

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему:

**ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ КОМПЛЕКСУ  
ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ ТА НАКОПИЧЕННЯ ЗЕРНА ТОВАРИСТВА З  
ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ХМІЛЬНИЦЬКЕ»,  
МІСТО ХМІЛЬНИК**

Виконав: студент 2 курсу, гр. ЕСЕ-21м  
спеціальності 141 – Електроенергетика,  
електротехніка та електромеханіка

Македонський О.Б.

Керівник: к.т.н., доцент кафедри ЕСЕЕМ ВНТУ

Шулле Ю.А.

«19» 12 2022 р.

Опонець: к.т.н., професор кафедр. ЕСС

Рубаленко О.Е.

«19» 12 2022 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

д.т.н. професор Бурбело М.Й.

«19» 12 2022 р.

Вінниця 2022



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

2022 року

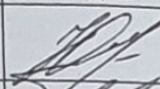
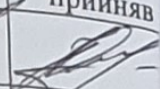
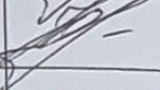

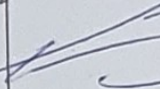
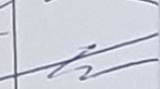
14 Бурбело

**ЗАВДАННЯ**  
**НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**  
**МАЦЕДОНСЬКОМУ ОЛЕКСАНДРУ БОЛІСЛАВОВИЧУ**  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Оптимізація системи електропостачання комплексу первинної обробки та накопичення зерна Товариства з обмеженою відповідальністю «Хмільницьке», місто Хмільник  
керівник роботи к.т.н., доцент кафедри ЕСЕЕМ ВНТУ Шулле Юлія Андріївна  
затверджені наказом ВНТУ від «4» 09 2022 р., № 203
2. Термін подання студентом роботи «12» 12 2022 року.
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. Оптимізація системи електропостачання підприємства. 3. Використання біомаси для енергетичних потреб елеваторів. 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 «23» вересня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Загальні відомості про підприємство	30.09.2022	Викон.
2	Оптимізація системи електропостачання підприємства	14.10.2022	Викон.
3	Використання біомаси для енергетичних потреб елеваторів	29.10.2022	Викон.
4	Економічна частина	05.11.2022	Викон.
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	19.11.2022	Викон.
6	Графічна частина	07.12.2022	Викон.

Студент Мацедонський (підпис)

Керівник роботи Шулле Ю.А. (підпис)

Нормоконтроль Войтюк Ю. П. (підпис)

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

## МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

### ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ КОМПЛЕКСУ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ ТА НАКОПИЧЕННЯ ЗЕРНА ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ХМІЛЬНИЦЬКЕ», МІСТО ХМІЛЬНИК

Виконав: студент 2 курсу, гр. ЕСЕ-21м  
спеціальності 141 – Електроенергетика,  
електротехніка та електромеханіка  
\_\_\_\_\_Мацедонський О.Б.

Керівник: к.т.н., доцент кафедри ЕСЕЕМ ВНТУ  
\_\_\_\_\_Шулє Ю.А.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.

Опонент: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ 2022 р.

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

«\_\_» «\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.

Вінниця 2022

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

\_\_\_\_\_ 2022 року

**ЗАВДАННЯ**  
**НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**  
**МАЦЕДОНСЬКОМУ ОЛЕКСАНДРУ БОЛІСЛАВОВИЧУ**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Оптимізація системи електропостачання комплексу первинної обробки та накопичення зерна Товариства з обмеженою відповідальністю «Хмільницьке», місто Хмільник

керівник роботи к.т.н., доцент кафедри ЕСЕЕМ ВНТУ Шулле Юлія Андріївна  
затверджені наказом ВНТУ від «    » «    » 2022 р., №    

2. Термін подання студентом роботи «    » «    » 2022 року.

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. Оптимізація системи електропостачання підприємства. 3. Використання біомаси для енергетичних потреб елеваторів. 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. 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 «23» вересня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальні відомості про підприємство	30.09.2022	
2	Оптимізація системи електропостачання підприємства	14.10.2022	
3	Використання біомаси для енергетичних потреб елеваторів	29.10.2022	
4	Економічна частина	05.11.2022	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	19.11.2022	
6	Графічна частина	07.12.2022	

Студент \_\_\_\_\_ Мацедонський О.Б.  
( підпис )

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Шулле Ю.А.  
( підпис )

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ Войтюк Ю. П.  
( підпис )

УДК 621.311

## АНОТАЦІЯ

Мацедонський Олександр Боліславович. Оптимізація системи електропостачання комплексу первинної обробки та накопичення зерна Товариства з обмеженою відповідальністю «Хмільницьке», місто Хмільник. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Вінниця: ВНТУ, 2022. 84 с.

На укр. мові. бібліогр.: 51 назв; рис.: 18; табл.: 21.

В даній магістерській кваліфікаційній роботі розв'язано питання оптимізації системи електропостачання комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке», місто Хмільник.

В роботі визначено оптимальні параметри системи електропостачання комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке». Розглянуто питання використання біомаси для енергетичних потреб елеваторів. Розраховано основні економічні показники системи електропостачання та опрацьовані заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

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

## ABSTRACT

Matsedons'kyi Oleksandr Bolislavovych. Optimization of the power supply system of the complex of primary processing and storage of grain of the limited liability company «Khmilnytsk», city of Khmilnyk. Master's qualification thesis on specialty 141 - electrical engineering, electrical engineering and electromechanics. Vinnytsia: VNTU, 2022. 84 p.

In Ukrainian language. bibliogr.: 51 titles; Fig. Stk.: 18; table.: 21.

In this master's qualification thesis, the issue of optimizing the power supply system of the primary processing and grain storage complex of Khmilnytsk LLC, Khmilnyk city, is resolved.

In the work, the optimal parameters of the power supply system of the primary processing and grain storage complex of «Khmilnytsk» LLC are determined. The issue of using biomass for the energy needs of elevators is considered. The main economic indicators of the power supply system were calculated and measures for labor protection and safety in emergency situations were worked out.

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



## ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО	9
1.1 Характеристика підприємства	9
1.2 Специфіка роботи комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке»	10
1.3 Висновки до розділу 1	17
2 ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА	19
2.1 Розрахунок оптимальних параметрів системи електропостачання	19
2.2 Оптимізація кількості та потужності цехових трансформаторних підстанцій комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке»	22
2.3 Визначення оптимального перерізу ліній живлення комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке»	25
2.4 Оптимізація і моделювання вибору місця розташування ЦРП комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке»	27
2.5 Висновки до розділу 2	33
3 БІОМАСА – ЕКОНОМІЧНО ВИГІДНЕ ДЖЕРЕЛО ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ЕЛЕВАТОРІВ	35
3.1 Актуальність використання біомаси для енергетичних потреб елеваторів	35
3.2 Сучасні тенденції використання біомаси для забезпечення потреб енергетики	36
3.3 Висновки до розділу 3	41
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	42
4.1 Техніко-економічне обґрунтування роботи	42
4.2 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання	44
4.3 Розрахунок поточних витрат	45
4.4 Розрахунок собівартості електроенергії	52
4.5 Висновки до розділу 4	56
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	57
5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта	57
5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	61
5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження безпеки роботи системи електропостачання комплексу первинної обробки і накопичення зерна в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій	68

5.4 Розробка превентивних заходів по підвищенню безпеки роботи системи електропостачання комплексу первинної обробки і накопичення зерна в умовах надзвичайних ситуацій	72
5.5 Висновки до розділу 5	75
ВИСНОВКИ	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	79
ДОДАТКИ	84
Додаток А – Технічне завдання	85
Додаток Б – Вихідні дані	88
Додаток В – Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	89
Додаток Г – Однолінійна схема електропостачання підприємства	90
Додаток Д – Матеріали роботи	91

## ВСТУП

*Актуальність теми.* Складність питань проектування систем електропостачання промислових підприємств полягає в оптимальному, раціональному та ефективному вирішенні цієї проблеми. Саме комплексне рішення даної задачі в сукупності з необхідними вимогами і стандартами електропостачання дозволяють економічно і технічно грамотно працювати всьому підприємству.

Дана магістерська кваліфікаційна робота саме присвячена оптимізації системи електропостачання комплексу первинної обробки та накопичення зерна Товариства з обмеженою відповідальністю «Хмільницьке», місто Хмільник. Дана актуальна задача буде реалізована задачею шляхом оптимізації самої системи електропостачання, а саме вибором:

- оптимальної кількості та потужності трансформаторів цехових ТП;
- оптимальних перерізів провідників електромереж;
- оптимального розміщення трансформаторних підстанцій.

*Мета і завдання дослідження.* Метою магістерської кваліфікаційної роботи є оптимізація системи електропостачання комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке» шляхом прийняття оптимальних рішень, що дозволить суттєво поліпшити технічні й економічні характеристики функціонування СЕП.

Для досягнення поставленої мети у роботі розв'язуються задачі:

- виконати автоматизований розрахунок оптимальних потужностей трансформаторів цехових ТП;
- здійснити автоматизований розрахунок оптимальних перерізів провідників електричних мереж;
- виконати автоматизований розрахунок оптимального розміщення трансформаторних підстанцій;
- проаналізувати можливість використання біомаси для енергетичних потреб на елеваторі.

*Об'єкт дослідження* – система електропостачання комплексу первинної



обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке».

*Предмет дослідження* – елементи схеми й електричні режими в системі електропостачання комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке».

*Наукова новизна одержаних результатів.* Оптимізовано систему електропостачання комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке», а саме, шляхом автоматизованого вибору оптимальних потужностей трансформаторів цехових ТП, перерізів провідників електричних мереж, оптимального розміщення трансформаторних підстанцій та аналізу можливості використання біомаси для енергетичних потреб на елеваторі.

*Практичне значення одержаних результатів:* практична реалізація отриманих рішень дозволить оптимізувати електропостачання та підвищити енергоефективність системи електропостачання комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке»: забезпечити відповідність характеристик елементів СЕП нормальним та аварійним електричним режимам, зменшити витрати електроенергії.

# 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

## 1.1 Характеристика підприємства

На рис. 1.1 показано генеральний план комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке», а інформація про електричні навантаження СЕП елеватора наведено у табл. 1.1.



Рисунок 1.1 – Генеральний план комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке»

Таблиця 1.1 – Відомості про електричні навантаження комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке»

№	Цех	$P_{н,кВт}$
1	Елеваторний	300
2	Адмінбудівля	45
3	Крупцех	215
4	Вагова	80
5	Ремонтний цех	85
6	Цех БВД	135
7	Комбізавод	165
8	Пилорама	80
9	Майстерня	75
10	Гараж	55
11	Склад 1	40
12	Склад 2	40
Всього		1315

Об'єкт по ступеню надійності електропостачання належить до споживачів 2-ї категорії.

Напруга електричної мережі – 10 кВ.

Електропостачання виконується від РУ-10 кВ існуючої ТП-439 Ф-1 ПС «Хмільник» та КЛ-10 кВ Ф-7 ПС «Курортна» з встановленням комірок типу КСО-399 з ВВ-10.

Час використання максимального навантаження  $T_M=4000$  год/рік.

Потужність КЗ зі сторони 10 кВ  $S_{кз}=55$  МВА.

Час максимальних втрат  $\tau_M=2405,286$  год/рік.

Вхідна РП встановлена  $Q_{вх}=295$  квар.

## 1.2 Специфіка роботи комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке»

Зростання попиту на світових ринках на українське зерно обумовило нарощування посівних площ, збільшення потужностей наших елеваторів і переформатування логістичних потужностей виробників зерна й транспортних



компаній. В результаті цього елеваторна галузь отримала величезний поштовх для розвитку серед інших галузей національної економіки. Елеваторна галузь призначена для зберігання, дообробки, акумулювання та відправлення великих партій зернової маси.

Елеватор є одним з найбільш удосконалених типів зерноскладів. Елеватори – це сукупність інженерних споруд, що розташовані на великій площі і включають в себе ємності для виконання комплексу різноманітних механізованих виробничих процесів. Особливістю елеваторів, в порівнянні з простими зерноскладами, є автоматизація й механізація процесів транспортування зерна, що суттєво покращує продуктивність та ефективність. Перевагою елеваторів є створення сприятливих умов для довготривалого зберігання зернової маси без втрати поживних й інших властивостей.

Основні переваги елеваторів стосуються можливості економії простору, економії на витратах, кращих умов зберігання, зручності, збільшенні терміну експлуатації. Для комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке» має усі наведені вище переваги.

Отже, ключові переваги елеваторів у порівнянні зі звичайними зерноскладами:

- менші затрати на експлуатацію;
- механізація операцій з зерновою масою;
- більший термін служби елеваторів;
- менша трудомісткість робіт із забезпечення якісного збереження зерна;
- краще використання будівельного простору;
- менша площа ділянки забудови елеватора;
- менші втрати зернової маси;
- значно краща ізоляція зерна від зовнішнього середовища;
- зручність і простота роботи з шкідниками (гризунами).

На рис. 1.2 наведена будова типового елеватора, що складається з:

- робочої вежі (5);
- силосного корпусу (1);

- зерносушильного відділення (21);
- прийомного (19) та відпускнуго (22) пристрою.

Із робочою вежею пов'язані усі операції, що відбуваються із зерновою масою на елеваторі. Робоча вежа складається з норії (6), ваги (9), сепараторів (13), трієри (14) для забезпечення очистки зернової маси, розподільної труби (10), оперативних бункерів (15), привідних чи натяжних станцій транспортерів зерна під силосного або над силосного (3) типу. В робочій вежі ще розміщено пульт управління, станція розподілення, аспіраційне обладнання.

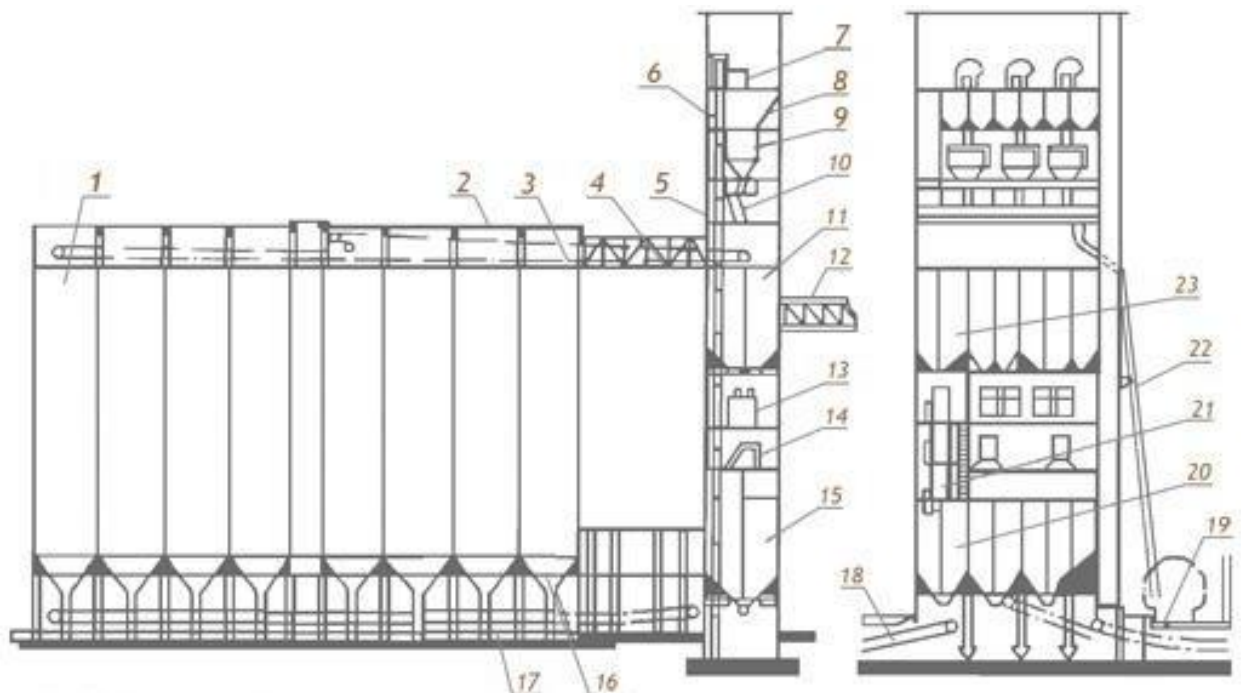


Рисунок 1.2. – Будова типового елеватора

Основним завданням силосного корпусу є забезпечення сприятливих умов для кількісного й якісного зберігання зернової маси. На більшості елеваторів силосні корпуси займають основний корисний об'єм. Силосний корпус складається з таких основних частин: камери, де зберігається зернова маса – силосу; надсилосної галереї із обладнанням для транспортування зернової маси – надсилосних транспортерів для їх завантаження й підсилосного – для розвантаження.

Приймальне та відпускнуе обладнання найбільше контактує з зовнішнім середовищем, адже саме воно забезпечує прийом та відвантаження зернової

маси й працює з залізничним і автомобільним транспортом, а в портах із транспортними кораблями. У виробничих елеваторах функції приймального та відпускного обладнання розширюються за рахунок відвантаження зернової маси на переробку.

Важливим елементом елеватора є обладнання для сушіння зерна, що призначене для вилучення з зернової маси надлишкової вологи. Зазвичай, відділення для сушіння зерна розташовано в робочій вежі елеватора чи в окремому приміщенні біля неї.

В процесі роботи елеватора виникають відходи – біомаса, яку можна використати для тваринницьких ферм, чи в якості палива. Біомаса – найбільш перспективне відновлюване джерело енергії. На елеваторах є спеціальні ємності для зберігання, обробки та відпускання відходів.

Елеватори будують з різних матеріалів: є залізобетонні монолітні корпуси чи збірні залізобетонні конструкції по типу панелей.

Різновидами елеваторів є хлібоприймальні чи заготівельні елеватори, що приймають зернову масу безпосередньо від виробників, піддають зерно первинній обробці (очищенню, сушінню), зберігають його певний час та відвантажують за призначенням.

У зв'язку із тим, що значну масу зерна, яка поступає на елеватор не можна одразу помістити на тривале зберігання чи передати на переробку, на елеваторах поряд із прийомом зернової маси виконують післязбиральну обробку – очищують від домішок, сушать й знезаражують. Окрім цього, елеватори підготовлюють до посіву насіння зернових, бобових, олійних культур, кукурудзи, насіння трав.

Види елеваторів в залежності від призначення та функцій:

- базисні елеватори;
- фондові елеватори;
- виробничі елеватори;
- перевалочні елеватори;
- портові зерносклади;



- реалізаційні бази;
- лінійні елеватори.

Базисні елеватори використовуються для збереження оперативних запасів зернової маси для поточного споживання. Ці елеватори оснащені високопродуктивним устаткуванням та мають велику ємність. Розташовують такі елеватори на перетині водних та залізничних шляхів, чи на великих залізничних станціях. Сюди надходить зерно з сховищ першої ланки, тобто те, що пройшло первинну обробку. При цьому, основними операціями на базисних елеваторах є очищення та сушіння зерна. Тут, згідно з певними вимогами, готують великі однорідні партії зерна.

Фондові елеватори використовуються для тривалого зберігання державних зернових резервів (протягом трьох, чи чотирьох років). Вони повинні мати великі (100-200 тис.тон) ємності та можливість приймати й відвантажувати зернову масу залізницею. При надходженні зернової маси на ці елеватори, до якості зерна пред'являються підвищені вимоги. При цьому, зерно з таких елеваторів відпускається лише в порядку поновлення запасів, чи для тимчасового поповнення дефіциту в окремих регіонах.

Виробничі елеватори призначені для забезпечення зерном переробних підприємств, а саме комбікормові, борошномельні, круп'яні та інші заводи. Ці зерносховища повинні мати спеціальні ємності, щоб забезпечувати безперебійну роботу переробних підприємств. Також, вони повинні мати обладнання для підготовки зерна до переробки за заданою рецептурою.

Перевалочні елеватори призначені для прийому та перевантаження зернової маси з одного виду транспорту на інший. У деяких випадках їх використовують для тривалого зберігання зерна, чи приймання зернової маси від сільськогосподарських виробників. Перевалочні елеватори будують на стиках залізничного транспорту та водних артерій, або залізничних лінії різної колії. Оскільки, підвезення зернової маси до місця перевалки та відвантаження нерівномірні, потрібно, щоб перевалочні елеватори мали не тільки потужні

перевантажувальні пристрої, але й сховища, що дозволило б накопичувати і зберігати зерно в періоди його інтенсивного надходження.

Портові зерносховища використовуються для приймання зернової маси з базисних та перевалочних зерносховищ, готують партії зерна на експорт та відвантажують в морські судна; приймають зернову масу, яка прибула з імпорту, із морських суден та відвантажують споживачам в середині країни. Відрізняються портові зерносховища величезною ємністю та оснащуються високопродуктивним транспортним обладнанням.

