

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНН ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

УДК 621.314.075

ПОГОДЖЕНО

Директор ІНН енергетики,
автоматики і енергозбереження

Каплун В.В.

(підпис)

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
електропостачання
ім. проф. В.М. Синьєв

Козирський В.В.

(підпис)

« » 2021 р.

« » 2021 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему: «Розробка енергозберігаючих заходів для системи електропостачання
промислового підприємства»

Спеціальність: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітня програма: «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Магістерська програма: «Електротехнічні системи електроспоживання»

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Керівник магістерської роботи

К.Т.Н. СТ.ВИКЛ.

(науковий ступінь та вчене звання)

Виконав

Нормоконтроль

К.Т.Н. ДОЦЕНТ

(науковий ступінь та вчене звання)

Консультант

К.Т.Н. ДОЦЕНТ

(науковий ступінь та вчене звання)

Консультант

К.Т.Н. ДОЦЕНТ

(науковий ступінь та вчене звання)

Савчук О.В.

(прізвище та ініціали)

Іваненко А.В.

(прізвище та ініціали)

Петренко А.В.

(прізвище та ініціали)

Вслюштин С.М.

(прізвище та ініціали)

Омельчук А.О.

(прізвище та ініціали)

Київ 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
електропостачання

ім. проф. В.М. Смилькова

д.т.н., професор

/Козирський В.В./

(підпис)

«

»

2021 р.

ЗАВДАННЯ

до виконання магістерської роботи студенту

Іваненко Андрію Володимирівичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітня програма: «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Магістерська програма: «Електротехнічні системи електроспоживання»

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: «Розробка енергозберігаючих заходів для системи електропостачання промислового підприємства»

затверджена наказом ректора НУБіП України від 01.02.2021 р. № 175 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 15.11.2021

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи: характеристика підприємства, нормативні документи з проектування

Передік питань, що підлягають дослідженню:

1. Аналіз енергетичних процесів в електропередавальних організаціях та виявлення їх неефективності
2. Електротехнічна частина
3. Аналіз методів оцінки рівнів не оптимальності енергетичних процесів та способи їх вирішення
4. Обґрунтування економічної ефективності
5. Охорона праці та безпеки
6. Екологія

Дата видачі завдання 15.12.2020.

Керівник магістерської роботи

/Савчук О.В./

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

/Іваненко А.В./

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зміст

1. АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ВИЯВЛЕННЯ ЇХ НЕЕФЕКТИВНОСТІ.....
 - 1.1 Характеристика системи електропостачання.....
 - 1.2 Класифікація мереж України.....
 - 1.3 Аналіз розподільчих мереж.....
 - 1.4 Аналіз втрат при передачі електроенергії енергопостачальними організаціями.....
 - 1.5 Аналіз системи електропостачання підприємства.....
 - 1.6 Аналіз заходів забезпечення раціональних рівнів споживання електричної енергії на підприємстві.....
2. ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА.....
 - 2.1 Опис схеми зовнішнього електропостачання об'єкта.....
 - 2.2 Опис схеми внутрішнього електропостачання об'єкта.....
 - 2.3 Характеристика трансформаторних підстанцій (вузлів розподілу електричної енергії) та їх завантаження.....
 - 2.4 Характеристика основних споживачів електроенергії на об'єкті.....
 - 2.5 Розрахунок електричних навантажень об'єкта.....
 - 2.6 Баланси річного споживання активної та реактивної енергії.....
 - 2.7 Облік споживання електроенергії.....
 - 2.8 Аналіз динаміки тарифів на електроенергію.....
 - 2.9 Заходи з енергозбереження в системі електропостачання.....
3. МЕТОДИ ОЦІНКИ РІВНІВ НЕОПТИМАЛЬНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ЇХ СПОСОБИ ВИРІШЕННЯ.....
 - 3.1 Зниження втрат електроенергії в елементах системи електропостачання.....
 - 3.2 Порівняльний аналіз якості електричної енергії.....

3.3 Механізми підвищення ефективності передавання та розподілу електроенергії, оптимізації втрат електроенергії в електромережах.....

3.4 Методи оптимізації нерівномірності графіків електричного навантаження.....

3.5 Аналіз програми з керування попиту на електроенергію та аналіз ефективності їх використання.....

4. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....

4.1 Складання планової калькуляції річних витрат на експлуатацію підприємства.....

4.2 Розрахунок вартості споживаної електроенергії.....

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ.....

5.1 Заходи з охорони праці при обслуговуванні електричних установок.....

5.2 Заходи по охороні навколишнього середовища на об'єкті.....

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

Актуальність теми.

Надмірне зростання вартості енергетичних ресурсів зобов'язує від сучасних підприємств застосовувати заходи щодо оптимізації споживання електричної енергії.

Найбільш це важливо для підприємств переробної галузі, яка спеціалізується особливими умовами функціонування зовнішньої системи електропостачання та будовою внутрішньої розподільної електричної мережі. Особливою умовою являються незбалансовані режими електроспоживання технологічними та допоміжними електричними обладнаннями, віддаленістю центрів живлення від силового навантаження, оскільки дуже негативно впливає на рівні напруги на входах різномірних електроприймачів та зростанням втрати в кабельних лініях.

Найефективнішим шляхом заощадження енерговитрат на об'єктах підприємств є керування режимами електроспоживання. Також використовується керування через регулювання потужності споживачів-регуляторів, побудови автоматизованих систем обліку електричної енергії, розміщення цехових трансформаторів поблизу центрів навантаження, для забезпечення раціональних рівнів споживання електричної енергії використовується метод регулювання напруги.

Мета дослідження. Головною метою дипломної роботи є розробка енергозберігаючих заходів використання електричної енергії підприємством на основі модернізації системи електропостачання.

Відповідно до мети були здійснені наступні кроки:

- здійснення аналізу заходів та засобів забезпечення раціональних рівнів споживання електричної енергії на підприємстві;
- виконання розрахунків електричних навантажень, вибір перерізів повітряних та кабельних ліній електропостачання;
- проведення розрахунків струмів короткого замикання та вибір захисного обладнання;
- проведення розрахунку та вибору релейного захисту та автоматики

підприємства та цехових підстанцій

розрахунок та здійснення вибору технічних засобів для системи
обліку електричної енергії на підприємстві

Об'єкт дослідження – режими енергозберігаючих процесів
електропостачання підприємства побутової техніки.

Предмет дослідження – розробка енергозберігаючих заходів
забезпечення раціональних рівнів споживання електричної енергії на
об'єкті.

Наукова новизна отриманих результатів.

– отримано черговий розвиток застосування сучасних методів
раціонального використання електричної енергії при різних режимах
роботи технологічного обладнання.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ВИЯВЛЕННЯ ЇХ НЕЕФЕКТИВНОСТІ

Підвищити ефективність енергетичних ресурсів, а також електричної та теплової енергії за останні роки посіло провідне місце в ряду невідкладних науково-технічних проблем, що стоять перед людством.

В значній мірі ускладнюється ситуація тим, що маємо низьку ефективність роботи енергопостачальних організацій. Так, в більшості енергосистем спостерігаємо завищені витрати енергоресурсів на власні та господарські потреби, лінії передач і трансформатори недостатньо завантажені, рівень використання власної потужності низький, а втрати потужності в процесі передачі є великими.

Як складовий елемент Об'єднаної електроенергетичної системи (ОЕС), електрична мережа здійснює прийом електроенергії від електростанцій, передачу останньої на різні відстані, перетворенні параметрів на підстанціях і розподілу електроенергії по території, аж до споживачів.

Електричну мережу необхідно проектувати і експлуатувати так, щоб забезпечувалась працездатність у всіх можливих режимах - нормальних, ремонтних, післяаварійних. Параметри режиму (частота, струми гілок, напруги в вузлах) повинні знаходитися в допустимих межах, забезпечувати нормальні умови роботи електроустаткування мережі і приймачів електроенергії.

Наявність технічних вимог до параметрів терміново потребує контролю та коригування в процесі експлуатації, а також вибору методів регулювання параметрів на етапі проектування.

Мережа повинна підтримувати необхідний рівень надійності електропостачання споживачів відповідно до «Правил улаштування електроустановок».

Всі електроприймачі поділяються на категорії щодо забезпечення надійності електропостачання. Кожна категорія має характерні наслідки, викликані перервою електропостачання. Відомий склад споживачів електроенергії на стадії

проектування розвитку електричної мережі вирішує питання про необхідність або економічності резервування живлення.

Електричним мережам необхідно бути гнучкими, тобто пристосованими до різних режимів розподілу потужності, які виникають в результаті змін навантажень споживачів, а у свою чергу пристосованими для планових та аварійних відключень окремих елементів мережі. Електрична схема мережі має забезпечувати можливість її подальшого розвитку без змін.

Працездатність, гнучкість, надійність електропостачання та якість продукції, що поставляється споживачам електроенергії повинно бути економічно вигідно.

Данна вимога полягає в використанні мінімальних витратах таких як фінансові, енергетичні, трудові ресурси на побудову електричної мережі, передавання та розподіл по ній електроенергії.

При проектуванні електричної мережі та режимів її роботи повинна виконуватися вимога економічності при забезпеченні технічних вимог та параметрів режиму електричної мережі.

В умовах постійного та об'єктивного підвищення рівня тарифів для кінцевого споживача стає важливе питання покращення якості послуг, яка отримується під виглядом надійного, безперебійного електропостачання.

Вирішення проблем якісного електропостачання в розподільних електричних мережах базується на використанні сучасного електрообладнання, забезпеченням необхідних перетоків потужностей засобами регулювання та компенсації. Але для більш ефективного функціонування електроенергетичної системи, недостатньо тільки удосконалити силову частину мережі електропостачання. Мережу необхідно оптимізувати, отримані дані аналізувати та забезпечити зміну конфігурації системи відповідно до ситуації при дотриманні показників якості електропостачання та якості електричної енергії з мінімізацією її втрат.

Водночас у таких мережах вирішення проблеми інтелектуалізації управління ускладнюється більш великою розмірністю системи, нижчою своєтерезністю системи та обмеженим набором технічних заходів адаптивного управління. Більш

ефективні засоби адаптивного управління є пристрої РПН трансформаторів живлення, пристрої компенсації реактивної потужності, комутаційні апарати дистанційного управління та інтелектуально вакуумні вимикачі – реклоузери.

Велике зростання попиту на електроенергію показує необхідність збільшити пропускну спроможність існуючих мереж та забезпечити їх ефективне функціонування при мінімальних значеннях втрат електричної енергії.

1.1 Загальна характеристика системи електропостачання

Система електропостачання (СЕ) охоплює в собі всі електроустановки, які призначені для забезпечення споживачів електричною енергією. Сучасні СЕ є достатньо складним комплексом інженерної споруди. СЕ споживачів складається з джерела живлення (ТЕЦ, ПС 220/100/35 кВ, а також підстанції глибоких введень 110-220кВ), живильної та розподільної мережі середньої номінальної 10(6)кВ напруги.



Рисунок 1.1 Система електропостачання

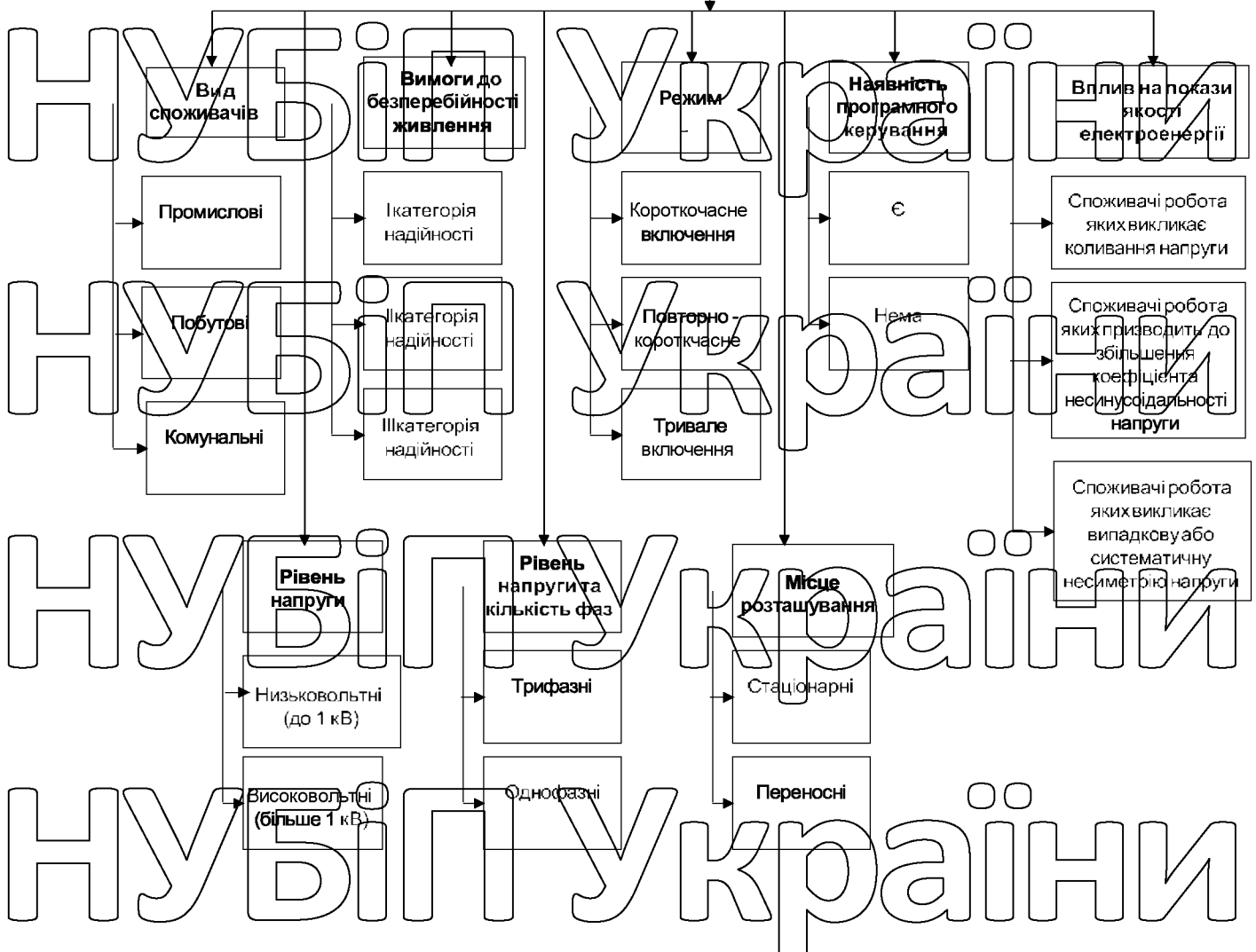
Потрібно пам'ятати, що електрифікація країни закінчилася в кінці 60-х

років минулого сторіччя, виходить що, більша частина існуючих мереж не відповідає пред'явленим вимогам при сучасному рівні та характері електроспоживання.

Сучасним СЕ притаманні такі особливості:

- підведення електричної енергії до великої кількості об'єктів електричної енергії;
- протяжність ліній 0,38/0,22 кВ, яка становить близько 50% від протяжності ліній всіх класів напруги;
- більші втрати напруги в мережах;
- суттєві коливання напруг;
- несиметрію напруги через великі частки однофазних навантажень;

Споживачі електроенергії



НУБІП України

Рисунок 1.1.1 Класифікація споживачів електричної енергії

1.2 Класифікація електричних мереж України

Електричні мережі характерні складними структурами та конфігурацією, мають різні номінальні напруги, різне призначення, охоплюють різну територію, живлять різні за своїм характером споживачі електроенергії. Тому важко проводити класифікацію електричних мереж по якійсь одній ознаці.

