

ЗМІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна**

Кафедра Інтелектуальні системи електропостачання

«ДО ЗАХИСТУ»

В.о. завідувача кафедри

_____ /Д. О. Босий/

«_____» _____ 20____р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань **14 Електрична інженерія**

Спеціальність **141 Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка**

Освітньо-професійна програма **Електротехнічні системи
електроспоживання**

Тема **Енергетичний аудит університету**

Theme **Energy audit of the university**

Керівник дипломної роботи

доц. _____ В. М. Ляшук

Нормоконтролер

доц. _____ Т. М. Міщенко

Студент групи ЕС1921

_____ О. С. Манжула

Student

Manzhula Oleksandr

Дніпро – 2020

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Факультет «Управління енергетичними процесами»
Кафедра «Інтелектуальні системи електропостачання»
Галузь знань 14 «Електрична інженерія»
Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Спеціалізація «Електротехнічні системи електроспоживання»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Зав. кафедри
_____ Сиченко В.Г.
(підпис)
« 20 » січня 2020 р.

ЗАВДАННЯ

до дипломної роботи на здобуття ОС магістр
(освітньо-кваліфікаційний рівень)
студент групи ЕС1921 Манжула Олександр Сергійович
(номер групи) (ПІБ)

1 Тема дипломного проекту «Енергетичний аудит університету».

затверджена наказом по університету від від « 17 » _____ січня _____ 2020 р.
№ 52 ст. _____

2 Термін подання студентом закінченого проекту « 7 » _____ грудня _____ 2020 р.

3 Вихідні дані до дипломного проекту: Результати попередніх науково - дослідних робіт з дослідження роботи по удосконаленню режимів електропостачання.

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань до розробки)

4.1 Статистичні дані параметрів показання енергетичного аудиту університету

4.2 Енергетичний аудит університету.

4.3 Перелік креслень (демонстраційного матеріалу): ілюстрований опис результатів досліджень

5 Перелік креслень (демонстраційного матеріалу)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва розділу дипломного проекту	Термін виконання	Обсяг розділу, %
1	<u>Вступ</u>	09.09	5
2	<u>Системи енергетичного менеджменту</u>	21.10	25
3	<u>Енергетичний аудит університету</u>	11.11	30
4	<u>Реалізація потенціалу енергозбереження</u>	25.12	30
5	<u>Висновки</u>	05.12	5
6	Перелік креслень (демонстраційного матеріалу) : <u>ілюстрований опис результатів досліджень</u>	07.12	5

Дата видачі завдання: « 20 » січня 2020 р.

Керівник дипломного проекту:

доцент_____	<u>В.М. Ляшук</u>
(підпис)	

Завдання прийняв до виконання: _____ О.С. Манжула
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка має обсяг 97 сторінок, складається з 3 розділів, та містить 20 ілюстрацій, 9 таблиць, 18 бібліографічних джерел.

В дипломному проекті запропоновано впровадження в університеті системи енергетичного менеджменту на базі стандарту ISO 50001, проведене енергетичний аудит університету. Зібрані дані про споживання енергоресурсів. Визначені основні потоки енергоспоживання. Проаналізовані напрямки використання електричної енергії та визначені основні споживачі. Запропоновані заходи енергозбереження, для яких розраховано потенціал енергозбереження. Шляхом техніко-економічного розрахунку встановлена ефективність та визначений термін окупності впроваджених заходів. Матеріали дипломної роботи доповідалися на конференції “Технічні науки та інформаційні технології” Міжнародна студентська наукова конференція м.Ужгород.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СИСТЕМА ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ, СТАНДАРТ ISO 50001, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ЕНЕРГОЄМНІСТЬ, ВТРАТИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ, ТАРИФ, ОБЛІК, ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ, ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ.....	9
1.1 Відомості про енергетичний менеджмент та сучасні системи енергетичного менеджменту.....	9
1.2 Основи побудови системи енергетичного менеджменту	19
1.3 Сертифікація системи енергетичного менеджменту	27
1.4 Рівень впровадження елементів СЕМ в університеті	30
2. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ УНІВЕРСИТЕТУ	32
2.1 Загальні положення енергетичного аудиту закладів освіти	32
2.2 Аналіз показників енергоспоживання	39
2.3 Опис університету з точки зору проведення енергоаудиту.....	43
2.3.1 Загальні відомості про об'єкт	43
2.3.2 Основні потоки електроенергії на об'єкті.....	44
2.3.3 Результати попередніх енергоаудитів	45
2.4 Автоматизована система комерційного обліку електроенергії ДНУЗТ ім.В.А.Лазаряна (АСКОЕ).....	46
2.4.1 Режим функціонування АСКОВ	49
2.4.2 Опис розміщення комплексу технічних пристроїв на об'єктах	51
2.4.3 Інформаційна взаємодія АСКОВ з іншими суб'єктами	54
2.4.4 Лічильники електроенергії	55
2.4.5 Розрахунок завантаження встановлених вимірювальних трансформаторів струму (РП-0,4кВ)	56
2.5 Визначення витрат енергії науково-дослідної частини	62
3. РЕАЛІЗАЦІЯ ПОТЕНЦІАЛУ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	68
3.1 Використання енергоефективних ламп та секціонування системи освітлення	70

					02.15. ЕС 1921.РД.2020-ПЗ		
Зм	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	Енергетичний аудит університету		
Розроб.	Манжула О.С.						
Перевір	Ляшук В. М.						
Н. Контр.	Міщенко Т. М.						
Затверд.							
					Літ..	Арк.	Аркуші
						5	97
					ДНУЗТ, ІСЕ, гр. ЕС 1921		

3.1.1	Методика розрахунку зниження витрат системою освітлення	76
3.1.2	Розрахунок зниження втрат від установлення системи освітлення сходинок з автоматичним керуванням освітлення	79
3.1.3	Розрахунок зниження втрат для системи освітлення кабінетів	80
3.1.4	Розрахунок зниження втрат для системи освітлення коридорів	82
3.1.5	Розрахунок зниження втрат для системи освітлення нетипових приміщень	84
3.2	Встановлення приладів обліку електроенергії	86
3.3	Вимірювання навантаження фаз мережі 0,4 кВ.....	87
3.3.1	Методика розрахунку вирівнювання навантаження	89
3.3.2	Розрахунок зниження втрат від проведення вирівнювання навантаження фаз	90
3.4	Установка пристроїв компенсації реактивної потужності	91
3.5	Методика розрахунку зниження втрат електроенергії від встановлення пристроїв компенсації реактивної потужності	92
3.5.1	Розрахунок зниження втрат реактивної енергії від встановлення пристроїв компенсації реактивної потужності	93
3.6	Потенціал енергоефективності для впроваджуваних заходів	93
ВИСНОВОК.....		95
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ДЖЕРЕЛ		96

ВСТУП

Актуальність роботи. Існує багато методів підвищення раціонального використання енергетичних ресурсів. Чим раніше підприємство почне впроваджувати енергозберігаючі технології, тим швидше воно відчує позитивний ефект від заходів. Однак, першим кроком має стати енергетичне обстеження.

Зв'язок роботи з науковими програмами. Робота відповідає науковим напрямам роботи кафедри « Інтелектуальні системи електропостачання » Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна.

Мета і завдання роботи. Головна мета енергетичного аудиту це пошук шляхів надання допомоги суб'єктам господарювання для визначення напрямів ефективного енерговикористання.

Відповідно до поставленої мети в роботі вирішені наступні завдання:

- складання карти використання об'єктом паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР);
- розробка організаційних і технічних заходів, які направлені на зменшення втрат енергії;
- визначення потенціалу енергозбереження;
- фінансова оцінка енергозберігаючих заходів.

Об'єкт дослідження. система електропостачання Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка Лазаряна.

Предмет дослідження. показники споживання електричної енергії об'єктами університету.

Методи дослідження. в основу роботи покладені теоретичні та експериментальні дослідження. При їх проведенні застосовувалися: методи техніко-економічного аналізу.

Наукова новизна одержаних результатів

Найбільш ефективним інструментом, за допомогою якого підприємство може проводити пошук шляхів зниження енергоспоживання, є енергетичний аудит. Основою наукового підходу до розробки науково-обґрунтованих,

прогресивних питомих норм витрат енергоносіїв може стати енергетичний аудит, який проводиться на підставі динамічного дослідження та подальшому плануванні витрат енергоресурсів. Під енергетичним аудитом розуміють обстеження підприємства, організації або окремих їх ланок із метою визначення можливостей економії енергії шляхом впровадження механізмів ефективного енерговикористання.

Основною новизною для економії електроенергії в університеті є використання енергоефективних ламп та секціонування систем освітлення з застосуванням датчиків руху.

Практичне значення отриманих результатів

-надано рішення, що допоможуть зменшити річні витрати електричної енергії на внутрішнє освітлення гуртожитків, та заощадити кошти, що витрачаються на електричну енергію;

-надано рішення, що допоможуть використовувати звичайне освітлення коридорів університету для чергового освітлення, та заощадити кошти, що витрачаються на електричну енергію;

Особистий внесок здобувача. Постановку мети та завдань дослідження виконано спільно з науковим керівником. Основні наукові положення, теоретичні та експериментальні дослідження отримані здобувачем самостійно.

Апробація результатів магістерської роботи. Основні положення роботи і результати досліджень доповідалися здобувачем і обговорювалися на конференції “Технічні науки та інформаційні технології” Міжнародна студентська наукова конференція м.Ужгород 18.12.20

Публікації.

1. В.М.Ляшук,О.С.Манжула Енергетичний менеджмент в університеті. Тези«Технічні науки та технології» Міжнародна студентська наукова конференція м.Ужгород 18.12.20

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						8
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1 СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

1.1 Відомості про енергетичний менеджмент та сучасні системи енергетичного менеджменту

Енергетичний менеджмент формується на перехресті менеджмента та технологій.

Сучасне розуміння терміна «енергетичний менеджмент» (energy management) з технічної точки зору складається з таких широко реалізованих в провідних країнах світу понять:

- інтегральне ресурсне планування (ІПР- Integrated Resource Planing-IRP), яке включає:

- управління енерговикористанням (DSM), де виділяються складові: управління навантаженням (Load Management) та управління енергоспоживанням кінцевого споживача (End User Consumption Management);

- планування енергопостачання з урахуванням дій з управління енерговикористанням (Supply side planning – SSP чи Supply side management – SSM);

- енергетичний аудит (Energy Audit);

- контроль та нормалізація енергоспоживання (Monitoring & Targeting – M&T);

- верифікація вихідних даних і результатів (Data & Results Verification – Verification Protocol).

Поряд із наведеними складовими енергетичний менеджмент включає також юридичні та соціально – економічні аспекти.

Енергетичний менеджмент можна розглядати, як систему управління, спрямовану на забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів. Енергетичний менеджмент є обов'язковим для запровадження на підприємствах в установах та організаціях, річний обсяг використання енергетичних ресурсів на яких перевищує граничну величину, встановлену державним агентством з

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						9
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

енергоефективності та енергозбереження України.

Система енергетичного менеджменту включає в себе системний аналіз стану використання енергетичних ресурсів, оцінки енергетичної ефективності процесів виробництва продукції (виконання робіт, надання послуг), визначення резервів енергоефективності, розроблення та впровадження заходів з енергоефективності, формування перспективних планів, проведення внутрішніх енергетичних обстежень, а також інформування, стимулювання та навчання персоналу у сфері енергоефективності.

Система енергетичного менеджменту підприємств, установ, організацій впроваджується на підставі національних стандартів.

Упровадження політики енергозбереження та енергоефективності неможливе без наявності фахівців у сфері енергозбереження, які можуть розробляти та впроваджувати напрями розвитку суспільства й економіки, спрямовані на стабілізацію та зменшення споживання енергії. Система підготовки інженерно-технічних і наукових кадрів повинна бути орієнтована на такий розвиток енергетики та виробництва майбутнього, який забезпечує оптимальні обсяги генерації, розподілу і споживання енергії.

Менеджмент з енергозбереження – це система управління, яка забезпечує роботу суб'єкта господарювання, при якій споживається тільки необхідна для виробництва кількість палива та енергії.

Принципи управління в енергетичному менеджменті

Принцип управління є узагальненням практичного управлінського досвіду. Вони ґрунтуються на певних законах і закономірностях суспільного розвитку. Їх використання в управлінській діяльності дає свого роду ефект «прокладеної лижні», коли відомо, що треба робити для того, щоб уникнути невдач. Тому знання і врахування принципів управління у сучасному менеджменті є важливою умовою його ефективності.

Принципи енергетичного менеджменту мають відповідати універсальним основам менеджменту, зокрема таким вимогам:

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						10
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- відображати загальні положення, що властиві організаціям різних типів і видів;
- відповідати законам розвитку природи, суспільства та бізнесу;
- об'єктивно відображати сутність явищ і реальних процесів управління організацією.

Оскільки наука управління у своїй еволюції на тих чи інших історичних відрізках визначала різні пріоритети і висовувала різні концепції управління, то й принципи управління пройшли відповідний шлях, починаючи із раціонального підходу до організації виробничих процесів і закінчуючи уявленнями про ефективне управління у епоху глобалізації та інформаційних технологій.

Першим звернув увагу на необхідність дотримання певних раціональних правил в управлінні виробництвом Ф. Тейлор, який у книзі «Принципи наукового управління» (1911 р.) виділив чотири принципи управління індивідуальною працею робітників; науковий підхід до підбору, навчання і тренінгу працівника; кооперація з робітниками; розподіл відповідності за результати роботи між менеджерами та робітниками.

Продовжив і збагатив дослідження Ф.Тейлора Г.Емерсон, увівши низку фундаментальних положень менеджменту, а саме:

- підлеглий існує для того, щоб продовжити і розширити особу керівника;
- керівник існує тільки для того, щоб зробити продуктивнішою роботу підлеглого;
- компетентні фахівці повинні формулювати основні справи, навчати всіх і кожного їх застосування та постійно стежити за всіма відхиленнями;
- кожен вищий рівень управління існує не для задоволення тих, хто стоїть вище, а для обслуговування тих, хто стоїть нижче;
- кожна операція в організації повинна обслуговуватись усіма знаннями і вміннями, які тільки є у світі.

Менеджмент зосереджує свої зусилля на тому, щоб зробити людей здатними до спільних дій і тим самим досягти синергізму в їхній роботі;

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						11
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

менеджмент передбачає чесність і довіру у ділових стосунках - етика у бізнесі оголошується золотим правилом; менеджмент прагне сформувати таку організаційну культуру, яка б стимулювала саморозвиток працівників і їхнє бажання бути рівноправними членами організації.

Слід звернути увагу на те, що до сучасних принципів управління належить такі, як «чесність і довіра у ділових стосунках». Не менш важливим принципом управління є визнання соціальної відповідальності менеджменту перед людиною і суспільством у цілому .

Методи управління в енергетичному менеджменті

Особлива роль методів управління полягає у тому, щоб створити умови для чіткої організації процесу управління, використання сучасної техніки і прогресивної технології організації праці та виробництва, забезпечити їх максимальну ефективність при досягненні поставленої мети. Таким чином, зміст поняття «методи управління» впливає із суті та змісту управління і належить до основних категорій теорії управління.