Реалізаційні бази використовуються для постачання споживачів зерном, борошном, крупою й комбікормами. Також вони можуть приймати зерно від сільськогосподарських виробників.

Лінійні елеватори призначені для прийому зернової маси в основному з автомобільного транспорту, набагато рідше із залізниці. Відпуск зернової маси в залізничні вагони передбачений тільки через люки в даху вагонів, чи через дверний проріз за допомогою вагононавантажувача.

Для комплексної механізації розвантажувально-навантажувальних робіт із зерною масою застосовуються різні типи транспортних механізмів, що розрізняють по типу виконаних операцій:

- норії стрічкові – для переміщення зерна по вертикалі;
- стрічкові транспортери й транспортери із зануреними скребками – для переміщення зерна по горизонталі;
- відпускні труби, вагонорозвантажувачі – для навантаження зерна в транспорт;
- автомобілерозвантажувачі, вагонорозвантажувачі, пневматичні установки – для вивантаження зерна з транспортних засобів;
- зернонавантажувачі, самоподавачі – для переміщення зерна в складах та на площадках.

Прийому підлягає зерно, яке за якістю відповідає вимогам, що встановлені для здачі його державі відповідно до чинних стандартів, інструкцій та розпоряджень Міністерства агропромполітики. Зернова маса, що надходить по

залізниці, водним транспортом, чи автотранспортом із глибинних пунктів, підлягає прийому з врахуванням якості, що зазначена в документах на відвантаження.

Зерно по силосах, у залежності від його стану по засміченості, якості, вологості, цільового призначення, розміщують у відповідності до розробленого на елеваторі плану прийому, розміщення та обробки зерна.

Зернову масу, що надходить до робочої вежі, зважують, пропускають через зерночисні машини, а при необхідності сушать й потім за допомогою норієї підіймають нагору та направляють з використанням надсилосного транспортера всилоси для зберігання.

Переміщують зерно для виконання таких операцій:

- при необхідності додаткової сушки;
- при необхідності додаткової очистки для доведення зерна до необхідних кондицій;
- при підготовці партії зернової маси за нарядами на всі види транспорту;
- для освіження та охолодження перед закладанням зерна на тривале зберігання;
- при знезараженні окремих партій зараженого зерна;
- для підсортування зерна у виробничих (млинових) елеваторах при підготовці помольних партій зерна. Підсортування зерна (складання однорідних помольних партій) проводять подачею зернової маси на підсилосний транспортер з декількох силосів в заданих пропорціях;
- при інвентаризації для визначення маси зерна, що зберігається;
- при звільненні частини силосів для прийому нових партій зерна.

Для відвантаження зернової маси залізничним, чи водним транспортом елеватор повинен мати спеціальне відпускне обладнання. Залізничні вагони, зазвичай, завантажують відпускними трубами через верхні люки у даху вагона, чи через дверні та віконні прорізи шнековими вагоноавантажувачами. Трюми



судів завантажують з допомогою відпускних труб, що встановлюються на причалах.

Приймальне та відпускне обладнання повинно бути максимально механізованим, щоб забезпечувати швидке виконання операцій розвантаження і відвантаження зернової маси без втрат та псування.

В процесі роботи елеватора й пов'язаних з ним механізованих складів іноді доводиться змінювати шлях переміщення зерна, однак всі вони проходять в потрібних напрямках за визначеними маршрутами. Маршрут – ланцюг машин, ваг, проміжних бункерів та соматичних пристроїв, що переміщують зернову масу з однієї ємності в іншу. Перебудова та налагодження маршруту включають операції закривання та відкривання засувки під бункерами, пуск та зупинка машин, перестановка розподільних пристроїв, а саме поворотних труб, візків, перекидних клапанів. Партією називається кількість зерна, що переміщується без перебудови маршруту.

В спеціально заведеному журналі кожної зміни враховуються всі операції з зерном, що виконуються на елеваторі і в складах. При прийомі, відпущенні, очищенні, сушінні, переміщенні зернову масу зважують. За силосним корпусом елеватора і складів ведеться облік кількості й якості зерна, яке зберігається в окремому силосі, складі. На елеваторі повинна бути силосна дошка із зображенням схеми силосів, де в клітинці кожного силосу розташовують силосні ярлики, у яких вказані: культура, дата завантаження, кількість та якість партії, що зберігається, дата останньої перевірки, стан зерна, яке зберігається і результати перевірки. Всі операції по переміщенню зернової маси в елеваторі повинні бути відображені в силосному ярлику та в лабораторному журналі.

### **1.3 Висновки по розділу 1**

Комплекс первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке» є високопродуктивним елеватором. Він має складну структуру та використовує в роботі складні технологічні процеси і обладнання. Для розуміння суті управління

процесами на елеваторах було досліджено будову типового елеватора, визначено характер та тип процесів, які на ньому відбуваються.

Проаналізувавши систему електропостачання комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке» можна зробити наступні узагальнення. Система електропостачання комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке» має велику кількість обладнання характеристики якого повністю, чи частково не відповідають параметрам нормальних та аварійних режимів роботи, а також є морально застаріле й фізично зношене обладнання. Економічні й технічні характеристики СЕП елеватора потребують оптимізації електропостачання.

## 2 ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

### 2.1 Розрахунок оптимальних параметрів системи електропостачання

Для зручності розрахунків оптимальних параметрів системи електропостачання (СЕП) елеватора створено базу даних на листі MS Excel (рис. 2.1 – 2.3) [8, 21].

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	БАЗА ДАНИХ										
2											
3	ЗАГАЛЬНІ ПАРАМЕТРИ ПРОЕКТУ										
4											
5	Довжина лінії живлення, км										L= 1
6	Номинальна напруга мережі в точці КЗ, кВ										U= 10
7	Потужність КЗ в характерній точці джерела живлення, МВА										S <sub>кз</sub> = 55
8	Вхідна реактивна потужність на одну лінію живлення, кВАр										Q <sub>вх</sub> = 295
9											
10	Час використання максимального навантаження, год										T <sub>м</sub> = 4000
11	Час максимальних втрат, год										τ= 2405,286
12	Тариф за активну електроенергію, грн/кВт*год										t= 4,7
13	Питома вартість втрат, грн/кВт										Bo= 11304,84
14	Коефіцієнт ефективності капіталовкладень										Ee= 0,1
15											
16	Відрахування на амортизацію							Ea, %	Tc, років		
17	ПЛЛ 0,4-10 кВ на з. б. опорах							3%	33		
18	на дерев'яних опорах							6%	17		
19	ПЛЛ 35-750 кВ							2%	50		
20	КЛ 6-10 кВ із свинцевою оболонкою							2%	50		
21	алюмінієвою оболонкою							4%	50		
22	пластмасовою оболонкою							5%	25		
23	ТП 10-750 кВ - електрообладнання							4,4%	23		
24	ТП в цілому							3,6%	---		
25	Мачтові ТП та КТП 6-35 кВ							6,6%	16		

Рисунок 2.1 – База загальних даних комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке»

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
29	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНСФОРМАТОРІВ									
30										
31	Параметри трансформаторів 10 кВ									
32	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
33	S <sub>т</sub>	U <sub>нт</sub>	DP <sub>хх</sub>	DP <sub>к</sub>	I <sub>хх</sub>	U <sub>к</sub>	R <sub>т</sub>	X <sub>т</sub>	K <sub>т1</sub>	K <sub>т2</sub>
34	кВА	кВ	кВт	кВт	%	%	Ом	Ом	тис. грн	тис.грн
35	63	10	0,24	1,28	2,8	4,5	32,250	63,734	88,70	215,51
36	100	10	0,33	1,97	2,6	4,5	19,700	40,459	99,83	228,85
37	160	10	0,51	3,1	2,4	4,5	12,109	25,385	113,36	246,26
38	250	10	0,74	4,2	2,3	4,5	6,720	16,699	146,06	289,2
39	400	10	0,95	5,9	2,1	4,5	3,688	10,628	173,69	343,9
40	630	10	1,31	8,5	2	5,5	2,142	8,463	232,07	459,5
41	1000	10	2,1	10,5	1,4	6	1,050	5,907	254,17	505,8
42	1600	10	2,8	18	1,3	5,5	0,703	3,365	328,31	640,2
43	2500	10	3,85	23,5	1	6,5	0,376	2,573	361,96	720,3

Рисунок 2.2 – База техніко-економічних даних трансформаторів 10 кВ комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке»

	A	B	C	D	E	F	G	H
68								
69	<b>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛ</b>							
70	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
71	<b>Пере-</b>		<b>0,38 кВ</b>			<b>10 кВ</b>		
72	<b>різ,</b>	<b>R<sub>0</sub></b>	<b>X<sub>0</sub></b>	<b>I<sub>доп</sub></b>	<b>K<sub>ол</sub>,</b>	<b>X<sub>0</sub></b>	<b>I<sub>доп</sub></b>	<b>K<sub>ол</sub>,</b>
73	<b>мм<sup>2</sup></b>	<b>Ом/км</b>	<b>Ом/км</b>	<b>A</b>	<b>т.грн/км</b>	<b>Ом/км</b>	<b>A</b>	<b>т.грн/км</b>
74	<b>10</b>	3,1	0,073	65	16,875	0,122	50	21,461
75	<b>16</b>	1,94	0,0675	75	23,857	0,113	75	31,012
76	<b>25</b>	1,24	0,0662	90	34,362	0,099	90	44,669
77	<b>35</b>	0,89	0,0637	115	44,919	0,095	115	58,394
78	<b>50</b>	0,62	0,0625	140	63,911	0,09	140	73,084
79	<b>70</b>	0,443	0,0612	165	87,406	0,086	165	133,627
80	<b>95</b>	0,326	0,0602	205	113,281	0,083	205	167,265
81	<b>120</b>	0,258	0,0602	240	143,348	0,081	240	186,352
82	<b>150</b>	0,206	0,0596	275	176,726	0,079	275	229,745
83	<b>185</b>	0,167	0,0596	310	237,947	0,077	310	309,330
84	<b>240</b>	0,129	0,0587	355	330,010	0,075	355	429,012

Рисунок 2.3 – База техніко-економічних даних кабельних ліній комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке»

Для визначення розрахункової потужності цехів та комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке» в цілому створено електронну таблицю, де показані результати розрахунків (рис. 2.4). Повна середня потужність комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке»  $S_{c\Sigma} = 1094,53$  кВА, а повна розрахункова потужність із врахуванням коефіцієнта одночасності  $S_{p\Sigma} = 1316,44$  кВА.



№	Цех	Силове навантаження			Освітлювальне навантаження			Ос. навантаження			Середні навантаження			Розрахункове навантаження			ро						
		Рн кВт	cos	tg	кп	кв	Площа м <sup>2</sup>	Кпо	Рплг Вт/м <sup>2</sup>	Кпр	tgo	Рпо кВт	Qpo квар	Рс кВт	Qс квар	Sc кВА		Рр кВт	Qр квар	Sp кВА			
1																			0,95				
2																							
3																							
4																							
5	1	Елеваторний	300	0,7	1,02	0,68	0,4	0,35	0,53	2160	0,95	0,011	1,20	0,43	27,09	11,65	186,09	173,86	254,67	231,09	219,77	318,90	0,15
6	2	Адмінбудівля	45	0,7	1,02	0,4	0,35	0,40	0,35	400	0,8	0,02	1,30	0,43	8,32	3,58	24,07	19,65	31,07	26,32	21,94	34,27	0,09
7	3	Крушеч	215	0,9	0,48	0,63	0,53	0,53	1872	0,93	0,015	1,20	0,43	31,34	13,48	145,29	68,66	160,70	166,79	79,08	184,58	0,10	
8	4	Вагова	80	0,8	0,75	0,6	0,54	0,54	432	0,8	0,012	1,1	0,43	4,56	1,96	47,76	34,36	58,84	52,56	37,96	64,84	0,15	
9	5	Ремонтний цех	85	0,8	0,75	0,5	0,43	0,43	2304	0,95	0,012	1,2	0,43	31,52	13,55	68,07	40,97	79,45	74,02	45,43	86,85	0,04	
10	6	Цех БВД	135	0,5	1,73	0,52	0,42	0,42	1440	0,88	0,016	1,2	0,43	24,33	10,46	81,03	108,67	135,55	94,53	132,05	162,40	0,11	
11	7	Комбінзавод	165	0,5	1,73	0,5	0,41	0,41	1584	0,87	0,011	1,2	0,43	18,19	7,82	85,84	125,00	151,63	100,69	150,72	181,26	0,11	
12	8	Пилорама	80	0,8	0,75	0,5	0,32	0,32	1296	0,85	0,015	1,3	0,43	21,48	9,24	47,08	28,44	55,00	61,48	39,24	72,93	0,06	
13	9	Майстерня	75	0,7	1,02	0,65	0,20	0,20	1440	1,86	0,016	1,3	0,43	55,71	23,96	70,71	39,26	80,88	104,46	73,69	127,84	0,09	
14	10	Гараж	55	0,5	1,73	0,35	0,15	0,15	2700	0,95	0,01	1,1	0,43	28,22	12,13	36,47	26,42	45,03	47,47	45,47	65,73	0,02	
15	11	Склад 1	40	0,5	1,73	0,4	0,19	0,19	1514	0,87	0,01	1,1	0,43	14,49	6,23	22,09	19,39	29,40	30,49	33,94	45,63	0,03	
16	12	Склад 2	40	0,5	1,73	0,4	0,19	0,19	1625	0,87	0,01	1,1	0,43	15,55	6,69	23,15	19,85	30,50	31,55	34,40	46,68	0,03	
17		Всього	1315						18767,1					280,79	120,74	837,64	704,52	1094,53	984,41	874,04	1316,44	0,07	

Рисунок 2.4 - Розрахунок навантаження комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке»

## 2.2 Оптимізація кількості та потужності цехових трансформаторних підстанцій комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке»

При виборі оптимальних цехових трансформаторних підстанцій (ЦТП) елеватора необхідно дотримуватись вимог [8, 21]:

- річні приведені затрати є критерієм ефективності вибору цехових трансформаторних підстанцій;

- в системі електропостачання загальна кількість стандартних потужностей трансформаторів не має перевищувати дві (максимум три);

- необхідно орієнтуватись на питому густину навантаження по підприємству;

- згідно з ПУЕ [1] кількість трансформаторів ТП має відповідати категорії надійності споживача. Комплекс первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке» належить до другої категорії по електропостачанню, тому необхідно використовувати двотрансформаторні підстанції;

- потужності трансформаторів мають бути допустимими в нормальному та післяаварійному режимах роботи. У разі виходу з ладу одного трансформатора двотрансформаторної ТП той трансформатор, комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке», який залишається в робочому стані, має витримувати розрахункове навантаження споживачів першої та другої категорії даної ТП.

Математична модель вибору оптимальної потужності ТП комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке», де керованою змінною є потужність ТП  $S_T$ , а показником ефективності є річні приведені затрати  $Z$  в ТП:

$$\left\{ \begin{array}{l}
 3(S_T) = B_{\text{тп}}(S_T) + B_E(S_T). \\
 B_{\text{тп}}(S_T) = (E_a + E_e) \cdot K_{\text{тп}}(S_T, k_T). \\
 B_E(S_T) = \left[ \Delta P_{\text{xx}}(S_T) + \Delta P_{\text{кз}}(S_T) \cdot k_3(S_T)^2 \right] \cdot k_T \cdot B_0; \quad k_3(S_T) = \frac{S_{\text{тп}}}{S_T \cdot k_T}; \quad B_0 = t \cdot \tau. \\
 (S_T) = (E_a + E_e) \cdot K_{\text{тп}}(S_T, k_T) + \left[ \Delta P_{\text{xx}}(S_T) \cdot k_T + \Delta P_{\text{кз}}(S_T) \cdot \frac{S_{\text{тп}}^2}{S_T^2 \cdot k_T} \right] \cdot t \cdot \tau \rightarrow \min_{S_T \in S}. \\
 k_H \cdot k_T \cdot S_T \geq S_{\text{тпсм}} - \text{для випадку ЦТП, якщо } S_{\text{тп}} \text{ було знайдено за} \\
 \text{спрощеним методом (не за РТМ 36.18.32.4-92);} \\
 k_H \cdot k_T \cdot S_T \geq S_{\text{тп}} - \text{для випадку ГПП, а також ЦТП, якщо } S_{\text{тп}} \text{ було знайдено} \\
 \text{за РТМ 36.18.32.4-92;} \\
 k_T > 1 \Rightarrow k_{\text{па}} \cdot S_T \geq k_{\text{ппа}} \cdot S_{\text{тпр}}; \\
 S_T \in S.
 \end{array} \right.$$

де  $E_a$  – коефіцієнт відрахувань на амортизацію елеватора;

$E_e$  – коефіцієнт ефективності капіталовкладень елеватора;

$t$  – тариф за електроенергію елеватора;

$\tau$  – число годин максимальних втрат елеватора;

$S_T$  – потужність окремого трансформатора ТП елеватора;

$k_T$  – кількість трансформаторів елеватора;

$B_0$  – питома вартість втрат активної потужності в трансформаторах елеватора;

$S_{\text{тп}}$  – розрахункова потужність ТП елеватора;

$S_{\text{тпсм}}$  – середня потужність ТП елеватора;

$K_{\text{тп}}(S_T, k_T)$  – величина капіталовкладень в ТП в залежності від потужності  $S_T$  та кількості  $k_T$  трансформаторів елеватора;

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

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

$k_3(S_T)$  – коефіцієнт завантаження трансформатора потужністю  $S_T$  елеватора;

$k_H$  – максимально допустимий коефіцієнт навантаження трансформатора в нормальному режимі елеватора;

$k_{\text{па}}$  – максимально допустимий коефіцієнт навантаження трансформатора в післяаварійному режимі елеватора;

$k_{\text{нпа}}$  – частина навантаження ТП, яка повинна залишитись в роботі в післяаварійному режимі (погоджується з технологами) елеватора;

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

Автоматизований розв'язок задачі у табличній формі за допомогою електронного процесора Excel [21] показано на рис. 2.5.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	<b>Вибір оптимальної потужності ТП за мінімумом затрат</b>													
2	<b>Дані нормального режиму</b>													
3	Розрахункова потужність ТП, кВА										Sp=	1316,44		
4	Середня потужність ТП, кВА										Sc=	1094,531		
5	Кількість трансформаторів										kt=	2		
6	Допустимий коефіцієнт навантаження в нормальному режимі										kn=	1		
7	<b>Економічні характеристики</b>													
8	Питома вартість втрат, грн/кВт										Vo=	11304,84		
9	Коефіцієнт ефективності капіталовкладень										Ee=	0,1		
10	Коефіцієнт відрахувань на амортизацію										Ea=	0,036		
11														
12	*	St, кВА	dPкз, кВт	dPхх, кВт	Ктп, тис. грн.	E*К, тис. грн.	dPзм, кВт	dPпс, кВт	dP, кВт	Вв, тис. грн.	З, тис. грн.	*	X	обмеж. 1
13		63	1,28	0,24	215,51	29,31	279,45	0,48	279,93	3164,54	---		---	---
14		100	1,97	0,33	228,85	31,12	170,70	0,66	171,36	1937,22	---		---	---
15		160	3,1	0,51	246,26	33,49	104,93	1,02	105,95	1197,73	---		---	---
16		250	4,2	0,74	289,20	39,33	58,23	1,48	59,71	675,00	---		---	---
17		400	5,9	0,95	343,90	46,77	31,95	1,90	33,85	382,70	---		---	---
18		630	8,5	1,31	459,50	62,492	18,56	2,62	21,18	239,40	301,896		+	+
19	V	1000	10,5	2,1	505,80	68,79	9,10	4,20	13,30	150,34	219,12	V	+	+
20		1600	18	2,8	640,20	87,07	6,09	5,60	11,69	132,18	219,25		+	+
21		2500	23,5	3,85	720,30	97,96	3,26	7,70	10,96	123,88	221,84		+	+
22										Змін=	219,12			
23										Опт. Пот. Трансформатора	St*=	1000		

Рисунок 2.5 – Таблична форма для автоматизованого вибору потужності ТП комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке»

Автоматизований розрахунок втрат потужності в ТП приведено на рис. 2.6.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1		№ ТП	$S_{\text{ном}_T}$ , кВА	kt	dPхх, кВт	dPкз, кВт	Iхх, %	Uк, %	Pp, кВт	Qp, кВАp	Sp, кВА	dPтр, кВт	dQтр, кВАp	dСтр, кВА	P, кВт	Q, кВАp
2		1	1000	2	2,1	10,5	1,4	6	984,4	874,0	1316,4	13,3	80,0	81,1	997,71	954,03

Рисунок 2.6 – Таблична форма для автоматизованого розрахунку втрат потужності в ТП комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке»

Автоматизований розрахунок струмів КЗ елеватора приведено на рис. 2.7.