Великий ряд ознак пов'язаний з номінальною напругою в мережі. До цих ознак належить охоплення території, призначення електричної мережі, характер споживання. Класифікація електричних мереж приведена в таблиці 1.2. За величинами номінальних напруг розрізняють електричні мережі

напругою до 1 кВ та вище. Мережу напругою вище 1 кВ можна розділити на мережі середньої СН, високої ВН і надвисокої роздільної НВН напруги.

За розмірами охоплюваних територій розрізняють місцеві електричні мережі напругою до 35 кВ, районні - напругою 110... 220 кВ і регіональні - напругою 330 кВ і вище, службовці для зв'язку між собою окремих ЕЕС.

За ієрархічною ознакою електричні мережі діляться:

- підприємства електричних мереж;
- на мережеві райони
- електричні мережі єдиної ОЕС України.
- електричні мережі області;
- електричні мережі міст;

За призначенням можна виділити розподільні і системоутворюючі електричні мережі. Основою розподільних мереж є розподільні лінії електропередачі і споживчі підстанції. Як випливає з назви цих мереж, вони служать для розподілу електроенергії від великих системних підстанцій до споживачів на певній території. Системоутворюючі мережі об'єднують великі

електростанції на паралельну (спільну) роботу, здійснюють передачу електроенергії від електростанцій до системних підстанцій, служать для зв'язку між собою окремих ОЕС і частин, що входять в ОЕС.

	Номинальна напруга, кВ		
	до 35	110...220	330 и вище
Охоплення території	СН місцеві	ВН обласні	НВН регіональні
Призначення	розподільчі		системоутворюючі
Характер споживачів	міські, промислові, сільськогосподарські		-

Таблиця 1.2 Класифікація електричних мереж

Споживачи за характером поділяються на промислові, міські та сільськогосподарські мережі. Сільськогосподарській мережі характерне значна протяжність і невисока щільність навантаження. Промисловим мережам притаманна незначна протяжність і велика щільність навантаження. Проміжним становищем являються міські електричні мережі, котрі живлять комунально-побутових споживачів та промислові підприємства.

За конфігурацією електрична мережа ділиться на розімкнуту і замкнуту. У розімкнутих мережах кожний споживач живиться з одного боку, в замкнутих – не менше ніж з двох сторін. Найпростішою замкнутою мережею є кільцева мережа, в якій кожен споживач отримує живлення з двох сторін.

Електричну мережу за родом струма можна поділити на мережі змінного і постійного струму. Більша частина мережі використовує змінний струм. Мережі постійного струму використовують для технологічних процесів в промисловості.

Зв'язок ОЕС з різними номінальними частотами (50 і 60 Гц) виконується через вставки постійного струму. Їх використовують і для незалежного зв'язку ОЕС з однаковими номінальними частотами. В іншому випадку зміна частоти в одній системі не впливає на частоту в іншій системі.

Таблиця 1.2 – Недоліки сучасних СЕП України та їх опис

Недоліки	Опис
Значна фізична та моральна зношеність обладнання	Подальша експлуатація такого обладнання несе значні ризики не тільки щодо виконання головної функції – забезпечення економіки і населення електроенергією, але й щодо виникнення техногенних аварій, неконтрольованого збільшення собівартості електроенергії, загострення екологічних проблем
Незбалансованість структури генеруючих потужностей, нестача ресурсів для ефективного регулювання потужності та частоти	За відсутності достатнього попиту на електроенергію вночі в країні обмежується не лише виробництво дешевої атомної електроенергії, а й вимушено зупиняється до десятка енергоблоків ТЕС, щоб вранці знов запустити їх на повну потужність
Недосконалість систем вимірювання, автоматики, релейного захисту та оперативного керування	Відставання з впровадження сучасних технологій, обладнання, приладів та засобів забезпечення ефективного та надійного функціонування електричних мереж та систем

Продовження таблиці 1.2

Відсутність маневрових тапікових потужностей	ОЕС не в змозі забезпечити оптимальний графік навантажень, вимоги із частоти, рівні напруги і, зрештою, ефективну синхронну роботу з енергетичними об'єднаннями інших країн
Нестабільна робота та виникнення аварійних ситуацій	Стан споживачів електроенергії, а також процеси, які протікають в них, є маловідомими для джерела електроенергії, що спричинює виникнення різного роду аварійних ситуацій

Висока собівартість електроенергії через низьку ефективність її генерації та передачі

Причиною цього є недостатньо висока ефективність генерації електроенергії, передачі до споживачів та процесу споживання

Відсутність механізмів накопичення інформації про час та обсяги споживання

Такі механізми дають змогу раціоналізувати споживання та зменшити навантаження на електромережу в цілому

1.3 Аналіз розподільчих мережі ОЕС України

В країні спостерігається завершення реформування енергетичного комплексу, перехід його на сучасні ринкові моделі функціонування та здобуття першочергових показників з безпеки та енергоефективності, яке забезпечить економічне зростання та відповідно і електроспоживання в майбутніх роках.

Фактичні та прогнозовані обсяги споживання електроенергії по Україні представлено в табл. 1.1 та по групах споживачів на період до 2025 року. В наступні роки українська енергетика має перейти до нового етапу свого розвитку – повної інтеграції з енергосистемою європейського співтовариства – ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity).

Головними проблемами електроенергетики, також і розподільних мереж, як однієї з ланок електропостачання, на нинішній час є такі:

– високий рівень фізичного та морального зносу основного та допоміжного обладнання,

– руйнування інфраструктури енергетичної;

– відбуття перехресного субсидіювання;

– зовсім низький рівень регулювання цін для кінцевих споживачів;

– відсутність членства вітчизняного системного оператора з передавання електроенергії в ENTSO-E відповідно до вимог третього енергопакета ЄС;

– дефіцит регулюючих потужностей в об'єднаній енергосистемі (ОЕС)

України;

неготовність електричних мереж до розвитку відновлюваних джерел електроенергії (ВДЕ).

- великі обсяги заборгованості споживачів за електричну енергію;
- суттєві втрати електричної енергії;

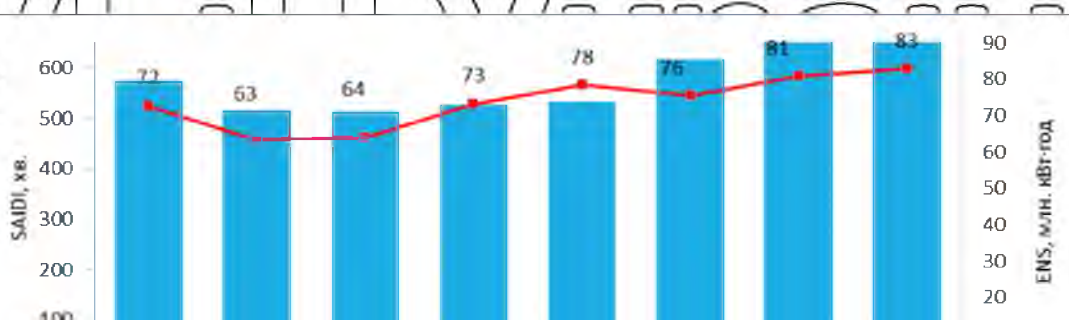
незначний рівень автоматизації мережі.

Під час реформування електроенергетики проявляється такі пріоритети: економічна вигода та ціна, а ефективність та стан електричних мереж – на другий план, яке призводить до збільшення навантаження мережі та на елементи. Отже, виникає ситуація невідкладної необхідності збільшення пропускної/спроможності електричних мереж, зменшення втрат електроенергії, тобто підвищення ефективності їх функціонування.

Зросло споживання електроенергії в Україні в 2020 року без урахування технологічних втрат споживання електроенергії на 0,7% (на 797,9 млн кВт-год) - до 129 470,9 млн кВт-год.

Дуже скоро ряд енергокомпаній планують перейти на стимулююче регулювання, для яких цільовий показник якості (SAIDI) для міської території встановлено 150 хв, для сільської – 300 хв. Аналіз показників якості компаній по всій Україні показує, що на сьогоднішній день показник SAIDI значно перевищує нормовані показники. Середні незаплановані перерви у електропостачанні споживачів в Україні становлять від 580 до 870 хв, а під час несприятливих умов до декількох діб, в країнах Європи – до 105 хвилин (рисунок 1.5).

Цим компаніям, прийнявши рішення переходу на стимулююче регулювання, вихід на показники якості електропостачання рівня країн Європи означає необхідність скоротити середню тривалість перерв енергопостачання за 10 років майже в 5 разів.



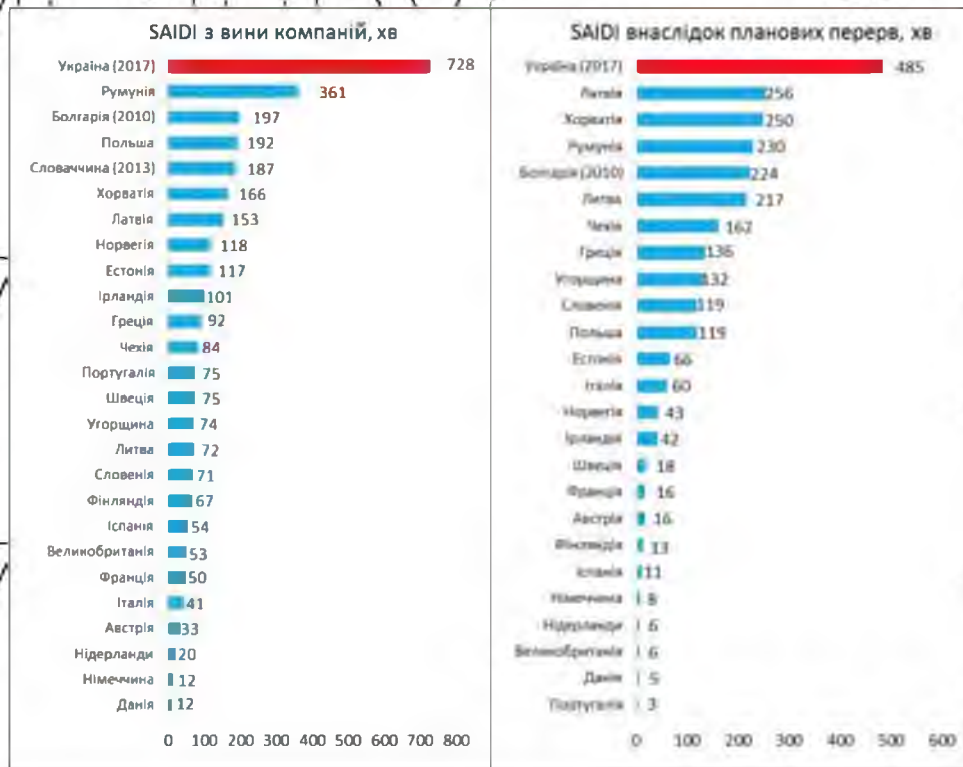


Рисунок 1.3 Показник SAIDI та ENS для України з 2010 по 2020рр.

За попередні роки показники SAIDI (незапланований з виникомпаний) по нашій країні зросло на 5,5 % і становить 729 хв. Порівнюючи з попередніми роками показник SAIDI у 2016 році зросло у 18-ти електророзподільну компанію.

Підйом показника головним чином зумовлене підвищенням достовірності первинних даних за рахунок: підвищення точності реєстрації перерв в електропостачанні на рівні напруги 0,4-20 кВ, завдяки розвитку поглибленої перевірки даних окремих компаній у рамках планових перевірок та надання за результатами перевірок усім компаніям роз'яснення щодо уникнення типових порушень у реєстрації перерв в електропостачанні, координатів компаній.

Сьогодні розподільні мережі напругою 6-10 кВ майже вичерпали резерв пропускної спроможності, дистанційне управління обмежене застосуванням застарілого обладнання в РП (ТП), мають надзвичайно низький рівень автоматизації. Як правило, дуже розгалужені мережі складають значну протяжність 15-25 км, інколи до 50 км, секціонування їх виконується лінійними

роз'єднувачами, а застосування сучасних реклоузерів відсутнє. В таблиці 1.5 представлена характеристика розподільних підстанцій 6...20 кВ.

Частка недовідпуску електроенергії споживачам з причини технологічних порушень у мережі 6(10) кВ знаходиться в межах 40,5...96 %. Великий відсоток недовідпуску електроенергії обумовлений, не автоматизованими повітряними електричними мережами 10 кВ. Обладнання для фіксації місць пошкодження на лініях встановлені лише на 3% підстанцій, майже дефіцит пристроїв двократного автоматичного повторного включення (АПВ). У мережах 6(10) кВ присутні значні втрати електроенергії викликані низькою пропускною спроможністю мереж. Особливо це мережі 6 кВ, які ще використовуються в енергосистемі.

1.4 Аналіз втрат при передачі електроенергії енергопостачальними організаціями

Електрична енергія, передавана по електричних мережах, являється єдиним видом продукції, що на своє переміщення витрачає частину самого себе, не вимагаючи інших ресурсів.

Втрати електроенергії визначаються як різниця електроенергії, яка надійшла в мережу, і електроенергію, відпущеної з мережі споживачами. Дані втрати містять в собі: втрати в елементах мережі, витрата електроенергії на роботу обладнання, встановленого на підстанції і забезпечення передачі електроенергії.

В даний час витрата електроенергії на власні потреби підстанцій відображається у звітності в складі технічних втрат, а втрати зумовлені помилками системи обліку електроенергії, - в складі комерційних втрат. Це є недоліком існуючої системи звітності, так як не забезпечує чіткого уявлення про структуру втрат і доцільних напрямках робіт по їх зниженню.

Сума технічних втрат, витрата електроенергії на свої власні

потреби підстанції та комерційні втрати можливо називати фізичними втратами електроенергії. Дані складові тісно пов'язані з розподілом енергії по мережі. Зодночас дві складові фізичних втрат відносять до технології передачі електроенергії по мережах, третю до технології контролю кількості переданої електроенергії.

Основною складовою технологічних витрат палива в енергосистемі є технологічні витрати електроенергії на передачу по електричних мережах. Тому неминучі втрати електроенергії під час її передачі.

Мержі високих напруг задача розрахунок та облік втрат електричної енергії практично вирішена, а ось розподільні мережі: досить низьким рівнем автоматизації задач аналізу, розрахунку та розробки методів оптимізації втрат, як фактора підвищення ефективності функціонування, є досить актуальною.

Нормативно технологічними втратами електроенергії в електричних мережах розподільчих складо 14 876,8 млн. кВт-год, що менше на 77,5 млн. кВт-год ніж за 2019 рік. Технологічні втрати електроенергії в розподільчих мережах представлені на рисунку 1.9.

Рисунок 1.9 – Втрати електроенергії в розподільчих мережах України



1.5 Аналіз системи електропостачання підприємства

Завданням на дипломний проект поставлено завдання оптимізації споживання електричної енергії підприємства харчової промисловості, зокрема спиртового заводу потужністю 3000 /дал добу.

На підприємстві для забезпечення технологічних процесів застосовується обладнання всіх трьох категорій щодо забезпечення надійності електропостачання. Основне технологічне обладнання відносить до II категорії за надійністю електропостачання.

