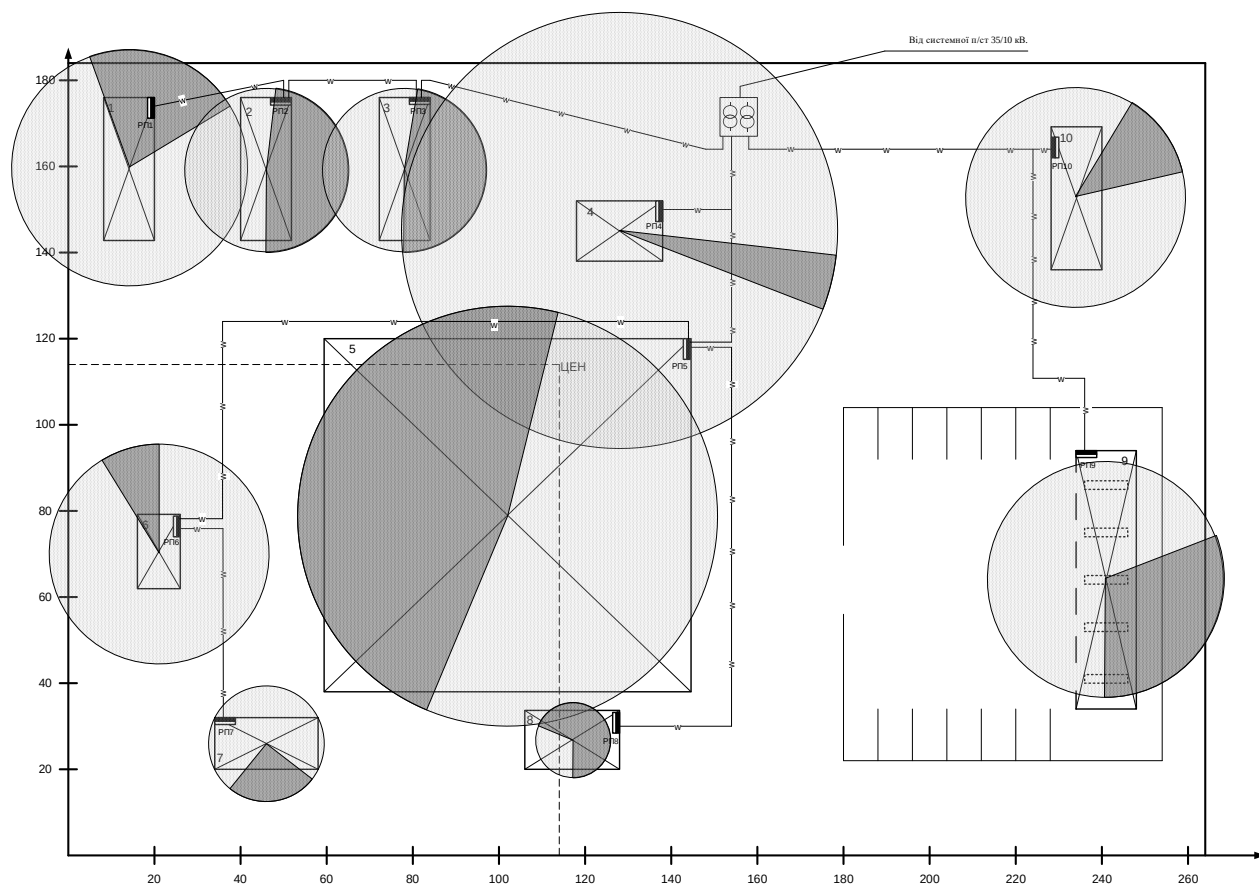


Рисунок 2.12 – Генплан Вендичанського елеватора з картограмою навантажень

Розташувати КТП безпосередньо в ЦЕН неможливо, оскільки ця точка знаходиться на території зернотіку. Тому виберемо місце розташування КТП, змістивши її в сторону джерела живлення.

2.8 Вибір оптимальних елементів системи електропостачання елеватора

Вимикачі вибираються за номінальною напругою та розрахунковим струмом з врахуванням післяаварійних режимів.

$$\begin{aligned} U_{\text{ном.в}} &\geq U_{\text{ном.мережі}}, \\ I_{\text{ном.в}} &\geq I_{\text{мах}}. \end{aligned} \quad (2.11)$$

Визначимо струм для нормального і післяаварійного режимів для ліній живлення підприємства напругою 10 кВ:

$$I_M = \frac{S_M}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{364,04}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 10,5 \text{ А}, \quad (2.12)$$

$$I_{max} = 2 \cdot I_M = 2 \cdot 10,5 = 21 \text{ А}.$$

Для установки на стороні 10 кВ вибираємо вимикач навантаження типу ВНП-10/400-103ПУЗ.

$$I_{доп} \geq I_{max} \quad (2.13)$$

$$400 \text{ А} \geq 10,69 \text{ А}.$$

Відповідно до ГОСТ 687 - 78 високовольтні вимикачі повинні бути перевірені на комутаційну здатність, на динамічну стійкість, а також на термічну стійкість до дії струмів КЗ. Дані занесені у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Перевірка вимикача ВНП-10/400-103ПУЗ

Умова вибору	Дані для вимикачів	Дані розрахунку
$I_{н.вгд} \geq I_{н\tau}$	$I_{н.вгд} = 20 \text{ кА}$	$I_{н\tau} = I_{н\tau c} = 3,02 \text{ кА}$
$\sqrt{2} \cdot I_{н.вгд} \cdot \left(1 + \frac{B_n}{100}\right) \geq \sqrt{2} \cdot I_{н\tau} + i_{a\tau}$	$\sqrt{2} \cdot I_{н.вгд} \cdot \left(1 + \frac{B_n}{100}\right) =$ $= \sqrt{2} \cdot 20 \cdot \left(1 + \frac{21}{100}\right) =$ $= 34,2 \text{ кА}$	$\sqrt{2} \cdot I_{н\tau} + i_{a\tau} =$ $= \sqrt{2} \cdot 3,02 + 2,48 =$ $= 6,74 \text{ кА}$
$i_{дин} \geq i_{yd}$	$i_{дин} = 15 \text{ кА}$	$i_{yd} = i_{yd.c} = 7,2 \text{ кА}$
$I_{дин} \geq I_{но}$	$I_{дин} = 8,7 \text{ кА}$	$I_{но} = I_{но.c} = 3,02 \text{ кА}$
$I_m^2 \cdot t_m \geq B_k$	$I_m^2 \cdot t_m = 8,7^2 \cdot 1 = 75,69 \text{ кА}^2 \text{ с}$	$B_k = 2,56 \text{ кА}^2 \text{ с}$

Обраний вимикач задовольняє усім умовам перевірки.

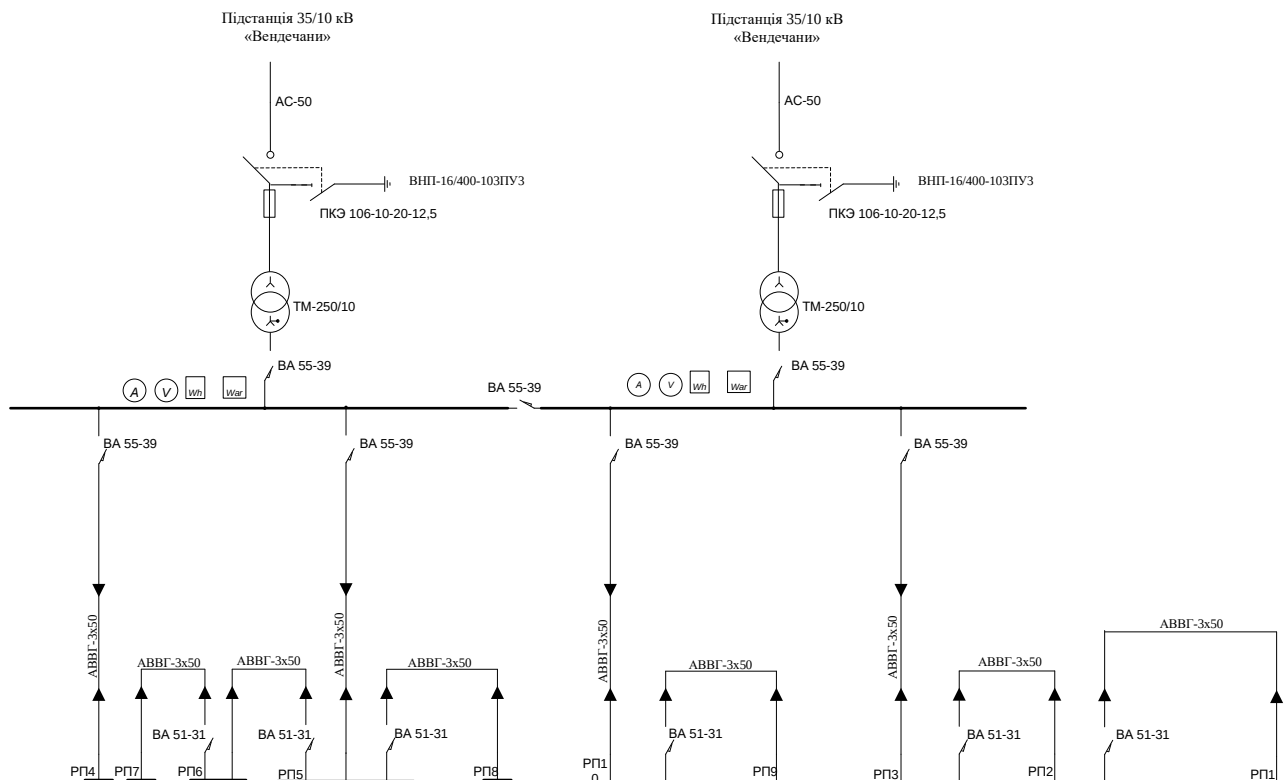


Рисунок 2.13 – Однолінійна схема Вендичанського елеватора

2.9 Висновки до розділу 2

1

В даному розділі магістерської кваліфікаційної роботи було проведено аналіз і оптимізацію системи електропостачання філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрояж». Для цього було:

- обрано оптимальну кількість та потужність трансформаторних підстанцій, що необхідно встановити для Вендичанського елеватора, а саме запропоновано встановити одну двотрансформаторну підстанцію з трансформаторами ТМ 250/10;

- обрано оптимальні перерізи та марки ліній живлення Вендичанського елеватора. Підприємство буде оптимально заживити від підстанції 35/10 кВ «Вендечани» двоцепною повітряною лінією напругою 10 кВ АС перерізом

50 мм². Оптимальний переріз кабельних ліній розподільчої мережі краще виконати АВВГ 3х50;

- здійснено розрахунок оптимального місця розташування центру мережі Вендичанського елеватора, який показав, що координати у яких встановлення КТП забезпечить мінімальні річні приведені витрати $X = 114,56$; $Y = 113,96$;

Отже, розроблена система електропостачання Вендичанського елеватора за рахунок прийнятих оптимальних рішень стала більш енергоефективною та це дозволить суттєво покращити технічні і економічні характеристики функціонування СЕП елеватора.

3 АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ЕЛЕВАТОРА

3.1 АСУ ТП елеватора

Зберігання, раціональне використання та переробка зерна – це дуже складний, багатоступінчастий, енергоємний процес, який вимагає використання надсучасних, надійних, досконалих систем автоматизації технологічних/виробничих процесів зберігання й переробки зерна задля досягнення високої ефективності роботи.

Автоматизація технологічних/виробничих процесів – основний напрямок, по якому йде виробництво у всьому світі. Впровадження інноваційних інформаційних технологій і новітніх розробок у сфері промислової автоматизації підприємств зберігання та переробки зерна має значний вплив на підвищення ефективності керування, енергоефективності, зростання конкурентоспроможності.

Сучасний елеватор/зерносклад містить велику кількість обладнання й вимагає централізованого керування технологічними/виробничими процесами. Досягається це шляхом застосування сучасних систем автоматизованого керування, або іншими словами, автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУ ТП).

Виконавши аналіз схеми керування і матеріальних потоків елеватора/зерноскладу виділимо основні функціональні завдання управління:

- завантаження й вивантаження зернової маси;
- підтримка відповідного рівня температури зерна;
- забезпечення необхідного значення вологості повітря.

З функціональних задач формуються підзадачі:

- визначення нижнього й верхнього рівня зернової маси в силосі;
- контроль потоку матеріалу, що надходить на конвеєр;
- управління засувом подачі зерна;
- контроль швидкості конвеєра;
- контроль положення стрічки конвеєра;
- управління роботою двигуна конвеєра;
- регулювання витрати повітря основного вентилятора у залежності від заданих параметрів;

– контроль обертів двигуна основного вентилятора системи вентилявання;

- управління витяжними вентиляторами
- контроль положення шиберних засувов витяжних вентиляторів;
- управління роботою калорифера;

Сучасна АСУ ТП має трьохрівневу структуру, яка підходить і для впровадження на елеваторах/зерноскладах:

– нижній рівень: обладнання (датчики, пристрої, які контролюють керовані параметри; пристрої, які впливають на параметри процесу, для приведення їх у відповідність із нормою). Це рівень входів/виходів. На нижньому рівні відбувається узгодження сигналів датчиків із входами пристроїв керування, а команд з виконавчими пристроями;

– середній рівень: керування обладнанням, або іншими словами, це рівень контролерів. Саме тут програмований логічний контролер (ПЛК) отримує дані із датчиків й контрольно-вимірювального обладнання про дійсний стан технологічного процесу і видає на виконавчі механізми команди керування, у відповідності із запрограмованим алгоритмом керування;

– верхній рівень: операторські та диспетчерські станції, мережеве обладнання, промисловий сервер. На верхньому рівні відбувається контроль процесу виробництва, а саме забезпечується зв'язок з нижніми рівнями, де відбувається збір інформації, візуалізація і диспетчеризація, моніторинг ходу

технологічного процесу. Верхній рівень – рівень Human Machine Interface (HMI), тобто людино-машинного інтерфейсу; рівень Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) – диспетчерського керування та збору даних. На цьому рівні вже задіяна людина, тобто оператор, чи диспетчер, який здійснює локальний контроль технологічного обладнання через HMI: графічні панелі, монітори. А для контролю за машинами, механізмами та обладнанням застосовується система SCADA – програмне забезпечення, яке налаштовується й встановлюється на диспетчерських комп'ютерах. Система SCADA забезпечує збір, візуалізацію, архівацію даних від ПЛК. При отриманні даних система SCADA порівнює їх із заданими значеннями керованих параметрів і при відхиленні від завдання повідомляє оператора при допомозі сигналів тривоги, даючи йому можливість вжити необхідні заходи. Система SCADA усе, що відбувається записує, включаючи дії оператора, таким чином забезпечується контроль дій оператора у випадку аварії чи будь-якої нештатної ситуації.

—

3.2 Автоматизована система дистанційного управління елеватором

Автоматизована система дистанційного управління елеватором (АСДУЕ) призначена для автоматизації процесів завантаження/розвантаження, зберігання, переміщення, просушування зернової маси на елеваторах/зерноскладах. Ця система забезпечує автоматичний контроль роботи устаткування, облік технологічних затримок обладнання, дотримання технологічних алгоритмів (рис.3.1).

АСДУЕ дозволяє значним чином підвищити продуктивність роботи елеватора/зерносклада й знизити економічні втрати шляхом виключення помилок персоналу при роботі із обладнанням, зниження енергоспоживання у результаті автоматичного вибору найменш енергоємних маршрутів переміщення зернової маси та скорочення технологічних затримок до мінімуму, а в разі виникнення аварійної ситуації – скорочення часу реакції системи.

АСДУЕ не вимагає високої кваліфікації персоналу та суворих знань особливостей роботи кожної одиниці обладнання. Оператору достатньо вказати початковий та кінцевий пункти переміщення зернопродуктів і АСДУЕ запропонує декілька найоптимальніших маршрутів, а почне з найменш енергоємного. Оператором автоматизованої системи дистанційного управління елеватором може бути особа із середньою чи із середньо-спеціальною освітою, яка володіє мінімальними знаннями технології елеватора та базовими навичками по роботі з ПК.