	A	B	C	D	E	F
1	<b>Розрахунок струмів КЗ</b>					
2	<b>Дані системи</b>					
3	Напруга, кВ				<b>U=</b>	10
4	Потужність коротко замикання, МВА				<b>S<sub>кз</sub> =</b>	55
5	Опір системи, Ом				<b>X<sub>c</sub> =</b>	1,641
6	Струм КЗ для ЗЛЖ, кА				<b>I<sub>кз</sub> =</b>	3,694
7						
8	Довжина КЛ, км				<b>L=</b>	1
9	Переріз КЛ, мм <sup>2</sup>				<b>F=</b>	120
10	Активний опір КЛ, Ом				<b>R<sub>л</sub> =</b>	0,258
11	Реактивний опір КЛ, Ом				<b>X<sub>л</sub> =</b>	0,0810
12	<b>Результат</b>					
13	Сумарний повний опір, Ом				<b>Z=</b>	1,741
14	Струм КЗ для розподільчих ліній, кА				<b>I<sub>кз</sub>=</b>	3,4817

Рисунок 2.6 – Таблична форма для автоматизованого розрахунку струмів КЗ комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке»

### 2.3 Визначення оптимального перерізу ліній живлення комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке»

Комплекс первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке» отримує електропостачання від РУ-10 кВ існуючої ТП-439 Ф-1 ПС «Хмільник» та КЛ-10 кВ Ф-7 ПС «Курортна», що знаходиться на відстані 1 км. Щоб заживити ЦРП, необхідно обрати оптимальний переріз зовнішньої лінії живлення, що буде живити підприємство [5, 7]. Таблична форма для автоматизованого вибору оптимального перерізу кабельної лінії (КЛ) комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке» подана на рис 2.8.



№	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
1	Початкові дані																
2	Економічні характеристики																
3	Питома вартість втрат, грн/кВт								В <sub>0</sub> =	11304,8							
4	Коефіцієнт ефективності капіталовкладень								Е <sub>е</sub> =	0,1							
5	Коефіцієнт відрухувань на амортизацію								Е <sub>а</sub> =	0,04							
6	Нормальний режим																
7	Максимально доп. коефіцієнт навантаження в н.режим								Кдоп=	0,87							
8	Напруга, кВ								U=	10							
9	Довжина КЛ, км								l=	1							
10	Активна розрахункова потужність, кВт								P=	997,71							
11	Реактивна потужність, квар								Q=	954,03							
12	Розрахунковий струм окремого кабелю, А								Iл=	39,8497							
13	Кількість кабелів								k=	2							
14	Допустима втрата напруги в КЛ, %								ΔUдоп =	5							
15	Аварійний режим																
16	Струм КЗ на початку лінії, кА								Iкз =	3,694							
17	Приведений час КЗ, с								тп =	1,5							
18	Тепловий коефіцієнт С, (А*с^(1/2))/мм^2								C =	90							
19	Мінімальний переріз лінії за умовою КЗ, мм^2								Fкз =	50,2744							
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25		F, мм^2	R <sub>0</sub> , Ом/км	X <sub>0</sub> , Ом/км	Iдоп, А	dUн, %	K <sub>0</sub>	dP	K	E*К, т.грн	Вв, т.грн	З, т. грн	Доп	Кдоп*Idоп >= Ip	ΔUн <= ΔUндоп	F >= Fкз	
26		16	1,94	0,113	75	1,02	31,01	9,24	62,02	8,68	208,96	-	недоп	+	+	-	
27		25	1,24	0,099	90	0,67	44,67	5,91	89,34	12,51	133,56	-	недоп	+	+	-	
28		35	0,89	0,095	115	0,49	58,39	4,24	116,79	16,35	95,86	-	недоп	+	+	-	
29		50	0,62	0,09	140	0,35	73,08	2,95	146,17	20,46	66,78	-	недоп	+	+	-	
30		70	0,443	0,086	165	0,26	133,63	2,11	267,25	37,42	47,72	85,13	доп	+	+	+	
31		95	0,326	0,083	205	0,20	167,26	1,55	334,53	46,83	35,11	81,95	доп	+	+	+	
32	V	120	0,258	0,081	240	0,17	186,35	1,23	372,70	52,18	27,79	79,97	доп	+	+	+	
33		150	0,206	0,079	275	0,14	229,75	0,98	459,49	64,33	22,19	86,52	доп	+	+	+	
34		185	0,167	0,077	310	0,12	309,33	0,80	618,66	86,61	17,99	104,60	доп	+	+	+	
35		240	0,129	0,075	355	0,10	429,01	0,61	858,02	120,12	13,89	134,02	доп	+	+	+	
36												79,9683					
37												120					

Рисунок 2.8 – Таблична форма для автоматизованого оптимального вибору живлячої КЛ комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке»

Для комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке» зовнішня мережа 10 кВ виконується двома силовими кабелями ААБл 3х120 від РУ-10 кВ ТП-439 Ф-1 ПС «Хмільник» та КЛ-10 кВ Ф-7 ПС «Курортна».

Для комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке» визначимо оптимальний перерізи КЛ від ЦРП до ТП (рис. 2.9).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Початкові дані															
2	Економічні характеристики															
3	Питома вартість втрат, грн/кВт						В <sub>0</sub> = 11304,8									
4	Коефіцієнт ефективності капіталовкладень						Е <sub>ε</sub> = 0,1									
5	Коефіцієнт відрухувань на амортизацію						Е <sub>α</sub> = 0,04									
6	Нормальний режим															
7	Максимально доп. коефіцієнт навантаження в н.ре						К <sub>доп</sub> = 0,87									
8	Напруга, кВ						U= 10									
9	Довжина КЛ, км						l= 0,02									
10	Активна розрахункова потужність, кВт						P= 984,41									
11	Реактивна потужність, квар						Q= 954,03									
12	Розрахунковий струм окремого кабелю, А						I <sub>л</sub> = 39,5732									
13	Кількість кабелів						k= 2									
14	Допустима втрата напруги в КЛ, %						ΔU <sub>доп</sub> = 5									
15	Аварійний режим															
16	Струм КЗ на початку лінії, кА						I <sub>кз</sub> = 3,4817									
17	Приведений час КЗ, с						t <sub>п</sub> = 1,5									
18	Тепловий коефіцієнт C, (А <sup>2</sup> с <sup>2</sup> (l/2))/мм <sup>2</sup>						C = 90									
19	Мінімальний переріз лінії за умовою КЗ, мм <sup>2</sup>						F <sub>кз</sub> = 47,3806									
20																
21																
22																
23																
24																
25		F, мм <sup>2</sup>	R <sub>0</sub> , Ом/км	X <sub>0</sub> , Ом/км	I <sub>доп</sub> , А	dU <sub>н</sub> , %	K <sub>0</sub>	dP	K	*K, т.грн	V <sub>в</sub> , т.грн	З, т.грн	Доп	Клоп+I доп >= I <sub>p</sub>	ΔU <sub>н</sub> <= ΔU <sub>доп</sub>	F >= F <sub>кз</sub>
26		16	1,94	0,113	75	0,020	31,01	0,36	1,24	0,17	4,12	-	недоп	+	+	-
27		25	1,24	0,099	90	0,013	44,67	0,23	1,79	0,25	2,63	-	недоп	+	+	-
28		35	0,89	0,095	115	0,010	58,39	0,17	2,34	0,33	1,89	-	недоп	+	+	-
29		50	0,62	0,09	140	0,007	73,08	0,12	2,92	0,41	1,32	1,73	доп	+	+	+
30		70	0,443	0,086	165	0,005	133,63	0,08	5,35	0,75	0,94	1,69	доп	+	+	+
31		95	0,326	0,083	205	0,004	167,26	0,06	6,69	0,94	0,69	1,63	доп	+	+	+
32	V	120	0,258	0,081	240	0,003	186,35	0,05	7,45	1,04	0,55	1,59	доп	+	+	+
33		150	0,206	0,079	275	0,003	229,75	0,04	9,19	1,29	0,44	1,72	доп	+	+	+
34		185	0,167	0,077	310	0,002	309,33	0,03	12,37	1,73	0,35	2,09	доп	+	+	+
35		240	0,129	0,075	355	0,002	429,01	0,02	17,16	2,40	0,274	2,68	доп	+	+	+
36	Мінімальні затрати, тис.грн												1,59			
37	Оптимальний переріз КЛ, мм <sup>2</sup>												120			

Рисунок 2.9 – Таблична форма для автоматизованого оптимального вибору КЛ від ЦРП до ТП комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке»

Отже, для ТП комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке» доцільно вибрати кабель марки АВБШВ, перерізом 120 мм<sup>2</sup>

## 2.4 Оптимізація і моделювання вибору місця розташування ЦРП комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке»

На території комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке» для підводу живлення до ТП необхідно встановити ЦРП. Для цього на генеральному плані комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке» потрібно знайти оптимальні координати розміщення ЦРП за

критерієм мінімуму затрат в СЕП, виходячи з того, що ЦРП може бути встановлено в довільному місці на території елеватора, що незайняте будівлями й дорогами [8, 21].

Центр мережі – це координати на генеральному плані комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке», які забезпечать розташування джерела живлення з мінімальними сумарними річними приведеними затратами в СЕП.

Математична модель оптимального вибору місця розташування ЦРП комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке»:

$$\left. \begin{aligned} & Z(x_0, y_0) = \left[ (E_e + E_{сжс}) \cdot (a_{жс} + K_0(F_{жс})) + 3 \cdot I_{жс}^2 \cdot r_0(F_{жс}) \cdot k_{жс} \cdot B_0 \right] \cdot \rho((x_0, y_0), (x_{жс}, y_{жс})) + \\ & \sum_{i=1}^n \left[ (E_e + E_a) \cdot (a + K_0(F_i) \cdot k_i) + 3 \cdot I_i^2 \cdot r_0(F_i) \cdot k_i \cdot B_0 \right] \cdot \rho((x_0, y_0), (x_{жс}, y_{жс})) \rightarrow \min_{x_0, y_0}; \\ & \min_{i=1}^n(x_i) \leq x_0 \leq \max_{i=1}^n(x_i); \\ & \min_{i=1}^n(y_i) \leq y_0 \leq \max_{i=1}^n(y_i). \end{aligned} \right\}$$

де  $Z(x_0, y_0)$  - річні приведені затрати елеватора;

$E_a$  - коефіцієнт відрахувань на амортизацію елеватора;

$E_e$  - коефіцієнт ефективності капіталовкладень елеватора;

$B_0$  - питома вартість втрат активної потужності в лінії елеватора;

$F_i$  - переріз і-тої лінії елеватора;

$F_{жс}$  - переріз живлячої лінії елеватора;

$k_l$  - кількість проводів живлячої лінії елеватора;

$K_0(F_i)$  - питома вартість лінії перерізом  $F_i$  елеватора;

$I_i$  - струм окремої лінії від ЦМ до і-тої ЦТП елеватора;

$r_0(F_i)$  - питомий опір лінії перерізом  $F_i$  елеватора;

$a_{жс}$  - складова питомої вартості живлячої лінії на 1 км, не залежна від перерізу елеватора;

$a$  - складова питомої вартості лінії на 1 км, не залежна від перерізу елеватора;

$I_{жс}$  - струм живлячої лінії елеватора;

$k_i$  - кількість кабелів від ЦРП до  $i$ -тої ЦТП елеватора;

$n$  - кількість ЦТП елеватора;

$x_0, y_0$  - координати ЦМ елеватора;

$x_i, y_i$  - координати  $i$ -тої ЦТП елеватора;

$x_{жс}, y_{жс}$  - координати точки підведення зовнішньої лінії живлення елеватора.

Таблична форма для автоматизованого визначення оптимальних координат центру мережі комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке» за мінімумом річних приведених затрат розраховано на листі Excel [21] й зображена на рис. 1.10.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
1														
2	<b>Технічні характеристики мережі</b>													
3	Напруга зовнішньої лінії живлення, кВ										Uж=	10		
4	Метрика зовнішньої лінії (Е чи НЕ)										МетрикаЖ =	Е		
5	Метрика розподільної мережі (Е чи НЕ)										МетрикаР =	НЕ		
6														
7	<b>Економічні характеристики мережі</b>													
8	Питомі втрати, які не залежать від перерізу КЛ 10кВ, тис.грн/км										a=	4		
9	Питомі втрати, які не залежать від перерізу зовнішньої КЛ тис.грн/км										аж=	4		
10	Питома вартість втрат, грн/кВт										Bo=	11304,84		
11	Коефіцієнт ефективності капіталовкладень										Ee=	0,1		
12	Коефіцієнт відрахувань на амортизацію										Ea=	4,00%		
13	Коефіцієнт відрахувань на амортизацію живлячої лінії										Eаж=	4,00%		
14														
15														
16	Лінії живлення	X, м	Y, м	F, мм <sup>2</sup>	k	P, кВт	Q, кВт	I, А	Ro, Ом/км	Ko, т.грн/км	L, м	З, тис. грн		
17	ЖЛ	58	245	120	2	997,71	954,03	39,85	0,258	186,35	130,00	7,08		
18	ТП1	187,6	224,5	120	2	984,41	954,03	39,57	0,258	186,35	20,90	1,13		
19	Сумарні річні приведені затрати в мережу, тис.грн.											8,21		
20	Кординати ЦЕМ, м										Xo =	188	Yo =	245

Рисунок 2.10 – Таблична форма для автоматизованого вибору центру мережі комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке»

Отже, розрахунок оптимального місця розташування центру мережі комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке» показав,

що координати в яких встановлення ЦРП забезпечить мінімальні річні приведені затрати це:  $x=188$  м;  $y=245$  м.

Генеральний план комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке» з розміщенням ЦРП та ТП показано на рис. 2.11.

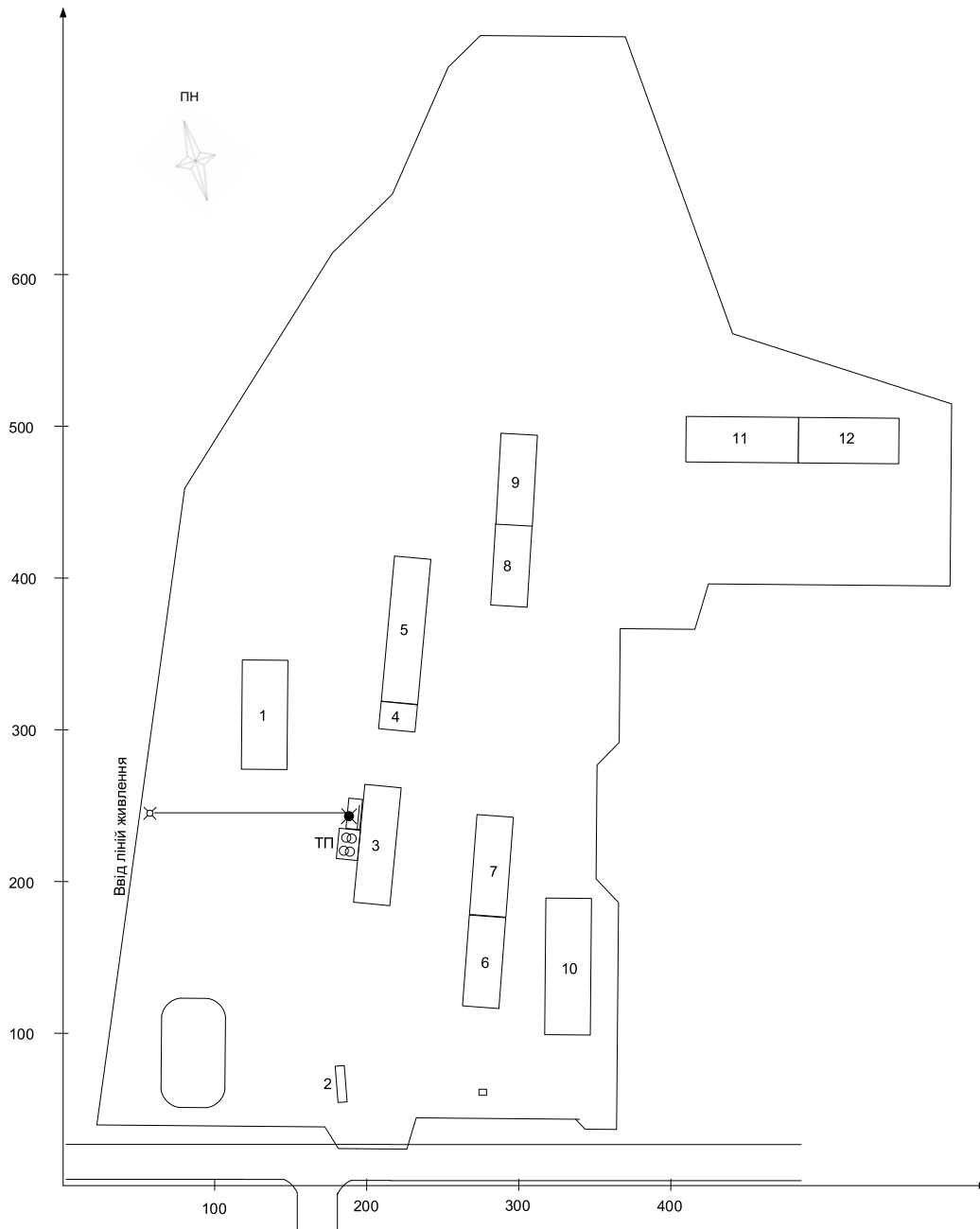


Рисунок 2.11 – Генеральний план комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке» з розміщенням ЦРП та ТП

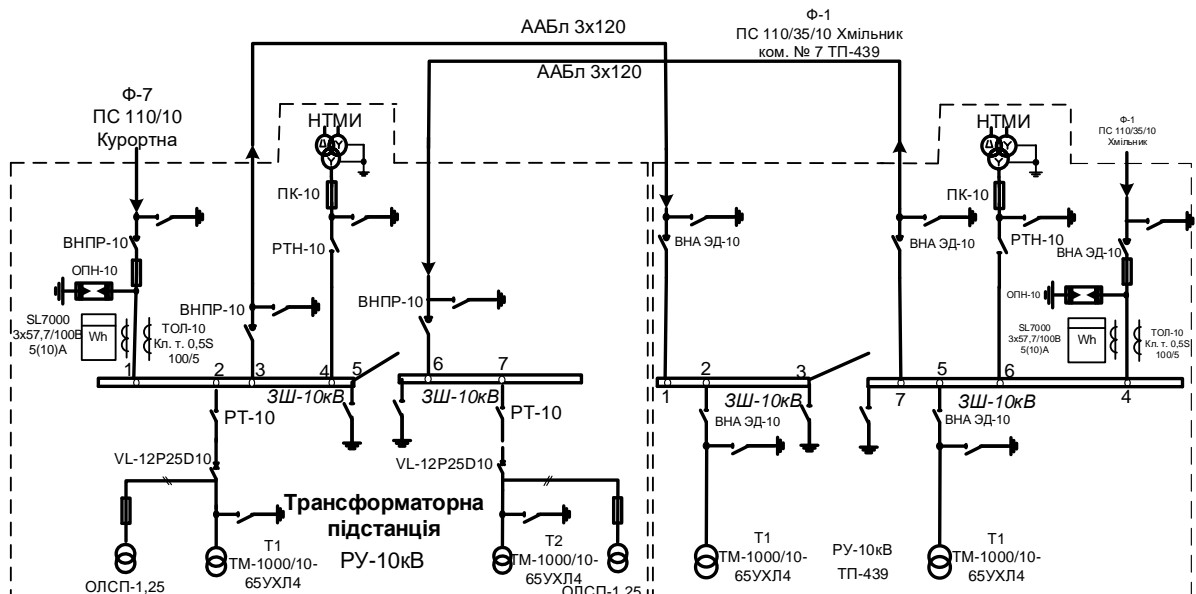


Рисунок 2.12 – ТП, РУ-10кВ. Схема електричних з'єднань

Облік електроенергії здійснюється електронними лічильниками активної і реактивної енергії трансформаторного включення по напрузі та трансформаторного по струму типу SL7000 3x57,7/100В, які розташовуються в РУ-10 кВ.