В якості зовнішнього джерела живлення для підприємства використовується районна трансформаторна підстанція за трьома ступеннями напруги — 10, 110 та 330 кВ. Потужність короткого замикання на шинах 110кВ районної трансформаторної підстанції (РТП) складає 2100МВА . РТП віддалена від підприємства на 5,3 км з енергосистемою погоджений нульовий рівень реактивної потужності. Погоджено також, що від РТП отримує житловий масив та інші підприємства з максимальним сумарним активними навантаженням 78,8 МВт.

Живлення трансформаторів здійснюється двома повітряними лініями на залізобетонних опорах. На РТП споруджено відкритий розподільчий пристрій (ВРП) 110кВ за типовою схемою і закритий розподільчий пристрій (ЗРП) 10кВ із чотирма секціями збірних шин.

Оскільки на підприємстві маються споживачі першої і другої категорії, прийнято до установки на підстанції два трансформатори однакової потужності з вбудованим регулюванням напруги під навантаженням. Потужність трансформаторів вибрано таким чином, щоб при відключенні одного з трансформаторів інший, що залишився в роботі, міг передавати усю задану потужність при допустимому перевантаженні.

1.6 Аналіз методів та заходів забезпечення раціональних рівнів споживання електричної енергії на підприємстві

Як означувалося, одним з найефективніших шляхів заощадження енерговитрат на підприємстві є управління режимами електроспоживання, тобто зниження енергетичних витрат на одиницю продукції.

Такий метод оптимізації споживання електричної енергії можна організувати двома варіантами:

1. Змінювати тарифи, застосовуючи диференціювання за періодами доби.
2. Управління навантаженням через регулювання потужності споживачів-регуляторів.

Тарифи, диференційовані за часом доби дозволяють стимулювати витрату коштів в час пікових та напівпікових навантажень електричного обладнання підприємства.

Проведений аналіз показує, що за останні 10 років кількість підприємств категорії «Промисловість», які використовують зниження електроенергії за методом диференційованих тарифів спадає. Ця обставина показує, що в сучасних умовах економічних відносин, вказаний метод не

впливає суттєво на збалансування режимів споживання електричної потужності. Крім цього вказаний метод не дозволяє суттєво вирівнювати графіки добового споживання електричної потужності.

Управління навантаженням через регулювання потужності споживачами-регулятором стало важливим фактором зменшення навантажень промислових об'єктів, направленим на виконання обмежень енергопостачальних компаній.

Як показали дослідження, серед відомих методів управління електроспоживанням перевага надається тим, які базуються на використанні прогнозу незалежними експертами.

Аналіз джерел показує, що економічність електропостачання досягається

НУБІП УКРАЇНИ

шляхом розробки досконалих систем розподілу електроенергії, використання раціональних конструкцій комплектних розподільних пристроїв і трансформаторних підстанцій і оптимізації системи електропостачання.

НУБІП УКРАЇНИ

На економічність роботи системи впливає вибір раціональних напруг, оптимальних перерізів проводів і кабелів, числа і потужності трансформаторних підстанцій, засобів компенсації реактивної потужності та їх розміщення в мережі.

НУБІП УКРАЇНИ

На підприємстві проведено встановлення засобів обліку електричної енергії на головній понижувальній підстанції 110 / 10 кВ для комерційного обліку електричної енергії. Для отримання можливості управління енергоспоживанням необхідно проводити технологічний облік на цехових підстанціях, що дозволить проводити контролювати параметри електроспоживання.

НУБІП УКРАЇНИ

Побудова дворівневої системи обліку електричної енергії дозволить:
– знизити комерційні витрати за рахунок підвищення точності обліку електричної енергії, отримання достовірної інформації про надходження та споживання електричної енергії в режимі реального часу для подальшого проведення фінансових розрахунків за електроенергію;

НУБІП УКРАЇНИ

забезпечити автоматизацію процесу збору, передачі й обробки інформації з розрахункових точок обліку електричної енергії, де встановлене устаткування великої потужності з рівнозміним навантаженням;

НУБІП УКРАЇНИ

– забезпечити роботу всіх елементів системи обліку електроенергії (СОЕ) із суміжними автоматизованими системами в єдиному розрахунковому часі, зі збереженням установлених правил переходу на "літній/зимовий" час;

– забезпечити оперативний контроль режимів надходження електричної енергії;

НУБІП УКРАЇНИ

– забезпечити можливість проведення аналізу енергоспоживання на підставі

графіків навантаження окремих цехів підприємства;

забезпечити оперативний автоматичний контроль працездатності лічильників і каналів передачі даних;

– забезпечити регламентованого доступу до даних СОЕ з боку зацікавлених підприємств.

Для встановлення СОЕ на підприємстві, як показав аналіз, варто використати систему на базі імпульсних джерел обліку (рис.)

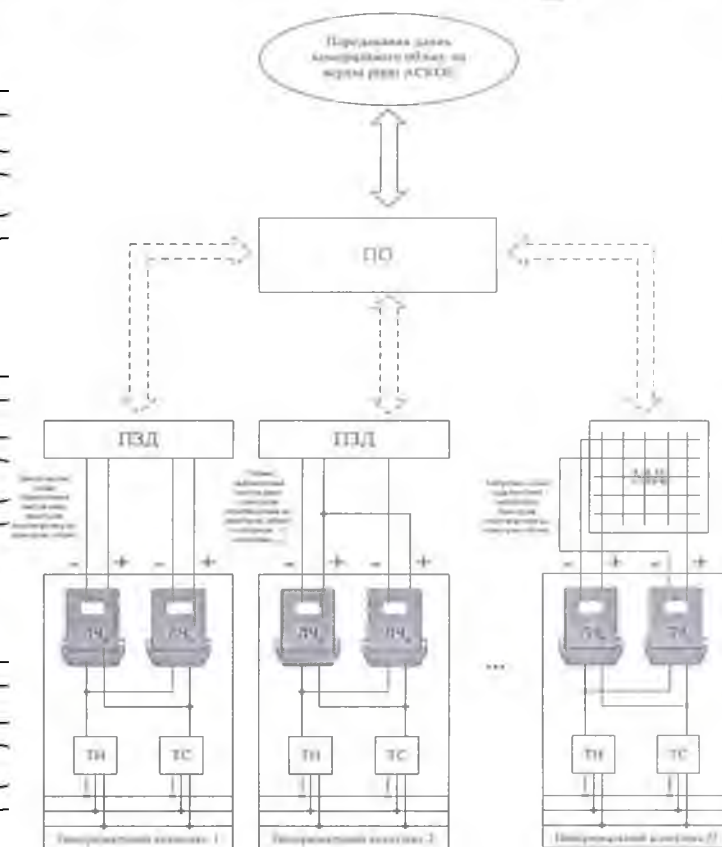


Рисунок – Схема побудови АСОЕ на базі імпульсних джерел обліку.

НУБІП України

Висновки до розділу

Проведений аналіз системи електропостачання підприємства та новітніх методах та засобах оптимізації споживання електричної енергії.

НУБІП України

Проаналізувавши про необхідність проведення розрахунків електричних навантажень підприємства на ланках головної понижувальної підстанції та цехових трансформаторних підстанціях з вибором оптимальних перерізів проводів і кабелів, засобів компенсації реактивної потужності та їх розміщення в електричній мережі числа і потужності трансформаторних підстанцій.

НУБІП України

Аргументовано необхідність для встановлення дворівневої системи обліку електричної енергії та застосування двокаскадної системи управління напругою із використанням швидкодіючих автоматичних регуляторів.

НУБІП України

1. Виконано аналіз сучасного стану розподільчих мереж енергосистем України, яке надало змогу для визначення об'єктивних факторів які уповільнюють їх розвиток.

НУБІП України

2. Опрацьовано технологічні порушення та їх причини виникнення на об'єктах розподільних електричних мереж, яке надало можливість вирахувати рівні аварійності та технологічні порушення.

НУБІП України

3. Визначено рівень втрат в мережах 6(10) кВ та їх причини виникнення, яке дало змогу обґрунтувати проблеми нерівномірності та неоптимальності ГЕН.

НУБІП України

4. Розроблено механізми для підтримки необхідного балансу виробництва та споживання електроенергії в ОЕС України, яке надало можливість підвищення їх ефективності шляхом керування попиту на електроенергію.

НУБІП України

НУБІП України

2 ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Опис схеми зовнішнього електропостачання об'єкта

Постачальником електричної енергії для підприємства харчової промисловості є ПрАТ «ДТЕК Київські Електромережі». Електропостачання підприємства здійснюється за магістральною схемою електричних мереж. Розподіл електроенергії здійснюється кабелем АСБ 3x120+1x95 на напрузі 0,4кВ.

Аналіз даних показує, що межа балансової належності між підприємством та постачальною організацією проходить за рівнем напруги 0,4 кВ. Відстань від об'єкта до ТП складає 248м.

Електропостачання за ступенем надійності відноситься до споживачів другої категорії надійності електропостачання. Відповідно до [ПУЕ] приймачі другої категорії рекомендовано забезпечувати електрикою від двох незалежних джерел. На ТП передбачено резервування трансформатору.

2.2 Опис схеми внутрішнього електропостачання об'єкта

Ввід електроенергії відбувається від ТП по двожильний кабельним лініям, що використовують для прийому, розподілу та обліку електроенергії трифазного змінного струму. Перед вводом розташовані прилади контролю наявності напруги.

Перед обліком електричної енергії встановлено компенсуючі пристрої реактивної потужності. Облік здійснюється двома лічильниками.

Шина робочого освітлення сходових клітин вмикається за допомогою реле часу ввечері та вранці. Освітлення евакуаційних сигнальних ламп

вмикається за допомогою реле часу вночі. В схемі присутні АВР (автоматичне включення резерву), що служить для підтримання постійного живлення щита системи.

2.3 Характеристика трансформаторних підстанцій (вузлів розподілу електричної енергії) та їх завантаження

Період експлуатації ТП, що забезпечує живлення – з 1966 року. З того часу модернізація не проводилась.

Виконаємо перевірку існуючої кабельної лінії від ТП до щита освітлення (ЩО). За проектними даними марка кабелю АВВГ 4х35.

Допустимий струм кабелю $I_{доп} = 112 \text{ А}$, активний опір жил кабелю $r_o = 0,868 \text{ Ом/км}$

Розрахунковий струм у кабельній лінії для нормального режиму визначаємо за формулою:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_H}$$

$$I_p = \frac{3,22}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 4,89 \text{ А}$$

Перевіримо за умовою:

$$\frac{I_{розр}}{K_1 \cdot K_2} < I_{доп}$$

де K_1 і K_2 – коефіцієнти, що враховують умови прокладання та відстань між кабелями відповідно, приймаємо $K_1 = 1,03$, $K_2 = 0,9$.

$$\frac{4,89}{1,03 \cdot 0,9} = 5,27 < I_{доп} = 112 \text{ А}$$

Умова виконується.

НУБІП УКРАЇНИ

2.4 Характеристика основних споживачів електроенергії об'єкта

При енергетичному обстеженні розглядалися такі основні групи споживачів електричної енергії: виробниче обладнання та освітлення, комп'ютерна техніка. Дані по загальному енергоспоживанню різним електрообладнанням та сумарні дані зведено у таблицю 2.4.

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 2.4- Загальне енергоспоживання

Призначення	Електричне обладнання	N, шт	P,Вт	год/рік	кВт*год/ рік	
1	2	3	4	5	6	
Споживання лампами на сходових-квіпинах	Лампи	Розжарення	20	75	8760	13140
	Споживання обладнанням, що знаходиться на об'єкті	Комп'ютерне обладнання	Системні блоки та принтер	17	75	4380
Монітори			6	80	4380	57816
Обладнання для вироблення продукції		Конвеєр	40	30	4015	4818
	ПЦ	Автомати	30	100	4015	12045
		Пакувальні лінії	28	400	255	2856
Споживання обладнанням, що знаходиться на об'єкті	Обладнання для вироблення продукції	Чайник	4			5300
		Чайник	50	2000	102	10200

Продовження таблиці 2.4

Кліматичне обладнання	Холодильник	53	800	8760	371424
	Кулер	5	12	1200	72
	Витяжка	50	600	1500	45000
	Машина	49	500	1800	44100
	Пилосос	45	1500	170	11475
	Супилка	25	1700	80	3400
	М'ясорубка	20	300	100	600
	Вентилятор	25	40	250	250
	Кондиціонер	22	1000	640	14080
	Електричні плити	1	15	9000	1095
2		25	4100	1095	112237,5
3		5	9400	1095	51465
4		8	5000	1095	43800
Споживання ліфтом	Ліфт Підйомний	1	3750	1800	6750

2.5 Розрахунок електричних навантажень об'єкта

Розрахунок навантаження підприємства здійснюється методом розрахункових коефіцієнтів. Вихідними даними є номінальна потужність окремого обладнання на території та їх кількість, які були наведені в таблиці

2.4.

Приведемо розрахунок обладнання, яке живиться від ТП.

Розрахуємо сумарну потужність розподільчого щита за формулою:

$$\sum P_{н.з} = \sum P_{н.і} \cdot n,$$

де $P_{н.і}$ – потужність одного електроприймача, кВт,

n – кількість подібних електроприймачів;

Підставимо у формулу необхідні значення, отримаємо:

$$\sum P_{н.і} = 2 \cdot 53 + 0,5 \cdot 49 + 1,5 \cdot 45 + 1,7 \cdot 25 + 0,3 \cdot 20 + 0,8 \cdot 53 + 9,5 \cdot 53 + 0,6 \cdot 50 + 0,012 \cdot 5 + 0,7 \cdot 45 + 0,04 \cdot 25 + 1 \cdot 22 + 0,5 \cdot 6 = 879,96 \text{ кВт}$$

Проміжну активну та реактивну потужність визначаємо за формулою:

$$P_{пр.} = P_{н.з} \cdot K_{в},$$
$$Q_{пр.} = P_{пр.} \cdot \text{tg} \varphi,$$

де $K_{в}$ – коефіцієнт використання встановленої потужності;

$\text{tg} \varphi$ – довідкове значення коефіцієнта реактивної потужності.

Визначаємо проміжну активну та реактивну потужність за формулами:

$$P_{пр.} = 106 \cdot 0,7 = 74,2 \text{ кВт},$$

$$Q_{пр.} = 74,2 \cdot 0,142 = 10,5 \text{ квар.}$$

Аналогічно розрахуємо для інших видів електронприймачів та знаходимо значення середньої потужності для всього розподільчого щита.

Визначимо груповий коефіцієнт використання встановленої потужності за формулою:

$$K_B = \frac{\sum P_{пр.}}{\sum P_{н.г.}}$$
$$K_B = \frac{451}{879,96} = 0,61.$$

Серед усіх споживачів знаходимо з максимальною та мінімальною потужностями та визначаємо співвідношення за формулою:

$$m = \frac{P_{ні\max}}{P_{ні\min}}$$

де $P_{ні\max}$ – максимальне значення номінальної потужності одного обладнання, кВт.

$P_{ні\min}$ – мінімальне значення номінальної потужності одного обладнання, кВт.

$$m = \frac{9,5}{0,01} = 950$$

Так як $m > 3$, а кількість споживачів більше десяти, то знайдемо ефективне число електронприймачів, шт, за формулою:

$$n_{pe} = \frac{2 \cdot \sum P_{н.г.}}{P_{н.г.\max}}$$

$$n_{pe} = \frac{2 \cdot 879,96}{9,5} = 185 \text{ шт.}$$

Оскільки $n_{pe} < n$, то за ефективне число приймаємо $n_{pe} = 185$ шт.