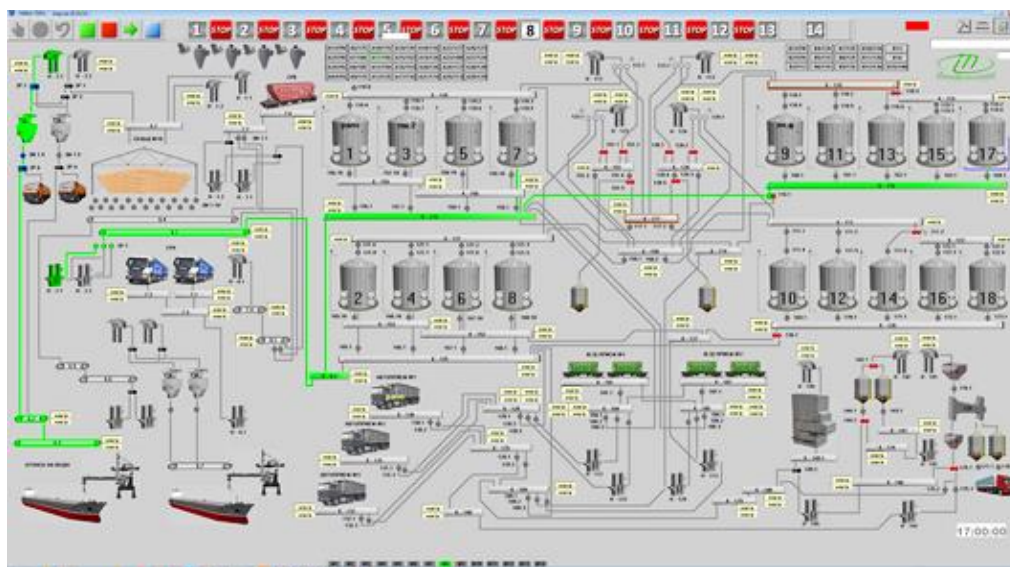


Рисунок 3.1 – Приклад автоматизованої системи дистанційного управління елеватором

У процесі роботи АСДУЕ не вимагає безперервного присутності персоналу за екранами моніторів. Оператору достатньо обрати маршрут переміщення зернової маси та дати команду на його запуск/зупинку, а всі інші дії АСДУЕ виконає автоматично. У випадку виникнення аварійної ситуації АСДУЕ подає сигнал тривоги, а в разі поломки устаткування система запропонує новий маршрут. Також АСДУЕ може здійснювати автоматичний контроль переміщення різних зернових культур не допускаючи їх помилкового перемішування.

АСДУЕ забезпечує контроль та облік напрацювання кожної одиниці обладнання. Також у АСДУЕ може бути інтегрована система вимірювання температури зернової маси.

Для підтримки експлуатації вже впроваджених автоматизованих систем дистанційного управління елеватором є система сервісної підтримки, яка дає можливість оперативного та дистанційного вирішення питань подолання аварійних ситуацій, оновлення всіх рівнів, модернізації технологічних схем.

3.3 Структура АСДУЕ

При побудові АСДУЕ враховуються принципи:

- висока надійність системи;
- простота налагодження та обслуговування;
- найкоротші терміни реалізації;
- повторюваність при реалізації;
- модульність системи.

До основної структури АСДУЕ входять (рис.3.2):

- програмовані логічні контролери (ПЛК);
- пускозахисна апаратура (ПЗА);
- автоматизоване робоче місце «Маршрут»;
- автоматизоване робоче місце «Облік роботи обладнання»;
- автоматизоване робоче місце «Термометрія».

ПЛК виконують функції управління устаткуванням, контролю його стану й обробки аварійних ситуацій. А програмне забезпечення програмованих логічних контролерів (ПЗ ПЛК) використовує типові алгоритмічні модулі, чи функціональні блоки, для характерних завдань управління та основних типів виконавчих пристроїв. При впровадженні АСДУЕ, завдання програміста зводиться до адаптації ПЗ ПЛК до конкретного обладнання елеватора шляхом налаштування уже наявних функціональних блоків.

Передбачається, при побудові АСДУЕ, можливість використання одночасно до 32 ПЛК. Така архітектура має ряд переваг у порівнянні із класичною однопроцесорною системою, а саме:

- майже відсутнє обмеження по кількості вхідних/вихідних каналів;
- вища надійність системи за рахунок розподілу структури (функціонально по завантаженню/вивантаженню, територіально по РП, типу зберігання);
- нижча вартість системи за рахунок зниження вартості ПЛК та зниження трудових витрат на його програмування.

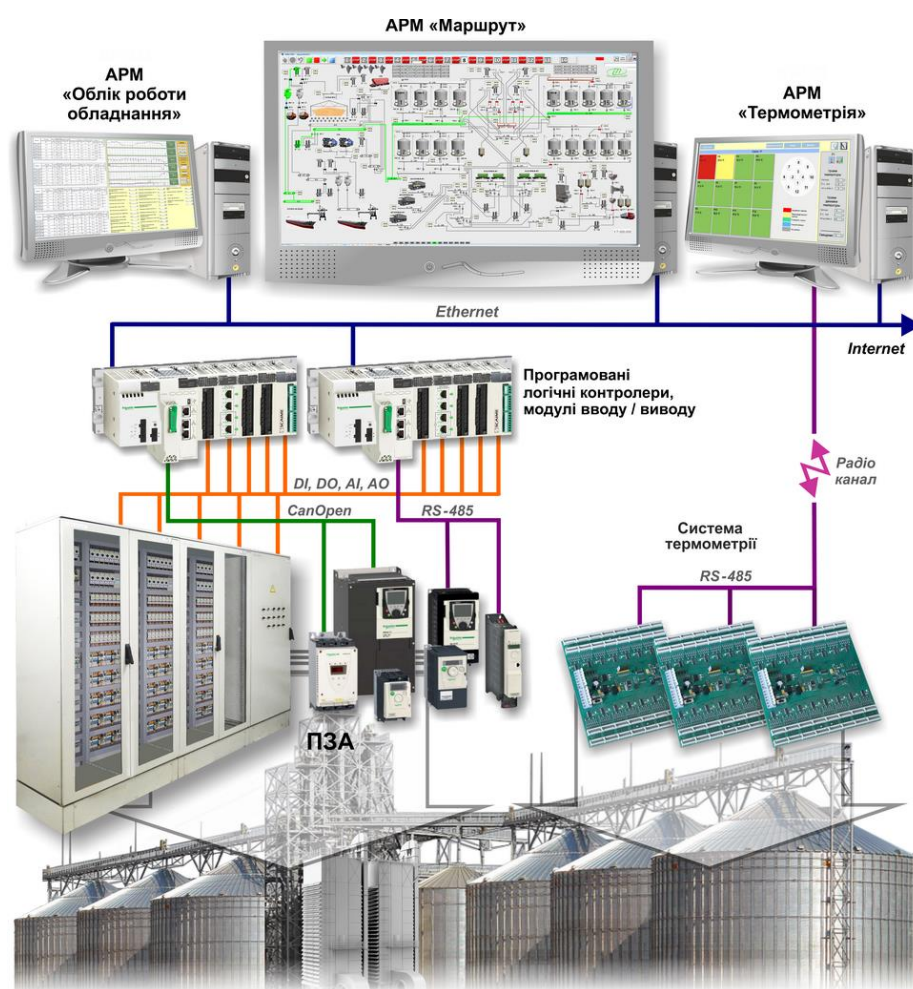


Рисунок 3.2 – Приклад структури АСДУЕ

До пускозахисної апаратури відносять пристрої плавного пуску електродвигунів, частотні приводи, автоматичні вимикачі, рубильники, реле управління і захисту, магнітні пускачі, кнопки управління та кнопочві станції, запобіжники, кулачкові та пакетні вимикачі й перемикачі, сигнальні лампи.

Пускозахисна апаратура може установлюватися як окремо, так і у комплектних станціях, пультах управління та щитах, як відокремленим устаткуванням, так і цілими технологічними лініями. Також, для підключення обладнання застосовуються типові схеми підключення та управління, виконані відповідно до вимог стандартів.

Автоматизоване робоче місце (АРМ) «Маршрут» створюється на базі сучасного високопродуктивного персонального комп'ютера. У якості програмного забезпечення застосовується система автоматизованого проектування (САПР) «Маршрут», що спеціалізовано для побудови автоматизованих систем управління технологічними процесами елеваторів/зерноскладів.

САПР «Маршрут» дозволяє якісно, безвідмовно, безпомилково виконувати завдання маршрутизації переміщення зернової маси. На Вендичанському елеваторі із 200 одиницями різного обладнання можлива реалізація понад тисячу маршрутів переміщення зернопродукту. При цьому, оператору для переміщення зерна досить лише вказати початок та кінець маршруту. САПР «Маршрут» автоматично запропонує, включить та проконтролює найоптимальніший маршрут із врахуванням стану обладнання, що вже працює, задіяних маршрутів, зернових культур, що переміщуються, щоб уникнути їх перемішування.

Вибір із сотень можливих маршрутів найбільш оптимального за кількістю обладнання та споживання електроенергії доступна для вирішення не кожній системі SCADA. Особливо, це стосується, якщо система SCADA є універсальною із величезною кількістю непотрібних для автоматизації елеваторів/зерноскладів функцій, які лише віднімають ресурси. Тому, як правило, АСДУЕ, що виконані на базі таких SCADA, майже не реалізують завдання автоматичної маршрутизації та вимагають високого рівня підготовки операторів. В цьому випадку оператор змушений обирати необхідний маршрут тільки із обмеженого списку наявних штатних маршрутів, чи включати маршрут вручну, тобто пристрій за пристроєм, що неминуче призведе до

виникнення помилок та виробничих й економічних втрат, що пов'язані з людським фактором. Крім того, реалізація АСДУЕ на таких системах SCADA вимагає значно більше часу для їх реалізації та більших людських ресурсів: приблизно протягом двох місяців залучення двох висококласних програмістів для роботи безпосередньо у середовищі SCADA (написання програмних модулів пристроїв і конфігурації проекту) та програміста для роботи та налаштування ПЛК. САПР «Маршрут», на противагу вищесказаному, є відкритим, доступним для швидкого редагування, а також протестованим на десятках елеваторів ПЗ, що забезпечує повним набором необхідних для управління елеватором/зерноскладом функцій.

Склад САПР «Маршрут»:

- програмне забезпечення «Управління елеватором»;
- програмне забезпечення «Редактор зображень і властивостей».

Ці програмні продукти є повністю налагодженим та випробуваним. Вони можуть одночасно функціонувати на одному ПК та дозволяють виконувати зміни у технологічній схемі елеватора/зерноскладу без зупинки обладнання та силами фахівців елеватора.

ПЗ «Управління елеватором» (рис. 3.3) виконує функції:

- відображення стану обладнання, а також фаз технологічних процесів;
- автоматичний пуск та зупинка технологічного обладнання;
- забезпечення заданої логіки функціонування технологічного комплексу;
- вибір та запуск оптимального за кількістю обладнання й споживаної потужності технологічного маршруту переміщення зерна;
- одночасний запуск декількох непересічних маршрутів;
- блокування механізмів та маршрутів цілком;
- поділ маршрутів;
- об'єднання декількох маршрутів;
- оперативна зміна діючих маршрутів;
- запуск складних складових маршрутів;

- контроль роботи технологічного обладнання та ведення протоколів зупинок і аварійних ситуацій.

Дане програмне забезпечення дає можливість оператору вводити маршрут переміщення зернової маси, контролювати правильність маршруту та автоматизований запуск/зупинку маршруту із необхідним блокуванням, інформаційним обслуговуванням працівника по роботі технологічного обладнання й мереж.

Програма включає транспортне обладнання за маршрутами, які обирає оператор. Працівник вносить у систему обладнання початку й кінця маршруту, а також проміжне обладнання. Включення обладнання у маршрут виконується в зустрічному напрямку потоку зернової маси, а вимикання у попутному. При цьому, подача зерна у маршрут можлива при працюючому транспортному обладнанні.

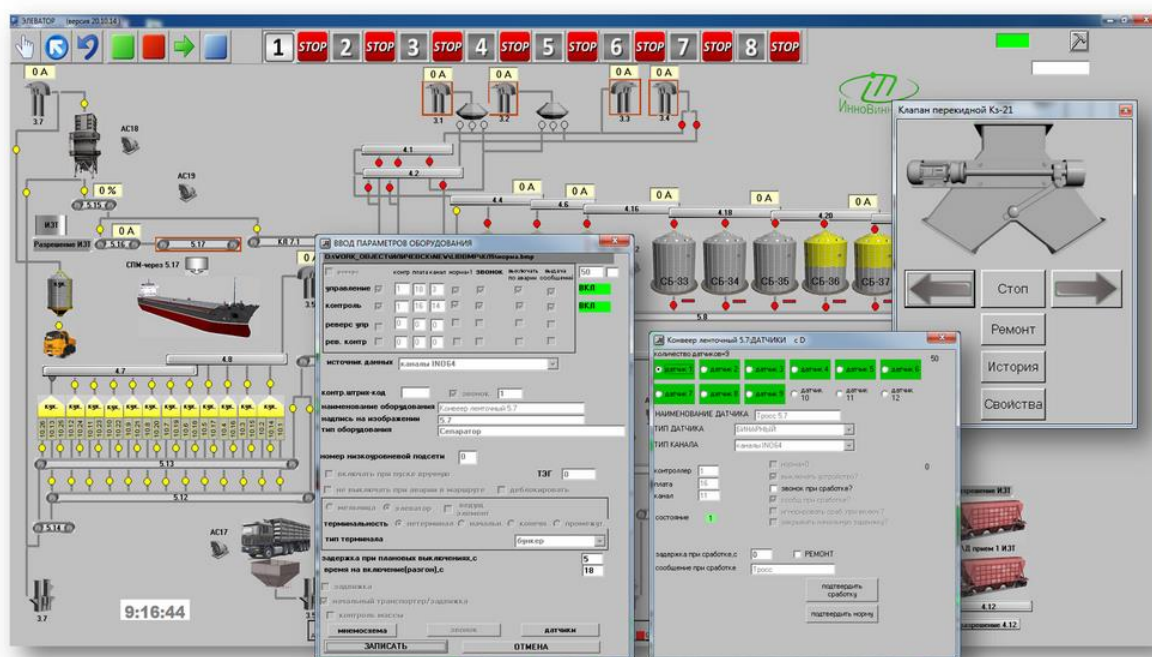


Рисунок 3.3 – Приклад інтерфейсу ПЗ «Управління елеватором»

Програмне забезпечення «Редактор зображень і властивостей» призначено для створення та редагування загальної схеми елеватора/зерноскладища, редагування параметрів пристроїв, обладнання. Кількість та тип контролерів, модулів вводу/виводу, призначення входів/виходів задається із контекстних

вікон управління обладнанням та може бути змінено працівниками елеватора відповідно до прав доступу.

Основні функції ПЗ «Редактор зображень і властивостей»:

- створення технологічної схеми елеватора/зерноскладу;
- редагування загальної схеми елеватора/зерноскладу;
- введення властивостей обладнання;
- редагування властивостей обладнання.

Створення та зміна технологічної схеми елеватора/зерноскладу проводиться шляхом вибору із бібліотеки програми піктограм обладнання й присвоєння йому властивостей, створення зв'язків між обладнанням. Виконання цих дій не вимагає від персоналу знань мов програмування, тільки знань технології елеватора та базових функцій редактора.

3.4 Системи обліку енергоспоживання та контролю технічного обслуговування

Системи обліку енергії та контролю технічного обслуговування (ТО) призначені для ведення обліку роботи обладнання і устаткування, технологічного обліку витрат енергоносіїв (електроенергії, газу, пально-мастильних матеріалів), контролю своєчасності й якості проведення регламентованих видів ТО, контролю використання запчастин й витратних матеріалів.

Мета впровадження таких систем – це контроль своєчасності й якості проведення ТО, контроль та економія витрат енергоносіїв й витратних матеріалів елеватором за рахунок:

- контролю за споживанням енергоресурсів кожним агрегатом, механізмом;
- вибору оптимального, по енергоспоживанню, комплексу обладнання для виконання необхідних технологічних завдань;

- дотримання заявленого графіка споживання енергоресурсів (погодинного);
- прогнозування графіків споживання енергоресурсів;
- контролю використання запасних частин й витратних матеріалів;
- контролю своєчасності й якості проведення регламентованих видів технічного обслуговування.

Системи обліку енергії та контролю технічного обслуговування будуються по чотирьохрівневому принципу (рис. 3.4):

- нижній (I рівень) включає інформаційно-вимірювальні канали: лічильники електричної енергії, вимірювальні трансформатори напруги та струму, лічильники газу, витратоміри пально-мастильних матеріалів теплолічильники; можуть використовуватись дані перетворювачів частоти і плавних пусків двигунів;

- середній (II рівень): включає інформаційно-вимірювальний комплекс, тобто обладнання й шафи збору даних та автоматизації; можуть використовуватись дані від штатних контролерів систем автоматизованого керування технологічними процесами;

- верхній (III рівень): включає інформаційно-вимірювальний комплекс (ІВК): сервер збору даних, локальні та віддалені ПК автоматизованих робочих місць; можуть використовуватись дані від ПЗ систем автоматизованого керування технологічними процесами;

- рівень холдингу (IV рівень): включає сервер збору даних, локальні та віддалені автоматизовані робочі місця персоналу холдингу.

- Перед виконанням робіт на підставі аудиту елеватора визначаються:

- перелік, типи, параметри, інтерфейси передачі даних існуючого контрольного обладнання;

- перелік, типи, параметри обладнання, що підлягає контролю;

- перелік повітряних та кабельних мереж, фідерів, електричних підстанцій, що забезпечують підвід електроенергії до технологічного обладнання;

- перелік і склад технологічних ліній (маршрутів переміщення продуктів), що підлягають контролю.