Формування цілеспрямованого впливу на трудові колективи та окремих членів безпосередньо пов'язане з мотивацією, тобто використанням факторів, які визначають поведінку людини в колективі у процесі виробництва. Звідси впливає дуже важлива вимога до методів управління: методи управління повинні мати свою мотиваційну характеристику, що визначає напрям дії їх. Ця характеристика показує мотиви, які визначають поведінку людей і на які орієнтована відповідна група методів.

Відповідно до мотиваційної характеристики, у складі методів управління виділяють три групи: економічні; організаційно-розпорядчі; соціальні.

Економічні методи управління об'єднують усі методи, за допомогою яких здійснюється вплив на економічні інтереси колективів і окремих їх членів. Цей вплив здійснюється матеріальним стимулюванням окремих працівників і колективів у цілому.

Організаційно-розпорядчі методи спрямовані на використання таких

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						12
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

мотивів трудової діяльності, як почуття обов'язку, відповідальності, у тому числі й адміністративної. Ці методи відрізняються прямим характером впливу: будь-який регламентуючий чи адміністративний вплив підлягає обов'язковому виконанню.

Соціальні методи ґрунтуються на використанні соціального механізму, що діє у колективі (неформальні групи, роль і статус особистості, система взаємовідносин у колективі, соціальні потреби та ін.).

Ефективність застосування методів управління, в основному, залежить від рівня кваліфікації керівних кадрів, що зумовлює потребу систематичної і цілеспрямованої підготовки та повсякденного використання всіх зазначених напрямів впливу на колектив і окремих людей.

Економічні методи управління посідають центральне місце в системі наукових методів управління трудовою діяльністю людей, оскільки на їх основі встановлюється цільова програма господарського розвитку окремих підприємств і організацій та визначається такий режим роботи і такі стимули, які об'єктивно спонукають та зацікавлюють колективи і окремих працівників в ефективній праці.

Реалізація економічних методів управління здійснюється в рамках системи виробничих відносин між людьми, що входять до складу трудового колективу. Ця система взаємовідносин надзвичайно складна і включає в себе економічні, соціальні, психологічні та організаційні відносини. Останні знаходять своє вираження у вертикальних і горизонтальних зв'язках, що виявляються у формі зацікавленості працівників в організації спільної праці.

Для виконання будь-яких робіт виробничого характеру кожен працівник має свої обов'язки, права, відповідальність, які формуються у процесі здійснення функцій менеджменту «Організація».

Реалізація організаційних відносин у системі відбувається використанням організаційно-розпорядчих методів управління, які ще називаються адміністративними. Однак поняття «організаційно-розпорядчі методи управління» більш широке, оскільки адміністративні методи ґрунтуються на

застосуванні нормативних актів (постанов, накатів, інструкцій органів влади і управління), а організаційно-розпорядчі методи охоплюють усю суть організаційної складової механізму управління.

Організаційно-розпорядчі методи тісно пов'язані з економічними методами управління, оскільки вони спрямовані на вирішення єдиних завдань із досягнення цілей господарської діяльності.

Застосування організаційно-розпорядчих методів управління передає економічним методам, оскільки для того, щоб використати останні, потрібно організаційно сформувати об'єкт управління та структуру управління. В процесі функціонування господарської системи економічні методи управління реалізуються у формі організаційно-розпорядчого впливу суб'єкта управління на об'єкт (постанови, накази, розпорядження й ін.).

Тісний зв'язок цих двох груп методів синтезує ефективний вплив управляючої підсистеми на підсистему, якою управляють.

Разом з тим, організаційно-розпорядчі методи управління відрізняються від економічних. Основою їх розмежування є механізм дії та форма прояву цих методів у процесі управління. Економічні методи управління ґрунтуються на врахуванні економічних інтересів людей, поєднанні цих інтересів за схемою: людина - колектив суспільство.

Формою прояву економічних методів управління є певні плани, завдання, програми (в економічних параметрах) чи ступінь задоволення індивідуальних, групових, колективних інтересів, виражений стимулами індивідуальної й колективної праці. Організаційно-розпорядчі методи управління ґрунтуються на таких індивідуальних і групових властивостях людей, як почуття обов'язку, відповідальності, дисципліни та розуміння можливості адміністративного покарання.

Організаційно-розпорядчі методи управління слід застосовувати з урахуванням вимог економічних законів.

Тільки у цьому випадку вони є науково обґрунтованими. Якщо орган

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						14
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

управління в своїй діяльності не враховує або недостатньо враховує вимоги економічних законів, то організаційно-розпорядчі методи можуть перетворитися на адміністративні, бюрократичні, волюнтаристські, суб'єктивні методи впливу.

Характерними особливостями організаційно-розпорядчих методів управління є:

- прямий вплив на об'єкт управління;
- обов'язковий характер виконання вказівок, розпоряджень, постанов та інших адміністративних рішень вищих органів управління для підпорядкованих об'єктів;
- суворо визначена відповідальність за невиконання вказівок та розпоряджень.

Організаційно-розпорядчі методи управління класифікують за різними ознаками. Найважливіше значення для них має класифікація, побудована на врахуванні специфіки засобів, важелів організаційного впливу. Такими важелями є регламент, норма, інструкція, дисциплінарні вимоги, відповідальність, повноваження та ін. Групуючи ці засоби впливу за роллю в процесі управління, можна виділити дві групи організаційно-розпорядчих методів управління: організаційно-стабілізуючі й розпорядчі. Центральне місце серед них посідає перша група - організаційно-стабілізуючі методи впливу.

Основний зміст методів організаційно-стабілізуючого впливу полягає у встановленні складу елементів системи і стійких організаційних зв'язків між ними закріпленням певних обов'язків як за системою в цілому, так і за окремими її ланками.

Другою групою організаційно-розпорядчих методів управління є методи розпорядчого впливу, які відображають поточне використання встановлених організаційних зв'язків і їх часткове коригування в разі зміни умов роботи. В основу розпорядчих методів покладено повноваження та обов'язки.

Обидві групи методів управління використовуються спільно, оскільки вони доповнюють одна одну. Разом з тим ці методи взаємозамінні, що і визначає

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						15
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

особливості вибраного в управлінні того чи іншого типу організації або основні аспекти організаційної діяльності в процесі управління.

Організаційно-розпорядчі методи управління можна класифікувати також за джерелами впливу. Тоді виділяють способи організаційного впливу першого, другого та наступних рівнів управління, практика свідчить, що кожний рівень системи управління має свої особливості організаційного впливу і виділяє ті з них, які найбільш ефективні для цього рівня.

На вищих рівнях системи управління переважають регламентаційні та нормативні способи організаційного впливу. На низовому щаблі управління на передній план виходять розпорядчі методи, покликані регулювати та підтримувати повсякденну виробничо-господарську діяльність. Диференціація способів організаційного впливу за рівнями системи управління закономірна, оскільки вона відображає обсяг повноважень, якими володіють керівники певного рангу, юридичне становище певного рівня управління, специфіку управління, його функціональний зміст на певному щаблі управління.

Обґрунтована диференціація організаційно-розпорядчих методів управління за рівнями системи управління відіграє важливу роль у теорії управління, сприяє найбільш повному врахуванню організаційних відносин у соціально-економічній системі. І навпаки, застосування організаційно-розпорядчих методів управління, що не відповідають положенню щабля управління в ієрархії управлінської структури, призводить до зривів, порушенням ритму виробничо-господарських процесів. Яскравим прикладом цього може бути намагання сконцентрувати на вищих щаблях управління в роки панування адміністративно-командної системи розпорядницьку діяльність із поточного регулювання функціонування організацій і підприємств.

Організаційно-розпорядчі методи класифікують також за їх спрямованістю. Виділяють методи управління, спрямовані на суб'єкт і об'єкт управління. Специфіка тієї чи іншої підсистеми визначає специфіку організаційного впливу на кожну з них. Організація інтелектуальної праці

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						16
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

(діяльності суб'єкта управління) має свої особливості. В цьому процесі основну роль відіграють регламентуючі акти, відповідно до яких діють працівники апарату управління, використовуючи права, повноваження та виконуючи певні обов'язки в загальній системі управління.

Трудова діяльність людей, які є об'єктом управлінського впливу, містить дещо менше інтелектуального елемента і потребує застосування розпорядчих актів у формах економічного, соціального та інших видів впливу.

Отже, принципи енергетичного менеджменту мають відповідати універсальним принципам менеджменту, зокрема таким вимогам:

- відображати загальні положення, що властиві організаціям різних типів і видів;
- відповідати законам розвитку природи, суспільства та бізнесу; об'єктивно відображати сутність явищ і реальних процесів управління організацією;
- бути керівною установкою, що визнається суспільством.

Особлива роль методів управління полягає у тому, щоб створити умови для чіткої організації процесу управління, використання сучасної техніки і прогресивної технології організації праці та виробництва, забезпечити їх максимальну ефективність при досягненні поставленої мети.

Поступове вдосконалювання енергоменеджменту підприємства за кордоном привело до створення національних стандартів по енергетичному менеджменту. Такі стандарти були прийняті у Великобританії (BS 8207:1985), Данії (DS 2403:2001), Ірландії (IS. 343:2005), США (ANSI /IEEE 739:1995, ANSI /MSE 2000).

До національних стандартів, що регламентують діяльність у сфері енергетичного менеджменту України, належать:

ДСТУ 4472:2005 Енергозбереження, Системи енергетичного менеджменту; Загальні вимоги ;

ДСТУ 4715:2007 Енергозбереження, Системи енергетичного менеджменту промислових підприємств. Склад та зміст робіт на стадіях

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						17
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

розроблення та впровадження;

ДСТУ 5077:2008 Енергозбереження, Системи енергетичного менеджменту промислових підприємств. Перевірка та контроль ефективності функціонування

ДСТУ 4713:2007 Енергозбереження. Енергетичний аудит промислових підприємств. Порядок проведення та вимоги до організації робіт,

У ДСТУ 4472:2005 і ДСТУ 4715:2007 для ефективного функціонування СЕНМ запропоновано побудувати концепцію і розробки, впровадження і функціонування на базі управлінських принципів, закладених у комплексі міжнародних стандартів ДСТУ ISO 9000, ДСТУ 14000, а також принципів автоматизації керування процесами, закладених у стандартах ДСТ серій «Автоматизовані системи керування ». Ця обставина пояснюється тим, що системи енергетичного менеджменту (СЕНМ) містять у собі не тільки систему керування персоналом, але й комплекс технічних засобів для здійснення обліку, контролю, аналізу й планування рівня ефективності енергоспоживання.

Нижче приведено огляд національних стандартів в області енергоменеджменту.

В 2011 році міжнародна організація по стандартизації прийняла міжнародний стандарт ISO 50001:2011 Е « Energy management systems – Requirements with guidance for use ». Ціль сьогодення стандарту - дати можливість організаціям розробити системи й процеси, необхідні для поліпшення енергетичної результативності, включаючи енергетичну ефективність, використання й споживання енергії. Передбачається, що впровадження даного стандарту приведе до зменшення викидів в атмосферу парникових газів і інших впливів на навколишнє середовище, а також зменшить витрати на енергію за допомогою систематичного керування енергетичними ресурсами. Даний стандарт призначений для організацій будь- яких типу й розміру незалежно від умов географічного, культурного або соціального характеру. Успішне впровадження залежить від зобов'язань, прийнятих усіма функціями й усіма рівнями організації,

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						18
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

і особливо від вищого керівництва.

Справжній стандарт установлює вимоги до СЕнМ, на основі яких організація може розробити й впровадити енергетичну політику, здійснити постановку цілей, завдань і розробку планів заходів з урахуванням законодавчих вимог і інформації, що ставиться до аспектів, зв'язаних зі значним використанням енергії. Система енергетичного менеджменту дозволяє організації виконувати прийняті зобов'язання, сформульовані у політиці, вживати заходів, необхідні для поліпшення енергетичної результативності, і демонструвати відповідність своєї системи вимогам даного стандарту. Даний стандарт застосовується до тем видам діяльності, які перебувають під контролем і керуванням організації, і застосування даного стандарту можна здійснити так, щоб воно узгоджувалося з вимогами організації, що враховують її специфіку, включаючи особливості її системи, ступінь керування документацією й ресурси.

У зв'язку із вступом України у Всесвітню торговельну організацію виникла нагальна потреба приведення українських нормативних документів, зокрема стандартів, відповідно до вимог Директиви й Постанови ЄС і інших міжнародних нормативних документів. Гармонізація українських стандартів енергетичного менеджменту міжнародним стандартам припускає гармонізацію їх зі стандартом ISO 50001: 2011.

На сьогоднішній день в Україні була підготовлена остаточна редакція проекту ідентичного гармонізованого стандарту ДСТУ ISO 50001 2014 «Системи енергетичного менеджменту».

1.2. Основи побудови системи енергетичного менеджменту

Міжнародний стандарт ISO 50001 ґрунтується на методології, відомої як «цикл по постійному поліпшенню» «Plan - Do - Check - Act» (PIDCA) (рис.1.1):

•Plan (Плануйте):

Встановлення цілей і процесів, необхідних для досягнення результатів відповідно до вимог споживачів і політикою організації

Do (Робіть):

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						19
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Впровадження процесів.

Check (Перевіряйте):

Здійснення моніторингу й вимірів процесів і продукції відносно політики, цілей і вимог до продукції й повідомляй про результати.

Act (Дійте):

Робіть дії по безперервному вдосконаленні виконання процесу

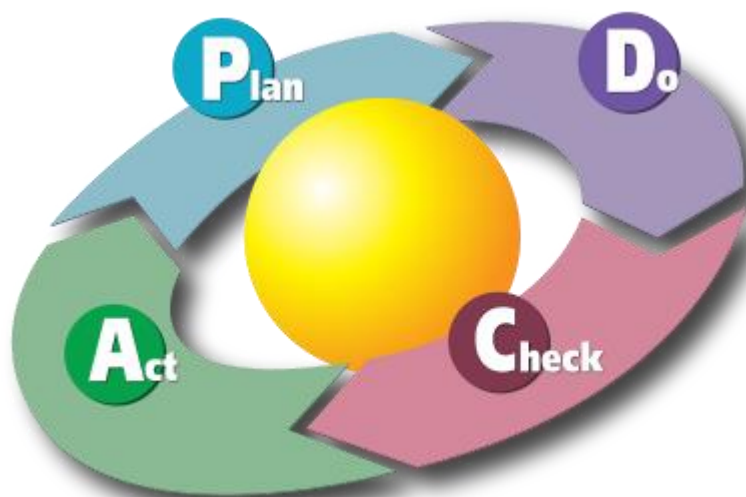


Рисунок 1.1 - Цикл Демінга

Система енергоменеджменту

Під системою енергетичного менеджменту будемо розуміти частину загальної системи керування підприємства, що в ключає необхідну організаційну структуру, планування діяльності, розподіл відповідальності, а також процедури, процеси й ресурси для розробки, впровадження, оцінки досягнутих результатів і вдосконалювання політики, цілей і завдань по підвищенню рівня ефективності використання паливно - енергетичних ресурсів(ПЕР).

Спрощена схема, що показує зв'язок СЕНМ із загальною системою керування підприємства, показана на рис. 1.2.