За імовірнісними кривими $k_p = f(n_c, K_b)$ визначимо величину розрахункового коефіцієнта активної потужності:

$$K_p = 1$$

Знайдемо розрахункове активне навантаження, кВт, на розподільчому щиті за формулою:

$$P_p = P_{щп} \cdot K_p$$

$$P_p = 536,48 \cdot 1 = 536,48 \text{ кВт.}$$

Так як ефективне число споживачів більше 10, то розрахунок реактивного навантаження:

$$Q_p = Q_n = 475,65 \text{ квар}$$

Визначимо повне навантаження для даної групи електроприймачів:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$$

$$S_p = \sqrt{536,48^2 + 475,65^2} = 716,98 \text{ кВА.}$$

Аналогічний розрахунок проводиться для всіх груп споживачів.

Отримані за тим самим алгоритмом результати розрахунків для кожної силової збірки наведені у таблиці 2.5.

	п, шт	R _{н,к} BT	R _н Σ	КВ, с	с _о s	tg	P _п	Q _п	п	K р	P _р	Q _р	Sp	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Холодильник	53	0,80	42,4	0,60	0,75	0,8	25,4	22,4						
Ел.плита	53	9,50	503,50	0,60	0,70	1,0	302,20	308,14						
Витяжка	50	0,60	30,0	0,60	0,70	1,0	18,0	18,3						
Автомати	5	0,01	0,06	0,30	0,80	0,7	0,02	0,01						
Піч випікання	45	0,70	31,5	0,60	0,60	1,3	18,9	25,1						
Вентилятор	25	0,04	1,00	0,40	0,85	0,6	0,40	0,25						
Кондиціонер	22	1,00	22,0	0,50	0,85	0,6	11,0	6,82						
Інше	6	0,50	3,00	0,50	0,90	0,4	1,50	0,73						
Побутова техніка	451		879,96	0,61			536,48	475,65	1,85	1	536,48	475,65	716,98	
Люмінесцентн.	140	0,02	2,80	0,50	0,80	0,7	1,40	1,05						
Пакувальні лінії	250		7,60	0,37			2,84	1,53	2,53	1	2,84	1,53	3,22	
Компютери	40	0,03	1,20	0,30	0,95	0,3	0,36	0,12						
інше	4	0,10	0,40	0,20	0,95	0,3	0,08	0,03						

Інша техніка	10,2	15,80	0,23	3,58	1,18	7,9	3,58	1,18	3,77
-----------------	------	-------	------	------	------	-----	------	------	------

Таблиця 2.5 Зведені результати розрахунку навантажень споживачів

Втрати напруги в лінії:

$$I_p = \frac{r_p \cdot L \cdot P}{10 \cdot U_H^2} = \frac{0,868 \cdot 0,15 \cdot 2,84}{10 \cdot 0,38^2} = 0,26\%$$

$$I_p = \frac{0,868 \cdot 0,15 \cdot 2,84}{10 \cdot 0,38^2} = 0,26\%$$

Виконуємо перевірку:

$$0,26\% \leq 5\%$$

Тобто можна зробити висновок, що проведені розрахунки виконано вірно.

Проведемо розрахунок освітлення, що створюється світловими лініями, для приміщення, яке має розміри 7*12 м. Розрахунок проводитимемо точковим методом. Даний метод дає можливість визначити освітлення в будь-якій точці робочої поверхні, але не враховує відбиваючу здатність від поверхонь приміщення, тому використаємо його за умови, що відбита складова освітленості (від стін і стелі) дуже невелика. Схема розміщення світильників в кімнаті квартири зображена на

рис. 2.5.

Параметри приміщення a=3,1м, b=5,7м.

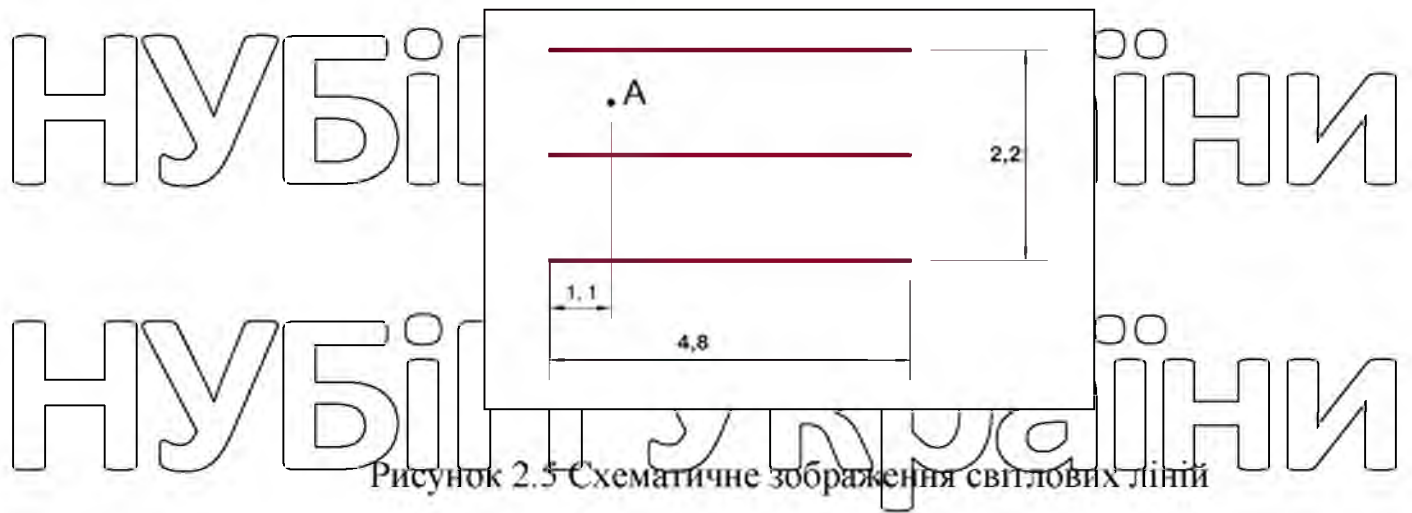


Рисунок 2.5 Схематичне зображення світлових ліній

Визначимо питомий світловий потік з одного метра світлової лінії:

$$F' = \frac{1000 \cdot E_{\min} \cdot K_z \cdot \mu \cdot h}{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i};$$

де K_z – коефіцієнт запасу, приймається рівним 1,1...1,5;

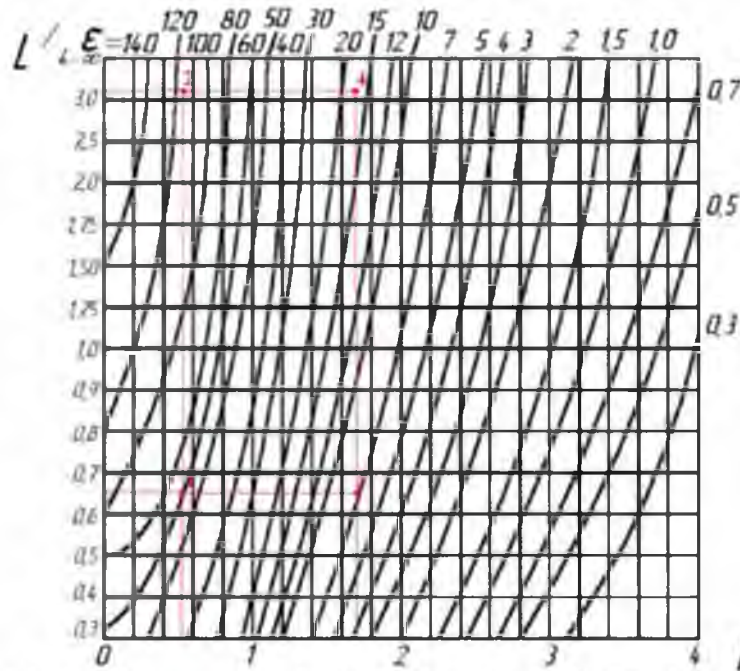
ε – відносна освітленість, обчислена для розрахункової висоти 1 м і тустини потоку лампи в ряду світильників 1000 лм – визначається за кривими відносних ізолюкс;

μ – коефіцієнт додаткової освітленості, що враховує дію віддалених світильників $\mu = 1,1 \dots 1,2$;

h – висота підвісу світильника, $h = 2,3$ м.

Для люмінесцентних джерел користуються кривими відносних ізолюкс (рис.3.3), де по осям відкладаються відносна довжина світлової лінії та відносна відстань від проекції цієї лінії до точки, що розглядається.

НУБ



ИИ

НУБ

ИИ

НУБ

Висунок 2.5.1 Криві відносних İzоліокс світильників

ИИ

Розраховуємо значення відносних розмірів, м:

НУБІП України

$$L_1 = \frac{1,1}{2,3} = 0,48 \text{ м.}, p_1 = \frac{1}{2,3} = 0,43 \text{ м.}$$

$$L_2 = \frac{4,8 - 1,1}{2,3} = 1,61 \text{ м.}, p_2 = \frac{1}{2,3} = 0,43 \text{ м.}$$

НУБІП України

$$L_3 = \frac{1,1}{2,3} = 0,48 \text{ м.}, p_3 = \frac{3}{2,3} = 1,3 \text{ м.}$$

$$L_4 = \frac{4,8 - 1,1}{2,3} = 1,61 \text{ м.}, p_4 = \frac{3}{2,3} = 1,3 \text{ м.}$$

Знайдемо значення ϵ для люмінесцентних ламп, як функцію відносних розмірів (за рисунком 3.4):

НУБІП України

$$\epsilon_1 = 50 \text{ лк.}, \epsilon_2 = 112 \text{ лк.}, \epsilon_3 = 12 \text{ лк.}, \epsilon_4 = 30 \text{ лк.}$$

Розрахуємо світловий потік з одного метру світлової лінії:

$$F' = \frac{1000 \cdot 300 \cdot 1,2 \cdot 2,3}{1,1 \cdot (50 + 112 + 12 + 30)} = 3689,8 \text{ лм.}$$

НУБІП України

Визначається необхідний світловий потік світильників у кожній лінії:

$$\Phi = F' \cdot L$$

$$\Phi = 3689,8 \cdot 4,8 = 17709,12 \text{ лм/м.}$$

Вибірємо люмінесцентну лампу типу ЛБ40, світловий потік лампи рівний 2800 лм.

$$N_{\text{св}} = \frac{\Phi}{n \cdot \Phi_{\text{л}}} = \frac{17709,12}{2 \cdot 2800} \approx 3 \text{ шт.}$$

Обраний світильник має довжину 1200 мм.

Перевірка:

$$N_{\text{св}} \cdot l_{\text{св}} \leq L$$
$$3,6 \leq 4,8 \text{ м.}$$

Умова виконується.

2.6 Баланс річного споживання активної та реактивної енергії

Виконаємо баланс споживання енергії.

Електрична енергія витрачається на освітлення приміщення, сходів, ліфта, та допоміжне освітлення.

Проведемо аналіз споживання електричної енергії електрообладнання, яке

знаходиться в цеху.

Загальне електроспоживання одним електричним приладом в кВт*год/рік знаходитимемо за формулою:

$$W_{\Sigma} = N \cdot P_{\text{одн}} \cdot \tau \cdot 10^{-3} \cdot K_e$$

де N – кількість одиниць обладнання з однаковою встановленою потужністю, шт;

$P_{\text{одн}}$ – встановлена потужність одиниці обладнання, Вт;

τ – тривалість роботи обладнання, год/рік.

Значення, які були у розрахунках, є фактичними та були отримані в результаті практичного збору даних обладнання, що знаходиться на підприємстві.

Розподіл корисного споживання електроенергії між споживачами різного призначення зведемо в таблицю 2.6

Таблиця 2.6 Розподіл споживання між споживачами різного призначення

Споживання електричної енергії	W_{Σ} , кВт*год/рік
Ліфт	6750
Обладнання, яке знаходиться в цеху	1011124
Лампи	13140
Σ	1031014

Зобразимо електричний баланс на рисунку 2.6.

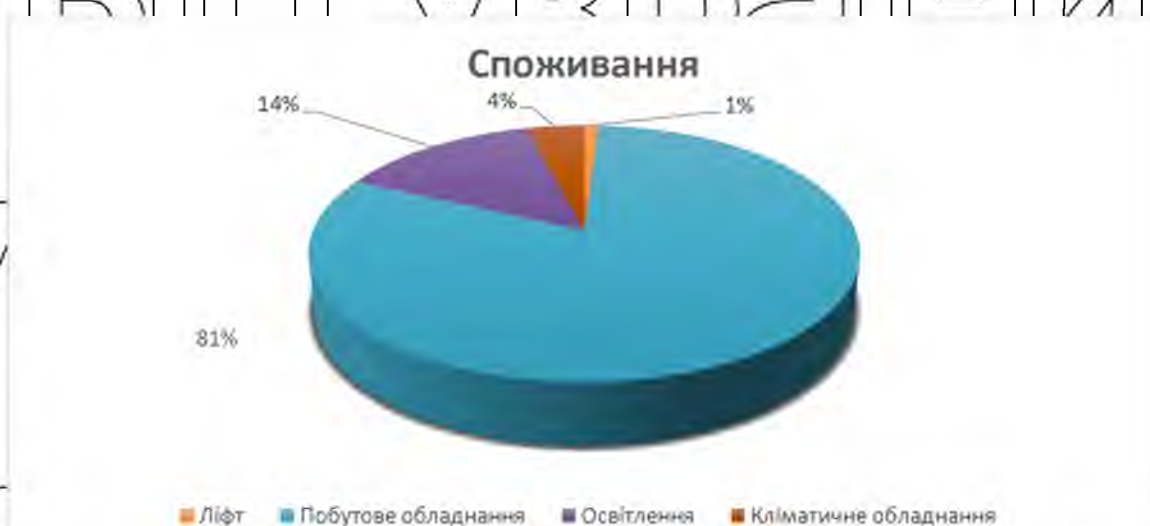


Рисунок 2.6 Споживання електроенергії споживачами різного призначення

Зі структурного енергобалансу можемо побачити, що найбільше електроенергії споживається виробничою технікою (на неї припадає 81% від усієї спожитої енергії за рік). Загальний річний обсяг споживання електроенергії становить: 1031014 кВт*год/рік. Фактичні обсяги електроспоживання становлять близько 1030520 кВт*год/рік.

2.7 Облік споживання електроенергії

Розрахункові лічильники для обліку спожитої електричної енергії встановлені на сходових клітинах (центральному щитку). На даний момент використовується електронні чотирикох-квADRантні лічильники ВТ 3В5Е8GLZТ СП ЗАО "Елвін" класу точності 1.0 (ТТ клас точності 0.5S для активної енергії та 1,0 для реактивної).

Використовуючи багатфункціональний лічильники "Елвін" надає змогу отримувати суміщений максимум навантаження на задані відрізки часу.

Середній строк роботи лічильника – 23 роки, вага приблизно 1,6 кг, температурний діапазон – від -20 до +50С.

2.8 Аналіз динаміки тарифів на електроенергію

За використану електричну енергію розплачуються за показниками лічильників.

Тариф на електричну змінюється регулярно. Нижче на рисунку 3.8 наведена динаміка зміни тарифів на електричну енергію.