Для визначення ємності реактивної потужності  $Q_c$ , необхідної для досягнення заданого  $\cos \varphi$  в ТП, скористаємось формулою:

$$Q = P_{вст} * (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2),$$

де  $P_{вст}$  – встановлена потужність електроприймачів;

$\varphi_1, \varphi_2$  – кути здвигу фаз;

$$P_{вст} = P_{зам} = 640 \text{ кВт}$$

Повну потужність електроприймачів ТП визначаємо за формулою:

$$S_{вст} = P_{вст} / \cos \varphi = 640 / 0,8 = 800 \text{ кВАр};$$

$$\cos \varphi_1 = 0,8, \text{ тоді } \operatorname{tg} \varphi_1 = 0,75$$

Приймаємо нормативний  $\cos \varphi_2 = 0,96$ , для нього  $\operatorname{tg} \varphi_2 = 0,29$ .



$$Q_k = 640 * (0,75 - 0,29) = 294,4 \text{ кВАр}$$

Вибираємо конденсаторну установку ККУ-0,4-300/10-25-21УЗ, потужністю 300 кВАр.

Схема електрична принципова ККУ-0,4-300/10-25-21УЗ показана на рис.2.13.

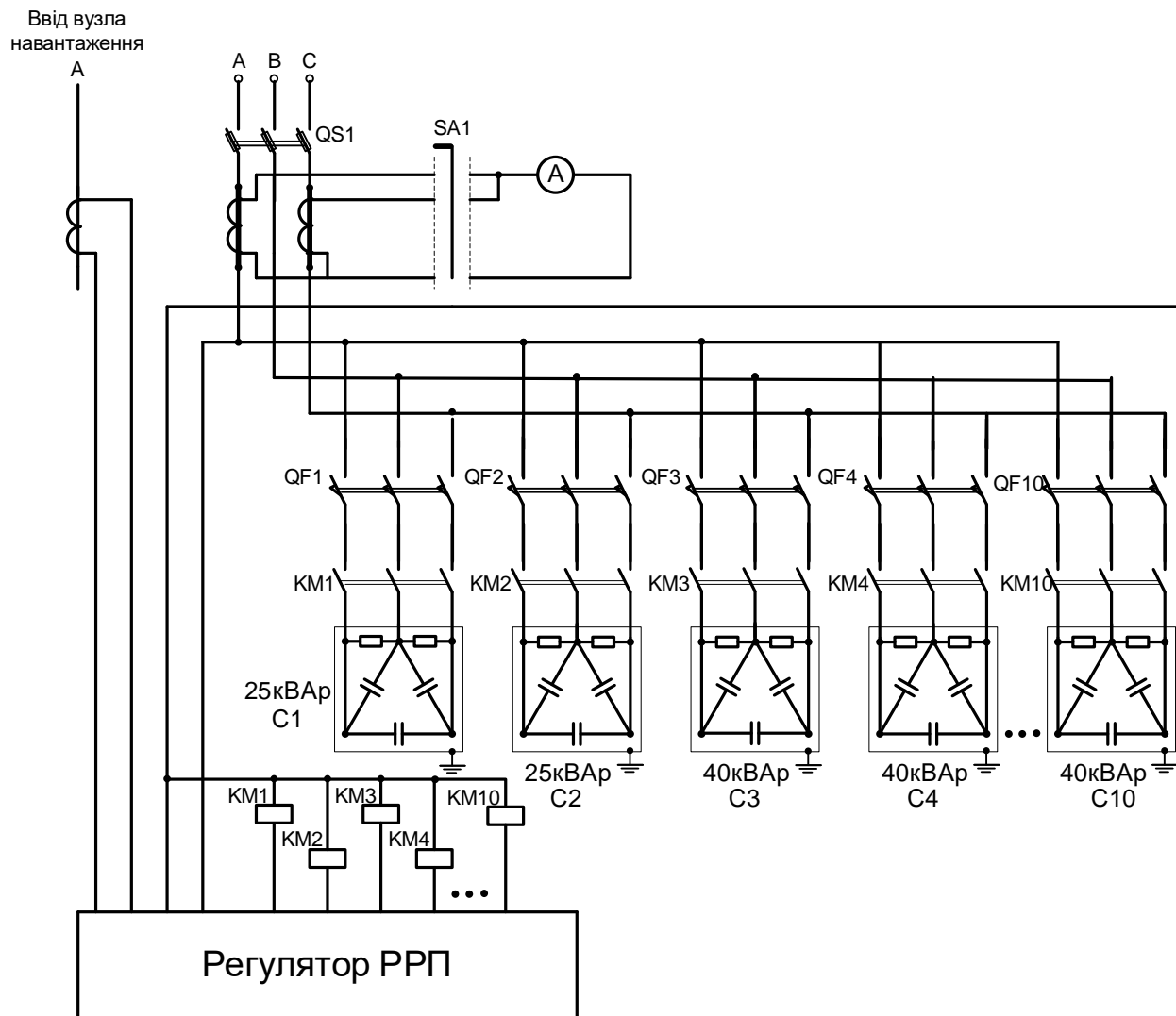


Рисунок 2.13 – Схема електрична принципова ККУ-0,4-300/10-25-21УЗ

## 2.5 Висновки до розділу 2

В цьому розділі магістерської кваліфікаційної роботи було проведено аналіз та оптимізацію системи електропостачання комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке». Категорія надійності електропостачання – II. Кабельні лінії 10 кВ від ПС 110/35/10 Хмільник (16+10 МВА) по Ф-1 від РУ-10 кВ ТП-439 та ПС 110/10 Курортна (10 МВА) по Ф-7 до запроєктованої 2КТПГС-1000,1000/10/0,4 потрібно прокласти в траншеї на глибині не менше 0,8 м. Перед прокладкою 2-х живлячих броньованих кабелів ААБл-3х120 мм<sup>2</sup> потрібно зробити підсіпку на дно траншеї, а зверху прокладених кабелів засіпку шаром землі, що не містить каміння, будівельного сміття і шлаку, завтовшки не менше 100мм. Відстань по горизонталі в світу між паралельно прокладеними кабелями повинна бути не менше 100 мм. Кабелі прокласти в азбестоцементних трубах Ø100 мм з дотриманням всіх габаритів.

В зв'язку з розширенням елеватора передбачено перенести з території забудови КЛ-10кВ Ф-7 від ПС «Курортна» згідно з планом електромереж. Кабельну лінію 10 кВ від ТП-439 до нового місця установки 2КТПГС подовжити за допомогою з'єднувальної муфти, проклавши її в траншеї глибиною не менше 0,8 м. Перед прокладкою кабелю 10кВ ААБл-3х120 потрібно зробити підсіпку на дно траншеї, а зверху прокладеного кабелю засіпку шаром землі, що не містить каміння, будівельного сміття і шлаку, завтовшки не менше 100 мм. В межах охоронної зони КЛ-10кВ (1м по обидва боки траси) забороняється скидати великі вантажі, виливати кислоти та луги, влаштовувати різні звалища, в т.ч. звалища шлаку і снігу. Радіус повороту кабелю ААБл-10кВ має бути не менше 750 мм. Захист від механічних пошкоджень кабелю виконати звичайною глиняною цеглою вздовж всієї траси. Для укладення в траншеї з'єднувальної муфти використати обладнання компенсаторів (запас кабелю по довжині) в горизонтальній площині, що забезпечує перемонтаж муфти та її розвантаження від тяжіння кабелю. Запас кабелю в компенсаторі у з'єднувальної муфти прийняти 350 мм. Передбачається будівництво КТПГС з двома трансформаторами 10/0,4 кВ 2хТМ-1000 кВА, двох



## **3 БІОМАСА – ЕКОНОМІЧНО ВИГІДНЕ ДЖЕРЕЛО ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ЕЛЕВАТОРІВ**

### **3.1 Актуальність використання біомаси для енергетичних потреб елеваторів**

На сьогоднішній день питання номер один, яке стоїть перед елеваторниками, є енергозбереження та пошук альтернативних джерел енергії.

Сьогодні є перспектива використання сонячної енергії на елеваторах. Досить реально оснастити елеватор сонячними батареями, які вироблятимуть електроенергію для власного використання у господарстві (забезпечення електроенергією господарських приміщень, офісу, майстерень, складів, елеватору). Проте, такий вид електричної енергії коштує досить дорого. Технологія сонячної енергії спрямована більше на безпеку споживання, щоб виключити зупинки виробничого процесу у разі можливих перебоїв з постачанням електричної енергії.

А ось відходи, тобто біомаса, особливо якщо підприємство володіє цими відходами, а не купує, найперспективніший вид палива. Використання відходів на елеваторі, які утворюються в процесі післязбиральної очистки зернової маси, - найбільш логічний шлях для більшості елеваторів. Якщо ці ресурси є, то реалізація ТЕЦ на біомасі дозволяє виробляти електроенергію набагато дешевше, навіть ніж енергія сонця. Однак тут виникає питання сировини, яку необхідно збирати з поля й зберігати, готувати до процесу конверсії. Та й за цих додаткових витрат використання даного виду палива окупиться навіть без зеленого тарифу.

Біомаса є одним з найбільш перспективних відновлюваних джерел енергії, однак її використання в Україні обмежене, навіть не зважаючи на позитивну тенденцію протягом декількох останніх років.

Основою біомаси є органічні сполуки вуглецю, що під час спалювання у процесі поєднання з киснем виділяють тепло. Початкова енергія системи «біомаса+кисень» виникає під дією сонячного випромінювання у процесі фотосинтезу, що є природним варіантом перетворення сонячної енергії. При

допомозі хімічних, чи біохімічних процесів біомаса може трансформуватися у інші види палива, чи у кінцеву енергію.

### **3.2 Сучасні тенденції використання біомаси для забезпечення потреб енергетики**

Однією з ключових переваг енергетичного використання біомаси є її багатоваріантність, що за технологіями перетворення енергії, що за способами її кінцевого використання. Використовувати біомасу можна для енергетичних потреб шляхом безпосереднього спалювання, а також застосовувати у переробленому вигляді. Конверсія або перетворення біомаси в інші види енергоносіїв, чи в кінцеву теплову, електричну енергію може відбуватися фізичними, хімічними й біохімічними методами.

Під час спалювання біомаси органічний вуглець, що міститься у ній, та кисень із атмосфери вступають в реакцію із утворенням двоокису вуглецю й води. Процес є циклічним, тому що двоокис вуглецю, що виділився при спалюванні, може брати участь у виробництві нової біомаси. Отже, біомаса є відновлюваним джерелом енергії.

Виокремлюють три групи біомаси сільського господарства:

- первинну, що є побічним продуктом рослинництва;
- вторинну, що отримують при переробці основної продукції сільського господарства;
- гній.

Використання біомаси потребує вирішення ряду задач, що пов'язані з необхідністю зміни сформованої, чи створення додаткової ресурсно-логістичної інфраструктури для заготівлі біомаси, її переробки та логістики.

Методи конверсії енергії біомаси показані на рис. 3.1. Тут суцільні лінії представляють комерційні технології, пунктирні – технології, які розвиваються. При чому: 1 – це частки кожного виду вихідного матеріалу, наприклад, залишки рослин, що також можуть бути використані в інших методах; 2 – кожен метод

призводить до утворення побічних продуктів; 3 – апгрейдинг біомаси включає в себе будь-який метод ущільнення енергії.

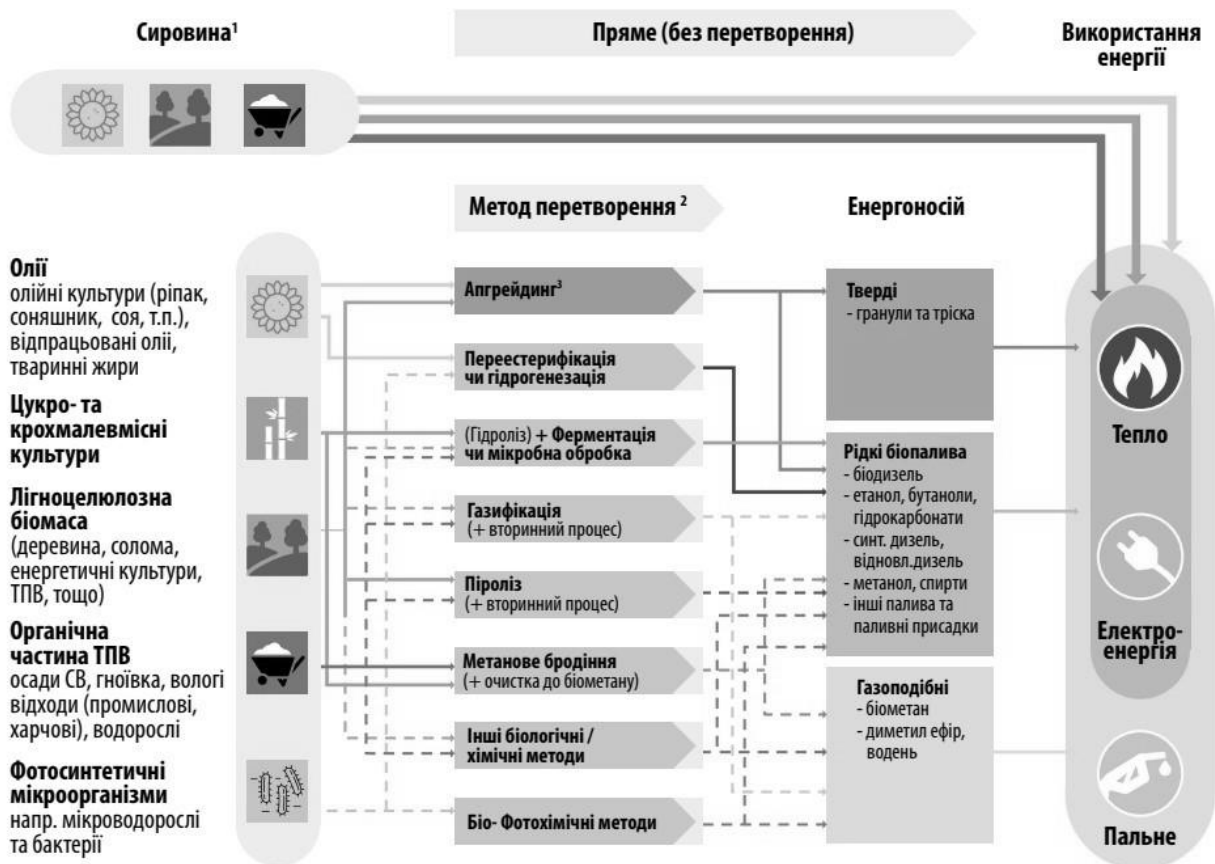


Рисунок 3.1 – Методи конверсії енергії біомаси

Слід відзначити, що ряд технологій перетворення енергії біомаси є комерційними та випробуваними.

Біомаса за обсягами постачання є найпоширенішою із відновлюваних джерел енергії. На неї припадає 3/4 всього обсягу енергії з відновлюваних джерел енергії у світі. Біомаса є домінуючою серед частки відновлюваних джерел у виробництві теплової енергії на ТЕЦ 7,1% й у безпосередньо спожитому теплі 27,7%. Біоенергетика посідає третю сходинку серед відновлюваних джерел енергії у секторі електроенергетики з генерацією 493 ТВт·год/рік.



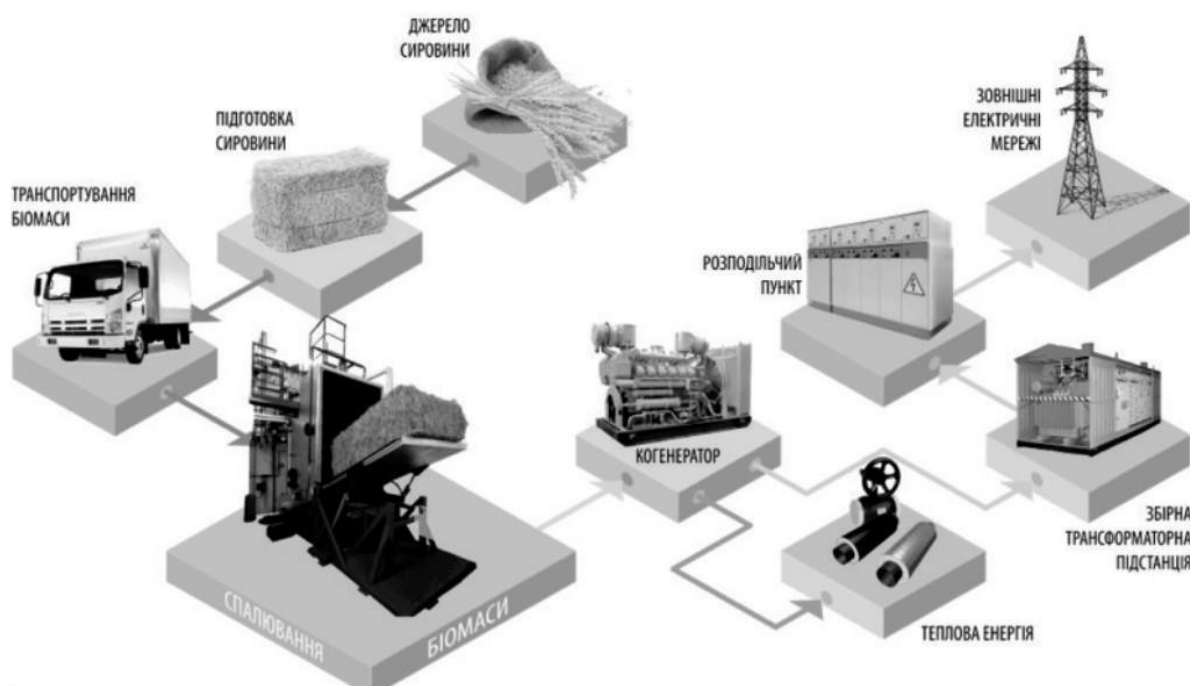


Рисунок 3.2 – Використання біомаси для виробництва енергії

При оцінці потенціалу використання побічної продукції сільського господарства для потреб енергетики важливими є врахування екологічних та агротехнічних чинників. Сьогодні все ще досить обмежене використання енергії з біомаси.

В таблиці 3.1 показана структура загального постачання енергії та прогноз до 2035 р., млн т н.е.

Таблиця 3.1 – структура загального постачання первинної енергії України та прогноз до 2035 р., млн т н.е.

Назва джерел	2020 (факт)	2025 (прогноз)	2030 (прогноз)	2035 (прогноз)
Вугілля	18	14	13	12
Природний газ	24,3	27	28	29
Нафтопродукти	9,5	8	7,5	7
Атомна енергія	24	28	27	24
Біомаса, біопаливо та відходи	4	6	8	11
Сонячна та вітрова енергія	1	2	5	10
ГЕС	1	1	1	1
Термальна енергія	0,5	1	1,5	2
<b>ВСЬОГО, млн т н.е.</b>	<b>82,3</b>	<b>87</b>	<b>91</b>	<b>96</b>

Коефіцієнта виходу сільськогосподарської біомаси – це співвідношення у вирощеній біомасі побічної та основної продукції. В таблиці 3.2 наведено значення цього коефіцієнта для деяких сільськогосподарських культур.

Таблиця 3.2– Значення коефіцієнтів виходу сільськогосподарської біомаси

Сільськогосподарська культура	Коефіцієнт виходу соломи по відношенню до зерна
Пшениця	1,0
Жито	1,3
Ячмінь	0,8
Овес	1,0
Просо	0,8
Кукурудза	1,3
Соя	0,9
Соняшник	1,9
Ріпак	2,0
Рис	0,9
Продукція	Коефіцієнт виходу лушпиння по відношенню до насіння
Соняшникове насіння	0,1

Після спалювання біомаси золу можна використовувати як добрива. У золі вартість поживних елементів, що отримані від спалювання 1 тони побічної продукції рослинництва, становить понад 100 грн. Агровиробник скорочує витрати на управління рослинними рештками за рахунок зменшення кількості обсягів рослинних решток у полі.

Солома та інша сільськогосподарська біомаса, що призначена для спалювання, має зберігатися в умовах, що забезпечують її захист від замокання, гниття та займання.

На рис. 3.3 показана структура використання біопалив до 2050 року в Україні.