ЗОВНІШНЯ СЕРЕДА ПІДПРИЄМСТВА

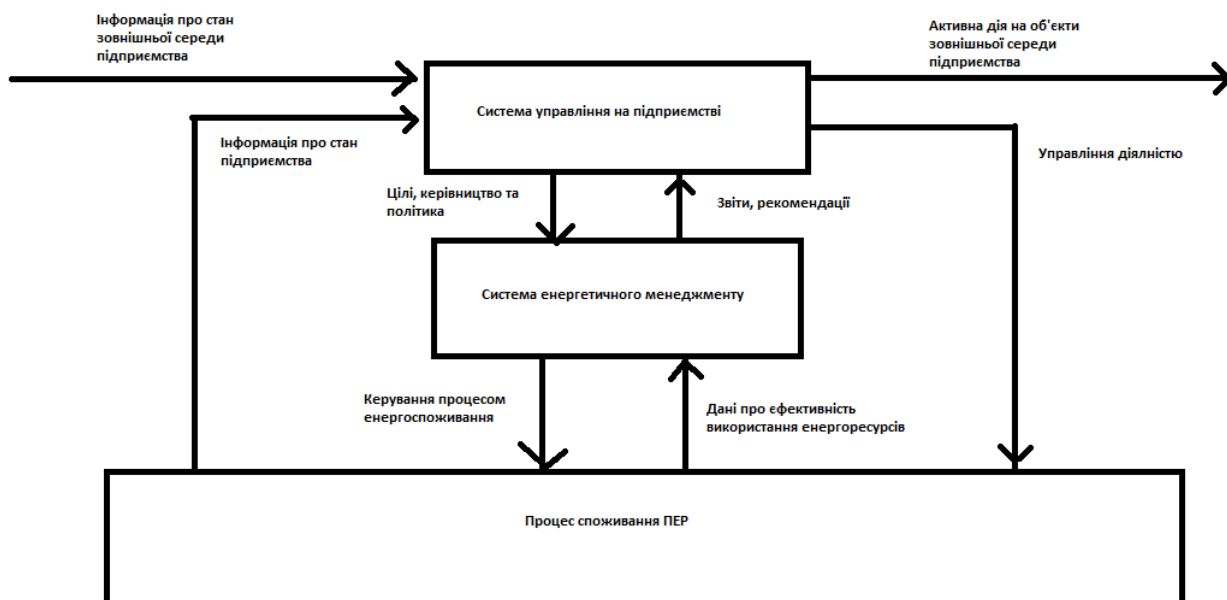


Рисунок 1.2 - Енергетичний менеджмент в загальній системі менеджменту.

Послідовність розробки й впровадження СЕнМ складається з ряду характерних етапів, виконання яких є обов'язковим для ефективного функціонування СЕнМ. Так, наприклад, для СЕнМ, впроваджуваних по стандарту ДСТУ 4472:2005 сюди відносяться (рис. 1.3):

- розробка енергетичної політики й програми енергозбереження;
- розробка програми (проекту) впровадження СЕнМ;
- формування служби енергоменеджменту;
- впровадження комплексу енергетичного моніторингу;
- створення комплексу внутрішніх стандартів, що регламентують функціонування СЕнМ;
- розробка програм мотивації, інформування й навчання персоналу в галузі енергозбереження;
- навчання персоналу в сфері енергозбереження;
- проведення аудита СЕнМ;
- проведення сертифікації СЕнМ.

При цьому, розробка, впровадження й функціонування СЕнМ повинні базуватися на принципах системності, регулярності, відкритості, незалежності,

одноманітності, документованості, обґрунтованості, достовірності.

Ефективне виконання комплексу робіт з розробки й впровадженню СЕнМ неможливо без наявності відповідного забезпечення:

- організаційного,
- технічного;
- програмного;
- інформаційного,
- лінгвістичного;
- математичного;
- ресурсного;
- правового.

При цьому не слід розглядати процес впровадження СЕнМ як разову дію, що закінчується розв'язком певної сукупності завдань. Це послідовний процес, що постійно діє, оптимізації всіх сторін діяльності як керованої, так і керуючої системи в сфері ефективності енерговикористання. Для ефективного виконання цих робіт у першу чергу необхідно добитися підтримки з боку вищого адміністративно-управлінського персоналу (керівництва).

Схема впровадження СенМ приведена на рис. 1.3.

В загальному випадку розробка й впровадження СЕнМ може виконуватися або силами персоналу підприємства, або шляхом залучення зовнішніх незалежних консультантів. Як показує практика при відсутності досвідчених фахівців на підприємстві майже неможливо самотійно

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						22
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.3- Загальна схема впровадження системи енергетичного менеджменту

впровадити СЕнМ. Прийнята світова практика - це залучення консалтингової компанії. Слід зазначити, що основним критерієм відбору консультантів повинен бути саме їх професіоналізм, а не тільки кошторис їх послуг. Від професіоналізму консультантів і їх наполегливості, а також від чіткого виконання рекомендацій задіяними фахівцями підприємства залежить успішність впровадження СЕнМ.

Тому, якщо у вас відсутній досвід впровадження СЕнМ по стандарту ISO 50001, то вам краще звернутися по допомогу до консультанта. Це дозволить вам заощадити час і людські ресурси, а також уникнути помилок, які можуть «виплисти» тільки на етапі передсертифікаційного аудита. Бо тоді ви будете змушені звертатися за допомогою, тільки часу на виправлення помилок буде значно менше.

Впровадження системи енергетичного менеджменту

Згідно вимог стандарту ISO 50001 енергетичне планування повинне містити в собі аналіз тих видів діяльності організації, які можуть вплинути на енергетичні результати.

Однак, у цей час ця інформація розсіяна по численних виробничих

підрозділах і функціональним відділам, перебуває в різних офіційних і неофіційних документах, а частина інформації взагалі відсутня по різних причинах. Більше того, більша частина поточної інформації, яка не внесена в офіційні (обов'язкові) звітні документи, на початку нового року знищуються, що приводить до неможливості її подальшого використання. Отже, необхідно вжити спеціальних заходів по створенню інформаційного забезпечення СЕнМ.

Питання інформаційного забезпечення СЕМ, особливо при обмеженнях по капітальних вкладеннях, технічних засобах і трудовим витратам, має важливе значення при розв'язку завдань, пов'язаних із впровадженням СЕнМ.

У зв'язку із цим пропонується формувати інформаційну інфраструктуру СЕнМ по наступних категоріях:

- система електропостачання;
- система теплопостачання;
- система постачання стисненим повітрям і холодом;
- система опалення, вентиляції і кондиціонування;
- система водопостачання й каналізації;
- система штучного освітлення;
- будівлі й спорудження;
- системи обліку й контролю енергоспоживання й інші.

Успішна діяльність будь-якої організації в сучасних умовах нездійсненна без періодичного аналізу досягнутого стану, а також визначення пріоритетів розвитку. Спираючись на результати такого аналізу можна намітити й реалізувати подальші кроки на шляху до поліпшень.

Впровадження СЕнМ на підприємстві повинне починатися з ухвалення рішення керівником підприємства про впровадження СЕнМ. Після цього проводиться:

1) Видання наказів (розпоряджень):

- про початок розробки системи СЕнМ і призначенні вповноваженого представника посібника з питань енергоменеджменту,
- про формування плану-графіка розробки й впровадження СЕнМ;

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						24
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- про створення й організації роботи робочої групи по розробці, впровадженні й підготовці до сертифікації системи енергетичного менеджменту відповідно до вимог ISO 50001,

- про затвердження Служби енергетичного менеджменту;
- про проведення навчання в області енергоменеджменту.

2) Вивчення вимог стандарту

У кожному підрозділі, службі, відділі повинен бути врахований екземпляр стандарту. Усі ІТП підрозділу повинні вивчити його вимоги. Розуміти вимоги стандарту дуже важливо. У стандарті немає жодного зайвого слова, але слово має на увазі виконання певних вимог.

3) Розробка й затвердження наступних документів:

- Положення про Службу енергетичного менеджменту;
- Положення про уповноважених по енергетичному менеджменту;
- План-графік роботи Служби енергетичного менеджменту на поточний рік.

Крім того, ще на самому ранньому етапі вищим керівництвом повинні бути визначені область і границі самої СЕнМ: чи буде вона охоплювати всі або лише окремі підрозділи й процеси організації.

Енергетична політика. Енергетичні цілі й завдання. Зобов'язання керівництва

Енергетична політика - це офіційна письмова декларація про зацікавленість у раціональній витраті й економії ПЕР, захисту навколишнього середовища, що супроводжується переліком сформульованих цілей, планом дій для їхнього досягнення, забезпеченням необхідними ресурсами й чітким розподілом делегованих прав, обов'язків і відповідальності.

Керівництво повинне гарантувати визначення енергетичних цілей і завдань для всіх відповідних функцій і рівнів керування. Енергетичні цілі повинні бути зрозумілими й відповідати енергетичній політиці.

Керівництво підприємства повинне гарантувати виконання своїх зобов'язань відносно розробки й впровадження СЕнМ, а також систематично

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						25
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

підвищувати її ефективність за допомогою :

- розробки й реалізації положень енергетичної політики,
- виконання встановлених енергетичних цілей;
- забезпечення наявності й доступності ресурсів для впровадження СЕнМ на підприємстві;
- добору персоналу СЕнМ враховуючи кваліфікаційні вимоги, встановлені для конкретних видів діяльності;
- забезпечення умов роботи для кращого виконання персоналом СЕнМ своїх обов'язків;
- інформування персоналу підприємства про важливість виконання державних і інших регламентуючих вимог у сфері енергозбереження. Керівництво повинне здійснювати стимулювання персоналу СЕнМ. Для цього необхідно:
- планувати просування по службі персоналу СЕнМ;
- увести систему планових заходів щодо підвищення професійних навичок персоналу СЕнМ;
- здійснювати преміювання й нагородження персоналу СЕнМ за конкретні досягнення в області енергозбереження.

Енергетичне планування.

Базовий рівень (лінія) енергоефективності

Для адекватного порівняння роботи того самого підприємства за різні періоди часу можуть бути застосовані наступні прийоми:

- для тривалих періодів доцільна побудова й порівняння ліній енергоспоживання за запропонованою схемою;
- для коротких періодів часу (наприклад, різних місяців) доцільно нанести на графік з лінією енергоспоживання минулого року або базовою лінією енергоспоживання відповідні точки з координатами (значення показника енергоспоживання, значення фактора).

Аналіз системи енергоменеджменту з боку керівництва

Згідно положень стандарту ISO 50001 вище керівництво повинне

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						26
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

аналізувати СЕНМ через заплановані інтервали часу з метою забезпечення її постійної придатності, достатності й результативності. Записи результатів аналізу з боку керівництва повинні підтримуватися в робочому стані.

При цьому, вхідні дані для аналізу з боку керівництва повинні містити наступну інформацію:

- аналізів з боку керівництва;
- аналіз енергетичної політики;
- аналіз енергетичних результатів і пов'язаних з ними показників енергетичних результатів;
- результати оцінки відповідності законодавчим вимогам змін у них, а також іншим вимогам, які організація зобов'язалася виконувати;
- ступінь досягнення поставлених цілей і виконання завдань в області енергетики;
- результати аудитів СЕНМ;
- статус виконання попереджувачих і коригувальних дій;
- плановані енергетичні результати для наступного періоду;
- рекомендації з поліпшення.

У свою чергу, вихідні дані аналізу з боку керівництва повинні включати в себе будь-які розв'язки й дії, що стосуються до,

- змінам результативності енергетичної діяльності організації;
- змінам показників енергетичних результатів;
- змінам цілей, завдань або інших елементів СЕНМ відповідно до зобов'язань організації щодо постійного поліпшення;
- змінам у розподілі ресурсів.

1.3 Сертифікація системи енергетичного менеджменту

Для того, щоб бути впевненим у правильності впровадження СЕНМ і виключити помилки й погрішності організаційного характеру, СЕНМ слід атестувати незалежним акредитованим органом системи міжнародної стандартизації ISO. Для цього слід звернутися до однієї з міжнародних

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						27
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

організацій, які мають право й акредитацію для проведення сертифікації системи енергоменеджменту на відповідність стандарту ISO 50001.

Прийнята практика стандартизації 180 передбачає, що компанія, яка проводить сертифікацію, повинна надати технічну допомогу й консультації по розробці документації й організації процесу функціонування СЕНМ.

Для визначення ступеня готовності вашої СЕНМ до сертифікації необхідно провести передсертифікаційний аудит. Методика проведення аудита повинна відповідати вимогам ISO 19011 «Провідні вказівки по аудиті систем менеджменту». Виконавець для проведення аудита запрошує консультантів (що мають відповідні до проекту кваліфікаційні вимоги), що не брали участь у реалізації проекту.

Результатом даного етапу є звіт і рекомендації з усунення виявлених невідповідностей. Даний аудит служить генеральною репетицією перед сертифікацією.

Організація сертифікаційного аудита СЕНМ містить у собі:

1. Визначення списку пріоритетних міжнародних сертифікаційних органів.
2. Вибір і узгодження із Замовником сертифікаційного органа повністю відповідного до заявлених вимог.
3. Подача заявки в міжнародний сертифікаційний орган.
4. Організація попереднього аудита (формування пакета документів для аналізу відповідності вимогам заявленого стандарту).
5. Підготовка й супровід аудита «на місцях».

При проведенні міжнародним органом сертифікаційного аудита, Виконавець надає консультаційну допомогу, представляє роз'яснення (письмові й усні), супроводжує групу аудиторів.

Сертифікаційний аудит проводиться у два етапи.

- 1 етап називають аудитом документації.

Аудитори органа по сертифікації вивчають документацію СЕНМ.

- 2 етап являє собою аудит на місці, коли відбувається порівняння існуючої

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						28
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

практики з викладеними в документації вимогами й вимогами стандарту ISO 50001.

Якщо в процесі проведення сертифікаційного аудиту виявлене відхилення, підприємство визначає строк і коригувальні/попереджувальні дії для його усунення. Залежно від виду невідповідності аудитори ухвалюють рішення щодо додаткової перевірки на території підприємства або про надання підприємством документального підтвердження усунення невідповідності. А далі - урочисте вручення сертифіката (рис. 1.4).



Рисунок 1.4- Зразок сертифікату

Сертифікат, виданий на СЕНМ, діє протягом 3 років. У цей період орган, що сертифікує, зобов'язаний проводити наглядові аудити (не рідше 1 рази в рік) для підтвердження відповідності діючої СЕНМ вимогам ISO 50001.

Через 3 роки підприємство проходить ресертифікацію.

Впровадження енергетичного менеджменту дає змогу отримати детальну картину споживання ресурсів, дати оцінку проектів економії енергії, що плануються до впровадження.

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						29
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

В ідеалі в університеті бажано запровадити систему енергетичного менеджменту (СЕМ), яка представляє собою частину загальної системи управління і базується на стандарті ISO 50001 або на українському стандарті. Від самого початку впровадження СЕМ адміністрація університету повинна визначити політику в сфері енергоресурсозбереження. По закінченню кожного циклу повинна здійснюватись оцінка ефективності функціонування СЕМ. Найважливішими елементами СЕМ являється наступне: політика в сфері енергозбереження, планування споживання ПЕР, впровадження та функціонування системи енергетичного менеджменту включаючи розподіл обов'язків, навчання персоналу, обмін інформацією, створення необхідної документації), моніторинг та кількісна оцінка, виявлення невідповідностей та внесення необхідних змін, дослідження ефективності роботи СЕМ. Надзвичайно важливим моментом функціонування системи енергоменеджменту є безперервне її покращання.