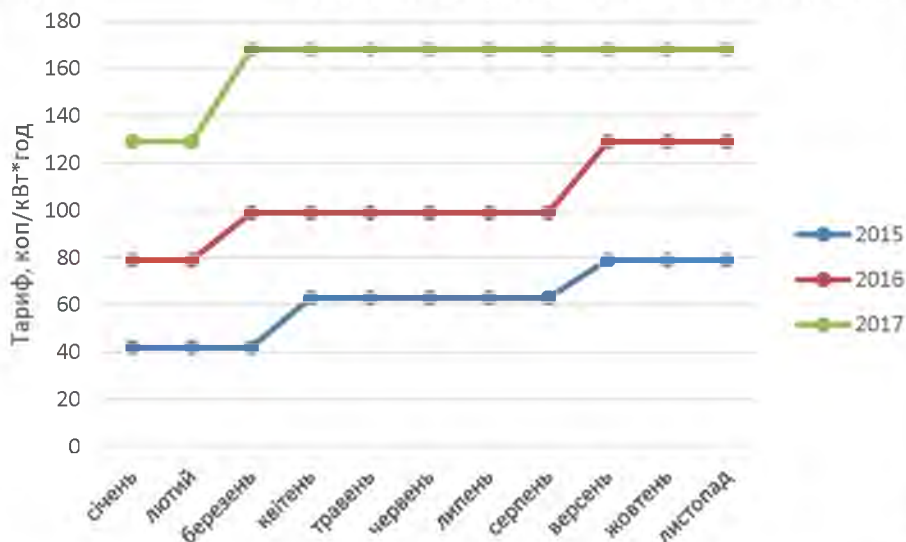


Рисунок 2.8 Динаміка зміни тарифів на електричну енергію

Аналізуючи рисунок 2.8 можна говорити про значне коливання тарифів за електричну енергію у кожному році в період з лютого до квітня (від 42 коп/кВт*год до 168 коп/кВт*год згідно).

В 2020 актуальний тариф 168 коп/кВт*год. На цю величину були розраховані ЗЕЗ.

2.9 Заходи з енергозбереження в системі електропостачання

Виконаний аналіз споживання електроенергії показує основні джерела втрати, які необхідно суттєво скоротити або уникнути.

Основними споживачами на підприємстві представляються виробниче обладнання (81% від загального споживання) та освітлення (14% від загального споживання). Для зменшення споживання електроенергії треба ввести заходи ефективності та енергозбереження, які направити на групи споживачів з більшим відсотком споживання електричної енергії. Запропоновані заходи з енергозбереження необхідно розглядати, як рекомендаційні.

Під час аудиту було виявлено, що співробітники даного цеху використовують застаріле обладнання, енергоефективність яких є дуже низькими, та тривалість експлуатації деякого обладнання є суттєво вищим, ніж заявлений термін експлуатації виробником. Це призводить до того, що плата за електроенергію є високою за рахунок більшої тривалості запуску.

Заходи з енергозбереження суттєво скорочують величину споживання енергоресурсів.

Заходи з енергозбереження

№1. Заміна ламп розжарювання на люмінесцентні

Ситуація на даний момент

Освітлення підприємства на більш ніж 50% складається з ламп розжарювання (196 шт.), які мають низьку світловіддачу та термін служби. Тобто є варіант зменшення споживання електричної енергії при заміні їх на нові енергозберігаючі (люмінесцентні) лампи.

Опис заходу

Пропонується реконструкція системи освітлення та встановлення люмінесцентних світильників для забезпечення необхідного рівня освітленості. Заміна ламп дозволить в 1,5-2 рази зменшити навантаження системи освітлення.

Вид інвестиції	Вартість
Управління	1 000,00 грн
Обладнання	40 000,00 грн
Встановлення	5 000,00 грн
Виконавча документація	9 000,00 грн
Загалі витрати Σ	65 000,00 грн

Загальний строк служби – 7 років.

Економія:

Замінивши лампи розжарювання на люмінесцентні отримаємо наступне:

$$W_1 = 60 \cdot 0,93 \cdot 6 = 331,2 \text{ кВтгод/рік};$$

$$W_2 = 1560 \cdot 0,036 \cdot 173 = 30 \cdot 905,3 \text{ кВтгод/рік};$$

$$W_{EK} = 29 \cdot 188,3 \text{ кВтгод/рік};$$

$$E = 29 \cdot 188,3 \cdot 1,68 = 49 \cdot 036,3 \text{ грн/рік};$$

Термін окупності:

$$T_{OK} = \frac{B}{E} = 1,34 \text{ роки}$$

№2 Встановлення датчиків присутності

На даний момент ситуація

Сходовими клітинами споживається 25667 кВтгод/рік при 24-годинному освітленні. Прийmemo, що за рахунок встановлення датчиків присутності,

освітлення буде увімкнене на 70% менше часу. Установка датчиків присутності значно знизить витрату електроенергії на освітлення.

Опис заходу

Встановимо 18 датчиків присутності. Ціна одного – 250 грн, мікроконтролера – 550 грн, монтажу – 30% від ціни устаткування.

Розрахуємо економію електричної енергії, грн:

$$E = (25667 - 25667 \cdot 0,7) \cdot 1,56 = 12012,2 \text{ грн}$$

Можливо розрахувати річну економію:

$$\Delta W = P_{\text{встановлена}} \cdot (T_{\text{чергове}} - T_{\text{датчика}})$$

де $P_{\text{встановлена}}$ – встановлена потужність світильників чергового освітлення;

$T_{\text{чергове}}$ – час коли увімкненого чергового освітлення на протязі року;

$T_{\text{датчика}}$ – кількість годин спрацювання датчика присутності на протязі року.

$$\Delta W = 1,3 \cdot (3600 - 273) = 4325,1 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Витрати на введення в експлуатацію, грн:

$$B = (250 + 550) \cdot 18 \cdot 1,3 = 18720 \text{ грн}$$

Розрахуємо економію у грошовому еквіваленті:

$$\Delta E = 18720 \cdot 1,68 = 31449,6 \text{ грн}$$

Термін окупності

$$T_{\text{ок}} = \frac{B}{E} = 1,56 \text{ роки}$$

№3 Заміна холодильників

Існуюча ситуація

Більшість холодильників потребують заміни через зношеність систем та низьку холодопродуктивність. Отже пропонується замінити холодильники на нові з меншою споживаною потужністю.

Опис заходу

Старий холодильник з корисним холодильним об'ємом 370л споживає 800 кВт·год/рік, в той час як новий, запропонований для заміни, холодильник Whirlpool WBE 3714W з тим самим холодильним об'ємом споживає 322 кВт·год/рік.

Характеристики холодильників наведені в таблиці 2.9.1.

Таблиця 2.9.1 Характеристики старих та нових холодильників

Марка холодильника	Корисний холодильний об'єм, л	W, кВт·год/рік
Beko	370	800
Whirlpool WBE3714W	370	322

Порахуємо економію спожитої за рік електричної енергії:

$$W = 800 - 322 = 478 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Економія у грошовому виразі з врахуванням існуючого тарифу, грн:

$\Delta E = 478 \cdot 1,68 = 803,1 \text{ грн}$

Визначимо термін окупності за умови заміни 24 холодильників:

$$T_{ок} = \frac{K}{\Delta E} = \frac{9175 \cdot 24}{803,1 \cdot 24} = 11,42 \text{ роки}$$

де K – капіталовкладення на придбання одного холодильника Whirlpool WBE 3714W, K = 9175 грн.

НУБІП України

№4 Заміна кондиціонерів

Ситуація на даний момент

Більшість кондиціонерів перевищили свій термін служби та мають низьку ефективність роботи. Запропоновано змінити існуючі на нові: з тою самою холодопродуктивністю, але з меншою споживаною потужністю. На території підприємства знаходяться 7 кондиціонерів з холодильним коефіцієнтом $\varepsilon = 1,1$.

Такі кондиціонери відносять до класу енергоефективності G.

Опис заходу

Пропонується обрати нові кондиціонери виробника LEBERG, холодопродуктивністю $Q = 2,1$ кВт та споживаною потужністю при охолодженні $N = 0,69$. Визначимо холодильний коефіцієнт:

$$\varepsilon = \frac{Q}{N}$$
$$\varepsilon = \frac{2,1}{0,69} = 3,04$$

За значенням холодильного коефіцієнта визначаємо клас енергоефективності нових кондиціонерів – C.

Середній час роботи кондиціонерів – 640 год/рік.

Наведемо основні характеристики старих та нових кондиціонерів у табл. 3.6:

Таблиця 2.9.2 Характеристики старих та нових кондиціонерів

Марка холодильника	Споживана потужність	Площа обслуговування, м ²	Тип
Vestfrost	1000	20	Звичайний
LEBERG	700	20	Спліт-система

Розрахуємо капітальні затрати на електричну енергію, спожиту старими та новими кондиціонерами за один рік (тариф на електричну енергію станом на 25.05.2017 – 1,68 грн), грн:

$$E_{ст.к.} = 640 \cdot 7 \cdot 1,68 \cdot 1 = 7526,4 \text{ грн}$$

НУБІП України

$$E_{\text{нов.к.}} = 640 \cdot 7 \cdot 1,68 \cdot 0,7 = 5268,5 \text{ грн}$$

Наведемо порівняння старих та нових кондиціонерів у таблиці 3.7.

Таблиця 2.9.3 Порівняльна таблиця старих та нових кондиціонерів

Старі кондиціонери			Нові кондиціонери		
P, Вт	Споживання ел. ен. за 1 рік	ен. за 1 грн	P, Вт	Споживання ел. ен. за 1 рік	ен. за 1 грн
	кВт·год			кВт·год	
1000	4480	7526,4	700	3136	5268,5

Розраховуємо грошову економію за рахунок меншого споживання електричної енергії новими кондиціонерами:

$$\Delta W = 4480 - 3136 = 1344 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$\Delta E = E_{\text{ст.к.}} - E_{\text{н.к.}} = 7526,4 - 5268,5 = 2257,9 \text{ грн}$$

Вартість одного кондиціонера – системи LAGARG LBS-FRE08/LBU-FRE08 – 5500 грн. Приймаємо, що затрати на монтаж складуть 25% від вартості кондиціонера.

Порахуємо термін окупності:

$$T_{\text{ок}} = \frac{7 \cdot 5500 + 0,25 \cdot 7 \cdot 5500}{2257,9} = 21,3 \text{ роки}$$

Отже, термін окупності нових кондиціонерів має довгий період. Але, кондиціонери на даний момент потребують зміни через зношеність систем, низьку холодопродуктивність та постійну необхідність в ремонті.

Основною перевагою запропонованих кондиціонерів є варіант їх роботи не лише на охолодження, а й на нагрів, що забезпечує додаткову грошову економію в холодний період року.

Висновок до розділу

Енергоефективний рівень – показник, що дає представлення про раціональне використання енергетичних ресурсів. При використанні застарілих обладнань або при впливу людського фактору на споживання, плата за енергоресурси вище, ніж очікується. Саме тому, у магістерській роботі пропонується заміна не

енергоефективного обладнання на сучасне та перехід на новий рівень споживання електроенергії.

В цьому розділі відбулося обстеження поточного стану силових споживачів та запропоновані заходи з енергозбереження:

- заміна люмінесцентних ламп та ламп розжарювання на світлодіодні;
- встановлення датчиків присутності;
- заміна холодильників;
- заміна кондиціонерів;
- заміна електроплит.

Проаналізовані заходи з енергозбереження для зручності представимо у вигляді таблиці 2.9.4 та вирахуємо загальну економію.

Таблиця 2.9.4 Корисне споживання електроенергії після впроваджених заходів

№	Захід з енергозбереження	Економія, грн/рік	Інвестиції, грн	$T_{ок}$, роки
1	Заміна ламп ЛР на люмінесцентні	30905,28	29188,3	1,34
2	Датчики присутності	4325,1	12012,2	1,56
3	Заміна холодильників	478	803,1	11,42
4	Заміна кондиціонерів	1344	2257,9	21,3
5	Заміна електроплит	2366	3974,9	4,21
	Загальна економія		48236,4	

Зміну споживання електроенергії можна побачити на рисунку 2.9.



Рисунок 2.9 Річне споживання електроенергії до та після впровадження ЗЕЗ

РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНКИ РІВНІВ НЕОПТИМАЛЬНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА СПОСОБІВ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Функціонування енергетики залежить від багатьох технічних факторів, серед них більш визначальним є: структура та якісний склад генеруючих потужностей, збалансованість попиту та пропозиції, стан електричних мереж, режим роботи.

Для підвищення ефективності експлуатації електромереж були розроблені методи та засоби формувань умов оптимальності їх режимів в умовах постійно зростаючого навантаження споживача та збільшення частки децентралізованого генерування за допомогою джерел розосередженої генерації та обладнання активних споживачів. Для необхідності забезпечення рентабельності функціонування обладнання активного споживача є варіант організації планування і оперативного («інтелектуального») керування

режимами роботи.

Під час експлуатації розосередженої генерації та системи керуванням навантаження передбачається отримати максимальний прибуток, реалізацією (продажем) виробленої або зекономленої електроенергії. Отже для

коригування режимів роботи систем електропостачання із активними споживачами, дана задача є першочерговою. Однак, в інших випадках, першочерговим має бути надання активним споживачами додаткових послуг для системи електропостачання, тобто, використання потенціалу активних

споживачів для регулювання режимів роботи мережі, для зменшення витрат електроенергії, для вирівнювання графіку споживання та для надання інших системних послуг, що передбачає отримання певної вигоди як для енергетичної компанії, так і для самого споживача.

Проблема електричної мережі викликане швидким зростанням виробництва та споживання електроенергії, хоча управління енергосистемами стає більш складним через збільшення частки розподілених і поновлюваних джерел енергії перемінною генерацією.

Підвищення якості керування режимом електромережі допомагає протидіяти аваріям – програма регулювання навантаження, післяаварійний

відновлюваний роботі мережі, поділ мереж на автономно працюючі ділянки (передача постійного струму (ППС), вставки постійного струму (ВПС) і несинхронний зв'язок. Мережа, маючи засоби швидкого управління режимами, підтримує стабільність напруги під час зміни потоків потужності,

управлінням споживання електроенергії виконується при вирівнюванні графіка навантаження, забезпечує високу якість електропостачання.

Мережі, що складають основу електроенергетичних системи мають відігравати стратегічно важливу роль у процесі переоснащення та підвищення технічного рівня передавання і розподілу електроенергії.

Основу в даних процесах відводять розвитку ефективній сфері передавання та розподілу електроенергії по підвищенню надійності електропостачання. Один напрямком вирішень проблем надійності маєтя об'єднання енергетичної системи різних країн та регіонів, котрі розвиваються

методом виробленням відповідних енергетичних систем.

Основою координаційного управління та функціонування ОЕС, що входить до великих енергетичних об'єднань (ЕО), досягається оптимальним і ефективним використанням ресурсів первинної енергії, та скороченням загальних втрат при передаванні і розподілу електроенергії.

Інтеграційний процес надає об'єднувальний ефект – появлення нових властивостей, котрих не було у складових частинах, це проявляється підвищенням рівня регульованості, зниження нерівномірності, зменшення залежності частоти електричного струму від коливань балансу потужності.

Варіант можливості оптимізувати режим енергосистем із урахуванням нових критеріїв оптимальності.

Інвестиції являються головним фактором будови гнучкої і ефективної електричної мережі, в основу яких покладено нові архітектурні схеми та інноваційні технічні рішення.