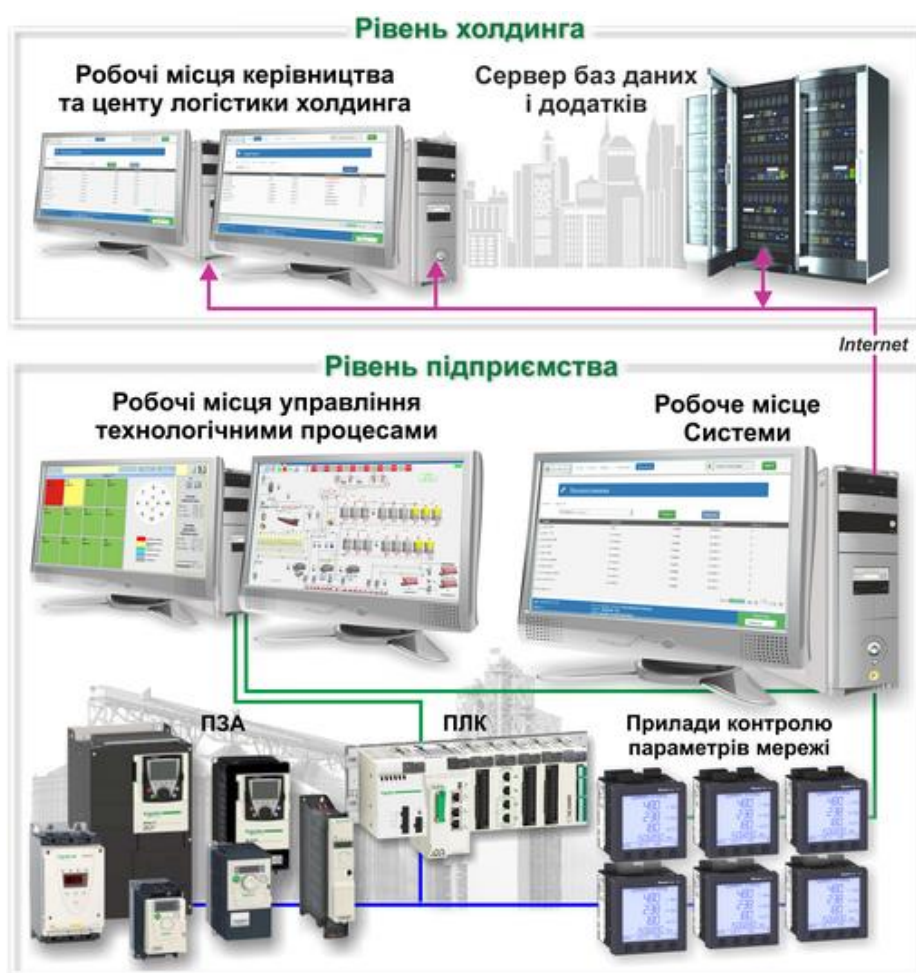


Рисунок 3.4 – Приклад системи обліку енергії та контролю технічного обслуговування

.На основі отриманих даних, що вносяться до формалізованих таблиць, здійснюється вибір контрольного обладнання, що необхідно додати до вже існуючого на елеваторі. Дані по видам, змісту робіт із технічного обслуговування, періодичності, використання запчастин й витратних матеріалів вносяться до автоматизованої системи (АС) відповідальним персоналом на етапі впровадження й експлуатації АС.

Основні функції системи обліку енергії та контролю технічного обслуговування:

- ведення бази витратних і паливно-мастильних матеріалів;
- облік годин роботи усіх механізмів, що включені до системи;
- прийом й інтегрування через встановлені проміжки часу значень витрат газу, обчислених лічильниками газу по кожному окремому споживачу газу із обробкою та зберіганням цих даних на сервері збору даних;
- прийом й інтегрування через встановлені проміжки часу миттєвих значень електроенергії, обчислених лічильниками електроенергії та спеціалізованими приладами вимірювання електроенергії по кожному окремому електричному пристрою із обробкою та зберіганням цих даних на сервері збору даних;
- прийом й інтегрування через встановлені проміжки часу значень витрат палива, обчислених витратомірами по кожному окремому споживачу із обробкою та зберіганням цих даних на сервері збору даних;
- повідомлення відповідальних осіб про факт виникнення нештатних чи аварійних ситуацій на елеваторі у формі тривожних повідомлень SMS чи на АРМ диспетчерів із використанням світлової та/або звукової сигналізації;
- надання оперативної й технологічної інформації для фахівців відділу головного енергетика і інших служб елеватора, як на локальних АРМ, так і на віддалених АРМ (із використанням каналів ГМ Internet або ВПН), щодо споживання електроенергії, стану обладнання, періодичності та змісту проведення усіх видів ТО, ремонтів, профілактики у відповідності рекомендацій заводів-виробників кожного з механізмів, які включені до системи;
- інтеграція в корпоративну мережу підприємства;
- формування режимних листів та звітів.

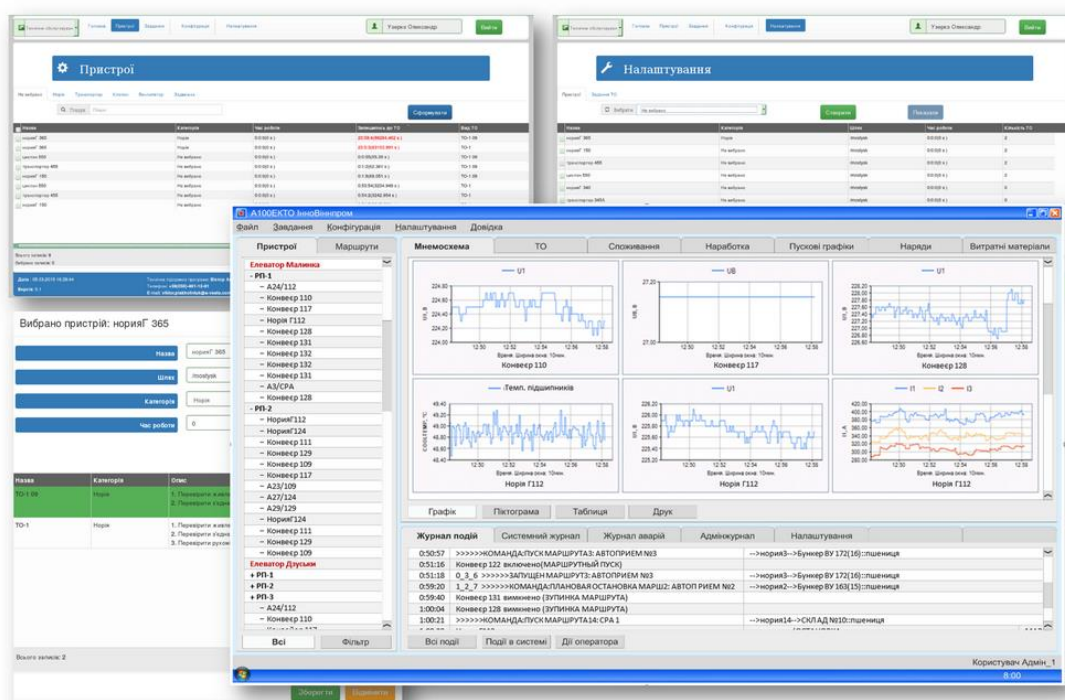


Рисунок 3.5 – Приклад ПЗ системи обліку енергії та контролю технічного обслуговування

Для системи обліку енергії та контролю технічного обслуговування важливо мати данні по споживанню електроенергії кожним механізмом, у тому числі, споживанню реактивної енергії. Така інформація дозволить максимально точно розрахувати й прогнозувати технологічні витрати, виконувати контроль працездатності, прогнозувати вихід із ладу обладнання, виявляти факти роботи без навантаження.

3.5 Системи термометрії зернових елеваторів

Відповідно до технології зберігання зерна необхідно контролювати температуру зернового насипу для того, аби запобігти погіршенню якості й втратам зерна у результаті самозігрівання. Технолог, знаючи початкові значення температури у різних шарах зернового насипу, аналізує її зміни у часі й, у разі перевищення допустимого значення, виконує технологічні операції по штучному охолодженню зерна за допомогою активного вентиляювання чи

переміщення зернової маси з одного силосу у інший. Дані операції негативно впливають на якість зерна, тому їх проведення повинно здійснюватися тільки на основі достовірної інформації про температурний стан зернопродукту. Аби своєчасно виявляти зони зернового насипу із підвищеною температурою, засоби, що застосовуються для контролю температури, повинні забезпечувати високу чутливість та мати не значну похибку вимірювання.

Система дистанційного контролю температури (СДКТ) зернового насипу призначена для автоматичного дистанційного багатоканального контролю температури у складах та зерносховищах. За даними СДКТ персонал може прогнозувати динаміку змін температури зернового насипу й вчасно запобігати її виходу за встановлені межі.

СДКТ забезпечує цілодобовий та безперервний контроль, а також фіксацію, архівування, вивід на друк значень температури зернового насипу у контрольованих точках. СДКТ працює в режимі реального часу із будь-якими типами термодатчиків і термопідвісок (рис.3.6).

Функції системи дистанційного контролю температури:

- автоматичний багатоканальний контроль температури;
- відстеження динаміки зростання температури;
- вимірювання зовнішніх температур й вологості;
- відображення результатів у вигляді кольорового поля;
- переглядання та друк даних;
- автоматична корекція результатів;
- формування і відправка на друк звітів;
- програмне тестування сполучних ліній;
- забезпечення віддаленого доступу до даних вимірювань

мережею Internet.

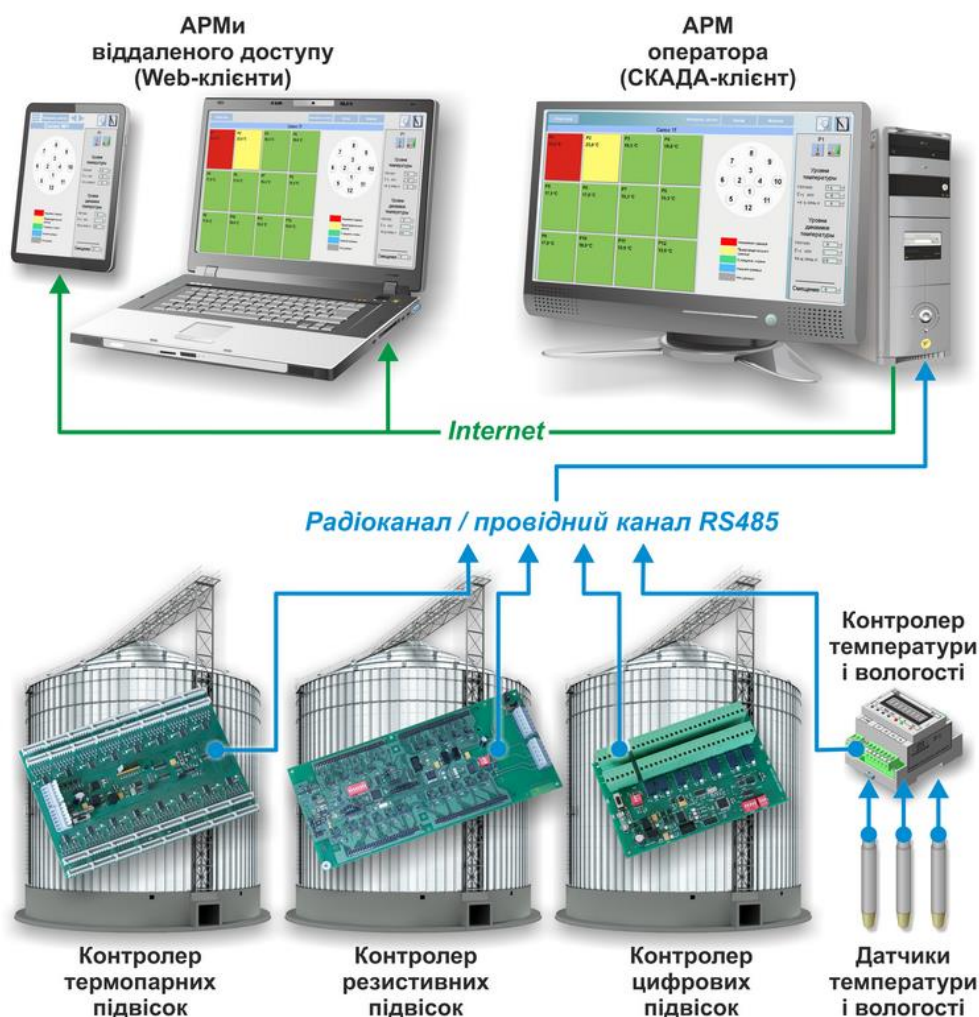


Рисунок 3.6 – Приклад системи дистанційного контролю температури

Система дистанційного контролю температури складається із термopідвісок, розташованих у зерносховищах, місцевого блоку й автоматизованого робочого місця (АРМ). Система може працювати із різними типами термopідвісок одночасно:

- термopідвісками на основі термопарних датчиків;
- термopідвісками на основі мідних датчиків опору;
- термopідвісками на основі цифрових напівпровідникових термометрів.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики СДКТ

Діапазон контрольованих температур, °C	-55 ... + 125
Точність вимірювання температури в діапазоні -10 ... + 85, °C	0,5
Дискретність індикації температури, °C	0,1
Діапазон вимірювання вологості навколишнього середовища, %	0 ... 100
Точність вимірювання вологості навколишнього середовища, %	0,5
Дискретність індикації вологості, %	0,1
Діапазон температур навколишнього середовища, °C	-30 ... + 50
Вологість навколишнього середовища при температурі +35 °C, %	≤ 98
Напруга живлення, В	220, 50 Гц ± 1 Гц
Споживана потужність, Вт	≤ 20
Напруга пробою між гальванічно розв'язаними ланцюгами, кВ	1,0
Інтерфейс зв'язку з ПК	RS485
Гарантійний строк експлуатації системи, роки	1
Термін роботи системи, роки	10
Термін зберігання даних вимірювання температури і вологості, роки	1

Програмне забезпечення системи дистанційного контролю температури реалізоване на базі операційної системи Linux. Програмне забезпечення дозволяє з'єднуватись із місцевими блоками й забезпечує отримання температурних даних, їх статистичну обробку та зберігання у вбудованій базі даних, формування й відправку на друк звітів.

Температурне поле елеватора/зернохосовища представляється у вигляді колірної схеми із зазначенням динаміки змін температури зернового насипу. Воно забезпечує можливість передачі інформації у Internet і мережах підприємства.

Функціональні можливості:

- контроль динаміки температурних змін;
- стеження за температурними показниками як у силкорпусах, так і по окремим силосах та термopідвісках з заданою оператором періодичністю;

- при відстежуванні динаміки зміни температури можливість налаштування температурних діапазонів;
- ведення статистики й надання звітів вимірювань із можливістю перегляду та друку результатів за обрані дату і час.

3.6 Висновки до розділу 3

В даному розділі МКР було розглянуто актуальне питання створення та впровадження автоматизованої системи дистанційного управління технологічними процесами Вендичанського елеватора. Сучасні засоби АСУ ТП елеваторів/зерноскладів забезпечують зниження втрат при зберіганні та переробці зерна, заощадження енергоресурсів зернопереробних підприємств, елеваторів, а також, мінімізацію впливу людського фактору, ризиків виникнення надзвичайних або аварійних ситуацій роботи автоматизованих технологічних комплексів по зберіганню та переробці зерна. Останні розробки в області АСУ ТП зернопереробної галузі надають можливість автоматично прогнозувати процес самозігрівання зерна, що є надзвичайно необхідним в забезпеченні підвищення ефективності зберігання зерна.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

4.1 Техніко-економічне обґрунтування роботи

Суть техніко-економічного обґрунтування роботи полягає у проведенні попередніх техніко економічних розрахунків, які підтверджуються доцільність капіталовкладень в даний енергетичний об'єкт [6].

Доцільність реалізації проекту обґрунтовується:

- задоволення потреб суспільства продукцією підприємства;
- створення нових робочих місць та працевлаштуванням населення;
- надання необхідних послуг;
- прибутковістю;
- окупністю капіталовкладень, і т.д.

Вихідні дані для розрахунку:

- виручка від реалізації продукції $V = 1000$ (млн. грн./рік);
- середньооблікова чисельність персоналу $Ч = 250$;
- середньорічний фонд заробітної плати одного працівника разом з нарахуванням на соціальні потреби $З_{пл}$, грн./рік;

- питома заробітна плата в собівартості продукції $d = 12\%$;
- первісна або балансова вартість основних фондів $\Phi = 3000$ млн грн;
- нормований коефіцієнт ефективності капіталовкладень: $E_H = 0,1$;
- нормований термін окупності, років: $T_{ок} = 10$.
- середньомісячна зарплата одного працівника $З = 8000$ грн./міс.