1.4. Рівень впроваджений елементів СЕМ в університеті

В університеті впроваджуються енергоощадні заходи, аналізується ефективність організаційних, технічних заходів і енергозбереження. Але існують резерви, не весь потенціал енергозбереження ще вичерпано. Визначимо рівень впровадження в університеті ідеології енергетичного менеджменту за допомогою матриці енергоменеджменту (див. табл. 1). Наявна політика енергозбереження в університеті ще не прийнята, заходи реалізуються проректором з адміністративно-господарчої частини: організаційної структури з енергетичного менеджменту в університеті немає, немає штатної посади енергетичного менеджера, часткові функції з енергоменеджменту виконуються підрозділи відділу головного енергетика та котельної; мотивація до заощадження енергії у вигляді премій відсутня, ефективність споживання ПЕР обговорюється на засіданнях відповідних служб та ректорату; в ДІТі функціонує автоматизована система обліку та контролю електроенергії (за цей показник ставимо більшу оцінку); інвестиції в енергоощадні заходи досить обмежені з огляду на відсутність коштів [18].

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						30
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1- Матриця впровадження СЕМ в університеті

Рівень	Політика енергозбереження	Організаційна структура	Мотивація до заощадження енергії	Інформаційні системи	Маркетинг	Інвестиції
4						
3						
2						
1						
0						

2 ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ УНІВЕРСИТЕТУ

2.1 Принципи проведення енергетичного аудиту закладів освіти

Енергетичний аудит - являє собою обстеження підприємств, організацій, будинків і окремих виробництв з їх ініціативи з метою визначення можливостей економії споживаної енергії і допомоги підприємству в здійсненні економії на практиці за допомогою впровадження механізмів енергетичної ефективності, а також з метою впровадження на підприємстві (у будинку) системи енергетичного менеджменту.

Існує безліч способів проведення енергоаудиту, та вибір одного з них залежить від кваліфікації енергоаудитора, наявності вимірювачів (стаціонарних і переносних), розуміння, чого вимагає і за що бажає платити клієнт.

За термінами проведення енергетичні обстеження можуть бути первинні, чергові, позачергові.

За об'ємами робіт, що проводяться, енергетичні обстеження будівель поділяються на прості (експрес - обстеження), повні (комплексні) інструментальні обстеження.

В залежності від мети робіт, що проводяться допускаються будь-які комбінації видів енергетичних обстежень та енергоаудитів.

В даному дипломному проекті передбачене проведення енергетичного аудиту університету. Енергетичний аудит учбового корпусу та гуртожитків передбачає етапи збору документальної інформації, інструментального обстеження, обробки та аналізу отриманої інформації, розробки рекомендацій з енергозбереження, оформлення звіту, складання енергетичного паспорту будівлі.

Збір документальної інформації

Енергетичний аудит варто підрозділити на два етапи: попередній та основний.

Попередній етап потрібен для складання програми енергетичного обстеження. На цьому етапі визначаються основні характеристики обстежуваної будівлі. Для опису громадської будівлі, з точки зору споживача енергетичних

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						32
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ресурсів, необхідно звернути увагу на енергію, що поставлена на об'єкт, розподіл цієї енергії, устаткування, що споживає енергію, а також на структуру будинку.

В кінці цього етапу складається програма основного етапу енергетичного обстеження, яка узгоджується з керівництвом громадської установи та підписується обома сторонами.

Протягом всього обстеження потрібно проводити збір інформації у відповідності до розробленої програми.

Інструментальне обстеження

Для отримання повної інформації, необхідної для оцінки ефективності енерговикористання, проводиться інструментальне обстеження, або при виникненні сумніву в достовірності наданої інформації.

Громадська будівля при інструментальному обстеженні ділиться на категорії споживачів енергії, які підлягають комплексному обстеженню, - це конструкція будинку, котельна установка, система електропостачання, система опалення, подача гарячої води, система водопостачання, холодильна система, системи вентиляції і кондиціонування, устаткування, що споживає електроенергію, устаткування, що працює на газі / нафтопродуктах, офісне устаткування, різноманітне енергоспоживання, освітлення, устаткування підприємств громадського харчування, устаткування пралень та інші споживачі.

Система електропостачання

До системи електропостачання входять понижувальні трансформатори та електричні мережі напругою 0,4 кВ та 6 або 10 кВ. Першим кроком дослідження є складання схеми електропостачання громадської будівлі (якщо такої немає). Схема складається від точки розділу з енергосистемою до електроприймачів. На схемі електропостачання відмічаються точки, в яких необхідно проводити інструментальне дослідження. Для понижувальних трансформаторів записуються показники лічильників активної та реактивної енергії, через кожну годину протягом доби та показники якості напруги (відхилення, коливання, несиметрія, несинусоїдальність) протягом доби. Для мереж до і вище 1кВ визначаються їх

параметри (тип, перетин, довжина, спосіб прокладення) та записуються графіки струму в період максимуму навантаження протягом години.

Системи вентиляції та кондиціонування

При обстеженні систем вентиляції визначаються основні характеристики:

1. Фактичні коефіцієнти завантаження та включення.
2. Час роботи установок протягом доби.
3. Температура повітря всередині приміщень.
4. Середня температура зовнішнього повітря.
5. Кратність повітрообміну.

Необхідне також уточнення річного режиму роботи систем управління та вимірювання параметрів повітря.

Освітлення

Необхідно визначити для всіх обстежуваних приміщень види системи освітлення та розряди зорових робіт: тип та кількість освітлювальних приладів, їх стан та відповідність класу даного освітлення, висоту підвісу над робочою поверхнею, правильність розміщення світильників, стан вікон та зафарбування стін та стелі приміщення, систему управління світильниками та наявність регуляторів напруги. Зробити люксометром заміри рівнів освітленості на робочих місцях, проходах та місцях загального користування. Та виконати заміри рівнів напруги протягом доби на введеннях щитів живлення освітлення.

Обробка та аналіз отриманої інформації

Вся інформація, отримана з документів або за допомогою інструментального обстеження, є вихідним матеріалом для аналізу ефективності енерговикористання. Методи аналізу, що застосовуються до окремої системи або будівлі в цілому, поділяються на фізичні і фінансово економічні .

Фізичний аналіз оперує фізичними величинами та має за мету визначення характеристик ефективності енерговикористання. Він повинен включати наступне:

1. Визначення складу об'єктів, по яких буде проводитися аналіз. Об'єктами

можуть бути окремі споживачі, системи чи будівлі в цілому.

2. Знаходження розподілу всієї спожитої енергії будівлею по окремих енергоносіям (для цього дані по енергоспоживанню приводяться до єдиної системи вимірювання).

3. Визначення факторів, які впливають на споживання енергії. Наприклад, для систем опалення таким фактором є температура зовнішнього повітря.

4. Обчислення питомого енергоспоживання за окремими видами енергоносіїв та порівняння з нормативними значеннями, після чого потрібно зробити висновок про ефективність енерговикористання.

5. Складання енергетичного балансу будівлі.

6. Визначення прямих втрат різних енергоносіїв.

По закінченні аналізу передісторії енергоспоживання на об'єкті, енергоаудитор може розраховувати споживання енергії різними споживачами, поділяти фінансові витрати на енергію пропорційно між споживачами, складати енергобаланс та виявляти відхилення в енергоспоживанні в порівнянні з нормами чи іншими типовими об'єктами.

Дана інформація є важливою для клієнтів, тому що вона або підтверджує, або нівелює раніше сформоване переконання про розміри енергоспоживання в межах об'єкта.

Паралельно з фізичним проводиться фінансово-економічний аналіз, який повинен надати економічне обґрунтування висновкам, отриманим на основі фізичного аналізу. На цьому етапі обраховується розподіл витрат на енергоресурси. Оцінюються прямі втрати в грошовому еквіваленті.

Фінансово-економічні критерії мають вирішальне значення при аналізі рекомендацій з енергозбереження.

Енергозберігаючі заходи можуть бути проаналізовані декількома економічними методами чи критеріями для оцінки привабливості кожного з них. Економічні критерії, котрі зазвичай використовуються для оцінки, включають просту окупність, теперішню чи чисту поточну вартість та внутрішню ставку

рентабельності.

Проста окупність.

Загальним критерієм економічного аналізу є простий період окупності, який у своїй найпростішій формі розраховується діленням витрат на реалізацію заходів на вартість енергії, що була зекономлена за рік.

Строком простої окупності є кількість років, котрі необхідні для того, щоб економія енергії в результаті інвестування компенсувала інвестиційні витрати. Таким чином, чим менший строк окупності, тим більш привабливими є інвестиції.

Чиста поточна вартість.

Сьогодні гривня має більшу ціну, ніж буде мати завтра, через дві принципові причини: загальної цінової інфляції та вартості грошей з урахуванням прибутку майбутнього періоду.

Номінальною, або ринковою відсотковою ставкою є реальна ставка плюс темп розвитку інфляції. Як приклад, 100 гривень, отримані через 2 роки після сьогоднішнього дня, коштують 82,64 гривні сьогодні, припускаючи 10% номінальну відсоткову ставку. Навпаки 82,64 гривні, вкладені сьогодні з річною номінальною відсотковою ставкою 10% на рік, дадуть 100 гривень через 2 роки.

Для аналізу потрібно врахувати, що витрати та вигоди інвестицій трапляються в різні періоди часу. Чиста поточна вартість (*ЧПВ*) є критерієм для відображення цього факту, у ній поточна вартість усіх витрат енергозберігаючих заходів порівнюється з поточною вартістю всіх вигод заходу.

$$ЧПВ = \sum_{t=1}^N \frac{R_t}{(1+d)^t} - C$$

Мірою економічної ефективності енергозберігаючих заходів є різниця між цими двома - *ЧПВ*. Негативна *ЧПВ* означає, що витрати на енергозберігаючі заходи переважають вигоди від неї, тоді як позитивна *ЧПВ* означає, що вигоди більші, ніж витрати. Чим більше *ЧПВ*, тим краще. Для визначення *ЧПВ*

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						36
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

використовується наступна формула:

де, t - рік,

R - грошовий потік за t -й рік,

d - ставка дисконту,

C - поточна вартість капіталовкладень.

Внутрішня ставка рентабельності (BCP). BCP - це відсоткова ставка, при якій поточна вартість майбутніх надходжень дорівнює поточній вартості капіталовкладень. Формула для розрахунку BCP наступна:

$$\sum_{t=1}^N \frac{Rt}{(1+r)^t} - C = 0$$

де: r - відсоткова ставка.

Отже, якщо BCP дорівнює дисконтній ставці, $ЧПВ$ дорівнює нулю.

BCP часто використовується для сортування та класифікації альтернативних інвестицій - загалом, чим більша BCP , тим краще.

Економічні припущення. Номінальний та реальний методи економічного аналізу зазвичай використовуються. Головна різниця між ними - присутність або відсутність інфляції.

Розробка рекомендацій з енергозбереження.

У загальному значенні, цей етап є найважливішим у проведенні енергетичного обстеження тому, що обґрунтування дій з енергозбереження - це звичайно головна причина, через яку на об'єкті призначається енергоаудит.

При розробці рекомендацій необхідно визначити пропоновану технічну суть вдосконалення та принципи отримання економії, розрахувати в фізичному та грошовому вираженні потенційну річну економію, визначити склад обладнання, необхідного для реалізації рекомендацій, його приблизну вартість, вартість доставки, встановлення та введення в експлуатацію, розглянути всі можливі способи зниження витрат (наприклад, монтаж обладнання силами технічного

персоналу громадської будівлі), визначити можливі побічні ефекти від впровадження рекомендацій, котрі впливають на реальну економічну ефективність, оцінити загальний ефект від запропонованих рекомендацій з урахуванням перерахованих пунктів, оцінити життєздатність проекту, з точки зору впровадження рекомендацій з енергозбереження.

Можливості енергозбереження можна розбити на категорії чи на альтернативні рішення однієї і тієї ж енергетичної проблеми. Найбільш поширеним є поділ рекомендацій з енергозбереження за вартістю заходів.

Безвитратні рекомендації:

- Більш ощадливе використання наявних ресурсів.
- Необхідне технічне обслуговування.
- Закупівля палива з більш дешевого джерела.

Низьковитратні рекомендації:

- Встановити ефективніше устаткування.
- Встановити нові (автономні) пристрої керування.
- Навчання персоналу.
- Контроль і оперативне планування.

Високовитратні рекомендації:

- Заміна більшості енергетичних установок.
- Встановлення комплексних систем керування.
- Когенерація.
- Утилізація теплоти
- Утеплення огорожувальних конструкцій.

Кожна рекомендація з енергозбереження повинна бути описана у відповідності до необхідних змін, як ці заходи допоможуть заощадити енергію (і/чи гроші), фінансових витрат і вигоди та основних категорій змін в енергоспоживанні.

В кінці процесу розробки рекомендацій зводяться в одну таблицю всі енергозберігаючі заходи, в якій вони розміщуються за категоріями, що

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						38
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

перераховані вище. В кожній з категорій заходи розміщуються в порядку зниження їх економічної ефективності. Такий порядок відповідає оптимальній черговості їх виконання.

2.2 Аналіз показників енергоспоживання

Поточний аналіз енергоспоживання складається як з побудови та аналізу простих графіків покази лічильників, так і з більш глибокого аналізу з урахуванням погодних умов та інших визначальних факторів.

Використання питомих показників надає цінну інформацію про споживання енергії спорудою та дозволяє їх порівняти з показниками інших будівель для оцінки успіхів у підвищенні енергоефективності.

Тобто оцінка споживання енергії надає можливість контролювати споживання енергії за часом і оцінки впливу будь-яких змін або енергозберігаючих заходів та порівнювати споживання зі стандартами та даними аналогічних споруд та оцінки потенціалу енергозбереження.

Добовий графік енергоспоживання

Маючи, наприклад, погодинні енергоспоживання можна побудувати графік енергоспоживання за добу. Зміна рівня споживання в громадських та адміністративних будівлях може бути визначена наступними причинами: вночі працює тільки чергове освітлення, потім починають працювати прибиральниці та інший обслуговуючий персонал, далі з'являються студенти або інші працівники, починаються заняття або робочий день, вмикається силове та інше обладнання. Подальші зміни обумовлені закінченням занять, вечірнім використанням залів, кабінетів та ін.

Корисно порівняти добові графіки енергоспоживання для різної пори року, а також для робочих та вихідних днів.

Графік кумулятивної суми

За графіком кумулятивної суми ефективно проводити щорічну оцінку. Приклад такого графіку наведено на рис. 2.1. Цей графік характеризує значення накопиченого результату відхилення фактичного енергоспоживання від цільової

функції.