Головною втратою електроенергії в електричних мережах на її транспортування до споживача є важливим показником економічності роботи. Цим наглядно відображаються проблеми, котрі вимагають невідкладного розв'язку відносно розвитку, реконструкції та технічного переоснащення

електричних мереж, удосконалення методів та засобів експлуатації, обліку і керування

3.1 Зниження втрат електроенергії в елементах системи електропостачання

Вирішення задачі по зниженню рівня втрат електроенергії є найважливішою частиною більш загальної проблеми зменшення енергоспоживання і ефективним використанням енергетичних ресурсів на базі оптимізації балансів споживання та виробленням електричної енергії.

Сьогодні метод аналізів балансу базується на методі експертних оцінок, оскільки використовують невелику частину інформації – споживання енергосистеми в цілому.

Втрати в елементах систем електропостачання приходяться на лінії

електропередач. В трансформаторі втрати складають приблизно 30 % всіх сумарних втрат мережі, саме важливо що біля половини з них – втрати в сталі.

Втрати в інших елементах мережі (у реакторах, компенсуючих пристроях, вимірю-вальних приладах, трансформаторів струму і напруги) є незначними

отже можуть оцінені в межах 3–5 % сумарних втрат. Втрати включаються і

ті, що витрачаються на власні потреби підстанцій. Майже $\frac{1}{4}$ всіх втрат складають втрати, які практично не залежать від навантаження, так звані умовно-постійні, $\frac{1}{3}$ – умовно-змінні.

Технічний аналіз підлягає тільки частині загальних втрат – приблизно

10 %, так звані комерційні втрати, – зв'язана з недосконалістю системи

обліку електроенергії. При паралельній роботі енергосистеми потребує

необхідності передачі визначеної кількості електроенергії транзитом через

мережі енергосистеми. При цьому є місце додатковим втратам електроенергії,

зв'язаними з транзитним перетоком.

Найвнї різні класифікації заходів по зниженню втрати електроенергії,

але вони ґрунтуються на економічному критерії, що визначає розподіл

заходів на групи і не відображаються співвідношення витратами і ефектом від

їх реалізації. Дані класифікації також не враховують ще дві важливі

обставини: перша – вплив споживачів (особливо режимів їх роботи) на втрати

електроенергії у мережі, друга – роль проектних, науково-дослідних,

будівельних і експлуатаційних організацій у розробці і реалізації заходів по

зниженню втрат електроенергії.

В даній роботі була запропонована класифікація заходу зниження

втрат електроенергії, котра ґрунтувалася поняттям керування, отже

цілеспрямованими діями на параметри електричних мереж і споживачів та

режимів їх роботи. Ця класифікація відповідає процесу передачі і споживання

електроенергії, а також наведена на рисунку 2.1. Відповідно до

запропонованої класифікації дії, тривалість більше року, спрямованого на

глибоку зміну параметрів, елементів і схем мереж, віднесено до груп заходів

по керуванню розвитком мереж.

Додатковим резервом зниження втрат електроенергії є керування

розвитком і режимами роботи споживачів.

Заходи по керуванню режимами роботи споживачів виконуються персоналом підприємства, де знаходяться електроустановки, разом з персоналом енергооб'єднання.

Технічні заходи по зниженню втрат електроенергії потребують реконструкції мереж, заміни або встановлення додаткових апаратів, машин та обладнання. Реконструкція мережі передбачає заміну перерізів проводів лінії, переведення ліній на більш високу напругу, скорочення радіуса мережі за рахунок будівництва нових підстанцій. Всі ці заходи потребують капітальних вкладень, що збільшує щорічні витрати на амортизацію і поточний ремонт.

Найбільш поширеним напрямом економії електроенергії є зниження втрат електроенергії в елементах системи електропостачання: у силових трансформаторах усіх ступіней напруги, у лініях електричної мережі, у реакторах, в установках реактивної потужності, що компенсують. Великі різнобічні можливості економії електроенергії реалізуються заходами, які можна розділити на конструктивні й експлуатаційні.

Експлуатаційні заходи щодо зниження втрат, як заходи, що не вимагають додаткових капітальних вкладень, повинні здійснюватися в першу чергу. У розподільних мережах промислових підприємств застосовується глибоке секціонування при роздільній роботі секцій шин розподільних пунктів на всіх рівнях напруги розподільної мережі. При такій схемі виникає нерівномірність навантаження в лініях і трансформаторах, різниця напруг на секціях і в результаті – додаткові втрати потужності. Для зменшення цих втрат необхідно перевірити і забезпечувати рівномірність навантаження секцій. Для перевірки рівномірності на практиці застосовують короткочасне включення секцій на паралельну роботу включенням секційних вимикачів. Переключаючи в мережах навантаження з більш завантаженої секції на менш завантаженої, домагаються зниження струму який протікає через секційний апарат до мінімуму.

$$\min(\min \sum_{i=1}^T C_i \sum_{k \in K^i} W_{k,i}),$$

Втрати електроенергії в лініях електричної мережі складають значну частину сумарних утрат у всій системі електропостачання. Одним із заходів щодо зменшення втрат у лініях є включення в роботу всіх ліній: у схемі не повинно бути ліній тільки резервних.

Важливим заходом щодо економії втрат в електромережах є своєчасне відключення в резерв трансформаторів підстанцій при зниженні їхнього навантаження і включення при зростанні навантаження.

Завданням оптимізації управління системами електропостачання приділяється пильна увага, починаючи з моменту появи перших автоматизованих систем проектування і автоматизованих систем управління на основі комп'ютерів. Діючі програмні системи дозволяють перевіряти реальність і оптимальність проектних рішень по окремих енергетичних об'єктів, а також надійність функціонування працює енергосистеми в цілому шляхом вирішення конкретних технологічних завдань. Програмне забезпечення використовується також для порівняльного аналізу різних стратегій проектування, монтажу, оптимізації та експлуатації при прийнятті рішень на підставі стану і параметрів режиму електричної мережі.

Основними елементами електричної мережі є силові трансформатори підстанцій і ліній електропередач. Дані елементи в будь-якому аналітичному або синтетичному програмному продукті представляються своїми математичними моделями. З усього безлічі моделей в загальному випадку можна виділити два основних види, які використовуються при вирішенні поставлених завдань:

- 1) Загальноприйнята графічна модель електричної схеми енергосистеми (включаючи силові трансформатори і ЛЕП);
- 2) Спеціалізовані моделі розрахункових схем, що описують схему електричної мережі енергосистеми на рівні вимог застосованих математичних методів і конкретних технологічних задач.

Завдання підвищення енергоефективності систем електропостачання різних об'єктів вимагають виконання заходів, нерідко пов'язаних з інженерними розрахунками. Інженерні розрахунки в галузі енергозбереження

є трудомістким процесом. Беручи до уваги складність і високу вартість виконання таких робіт, необхідність і корисність енергозберігаючих заходів не завжди є очевидними для керівництва підприємств, організацій і установ.

Велика частина прийнятих рішень строго регламентована законами, керівними вказівками і іншими нормативними документами. Це дає можливість автоматизувати рішення багатьох приватних і комплексних завдань, в тому числі завдань з підвищення енергоефективності експлуатуються силових трансформаторів.

На трансформаторних підстанціях встановлюються, як правило, два силових трансформатора. Залежно від сумарного навантаження підстанції в невантаженому годинник вигідно відключати один трансформатор. Слід вважати такий режим роботи заходом по енергозбереженню, так як коефіцієнт корисної дії залишився в роботі трансформатора наближається до максимального значення.

3.2 Порівняльний аналіз якості електричної енергії

Досвідом лібералізацій світові енергетичні ринки показав, важливість значення набування питань забезпечення надійності енергетичної системи країни, підтвердженням цього велика системна аварія, котрі останніх час почастишали, показника якості електроенергії забезпечувати споживачам. Тут, появляються великі випоги для параметра якості електричної енергії.

Електроенергію розглядають як фізичну явища, про здатність електромагнітного поля викоривати робота для дії прикладеної напруги в технологічному процесі для виробництва, транспортувань, розподіла та споживання.

Основний ефективний спосіб координації дій суб'єкта ринка мається забезпечення якість електроенергії в її умовах експлуатації системи електроспоживання зоруміється створення системи керування якістю в організаціях учасниках ринку.

Електроенергію вважають однією з найбільш універсальних видів енергії, оскільки отримати її можна перетворюючи в будь-який інший вид

енергії. Сам процес перетворень та споживань електроенергії майже завжди супроводжується технологічними втратами, зниження якості електроенергії також відноситься.

Головна мета керування якістю електроенергії являє попередження завдань шкоди для людини, навколишнього середовища в результаті порушень функціонування технічних засобів внаслідок дії електромагнітних перешкод.

Для забезпечення ідеального параметру якості електроенергії немає потреби, окрім цього – досить дорогі затрати. Необхідно всього навсього знизити електромагнітні завади до потрібного мінімуму та дотримуватись них, при якому їхній вплив на електрообладнання системи електропостачання буде мінімальним, та не порушуватиме умов нормального функціонування цього обладнання.

Таблиця 3. Відмінності між існуючими стандартами якості електроенергії.

Показник якості	ГОСТ 13109-97	Європейський стандарт EN50160:2010	ГОСТ Р 54149-2010
Відхилення напруги	Основної частоти; нормально $\pm 5\%$, гранично $\pm 10\%$; усереднення за 1 хв; діапазон $\pm 20\%$ U_n ; похибка $\pm 0,5\%$	Рівень напруги в електричних мережах повинен відповідати значенню 230 В з допуском $\pm 6\%$ $\pm 10\%$	Діючого значення; тільки $\pm 10\%$; об'єднане значення величини на інтервалі 10 хв. з поміткою часу (± 20 мс) і маркуванням; діапазон $(10 \dots 150)\% U_c$; похибка $\pm 0,1\%$
Відхилення частоти	Усереднення за 20 с; діапазон 45-55 Гц; похибка $\pm 0,03$ Гц	Усереднення за 10 с; діапазон 56,4-62,4 Гц	Усереднення за 10 с; діапазон 42,5-57,5 Гц; похибка $\pm 0,01$ Гц
Спотворення синусоїдальності	Коефіцієнт n-ої гармонічної складової; усереднення за 3 с		Коефіцієнт n-ої гармонічної складової підгрупи; об'єднане значення величини на інтервалі 10 хв. з поміткою часу (± 20 мс) і маркуванням

Несиметрія	Усереднення за 3 спокійка $\pm 0,3\%$	Коефіцієнт несиметрії напруг понульовій послідовності не врахований	Об'єднане значення величини на інтервалі 10 хв. з поміткою часу (± 20 мс) і маркуванням; похибка $\pm 0,15\%$
Період спостережень для оцінки	За кожен добу окремо (всього 7 діб)	–	В цілому за 7 діб(безперервно)
Відхилення частоти	Усереднення за 20 с; діапазон 45-55 Гц; похибка $\pm 0,03$ Гц	Усереднення за 10 с; діапазон 56,4-62,4 Гц	Усереднення за 10 с; діапазон 42,5-57,5 Гц; похибка $\pm 0,01$ Гц
Співвідношення синусоїдальності	Коефіцієнт n-ої гармонічної складової; усереднення за 3 с	–	Коефіцієнт n-ої гармонічної складової підгрупи; Об'єднане значення величини на інтервалі 10 хв. з поміткою часу (± 20 мс) і маркуванням

Несиметрія	Усереднення за 3 спокійка $\pm 0,3\%$	Коефіцієнт несиметрії напруг понульовій послідовності не врахований	Об'єднане значення величини на інтервалі 10 хв. з поміткою часу (± 20 мс) і маркуванням; похибка $\pm 0,15\%$
Період спостережень для оцінки	За кожен добу окремо (всього 7 діб)	–	В цілому за 7 діб(безперервно)
Особливості структури	Розділи про методи розрахунків і вимірювань показників якості електроенергії, вимоги до відповідних засобів вимірювань, методи обстеження якості електроенергії в системах електропостачання знаходяться в одному стандарті.	Вимоги до якості електроенергії – в одних стандартах, методи вимірювання вимоги до засобів вимірювання, що відповідають цим методам, - в інших стандартах.	Вимоги до якості електроенергії – в одних стандартах, методи вимірювання і вимоги до засобів вимірювання, що відповідають цим методам, - в інших стандартах.

3.3 Механізми підвищення ефективності передавання та розподілу електроенергії, оптимізації втрат електроенергії в електромережах

НУБІП України

Сьогодні світовий попит на електроенергію зростає швидше, та згідно з прогнозів Міжнародного Енергетичного Агентства (МЕА) випереджатимуть у 1,5–2 рази темпи зростання попиту на первинні енергоносії

Таблиця 3.3 – Динаміку відносних втрат електроенергії в електричних мережах

	2000	2003	2006	2009	2010	2011	2012
ЄС	7,1 9	6,7 7	6,4 2	6,5 3	6,4 8	6,2 4	6,2 9
США	6,4 2	5,8 7	6,5 4	6,6 1	6,4	6,2 2	6,4
Канада	7,8 1	6,3 0	6,6 2	6,1 8	5,6 8	7,2 4	7,0 6
Китай	6,9 1	6,5 9	6,4 8	6,0 3	6,1 0	5,7 3	5,3 1
Індія	27, 63	27, 45	24, 30	21, 20	20, 04	21, 14	17, 08
Австралія	7,1 4	6,5 4	6,7 5	5,9 0	6,1 0	5,2 7	5,0 7
Туреччина	19, 02	17, 11	14, 07	14, 88	14, 31	14, 11	14, 89
Росія	11, 60	12, 09	10, 83	10, 79	10, 13	9,9 7	9,9 8
Світ	8,8 9	8,7 1	8,6 8	8,6 7	8,1 7	8,1 0	8,1 2

Високе оброблені рівень втрат електроенергії є наслідком недостатності мережах інвестицій у інфраструктуру й систему обліку електроенергії, відсутність автоматизованого інформаційних систем збору, оброблення і передавання даних про корисний відпуск електроенергії, невпорядковану структуру потоків електроенергії в різній рівня напруги, енергозбутової балансової та низький рівень роботи в електричних мережах.

Основні напрями зниження технічних втрат електроенергії в електричних мережах різних країн: оптимізація завантаження електричних мереж під час їх проектування, експлуатації та розвитку, компенсація реактивної потужності та енергії, переведення електричних мереж на більш високі рівні напруги, застосування устаткування зі зменшеними технологічними витратами на його функціонування, у тому числі сучасних трансформаторів зі зниженими втратами холостого ходу та навантаження,

НУВБІП УКРАЇНИ

впровадження сучасних автоматизованих систем обліку електроенергії, скорочення тривалості ремонтних і післяаварійних режимів, виконання робіт під напругою тощо.

Основні засоби зниження технічних втрат являють будівництво, реконструкцію і модернізацію лінії електропередавання, застосування нових типів проводів, впровадження технологій передавання електричної енергії постійним струмом та ВПС, нових конструкцій силових трансформаторів з низькими показниками втрат електроенергії, надпровідних кабельних ліній та

газоізованих кабелів, розподільної генерації, нових систем на базі силової електроніки, сучасних автоматизованих систем обліку електроенергії, інтелектуальних систем Smart Grid тощо.

НУВБІП УКРАЇНИ

Розвиток інтегрованих («інтелектуальних») мереж вимагає розроблення нової динамічної архітектури оперативно-диспетчерського керування енергетичними мережами в режимі реального часу та дієвих систем регулювання енергопотоків.