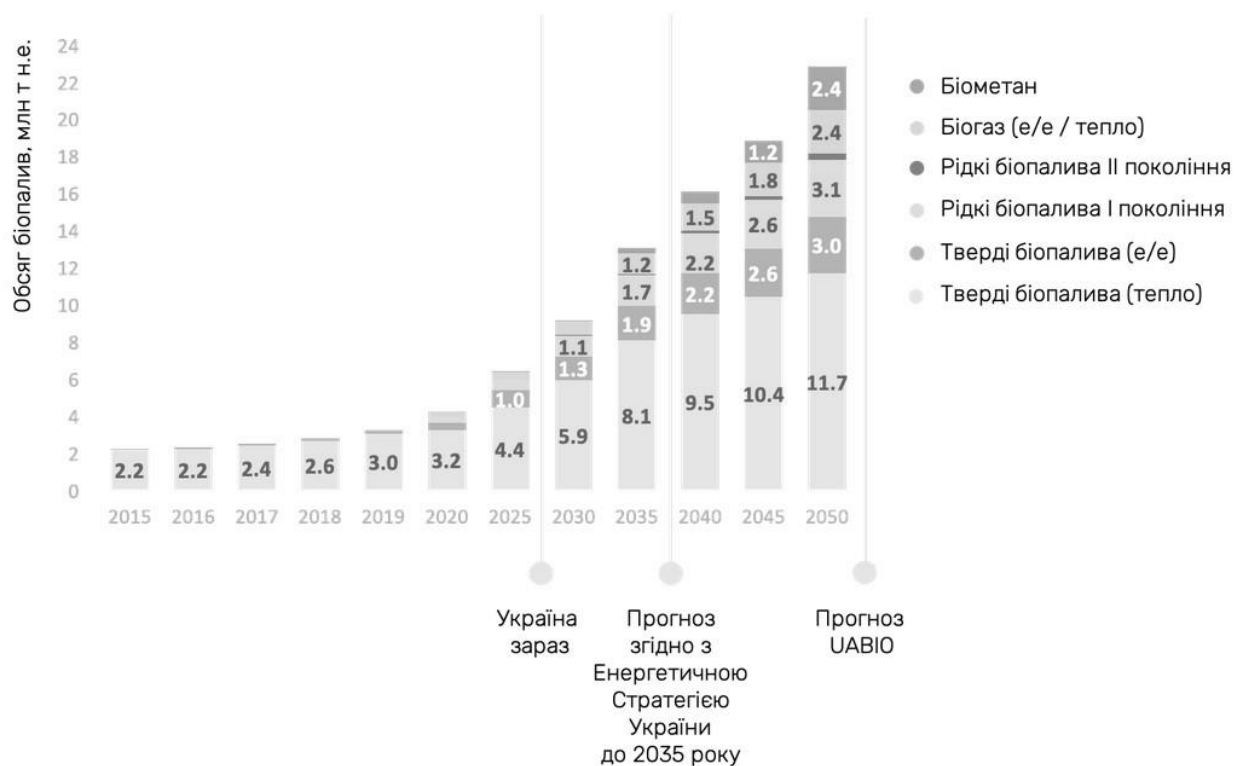


Рисунок 3.3 – Структура використання біопалив до 2050 року в Україні (за видами отриманого енергоносія)

У нас в країні існує два стимулюючих механізми для виробників електроенергії з біомаси:

– система аукціонів. Проекти з виробництва електроенергії з біомаси беруть участь в аукціонах за власним бажанням. На аукціоні проект отримує тариф на електричну енергію від держави на 20 років. А це означає, що держава зобов’язується купувати електроенергію в обсязі (Вт) та ціні (євроцентів/кВт•год), яка визначена на аукціоні, впродовж 20 років після аукціону.

– “зелений” тариф. Тариф можна отримати виробникам електроенергії з біомаси. Він встановлюється до 2030 року та гарантований державою.

Тарифи на електричну енергію з біомаси в Україні регламентуються такими документами: Закон України «Про ринок електричної енергії» та : Закон України «Про альтернативні джерела енергії».

Виробництво електричної енергії із біомаси повинно бути інвестиційно привабливим. Для цього потрібно:

– підвищити рівень річних квот підтримки для біоенергетичних проектів мінімум до 200 МВт, що привабить інвесторів.

– продовжити термін дії «зеленого» тарифу для біомаси до 2035 року, що дозволить залучити інвестиції тим проектам, які перебувають у стадії розробки.

### **3.3. Висновки по розділу 3**

В даному розділі магістерської кваліфікаційної роботи було проаналізовано основні аспекти використання біомаси як альтернативи природному газу на елеваторі. Сьогодні, саму можливість спалювання біомаси з метою заміщення газу не ставлять під сумнів більшість компаній елеваторної галузі.

Потенціал біомаси суттєво перевищує потреби конкретного елеватора. Основне завдання, яке потрібно реалізувати, – вирішити питання з накопиченням відходів у кількості, що була б достатня для забезпечення роботи сушарки на елеваторі.

Термін окупності для різних елеваторів може відрізнятися. Але за нормального режиму роботи ймовірність повернення коштів, вкладених у модернізацію елеватора, вже в перший сезон досить висока.

## 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

### 4.1 Техніко-економічне обґрунтування роботи

Техніко-економічне обґрунтування роботи полягає у проведенні попередніх техніко економічних розрахунків, які підтверджуються доцільність капіталовкладень в даний енергетичний об'єкт [22].

Доцільність реалізації роботи обґрунтовується:

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

Вихідні дані для розрахунку:

- виручка від реалізації продукції  $V = 2500$  (млн. грн./рік);
- середньооблікова чисельність персоналу  $Ч = 450$ ;
- середньорічний фонд заробітної плати одного працівника разом з нарахуванням на соціальні потреби  $З_{\text{ПІ}}$ , грн./рік;
- питома заробітна плата в собівартості продукції  $d = 12\%$ ;
- первісна або балансова вартість основних фондів  $\Phi = 10000$  млн грн;
- нормований коефіцієнт ефективності капіталовкладень:  $E_{\text{Н}} = 0,1$ ;
- нормований термін окупності, років:  $T_{\text{ок}} = 10$ .
- середньомісячна зарплата одного працівника  $З = 6700$  грн./міс.

Середньорічний фонд заробітної плати одного працівника:

$$З_{\text{ПІ}} = 3 \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 6700 \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 0,0804 \text{ (млн грн/рік)}, \quad (4.1)$$

Повна собівартість продукції:

$$C = \frac{1,38 \cdot Ч \cdot З_{\text{ПІ}}}{d} = \frac{1,38 \cdot 450 \cdot 0,0804}{0,12} = 416,07 \text{ (млн грн/рік)}, \quad (4.2)$$

Балансовий прибуток:

$$\Pi = B - C = 2500 - 416,07 = 2083,93 \text{ (млн грн/рік)}, \quad (4.3)$$

Визначаємо термін окупності даного підприємства:

$$T_{\text{ор}} = \frac{\Phi}{\Pi} = \frac{10000}{2083,93} = 4,8 \text{ (років)}, \quad (4.4)$$

$$T_{\text{ор}} = 4,8 < T_{\text{ок}} = 10 \text{ (років)}.$$

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	Потужність підстанції, кВт
ТП	ТМ-1050	2	1315

Таблиця 4.2 – Відомості про кабельні лінії

Найменування ліній	Довжина лінії від ТП до ГПП, км	Марка кабелю	К-сть
ГПП-ТП1	0,02	АВБШВ 3х120	2
ПС-ГПП	1	ААБЛ 3х120	2

Рекомендації до виконання:

1. Оплату за спожиту електроенергію розраховують по тарифам: 4,7 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 [22].

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 таблицю 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	АВБШВ 3х120	2	0,02	186,35	15	7,754
ПС-ГПП	ААБл 3х120	2	1	186,35	15	387,7
Разом						395,454

Капітальні вкладення для електричних підстанцій [22]:

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

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

$K_{\text{пост}}$  – 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	Кпост, тис.грн	Кпс, тис.грн
КТП-1	ТМ-1000	2	505	101	606
Трансформатори струму та напруги		6	7,5	1,5	54
Лічильник електронний активної та реактивної енергії		2	15	3	36
Разом					696

Розраховуємо сумарну вартість вимикачів та роз'єднувачів. Відповідно до схеми електропостачання кількість вимикачів 10 кВ – 6 шт., кількість роз'єднувачів 10 кВ – 1 шт. Вартість вимикача 10 кВ рівною 50 тис. грн. Вартість роз'єднувачів 10 кВ рівною 5 тис. грн.

Сумарна вартість вимикачів та роз'єднувачів:

$$K_B = 6 \cdot 50 + 1 \cdot 5 = 305 \text{ (тис. грн.)} \quad (4.7)$$

Вартість підстанцій з вимикачами та роз'єднувачами:

$$K_{пс} = 696 + 305 = 1001 \text{ (тис. грн.)} \quad (4.8)$$

Відповідно сумарна величина капітальних вкладень в систему електропостачання підприємства.

$$K = 395,454 + 1001 = 1396,454 \text{ (тис. грн.)} \quad (4.9)$$

### 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  $\Pi$  – кількість ремонтів даного виду за рік, на одиницю обладнання;

$t_{\text{норм}}$  – норма трудомісткості поточного ремонту або огляду, люд.-год. [22];

$h$  – 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:

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

де 12 – кількість місяців у році;

$t_{\text{пр}}$  – планова (таблична) трудомісткість поточного ремонту одиниці устаткування люд.-год [22];

$K_{\text{ср}}$  – 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.
Роз'єднувач 10 кВ	1	1	12	12	12	2	24
Вимикач 10 кВ	6	1	16	96	12	2	144
ТМ-1000	2	0,33	300	198	12	20	480
Трансформатор струму	4	1	16	64	12	1	48
Трансформатор напруги	2	1	16	32	12	1	24
Кабельна лінія АВБШВ 3х120,км	0,04	1	9,6	0,384	1	2,4	0,096
Кабельна лінія ААБл 3х120,км	2	1	580	1160	1	140	280
Разом				1562,384			1000,096

Таблиця 4.6 – Трудомісткість технічного обслуговування і загальна трудомісткість

Обладнання	К-ть	Технічне обслуговування				Загальна трудомісткість обслуговування люд.год.
		Змінність роботи	Коеф. складності	К-ть місяців	Загал. трудомісткість люд.год.	
Роз'єднувач 10 кВ	1	2	0,1	12	28,8	52,8
Вимикач 10 кВ	6	2	0,1	12	230,4	374,4
ТМ-1000	2	2	0,1	12	1440	1920
Трансформатор струму	4	2	0,1	12	153,6	201,6
Трансформатор напруги	2	2	0,1	12	76,8	100,8
Кабельна лінія АВБШВ 3х120,км	0,04	2	0,1	12	0,9216	1,0176
Кабельна лінія ААБл 3х120,км	2	2	0,1	12	2784	3064
Разом					4714,5216	5714,6176

Відповідно знаходимо кількість експлуатаційних робітників, чол.:

$$N_{\text{обс}} = \frac{5714,6176}{1900 \cdot 1,05} = 2,73, \quad (4.12)$$

та персоналу для ремонтних робіт, чол.:

$$N_{\text{тр}} = \frac{1562,384}{1900 \cdot 1,1} = 0,78. \quad (4.13)$$

Приймаємо за нормами ПУЕ [1]  $N_{\text{тр}} = 2$  чол.,  $N_{\text{обс}} = 3$  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:

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

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, [22];

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

$$C_1 = \frac{3_{\text{min}} \cdot k_{\text{г.і}}}{\Phi_H}, \quad (4.16)$$

$$C_1 = 6700 \cdot 1 / 176 = 38,06 \text{ (грн./год.)}$$

Тоді годинна тарифна ставка 3,5 розряду становитиме:

$$t_{\text{ге}} = ((1,18 + 1,27) / 2) \cdot 38,06 = 46,63 \text{ (грн./год.)}, \quad (4.17)$$

Заробітна плата робітників-погодинників:

$$\Phi_e = 3 \cdot 0,9 \cdot 46,63 \cdot 1900 = 239229,9716 \text{ (грн./рік)}, \quad (4.18)$$

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

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

$$t_{гр} = (K4+K5)/2 \cdot C_1, \quad (4.20)$$

де  $K4, K5$  – тарифні коефіцієнти IV та V розрядів, відповідно, [22].

Розраховуємо годинну тарифну ставку 4,5 розряду:

$$t_{гр} = ((1,27+1,36)/2) \cdot 38,06 = 50,06 \text{ (грн./год.)},$$

$$\Phi_p = 1562,384 \cdot 50,06 = 78212,41041 \text{ (грн./рік)}.$$

Фонд основної заробітної плати, грн./рік:

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

де  $\Phi$  – тарифний фонд  $\Phi_e$  експлуатаційних робітників або фонд прямої заробітної плати  $\Phi_p$  ремонтного персоналу, грн./рік;

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

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

$\alpha$  – частка преміальних доплат для відповідної категорії робітників.

Величина основної заробітної плати для експлуатаційних робітників:

$$\Phi_{oe} = 239229,9716 \cdot (1+0,05+0,01+0,2) = 301429,7642 \text{ (грн./рік)}, \quad (4.22)$$

і для ремонтних:

$$\Phi_{op} = 78212,41041 \cdot (1+0,05+0,01+0,25) = 102458,2576 \text{ (грн./рік)}. \quad (4.23)$$

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:

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

$$\Phi_{оед} = 301429,7642 \cdot 1,15 = 346644,23 \text{ (грн./рік)},$$

$$\Phi_{орд} = 102458,2576 \cdot 1,15 = 117826,99 \text{ (грн./рік)}.$$

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:

$$C_{зпе} = 346644,23 \cdot \left( 1 + \frac{33 + 1,5 + 1,5}{100} \right) = 467969,71 \text{ (грн./рік)},$$

і ремонтному персоналу:

$$C_{зпр} = 117826,99 \cdot \left( 1 + \frac{33 + 1,5 + 1,5}{100} \right) = 159066,45 \text{ (грн./рік)}.$$

#### 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-1000	37830
Трансформатор струму	6000
Трансформатор напруги	2000
КЛ-10кВ	10200

Вартість матеріалу на технічну операцію:

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

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:  $C_{мпр} = 197742,568$  (грн/рік);

і вартість матеріалів на технічне обслуговування:  $C_{мто} = 1053079,795$  (грн / рік).

Отже, можна розрахувати:

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

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

$$C_{обс} = 467969,7089 + 1053079,795 = 1521049,504 \text{ (грн/рік);}$$

та витрати на їх поточний ремонт, грн/рік:

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

$$C_{пр} = 159066,445 + 197742,568 = 356809,013 \text{ (грн/рік).}$$

#### 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.

$$C_a = 0,06 \cdot 1396454 = 83787,24 \text{ (грн/рік).}$$

Окремою складовою в кошторисі річних поточних витрат є інші витрати:

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

де  $\beta_{ip}$  - коефіцієнт відрахувань на інші витрати.

$$C_{ip} = 0,25 \cdot (1521049,504 + 356809,013 + 83787,24) = 490411,4393 \text{ (грн/рік)}.$$

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

Таблиця 4.8 – Кошторис річних поточних витрат

Стаття витрат	Величина витрат, грн	Структура, % до підсумку
Витрати по експлуатації енергоустаткування і мереж	1521049,504	62,03156706
Витрати на поточний ремонт	356809,013	14,55141477
Витрати на амортизацію	83787,24	3,417018172
Інші витрати	490411,4393	20
Разом	2452057,196	100

#### 4.4. Розрахунок собівартості електроенергії

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

Розрахунок обсягу споживання визначається, виходячи з розрахункової потужності, яка визначається як добуток установленої (номінальної) потужності усіх електроприймачів, коефіцієнта попиту і кількості годин використання максимуму навантаження, тис. кВт·год./рік:

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

де  $P_p$  – розрахункова потужність і-го цеху, кВт;

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

$K_{п}$  – коефіцієнт попиту.

Для прикладу визначимо річні витрати активної електроенергії для технічного відділу:

$$E_{a1} = 94,18 \cdot 3500 = 329614,88 \text{ кВт год./ рік .}$$



Аналогічно визначаємо річні витрати активної електроенергії для інших цехів. Результати розрахунків заносимо в табл. 4.9.

Таблиця 4.9 – Річні витрати активної електроенергії по цехах

Назва цеху	К-сть змін	T <sub>м</sub> , год.	cos φ	P <sub>p</sub> , кВт	E <sub>a</sub> , кВт·год./рік
Елеваторний	3	4000	300	0,6	1200000
Адмінбудівля	3	4000	45	0,8	180000
Крупцех	3	4000	215	0,8	860000
Вагова	3	4000	80	0,75	320000
Ремонтний цех	3	4000	85	0,8	340000
Цех БВД	3	4000	135	0,8	540000
Комбізавод	3	4000	165	0,8	660000
Пилорама	3	4000	80	0,8	320000
Майстерня	3	4000	75	0,75	300000
Гараж	3	4000	55	0,8	220000
Склад 1	3	4000	40	0,8	160000
Склад 2	3	4000	40	0,8	160000
Разом			1315		5260000

Необхідно також визначити річні витрати реактивної електроенергії.

Втрати електроенергії в лініях розраховуємо так:

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

де  $I_M$  – максимальний струм у лінії, А;

$\tau$  – 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 [22].

Струм лінії живлення, А:

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

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

Таблиця 4.10 – Втрати електроенергії в лініях

Лінія	Марка кабелю	К-сть ліній	Довжина, км	$I_M$ , А	R, Ом	$\tau$ , год./рік	$\Delta E_{л}$ , кВт·год.
ГПП-ТП1	АВББШВ 3x120	2	0,02	9,74	0,00549	2405,28576	3,76
ПС-ГПП	ААБл 3x120	2	1	11,91	0,16	2405,28576	163,71
Разом							167,47

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  $\Delta P_{xx}$  – 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);

$S_\phi$  - 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	$\Delta P_x$ , кВт	$\Delta P_k$ , кВт	$S_p$ , кВА	$S_H$ , кВА	$\Delta E_T$ , кВт·год./рік
КТП-1	ТМ-1000	2	2,5	10,7	1316	1315	56687,86

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

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

$$E = 5260000 + 167,47 + 56687,86 = 5316855,33 \text{ (кВт·год./рік).}$$

Оплата за спожиту електроенергію:

$$\Pi = 4,7 \cdot 5260000 = 24722000 \text{ (грн.);} \quad (4.37)$$

#### 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:

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

де  $\Pi$  – оплата за спожиту електроенергію;

$C_{\text{п}}$  – річні витрати підприємства при передаванні електроенергії.

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

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

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;

$$C_{\text{п}} = 1521049,504 + 356809,013 + 83787,24 + 490411,4393 = 2452057,196 \text{ (грн/рік)}.$$

Отже, сумарні витрати:

$$C_{\text{сум}} = 2452057,196 + 24722000 = 27174057,2 \text{ (грн/рік)}.$$

Отже, собівартість електроенергії:

$$S = \frac{27174057,2 \cdot 100}{5260000} = 5,16 \text{ (грн./кВт·год.)}.$$

Для наочності результати розрахунків зводимо в табл. 4.12.

Таблиця 4.12 –Результати розрахунків

Показники	Позначення	Величина показників	Одиниця вимірювання
Кількість корисно спожитої електроенергії	$E_a$	5260000	кВт·год
Річне споживання електроенергії із втратами	$E$	5316855,33	кВт·год
Плата за електроенергію	$\Pi$	24722000	грн
Витрати на передачу і розподіл електроенергії	$C_{\Pi}$	2452057,196	грн
Сумарні витрати підприємства	$C_{\text{сум}}$	27174057,2	грн
Собівартість електроенергії	$S$	516,6	коп/кВт·год

#### 4.5 Висновки до розділу 4

В даному розділі магістерської кваліфікаційної роботи було проведено розрахунок основних техніко-економічних показників спроектованої СЕП підприємства та розраховано собівартість електричної енергії, яка склала 516,6 коп/кВт·год.

## **5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

У цьому розділі магістерської кваліфікаційної роботи розробляються заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях під час оптимізації системи електропостачання комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмельницьке», м. Хмільник.

Отже, на електротехнічний технологічний персонал, який здійснює реконструкцію та обслуговування електрообладнання даного об'єкта, впливають наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори.

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).

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 об'єкту**

5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць в пожежонебезпечних зонах

Вимоги поширюються на електроустановки, що розміщуються в пожежонебезпечних зонах всередині і зовні приміщень. До експлуатації в пожежонебезпечних зонах допускається електрообладнання, що відповідає вимогам

з урахуванням показників пожежо- вибухонебезпеки матеріалів (рідин, пилу, волокон).

Електрообладнання з частинами, що іскрять під час нормальної роботи або нагріваються понад небезпечні температури (тобто є імовірними джерелами займання) рекомендується встановлювати поза межами пожежонебезпечних зон. Для забезпечення ступеня захисту оболонок електрообладнання від проникнення пилу на рівні IP54, кришки, інші з'ємні частини оболонки і місця вводу кабелів слід ущільнювати за допомогою еластичних (гумових) прокладок, ущільнювальних кілець, сальників тощо.

Відкриті частини електричних машин, які нормально іскрять (наприклад, контактні кільця), слід розташовувати на відстані не менше 1 м від місць розміщення горючих матеріалів, або відокремлювати від них екраном з негорючого матеріалу. Переносні електричні ручні машини (електрифікований інструмент), які застосовуються в пожежонебезпечних зонах, повинні мати ступінь захисту оболонок не менше IP44.