Коли енергоспоживання практично не відрізняється від цільової функції, графік кумулятивної суми буде мати вид горизонтальної лінії, оскільки позитивні і негативні відхилення будуть взаємно компенсуватися. Позитивні відхилення будуть переважати і значення кумулятивної суми буде безупинно збільшуватися коли робота характеризується необґрунтованим надлишковим споживанням,

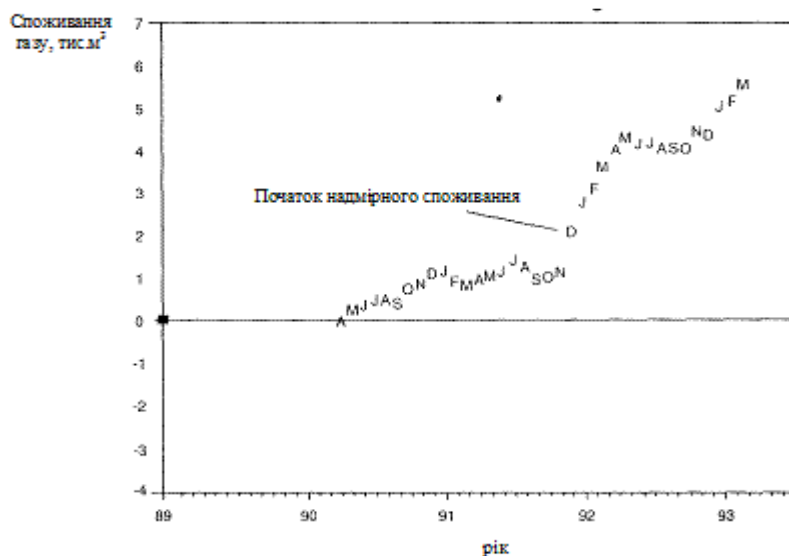


Рисунок 2.1- Графік кумулятивної суми

Щомісячна оцінка даних

Простий запис і графічне зображення щомісячних показів лічильників є найпростішим методом моніторингу енергоспоживання. Багато корисних настанов, щодо споживання енергії, можна отримати на цьому простому рівні аналізу (рис. 2.2 та 2.3).



Рисунок 2.2 - Приклад річного графіка для об'єкта з високим рівнем споживання енергії.

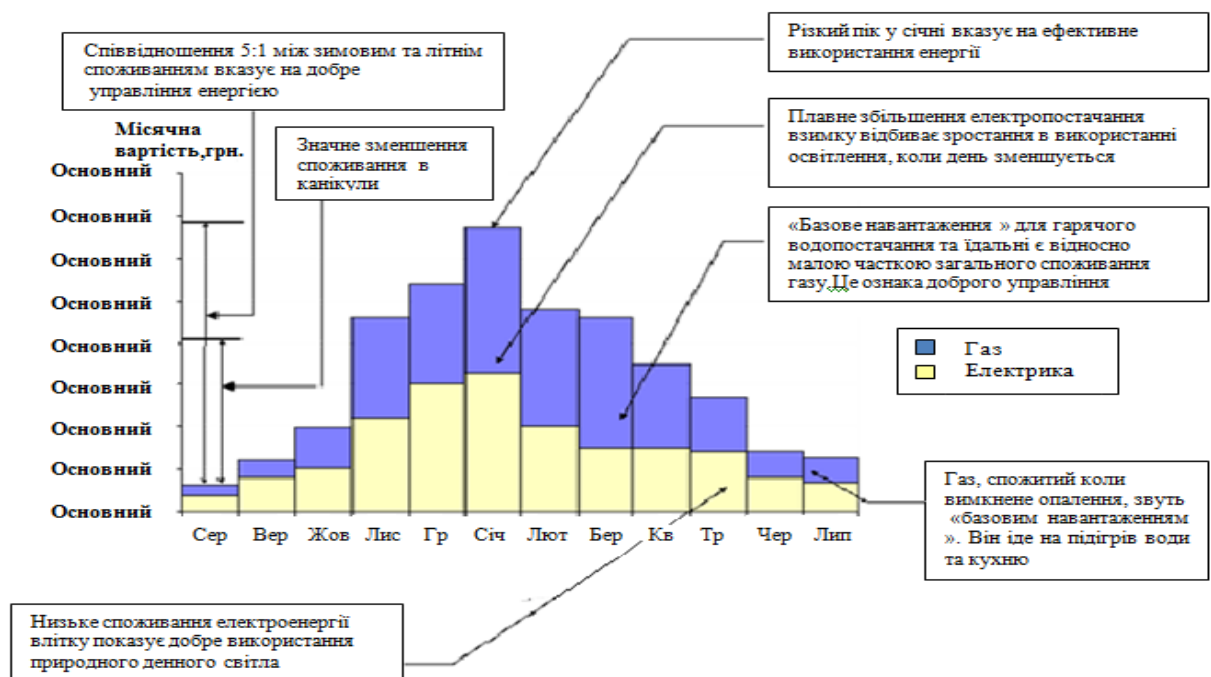


Рисунок 2.3 – Приклад річного графіка для об'єкта з низьким рівнем споживання енергії.

За результатами аналізу складених графіків енергоспоживання, визначається середній рівень енергоспоживання та відхилення від нього. Необхідно провести аналіз причин відхилень - іноді простий аналіз договору енергопостачання може встановити причину, наприклад, якщо до договору вписані неіснуючі параметри системи енергоспоживання - «зайві» потужності. На цій стадії усуваються прості технічні помилки (наприклад, проектні характеристики об'єкту, вказані в договорі, не відповідають тому, що є насправді). Потім складається діаграма енергоспоживання, на основі якої проводиться типізація об'ємів енергоспоживання за типами споживачів (з урахуванням фактичних, проектних та функціональних характеристик об'єктів) та по джерелах фінансування витрат на оплату ресурсів)

Складання енергетичного паспорту будівлі

Документ, що містить геометричні, енергетичні та теплотехнічні характеристики будівель та проектів будівель, огорожувальних конструкцій та встановлює їх відповідність вимогам нормативних документів; пропозиції по підвищенню ефективності використання ПЕР, зниженню витрат на паливо- та ресурсозабезпечення та впровадженню енергозберігаючих заходів для обстежуваного об'єкту (будівлі) називається енергетичним паспортом громадської будівлі.

При складанні енергетичного паспорту будівлі чи споруди роблять заміри: коефіцієнтів теплопровідності, тепловіддачі, теплопередачі стін, перекриттів, підлоги, віконних блоків. Вимірюються: середня кратність повітрообміну за опалювальний період, фактична температура зовнішнього повітря і приміщень, витрати електроенергії, теплової енергії, газу, гарячої і холодної води за добу.

Енергетичний паспорт заповнюється у відповідності з ДБН В 2.6-31-2006 та ДСТУ-НБА.2.5-5-2007.

Варто відмітити, що чинні нормативні документи по складанню енергетичного паспорту орієнтовані на визначення теплоізоляційних

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						42
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

характеристик споруд ,однак, для відображення повної картини енергоспоживання вони повинні включати не тільки фактори теплової ізоляції будівель, але й інші фактори, значення яких з часом все більше зростають, а саме ефективність систем опалення, кондиціонування та обладнання, що використовує відновлювальні енергетичні джерела, результати проведення енергетичного аудиту будівлі, що пов'язані з системами електро - та водоспоживання. Також велику увагу варто приділяти фактичним показникам енергоспоживання.

2.3 Опис університету з точки зору проведення енергоаудиту

2.3.1 Загальні відомості про об'єкт

Велика кількість різноманітних будівель знаходиться на території ДНУЗТу через те, що університет має довгу історію. На території університету розташовуються:два навчальних корпуси, шість гуртожитків, житлові будинки, дитячий садок, депо, різноманітні лабораторії, їдальня, басейн, два футбольних поля, спортивний комплекс, а також різноманітні складські приміщення, майстерні, гаражні комплекси.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім.акад. Лазаряна знаходиться за адресою: м. Дніпропро, вул. акад. Лазаряна, 2 (рис. 2.4).

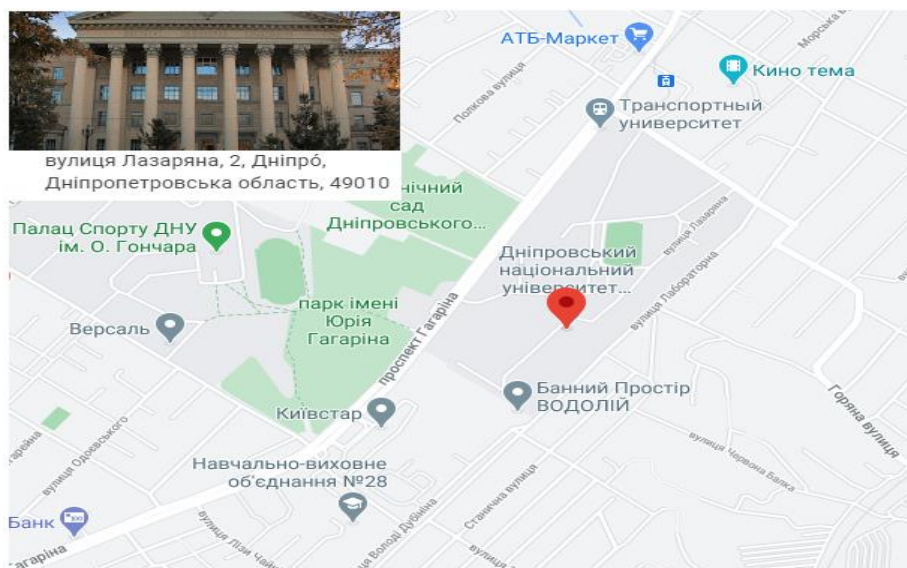


Рисунок 2.4- Розташування ДНУЗТу на карті Google

2.3.2 Основні потоки електроенергії на об'єкті

Університет отримує електричну енергію від ПАТ «ЕК Дніпрообленерго» за основним введенням напругою 35 кВ та резервним - 6 кВ. Приєднана потужність 4000 кВА. Дозволена потужність 2860 кВА. Категорія надійності електропостачання - 2. Середнє річне споживання електроенергії становить 5000000 кВт·год. Основні споживачі: навчальні корпуси та лабораторії, житлові будинки, гуртожитки. В профілі споживання електроенергії присутні значні як сезонні так і короткострокові коливання. Так, в середньому, витрати електроенергії взимку більше в 2,5-3 рази, ніж витрати влітку. Ступінь зношеності основного силового обладнання складає приблизно 80 %.

Наявність власної підстанції 35/6 кВ дає можливість отримувати електричну енергію за тарифами 1 класу. Тарифи на електроенергію складають для 1 класу 1,3068 грн за 1 кВтгод а для другого класу - 1,6848 грн. за 1 кВтгод на травень 2016 р. Таким чином економія коштів за рахунок отримання електроенергії за 1 класом складає 27%.

Дані про споживання електроенергії споживачами ДНУЗТа представлені в табл. 2.1. За нею можна простежити зміни річного споживання електроенергії. При оцінці змін річного споживання слід враховувати природне зростання споживання за рахунок придбання лабораторного обладнання, комп'ютерів та побутових приладів. З табл. 2.1 видно, що незважаючи на зазначене середні витрати за рік залишаються На одному рівні. Також помітне різке зниження споживання реактивної енергії та зміна споживання за тарифними групами.

Таблиця 2.1 – Загальний обсяг витрат електроенергії по роках (усереднено).

Рік	Активна енергія,кВт·год	Реактивна енергія,кВар·год	Університет	Житлові будинки	Гуртожитки
1	2	3	4	5	6
2013	4943816	1219000	2043627	683749	1982101
2014	5433874	433818	2334385	837226	2033160
2015	5145438	528949	2138273	793146	1986048

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
2016	5053135	548197	2063849	839263	1946160
2017	5136182	619847	1972886	835852	2063500
2018	5163659	552411	1784833	850688	2141051
2019	4967278	545422	2022604	882123	1788172

2.3.3 Результати попередніх енергоаудитів

Енергетичні аудити періодично проводяться в університеті з метою виявлення потенціалу енергозбереження. Вони дозволили встановити, що в університеті існує значний потенціал енергозбереження, якщо прийняти до уваги загалом низькі рівні ізоляції конструкцій будівель, практичну відсутність регуляторів технологічних процесів (опалювання, освітлення і інших) в корпусах. В умовах постійного зростання вартості енергоносіїв та значної енергоємності основного обладнання першочерговими завданнями для університету' визначені наступні питання:

- компенсація реактивної потужності;
- вдосконалення автоматизованої системи обліку і контролю електроенергії університету;
- заміна ламп розжарювання на енергозберігаючі лампи.

Розглянемо ефективність впровадження перерахованих заходів з енергозбереження.

Компенсація реактивної потужності.

Річне споживання реактивної енергії до 2009 р. складало в середньому 2900000 кВар-год. При цьому $\operatorname{tg} \varphi$ дорівнював в середньому 0,5-0,6, а в літні місяці більш ніж 1,0 при нормі 0,25. У 2009 році були введені в експлуатацію компенсаційні пристрої в кількості 5 шт. загальною потужністю 475 кВар з автоматичним регулюванням. Пристрої також зменшують споживання активної енергії за рахунок зменшення повного навантаження мереж і трансформаторів. Місця установки компенсаційних пристроїв та їх комплектація визначені шляхом

розрахунків та практичних вимірювань для отримання максимальних економічних показників. Вартість компенсаційних пристроїв склала 142307 грн. В порівнянні з 2009 р. зменшення споживання реактивної потужності склало приблизно 50%.

Зменшення витрат в електричних мережах

Під час заміни застарілих електромереж відповідно до сучасних вимог зменшуються витрати. Наприклад, річне споживання по гуртожитку № 3 за 2008р. склало 222830 кВт·год., а після капітального ремонту склало у 2009р.-189453 кВт·год, у 2011 р.- 176979 кВт·год. При цьому економія склала 16726 грн. на рік.

Заміна ламп розжарювання на енергозберігаючі

На об'єктах університету виконано заміну ламп розжарювання на енергозберігаючі. При проведенні ремонту та обслуговування електромереж виконана заміна світильників на люмінесцентні. Закупівля енергозберігаючих ламп виконується у рамках коштів на поточну експлуатацію. В університеті не використовуються лампи розжарювання (крім спеціальних).

Облік електроенергії та енергоаудит

На території університету розташовані споживачі трьох тарифних груп: група 7- промислові споживачі, група 9- житлові будинки та гуртожитки, група 911 гуртожитки з електроплитами. За Радянських часів тарифи за групами відрізнялися не суттєво, тому більшість споживачів тарифікувалась як промислові споживачі (найдорожча група). Це пов'язано з недосконалістю схеми живлення та обліку. З 2008 р. різниця в тарифах збільшилась, і були вжиті заходи для покращення співвідношення тарифних груп, не пов'язані з капітальними витратами. Однак схема обліку залишилась недосконалою.