НУВБІП УКРАЇНИ

З метою підвищення керування енергосистем, підвищується пропускна спроможність та зменшується втрати електроенергії для транспортування в електричних мережах ведеться інтенсивна робота по створенню та впровадженню пристроїв гнучкого управління перетіканнями реактивної та активної потужності на регулювання напруг на високовольтній лінії змінного струму (FACTS) при застосуванні статичних компенсаторів, статичних синхронних поздовжніх компенсаторів та інших пристроїв.

НУВБІП УКРАЇНИ

Основними перевагами впровадження технологій FACTS у електроенергетику є: підвищення економічної ефективності; збільшення пропускної спроможності існуючих мереж; поліпшення статичної та динамічної стійкості; демпфірування низькочастотних коливань потужності; ефективне регулювання рівня напруги, управління потоками активної і реактивної потужностей згідно з транзакціями енергоринку та програмами експорту-імпорту електроенергії; підвищення надійності та зниження втрат електроенергії. В окремих випадках їх впровадження пропускна спроможність систем передавання електроенергії може бути подвоєна.

Впровадження нових технологій накопичення та зберігання електричної енергії дає можливість компенсувати значний дисбаланс режиму енергосистеми та знижує потребу у використанні для регулювання менш економічних резервних потужностей теплових електростанцій в умовах роботи розподіленої генерації з потужними джерелами непостійної вітрової та сонячної генерації.

Потужні системи акумулювання енергії з перетворювачами постійного струму в змінний є одним з найбільш ефективних напрямів у розв'язанні цієї проблеми. На останній стадії розроблення перебувають системи акумулювання енергії потужністю 100

МВт і понад 500 МВт. У проекті використовується запатентований AES Energy Storage (CIPA) алгоритм регулювання частоти, який оптимізує застосування технологій акумулювання електроенергії.

Автоматизація обліку спожатої електроенергії на основі

впровадження сучасних автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) є одним із основних напрямів оптимізації втрат електроенергії в електромережах розвинених зарубіжних країн. При цьому під час передавання електроенергії магістральними електромережами

використовують найбільш точні приклади обліку електроенергії (клас

точності: 0,1S, 0,2S), що економічно доцільно впроваджувати за відносно великих потоків електроенергії.

Впровадження інтелектуальних систем обліку електроенергії (Smart Metering), за умови ефективного метрологічного забезпечення, є важливим елементом для створення «розумних» мереж Smart Grid з мінімізацією втрат електроенергії.

Пристрої систем обліку Smart Metering містять у собі ряд різних технологій, таких як зчитування, нагромадження і запам'ятовування інформації в режимі реального часу та оповіщення про втрати енергії і

моніторинг якості комунальних послуг. Відмінною рисою «інтелектуальності» є наявність мікроконтролерів з незалежним живленням протягом 5–10 років, радіоканалів і комунікацій на передавання та приймання інформації.

Розвиток «інтелектуальних» мереж вимагає підвищених обсягів інвестицій, як внутрішніх, так і зовнішніх.

За оцінкою MEA, глобальний обсяг необхідних інвестицій у розвиток світової енергетики до 2030 р. становитиме близько 16 трлн дол. США, у тому числі понад 2 трлн дол. на розвиток «інтелектуальних» мереж.

Нормативне супроводження підвищення ефективності передавання та розподілу електроенергії.

Важлива роль в нормативному забезпеченні надійності передавання та розподілу електроенергії відводиться державним регулюючим органам, які

здійснюють моніторинг надійності СЕС. Загальні правила сформульовано в директивах, які визначають зобов'язання щодо аналізу надійності на національному рівні в умовах лібералізованої електроенергетики. Зокрема, в

Євросоюзі прийнято і реалізується в країнах-членах ЄС понад 20 директив за конкретними напрямками підвищення ефективності використання

енергетичних ресурсів, зокрема електроенергії, як в галузі економіки, так і в комунальній сфері, будівництві, машино- і приладобудуванні тощо.

Розвиток уже діючих і розроблення майбутніх енергосистем істотно ускладнюється недосконалістю нормативно-правової бази, особливо в частині

єдиних міжсистемних і стандартизованих національних кодексів для передавальних мереж та низький рівень координації в розробці технологій і проведенні досліджень. Методи оптимізації нерівномірності графіків електричного навантаження

Управління електроспоживанням є одним зі способів оптимізації електроспоживання для підвищення енергоефективності та надійності режимів роботи систем електропостачання.

Методи управління електроспоживанням можна розділити на прямі і непрямі.

До прямих відносять методи, при яких об'єктом управління є не графік активного навантаження, а безпосередньо потоки енергії, керовані, наприклад, за допомогою буферних накопичувачів.

Таблиця Заходи з керування навантаженням

Спонукальні		Примусові	
Організаційні	Технічні	Економічні	Технічні
1) Непрямі дії або керування (наприклад, ініціативи по енергозбереженню і/або стимулювання застосування систем керування, установлених споживачем); 2) інформування споживачів (популяризація програм УЕВ серед споживачів)	1) Децентралізація генерації увазі джерела постачань від не-енергопостачальних компаній), пряме керування устаткуванням споживача (обмежники попиту і системи керування, встановлені енергопостачальною компанією); акумуляція енергії	1) Введення стимулюючих тарифів (ціни на енергію залежно від часу споживання), ставки на пікову потужність, ставки (знижки) за переривання (відключення) навантажень	1) Обмеження потужності (погоджене або обов'язкове) і регулювання напруги

До непрямих відносять методи, що ведуть до зміни форми графіка навантаження.

До загальноорганізаційних заходів слід віднести розподіл вихідних днів промислових підприємств, розпорядок початку роботи, обідних і міжзмінних перерв промислових підприємств, а також зрушення годинникової стрілки в літній час. Проте ці заходи безпосередньо зачіпають соціально-побутові умови життя суспільства і тому повинні використовуватися достатньо обережно і продумано.

Економічна доцільність управління електроспоживання балансується обумовлена зниженням максимального навантаження енергосистеми, що дозволяє енергокомпаніям зменшити капіталовкладення на введення нових генеруючих потужностей, а також свої експлуатаційні витрати, оскільки собівартість електроенергії, виробленої в максимум навантаження, у багатьох енергосистемах має найбільшу величину.

3.4 Аналіз програми з керування пошту на електроенергію та аналізефективності їх використання

НУВБІП УКРАЇНИ

Однією з ключових функціональних характеристик Smart Grid є створення наступних систем керування: організації розподілення

електроенергії (DMS), керування енергоспоживання (EMS), керування даними

вимірювання (MDMS), керування релейним захистом (PRC), автоматизованої

НУВБІП УКРАЇНИ

системи контролю та збору даних (SCADA) та інші. Для забезпечення

оптимального рівня покриття та формування графіків електричного

навантаження з подальшим ефективним регулюванням режимів споживання

необхідно створити комплексну інтелектуальну розподільну систему

НУВБІП УКРАЇНИ

керування (DEMS). Система є включення як система енергетичного

менеджменту (EMS), для ставання розподіленою (D-EMS), так і використання

цієвих програм з керування попиту на електроенергію.

У мережах Smart Grid, DSM програми представлено не лише

алгоритмами дій нормативно-правового характеру при регулюванні

НУВБІП УКРАЇНИ

«поведінки» навантажень, а й механізмами прямого доступу до керування

навантаженнями на рівні технологічних процесів. Це визначає необхідність

точного регулювання енергопроцесів у мережі з врахуванням вимог до якості

електроенергії, надійності та стабільності електропостачання. В результаті

НУВБІП УКРАЇНИ

виникає необхідність в оцінці ефективності роботи системи та врахуванні

відповідних чинників, що впливають на якість електричної енергії, а саме:

спотворення сигналу, пульсації струму на напруги, тощо. Для отримання

бажаного рівня ефективності передачі та споживання електричної енергії та

зменшення втрат, необхідно виявити чинники, які безпосередньо впливають

НУВБІП УКРАЇНИ

та процеси, якими ці чинники можна ідентифікувати.

Таблиця 3.6 – Механізми керування попитом

Елементи програми керування попитом	Теперішній стан	Перспективний стан
-------------------------------------	-----------------	--------------------

Пряме керування попитом	Споживач за власним розсудом включає або відключає обладнання в години мінімуму/максимуму тарифу у відповідності з існуючим тарифним меню	Обладнання споживача, оснащене відповідними пристроями для дистанційного відключення в пікові моменти і включення в моменти мінімальних цін
Програми потреби (пропозиції/навантаження) Програми зворотної покупки	Споживач за власним розсудом включає або відключає обладнання в години мінімуму/максимуму тарифу у відповідності з існуючим тарифним меню	Споживач на основі оперативної інформації про стан ринку може відмовитись від споживання на даний період часу і продавати потужність
Програми переривання	Примусове відключення при форс-мажорних ситуаціях	Відключення за згодою споживача за наданням можливості зниження виплат в сторону постачальника за рахунок системи модифікації цін
Тариф, диференційований за часом доби	Споживач за своїм розсудом включає або відключає обладнання під час дії зонних тарифів	Існування як добровільних програм, так і примусових, заснованих на обов'язковій у них участі всіх споживачів. Споживач може або зобов'язаний завантажити своє обладнання під час дії того чи іншого тарифу
Програми зниження навантаження	Примусове зниження навантаження при форс-мажорних ситуаціях	Зменшення навантаження за згодою споживача з наданням зниження виплат в сторону постачальника за рахунок системи модифікації цін.
Тарифікація в режимі реального часу	Робота в режимі реального часу на балансуєчому оптовому ринку електроенергії і потужності	Робота в режимі реального часу на балансуєчому оптовому ринку і потужності, а також на рівні кінцевого споживача на роздрібному ринку
Програми потреби (пропозиції/навантаження) Програми зворотної покупки	Промисловий споживач на власний розсуд завантажує потужності відповідно до режимів роботи залежних від тарифу або умов довгострокового контракту	Споживач на основі оперативної інформації про поточний стан ринку може відмовитись від споживання на даний момент часу і продати потужність за одним із варіантів: змінний процент від оптових цін, постійний процент від оптових цін, постійна або змінна ціна, яка визначена на умовах конкурсного відбору споживачів

Аналіз ефективності застосування програм DSM при проведенні моніторингу, прогнозуванні та ретроспективного аналізу вимагає створення методичного та алгоритмічного програмного забезпечення, вимагає створення

програмного комплексу типу порадник диспетчера, для енергопостачальних компаній. Нормативно-методичне забезпеченням являється розширення сферів застосувань для модифікування реактивна потужність Фризе, процесу енергетичне обміна та сучасних програм DSM під місцеві енергопостачальні компанії.

Висновки до розділу

1. Виконано аналіз існуючого методу оцінки рівня неоптимальності формування складових оптимізації задачі та класифікація заходів призначених на зниження варт електричної енергії.
2. Упорядковано показник якості електричної енергії у відповідність існуючим стандартам, оцінено можливість підвищення ефективності та зниження варт у електропередавальних мережах.
3. Систематизовано механіки керування попитом та дослідження їх інструментарію по підвищенню ефективності їх впровадження.

4. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

4.1 Обґрунтування планової калькуляції річних витрат на експлуатацію

Загальні річні витрати на експлуатацію електрогосподарства

підприємства визначаються за формулі:

Визначення балансової вартості основних фондів і амортизаційних відрахувань

Балансову вартість основних фондів визначаємо за прайсами. Розрахунки

зведені в таблицю 4.1.

Розрахунок амортизації основних фондів робимо на підставі їхньої балансової вартості, керуючись нормами амортизаційних відрахувань.

Результати розрахунків амортизації основних фондів зводимо в таблицю

4.2 Розрахунок вартості споживаної електроенергії

Витрати на споживану підприємством електроенергію

визначаємо за двохставочним тарифом.

Визначення меж періодів за годинами доби (нічного, напівпікового та пікового) НКРЕКП від 27.06.2019 №1244

встановило наступні чотири сезони, що вказані в таблиці та межі цих періодів, що також вказані в цій таблиці.

Таблиця Періоди за годинами доби по сезонах року

Період часу	Сезони			
	Перший: січень, лютий, листопад, грудень	Другий: березень	Третій: квітень, травень, червень, липень, серпень	Четвертий: вересень, жовтень
Піковий	8.00-10.00 17.00-21.00	8.00-10.00 18.00-22.00	8.00-11.00 20.00-23.00	8.00-10.00 18.00-22.00
Напівпіковий	6.00 - 8.00 10.00-17.00	6.00 - 8.00 10.00-18.00	6.00 - 8.00 11.00-20.00	6.00 - 8.00 10.00-18.00
Нічний	21.00-23.00 23.00-6.00	22.00-23.00 23.00-6.00	23.00-6.00 23.00-6.00	22.00-23.00 23.00-6.00

Роздрібна ціна на електроенергію C_0 цією постановою складає

1,54885

грн/кВт*год.

Для визначення рівня ставок, диференційованих за періодами часу, для кожного періоду (нічний, напівпіковий, піковий) для всіх сезонів встановлюються тарифні коефіцієнти та тривалість періодів, що приведені в таблиці.

Таблиця Тарифні коефіцієнти та тривалість періодів

Період часу	Нічний	Напівпіковий	Піковий
Тарифні коефіцієнти	0,25	1,02	1,8
Тривалість періоду, год	7	11	6

Дані для побудови річного графіка місячних максимумів навантажень споживання електроенергії приведені в таблиці 6.7.

Таблиця Дані для побудови річного графіка місячних максимумів навантажень споживання електроенергії

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P_i , в.о.	1	0,94	0,89	0,82	0,61	0,52	0,52	0,54	0,68	0,83	0,91	1
P_i , МВт	37,1	34,87	33,01	30,42	22,63	19,29	19,29	20,03	25,23	30,79	33,76	37,1

З таблиці 6.7 визначаємо:

$$P_{i, \max}^{31} = 37100 \text{ кВт}; P_{i, \max}^{12} = 19292 \text{ кВт}$$

Робимо побудову типових добових графіків навантаження підприємства для зимового і літнього дня (рис. 6.2).

Дані для побудови типових добових графіків навантаження підприємства для зимового і літнього дня приведені в таблиці 4.8.