Електроустановки в пожежонебезпечних зонах будь-яких класів в разі необхідності повинні мати апарати, що відключають частково або повністю технологічне і сантехнічне устаткування у випадках аварій і пожеж. Обсяг відключення визначається технологами і сантехніками проектною організацією і спеціалістами служб охорони праці, з урахуванням особливостей технологічного процесу.

При використанні електронагрівальних приладів їх робочі частини, які нагріваються, слід захищати від контакту з горючими речовинами, а самі прилади встановлювати на поверхні із негорючих матеріалів і відділяти від горючих речовин екранами.

В пожежонебезпечних зонах всіх класів рекомендується використовувати силові і освітлювальні розподільчі пункти, що мають ступінь захисту оболонок IP54. Електрообладнання вантажопідіймальних механізмів (кранів, талей тощо), котрі перебувають в пожежонебезпечних зонах і зв'язані з технологічним процесом, повинне мати ступінь захисту оболонок (як для пересувних механізмів).

В пожежонебезпечних зонах слід використовувати світильники, що мають ступінь захисту не менший, ніж IP44. Світильники з лампами розжарювання не повинні мати відбивачів і розсіювачів з горючих матеріалів. В разі встановлення світильників, що не мають штепсельних роз'ємів, на металевих кронштейнах (стійках), заземлення кронштейна слід забезпечувати жорстким кріпленням до нього заземленого металевого корпусу. В свою чергу, заземлення корпусу світильника слід виконати за допомогою перемички між заземлювальним і нульовим затискачами всередині ввідного пристрою світильника.

Складські приміщення з пожежонебезпечними зонами будь-якого класу, які замикаються, повинні мати апарати для відключення іззовні силових і освітлювальних мереж незалежно від наявності апаратів для відключення всередині приміщень. В пожежонебезпечних зонах будь-якого класу складських приміщень забороняється застосування електронагрівальних приладів.

В пожежонебезпечних зонах всіх класів крім захисту від струмів КЗ провідники освітлювальних мереж слід захищати від перевантажень. Крім того, від перевантажень слід захищати силові мережі, які прокладаються в пожежонебезпечних зонах складських приміщень, і в інших випадках, якщо перевантаження може виникнути за умовами технологічного процесу. В пожежонебезпечних зонах будь-якого класу кабелі і проводи повинні мати покриття і оболонку з матеріалів, що не розповсюджують горіння.

### 5.1.2 Електробезпека

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 – особливо небезпечні, так як виконуються назовні.

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам:

1) 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 у закритих конструкціях підлоги;

2) При живленні однофазних споживачів струму від трипровідної мережі при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі.

### 3) Електрозахисні засоби захисту

Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. 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.

Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками.

Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

### Є неприпустимими:

- експлуатація кабелів та проводів з пошкодженою або такою, що втратила захисні властивості за час експлуатації, ізоляцією; залишення під напругою кабелів та проводів з неізольованими провідниками;

- застосування саморобних подовжувачів, які не відповідають вимогам до



переносних електропроводок;

– застосування для опалення приміщення нестандартного (саморобного) електронагрівального обладнання або ламп розжарювання;

– користування пошкодженими розетками, розгалужувальними та з'єднувальними коробками, вимикачами та іншими електровиробами, а також лампами, скло яких має сліди затемнення або випинання.

– підвішування світильників безпосередньо на струмопровідних проводах, обгортання електроламп і світильників папером, тканиною та іншими горючими матеріалами, експлуатація їх зі знятими ковпаками (розсіювачами);

– використання електроапаратури та приладів в умовах, що не відповідають вказівкам (рекомендаціям) підприємств-виготовлювачів.

Металеві труби та гнучкі металеві рукави повинні бути заземлені. Заземлення повинно відповідати вимогам ДНАОП 0.00-1.21-98 "Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів". Для підключення переносної електроапаратури застосовують гнучкі проводи в надійній ізоляції.

## **5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії**

### **5.2.1 Мікроклімат**

Мікроклімат приміщення – це сукупність фізичних параметрів повітря в виробничому приміщенні, які діють на людину в процесі праці на її робочому місці, в робочій зоні.

Нормуються параметри мікроклімату в виробничих приміщеннях та гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони. Тяжкість роботи розділяється на категорії залежно від загальних енерговитрат організму, ккал/с (Вт). Параметри мікроклімату в виробничому приміщенні, де встановлена лінія, наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Нормування параметрів мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість	Швидкість руху
Теплий	Iб	22-28	55 при 28°С	0,1-0,2
Холодний	Iб	21-25	75 при 25°С	Не більше 0,1

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату на робочому місці технологічного персоналу передбачається [7]:

- в холодну пору року використання калорифера;
- в літню пору застосування вентиляторів обдуву;
- провітрювання приміщення.

#### 5.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м. В умовах роботи на граничнодопустимих концентраціях можливими забруднювачами повітря робочої зони можуть бути пил та шкідливі гази, їх ГДК наведено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони оператора лінії

Назва речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0.5	0.15	4

Для забезпечення складу повітря робочої зони передбачено:

- провітрювання приміщення;
- цілісність вікон для перешкоджання попадання пилу в приміщення під час роботи лінії;
- встановлення пиловловлюючих засобів.

### 5.2.3 Виробниче освітлення

#### Природне освітлення.

В залежності від джерела світла промислове освітлення поділяється на: - природне освітлення – освітленість приміщень світлом неба (прямого або відображеного), яке проникає через світлові пройми в зовнішніх огорожених конструкціях. По своєму спектральному складу воно є найбільш сприятливим. Природне освітлення характеризується коефіцієнтом природної освітленості КПО ( $e_n$ ). КПО – відношення природного освітлення, яке створюється в деякій точці заданої площини всередині приміщення світлом неба, до значення зовнішньої горизонтальної освітленості.

Основною величиною для розрахунку і нормування природного освітлення є коефіцієнт природної освітленості (КПО). Прийняте роздільне нормування КЕО для бічного і верхнього освітлення. Ті місця, що освітлюється тільки бічним світлом, нормується мінімальне значення КЕО в межах робочої зони, що повинно бути забезпечене в точках, найбільше віддалених від вікна.

#### Штучне освітлення.

Штучне освітлення використовується двох систем: загальне або комбіноване. Загальне освітлення – освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення рівномірно або пристосувальне до розташування обладнання. Комбіноване освітлення - додаткове освітлення, при якому до загального освітлення додається ще й місцеве. Місьцеве освітлення - освітлення, яке створюється світильниками, які концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях.

Характеристика зорових робіт – середньої точності.

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 розряд зорової роботи IV, підрозряд «Г».

Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Х-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Х-ка з фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	г	середній великий великий	світлий світлий середній	-	200	4	2,4

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 освітленням, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 4,5 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). Разом з тим необхідно врахувати і недоліки цих ламп: висока пульсація світлого потоку та пов'язана з цим можливість стробоскопічного ефекту; для запалювання та горіння лампи необхідно включення послідовно з ним пускорегулюючих апаратів; працездатність ламп залежить від температури оточуючого середовища, до кінця часу роботи світловий потік зменшується більш ніж на половину від номінального.

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

При експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

#### 5.2.4. Виробничий шум

Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом [9], який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум Загальні вимоги безпеки» (табл. 5.4).

Таблиця 5.4 – Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постійні робочі місця в промислових приміщеннях	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Шум порушує нормальну роботу шлунка, особливо впливає на центральну нервову систему. Для забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщенні, проектом передбачено засоби колективного захисту: акустичні, архітектурно-планувальні й організаційно-технічні.

Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту - «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація».

Для зниження шуму в приміщенні, необхідно:

- безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі;
- для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.

### 5.2.5 Виробничі вібрації

Вібрацією називають механічні коливання пружних тіл або систем, коли відбувається переміщення центра їх ваги в просторі відносно статичного стану. Загальна вібрація передається на тіло через опорні поверхні людини, що стоїть чи сидить (підшви ніг або сідниці). Допустимі рівні загальної вібрації на робочих місцях приймаються за вимогами ДСН 32.23-85 і наведені в табл. 5.5.

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

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.

### 5.2.6 Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори визначаються відповідно до Гігієнічної класифікації праці [1]. Робота монтажника будівельних конструкцій потребує великих 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 взаємне розташування 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 (робота за серією інструкцій); сприймання сигналів з наступним порівнянням фактичних значень параметрів з їх номінальними значеннями. Заключна оцінка фактичних значень параметрів; обробка, перевірка і контроль за виконанням завдання; робота в умовах дефіциту часу.

Сенсорні навантаження: зосередження (%за зміну) – 51-75; щільність сигналів (звукові за 1 год) – 151-300; навантаження на голосовий апарат (протягом тижня) – від 20 до 25.

Емоційне навантаження: ступінь відповідальності за результат своєї діяльності – є відповідальним за функціональну якість допоміжних робіт (завдань). Вимагає додаткових зусиль з боку керівництва (бригадира, майстра тощо).

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

### **5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження безпеки роботи системи електропостачання комплексу первинної обробки і накопичення зерна в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій**

Всі системи електропостачання є досить вразливими до дії загрозливих чинників, що виникають у надзвичайних ситуаціях. Система електропостачання відноситься до стратегічного підприємства з важливими для життя держави завданнями. Тому надзвичайної ваги є питання є забезпечення високої стійкості роботи СЕП.

Дія радіації на матеріали та обладнання залежить в основному від виду випромінювання, дози опромінення, умов навколишнього середовища. Найбільш чутливе до дії іонізуючого випромінювання є електронне обладнання систем управління СЕП. Серед елементів є напівпровідники, блок живлення, блок керування та силові елементи, транзистори, діоди. Через впливи на ізоляцію в трансформаторах можливі замикання обмоток, а відповідно і загорання трансформаторів.

В результаті опромінення системи в регуляторах змінюється струм і коефіцієнти підсилення; в конденсаторах понизиться напруга пробною і опір витоку, зміниться провідність і внутрішнє нагрівання. В ізоляційних і діелектричних матеріалах зміняться такі параметри: електрична провідність та діелектрична провідність.

Серед загрозливих чинників надзвичайних ситуацій особливо великий вплив на СЕП має вплив електромагнітного імпульсу. Він може призвести до загорання чутливих електричних та електронних елементів, зокрема транзисторів та діодів, а також до серйозних порушень в цифрових і контрольних пристроях. Електромагнітний імпульс пробиває ізоляцію, випалює елементи мікросхем, викликаючи коротке замикання. Ці наслідки призводять до пожеж на підприємстві, а в подальшому розвитку і вибухів. Саме тому є необхідність запобігати впливу цього фактору на електричне та електронне обладнання СЕП. Систему управління роботи СЕП комплексу первинної обробки і накопичення зерна застосовують в



багатьох галузях. Їх використовують на вузлах зв'язку, на об'єктах житлово-комунального господарства (ліфти, котельні, трансформаторні), в системах безпеки, а також в промислових потребах. Саме тому розробка подібних систем є перспективною та економічно виправданою.

5.3.1 Дослідження безпеки роботи системи електропостачання комплексу первинної обробки і накопичення зерна в умовах дії іонізуючого випромінювання

У якості критерія стійкості роботи радіоелектронної апаратури використовують граничне значення рівня радіації, яке визначається з формулою:

$$P_{гр} = K \cdot P_{зв} \cdot K_{пос}, \quad (5.1)$$

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

$P_{зв}$  – рівень радіації, який відповідає початку зворотних змін у найменш стійкому елементі пристрою;

$K_{пос}$  – коефіцієнт послаблення радіації ( $K_{пос} = 4$ ).

Макет модуля реєстрації сигналів складається з наступних елементів: резистори, конденсатори, мікросхеми, дисплей. Визначаємо максимальне значення потужності експозиційних доз, при яких можуть відбутися зворотні зміни. Дані заносимо у табл.5.6.

Таблиця 5.6 – Максимально допустимі значення потужностей опромінення елементів печі

№	Блок системи	Елементи РЕА	$P_{зв1}, (P/c)$	$P_{зв}, (P/c)$
1	Блок приймання інформації	Мікросхема	$10^4$	$10^4$
		Резистор	$10^6$	
		Транзистор	$10^6$	
2	Перетворювач повідомлень	Модуль	$10^4$	$10^4$
		Мікросхема	$10^4$	
		Конденсатор	$10^6$	
3	Блок виводу інформації	Роз'єми	$10^4$	$10^4$
		Мікросхема	$10^4$	

Як видно з табл. 5.6 найбільш вразливим елементом є мікросхеми та дисплей.

$$p_{зв} = 10^4 \text{ Р/год.} \quad (5.2)$$

Підставивши значення отримаємо:

$$p_{гр} = 0,5 \cdot 4 \cdot 10^4 = 20000 \text{ (Р/год).}$$

Визначаємо допустимий час роботи РЕА:

$$t_{доп} = \frac{D_{гр} \cdot K_{посл} + 2P_1 \cdot \sqrt{t_{п}}}{2P_1}. \quad (5.3)$$

Підставимо значення у формулу:

$$t_{доп} = \frac{10000 \cdot 4 + 2 \cdot 5,34 \cdot \sqrt{1}}{2 \cdot 5,34} = 3746,32 \text{ (годин).}$$

В умовах дії іонізуючого випромінювання від 0 до 20000 Р/год система електропостачання комплексу первинної обробки і накопичення зерна зможе продовжувати нормальну роботу. При дії максимально допустимого рівня випромінювання час його працездатності буде 3746,32 годин.

5.3.2 Дослідження безпеки роботи системи електропостачання комплексу первинної обробки і накопичення зерна в умовах дії електромагнітного імпульсу

Параметри пристрою:

Напряга живлення  $U_{\text{ж}} = 6\text{В}$ ;

Допустиме відхилення напруги живлення  $N = \pm 5\%$

Розрахунок допустимого коливання напруги живлення модуля за наступною формулою:

$$U_{\text{доп}} = U_{\text{ж}} + \frac{U_{\text{ж}}}{100} \cdot N, \quad (5.4)$$

$$U_{\text{доп}} = 6 + \frac{6}{100} \cdot 5 = 6,3(\text{В}).$$

Плата розташована в горизонтальній площині. Визначаємо максимальну очікувану напругу в горизонтальних ліній з наступної рівності:

$$U_{\text{г}} = \frac{U_{\text{ж}}}{100}. \quad (5.5)$$

$$U_{\text{г}} = \frac{6}{100} = 0,06(\text{В}).$$

Вертикальна складова напруженості електричного поля визначається:

$$U_{\text{г}} = E_{\text{в}} + l_{\text{г}}.$$

$$E_{\text{в}} = \frac{U_{\text{г}}}{l_{\text{г}}},$$

де  $l_{\text{г}}$  – максимальна довжина горизонтального контуру електричної схеми ( $l_{\text{г}} = 0,055\text{м}$ ).

$$E_{\text{в}} = \frac{0,06}{0,055} = 1,09 \text{ (В/м)}.$$

Отже, вертикальна складова напруженості електричного поля становить 1,09 В/м.

#### **5.4 Розробка превентивних заходів по підвищенню безпеки роботи системи електропостачання комплексу первинної обробки і накопичення зерна в умовах надзвичайних ситуацій**

Насичення сучасних технологічних ліній засобами автоматики, телемеханіки, електронної та напівпровідникової технікою значною мірою сприяє вдосконаленню технологічних процесів, але в той же час робить ці процеси більш уразливими до впливу вражаючих факторів. Отже, одночасно з вдосконаленням технологічних процесів виробництва слід вживати необхідних заходів і щодо підвищення їх стійкості.

Необхідна умова надійності технологічного процесу – стійкість системи управління та безперебійне забезпечення всіма видами енергопостачання. У разі виходу з ладу автоматичних систем управління передбачається перехід на ручне управління технологічним процесом у цілому або окремими його ділянками.

Підвищення стійкості систем енергопостачання відіграє значну роль у покращенні стійкості роботи систем. Це досягається проведенням як загальноміських, так і об'єктових інженерно-технічних заходів. Створюються дублюючі джерела електроенергії і подальшого їх закріплення.

Екранування забезпечує захист модуля від дії іонізуючого випромінювання.

Перехідне гасіння енергії електричного поля визначається за формулою:

$$A = 5,2 \cdot t \cdot \sqrt{f} \quad (5.6)$$

де  $t$  – товщина стінки екрану;

$f$  – 1500 Гц

Вертикальна складова напруженості електричного поля на виході екрану визначається:

$$A = 20 \lg \frac{E_B}{E_{Bi}} \quad (5.7)$$

звідси

$$E_{Bi} = \frac{E_B}{10^{\frac{A}{20}}}$$

Для вертикальної складової приймемо товщину стінки екрану 0,35 мм, тоді перехідне згасання енергії електричного поля буде:

$$A_B = 5,2 \cdot 0,35 \cdot \sqrt{1500} = 7,04 \text{ (дБ)}$$

Розраховуємо вертикальну складову напруженості електричного поля на виході екрану:

$$E_{Bi} = \frac{1,09}{10^{\frac{7,04}{20}}} = 0,48 \text{ (кВ/м)}$$

Горизонтальна складова напруженості електричного поля на виході екрану:

$$A = 20 \lg \frac{E_r}{E_{ri}} \quad (5.8)$$

звідси

$$E_{\text{вi}} = \frac{E_{\text{r}}}{10^{\frac{A}{20}}}$$

Нехай для горизонтальної складової товщина стінки екрану буде становити 0,5 мм, тоді перехідне згасання енергії електричного поля буде розраховуватись:

$$A_{\text{r}} = 5,2 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{1500} = 10,06 \text{ (дБ)}$$

Горизонтальна складова напруженості електричного поля визначається:

$$E_{\text{r}} = \frac{U_{\text{r}}}{l_{\text{r}}} \quad (5.9)$$

$$E_{\text{r}} = \frac{0,06}{0,05} = 1,2 \text{ (В/м)}$$

Горизонтальна складова напруженості електричного поля на виході екрану:

$$E_{\text{rвi}} = \frac{1,2}{10^{\frac{10,06}{20}}} = 0,37 \text{ (кВ/м)}$$

Для захисту обладнання доцільно використовувати екранування. Розрахунки показали, що мінімальна товщина екрану має бути 0,35 мм для горизонтальних стінок і 0,5 мм для вертикальних, при яких відповідно горизонтальна і вертикальна складові напруженості електричного поля будуть становити 0,48 та 0,37 кВ/м. Якщо екранувати кожен прилад в лабораторії, то це призведе до того, що екран збільшить габаритні розміри та вагу пристроїв. Крім того довелось б змінювати конструкцію всіх приладів. Тому найкращим рішенням є екранування самих лабораторних приміщень, де знаходиться радіоелектронна апаратура.

## 5.5 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 на заводі.

У розділі було розглянуто принцип дії іонізуючого випромінювання та електромагнітного імпульсу на радіоелектронну апаратуру. Крім того, було проведено дослідження безпеки роботи системи електропостачання комплексу первинної обробки і накопичення зерна в умовах дії іонізуючого випромінювання. Була складена таблиця максимально допустимих значень потужностей доз електромагнітного імпульсу для елементів радіоелектронної апаратури, на основі якої було розраховано граничне значення рівня радіації, яке склало 20000 Р/год для миттєвого відказу.

Крім того у розділі було розроблено заходи по підвищенню стійкості роботи системи електропостачання комплексу первинної обробки і накопичення зерна до дії загрозливих чинників в НС. Такими заходами є підвищення стійкості будівель, забезпечення додаткового електропостачання та використання захисних екранів. При товщині вертикальної стінки екрану 1 мм вертикальна складова напруженості електричного поля буде 0,37 кВ/м.

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи було проведено аналіз та оптимізацію системи електропостачання комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке». Категорія надійності електропостачання – II. Кабельні лінії 10 кВ від ПС 110/35/10 Хмільник (16+10 МВА) по Ф-1 від РУ-10 кВ ТП-439 та ПС 110/10 Курортна (10 МВА) по Ф-7 до запроєктованої 2КТПГС-1000,1000/10/0,4 потрібно прокласти в траншеї на глибині не менше 0,8 м. Перед прокладкою 2-х живлячих броньованих кабелів ААБл-3х120 мм<sup>2</sup> потрібно зробити підсіпку на дно траншеї, а зверху прокладених кабелів засіпку шаром землі, що не містить каміння, будівельного сміття і шлаку, завтовшки не менше 100мм. Відстань по горизонталі в світу між паралельно прокладеними кабелями повинна бути не менше 100 мм. Кабелі прокласти в азбестоцементних трубах Ø100 мм з дотриманням всіх габаритів.