2.4 Автоматизована система комерційного обліку електроенергії ДНУЗТ ім. В.А. Лазаряна (АСКОЕ)

В 2009 р. було проведено модернізацію силових електромереж гуртожитків, начального корпусу інших задіяних об'єктів. Це дало можливість відокремити споживачів різних груп та реалізувати коректну схему обліку. При

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						46
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

[illegible]

Наявність АСКОЕ дає можливість для автоматизації обліку споживання електроенергії та потужності(активної та реактивної) на фідерах межі балансової належності електромереж ДНУЗТ ім. Лазаряна; автоматичного зняття даних з лічильників з метою забезпечення розрахунків за споживану електроенергію в умовах ринку електроенергії; забезпечення погодинного обліку електроенергії; отримання усереднених значень потужності в точках обліку та побудови

напівгодинних(годинних) графіків навантажень на добовому, місячному та річному інтервалах часу; підвищення швидкості обробки та обміну інформацією; підготовки таблиць, довідок, актів, протоколів та іншої необхідної документації щодо обліку електроенергії у відповідності до існуючих пправил; створення загального інформаційного простору для забезпечення комерційних інтересів суб'єктів енергоринку; підвищення оперативності управління режимами енергоспоживання, визначення та прогнозування складових балансу електроенергії; автоматизації контролю технічного стану обліку електроенергії; автоматизації контролю та обліку споживання електричної енергії ДНУЗТ ім. Лазаряна.[7]

АСКОЕ була створена у цілях виконання Тенічних умов приєднання електроустановок ДНУЗТ ім. Лазаряна від 19.12.2007р. №132-АС з організації обліку електроенергії, ща надходить/генерується в мережі ДНУЗТ ім. Лазаряна; зниження комерційних втрат за рахунок підвищення точності обліку електричної енергії, отримання достовірної та своєчасної інформації про надждходження та споживання електроенергії на межі балансової належності ДНУЗТ ім. Лазаряна та подальшого проведення фінансових розрахунків за електроенергію; автоматизації процесу збору, передачі та обробки інформації з розрахункових точок; перевірки достовірності отриманих даних при виконанні процедури верифікації шляом формування балансу електроенергії; зниження комерційних втрат електроенергії за рахунок одночасної фіксації параметрів обліку; забезпечення працездатності всих елементів АСКОЕ в єдиному розрахунковому часі, зі збереженням встановлених правил переходу на «літній/зимовий» час; забезпечення оперативного контролю режимів надходження електричної енергії в мережі ДНУЗТ та поточного навантаження; забезпечення аналізу енергоспоживання та навантаження на підґрунті графіку навантаження; забезпечення оперативного автоматичного контролю працездатності лічильників та каналів передачі даних; забезпечення регламентованого доступу до даних АСКОЕ зі сторони зацікавлених підприємств.[1] [6]

2.4.1 Режим функціонування АСКОЕ

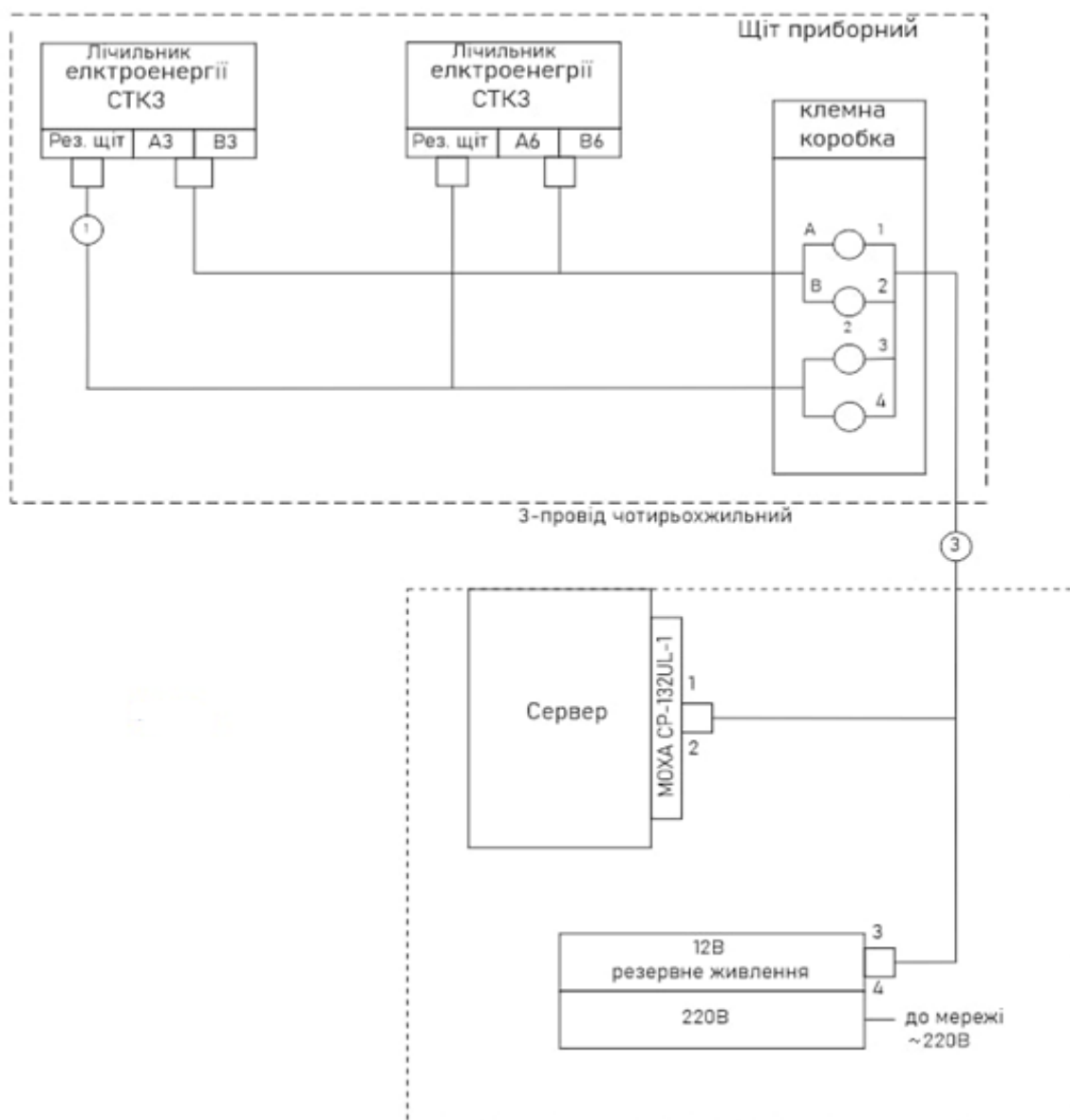


Рисунок 2.7- Структурна схема АСКОЕ ДНУЗТ

АСКОЕ розрахована на безперервний цілодобовий режим функціонування. Сервер АСКОЕ періодично опитує точки обліку та розміщає отриману інформацію в базу даних (БД) АСКОЕ. Період опитування лічильника налагоджується програмно та обирається у діапазоні від 1 хвилини до 24 годин. Додатково задається інтервал затримки перед повторним опитуванням лічильника при невдалому одержанні даних з лічильника та кількість спроб повторного опитування. При кожному сеансі зв'язку проводиться контроль працездатності каналів зв'язку та лічильників, зчитування бортового часу лічильників та його

запис у журналі подій. В режимі нормального функціонування АСКОЕ не потребує в обслуговуванні (окрім регламентного обслуговування, обумовленого у «Посібнику з експлуатації АСКОЕ»). Робота користувачів з АСКОЕ здійснюється через запуск програмного забезпечення (ПЗ) автоматизованого робочого місця (АРМ).

У режимі включення АСКОЕ ввімкнення окремих компонентів верхнього та нижнього рівнів проводиться незалежно. Включення устаткування ВУ проводиться у відповідності до вимог «Посібника з експлуатації АСКОЕ» та повинне виконуватись адміністратором АСКОЕ. Використання іншого прикладного забезпечення на сервері АСКОЕ допускається при умові відсутності конфліктів стороннього прикладного забезпечення з обладнанням та системою управління бази даних (СУБД). Запуск ПЗ сервера додатку, ПЗ експорту виконується при запуску ПЗ АРМ. Запуск ПЗ БД проводиться автоматично при увімкненні сервера.

В АСКОЕ можуть бути також і аварійні режими, серед них відмова каналу зв'язку (апаратури передачі даних, лінії зв'язку). При невдалій спробі встановити зв'язок сервер АСКОЕ робить повторні спроби (інтервал та кількість спроб налагоджується програмно). Якщо повторні спроби встановити зв'язок закінчилися невдачею, реєструється помилка та записується до журналу подій. При відновленні каналу зв'язку сервер додатків по команді адміністратора АСКОЕ проводить зчитування всієї інформації, яка накопичилась у лічильнику за час відсутності каналу зв'язку та зберігає її у базі даних БД.

Також може статися відмова лічильника електроенергії. Так як лічильник оснащений вбудованою системою діагностики, то вона дозволяє виявити більшість випадків позаштатного функціонування. Усунення несправності можливе лише з заміною лічильника.

Якщо ж сталася відмова ПЗ серверу додатків, то у такому разі відмова проявляється у припиненні опитування лічильника та відновлення БД. Причиною може бути як відмова апаратури, так і програмний збій. Відновлення

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						50
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

працездатності проводиться перезапуском серверу (апаратури та програм) чи, при необхідності, ремонтом апаратури або переустановленням ПЗ. Після відновлення працездатності серверу додатків адміністратору АСКОЕ необхідно провести опитування всіх приладів обліку для переносу накопиченої в них інформації про споживання електроенергії в БД.

Відмова ПЗ серверу БД. Ця відмова проявляється у нездатності звернення до БД АСКОЕ або до втрати інформації у БД. Необхідно провести діагностику обладнання серверу, при необхідності — заміну тих елементів обладнання, що вийшли з ладу, переустановлення системного програмного забезпечення, ПЗ серверу БД, конфігурацію ПО АСКОЕ, відновлення БД з резервної копії. Після відновлення працездатності серверу БД адміністратору АСКОЕ необхідно провести опитування всіх пристроїв обліку для переносу накопиченої в них інформації про споживання електроенергії в БД.

Зникнення первинної напруги. При зникненні первинної напруги електроживлення серверу здійснюється від ІБП серверу, забезпечуючого функціонування комплексу не менше ніж 15 хвилин. При тривалій відсутності первинного електроживлення проводяться автоматичні дії по підготовці до відключення та відключення обладнання серверу. Відновлення працездатності комплексу проводиться після відновлення електроживлення та включення апаратури.

2.4.2 Опис розміщення комплексу технічних пристроїв на об'єктах

Загальні правила розміщення КТС регламентовані у ГОСТ 24.104-85. При встановленні, монтажі, технічному обслуговуванні та експлуатації КТС повинні виконуватись вимоги по техніці безпеки, викладені у експлуатаційній документації[3][4], а також вимоги, встановлені «Правилами безпечної експлуатації електроустановок споживачів» ДНАОП 0.00-1.21-98 [2], «Правилами устаткування електроустановок» (далі ПУЕ) Міненерго СРСР, 1986р. [5]

При розміщенні ТС та прокладці лінії зв'язку потрібно суворо дотримуватись вимог записаних у ГОСТ 12.3.019-80. В приміщеннях,

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						51
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

призначених для експлуатації АСКОЕ, повинні бути передбачені міри протипожежної безпеки згідно «Правил пожежної безпеки України» НАПБ А.01.001-95.

Технічні засоби ПТК ВР АСКОЕ розміщуються у відділі Головного енергетика (ВГЕ) ДНУЗТ. В місцях розміщення ПТК ВР необхідно забезпечити наступні умови експлуатації: температура від +20°C до +35°C; вологість (не конденсуюча) не більше 80%; швидкість руху повітря не більше 0,5 м/с; освітленість загальна - 200лк, робочої зони - 300 лк; запиленість повітря по нормам СН-512-78.

Підвід електроживлення до серверу виконується трьохпровідним кабелем. Заземлення виконується через контакт заземлення розетки 220В.

Схема підключення обладнання на ВР АСКОЕ приведена на рисунку 2.8

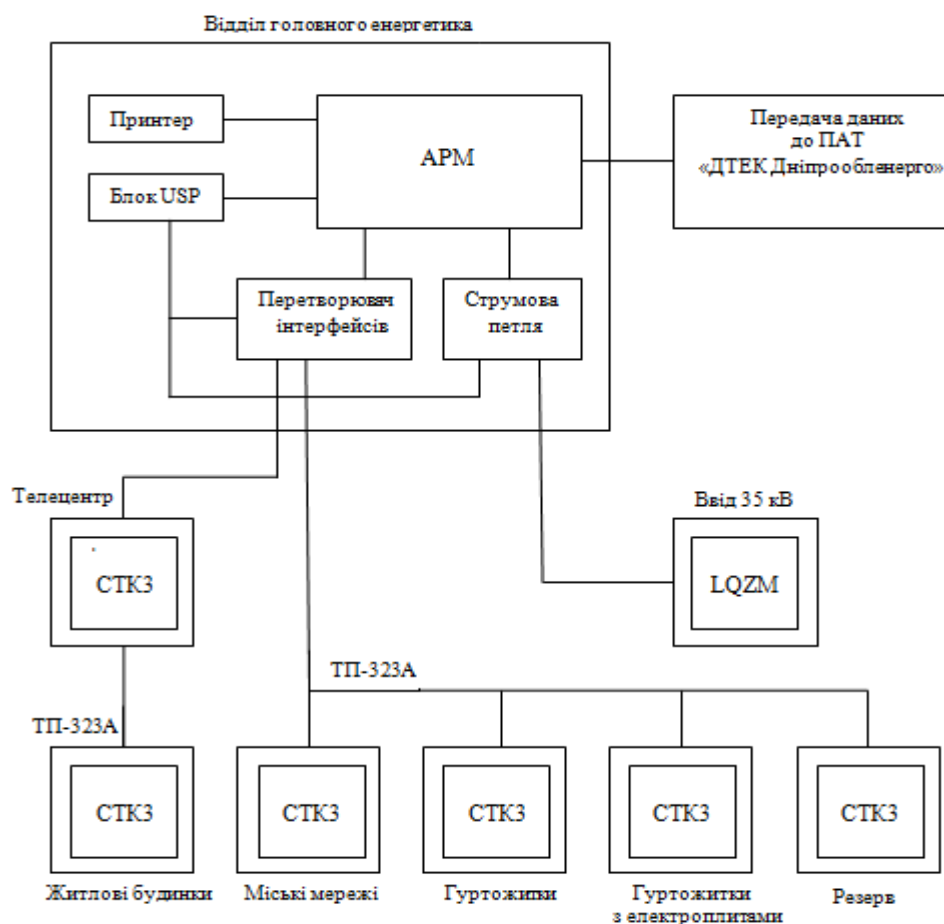


Рисунок 2.8 - Схема підключення обладнання на ВР АСКОЕ

Технічні засоби нижнього рівня АСКОВЕ - це лічильники електроенергії, колодки підключення, вимірювальні трансформатори струму та напруги - розміщуються у приміщеннях ПС та повинні експлуатуватися при температурі від -20°C до +55°C.

Лічильники електроенергії підключаються до вторинних вимірювальних ланцюгів трансформаторів струму за допомогою колодок підключення типу АРР5.282.104. Електроживлення лічильників електроенергії здійснюється від ланцюгів напруги вторинних обмоток вимірювальних трансформаторів з параметрами робочих напруги та струму, що визначаються технічними умовами на використовуваних вид лічильника. Резервне електроживлення лічильників електроенергії забезпечується підключенням ланцюгів живлення лічильників до джерела резервного живлення, що входить до складу НКУ [8]. Схема підключення обладнання на НР АСКОВЕ приведена на рисунку 2.7.

Мережеве та телекомунікаційне обладнання НР АСКОВЕ розміщується в опломбованій настінній шафі промислового виконання, що має ступінь захисту IP54.