Середньорічний фонд заробітної плати одного працівника:

$$З_{пл} = 3 \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 8000 \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 0,096 \text{ (млн грн/рік)}, \quad (4.1)$$

Повна собівартість продукції:

$$C = \frac{1,38 \cdot Ч \cdot З_{пл}}{d} = \frac{1,38 \cdot 250 \cdot 0,096}{0,12} = 276 \text{ (млн грн/рік)}, \quad (4.2)$$

Балансовий прибуток:

$$\Pi = B - C = 1000 - 276 = 724 \text{ (млн грн/рік)}, \quad (4.3)$$

Визначаємо термін окупності даного підприємства:

$$T_{\text{ор}} = \frac{\Phi}{\Pi} = \frac{3000}{724} = 4,1 \text{ (років)}, \quad (4.4)$$

$$T_{\text{ор}} = 4,1 < T_{\text{ок}} = 10 \text{ (років)}.$$

Даний термін не перевищує нормативний, отже розрахунок системи електропостачання є прибутковим.

Відповідно до схеми електричної мережі підприємства та вихідних даних у табл. 4.1, 4.2, необхідно виконати такі розрахунки:

1. Розрахувати величину капітальних вкладень в трансформаторні підстанції, кабельні лінії та високовольтні вимикачі.
2. Розрахувати оплату за спожиту електроенергію.
3. Розрахувати величину складових експлуатаційних витрат:
 - витрат в мережах підприємства;
 - витрат на заробітну плату;
 - витрат на матеріали;
 - амортизаційних витрат.
4. Розрахувати собівартість електроенергії на підприємстві.

Таблиця 4.1 – Характеристики трансформаторних підстанцій

Підстанція	Тип трансформатора	Кількість трансформаторів	Факт. потужність підстанції, кВА
ТП	ТМ-250	2	346

Таблиця 4.2 – Відомості про кабельні лінії

Найменування ліній	Довжина лінії від ТП до ГПП, м	Марка кабелю	К-сть
ГПП-ТП1	0,5	АВВГ 3х50	2
ПС-ГПП	1,5	АС 3х50	2

Рекомендації до виконання:

1. Оплату за спожиту електроенергію розраховують по тарифам:
5,5 грн/кВт·год
2. Прийняти норму амортизації – 6%,
3. Нарахування:
 - в пенсійний фонд – 33,3%,
 - у фонд зайнятості – 1,5%,
 - на соціальне страхування – 1,5%.

4.2 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання

Розрахунок капіталовкладень в лінії електропередач виконуємо за вартістю кабелів та вартістю їх прокладання [6].

Капітальні вкладення для ліній електропередач:

$$K_{\text{л}} = (K_{\text{пит}} \cdot n + K_{\text{прок}}) \cdot L, \quad (4.5)$$

де $K_{\text{пит}}$ – питома вартість на 1 км лінії, тис. грн./км;

$K_{\text{прок}}$ – питома вартість прокладання, тис. грн./км;

L – довжина лінії електропередачі, км.

n – кількість кабелів в траншеї, шт.

Результати розрахунків заносимо в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Розрахунок капіталовкладень для ліній електропередач

Назва лінії	Марка кабелю	Кількість	Довжина, км	$K_{\text{пит}}$, тис.грн	$K_{\text{прок}}$, тис.грн	$K_{\text{л}}$, тис.грн
ГПП-ТП1	АВВГ 3х50	2	0,5	73,08	15	80,388
ПС-ГПП	АС 3х50	2	1,5	98,57	20	325,281
Разом						405,669

Капітальні вкладення для електричних підстанцій [6]:

$$K_{\text{пс}} = \sum_{i=1}^l K_{\text{псі}} + K_{\text{пост}}, \quad (4.6)$$

де $K_{псі}$ – вартість однієї трансформаторної підстанції, тис. грн.;

$K_{пост}$ – постійні витрати, що практично не залежать від потужності підстанції і пов'язані з устроєм території, зі створенням майстерень, лабораторій і диспетчерських пунктів, з будівництвом житла тощо, тис. грн. Постійні витрати прийняти у розмірі 20 % від повної вартості всіх підстанцій.

Результати розрахунків заносимо в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Розрахунок капіталовкладень для електричних підстанцій

№	Тип т-ра	Кількість	Код, тис.грн	$K_{пост}$, тис.грн	$K_{пс}$, тис.грн
КТП-1	ТМ-250	2	260	52	312

Розрахуємо сумарну вартість вимикачів та роз'єднувачів. Відповідно до схеми електропостачання кількість вимикачів 10 кВ – 7 шт.

Сумарна вартість вимикачів:

$$K_B = 7 \cdot 7,5 = 52,5 \text{ (тис. грн.)}. \quad (4.7)$$

Вартість підстанцій з вимикачами:

$$K_{пс} = 312 + 52,5 = 364,5 \text{ (тис. грн.)}. \quad (4.8)$$

Відповідно сумарна величина капітальних вкладень в систему електропостачання підприємства.

$$K = 405,669 + 364,5 = 770,169 \text{ (тис. грн.)}. \quad (4.9)$$

4.3 Розрахунок поточних витрат

4.3.1 Розрахунок потреби в робочій силі

Планова трудомісткість визначається, люд.-год./рік:

$$T = \Pi \cdot t_{норм} \cdot h, \quad (4.10)$$

де Π – кількість ремонтів даного виду за рік, на одиницю обладнання;

$t_{норм}$ – норма трудомісткості поточного ремонту або огляду, люд.-год. [6];

h – кількість обладнання певного діапазону потужності, що належить до цього виду ремонтних робіт.

Проводимо розрахунки трудомісткості ремонту електрообладнання та заносимо їх результати до табл.4.6.

Планова трудомісткість технічного обслуговування кожної групи енергетичного устаткування і мереж складає, люд.-год./рік:

$$T_{\text{то}} = 12 \cdot t_{\text{пр}} \cdot K_{\text{ср}} \cdot K_{\text{зм}} \cdot h, \quad (4.11)$$

де 12 – кількість місяців у році;

$t_{\text{пр}}$ – планова (таблична) трудомісткість поточного ремонту одиниці устаткування люд.-год [6];

$K_{\text{ср}}$ – коефіцієнт складності ремонту, який показує частку трудомісткості поточного ремонту, необхідну для технічного обслуговування енергетичного обладнання і мереж на кожен місяць планованого року, 1/міс, $K_{\text{ср}} = 0,1$.

h – кількість обладнання в групі.

Проводимо розрахунки трудомісткості технічного обслуговування іншого електрообладнання та заносимо їх результати до табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Трудомісткість поточного ремонту та огляду

Обладнання	К-ть	Поточний ремонт			Огляд		
		К-сть на одиницю облад. рем/рік	Норма трудомісткості люд.год.	Заг. трудомісткість люд.год.	К-сть на одиницю облад. огл/рік	Норма трудомісткості люд.год.	Заг. трудомісткість люд.год.
Вимикачі	7	1	20	140	12	2	168
ТМ-250	2	0,33	90	59,4	12	7	168
Кабельна лінія, км	1	1	46	46	1	11,5	11,5
Повітряна лінія, км	3	1	72	216	1	240	720
Разом				461,4			1067,5

Таблиця 4.6 – Трудомісткість технічного обслуговування і загальна трудомісткість

Обладнання	К-ть	Технічне обслуговування				Загальна
		Змінність роботи	Коеф. складності	К-ть місяців	Загал. трудомісткість люд.год.	трудомісткість обслуговування люд.год.
Вимикачі	7	3	0,1	12	504	672
ТМ-250	2	3	0,1	12	648	816
Кабельна лінія, км	1	3	0,1	12	165,6	177,1
Повітряна лінія, км	3	3	0,1	12	777,6	1497,6
Разом					2095,2	3162,7

Відповідно знаходимо кількість експлуатаційних робітників, чол.:

$$H_{\text{обс}} = \frac{3162,7}{1900 \cdot 1,05} = 1,51, \quad (4.12)$$

та персоналу для ремонтних робіт, чол.:

$$H_{\text{тр}} = \frac{461,4}{1900 \cdot 1,1} = 0,23. \quad (4.13)$$

Приймаємо за нормами ПУЕ [5] $H_{\text{тр}} = 2$ чол., $H_{\text{обс}} = 2$ чол

4.3.2 Розрахунок витрат по заробітній платі

Фонд прямої заробітної плати:

а) для робітників, зайнятих на роботах по експлуатації й обслуговуванню енергообладнання і мереж, розраховується за формулою, грн./рік:

$$\Phi_e = H_{\text{обс}} \cdot \beta_n \cdot t_{\text{ге}} \cdot \Phi_d, \quad (4.14)$$

Годинну тарифну ставку рекомендується розраховувати за формулою:

$$t_{\text{ге}} = ((K3 + K4)/2) \cdot C_1, \quad (4.15)$$

де $K3$, $K4$ – тарифні коефіцієнти III та IV розрядів, відповідно, [6];

C_1 – годинна тарифна ставка, що відповідає I розряду, визначається за формулою:

$$C_i = \frac{3_{\min} \cdot k_{r,i}}{\Phi_H}, \quad (4.16)$$

$$C_I = 8000 \cdot 1/176 = 45,45 \text{ (грн./год.)}.$$

Тоді годинна тарифна ставка 3,5 розряду становитиме:

$$t_{ге} = ((1,18+1,27)/2) \cdot 45,45 = 55,68 \text{ (грн./год.)}, \quad (4.17)$$

Заробітна плата робітників-погодинників:

$$\Phi_e = 2 \cdot 0,9 \cdot 55,68 \cdot 1900 = 190431,818 \text{ (грн./рік)}, \quad (4.18)$$

б) для робітників, які виконують поточний ремонт енергоустаткування, фонд прямої заробітної плати розраховується за формулою, грн./рік:

$$\Phi_p = T_{пр} \cdot t_{гр}, \quad (4.19)$$

$$t_{гр} = (K4+K5)/2 \cdot C_I, \quad (4.20)$$

де K4, K5 – тарифні коефіцієнти IV та V розрядів, відповідно, [6].

Розраховуємо годинну тарифну ставку 4,5 розряду:

$$t_{гр} = ((1,27+1,36)/2) \cdot 45,45 = 59,77 \text{ (грн./год.)},$$

$$\Phi_p = 461,4 \cdot 59,77 = 27579,14 \text{ (грн./рік)}.$$

Фонд основної заробітної плати, грн./рік:

$$\Phi_o = \Phi(1+0.05+0.01+\alpha), \text{ (грн./рік)}, \quad (4.21)$$

де Φ – тарифний фонд Φ_e експлуатаційних робітників або фонд прямої заробітної плати Φ_p ремонтного персоналу, грн./рік;

0,01 - частка доплат за роботу у святкові дні;

0,05 - частка доплат за роботу в нічний час;

α – частка преміальних доплат для відповідної категорії робітників.

Величина основної заробітної плати для експлуатаційних робітників:

$$\Phi_{oe} = 190431,818 \cdot (1+0,05+0,01+0,2) = 239944,09 \text{ (грн./рік)}, \quad (4.22)$$

і для ремонтних:

$$\Phi_{ор} = 27579,14 \cdot (1+0,05+0,01+0,25) = 36128,67 \text{ (грн./рік)}. \quad (4.23)$$

Величина додаткової заробітної плати визначається в розмірі 15% від фонду основної заробітної плати. Тому сумарна величина фонду з врахуванням додаткової заробітної плати складе, грн./рік:

$$\Phi_{од} = \Phi_o \cdot 1,15, \quad (4.24)$$

$$\Phi_{оед} = 239944,09 \cdot 1,15 = 275935,7 \text{ (грн./рік)},$$

$$\Phi_{орд} = 36128,67 \cdot 1,15 = 41547,97 \text{ (грн./рік)}.$$

З метою утворення фонду соціального страхування здійснюються нарахування на заробітну плату. З цього фонду кошти витрачаються на виплату по тимчасовій втраті працездатності, оплату відпусток по вагітності, санаторно-курортні лікування й організацію відпочинку працівників, оздоровчі заходи для дітей працівників та інше.

Крім того, на заробітну плату здійснюються нарахування в пенсійний фонд та фонд зайнятості. Отже, витрати по заробітній платі ($C_{зп}$) розраховуються так, грн./рік:

$$C_{зп} = \Phi_{об} \cdot \left(1 + \frac{\beta_{п} + \beta_{з} + \beta_{с}}{100} \right), \quad (4.25)$$

де $\beta_{п}$ - нарахування в пенсійний фонд, $\beta_{п} = 33\%$;

$\beta_{з}$ - нарахування у фонд зайнятості, $\beta_{з} = 1,5\%$;

$\beta_{с}$ - нарахування на соціальне страхування, $\beta_{с} = 1,5\%$.

Розраховуємо витрати по заробітній платі експлуатаційному персоналу:

$$C_{зпе} = 275935,7 \cdot \left(1 + \frac{33+1,5+1,5}{100} \right) = 372513,2 \text{ (грн./рік)},$$

і ремонтному персоналу:

$$C_{зпр} = 41547,97 \cdot \left(1 + \frac{33+1,5+1,5}{100} \right) = 56089,76 \text{ (грн./рік)}.$$

4.3.3 Планування вартості матеріалів, що витрачаються

Необхідні для розрахунку дані заносимо до табл. 4.7.

Таблиця 4.7 – Розрахунок вартості матеріалів, включених у норму витрат

Вартість матеріалу	Грн
ТМ-250	37830
Кабельна лінія АБВГ, км	3542
Повітряна лінія АС, км	14976

Вартість матеріалу на технічну операцію:

$$C_m = 0,01 \cdot \left(\sum_{i=1}^n C_{0i} \cdot T_i + L \cdot C_{л0} \right), \quad (4.26)$$

де C_{0i} – питома вартість витратних матеріалів на обслуговування i -го виду трансформаторів,

T_i – трудомісткість обслуговування i -го виду трансформаторів,

L – сумарна довжина кабелів,

$C_{л0}$ – питома вартість матеріалів на обслуговування кабелів.

Отже, вартість матеріалів на ремонт: $C_{мпр} = 56448,5$ (грн/рік);

і вартість матеріалів на технічне обслуговування: $C_{мто} = 539246,258$ (грн / рік).

Отже, можна розрахувати:

витрати на обслуговування електроустановок і мереж, тис. грн/рік:

$$C_{обс} = C_{зпе} + C_{мто}, \quad (4.27)$$

$$C_{обс} = 372513,2 + 539246,258 = 911759,46 \text{ (грн/рік);}$$

та витрати на їх поточний ремонт, грн/рік:

$$C_{пр} = C_{зпр} + C_{мпр}, \quad (4.28)$$

$$C_{пр} = 56089,76 + 56448,5 = 112538,26 \text{ (грн/рік).}$$

4.3.4 Визначення амортизаційних відрахувань і інших витрат

Знаходимо амортизаційні відрахування за формулою:

$$C_a = a \cdot K, \quad (4.29)$$

де a – норма амортизації, %

K – капіталовкладення, грн.

$$C_a = 0,06 \cdot 770169 = 46210,14 \text{ (грн/рік)}.$$

Окремою складовою в кошторисі річних поточних витрат є інші витрати:

$$C_{ip} = \beta_{ip}(C_{обс} + C_{пр} + C_a); \quad (4.30)$$

де β_{ip} - коефіцієнт відрахувань на інші витрати.

$$C_{ip} = 0,25 \cdot (911759,46 + 112538,26 + 46210,14) = 267626,96 \text{ (грн/рік)}.$$

Після визначення всіх елементів витрат підприємства, необхідних для передавання і розподілення електроенергії, зведемо їх в табл. 4.8.

Таблиця 4.8 – Кошторис річних поточних витрат

Стаття витрат	Величина витрат, грн	Структура, % до підсумку
Витрати по експлуатації енергоустаткування і мереж	911759,46	68,14
Витрати на поточний ремонт	112538,26	8,41
Витрати на амортизацію	46210,14	3,45
Інші витрати	267626,96	20,00
Разом	1338134,82	100,00

4.4. Розрахунок собівартості електроенергії

4.4.1 Розрахунок річного споживання і втрат електроенергії. Розрахунок оплати за електроенергію

Розрахунок обсягу споживання визначається, виходячи з розрахункової потужності, яка визначається як добуток установленної (номінальної) потужності

усіх електроприймачів, коефіцієнта попиту і кількості годин використання максимуму навантаження, тис. кВт·год./рік:

$$E_{ai} = P_p \cdot T_{mi} = K_p \cdot P_{ном} \cdot T_{mi}, \quad (4.31)$$

де P_p – розрахункова потужність i -го цеху, кВт;

T_{mi} – річна тривалість використання максимуму активного навантаження i -ого цеху, год.;

K_p – коефіцієнт попиту.

Визначаємо річні витрати активної електроенергії. Результати розрахунків заносимо в табл. 4.9.