В зв'язку з розширенням елеватора передбачено перенести з території забудови КЛ-10кВ Ф-7 від ПС “Курортна” згідно з планом електромереж. Кабельну лінію 10 кВ від ТП-439 до нового місця установки 2КТПГС подовжити за допомогою з'єднувальної муфти, проклавши її в траншеї глибиною не менше 0,8 м. Перед прокладкою кабелю 10кВ ААБл-3х120 потрібно зробити підсіпку на дно траншеї, а зверху прокладеного кабелю засіпку шаром землі, що не містить каміння, будівельного сміття і шлаку, завтовшки не менше 100 мм. В межах охоронної зони КЛ-10кВ (1м по обидва боки траси) забороняється скидати великі вантажі, виливати кислоти та луги, влаштовувати різні звалища, в т.ч. звалища шлаку і снігу. Радіус повороту кабелю ААБл-10кВ має бути не менше 750 мм. Захист від механічних пошкоджень кабелю виконати звичайною глиняною цеглою вздовж всієї траси. Для укладення в траншеї з'єднувальної муфти використати обладнання компенсаторів (запас кабелю по довжині) в горизонтальній площині, що забезпечує ремонт муфти та її розвантаження від тягіння кабелю. Запас кабелю в компенсаторі у з'єднувальної муфти прийняти 350 мм. Передбачається будівництво КТПГС з двома трансформаторами 10/0,4 кВ 2хТМ-1000 кВА, двох ввідних і





питання з накопиченням відходів у кількості, що була б достатня для забезпечення роботи сушарки на елеваторі. Термін окупності для різних елеваторів може відрізнятися. Але за нормального режиму роботи ймовірність повернення коштів, вкладених у модернізацію елеватора, вже в перший сезон досить висока.

В економічній частині роботи проведено розрахунок основних показників спроектованої СЕП, визначено величину капітальних вкладень та плати підприємством за електроенергію. Собівартість електроенергії для заводу складає 516 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 елеваторі та розроблені ефективні заходи для покращення даних показників.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Правила улаштування електроустановок. Харків: Міненерговугілля України, 2017. 617с.
2. ГОСТ 14209-97 «Керівництво з навантаження силових масляних трансформаторів»: веб-сайт. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=77094](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=77094) (дата звернення 01.06.2022)
3. 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](http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=25837) (дата звернення 01.06.2022)
4. 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](https://standartgost.ru/g/pkey-14294817093/%D0%A0%D0%94_153-34.0-15.501-00) (дата звернення 01.06.2022)
5. Бурбело М.Й. Розрахунок внутрішнього електропостачання: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2017. 122 с.
6. РТМ 36.18.32.4-92 - «Методика розрахунку електричних завантажень». веб-сайт. URL: <https://profsector.com/media/catalogs/57ea1c8c988b2.pdf> (дата звернення 01.06.2022)
7. Бурбело М. Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків: навчальний посібник. Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2005. 148 с.
8. Камінський А. В., Мокін Б. І. Математичне та комп'ютерне моделювання процесів оптимізації центрування електричних мереж: монографія. Вінниця: Універсум Вінниця, 2005. 122с.
9. Каталог конденсаторних установок: веб-сайт. URL: <http://www.krenri.com.ua/-prod02.php> (дата звернення 01.06.2022)
10. Кабельно-провідникова продукція: веб-сайт. URL: <http://ibud.ua/ua/catalog/kabelno-provodnikovaya-produktsiya-1189> (дата звернення 01.06.2022)
11. Трансформатори силові: веб-сайт. URL: <http://www.budnet.com.ua/aboutcommodity.php?FirmCommodityID=4099> (дата звернення 01.06.2022)
12. Експлуатація освітлювальних установок: веб-сайт. URL: <http://life->

prog.ru/ukr/1\_954\_ekspluatatsiya-osvitlyuvalnih-ustanovok.html (дата звернення 01.06.2022)

13. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования / за ред. Ю.Г.Барыбин. Москва: Энергоатомиздат, 1991. 464 с.

14. 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](http://forca.com.ua/knigi/navchannya/konspekt-lekcii-z-kursu-elektrichni-sistemi-i-merezhi_11.html) (дата звернення 01.06.2022)

15. Барыбин Ю.Г., Бабаханян И.С., Бейдер А.А. Справочник по проектированию электроснабжения: довідник. Москва, 1990. 576 с.

16. Неклепаев Б. Н., Крючков И. П. Электрическая часть электростанций и подстанций: навч. посіб. Москва, 1989. 607 с.

17. Правила установки электроустановок. Харків: Індустрія, 2007. 416 с.

18. Власов Б. В., Ковалев А. П. Автоматизированные системы управления предприятиями массового производства: навч. посіб. Москва, 1987. 423 с.

19. Гельман Г. А. Автоматизированные системы управления электроснабжением промышленных предприятий: навч. посіб. Москва: Энергоатомиздат, 1984. 255 с.

20. Гордеев В.И. Регулирование максимума нагрузки промышленных электрических сетей. Экономия топлива и электроэнергии: навч. посіб. Москва: Энергоатомиздат, 1986. 184 с.

21. 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 01.06.2022)

22. Демов О.Д. Економія електроенергії на промислових підприємствах. Вінниця: ВНТУ, 2006. 95 с.

23. Кобилянський О.В., Терещенко О.П. Методичні вказівки относительно опрацювання розділу «Охорона праці» в дипломних проектах і роботах студентів електротехнічних спеціальностей. В.: ВНТУ, 2003. 46 с.

24. Справочник по охране труда на промышленном предприятии / Ткачук К.Н., Иванчук Д.Ф., Сабарно Р.В., Степанов А.Г. Киев: Техника, 1991. 285 с.

25. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень: веб-сайт. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972> (дата звернення 01.06.2022)

26. ГОСТ 12.0.003 - 74. Система стандартів безпеки праці. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори: веб-сайт. URL: [http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id\\_doc=48127](http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=48127) (дата звернення 01.06.2022)

27. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартів безпеки праці. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони: веб-сайт. URL: [http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id\\_doc=6264](http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=6264) (дата звернення 01.06.2022)

28. ДНАОП 0.03-3.01-71. Санітарні норми проектування промислових підприємств: веб-сайт. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=22186](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=22186) (дата звернення 01.06.2022)

29. Борьба с шумом на производстве / за. ред. Е. Я. Юдина. Москва: Машиностроение, 1985. 400 с.

30. ГОСТ 12.1.008-83. Шум. Загальні вимоги безпеки: веб-сайт. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=48130](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=48130) (дата звернення 01.06.2022)

31. СН 32.23-85. Санітарні норми допустимого шуму на робочих місцях: веб-сайт. URL: [https://dnaop.com/html/43077/doc-%D0%94%D0%9D%D0%90%D0%9E%D0%9F\\_3223-85](https://dnaop.com/html/43077/doc-%D0%94%D0%9D%D0%90%D0%9E%D0%9F_3223-85) (дата звернення 01.06.2022)

32. ГОСТ 12.1.012-90. Вибрационная безопасность: веб-сайт. URL: [http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id\\_doc=48132](http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=48132) (дата звернення 03.06.2022)

33. ГОСТ 12.1.012.-90. Система стандартів безпеки праці. Вібраційна безпека. Загальні вимоги: веб-сайт. URL: [http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id\\_doc=48132](http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=48132) (дата звернення 01.06.2022)

34. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. : веб-сайт. URL: <http://kbu.org.ua/assets/app/documents/dbn2/95.1.%20%D0%94%D0%91%D0%9D%20%D0%92.2.5-28-2006.%20%D0%9F%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B5%20%D1%96%20%D1%88%D1%82%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%B5%20%D0>

%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F.pdf (дата звернення 01.06.2022)

35. ОНТП 24-86. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной опасности: веб-сайт. URL: [https://dnaor.com/html/2590/doc-%D0%9E%D0%9D%D0%A2%D0%9F\\_24-86](https://dnaor.com/html/2590/doc-%D0%9E%D0%9D%D0%A2%D0%9F_24-86) (дата звернення 01.06.2022)

36. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення: веб-сайт. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=79885](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885) (дата звернення 01.06.2022)

37. ДСТУ 8828:2019. Пожежна безпека: веб-сайт. URL: <https://dwg.ru/dnl/15125> (дата звернення 02.06.2022)

38. ДСТУ 8829:2019. Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація: веб-сайт. URL: <https://www.alutal.com.ua/wp-content/uploads/2021/02/dstu-8829-2019-1.pdf> (дата звернення 02.06.2022)

39. ДСТУ Б В.1.1-36. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек: веб-сайт. URL: [https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu\\_b\\_v\\_1\\_1\\_36/5-1-0-1759](https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759) (дата звернення 01.06.2022)

40. ДБН В.1.1-7. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги: веб-сайт. URL: [http://www.poliplast.ua/doc/dbn\\_v.1.1-7-2002.pdf](http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.1.1-7-2002.pdf) (дата звернення 04.06.2022)

41. Наказ Міністерства внутрішніх справ України «Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників»: веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text> (дата звернення 03.06.2022)

42. ГОСТ 12.1.030-81. Електробезпека. Захисне заземлення. Занулення : веб-сайт. URL: [http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id\\_doc=7051](http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=7051) (дата звернення 03.06.2022)

43. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014.

44. 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. 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->.

45. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.

46. НПАОП 40.1-1.32-01 (ДНАОП 0.00-1.32-01) Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок (Правила устройства электроустановок. Электрооборудование специальных установок). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.

47. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.

48. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.

49. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=79885](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885)

50. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.

51. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>

# Додатки



## Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

УЗГОДЖЕНО

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри ЕСЕЕМ

\_\_\_\_\_ 2022р.  
“    ”

д.т.н., проф. Бурбело М.Й.  
\_\_\_\_\_ 2022 р.  
“    ”

### ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему:

ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ КОМПЛЕКСУ  
ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ ТА НАКОПИЧЕННЯ ЗЕРНА ТОВАРИСТВА З  
ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ХМІЛЬНИЦЬКЕ»,  
МІСТО ХМІЛЬНИК

Науковий керівник:

к.т.н., доц. Шулле Ю.А.

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Виконавець: студент гр. ЕСЕ-21м

Мацедонський О.Б.

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Вінниця 2022 р.

## 1. ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (МКР)

Робота виконується на підставі наказу ВНТУ за № 203 від 14.09.2022р.

Дата початку роботи 23.09.2022р.

Дата закінчення роботи 12.12.2022р.

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

а) мета: оптимізація системи електропостачання комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке» шляхом прийняття оптимальних рішень, що дозволить суттєво поліпшити технічні й економічні характеристики функціонування СЕП.

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 Терешкевич Л.Б., Демов О.Д., Шулле Ю.А. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи студентами спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Вінниця: ВНТУ, 2016 р.

3.2 Лисенко Г.Л., Буда А.Г., Обертюх Р.Р. Методичні вказівки до оформлення дипломних проєктів (робіт) у Вінницькому національному технічному університеті. Вінниця: ВНТУ, 2006 р.

3.3. Бурбело М. Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків. Вінниця: ВНТУ, 2005 р.

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 дослідження		
4.2 Проведення дослідних розрахунків		
4.3 Розробка робочих креслень		
4.4 Написання розрахунково-пояснювальної записки і захист магістерської роботи		

#### 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

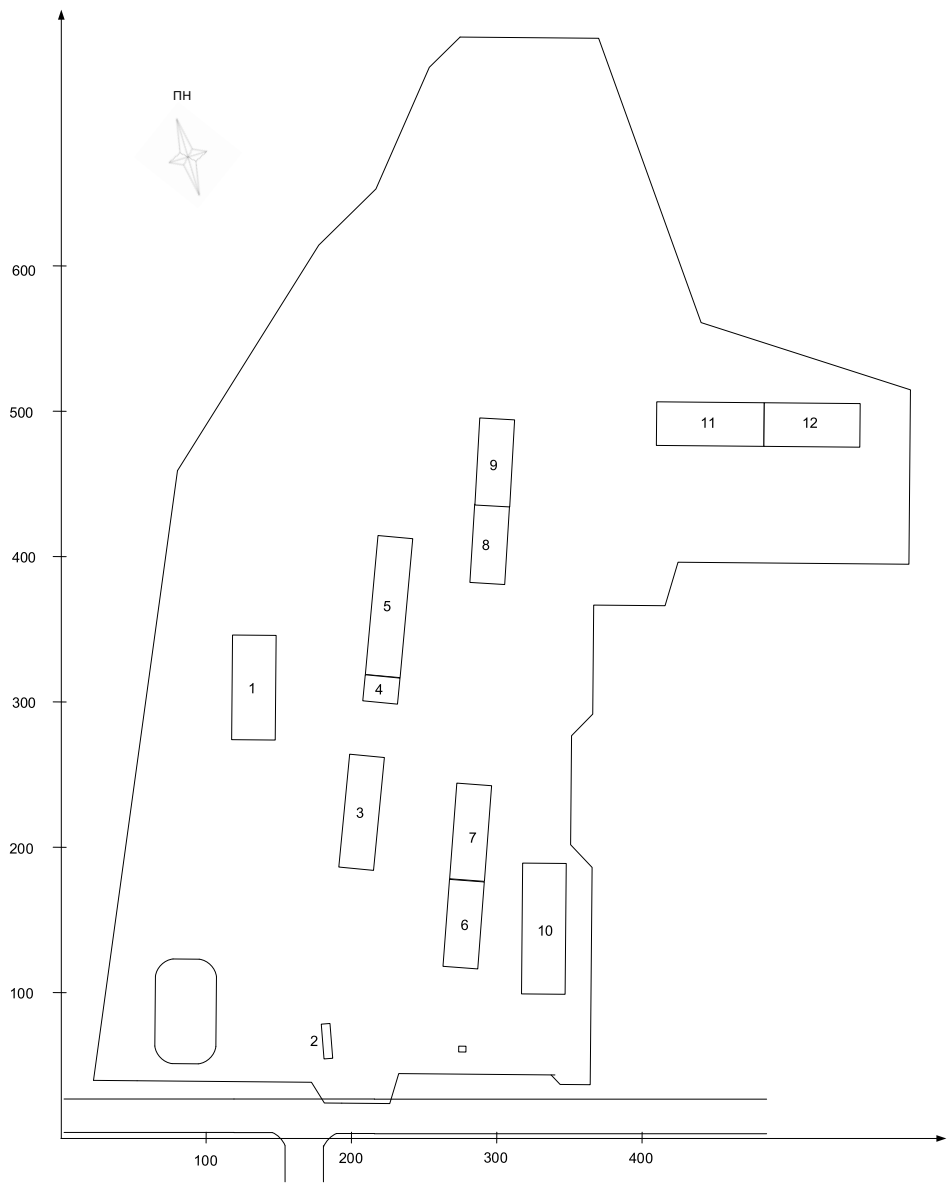
##### 7.1 Дані про патентоспроможність

Не передбачається

#### 8 ОЧІКУВАНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ

Не передбачається

**Додаток Б**  
**Вихідні дані**



**Рисунок Б.1 – Генеральний план комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке», місто Хмільник**

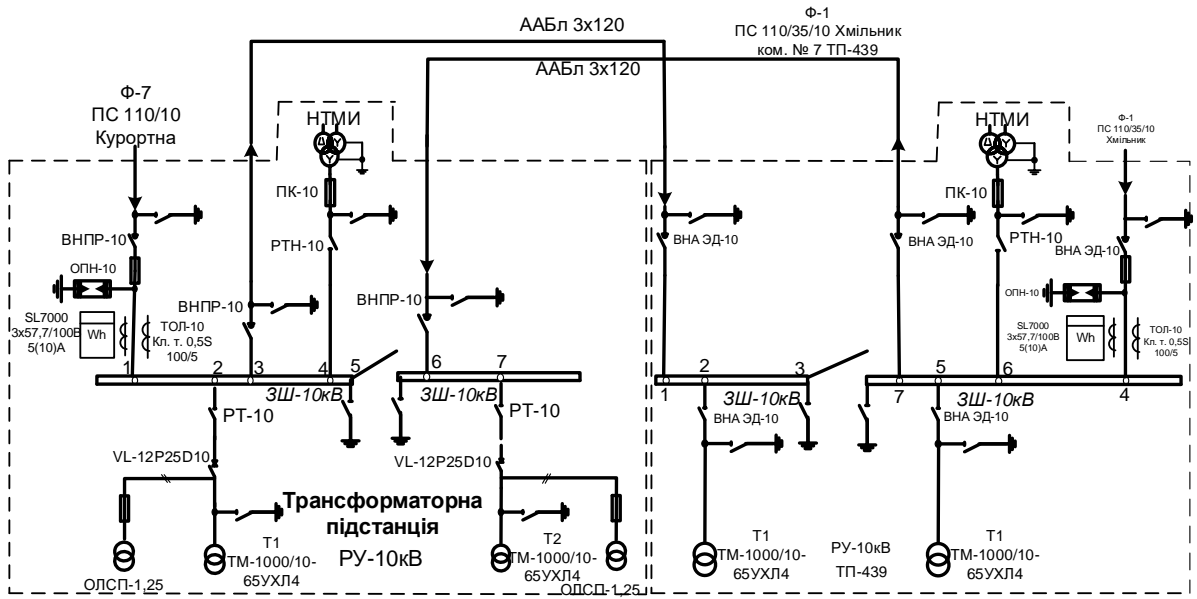
Таблиця Б.1 – Відомості про електричні навантаження комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке», місто Хмільник

№	Цех	P <sub>н</sub> ,кВт
1	Елеваторний	300
2	Адмінбудівля	45
3	Крупцех	215
4	Вагова	80
5	Ремонтний цех	85
6	Цех БВД	135
7	Комбізавод	165
8	Пилорама	80
9	Майстерня	75
10	Гараж	55
11	Склад 1	40
12	Склад 2	40
Всього		1315



# Додаток Г

## Однолінійна схема електропостачання підприємства



# Додаток Д

## Матеріали роботи

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

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
на тему:  
**Оптимізація системи електропостачання комплексу первинної обробки та накопичення зерна Товариства з обмеженою відповідальністю «Хмільницьке», місто Хмільник**

Виконав: студент 2 курсу, групи ЕСЕ-21м

Мацедонський О. Б.

(прізвище та ініціали)

Керівник Шульє Ю. А.

(прізвище та ініціали)

Вінниця ВНТУ – 2022

*Актуальність теми.* Складність питань проектування систем електропостачання промислових підприємств полягає в оптимальному, раціональному та ефективному вирішенні цієї проблеми. Саме комплексне рішення даної задачі в сукупності з необхідними вимогами і стандартами електропостачання дозволяють економічно і технічно грамотно працювати всьому підприємству.

Дана магістерська кваліфікаційна робота саме присвячена оптимізації системи електропостачання комплексу первинної обробки та накопичення зерна Товариства з обмеженою відповідальністю «Хмільницьке», місто Хмільник. Дана актуальна задача буде реалізована заданою шляхом оптимізації самої системи електропостачання, а саме вибором:

- оптимальної кількості та потужності трансформаторів цехових ТП;
- оптимальних перерізів провідників електромереж;
- оптимального розміщення трансформаторних підстанцій.

*Мета і завдання дослідження.* Метою магістерської кваліфікаційної роботи є оптимізація системи електропостачання комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке» шляхом прийняття оптимальних рішень, що дозволить суттєво поліпшити технічні й економічні характеристики функціонування СЕП.

Для досягнення поставленої мети у роботі розв'язуються задачі:

- виконати автоматизований розрахунок оптимальних потужностей трансформаторів цехових ТП;
- здійснити автоматизований розрахунок оптимальних перерізів провідників електричних мереж;
- виконати автоматизований розрахунок оптимального розміщення трансформаторних підстанцій;
- зробити автоматизований розрахунок оптимальних потужностей конденсаторних установок;
- проаналізувати можливість використання біомаси для енергетичних потреб на елеваторі.

*Об'єкт дослідження* – система електропостачання комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке».

*Предмет дослідження* – елементи схеми й електричні режими в системі електропостачання комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке».

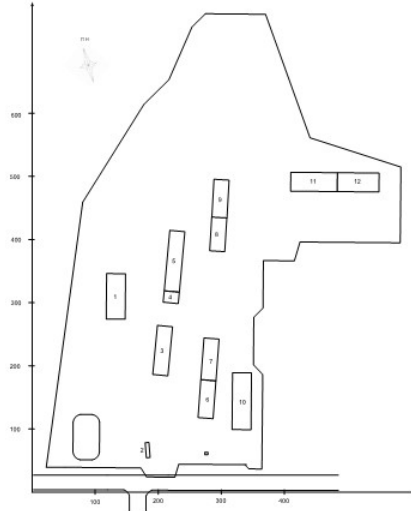
*Наукова новизна одержаних результатів.* Оптимізовано систему електропостачання комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке», а саме, шляхом автоматизованого вибору оптимальних потужностей трансформаторів цехових ТП, перерізів провідників електричних мереж, оптимального розміщення трансформаторних підстанцій та аналізу можливості використання біомаси для енергетичних потреб на елеваторі.