Перелік точок комерційного обліку та вимірювального обладнання, що входить до КТС АСКОВЕ приведено у таблиці 2.2

Таблиця 2.2- Перелік точок комерційного обліку

№п/п	Найменування приєднання	Рівень напруги,В	Розрахунковий коефіцієнт	Тип лічильника
1	2	3	4	5
По межі розділу ОАО «ЕК» Дніпрообленерго»				
ТП-323А, ТП-323, а також ввід 35кВ та ДОРТПЦ				
1	Ввід№1	35000	7000	LZQM 321.02.534
2	Ввід№2	6000	600	СТК3-05Q2Т3Мт-УВП
3	Ввід№3	6000	1800	СТК3-05Q2Т3Мт-УВП
4	Ввід№4	6000	1200	СТК3-05Q2Т3Мт-УВП
5	Ввід№5	0,4	80	СТК3-05Q2Т3Мт-УВП

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5
6	Ввід№6	0,4	120	СТКЗ-05Q2Т3Mt-УВП
7	Ввід№7	0,4	120	СТКЗ-05Q2Т3Mt-УВП

Захист даних від несанкціонованого доступу проводиться у відповідності до вимог ГKD 34.35-97. Згідно вимогам ГKD 34.34-97 засіб вимірювання, що здійснює безпосередні вимірювання та облік електричної енергії, та програмні засоби АСКОЕ повинні виключати можливість несанкціонованого впливу на результати вимірів [15]. Результати вимірювань заносяться до БД у вигляді масиву необроблених даних. Ці дані не можуть бути зміненими, допускається тільки вивантаження цих даних до архіву та видалення з БД по закінченню строку зберігання. При необхідності ці дані можуть завантажуватися в БД з архіву. Захист від несанкціонованого доступу забезпечується наступними програмно-технічними заходами: на рівні лічильника електроенергії - це пломбування клемної коробки та передньої панелі лічильника; парольний захист змінення параметрів лічильника; ведення лічильником електроенергії журналу подій, в котрому реєструються випадки параметризації лічильника; на рівні кабельного зв'язку - це пломбування НКУ; на рівні ПЗ АСКОЕ - це ідентифікація користувачів при запуску ПЗ АРМ через паролі та використання системи привілеїв БД (ролей), що призначені індивідуально кожному користувачу.

2.4.3 Інформаційна взаємодія АСКОЕ з іншими суб'єктами

АСКОЕ забезпечує передачу інформації у вигляді файлів узгодженої з СУЕ ОАО «ЕК Дніпрообленерго» структури по електронній пошті в автоматичному режимі та/або з ініціативи адміністратора, з періодичністю один раз на добу о дев'ятій ранку в обсязі добових напівгодинних показань лічильника. АСКОЕ забезпечує виявлення позаштатних ситуацій (зникнення напруги на кожній з фаз) з реєстрацією часу виникнення та подальше сповіщення про їх виникнення ОАО «ЕК» Дніпрообленерго».

Канал подій у вигляді текстового файлу може бути представлений ОАО «ЕК» Дніпрообленерго» по спеціальному запиту [16].

2.4.4 Лічильники електроенергії

Вибір лічильників електричної енергії обумовлений оптимальним співвідношенням необхідних для даного застосування функціональних можливостей та ціни. Розширена функціональність лічильників та контроль деяких параметрів мережі в точках обліку, таких як напруга, струм, частота, коефіцієнт потужності, фазні кути та інших, застосування програмного забезпечення дозволяє мати повну та достовірну інформацію щодо обліку споживаної електроенергії [17]. Лічильники електроенергії відповідають наступним вимогам:

- ГОСТ 30206-94 (МЗК 687-92) [9];
- Лічильники, що встановлені у розрахункових точках обліку електроенергії, клас точності лічильника - 0,28, 0,58 та 1,0 в залежності від потужності по приєднанню [14] [10];
- Повинні мати високу надійність та стабільність метрологічних параметрів та міжповірочний інтервал не менше 6 років;
- Мати цифровий інтерфейс;
- Вимірювати параметри мережі;
- Конструкція лічильника повинна виключати можливість несанкціонованого впливу на результати вимірів;
- Забезпечувати вимірювання активної, реактивної та усередненої потужності в двох напрямках [13];
- Забезпечувати період інтеграції вимірюваних величин 15, 30, 60 хвилин;
- Забезпечувати збереження інформації при втраті живлення не менше 70 діб;
- Мати можливість зовнішньої синхронізації ходу внутрішнього годинника;
- Зберігати в енергонезалежній, некорейуємій пам'яті інформацію щодо всіх випадках доступу до режиму параметрування та позаштатних ситуаціях;

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						55
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- БД лічильника повинна формуватися з обов'язковою прив'язкою вимірюваних величин до відповідної позначки часу [11];
- Забезпечувати зберігання графіку навантаження за останні десять діб;
- Бути занесеним до Державного реєстру засобів виміру України [12].

У відповідності до цих вимог у точках розрахункового обліку на об'єкті контролю ДНУЗТ встановлюються багатофункціональні мікропроцесорні лічильники електричної енергії типу LZQM 321.02.534, «Енергія-9» моделі СТКЗ-05Q2Т3Mt-У ВП та «Енергія-9» моделі СТКЗ-05Q2Н4Mt-УВП.

2.4.5 Розрахунок завантаження встановлених вимірювальних трансформаторів струму (РП-0,4 кВ)

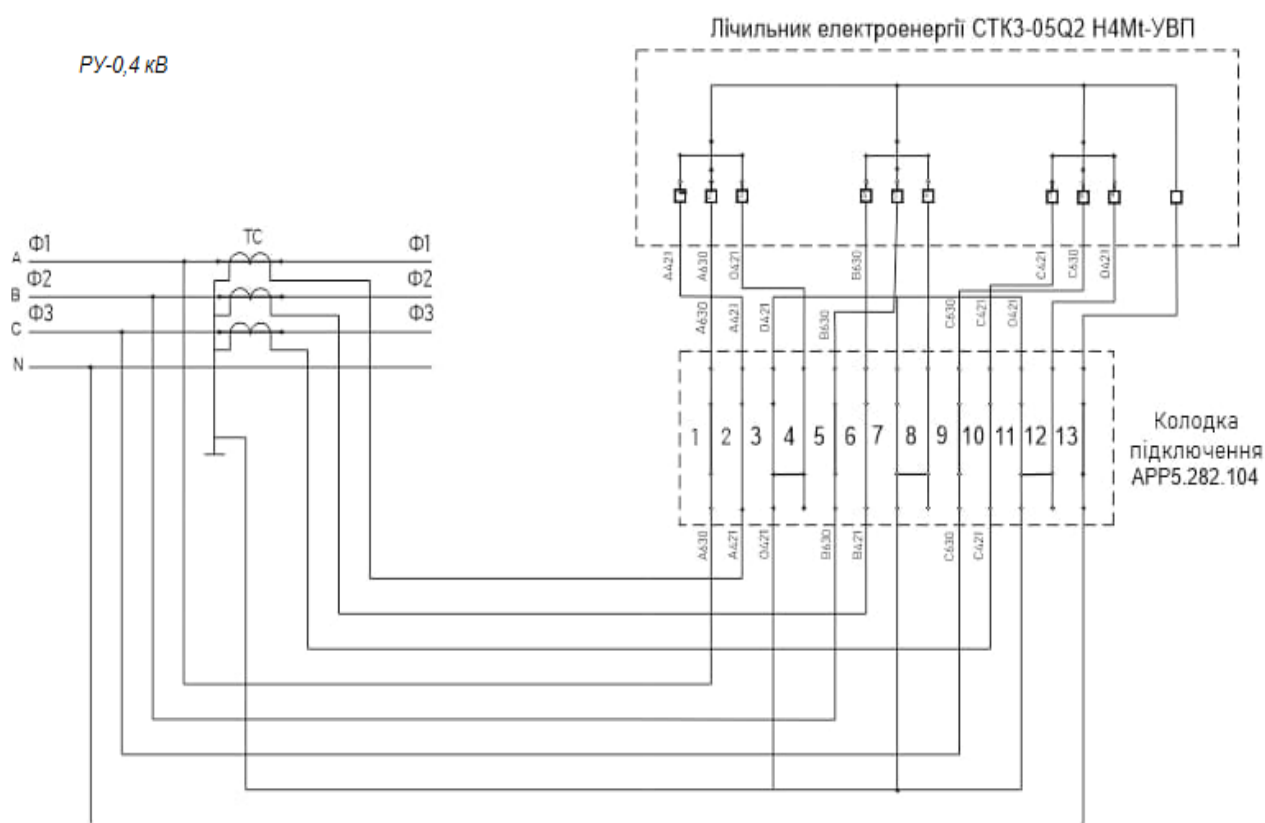


Рисунок 2.8 Схема підключення лічильників РП- 0,4кВ

Перевіряємо трансформатор струму в ТП-323А

Номінальна вихідна потужність трансформатора складає:

$$S_{зав} = 242,5 \text{ кВт}$$

Струм приєднання :

$$I_{зав} = \frac{S_{зав}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = 350 \text{ (А)}$$

У ТП- 323 встановлюються вимірювальні трансформатори струму (далі ВТС) Т- 0,66- 400/5- 0,5 S ($K_{ВТС} = 80$)

Проводимо перевірку відповідальності завантаження ВТС споживаній потужності:

$$\frac{I_{зав}}{I_{ВТС}} = \frac{350}{400} = 0,875$$

Тобто завантаження ВТС складає 87,5%, що більше 75% завантаження від встановленої потужності.

Перевіряємо трансформатор струму в ТП-323А(Міськмережа)

Номінальна вихідна потужність трансформатора складає :

$$S_{зав.} = 1559 \text{ кВт}$$

Струм приєднання:

$$I_{зав.} = \frac{S_{зав}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = 150 \text{ А}$$

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						57
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

У ТП- 323 (Міськмережа) встановлюються ВТС ТОЛ- 6-150/5-0,5 S ($K_{\text{ВТС}} = 30$).

Проводимо перевірку відповідності завантаження ВТС споживаній потужності:

$$\frac{I_{\text{зав}}}{I_{\text{ВТС}}} \frac{150}{150} = 1$$

Тобто завантаження ВТС складає 100%, що більше 75% завантаження від встановленої потужності:

Перевіряємо трансформатор струму в ТП-323А(Гуртожитки)

Номінальна вихідна потужність трансформатора складає :

$$S_{\text{зав}} = 350 \text{ кВт}$$

Струм приєднання :

$$I_{\text{зав.}} = \frac{S_{\text{зав}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = 500 \text{ (А)}$$

У ТП- 323 (Гуртожитки) встановлюються ВТС Т-0,66-600/5-0,5 S ($K_{\text{ВТС}} = 120$).

Проводимо перевірку відповідності завантаження ВТС споживаній потужності:

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						58
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\frac{I_{зав}}{I_{ВТС}} \frac{500}{600} = 0,83$$

Тобто завантаження ВТС складає 83%, що більше 75% завантаження від встановленої потужності:

Перевіряємо трансформатор струму в ТП-323А(Резерв)

Номінальна вихідна потужність трансформатора складає :

$$S_{зав} = 832 \text{ кВт}$$

Струм приєднання:

$$I_{зав.} = \frac{S_{зав}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = 80 \text{ (А)}$$

У ТП- 323 (Резерв) встановлюються ВТС ТОЛ-6-100/5-0,5 S

($K_{ВТС} = 20$).

Проводимо перевірку відповідності завантаження ВТС споживаній потужності:

$$\frac{I_{зав}}{I_{ВТС}} \frac{80}{100} = 0,8 \text{ (А)}$$

Тобто завантаження ВТС складає 80%, що більше 75% завантаження від встановленої потужності:

Перевіримо трансформатор струму на вводі 35кВ

Номінальна вихідна потужність трансформатора складає :

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						59
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{зав} = 4547 \text{ кВт}$$

Струм приєднання :

$$I_{зав.} = \frac{S_{зав}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = 75 \text{ (А)}$$

На вводі 35кВ встановлюються вимірювальні трансформатори струму ТФЗМ- 35- 100/5-0,5 ($K_{ВТС} = 20$).

Проводимо перевірку відповідності завантаження ВТС споживаній потужності:

$$\frac{I_{зав}}{I_{ВТС}} \frac{75}{100} = 0,75$$

Тобто завантаження ВТС складає 75%, що відповідає вимогам встановлення.

Перевіряємо трансформатор струму на вводі ДОРТПЦ

Номінальна вихідна потужність трансформатора складає :

$$S_{зав} = 520 \text{ кВт}$$

Струм приєднання :

$$I_{зав.} = \frac{S_{зав}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = 50 \text{ (А)}$$

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						60
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

На вводі ДОРТПЦ встановлюються вимірювальні трансформатори струму Т0Л- 6-50/5-0,5 ($K_{\text{ВТС}} = 10$).

Проводимо перевірку відповідності завантаження ВТС споживаній потужності:

$$\frac{I_{\text{зав}}}{I_{\text{ВТС}}} \frac{50}{50} = 1$$

Тобто завантаження ВТС складає 100%, що більше 75% завантаження від встановленої потужності.

Таким чином, наявність АСКОЕ дає, можливість ефективно контролювати стан та параметри енергосистеми та здійснювати необхідні розрахунки в рамках енергоаудиту, який здійснюється відповідними підрозділами університету.

Дані про зменшення витрат на оплату електроенергії завдяки зміні співвідношення споживання за тарифними групами, що приведені (табл. 2.3).

Таблиця 2.3- Зменшення витрат університету завдяки зміні співвідношення споживання за тарифними групами

Тарифна група	Споживання за тарифною групою 2014 г. (тариф)	Споживання за тарифною групою 2015 г. (тариф)	Споживання за тарифною групою 2016 г. (тариф)	Споживання за тарифною групою 2017 г. (тариф)	Споживання за тарифною групою 2018 г. (тариф)
7 промислові споживачі	78 % (0,26 грн.)	58 % (0,42 грн.)	43 % (0,58 грн.)	45 % (0,74 грн.)	44,8 % (0,78 грн.)
9 житлові будинки, гуртожитки	14 % (0,19 грн.)	33 % (0,24 грн.)	40 % (0,24 грн.)	41 % (0,31 грн.)	42,5 % (0,31 грн.)
911 гуртожитки з електроплитами	8 % (0,14 грн.)	9 % (0,18 грн.)	17 % (0,18 грн.)	14 % (0,23 грн.)	12,7 % (0,176 грн.)

У межах фінансування капітального та поточного ремонту об'єктів університету (без додаткових залучень) проведена модернізація системи обліку електроенергії.

2.5 Визначення витрат енергії науково-дослідної частини

Методика визначення витрат електричної енергії та газу на опалення приміщень наукових підрозділів університету базується на «Міжгалузевих нормах споживання електричної теплової енергії для установ та організацій бюджетної сфери України» та «Норм та вказівок по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових споруд, а також на господарські потреби в Україні».

Витрати електроенергії на виконання науково-дослідних робіт $W_{ндч}$, в кВт год/рік, складаються з суми витрат електричної енергії підрозділами НДЧ, за якими закріплені приміщення для проведення наукових робіт та витрат електроенергії групами науковців, що не мають окремо виділених приміщень для проведення наукових робіт, за виразом:

$$W_{ндч} = \sum_{i=1}^r W_n^i + \sum_{j=1}^m W_n^j, \quad (2.1)$$

де W_n^i - річні витрати електроенергії і-м підрозділом НДЧ університету, кВт год/рік;

W_n^j - річні витрати електроенергії j-ою групою науковців, що проводили наукові роботи у звітному періоді в приміщеннях, що закріплені за кафедрами, кВт год/рік;

r - кількість підрозділів, що мають закріплені приміщення для проведення наукової роботи;

m - кількість груп науковців, що проводили наукові роботи у звітному періоді в приміщеннях, що закріплені за кафедрами.

Так як неможливо визначити витрати електроенергії науковими групами, що не мають виділених приміщень для науково-дослідних робіт, то прийнято, що їх витрати нормуються пропорційно фонду оплати праці та загальному

надходженню коштів за виконані науково-дослідні роботи.