Таблиця 4.9 – Річні витрати активної електроенергії по цехах

Назва цеху	T_m , год.	$\cos \varphi$	P_p , кВт	E_a , кВт·год./рік
Ферма №1	4500	28,9	0,75	130050
Ферма №2	4500	11,6	0,75	52200
Ферма №3	4500	11,6	0,75	52200
Зерно-сушилка АВМ	4500	55,04	0,70	247680
Зернотік	4500	82,4	0,70	370800
Пилорама	4500	21,76	0,70	97920
Столярний цех	4500	8,7	0,70	39150
Кузня	4500	4,27	0,70	19215
Тракторна бригада	4500	29,47	0,70	132615
Ферма №4	4500	22,2	0,75	99900
				1241730

Необхідно також визначити річні витрати реактивної електроенергії.

Втрати електроенергії в лініях розраховуємо так:

$$\Delta E_{\Delta} = 3 \cdot n \cdot I_m^2 \cdot R \cdot \tau \cdot 10^{-3}, \quad (4.32)$$

де I_m – максимальний струм у лінії, А;

τ – час максимальних втрат, год./рік.

R – активний опір проводу або кабелю однієї фази, Ом;

$$R = r_0 \cdot L; \quad (4.33)$$

де r_0 – питомий опір однієї фази кабелю, Ом / км [6].

Для лінії ЦРП –ТП1. Струм лінії живлення, А:

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3}U_H}. \quad (4.34)$$

Виконуємо розрахунок втрат електроенергії в інших лініях і результати заносимо до табл. 4.10.

Таблиця 4.10 – Втрати електроенергії в лініях

Лінія	К-сть ліній	Довжина, км	I_M , А	R, Ом	τ , год./рік	$\Delta E_{л\text{,}}$ кВт·год.
ГПП-ТП1	2	0,5	1,79	0,19	2886,20	5,361
ПС-ГПП	2	1,5	0,717	0,57	2886,20	2,571
Разом						7,933

Втрати електроенергії в ТП визначають за формулою, тис. кВт·год./рік:

$$\Delta E_T = n \cdot \Delta P_{xx} \cdot T_p + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{кз} \cdot \left(\frac{S_\phi}{S_H} \right)^2 \cdot \tau, \quad (4.35)$$

де n - кількість трансформаторів;

$\Delta P_{кз}$ і ΔP_{xx} – величини номінальних втрат у трансформаторах, відповідно, при короткому замиканні і холостому ході, кВт;

T_p - час роботи трансформаторів, год./рік (приймається рівним 8760 год./рік);

S_ϕ - фактична потужність, яка передається через трансформатори, кВА;

S_H - номінальна потужність одного трансформатора, кВА.

Проводимо розрахунок і результати зводимо у табл. 4.11.

Таблиця 4.11 – Втрати енергії в трансформаторах

№	Тип	шт	ΔP_x , кВт	ΔP_k , кВт	S_p , кВА	S_H , кВА	ΔE_T , кВт·год./рік
КТП-1	ТМ-250	2	0,74	4,2	346	250	24574,46

Загальна потреба підприємства в електроенергії, кВт·год./рік:

$$E = E_a + \Delta E_{л} + \Delta E_T; \quad (4.36)$$

$$E = 1241730 + 7,933 + 24574,46 = 1266312,39 \text{ (кВт·год./рік)}.$$

Оплата за спожиту електроенергію:

$$\Pi = 5,5 \cdot 1241730 = 6829515 \text{ (грн)}. \quad (4.37)$$

4.4.2 Розрахунок собівартості електроенергії

Собівартість корисної, споживаної підприємством кіловат-години електроенергії, коп./кВтг:

$$S = \frac{C_{\text{сум}} \cdot 100}{E_a}, \quad (4.38)$$

де $C_{\text{сум}}$ – величина сумарних витрат підприємства на електроенергію, тис.грн/рік;

E_a – річна кількість корисно споживаної підприємством електроенергії, тобто без врахування втрат у лініях і трансформаторах, кВт·год./рік.

Отже, загальні (сумарні) витрати підприємства на електроенергію за рік будуть складати, тис. грн./рік:

$$C_{\text{сум}} = \Pi + C_{\Pi}, \quad (4.39)$$

де Π – оплата за спожиту електроенергію;

C_{Π} – річні витрати підприємства при передаванні електроенергії.

Річні витрати промислового підприємства, зв'язані з передаванням і розподілом електричної енергії, включають такі складові, тис.грн/рік:

$$C_{\Pi} = C_{\text{обс}} + C_{\text{пр}} + C_a + C_{\text{ір}}, \quad (4.40)$$

де $C_{\text{обс}}$ – витрати підприємства на матеріали та зарплату персоналу при обслуговуванні електромереж і устаткування, грн/рік.;

$C_{\text{пр}}$ – річні витрати на поточний ремонт устаткування і мереж, грн/рік;

C_a – амортизаційні відрахування при експлуатації електроустановок підприємства, грн/рік;

$$C_{\Pi} = 911759,46 + 112538,26 + 46210,14 + 267626,96 = 1338134,82 \text{ (грн/рік)}.$$

Отже, сумарні витрати:

$$C_{\text{сум}} = 6829515 + 1338134,82 = 8167649,821 \text{ (грн/рік)}.$$

Отже, собівартість електроенергії:

$$S = \frac{8167649,821 \cdot 100}{1241730} = 6,57 \text{ (грн./кВт·год.)}.$$

Для наочності результати розрахунків зводимо в табл. 4.12.

Таблиця 4.12 –Результати розрахунків

Показники	Позначення	Величина показників	Одиниця вимірювання
Кількість корисно спожитої електроенергії	Е _а	1241730	кВт·год
Річне споживання електроенергії із втратами	Е	1266312,39	кВт·год
Плата за електроенергію	П	6829515	грн
Витрати на передачу і розподіл електроенергії	С _п	1338134,821	грн
Сумарні витрати підприємства	С _{сум}	8167649,821	грн
Собівартість електроенергії	С	657,76	коп/кВт·год

4.5 Висновки до розділу 4

В даному розділі магістерської кваліфікаційної роботи було проведено розрахунок основних техніко-економічних показників спроектованої СЕП філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь» та розраховано собівартість електричної енергії, яка склала 657,76 коп/кВт·год.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У цьому розділі магістерської роботи розробляються заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях під час підвищення енергоефективності філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь». На електротехнічний персонал підприємства, що виконує ці роботи з модернізації та подальшої експлуатації системи електропостачання підприємства, впливає комплекс небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Тому важливо розглянути питання з охорони праці, що передбачають заходи щодо їхнього виявлення, розроблення заходів зі зниження їхнього впливу, з промислової безпеки, з безпеки в надзвичайних ситуаціях, а також зі створення безпечних та нешкідливих умов праці робітників.

Фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо); іонізація повітря.

Хімічні фактори: речовини хімічного походження, аерозолі фіброгенної дії (пил).

Фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації обладнання

5.1.1 Вимоги до безпечної організації робочих місць оперативно-ремонтного персоналу

Живлення силового обладнання підприємства та системи освітлення здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 х 220В (фазна напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В).

Категорія умов по небезпеці електротравматизму – підвищеної небезпеки, у зв'язку з наявністю у цехах струмопровідної підлоги.

Оперативно-ремонтний персонал, який обслуговування, ремонт і реконструкцію обладнання підприємства, під час використання електрифікованого інструменту повинен дотримуватися таких правил з охорони праці.

Електрифікований інструмент за умовами безпеки поділяється на такі класи:

I – електроінструмент, у якого всі деталі, що перебувають під напругою, ізолювані і штепсельна вилка має заземлювальний контакт. У електроінструмента класу I всі деталі, що перебувають під напругою, можуть бути з основною, а окремі деталі – з подвійною або посиленою ізоляцією;

II – електроінструмент, у якого всі деталі, що перебувають під напругою, мають подвійну або посилену ізоляцію, Цей електроінструмент не має пристроїв для заземлення. Номінальна напруга для електроінструмента класів I і II має бути не більше 220 В для електроінструмента постійного струму; 380 В – для електроінструмента змінного струму;

III – електроінструмент на номінальну напругу не вище 42 В, у якого ні внутрішні, ні зовнішні кола не перебувають під іншою напругою. Електроінструмент класу III призначений для живлення від безпечної наднизької напруги.

Якщо безпечну наднизьку напругу одержують перетворенням вищої напруги, то це слід здійснювати за допомогою безпечного ізолювального трансформатора, далі за текстом – "розподільчий трансформатор безпеки", або

перетворювача з окремими обмотками. Електроінструмент, який живиться від електромережі, слід обладнувати незнімним гнучким кабелем (шнуром) зі штепсельною вилкою. Незнімний гнучкий кабель електроінструмента класу I повинен мати жилу, яка з'єднує заземлювальний затискач електроінструмента із заземлювальним контактом штепсельної вилки.

Кабель в місці введення до електроінструмента класу I слід захищати від стирань і перегинів еластичною трубкою з ізоляційного матеріалу. Трубку слід закріплювати в корпусних деталях електроінструмента, вона повинна виступати з них на довжину не менше п'яти діаметрів кабелю. Закріплення трубки на кабелі поза інструментом забороняється.

Для приєднання однофазного електроінструмента шланговий кабель повинен мати три жили: дві – для живлення, одну – для заземлення. Для приєднання трифазного електроінструмента застосовується чотирижильний кабель, одна жила якого слугує для заземлення. Ці вимоги стосуються тільки електроінструмента із таким корпусом, який слід заземлювати.

Доступні для доторкання металеві деталі електроінструмента класу I, які можуть опинитись під напругою, у випадку пошкодження ізоляції, повинні бути з'єднані із заземлювальним затискачем. Електроінструмент класів II і III не заземлюють.

Заземлення корпусу електроінструмента слід здійснювати спеціальною жилою живильного кабелю, яка не може одночасно бути провідником робочого струму. Використовувати з цією метою нульовий робочий провід забороняється. Штепсельна вилка повинна мати відповідну кількість робочих і один заземлювальний контакт. Конструкція вилки повинна забезпечувати випереджальне замикання заземлювального контакту під час ввімкнення та більш запізнене розмикання його під час вимикання. Конструкція штепсельних вилок електроінструмента класу III повинна унеможливлувати з'єднання їх з розетками на напругу понад 42 В.

Працівники, допущені до роботи з електроінструментом, повинні спочатку пройти навчання і перевірку знань щодо безпечного виконання робіт з

застосуванням електроінструменту. До роботи з електроінструментом класу I в приміщеннях з підвищеною небезпекою та поза приміщеннями допускаються працівники з II групою електробезпеки. До роботи з електроінструментом II і III класу достатньо I групи з електробезпеки.

У електроінструмента класу I, крім того, має бути перевірена справність кола заземлення між його корпусом і заземлювальним контактом штепсельної вилки. Працівнику мають бути видані засоби індивідуального захисту (діелектричні рукавички, калоші, килими) або розподільчий трансформатор, чи перетворювач із окремими обмотками, чи захисно вимикальне устаткування.

Забороняється видавати для роботи електроінструмент, який не відповідає хоча б одній із перелічених вимог або електроінструмент з протермінованою датою періодичної чергової перевірки.

У приміщеннях без підвищеної небезпеки ураження працівників електричним струмом достатньо застосувати діелектричні рукавиці, а в приміщеннях зі струмопровідними підлогами – також і діелектричні калоші або килими. Електроінструментом класів II і III дозволяється працювати без застосування індивідуальних засобів захисту в приміщеннях без підвищеної небезпеки ураження працівників електричним струмом.

У посудинах, апаратах та інших металевих спорудах в умовах обмеженої можливості переміщення і виходу з них дозволяється працювати електроінструментом класів I і II за умови, якщо тільки один електроінструмент одержує живлення від автономної двигун-генераторної установки, розподільчого трансформатора безпеки або перетворювача частоти із роздільними обмотками, а також електроінструментом класу III. В цьому разі джерело живлення (трансформатор, перетворювач тощо) слід розміщувати поза вказаними посудинами, а вторинне коло джерела не слід заземлювати. Забороняється підключати електроінструмент напругою до 12 В до електричної мережі загального користування через автотрансформатор, резистор або потенціометр.

5.1.2 Електробезпека

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам:

для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмопровідними елементами електроустаткування, необхідно:

- розміщувати неізольовані струмопровідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах;
- використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні - написи, таблички, попереджувальні знаки;
- підвід кабелів до споживачів здійснювати в закритих конструкціях підлоги;

персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Використовуються основні та додаткові електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами (до 1000В) є: ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками. Додатковими (до 1000 В) є: діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється.

Обладнання повинно бути надійно заземлене. Справність і опір контуру заземлення один раз на рік перевіряється.

Всі обертові частини механізму повинні мати добре закріплену огорожу. Забороняється виконувати всі види ремонту під час роботи установки.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Допустимі величини показників мікроклімату встановлюють тоді, коли за технологічними умовами, технічними і економічними причинами не забезпечуються оптимальні норми [6]. Тяжкість роботи розділяється на категорії залежно від загальних енерговитрат організму, ккал/с (Вт). Параметри мікроклімату під час виконання персоналом електромонтажних робіт наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Нормування параметрів мікроклімату на непостійних робочих місцях

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість	Швидкість руху
Теплий	Пб	15-29	70 при 25°С	0,2-0,5
Холодний	Пб	13-23	не більш 75	не більш 0,4

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату на робочих місцях оперативно-ремонтного персоналу передбачається:

- в холодну пору року – використання калорифера;
- в літню пору – застосування кондиціонерів та вентиляторів обдуву.

5.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується гранично допустимими концентраціями (ГДК) шкідливих речовин в мг/м³ [6]. ГДК цих речовин наведено в табл.5.2.

Таблиця 5.2 – Можливі забруднювачі повітря та їх ГДК

Найменування речовини	ГДК, мг/куб.м		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньодобова	
Окис вуглецю		20	4
Пил рослинного походження	4	4	4

Для підтримки допустимих значень мікроклімату та концентрації шкідливих речовин необхідно передбачати установки або прилади зволоження та/або штучної іонізації, кондиціонування повітря.

5.2.3 Виробниче освітлення

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018, електромонтажні роботи потребують освітлення, яке характеризується розрядом зорової роботи III, підрозряд «в». Нормовані значення штучного, природного та суміщеного освітлення наведені в табл. 5.3.

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітлення, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 2,5 метра.

Для загального освітлення приміщень рекомендується використовувати головним чином, світлодіодні лампи, що обумовлюється наступними перевагами: високою світловою віддачею (до 75 лм/Вт і більше); довгим часом використання (до 10000 годин); малою яскравістю поверхні, що світиться; спектральним складом випромінюючого світла (для деяких видів ламп цей склад є близьким до природного світла, що забезпечує гарну передачу кольорів).

Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Харак-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Високої точності	Від 0,3 до 0,5 включно	III	в	малий середній великий	світлий середній темний	600	200	-	3,0

Світильники з світлодіодними лампами розміщують рядами; що дозволяє здійснювати їх послідовне включення (відключення) в залежності від величини природної освітленості.

5.2.4 Виробничий шум

Шум у приміщенні широкосмуговий. Рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях мають відповідати вимогам СН 3223-85 і наведені в табл. 5.4.

Устаткування, що є джерелом шуму (вентилятори, електроінструмент, технологічне обладнання з переробки деревини), слід розташовувати поза межами приміщень, де встановлені ПК. Для забезпечення допустимих рівнів шуму на робочих місцях слід застосовувати засоби звукопоглинання, вибір яких має обґрунтовуватись спеціальними інженерно-акустичними розрахунками. Акустична обробка приміщень – це облицювання частини внутрішніх поверхонь огорожень звукопоглинаючими матеріалами, а також розміщення в приміщенні штучних звукопоглиначів, які представляють собою вільно підвішені об'ємні поглинаючі тіла довільної форми.

Таблиця 5.4 – Допустимі рівні звуку, еквівалентні рівні звуку і рівні звукового тиску в октавних смугах частот

Вид трудової діяльності, робочі місця	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах із середньогометричними частотами, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Виконання усіх видів робіт на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях та на території підприємства	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Найбільший ефект при акустичній обробці можливо отримати в точках, які розташовані в зоні відбитого звуку; в зоні прямого звуку акустичний ефект від застосування облицювання набагато менший.

Звукопоглинаючі облицювання розміщують на стелі і в верхніх частинах стін при висоті приміщення не більше 6-8 м таким чином, щоб акустично оброблена поверхня складала не менше 60 % від загальної площі обмежуючих приміщення поверхонь. У вузьких і дуже високих приміщеннях доцільно облицювання розміщувати на стінах, залишаючи нижні частини стін (до 2 м висотою) не облицьованими, або проектувати конструкцію звукопоглинаючої підвісної стелі.