*Практичне значення одержаних результатів:* практична реалізація отриманих рішень дозволить оптимізувати електропостачання та підвищити енергоефективність системи електропостачання комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке»; забезпечити відповідність характеристик елементів СЕП нормальним та аварійним електричним режимам, зменшити витрати електроенергії.



# Загальні відомості про підприємство

Дані про електричне навантаження елеватора



Генплан елеватора

№	Цех	P <sub>н</sub> , кВт
1	Елеваторний	300
2	Адмінбудівля	45
3	Крущех	215
4	Вагова	80
5	Ремонтний цех	85
6	Цех БВД	135
7	Комбізавод	165
8	Пилорама	80
9	Майстерня	75
10	Гараж	55
11	Склад 1	40
12	Склад 2	40
Всього		1315

Комплекс первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке» по ступеню надійності електропостачання належить до споживачів 2-ї категорії.  
 Напряга електричної мережі – 10 кВ.  
 Електропостачання виконується від РУ-10 кВ існуючої ТП-439 Ф-1 ПС «Хмільник» та КЛ-10 кВ Ф-7 ПС «Курортна».  
 Час використання максимального навантаження T<sub>м</sub>=4000 год/рік.  
 Потужність КЗ зі сторони 10 кВ S<sub>кз</sub>=55 МВА.  
 Час максимальних втрат t<sub>м</sub>=2405,286 год/рік.  
 Вхідна РП встановлена Q<sub>вх</sub>=295 квар.

## Визначення оптимальних потужностей ТП

№	Цех	Середнє навантаження					Осередковане навантаження					Ос. навантаження		Середнє навантаження					Розрахункове навантаження					ρ <sub>ср</sub>
		P <sub>н</sub>	cos φ	tg φ	κ <sub>п</sub>	κ <sub>в</sub>	Плотт	Клп	Ршт	Клр	т <sub>р</sub>	Р <sub>о</sub>	Q <sub>о</sub>	Р <sub>с</sub>	Q <sub>с</sub>	Р <sub>с</sub>	Q <sub>с</sub>	Р <sub>с</sub>	Q <sub>с</sub>	Р <sub>с</sub>	Q <sub>с</sub>	Р <sub>с</sub>	Q <sub>с</sub>	
1	Елеваторний	300	0,7	1,02	0,68	0,53	3160	0,95	0,011	1,20	0,43	27,09	11,65	188,09	173,88	254,67	231,09	219,77	218,90	0,15				
2	Адмінбудівля	45	0,7	1,02	0,4	0,35	400	0,8	0,02	1,30	0,43	8,32	3,38	24,07	19,65	31,07	26,32	21,04	34,27	0,09				
3	Крущех	215	0,9	0,48	0,63	0,53	1872	0,95	0,015	1,20	0,43	11,34	13,48	142,29	68,66	160,70	166,79	79,68	114,58	0,10				
4	Вагова	80	0,8	0,75	0,6	0,54	432	0,8	0,012	1,1	0,43	4,56	1,96	47,16	34,38	58,84	52,56	37,96	64,84	0,15				
5	Ремонтний цех	85	0,8	0,75	0,5	0,43	2304	0,95	0,012	1,2	0,43	31,52	13,55	68,07	40,97	79,45	74,02	45,43	86,85	0,04				
6	Цех БВД	135	0,5	1,73	0,52	0,42	1440	0,88	0,016	1,2	0,43	24,53	10,48	81,03	108,07	155,55	194,73	152,95	162,40	0,11				
7	Комбізавод	165	0,5	1,73	0,5	0,41	1584	0,87	0,011	1,2	0,43	18,19	7,82	85,84	125,00	151,63	190,69	150,72	181,26	0,11				
8	Пилорама	80	0,8	0,75	0,5	0,32	1206	0,85	0,015	1,3	0,43	21,48	9,24	47,08	38,44	55,00	61,48	36,24	72,93	0,06				
9	Майстерня	75	0,7	1,02	0,65	0,20	1440	1,86	0,016	1,3	0,43	35,71	23,96	70,71	39,26	80,88	104,48	73,69	117,84	0,09				
10	Гараж	55	0,5	1,73	0,35	0,15	2700	0,95	0,01	1,1	0,43	28,22	12,13	36,47	28,42	41,03	47,47	45,47	65,71	0,02				
11	Склад 1	40	0,5	1,73	0,4	0,10	1514	0,87	0,01	1,1	0,43	14,49	6,23	22,00	19,19	29,40	30,49	33,94	45,63	0,03				
12	Склад 2	40	0,5	1,73	0,4	0,19	1625	0,87	0,01	1,1	0,43	15,53	6,69	23,15	19,83	30,50	31,55	34,40	46,68	0,03				
13	Всього	1315							0,42	1876,11			380,79	120,74	837,64	794,52	2064,51	2064,41	174,04	1316,44	0,07			

Таблична форма розрахунку електричних навантажень елеватора

№	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	І	К	Л	М	О		
1	Вибір оптимальної потужності ТП за мінімумом затрат													
2	Дані нормального режиму													
3	Розрахована потужність ТП, кВА	S <sub>р</sub> = 1116,44												
4	Середня потужність ТП, кВА	S <sub>ср</sub> = 1094,531												
5	Кількість трансформаторів	k <sub>тп</sub> = 2												
6	Дієльний коефіцієнт навантаження в нормальному режимі	k <sub>п</sub> = 1												
7	Коефіцієнт використання	k <sub>в</sub> = 1												
8	Питома вага втрат, град/кВт	В <sub>вт</sub> = 11104,84												
9	Коефіцієнт ефективності капіталовкладень	Е <sub>е</sub> = 0,1												
10	Коефіцієнт врахування на амортизацію	Е <sub>ам</sub> = 0,036												
11	Вибір оптимальної потужності ТП за мінімумом затрат													
12	*	S <sub>тп</sub> , кВА	dP <sub>кз</sub> , кВт	dP <sub>вт</sub> , кВт	К <sub>тп</sub> , тис. грн	E <sub>кз</sub> , тис. грн	dP <sub>кз</sub> , кВт	dP <sub>вт</sub> , кВт	dP <sub>кз</sub> , кВт	В <sub>вт</sub> , тис. грн	Σ, тис. грн	*	X	об'єкт, 1
13		63	1,28	0,21	212,51	29,31	279,45	0,48	279,93	3164,54	---	---	---	---
14		100	1,97	0,33	228,85	31,12	170,70	0,60	171,36	1917,22	---	---	---	---
15		100	3,1	0,51	246,26	33,49	104,93	1,02	105,91	1197,23	---	---	---	---
16		250	4,2	0,74	289,20	39,33	58,23	1,48	59,71	675,00	---	---	---	---
17		400	5,9	0,95	343,90	46,77	31,95	1,90	33,85	382,70	---	---	---	---
18		630	8,5	1,31	459,50	62,492	18,56	2,62	21,18	239,40	301,896	+	+	---
19	V	1000	10,5	2,1	505,80	68,79	9,10	4,20	13,30	150,34	219,12	V	+	+
20		1600	18	2,8	640,20	87,07	6,99	5,60	11,69	132,18	219,25	+	+	---
21		2500	23,5	3,85	720,30	97,96	3,26	7,70	10,96	123,88	211,84	+	+	---
22														Вибір
23														Opt. Пот. Трансформаторів
														S <sub>тп</sub> = 1000

Таблична форма для автоматизованого вибору потужності ТП елеватора

Як видно з розрахунків для ЦТП оптимальним є варіант, коли потужність трансформаторів ТП складає 1000 кВА.

№	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1		№ ТП	S <sub>ном.т.</sub> , кВА	kt	dP <sub>кз</sub> , кВт	dP <sub>вт</sub> , кВт	I <sub>кз</sub> , %	U <sub>кз</sub> , %	P <sub>р</sub> , кВт	Q <sub>р</sub> , кВт	S <sub>р</sub> , кВА	dP <sub>тп</sub> , кВт	dQ <sub>тп</sub> , кВт	dS <sub>тп</sub> , кВА	P <sub>тп</sub> , кВт	Q <sub>тп</sub> , кВт
2		1	1000	2	2,1	10,5	1,4	6	984,4	874,0	1316,4	13,3	80,0	81,1	997,71	954,03

Розрахунок втрат потужності в ТП

## Визначення оптимального перерізу ліній живлення

№	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Початкові дані															
2	Економічні характеристики															
3	Цінова вартість втрат, грн/кВтг	Вс=11304,8														
4	Коефіцієнт ефективності використання кабельних ліній	Еф=0,1														
5	Коефіцієнт відривування на амортизацію	Еам=0,04														
6	Нормальний режим															
7	Максимально доп. коефіцієнт навантаження в н.пр.	Кдоп=0,87														
8	Напруга, кВ	U=10														
9	Довжина КЛ, км	L=1														
10	Активна розрахункова потужність, кВт	P=997,71														
11	Реактивна потужність, квар	Q=954,03														
12	Розрахунковий струм окремого кабелю, А	I=39,8497														
13	Кількість кабелів	K=2														
14	Допустима втрата напруги в КЛ, %	ΔUдоп=5														
15	Аварійний режим															
16	Струм КЗ на початку лінії, кА	Iкз=3,694														
17	Привалений час КЗ, с	tп=1,5														
18	Тепловий коефіцієнт C, (А°С <sup>-1</sup> )/мм <sup>2</sup>	C=90														
19	Мінімальний переріз лінії за умовою КЗ, мм <sup>2</sup>	Fкз=10,2744														
20																
21																
22																
23																
24																
25	F, мм <sup>2</sup>	Rв, Ом/км	Xв, Ом/км	Iдоп, А	ΔUв, %	Кс	ΔP	K	°К, т.гр	Вн, т.гр	Δ, т.гр	Доп	Кдоп*Is	ΔUв<=	F<=	Fкз
26	16	1,94	0,113	75	1,02	31,01	9,24	62,02	8,68	208,96	-	недоп	-	-	-	-
27	25	1,24	0,099	90	0,67	44,67	5,91	89,84	12,51	133,56	-	недоп	-	-	-	-
28	35	0,89	0,095	115	0,49	58,39	4,24	116,79	16,35	95,98	-	недоп	-	-	-	-
29	50	0,62	0,09	140	0,35	73,08	2,95	146,17	20,66	66,78	-	недоп	-	-	-	-
30	70	0,443	0,086	165	0,26	133,63	2,11	267,25	37,42	47,72	85,13	доп	-	-	-	-
31	95	0,326	0,083	205	0,20	167,26	1,55	334,53	48,83	35,11	81,95	доп	-	-	-	-
32	120	0,238	0,081	240	0,17	186,55	1,29	372,70	23,18	27,79	79,97	доп	-	-	-	-
33	150	0,206	0,079	275	0,14	229,75	0,98	459,49	64,33	22,19	86,52	доп	-	-	-	-
34	185	0,167	0,077	310	0,12	309,33	0,80	618,66	86,61	17,99	104,60	доп	-	-	-	-
35	240	0,129	0,075	355	0,10	429,01	0,61	858,02	120,12	13,89	134,02	доп	-	-	-	-
36																
37																

Для комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке» зовнішня мережа 10 кВ виконується двома силовими кабелями ААБЛ 3х120 від РУ-10 кВ ТП-439 Ф-1 ПС «Хмільник» та КЛ-10 кВ Ф-7 ПС «Курортна».

ААБЛ-10 – паперово-ізолюваний алюмінієвий трижильний кабель з сталюалюмінієвим захисним покривом та лавсановою стрічкою на напругу 10 кВ.

5

## Визначення оптимальних перерізів КЛ

№	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Початкові дані															
2	Економічні характеристики															
3	Цінова вартість втрат, грн/кВтг	Вс=11304,8														
4	Коефіцієнт ефективності використання кабельних ліній	Еф=0,1														
5	Коефіцієнт відривування на амортизацію	Еам=0,04														
6	Нормальний режим															
7	Максимально доп. коефіцієнт навантаження в н.пр.	Кдоп=0,87														
8	Напруга, кВ	U=10														
9	Довжина КЛ, км	L=1														
10	Активна розрахункова потужність, кВт	P=994,41														
11	Реактивна потужність, квар	Q=954,03														
12	Розрахунковий струм окремого кабелю, А	I=39,5732														
13	Кількість кабелів	K=2														
14	Допустима втрата напруги в КЛ, %	ΔUдоп=5														
15	Аварійний режим															
16	Струм КЗ на початку лінії, кА	Iкз=3,4817														
17	Привалений час КЗ, с	tп=1,5														
18	Тепловий коефіцієнт C, (А°С <sup>-1</sup> )/мм <sup>2</sup>	C=90														
19	Мінімальний переріз лінії за умовою КЗ, мм <sup>2</sup>	Fкз=47,3806														
20																
21																
22																
23																
24																
25	F, мм <sup>2</sup>	Rв, Ом/км	Xв, Ом/км	Iдоп, А	ΔUв, %	Кс	ΔP	K	°К, т.гр	Вн, т.гр	Δ, т.гр	Доп	Кдоп*Is	ΔUв<=	F<=	Fкз
26	16	1,94	0,113	75	0,020	31,01	0,36	1,24	0,17	4,12	-	недоп	-	-	-	-
27	25	1,24	0,099	90	0,013	44,67	0,23	1,79	0,25	2,69	-	недоп	-	-	-	-
28	35	0,89	0,095	115	0,010	58,39	0,17	2,34	0,33	1,89	-	недоп	-	-	-	-
29	50	0,62	0,09	140	0,007	73,08	0,12	2,92	0,41	1,32	1,73	доп	-	-	-	-
30	70	0,443	0,086	165	0,005	133,63	0,08	5,35	0,75	0,94	1,69	доп	-	-	-	-
31	95	0,326	0,083	205	0,004	167,26	0,06	6,69	0,94	0,69	1,63	доп	-	-	-	-
32	120	0,238	0,081	240	0,003	186,55	0,05	7,45	1,04	0,55	1,59	доп	-	-	-	-
33	150	0,206	0,079	275	0,003	229,75	0,04	8,19	1,29	0,44	1,72	доп	-	-	-	-
34	185	0,167	0,077	310	0,002	309,33	0,03	12,37	1,73	0,35	2,09	доп	-	-	-	-
35	240	0,129	0,075	355	0,002	429,01	0,02	17,16	2,40	0,274	2,68	доп	-	-	-	-
36																
37																

Для ТП комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке» доцільно вибрати кабель марки АВБШВ, перерізом 120 мм<sup>2</sup>.

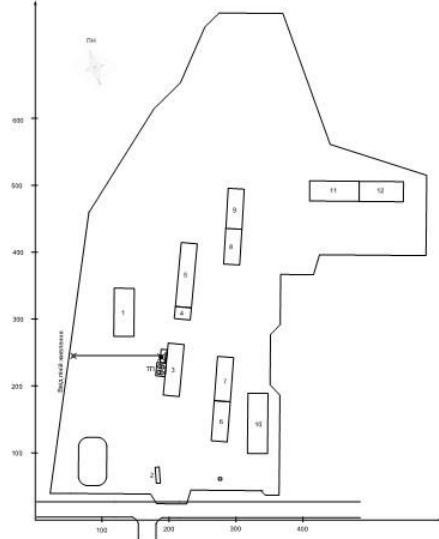
АВБШВ – алюмінієвий кабель із чотирма ізолюваними жилами, покритий сталевими стрічками, у загальній ПВХ оболонці.

6

## Визначення оптимальних координат розміщення ЦРП

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M		
1	Технічні характеристики мережі														
2	Напруга зовнішньої лінії живлення, кВ														
3	Метрика зовнішньої лінії (Е чи НЕ)											МетрикаА	Е		
4	Метрика розподільної мережі (Е чи НЕ)											МетрикаР	НЕ		
5	Економічні характеристики мережі														
6	Лінійні втрати, що не залежать від перерізу КЛ, тис. грн/км														
7	Лінійні втрати, що залежать від перерізу зовнішньої КЛ тис. грн/км														
8	Лінійна вага, тис. грн/км														
9	Коефіцієнт ефективності капіталовкладень														
10	Коефіцієнт відрахувань на амортизацію														
11	Коефіцієнт відрахувань на амортизацію жилоних ліній														
12	Лінійні живлення														
13	X, м	Y, м	F, км <sup>2</sup>	k	P, кВт	Q, кВт	I, А	Re, Ом/км	Ко, т. грн/км	L, м	Σ, тис. грн				
14	ЖЛ	58	245	120	2	997.71	954.03	39.85	0.258	186.35	130.00	7.08			
15	ТТЛ	187.6	224.5	120	2	984.41	954.03	39.57	0.258	186.35	20.90	1.13			
16	Сумарні річні приведені затрати в мережу, тис. грн											Σ	8.21		
17	Кординати ЦЕН, м											Xo =	188	Yo =	245

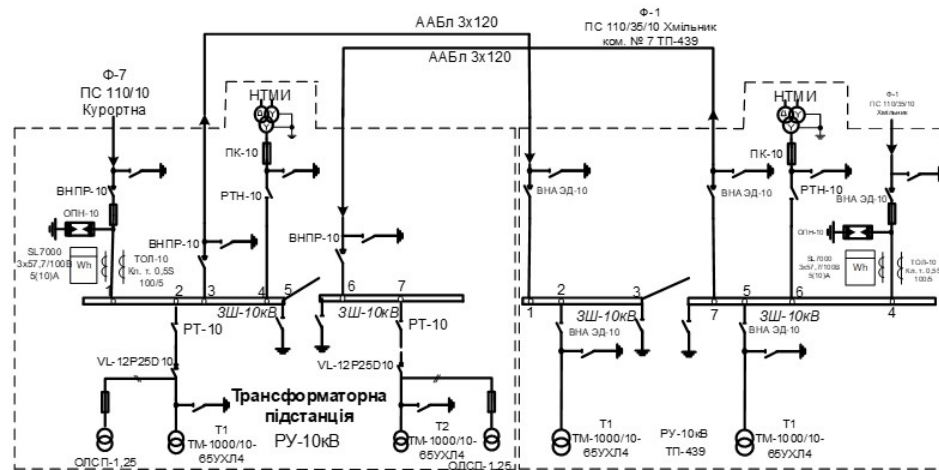
Розрахунок оптимального місця розташування центру мережі комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке» показав, що координати в яких встановлення ЦРП забезпечить мінімальні річні приведені затрати це:  $x=188$  м;  $y=245$  м.



Генплан комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке»

7

## Однолінійна схема електропостачання комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке»



8

## Біомаса – економічно вигідне джерело енергії для елеваторів

В роботі було проаналізовано основні аспекти використання біомаси як альтернативи природному газу на елеваторі. Сьогодні, саму можливість спалювання біомаси з метою заміщення газу не ставлять під сумнів більшість компаній елеваторної галузі.

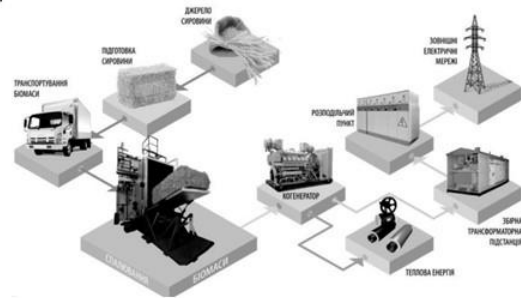
В процесі роботи елеватора виникають відходи – біомаса, яку можна використати для тваринницьких ферм, чи в якості палива. Біомаса – найбільш перспективне відновлюване джерело енергії.

Потенціал біомаси суттєво перевищує потреби конкретного елеватора. Основне завдання, яке потрібно реалізувати, – вирішити питання з накопиченням відходів у кількості, що була б достатня для забезпечення роботи сушарки на елеваторі.

Термін окупності для різних елеваторів може відрізнятися. Але за нормального режиму роботи ймовірність повернення коштів, вкладених у модернізацію елеватора, вже в перший сезон досить висока.



Схема переробки біомаси



Використання біомаси для виробництва енергії

9

## Економічна частина роботи

В економічній частині роботи проведено розрахунок основних показників спроектованої СЕП комплексу первинної обробки та накопичення зерна ТОВ «Хмільницьке», визначено величину капітальних вкладень та плати підприємством за електроенергію. Собівартість електроенергії складає 516,6 коп/кВт·год.

Показники	Позначення	Величина показників	Одиниця вимірювання
Кількість корисно спожитої електроенергії	$E_a$	5260000	кВт·год
Річне споживання електроенергії із втратами	$E$	5316855,33	кВт·год
Плата за електроенергію	$P$	24722000	грн
Витрати на передачу і розподіл електроенергії	$C_{п}$	2452057,196	грн
Сумарні витрати підприємства	$C_{сум}$	27174057,2	грн
Собівартість електроенергії	$S$	516,6	коп/кВт·год

10