Таблиця 4. Дані для побудови типових добових графіків навантаження підприємства для зимового і літнього дня

Часи доби	Зимовий період		Літній період	
	P_i , в.о.	P_i , МВт	P_i , в.о.	P_i , МВт
1	0,3	12,0	0,27	4,39
2	0,29	11,60	0,25	4,07
3	0,28	8,76	0,24	3,91
4	0,28	8,76	0,24	3,91
5	0,31	11,10	0,28	4,56
6	0,38	13,61	0,35	5,69
7	0,49	17,55	0,45	7,32
8	0,76	28,2	0,73	14,083
9	0,87	32,28	0,84	16,21
10	0,86	31,91	0,83	16,012

11	0,76	28,2	0,73	14,083
12	0,66	24,49	0,62	11,96
13	0,67	24,86	0,64	12,35
14	0,72	26,71	0,69	13,31
15	0,8	29,68	0,77	14,85
16	0,88	32,65	0,84	16,21
17	0,96	35,62	0,94	18,13
18	1	37,1	1	19,29
19	0,95	35,25	0,93	17,94
20	0,9	33,39	0,87	16,78
21	0,85	31,54	0,83	16,012
22	0,76	28,2	0,73	14,083
23	0,57	21,15	0,54	10,42
24	0,31	11,501	0,28	5,402
		37,1		19,292

Виконаємо розрахунок споживаної електроенергії по періодам часу в табличній формі (табл. 6.9), а також за рік за формулою

$$W_{\text{рік}} = \sum_{i=1}^3 W_i$$

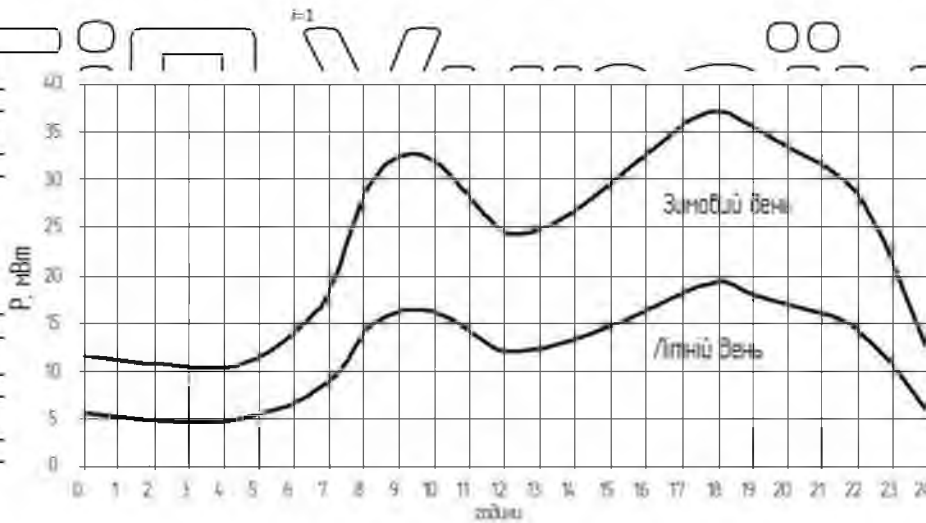


Рисунок Типові добові графіки навантаження підприємства.

Таблиця 4.3 - Визначення спожитої електроенергії

Період часу	Сезони	Місяці	$\sum_{i=1}^m P_{MK} \cdot \Delta t$	$\sum_{i=1}^m \beta_{\text{місяць}}$	$\sum_{i=1}^m P_{MK} \cdot \beta_{\text{місяць}}$
1	1	січень	223,93	31	5553,46
		лютий	223,93	28	5016,03
		листопад	223,93	30	5374,32
		грудень	223,93	31	5553,46
		Разом	-	-	21497,27
2	2	березень	97,037	31	2406,52
		квітень	86,81	30	2083,44
		травень	86,81	31	2152,89
		червень	86,81	30	2083,44
		липень	86,81	31	2152,89
3	3	серпень	86,81	31	2152,89

4	Напівлітвий	Разом:	-	-	-	10625,55
		вересень	178,29	30	0,8	4278,96
		жовтень	178,29	31	0,8	4421,59
		Разом:	-	-	-	8700,55
		Всього за період Σ_i :	-	-	-	45154,88
1	Напівлітвий	січень	276,16	31	0,8	6848,77
		лютий	271,16	28	0,8	6185,98
		листопад	276,16	30	0,8	6627,84
		грудень	276,16	31	0,8	6848,77
		Разом:	-	-	-	26511,36
2	Напівлітвий	березень	162,03	31	0,8	3770,34
		квітень	169,01	30	0,8	4036,24
		травень	169,01	31	0,8	4191,45
		червень	169,01	30	0,8	4056,24
		липень	169,01	31	0,8	4191,45
3	Напівлітвий	серпень	169,01	31	0,8	4191,45
		Разом:	-	-	-	24457,17
		вересень	279,06	30	0,8	6697,44
		жовтень	279,06	31	0,8	6920,69
		Разом:	-	-	-	13618,13
4	Напівлітвий	Всього за період Σ_i :	-	-	-	68357,0
		січень	77,63	31	0,8	1925,22
		лютий	77,63	28	0,8	1738,91
		листопад	77,63	30	0,8	1863,12
		грудень	77,63	31	0,8	1925,22
2	Нічний	Разом:	-	-	-	7452,47
		березень	31,93	31	0,8	791,86
		квітень	31,93	30	0,8	766,32
		травень	31,93	31	0,8	791,86
		червень	31,93	30	0,8	766,32
3	Нічний	липень	31,93	31	0,8	791,86
		серпень	31,93	31	0,8	791,86
		Разом:	-	-	-	4700,08
		вересень	77,63	30	0,8	1863,12
		жовтень	77,63	31	0,8	1925,22
4	Нічний	Разом:	-	-	-	3788,34
		Всього за період Σ_i :	-	-	-	16732,75
		Всього за рік $\Sigma_{\text{рік}}$:	-	-	-	130244,63

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Заходи з охорони праці при обслуговуванні електричних установок на підстанції

Експлуатація електрообладнання розподільних пристроїв є однією з основних задач експлуатації розподільних пристроїв – підтримання необхідних запасів по пропускній здатності, динамічній, термічній стійкості і за рівнем напруги в цілому та в окремих його елементах. Періодичність огляду

встановлено, залежно від типу пристрою, його призначення і форми обслуговування.

Необхідні терміни оглядів наступні: в розподільних пристроях, що обслуговуються змінним персоналом – щодоби.

Під час несприятливих погодних умов, а також після коротких замикань або при появі сигналу замикання на землю в мережі проводять додаткові огляди 1 раз на тиждень.

Всі несправності при оглядах розподільних пристроїв, записуються в експлуатаційному журналі. Необхідно регулярно перевіряти справність резервних елементів розподільних пристроїв (трансформаторів, вимикачів, шин тощо), включаючи їх під напругу в терміни, встановлені місцевими інструкціями. Резервне обладнання необхідно тримати готовим до включення без попередньої підготовки. Періодичність очищення від пилу і бруду залежить від самих місцевих умов.

Обслуговування вимикачів. Зовнішні огляди масляних вимикачів без відключення проводяться з урахуванням місцевих умов, але не рідше 1 разу на шість місяців, разом з оглядами РП. При оглядах перевіряють: стан ізоляторів, кріплень і контактів ошиновки; рівень масла і стан масло вказівників; відсутність протікання масла з розеткових контактів мало об'ємних або через прокладки бакових вимикачів. Рівень масла не повинен виходити за межі при температурах навколишнього середовища від -40 до $+40$ °С. Підвищений рівень масла на полюсах і відповідно, зменшений об'єм повітряної подушки над маслом призводять до надмірного тиску в баку при гасінні дуги, що може бути причиною руйнування вимикача.

При огляді повітряних вимикачів необхідно звертати увагу на його загальний стан, цілісність ізоляторів дугогасильних камер, відокремлювачі, шунтуючі опори і ємнісні дільники напруги, опорні колонки і ізолюючі розтяжки, а також відсутність забруднення поверхні ізоляторів. Манометром, встановленого в розподільній шафі, перевіряють тиск повітря в резервуарах вимикача і надходження його па вентиляцію (у вимикачів, що працюють з АПВ, тиск повинен бути в межах $1,9 \dots 2,1$ МПа і в вимикачів без АПВ $-1,6 \dots 2,1$

МЩа). Під час огляду контролювати справність і правильність показань пристроїв, які сигналізують про ввімкнене або вимкнене положення вимикача. Візуально відбувається перевірка цілісності гумових прокладок у з'єднаннях ізоляторів дугогасильних камер, відокремлювачів і їх опорних колонок.

Контролювати ступені нагріву контактних з'єднань шин і апаратних з'єднань. При експлуатації повітряних вимикачів 1–2 рази на місяць з резервуарів видаляється конденсат. Не рідше 2 разів на рік перевіряють працездатність вимикача шляхом контрольних випробувань на відключення і включення.

Обслуговування комплектних розподільчих пристроїв. Для захисту персоналу від випадкового дотику до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою, в КРП передбачено блокування. У стаціонарних КРП блокують сітчасті двері, які відкривають тільки після відключення вимикача і роз'єднувачів приєднання. Огляди КРП без їх відключення проводять за графіком, але не рідше 1 разу на місяць. При оглядах перевіряють роботу мережі освітлення та опалення приміщень і шаф КРП; стан вимикачів, приводів, роз'єднувачів, механізмів блокування; забрудненість та відсутність видимих пошкоджень ізоляторів; стан ланцюгів вторинної комутації; дію кнопок управління вимикачами.

Систематично в залежності від місцевих умов необхідно очищати ізоляцію від пилу і забруднень, особливо в КРП зовнішнього встановлення. При оглядах комплектних розподільчих пристроїв КРП і КРПШ необхідно звертати увагу на: стан ущільнень у місцях стиків елементів металоконструкцій; справність приєднання обладнання до контуру заземлення; наявність засобів безпеки та пожежогасіння; роботу і справність пристроїв обігріву шаф КРПШ; стан монтажних з'єднань, відсутність сторонніх шумів і запахів; справність сигналізації, освітлення та вентиляції.

Обслуговування роз'єднувачів. При регулюванні механічної частини триполюсних роз'єднувачів перевіряють одночасність включення ножів.

При регулюванні моменту торкання і стиснення рухомих ножів змінюють довжину тяги або ходу обмежувачів або злегка переміщують ізолятор на цоколі або губки на ізоляторі. При повному включенні ніж на 3...5 мм не повинен

доходити до упору контактної площадки. Найменша зусилля витягування одного ножа повинно становити 200 Н для роз'єднувачів на номінальні струми 400... 600 А і 400 Н для роз'єднувачів на номінальні струми 1000... 2000 А. Щільність прилягання контактів роз'єднувача контролюють за значенням опорупостійному струму, яке повинно бути у таких межах: для роз'єднувачів РЛНД (35...220 кВ) на номінальний струм 600 А – 220 мкОм, для інших типів роз'єднувачів на всі напруги з номінальним струмом 600 А – 175 мкОм, 100 А – 120; 1500... 2000 А – 50 мкОм.

Обслуговування короткозамикачів і відокремлювачів.

Короткозамикачі і віддільники оглядають не рідше 2 разів на рік, а також після аварійних відключень. При оглядах особливу увагу звертають на стан ізоляторів, контактів, заземлюючого проводу. При виявленні слідів обгорання контакти зачищають або замінюють.

Під час налагодження короткозамикачів і віддільників звертають увагу нанадійне спрацьовування реле блокування, яке розраховане на струми 500... 800 А. Тому при струмах короткого замикання менше 500 А шину заземлення слід замінити дротом і пропустити його через трансформатор струму. Поточний ремонт апаратів вимикання, а також перевірку їх дії (випробування) проводять у міру необхідності в терміни, встановлені головним інженером підприємства. В обсяг робіт з поточного ремонту входять: зовнішній огляд, чищення, змащення тертьових частин і вимірювання опору контактів постійному струму.

Позапланові ремонти виконують у разі виявлення зовнішніх дефектів, нагрівання контактів або незадовільному стані ізоляції.

Обслуговування споживчих підстанцій. Надійність роботи споживчих підстанцій багато в чому залежить від правильності експлуатації, яку

необхідно здійснювати у відповідності з існуючими керівними та інструктивними матеріалами. Експлуатаційно-профілактичні роботи

трансформаторної підстанції (ТП) проводять з метою попередження та усунення можливих при експлуатації пошкоджень і дефектів. В обсяг цих робіт входять систематичні огляди, профілактичні вимірювання та перевірки. Планові огляди ТП виконують у денний час за затвердженим

графіком, але не рідше 1 разу на шість місяців. Після аварійних відключень живильних ліній, при перевантаженнях обладнання, різкій зміні погоди (мокрый сніг, ожеледь, т.п.) проводять позачергові огляди.

Не рідше 1 разу на рік інженерно-технічний персонал виконує контрольні огляди ТП. Зазвичай їх поєднують з прийманням об'єктів до роботи в зимових умовах, з оглядами ТП 10 кВ. Для підтримки ТП в технічно справному стані здійснюють планово-попереджувальні ремонти, які дозволяють забезпечити тривалу, надійну та економну їх роботу.

5.2 Заходи по охороні навколишнього середовища на об'єкті в процесі експлуатації

По природоохоронній класифікації даний вид впливу відноситься до електромагнітного забруднення навколишнього середовища, яке за встановленими критеріями дії характеризується наступним ознаками:

- генезис – фізичний;
- інтенсивність – слабка (не накопичувальна дія);
- масштаб – локальний;
- тривалість – постійна в режимі діючої електроустановки;
- періодичність – епізодична, по знаходженню живого організму в органічній зоні біля електроустановки.

Діюче в Україні природоохоронне законодавство встановлює принципи, правила та екологічні відношення, це так звані попереджувальні санітарні норми гранично допустимих рівнів напруги електричного поля, виникнені через установки електропередачі змінного струму.

Електричне поле фіксується на висоті 1,8 м. Напруженість електричного поля зростає з підвищенням класу напруги установок. Данна величина вносить особливий вплив при напрузі 330 кВ і вище.

Для повітряних ліній 330 кВ і вище з метою зменшення впливу електричного поля на населення встановлені санітарно-захисні зони, межі якої по обидві сторони від проєкції крайніх проводів на землю в перпендикулярному до ПЛ напрямку складають:

- 20 м – для ПЛ напругою 330 кВ;
- 30 м – для ПЛ напругою 500 кВ;

40 м – для ПЛ напругою 750 кВ.

В санітарно-захисних зонах ПЛ господарська діяльність населення обмежена. Для ПЛ напругою нижче 330 кВ санітарно-захисні зони не створюються.

Із законодавчих актів України по охороні навколишнього середовища впливають вимоги до деяких інших факторів впливу електроустановок на навколишнє середовище, а саме:

Акустичний вплив. Цей фактор виникає від корони у погану погоду, в основному на ПЛ надвисокої напруги. Граничний рівень звукового тиску приймається як для загально-технічних пристроїв – 70 дБ. На практиці навіть лінії 1150 кВ задовольняють цю норму.

Вплив гармонічних перешкод на лінії зв'язку, радіо- і телевізійні установки. У зв'язку з технічними рішенням в конструкціях ПЛ вказаний вплив обмежується до встановлених спеціальними технічними нормами допустимих значень.

При експлуатації підстанції в нормальних режимах роботи фактором негативного впливу на навколишнє середовище є перевищенням допустимого рівня шуму, що виникає при роботі трансформаторів і вентиляторів та їх систем охолодження. Еквівалентний рівень звуку від трансформаторів і вентиляторів може досягати 80 – 90

дБ·А, при тому, що у межах житлової забудови допускається не більше 45 дБ·А. Якщо зниження рівня звуку за рахунок віддалення джерела звуку від житлової забудови є недостатнє, необхідно передбачити додаткові заходи по шумозахисту (шумозахисні екрани, захисні насадження дерев та інше). Для приміщень закритих підстанцій

необхідно перевіряти шумозахисні властивості загороджувальних конструкцій.

Зазвичай на системах охолодження трансформаторів в закритих підстанціях передбачені спеціальні пристрої – шумопоглиначі.

Шум, який створюють трансформатори встановлені на ВРП 10 кВ підстанції, не перевищує 35 дБ. Трансформатори з усіх сторін екрановані будівлями (ВРП – 10 кВ, складські та виробничі приміщення) та деревами. Відстань від трансформатора до найближче розташованого житлового будинку складає 100 м. Район масової забудови жилими будинками, розташований на відстані понад 300 м, від підстанції.