5.2.5 Виробничі вібрації

Допустимі рівні загальної вібрації на постійних місцях у виробничих приміщеннях наведені в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Допустимі рівні вібрації на постійних місцях

Вид вібрації	Октавні смуги з середньгеометричними частотами, Гц									
	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Загальна вібрація: На постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях	<u>1,3</u> 108	<u>0,45</u> 99	<u>0,22</u> 93	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92	-	-	-	-

В чисельнику середньоквадратичне значення вібрації, м/с 10^{-2} , знаменнику - логарифмічні рівні вібрації, дБ.

Основними методами колективного віброзахисту є зниження вібрації шляхом дії на джерело виникнення: відстрочка від режиму резонанс; динамічне гасіння коливань, заміна конструктивних елементів устаткування і будівельних конструкцій. Засоби індивідуального захисту діляться на засоби для ніг, рук та тіла працюючого.

5.2.6 Фактори трудового процесу

Фактори трудового процесу визначаються відповідно до Гігієнічної класифікації праці. Робота електротехнічного персоналу потребує значних фізичних зусиль за важкістю та напруженістю праці.

1. Клас умов праці за показниками важкості праці – допустимий (середньої важкості): загальні енергозатрати організму (кГ/м) – до 290; зовнішнє фізичне динамічне навантаження, виражене в одиницях механічної роботи за зміну, кГ/(Вт): при регіональному навантаженні (для чоловіків) – 13000; при загальному навантаженні (за участю м'язів рук, тулуба, ніг) – до 44000; маса вантажу, що постійно підіймається та переміщується вручну, кГ – до 30 кГ; стереотипні робочі рухи: при локальному навантаженні (участь м'язів кистей та пальців рук)- до 40000; при регіональному навантаженні(участь рук та плечового суглоба) – до 20000; статичне навантаження (кГ/с): двома руками (чоловіки) – до 70000; за участю м'язів тулуба та ніг – до 100 000; робоча поза: періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаєморозташування різних частин тіла відносно одна одної) до 25% часу зміни; перебування у вимушеній позі до 10%, в позі «стоячи» – до 60% часу зміни;нахил тулуба: вимушені нахили протягом зміни – 51-100 разів; переміщення у просторі (переходи через виконання технологічного процесу) – по горизонталі більше 8, вертикалі – 4 км.

2. Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження: зміст роботи - рішення складних завдань з вибором за алгоритмом; сприймання інформації та їх оцінка – сприймання інформації з наступною корекцією дій та операцій; розподіл функцій за ступенем складності завдання – обробка, контроль, перевірка завдання; характер виконуваної роботи – робота за встановленим графіком з можливим його коригуванням під час діяльності

Сенсорні навантаження: зосередження (%за зміну) - більше 75; щільність сигналів (звукові за 1 год) - більше 300; навантаження на голосовий апарат (протягом тижня) – від 20 до 25.

Емоційне навантаження: ступінь відповідальності за результат своєї діяльності – є відповідальним за функціональну якість основної роботи; ступінь

ризик для власного життя – вірогідний; ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – є відповідальним за безпеку інших.

Режим праці: тривалість робочого дня – 8 год; змінність роботи – однозмінна (без нічної зміни).

5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях. Визначення області працездатності СЕП філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь» в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій

Загальними ознаками надзвичайних ситуацій є: матеріальні збитки, істотне погіршення стану довкілля, наявність або загроза загибелі людей, чи суттєві погіршення умов їх життєдіяльності. Надзвичайні ситуації можуть мати природний та техногенний характер. Зростання кількості надзвичайних ситуацій, важкість їх наслідків змушують розглядати їх як серйозну загрозу безпеці окремої людини, суспільству та довкіллю, а також як загрозу електричним системам.

Вплив радіації на матеріал і деталі обладнання залежить від виду випромінювань, дози радіації і умов оточуючого середовища. В елементній базі системи електропостачання під дією іонізуючих випромінювань можливі зміни електричних і експлуатаційних характеристик, що залежать від порушення структури матеріалів.

Розрізняють декілька видів іонізуючого випромінювання (ІВ), які відрізняються джерелом елементарних часток, які її утворюють. При розгляді дії радіації використовують наступні терміни для основних її характеристик :

- потужність потоку вимірюється кількістю часток, які падають на площину 1 см^2 перпендикулярно за весь час опромінення;
- інтегральний потік - повний потік часток, які пройшли через 1 см^2 за весь час опромінення.

Дія швидких нейтронів призводить до руйнування кристалічних ґраток матеріалу транзистора (основний ефект) та іонізацію (вторинний ефект). Наслідком цієї дії є зміна параметрів напівпровідникових матеріалів.

Органічні матеріали є дуже чутливими до радіації. Дія останньої призводить до перетворення молекул в цих матеріалах, яка супроводжується хімічними реакціями, в яких виникають незворотні зміни структури речовин та їх механічних властивостей. До даних речовин належать полімерні матеріали, зокрема лавсанова плівка, якою здійснено ізоляцію. Дія іонізуючих і електромагнітних випромінювань на електричні системи може призвести до згорання чутливих електронних і електричних елементів, пов'язаних з великими антенами чи відкритими провідниками. В радіоелектронній апаратурі іонізуючі випромінювання викликають зворотні і незворотні процеси, внаслідок яких можуть виникнути порушення в роботі електричних елементів схеми, що приведе до виходу з ладу апаратури.

Обладнання має в своєму складі ряд радіоелементів, серед яких резистори, конденсатори, діоди та мікросхеми. Останні особливо піддаються дії електромагнітного та іонізуючого випромінювання, оскільки в них найменша границя стійкості до іонізуючого випромінювання. Цей фактор буде врахований при подальших розрахунках.

Основними параметрами електромагнітного випромінювання, визначаючими його вражаючу дію, є:

- форма і тривалість електромагнітного випромінювання;
- амплітуда імпульсу (максимальна напруженість поля);
- діапазон частот електромагнітного випромінювання.

При оцінці впливу електромагнітного випромінювання на струмопровідні елементи необхідно враховувати, що електромагнітні випромінювання мають горизонтальну і вертикальну складові напруженостей електричного поля і тому повинні визначатися значення напруг, які наводяться як на вертикальних, так і на горизонтальних ділянках ліній. Основну небезпеку при наземних і

повітряних вибухах являє вертикальна складова напруженості електричного поля, яка перевищує горизонтальну складову приблизно на три порядки.

5.3.1 Визначення області працездатності СЕП філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь» в умовах дії іонізуючих випромінювань

В якості критерію стійкості роботи СЕП використовується граничне значення рівня радіації.

Основними елементами в даному дипломному проекті, від яких залежить робота системи електропостачання, є транзистори, мікросхеми, діоди загального призначення, резистори, конденсатори. Для кожного з цих елементів визначається максимальне значення потужності експозиційних доз, при яких можуть відбутися зворотні зміни. Дані заносяться до табл. 5.6.

Таблиця 5.6 – Максимально-допустимі значення потужності дози γ – випромінювання

№	Блоки СЕП	Елементи РЕА СЕП	$D_{\text{гр}}, P$	$D_{\text{гр}}, P$
1	Блок живлення	Мікросхеми ТТЛ DA3	10^5	10^4
		Транзистори, діоди КТ531, VD 648	10^4	
		Інтегральні схеми К1553ЛА	$5 \cdot 10^5$	
2	Пульт управління	Конденсатори К-41	10^7	
3	Розвідна мережа	Резистори СП1-10	10^4-10^7	
		Напівпровідникові елементи	10^5-10^6	
		Електричні батареї Е48, Е96	10^5-10^6	
4	Управляючий МПК	Випрямлячі ВД-306	10^6	
		Діелектричні матеріали	10^{10}	

Із табл. 5.6 визначимо найбільш уразливий елемент. Такими елементами є мікросхеми, $P_{\text{звор}} = 10^4 P/\text{год}$.

Тоді визначаємо граничне значення рівня радіації із врахуванням $K_{\text{посл}}$

$$P_{\text{гр}} = K \cdot P_{\text{звор}} \cdot K_{\text{пос}} [P/\text{Год}], \quad (5.1)$$

де K – коефіцієнт надійності, $K = 0,9 \dots 0,95$;

$P_{\text{звор}}$ – щрівень радіації, що відповідає початку зворотних змін у найменш стійкому елементі пристрою;

$K_{\text{посл}}$ – коефіцієнт послаблення радіації.

$$P_{\text{гр}} = 0,94 \cdot 10^4 \cdot 1 = 9400 \text{ (Р/Год)}.$$

Визначаємо допустимий час роботи за формулою:

$$t_{\text{доп}} = \left(\frac{D_{\text{зр}} \cdot K_{\text{посл}} + 2 \cdot P_{1\text{max}} \sqrt{1}}{2 \cdot P_1} \right)^2 [\text{год}]; \quad (5.2)$$

$$t_{\text{доп}} = \left(\frac{10^4 \cdot 1 + 2 \cdot 58,1 \cdot \sqrt{1}}{2 \cdot 58,1} \right)^2 = 7579,4 \text{ (год)}.$$

Отже, область працездатності системи електропостачання в умовах дії іонізуючих випромінювань лежить в межах від 0 до 9400 Р/год.

5.3.2 Визначення області працездатності СЕП філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязж» в умовах дії електромагнітного імпульсу

Початкові дані: $U_{\text{ж}} = 220 \text{ В}$ – напруга живлення пристрою;

$L_{\Gamma} = 2,5 \text{ м}$ – довжина горизонтальних струмоведучих частин.

Область працездатності системи в умовах дії електромагнітного випромінювання характеризується коефіцієнтом безпечної роботи K_6

$$K_6 = 20 \lg \frac{U_{\text{д}}}{U_{\text{В}(\Gamma)}} \geq 40 [\text{дБ}], \quad (5.3)$$

де $U_{\text{д}}$ – допустимі коливання напруги живлення пристрою, В;

$U_{\text{В}(\Gamma)}$ – напруга наведена за рахунок електромагнітного імпульсу у вертикальних (горизонтальних) струмопровідних частинах, В.

Визначаємо допустимі коливання напруги живлення

$$U_{\text{д}} = U_{\text{ж}} + \frac{U_{\text{ж}}}{100} \cdot N [\text{В}], \quad (5.4)$$

де $U_{\text{ж}} = 5 \text{ В}$ – напруга живлення пристрою;

$N = 10\%$ – коливання напруги живлення.

Підставивши значення для $U_{\text{ж}}$ і N в, отримаємо:

$$U_{\text{д}} = 220 + \frac{220}{100} \cdot 10 = 242 \text{ (В)} .$$

Оскільки вертикальна складова електричного поля приблизно на три порядки більша за горизонтальну, то при подальших розрахунках будемо враховувати вертикальну складову напруженості електричного поля.

Знайдемо $U_{\text{Г}}$

$$K_{\phi} = 20 \lg \frac{U_{\phi}}{U_{\text{Г}}} = 40 \text{ (дБ)} ,$$

$$U_{\text{Г}} = \frac{U_{\phi}}{10^2} \text{ [В]} , \quad (5.5)$$

$$U_{\text{Г}} = \frac{242}{10^2} = 2,42 \text{ (В)} .$$

Горизонтальну складову напруженості електричного поля визначаємо за формулою:

$$E_{\text{Г}} = \frac{U_{\text{Б}}}{L_{\text{Б}}} \text{ [В/м]} , \quad (5.6)$$

$$E_{\text{Г}} = \frac{2,42}{7,5} = 0,323 \text{ (В/м)} .$$

Визначаємо вертикальну складову напруженості електричного поля:

$$E_{\text{В}} = \frac{E_{\text{Г}}}{10^{-3}} ,$$

$$E_{\text{В}} = \frac{0,323}{10^{-3}} = 323 \text{ (В/м)} .$$

Отже, область працездатності системи електропостачання СЕП філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь» в умовах дії електромагнітних випромінювань визначається вертикальною складовою напруженості електричного поля в межах від 0 до 323 В/м.

5.3.3 Розробка превентивних заходів по підвищенню стійкості роботи СЕП філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь» в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій

Для підвищення стійкості роботи системи електропостачання до дії іонізуючого випромінювання можна застосувати більш якісні електричні елементи, або використовувати захисне покриття з сплавів на основі тугоплавких і рідкоземельних металів та використовувати спеціальні екрани для збільшення $K_{\text{посл}}$.

Для підвищення безпеки роботи системи електропостачання до дії електромагнітного імпульсу слід застосувати пасивний екран. Щоб визначити якої товщини необхідна його стінка, знайдемо перехідне затухання екрану:

$$A = K_{\text{Бном}} - K_{\text{Бмін}}, \quad (5.7)$$

де $K_{\text{Бном}}$ – номінальний коефіцієнт безпеки ($K_{\text{Бном}}=40\text{дБ}$);

$K_{\text{Бмін}}$ – мінімальний коефіцієнт безпеки, отриманий під час розрахунків.

Для блоку живлення ($U_{\text{ж}}=220\text{В}$)

$$A = 40 + 32,5 = 72,5(\text{дБ}).$$

Для блоку управління ($U_{\text{ж}}=220\text{В}$)

$$A = 40 + 34,5 = 74,5(\text{дБ}).$$

Товщину захисного екрану знайдемо за формулою:

$$t = \frac{A}{5,2 \cdot \sqrt{f}} [\text{см}]. \quad (5.8)$$

де t – товщина стінки екрана, см;

$f=15000$ Гц.

Для блоку живлення товщина екрану:

$$t_1 = \frac{74,5}{5,2 \cdot \sqrt{15000}} = 0,12 (\text{см}).$$

Для блоку управління товщина екрану:

$$t_2 = \frac{72,5}{5,2 \cdot \sqrt{15000}} = 0,11 \text{ (см)} .$$

Отже, із застосуванням сталевих пасивних екранів товщиною не менше 1,2 мм робота СЕП філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь» буде стійкою.

Також, у даному розділі було визначено область працездатності СЕП в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій і доведено, що в умовах дії іонізуючих випромінювань система електропостачання буде стабільно працювати при рівні радіації, який знаходиться в межах від 0 до 9400 Р/год та при дії електромагнітного імпульсу, якщо вертикальна складова напруженості електричного поля буде знаходитись в межах від 0 до 323 В/м.

5.4 Висновки до розділу 5

В даному розділі магістерської кваліфікаційної роботи було розглянуто основні заходи з охорони праці, а саме організаційні і технологічні заходи, що направлені на максимальне зниження загрозливих чинників і створення оптимальних умов роботи філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь».

Також, у даному розділі було визначено область працездатності СЕП в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій і доведено, що в умовах дії іонізуючих випромінювань система електропостачання буде стабільно працювати при рівні радіації, який знаходиться в межах від 0 до 9400 Р/год та при дії електромагнітного імпульсу, якщо вертикальна складова напруженості електричного поля буде знаходитись в межах від 0 до 323 В/м.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи було виконано дослідження щодо підвищення енергоефективності системи електропостачання філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь». Проведені дослідження дозволили отримати наступні основні результати та висновки.

Було проведено аналіз і оптимізацію системи електропостачання філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь». Для цього було:

- обрано оптимальну кількість та потужність трансформаторних підстанцій, що необхідно встановити, а саме запропоновано встановити одну двотрансформаторну підстанцію з трансформаторами ТМ 250/10;

- обрано оптимальні перерізи та марки ліній живлення елеватора. Підприємство буде оптимально заживити від підстанції повітряною лінією перерізом 50 мм², а приведені мінімальні затрати складуть 29,56 тис.грн. Оптимальний переріз кабельних ліній заводської мережі краще виконати кабелем перерізом 50 мм², а приведені мінімальні затрати складуть 13,78 тис.грн.

- здійснено розрахунок оптимального місця розташування центру мережі елеватора, який показав, що координати у яких встановлення ЦРП забезпечить мінімальні річні приведені витрати $x=114$ м; $y=113$ м. Розташувати КТП безпосередньо в ЦЕН неможливо, оскільки ця точка знаходиться на території зернотіку. Тому виберемо місце розташування КТП, змістивши її в сторону джерела живлення.

Отже, розроблена система електропостачання елеватора за рахунок прийнятих оптимальних рішень стала більш енергоефективною й це дозволить суттєво покращити технічні та економічні характеристики функціонування СЕП елеватора.

Було розглянуто актуальне питання розглянуто актуальне питання створення та впровадження автоматизованої системи дистанційного управління технологічними процесами Вендичанського елеватора. Сучасні засоби АСУ ТП елеваторів/зерноскладів забезпечують зниження втрат при зберіганні та переробці зерна, заощадження енергоресурсів зернопереробних підприємств, елеваторів, а також, мінімізацію впливу людського фактору, ризиків виникнення надзвичайних або аварійних ситуацій роботи автоматизованих технологічних комплексів по зберіганню та переробці зерна. Останні розробки в області АСУ ТП зернопереробної галузі надають можливість автоматично прогнозувати процес самозігрівання зерна, що є надзвичайно необхідним в забезпеченні підвищення ефективності зберігання зерна.

В економічній частині роботи проведено розрахунок основних показників спроектованої СЕП, визначено величину капітальних вкладень та плати підприємством за електроенергію. Собівартість електроенергії для підприємства складає 657,76 коп/кВт·год.

У роботі були розглянуті питання охорони праці та безпека в надзвичайних ситуаціях на підприємстві. Були визначені небезпечні та шкідливі фактори, які мають місце на підприємстві та розроблені ефективні заходи для покращення даних показників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Бурбело М. Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків: навчальний посібник. Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2012. 148 с.
- 2 Бурбело, М. Й. Розрахунок внутрішнього електропостачання : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2017. 123 с.
- 3 Бурбело, М. Й. Спеціальні питання електропостачання: електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання. Вінниця : ВНТУ, 2024. 89 с.
- 4 Бурбело М. Й. Електромагнітна сумісність і керування якістю електроенергії в системах електропостачання : електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання. Вінниця: ВНТУ, 2024. 159 с.
- 5 Правила улаштування електроустановок (перше переглянуте, перероблене, доповнене та адаптоване до умов України видання). – Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, 2017, 617 с.
- 6 Демов О.Д., Бірюков О.О., Мельничук Л.М. Розрахунок собівартості електроенергії на промисловому підприємстві. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2008. 92 с.
- 7 ГОСТ 14209-97 «Керівництво з навантаження силових масляних трансформаторів»: веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=77094 (дата звернення 01.06.2024)
- 8 ГОСТ 13109-97 «Норми якості електричної енергії в системах електропостачання Загальне призначення»: веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=25837 (дата звернення 01.06.2024)
- 9 РД 153-34.0-15.501-00 «Методичні вказівки по контролю і аналізу якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення. Частина 1. Контроль якості електричної енергії»: веб-сайт. URL: https://standartgost.ru/g/pkey-14294817093/%D0%A0%D0%94_153-34.0-15.501-00 (дата звернення 01.06.2024)
- 10 РТМ 36.18.32.4-92 - «Методика розрахунку електричних завантажень». веб-сайт. URL: <https://profsector.com/media/catalogs/57ea1c8c988b2.pdf> (дата звернення 01.06.2024)
- 11 Камінський А. В., Мокін Б. І. Математичне та комп'ютерне моделювання процесів оптимізації центрування електричних мереж: монографія. Вінниця: Універсум Вінниця, 2005. 122с.

- 12 Каталог конденсаторних установок: веб-сайт. URL: <http://www.kpenri.com.ua/-prod02.php> (дата звернення 01.06.2024)
- 13 Кабельно-провідникова продукція: веб-сайт. URL: <http://ibud.ua/ua/catalog/kabelno-provodnikovaya-produktsiya-1189> (дата звернення 01.06.2024)
- 14 Трансформатори силові: веб-сайт. URL: <http://www.budnet.com.ua/aboutcommodity.php?FirmCommodityID=4099> (дата звернення 01.06.2024)
- 15 Експлуатація освітлювальних установок: веб-сайт. URL: http://life-prog.ru/ukr/1_954_ekspluatatsiya-osvitlyuvalnih-ustanovok.html (дата звернення 01.06.2024)
- 16 Регулювання напруги в електричних системах - Конспект лекцій з курсу Електричні системи і мережі: веб-сайт. URL: http://forca.com.ua/knigi/navchannya/konspekt-lekcii-z-kursu-elektrichni-sistemi-i-merezhi_11.html (дата звернення 01.06.2024)
- 17 Правила установки электроустановок. Харків: Індустрія, 2007. 416 с.
- 18 Все про Excel: створення і редагування таблиць: веб-сайт. URL: <https://support.microsoft.com/uk-ua/office/%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D1%82%D0%B0-%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D1%82%D0%B0%D0%B1%D0%BB%D0%B8%D1%86%D1%8C-e81aa349-b006-4f8a-9806-5af9df0ac664> (дата звернення 01.06.2024)
- 19 Демов О.Д. Економія електроенергії на промислових підприємствах. Вінниця: ВНТУ, 2006. 95 с.
- 20 ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014. [Чинний від 2014-05-30]. URL: http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58073 (дата звернення 01.06.2024)
- 21 ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. [Чинний від 2007-12-01]. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv>-(дата звернення 01.06.2024)

- 22 ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2009-01-27]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. 116 с.
- 23 ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом.
- 24 Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с. (дата звернення 01.06.2024)
- 25 НПАОП 40.1-1.32-01. (ДНАОП 0.00-1.32-01). Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. [Чинний від 2002-01-01]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>. (дата звернення 01.06.2024)
- 26 ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова МОЗ № 42 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972> (дата звернення 01.06.2024)
- 27 ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.
- 28 ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.
- 29 ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Постанова МОЗ № 37 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-por4878.html> (дата звернення 01.06.2024)
- 30 ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Постанова МОЗ № 39 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99> (дата звернення 01.06.2024)
- 31 Кодекс цивільного захисту України. К.: ВР України, 2012. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17> (дата звернення 01.06.2024)

Додатки

Додаток А**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

УЗГОДЖЕНО

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри ЕСЕМ

“ ” 2024р.д.т.н., проф. Бурбело М.Й.
“ ” 2024 р.**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему:

**ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ФІЛІЇ «ВЕНДИЧАНСЬКИЙ
ЕЛЕВАТОР» ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ
«МХП-АГРОКРЯЖ»**

Науковий керівник:

к.т.н., доц. Шулле Ю.А.

(підпис)

Виконавець: студент гр. ЕСЕ-22м з/в

Кізян І. В_____
(підпис)

Вінниця 2024 р.

1. ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (МКР)

Робота виконується на підставі наказу ВНТУ за № 81 від 11 березня 2024 р.

Дата початку роботи 11 березня 2024 р.,

Дата закінчення роботи 12 червня 2024 р.

2. МЕТА І ПРИЗНАЧЕННЯ МКР. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОЗРОБКИ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

а) мета: підвищення енергоефективності філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь».

б) призначення розробки: виконання магістерської кваліфікаційної роботи.

в) вихідні дані для виконання МКР: генплан підприємства; відомості про особливості технологічних процесів; відомості про електричні навантаження підприємства; відомості про джерела живлення.

3. ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ

3.1 Методичні вказівки до виконання магістерських кваліфікаційних робіт для студентів спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (освітня програма «Енергетичний менеджмент») / Уклад. О. В. Бабенко, Ю. А. Шулле. Вінниця : ВНТУ, 2023. 52 с.

3.2 Демов О. Д., Бірюков О. О., Мельничук Л. М. Розрахунок собівартості електроенергії на промисловому підприємстві: Навчальний посібник / О.Д. Демов, О.О. Бірюков, Л.М. Мельничук. Вінниця: ВНТУ, 2008. 92 с.

3.3 Бурбело М. Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків: навчальний посібник. Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2005. 148 с.

3.4 Правила улаштування електроустановок. - 5-те вид., переробл. й доповн. Х : Міненерговугілля України, 2017 р.

4. ЕТАПИ І ТЕРМІН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Зміст етапу	Термін виконання	
	початок	кінець
4.1 Збір інформації, яка необхідна для проектування	20.03.2024	30.03.2024
4.2 Проведення необхідних розрахунків	01.04.2024	01.05.2024
4.3 Розробка робочих креслень	05.05.2024	10.05.2024
4.4 Написання розрахунково-пояснювальної записки і захист магістерської роботи	11.05.2024	10.06.2024

5. МАТЕРІАЛИ, ЩО ПОДАЮТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ МКР

Пояснювальна записка МКР, графічні і ілюстровані матеріали, анотація до МКР українською та іноземною мовою.

6. ПОРЯДОК КОНТРОЛЮ ВИКОНАННЯ ТА ЗАХИСТУ МКР

Робота приймається на проміжних контрольних перевірках, попередньому захисті та захисті в ДЕК.

7. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

7.1 Дані про патентоспроможність

Не передбачається

8 ОЧІКУВАНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ

Не передбачається

Додаток Б

Вихідні дані

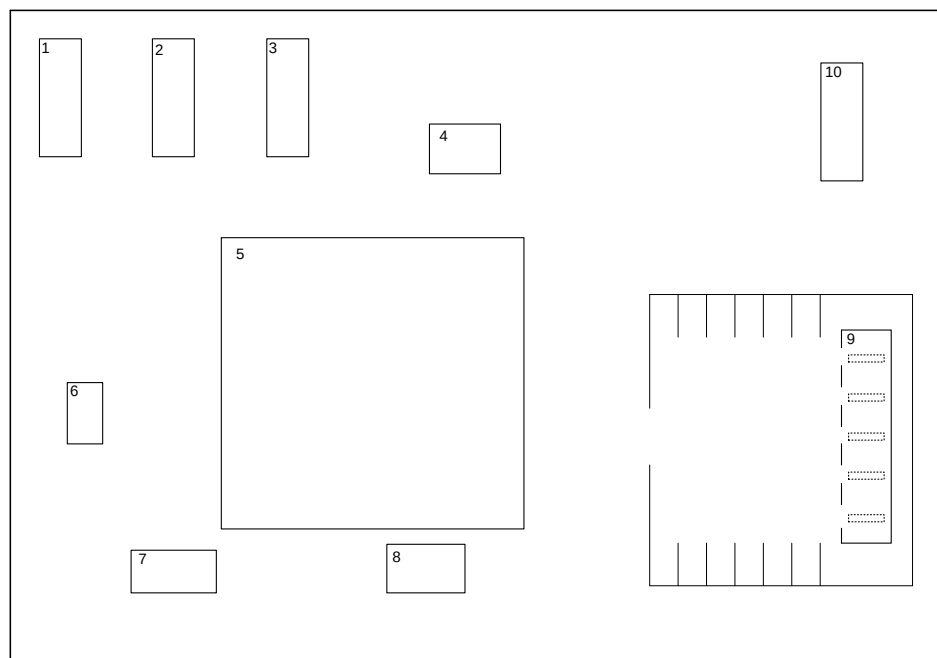


Рисунок Б.1– Генплан філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь»

Таблиця Б.1–Відомості про електричні навантаження філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь»

Вузли живлення ЕП	Р _н
1. Ферма №1	45
2. Ферма №2	12
3. Ферма № 3	12
4. Зерно-сушілка АВМ	100
5. Зернотік	110
6. Пилорама	51
7. Столярний цех	16
8. Кузня	5
9. Тракторна бригада	68
10. Ферма № 4	38

Додаток В

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ НАВЧАЛЬНОЇ (КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ) РОБОТИ

Назва роботи: Підвищення енергоефективності філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь».

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота.

Підрозділ: Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту.

Науковий керівник: к.т.н., доцент Шуллє Ю.А.

Показники звіту подібності

Unicheck	
Оригінальність	92,61%
Схожість	7,39%

Аналіз звіту подібності

Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

Заявляю, що ознайомлений з повним звітом подібності, який був згенерований Системою щодо роботи.

Автор _____ Кізян І. В

Опис прийнятого рішення

Магістерська кваліфікаційна робота допускається до захисту

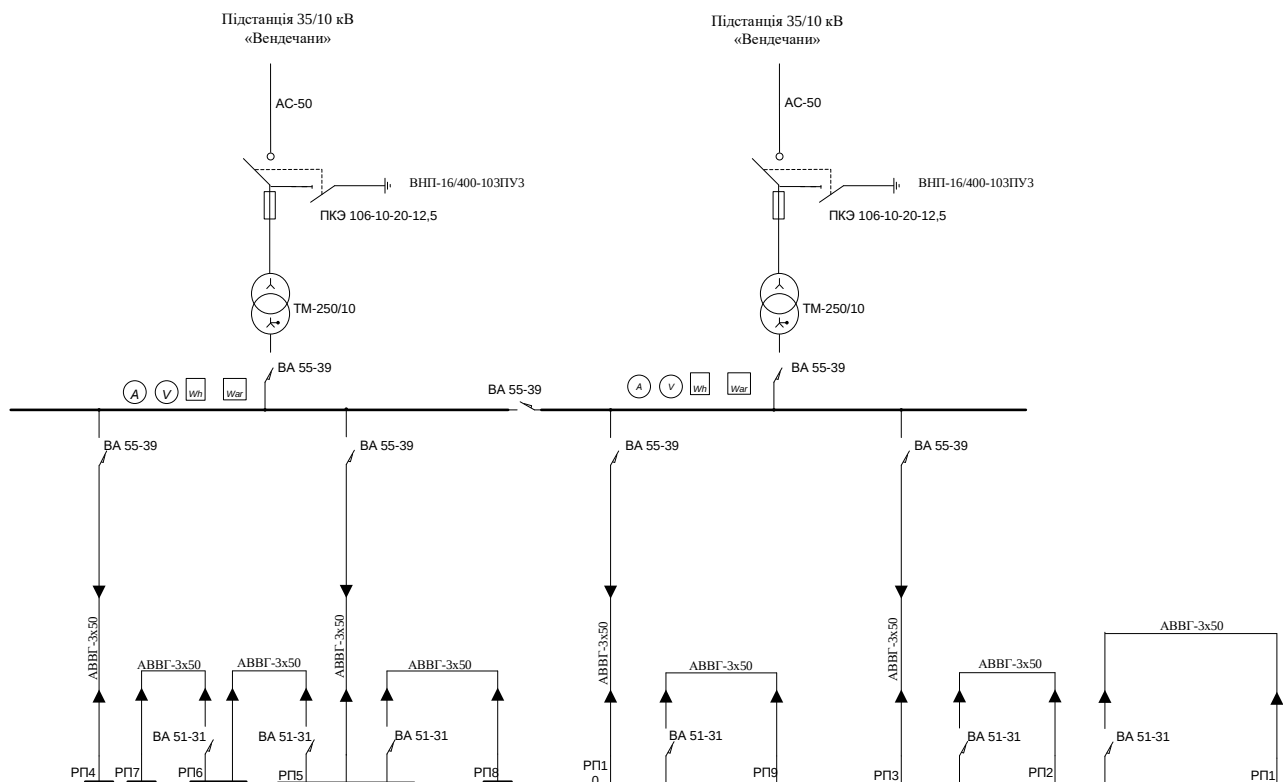
Особа відповідальна за перевірку _____ Лобода Ю.В.

Керівник роботи _____ Шуллє Ю.А.

Експерт _____ Бурбело М.Й., зав кафедри ЕСЕЕМ

Додаток Г

Однолінійна схема електропостачання елеватора



Додаток Д

Матеріали роботи

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет електроенергетики та електромеханіки
(повне найменування факультету)
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту
(повна назва кафедри)

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА на тему:

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ФІЛІЇ «ВЕНДИЧАНСЬКИЙ ЕЛЕВАТОР» ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «МХП-АГРОКРЯЖ»

Виконала: студентка 2 курсу, групи ЕСЕ-22м з/в

Кізян Ірина Валеріївна
(прізвище та ініціали)

Керівник Шульє Ю.А.
(прізвище та ініціали)

Вінниця ВНТУ – 2024

Актуальність роботи. Системи електропостачання (СЕП) створюються із метою заживлення електроенергією промислових споживачів. Сучасні системи електропостачання промислових підприємств забезпечують необхідну надійності електропостачання; економію електроенергії; якість електроенергії. Виконання таких важливих завдань забезпечується: лініями електропередач, трансформаторними підстанціями, розподільними пристроями, комутаційними апаратами, пристроями для підтримки якості електроенергії, засобами регулювання напруги.

Мета роботи: підвищення енергоефективності філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь».

Основні задачі: оптимальний вибір схем електропостачання підприємства, оптимальний підбір провідників, підбір комутаційно-захисної апаратури, а також заходів із енергозбереження та охорони праці.

Об'єкт роботи: процес споживання електроенергії філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь».

Предмет роботи: методи та засоби, що використовуються для оптимального розрахунку системи електропостачання філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрязь».

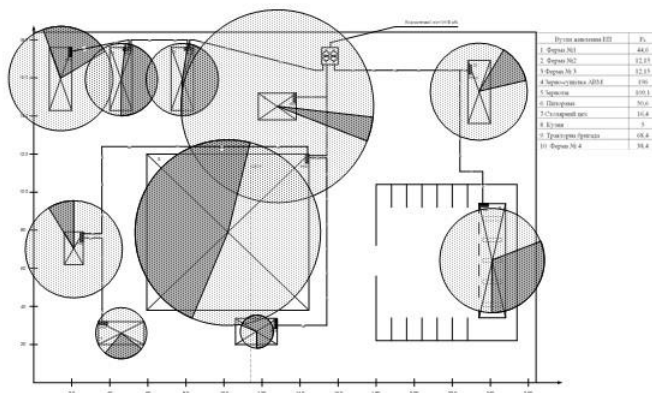
Методи магістерської кваліфікаційної роботи: методи й закони загальної електротехніки, метод коефіцієнту попиту, метод коефіцієнтів використання, метод підсумовування навантажень.

Наукова новизна магістерської кваліфікаційної роботи. За рахунок використання сучасних методів розрахунку та застосування сучасного електротехнічного обладнання, для забезпечення технологічного процесу елеватора, удосконалена СЕП задовольняє вимогам надійності та безперебійності живлення споживачів.

Практична цінність магістерської кваліфікаційної роботи. Практична цінність МКР полягає у забезпеченні надійного й безперебійного електропостачання, сприяє енергоефективності, знижує витрати на енергію й дозволяє дотримуватися нормативів безпеки і стандартів електробезпеки. Удосконалення системи електропостачання надає можливість для майбутнього розширення та модернізації.

Загальні відомості про підприємство

Генеральний план та електричні навантаження філії «Вендичанський елеватор» ТОВ «МХП-Агрокрязь»



На балансі підприємства знаходиться 1,5 тис. га. ораної землі. На цих землях вирощують різні види зернових, пшеницю, ячмінь, кукурудзу, горох, овес, соянишник, дукровий буряк та багато іншої продукції. Для виробництва та виконання різних робіт в товаристві знаходиться 40 одиниць сільськогосподарської техніки, 23 трактори і комбайни та 17 автомобілів які обслуговуються і ремонтуються майстерною товариства. Крім вирощування зернових займаються також переробкою зерна (на підприємстві є сучасний зерносушильний комплекс АВМ). Одним з енергоємних об'єктів є зерносушарка АВМ.

Потужність одночасного зберігання - 10,62 тис.т.

Металеві силоси - 10,62 тис. т 4 шт. FSP 18.2/10 по 2,492 тис. т FEERUM (Польща).

Зерносушарки - STRAHL 5000FR/6 модулів (Італія).

Витрата газу - 0,91 кг/т/°.

Продуктивність зерносушарки при знятті 10% вологи з кукурудзи - 355 т/добу.

Вид палива - зріджений газ/біопаливо.

Оперативні ємності для вологого зерна - 9 шт. по 427 т FEERUM (Польща).

Транспортне обладнання - транспортери ланцюгові FRL 150; норії FRK -150 FEERUM (Польща).

Потужність транспортного обладнання - 150 т/годину.

Підприємство по ступеню надійності електропостачання відноситься до споживачів – II категорії.

Визначення оптимальних потужностей ТП

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V						
							Свисто								Середианаян.						Роудак. наян.				Ко-р.	0.95	
№	Цех	Рн, кВт	cos φ	тн	Кп	Кв	Площа, м ²	Д, кВт	Ршт, кВт	Рр, кВт	Хпра	tq	Qто, кВт	Qк, кВт	Рс, кВт	Qс, кВт	Sc, кВтА	Рр, кВт	Хк	Рр, кВт	Sc, кВтА	Рр, кВт	Хк	Рр, кВт	Sc, кВтА	Тр	Δ, кВм
1	Ферма №2	0.45	0.75	0.88	0.50	0.4	400	0.7	0.2	1	0.48	3.07	6.40	24.40	18.95	30.09	28.90	27.92	16.88	56.04	0.09						
2	Ферма №3	1.2	0.75	0.88	0.50	0.4	400	0.7	0.2	1	0.48	2.67	5.60	20.00	11.68	16.92	17.88	19.80	16.88	56.04	0.09						
3	Ферма №3	1.2	0.75	0.88	0.50	0.4	400	0.7	0.2	1	0.48	2.67	5.60	10.40	9.92	12.40	11.60	12.98	14.08	21.39	0.04						
4	Земно-сушилка АВМ	100	0.70	1.02	0.50	0.4	280	0.9	0.02	1	0.48	24.30	45.04	43.23	62.43	55.04	33.43	76.71	116.55	0.27							
5	Зернушка	110	0.70	1.02	0.40	0.3	6400	0.6	0.01	1	0.48	18.42	38.40	71.40	52.10	88.39	82.40	63.52	103.92	157.89	0.07						
6	Лозоватка	53	0.70	1.02	0.40	0.3	1200	0.8	0.01	1	0.48	9.42	18.40	33.65	13.85	21.40	18.40	18.40	21.40	28.90	0.07						
7	Столярный цех	16	0.70	1.02	0.40	0.3	288	0.8	0.01	1	0.48	1.11	2.30	7.10	6.00	9.30	8.70	7.64	11.58	17.59	0.04						
8	Кузня	5	0.70	1.02	0.30	0.25	308	0.9	0.01	1	0.48	1.33	2.77	4.02	2.61	4.79	4.27	8.66	5.14	7.81	0.02						
9	Тракторная бригада	68	0.70	1.02	0.30	0.025	840	0.9	0.01	1.2	0.48	4.35	9.07	10.77	6.00	12.27	29.47	25.17	38.76	58.88	0.05						
10	Ферма №4	38	0.75	0.88	0.50	0.4	400	0.8	0.01	1	0.48	1.54	3.20	18.40	14.94	23.70	22.20	18.20	28.77	43.70	0.07						
11	Итого	445.7					3847						124.2	238.6	176.0	278.0	266.0	204.0	278.0	445.7							

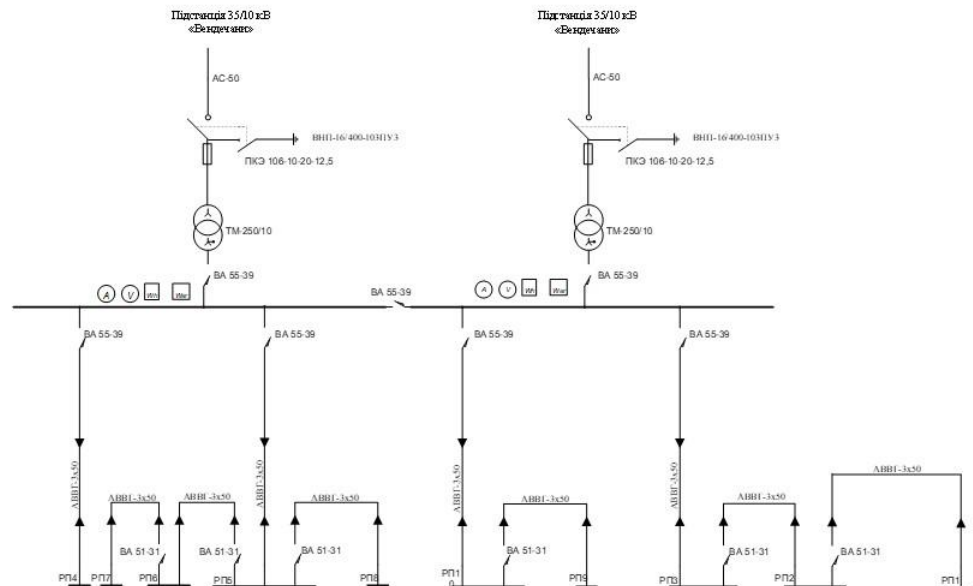
Таблична форма розрахунку електричних навантажень підприємства

[illegible]

Таблична форма для автоматизованого вибору потужності ТП

Як видно із розрахунків для ТП оптимальною є потужність трансформаторів 250 кВА, а приведені мінімальні затрати складуть 111.848 тис.грн.

Однолінійна схема внутрішньозаводського електропостачання філії
«Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрай»



7

Автоматизована система дистанційного управління технологічними
процесами елеватора

В роботі було розглянуто актуальне питання автоматизації технологічних процесів елеватора.

Сучасні засоби АСУ ТП зернопереробних підприємств забезпечують зниження втрат при зберіганні й переробці зерна, заощадження енергоресурсів зернопереробних підприємств, елеваторів, мінімізацію впливу людського фактора, ризиків виникнення аварійних ситуацій роботи автоматизованих технологічних комплексів по зберіганню і переробці зерна. Останні розробки в області АСУ ТП зернопереробної галузі дають можливість автоматично прогнозувати процес самозігрівання зерна, що є дуже необхідним в забезпеченні підвищення ефективності зберігання зерна.

В роботі розглянуто створення SCADA-системи керування технологічним процесом зберігання зернової маси в силосі, а саме, підтримання основних технологічних параметрів на необхідному рівні для збереження якості зерна при умові забезпечення енергоефективності.

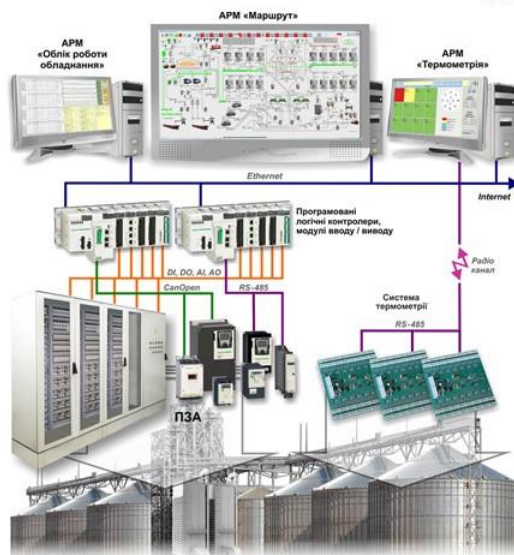
SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition* – диспетчерське управління і збір даних) – програмний пакет, призначений для розробки або забезпечення роботи в реальному часі систем збору, обробки, відображення та архівування інформації про об'єкт моніторингу або управління. SCADA може бути частиною АСУ ТП, АСКОЕ, системи екологічного моніторингу, наукового експерименту, автоматизації будівлі.

Назва системи	Вартість середовища для зв'язу з контролером, грн	Вартість технічної супроводу, грн/рік	Наявність безкоштовного ПЗ для розробки	Функції виконавчого блоку	Ціна виконавчого блоку, грн
iFix V4	49000	Безкоштовно	ні	Моніторинг, керування, архівування	304000
GENESIS 32 V9	Безкоштовно	Безкоштовно	є	Моніторинг, керування	45000
Master SCADA V3.1	38000	5000	є	Моніторинг, керування, архівування	55000
InTouch V10	34000	40000	є	Моніторинг, керування, архівування	242000
TrasMo de V6	37000	150000	є	Моніторинг, керування, архівування	336000

Порівняльні характеристики альтернативних рішень систем SCADA

8

Автоматизована система дистанційного управління технологічними процесами елеватора



Приклад структури АСДУЕ

Автоматизована система дистанційного управління елеватором (АСДУЕ) призначена для автоматизації процесів завантаження/розвантаження, зберігання, переміщення, просушування зернової маси на елеваторах/зерноскладах. Ця система забезпечує автоматичний контроль роботи устаткування, облік технологічних затримок обладнання, дотримання технологічних алгоритмів

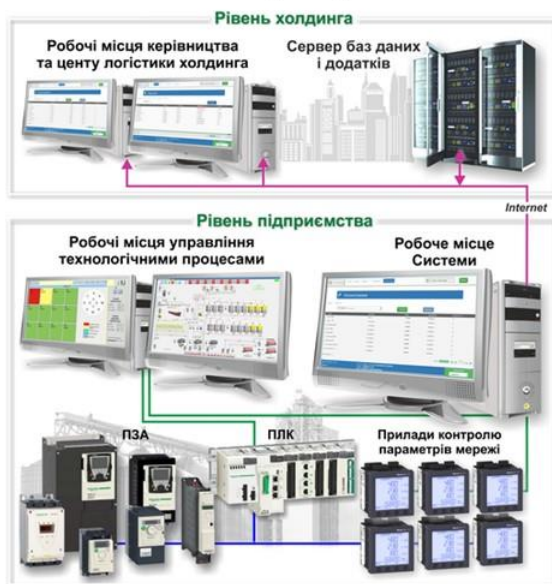
АСДУЕ дозволяє значним чином підвищити продуктивність роботи елеватора/зерносклада й знизити економічні втрати шляхом виключення помилок персоналу при роботі із обладнанням, зниження енергоспоживання у результаті автоматичного вибору найменш енергоємних маршрутів переміщення зернової маси та скорочення технологічних затримок до мінімуму, а в разі виникнення аварійної ситуації – скорочення часу реакції системи.

До основної структури АСДУЕ входять:

- програмовані логічні контролери (ПЛК);
- пускозахисна апаратура (ПЗА);
- автоматизоване робоче місце «Маршрут»;
- автоматизоване робоче місце «Облік роботи обладнання»;
- автоматизоване робоче місце «Термометрія».

9

Системи обліку енергоспоживання та контролю технічного обслуговування



Приклад системи обліку енергії та контролю технічного обслуговування

Системи обліку енергії та контролю технічного обслуговування (ТО) призначені для ведення обліку роботи обладнання і устаткування, технологічного обліку витрат енергоносіїв (електроенергії, газу, пально-мастильних матеріалів), контролю своєчасності й якості проведення регламентованих видів ТО, контролю використання запчастин й витратних матеріалів.

Мета впровадження таких систем – це контроль своєчасності й якості проведення ТО, контроль та економія витрат енергоносіїв й витратних матеріалів елеватором за рахунок:

- контролю за споживанням енергоресурсів кожним агрегатом, механізмом;
- вибору оптимального, по енергоспоживанню, комплексу обладнання для виконання необхідних технологічних завдань;
- дотримання заявленого графіка споживання енергоресурсів (погодинного);
- прогнозування графіків споживання енергоресурсів;
- контролю використання запасних частин й витратних матеріалів;
- контролю своєчасності й якості проведення регламентованих видів технічного обслуговування.

10

Економічна частина магістерської кваліфікаційної роботи

В економічній частині роботи проведено розрахунок основних показників спроектованої СЕП, визначено величину капітальних вкладень та плати підприємством за електроенергію. Собівартість електроенергії складає 657,76 коп/кВт·год.

Кошторис річних поточних витрат

Стаття витрат	Вел. витрат, грн	Структура, %
Витрати по експлуатації енергоустаткування	911759,46	68,14
Витрати на поточний ремонт	112538,26	8,41
Витрати на амортизацію	46210,14	3,45
Інші витрати	267626,96	20,00
Разом	1338134,82	100,00

Результати розрахунків основних економічних показників спроектованої СЕП

Показники	Позначення	Величина показників	Одиниця вимірювання
Кількість корисно спожитої електроенергії	Еа	1241730	кВт·год
Річне споживання електроенергії із втратами	Е	1262402,676	кВт·год
Плата за електроенергію	ПІ	6829515	грн.
Річні витрати на передачу і розподіл електроенергії	Сп	1338134,821	грн.
Сукупні витрати підприємства	Ссум	8167649,821	грн.
Собівартість електроенергії	С	657,7637507	коп./кВт·год.

11

Висновок

В результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи було виконано дослідження щодо підвищення енергоефективності системи електропостачання філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрай». Проведені дослідження дозволили отримати наступні основні результати та висновки.

Було проведено аналіз і оптимізацію системи електропостачання філії «Вендичанський елеватор» товариства з обмеженою відповідальністю «МХП-Агрокрай». Для цього було:

- обрано оптимальну кількість та потужність трансформаторних підстанцій, що необхідно встановити, а саме запропоновано встановити одну двотрансформаторну підстанцію з трансформаторами ТМ 250/10;
- обрано оптимальні перерізи та марки ліній живлення елеватора. Підприємство буде оптимально заживити від підстанції повітряною лінією перерізом 50 мм², а приведені мінімальні затрати складуть 29,56 тис.грн. Оптимальний переріз кабельних ліній заводської мережі краще виконати кабелем перерізом 50 мм², а приведені мінімальні затрати складуть 13,78 тис.грн.

- здійснено розрахунок оптимального місця розташування центру мережі елеватора, який показав, що координати у яких встановлення ЦРП забезпечить мінімальні річні приведені витрати $x=114$ м; $y=113$ м. Розташувати КТП безпосередньо в ЦЕН неможливо, оскільки ця точка знаходиться на території зернотіку. Тому виберемо місце розташування КТП, змістивши її в сторону джерела живлення.

Отже, розроблена система електропостачання елеватора за рахунок прийнятих оптимальних рішень стала більш енергоефективною й це дозволить суттєво покращити технічні та економічні характеристики функціонування СЕП елеватора.

Було розглянуто актуальне питання розглянуто актуальне питання створення та впровадження автоматизованої системи дистанційного управління технологічними процесами Вендичанського елеватора. Сучасні засоби АСУ ТП елеваторів/зернохосвищ забезпечують зниження втрат при зберіганні та переробці зерна, заощадження енергоресурсів зернопереробних підприємств, елеваторів, а також, мінімізацію впливу людського фактору, ризиків виникнення надзвичайних або аварійних ситуацій роботи автоматизованих технологічних комплексів по зберіганню та переробці зерна. Останні розробки в області АСУ ТП зернопереробної галузі надають можливість автоматично прогнозувати процес самозігрівання зерна, що є надзвичайно необхідним в забезпеченні підвищення ефективності зберігання зерна.

В економічній частині роботи проведено розрахунок основних показників спроектованої СЕП, визначено величину капітальних вкладень та плати підприємством за електроенергію. Собівартість електроенергії для підприємства складає 657,76 коп/кВт·год.

У роботі були розглянуті питання охорони праці та безпека в надзвичайних ситуаціях на підприємстві. Були визначені небезпечні та шкідливі фактори, які мають місце на підприємстві та розроблені ефективні заходи для покращення даних показників.

12