Розрахунок річних витрат електроенергії науковими підрозділами Університету за якими закріплені приміщення

Витрати електроенергії окремим науковим підрозділом університету за яким закріплені приміщення W_n , кВт год у рік, складаються з основних та додаткових і визначаються за співвідношенням:

$$W_n = \sum_{i=1}^n W_{осн,i}^n + W_{дод}^n, \quad (2.2)$$

де $W_{осн,i}^n$ - основні витрати електроенергії i -му приміщенні, кВт год/рік;

n - кількість приміщень, що закріплені за науковими підрозділами;

$W_{дод}^n$ - додаткові витрати електроенергії науковими підрозділами, кВт год/рік.

До основних витрат відносяться витрати, що пов'язані з використанням електроприладів таких як комп'ютери, оргтехніка, лабораторні установки, кондиціонери, освітлення, електричні обігрівачі, тощо, у межах приміщення підрозділу. Основні витрати електроенергії $W_{осн,i}^n$, в кВт год/рік, науковими підрозділами можуть бути визначені за формулою:

$$W_{осн,i}^n = \sum_{i=1}^n P_i T_i \quad (2.3)$$

де P_i - встановлена потужність i -го електроприладу, кВт;

T_i - кількість годин використання встановленої потужності у рік, год/рік.

n - кількість електроприладів, що використовуються науковими

підрозділами.

Витрати електроенергії підрозділами НДЧ наведені у табл. 1. Таким чином, за (2,2) сумарні витрати підрозділами:

$$\sum_n^w = 140227 \text{ кВт год/рік.}$$

До додаткових витрат електроенергії відносяться витрати, пов'язані з використанням електроенергії на освітлення коридорів, туалетів і та інших приміщень, якими користуються співробітники наукових підрозділів. Додаткові витрати електроенергії можуть бути визначені на основі енергетичного аудиту, що проводиться один раз на рік за методикою (19), за співвідношенням:

$$W_{\text{доод}}^n = W_{\text{св}} \cdot n_n / (n_{\text{заг}} + n_{\text{дс}} + 0,1n_{\text{бс}}) \quad (2.4)$$

де $W_{\text{св}}$ - витрати електроенергії на освітлення коридорів, туалетів та інших додаткових приміщень університету, кВт год/рік.

n_n - кількість штатних одиниць у наукових підрозділах, що мають виділені приміщення для проведення науково-дослідних робіт;

$n_{\text{заг}}$ - загальна кількість штатних одиниць у підрозділах університету і студентів університету (визначається за даними планового відділу університету);

$n_{\text{дс}}$ - контингент студентів, аспірантів та докторантів денної форми навчання;

$n_{\text{бс}}$ - контингент студентів та аспірантів безвідривної форми навчання.

За даними проведеного енергетичного обстеження витрати електроенергії на освітлення коридорів і туалетів складають $W_{\text{св}} = 62234$ кВт год/рік.

Додаткові витрати у 2019 році за (2,4) склали:

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						64
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_{\text{НДЧ}}=140227+1385=141612$$

Кошторис витрат НДЧ на закупівлю електроенергії

Для витрат на електроенергію, закладена до накладних видатків науково – дослідних та дослідно – конструкторських робіт визначається як:

$$a_e = \frac{W_{\Pi} \cdot C_{el}^{\Pi}}{\Phi O \Pi_{\Pi}} \cdot 100\% = \frac{141612 \cdot 1,1948}{10941593,86} \cdot 100\% = 1,55\%$$

де $\Phi O \Pi_n = \Phi O \Pi_{nc} + \Phi O \Pi_{nb} = 10700740,86 + 240853 = 10941593,86$ - загальні видатки на заробітну плату за науково – дослідними роботами наукового підрозділу.

$C_{el}^{\Pi} = 1,1948$ - ціна 1 кВт- год електричної енергії у 2019 році.

Планові видатки на електричну енергію називається як

$$C_{el} = \frac{K_{\Pi\Lambda} \cdot C_{el}^{\Pi}}{22560703,028} = 141612 \cdot 23000000 \cdot 1,3068 = 188661,98$$

де $K_n = K_{nc} + K_{nb} = 22140655,98 + 420047,048 = 22560703,028$

$K_{\Pi\Lambda}$ - відповідно, фактичні надходження за виконані науково-дослідні роботи науковими підрозділами, що мають виділені приміщення для виконання науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт у 2019 році та планові надходження за виконані науково-дослідні роботи у 2020 році.

$C_{el}^{\Pi\Lambda} = 1,3068$ - планова ціна електроенергії у поточному році, грн/кВт год.

Порядок планування кошторису витрат електроенергії і газу

Планування накладних видатків, пов'язаних із закупівлею електричної енергії здійснюється та газу для опалення здійснюється у січні-лютому місяці поточного року. Планування видатків на газ у «Плані використання бюджетних

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						65
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

коштів» здійснюється після отримання лімітної довідки від головного розпорядника бюджетних коштів.

Перелік наукових підрозділів, котрі мають закріплені приміщення для виконання науково-дослідних робіт затверджується ректором університету.

Розрахунок планових витрат на закупівлю газу та електроенергії здійснюється Плановим відділом університету на підставі наданих вихідних даних від підрозділів. Джерела вихідних даних для розрахунку наведено у табл. 2.8

Таблиця 2.8 - Надання інформації для планування витрат електроенергії та газу науковими підрозділами

Показник	Джерело інформації	Відповідальні підрозділи
Перелік та об'єм приміщень, що закріплені за науковими підрозділами	Розподіл приміщень за науковими підрозділами і університету, затверджений ректором університету.	НДЧ
Перелік електрообладнання у приміщеннях наукових підрозділів університету, встановлена потужність і-го електроприладу, P_i , кВт; кількість годин використання встановленої потужності у рік, T_i год/рік	Звіт про використання електроенергії енергії науковим підрозділом. Звіт надається щорічно у січні місяці.	Керівники наукових підрозділів. Узагальнення здійснює відділ АСУ НДЧ
Кількість штатних одиниць у наукових підрозділах, що мають виділені приміщення для проведення науково- дослідних робіт, n_n ; загальна кількість платних одиниць у підрозділах університету і студентів університету, $p_{заг}$; контингент студентів, аспірантів та докторантів денної форми навчання, n_{dc} ; контингент студентів та аспірантів безвідривної форми навчання, $p_{бс}$.	Штатний розклад університету станом на 01 жовтня	Плановий відділ
Витрати електроенергії на освітлення коридорів і туалетів складають, $W_{св}$	За результатами енергетичного аудиту	Плановий відділ
Загальні видатки на заробітну плату за науково-дослідними роботами наукових підрозділів, що мають виділені приміщення для проведення НДР у попередньому році, ФОПп		Бухгалтерія, відділ АСУ НДЧ

Продовження таблиці 2.8

Місце опалювального періоду		Плановий відділ
Визначення витрат теплоти на опалення учбових корпусів Qнк	Тепловий лічильник	Котельня університету
Ціна 1 кВт-год електричної енергії у попередньому році, та Цел плановому році Цел		Плановий відділ
Ціна 1 тис. м3 у попередньому році Цп, та плановому році Цпл		Плановий відділ
Обсяг надходження коштів у попередньому періоді, Кп грн.		Бухгалтерія
Обсяг надходження коштів у плановому періоді, грн.	Лімітна довідка	НДЧ

3 РЕАЛІЗАЦІЯ ПОТЕНЦІАЛУ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

В даному етапі ми будемо спостерігати критичний аналіз зібраної на попередніх етапах енергетичного обстеження інформації для того, щоб запропонувати шляхи зниження витрат на енергоресурси.

Існують три основні способи зниження енергоспоживання усуваючи втрати, підвищення ефективності перетворення та виключення нераціонального використання.

Після виявлення джерел втрат і ділянок нераціонального використання енергії можна приступати до розробки пропозицій і проектів з поліпшення ситуації. В основному вибирається легке рішення або рішення з низькими капітальними витратами і не беруться в розрахунок експлуатаційні витрати. Треба встановити, чи є енергетичні потоки раціональними по напрямку і повеличині.

За допомогою енергетичного обстеження будівлі робимо оцінку потенціалу енергозбереження. Ця оцінка можлива при доведенні аналізу енергоспоживання до стадії визначення корисних кінцевих витрат енергії, в освітлювальних системах - по величині освітленості на робочій поверхні;

При перетворенні електроенергії в інший вид енергії ми можемо встановити її енергетичний потенціал. Корисну енергію, що при цьому виділяється, супроводжують втрати, значення яких визначається мірою досконалості технологічного процесу. Корисна витрата енергії $W_{кор}$ для будь-яких процесів, установок, об'єктів виражається через коефіцієнт її корисного використання (к.к.в.) η :

$$W_{кор} = \eta \cdot W_{зат} \quad (3.1)$$

де $W_{зат}$ – Кількість енергії зовнішнього джерела, підведеної до об'єкту.

За допомогою потенціалу енергозбереження отримаємо, яку частку втрат

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						68
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

енергії (енергоресурсу) можливо скоротити чи корисно використати, якщо виконати відповідні вдосконалення технологічних процесів. Він визначається співвідношенням коефіцієнту корисного використання енергії існуючого (реального) та перспективного технологічного процесів. У якості останнього можуть бути використані нормативний, еталонний та ідеальний процеси.

Нормативний технологічний процес - це процес, при якому обладнання, його режими, характеристики огорожувальних конструкцій тощо відповідають нормативним, паспортним, проектним даним.

Еталонний процес - це процес, що відповідає найліпшим науково-технічним досягненням, які реалізовані в Україні чи у світі. Ідеальним вважається такий процес, в якому застосована теоретично можлива, але практично недосяжна технологія. Співставлення втрат енергії в реальному та перспективному процесах дає оцінку потенціалу енергозбереження.

На практиці застосовують розраховувати нормативних втрат технологічного процесу, на основі результатів енергетичного обстеження реального процесу або звітних матеріалів на різних етапах технологічного процесу визначення втрат енергії, а також на кожному етапі нормативний потенціал енергозбереження визначається по елементним відніманням відповідних значень втрат; він показує частку втрат, які можуть бути скорочені при доведенні технології до рівня проектної (нормативної):

$$\Pi = W_p \cdot i \cdot W_n \quad (3.2)$$

де Π - Нормативний потенціал енергозбереження;

$W_p i W_n$ - Втрати в реальному та нормативному процесах.

Значення потенціалу енергозбереження за видом енергоносіїв отримують переводячи елементи втрат в однорідні іменовані одиниці та сумуючи їх за стовбцями, а по строчках - значення потенціалу за етапами життєвого циклу, аналогічно можемо визначити елементи втрат та значення потенціалу

енергозбереження по відношенню до еталонного та ідеального технологічних процесів.

Потенціал енергозбереження розраховується для таких енергоефективних заходів як встановлення приладів обліку електроенергії, використання енергоефективних ламп, секціонування систем освітлення, вирівнювання навантаження фаз мережі 0,4 кВ, установка пристроїв компенсації реактивної потужності та заміна кабелів перевантажених ліній;

3.1 Використання енергоефективних ламп та секціонування системи освітлення

На електричне освітлення доводиться приблизно 13% всієї виробленої електроенергії, значна частина освітлення доводиться на не ефективні лампи розжарювання. Лампочка розжарювання випромінює тільки 10% корисного світла , і то не білого, а жовтого, інші 90% витрачаються на нагрівання. На прикладі навіть галогенна лампа випромінює у видимому діапазоні до 15% витраченої потужності, але це також не дуже знижує проблему енергозбереження у освітленні, тому необхідно скористатися іншими принципами випромінювання світла.

Енергоефективними можна вважати лампи з меншим споживанням електричної енергії (порівняно з лампами розжарювання). До них відносяться люмінесцентні, галогенові і світлодіодні лампи.

Люмінесцентна лампа - це газорозрядне джерело світла, світловий потік якого визначається в основному світінням люмінофорів під впливом ультрафіолетового випромінювання розряду; видиме випромінювання не перевищує декількох відсотків. Світловий потік кожної лампи після 70% середньої тривалості горіння повинен бути не менш 70% номінального світлового потоку. Середня тривалість горіння люмінесцентних ламп не менш 12000 годин. Люмінесцентні лампи розраховані для нормальної роботи при температурі навколишнього повітря +15...+40 °С. Чим менше кількість разів вона включається, тим більше тривалість її роботи, тобто менше зношується оксидний шар

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						70
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

електродів.

Завдяки створенню високостабільних вузькополосних люмінофорів (активованих рідкоземельними матеріалами), розробка компактних люмінесцентних ламп (рис. 3.1) стала можлива, вони можуть працювати при більш високих поверхнево щільних опроміненнях, ніж у стандартних люмінесцентних лампах. За рахунок цього вдалося значно зменшити діаметр розрядної трубки.



Рисунок 3.1 Компактні люмінесцентні лампи

Лампи розжарювання виробляють меншу кількість світла, в порівнянні з Галогеновими лампами (рис. 3.2), в цих лампах висока температура нитки розжарювання. Ультрафіолетове випромінювання при цьому зменшено, що вводить ризик вицвітання об'єктів освітлення до нуля. У разі необхідності можлива зміна світлового потоку лампи (димерування). Споживання енергії знижується до 45%, а термін працездатності подвоюється (порівняно зі звичайною галогеновою лампою). IRC - галогенні лампи мають світлову віддачу 18- 35лм / Вт.



Рисунок 3.2 – Галогенні лампи

Світлодіодна лампа (рис. 3.3) є джерелом світла з використанням над'яскравих світлодіодів. Світлова віддача світлодіодних систем освітлення досягає 120 лм / Вт. При оптимальній схемотехніці джерел живлення та застосуванні якісних компонентів, середній термін служби світлодіодних систем освітлення може бути доведений до 100 тисяч годин, що в 50-200 разів більше порівняно з масовими лампами розжарювання і в 4-16 разів більше, у більшості люмінесцентних ламп. Завдяки своїм перевагам щодо інших типів ламп, світлодіодні лампи є одним з найперспективніших напрямів в сучасній світлотехніці



Рисунок 3.3 – Світлодіодні лампи

Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

від електричної потужності системи електроосвітлення і від світлової віддачі ламп залежать: енергетичний, економічний і екологічний ефекти застосування енергоефективних ламп. В табл. 3.1 приведені порівняльні характеристики ламп.

Таблиця 3.1 - Порівняльні характеристики ламп

Тип лампи	Ефективність, Лм/Вт	Колірна температура, К	Передача кольору, Ra	Термін служби, год	Гарантійний термін	Розміри	Час включення	Зменшення світлового потоку
Лампа розжарювання	8-12	2400-2700	95-100	1000	немає	невеликі	миттєве	відсутнє
Галогенна лампа	12-15	3000	95-100	2500	1 рік	компактні	миттєве	відсутнє
КЛЛ	45-60	2700-6000	80-90	10000	1 рік	відносно невеликі	невеликий	10%
Світлодіодна лампа	80-100	2800-11000	80-90	50000	2 роки	компактні	невеликий	25%

Для зниження споживання електричної енергії може використовуватись секціонування систем освітлення. Для приміщень, які мають зони з різними умовами природного освітлення, керування робочим освітленням повинно забезпечувати включення і відключення світильників групами або рядами по мірі зміни природної освітленості та в залежності від необхідності освітлення приміщень.

За допомогою датчиків руху можна досягнути найбільшої енергетичної ефективності можливе використання автоматичного управління освітленням (рис. 3.4) та фотоелементів (рис. 3.5) , які включають групи світильників, чи окремі світильники, залежно від зміни природної освітленості та наявності людини в зоні освітлення.

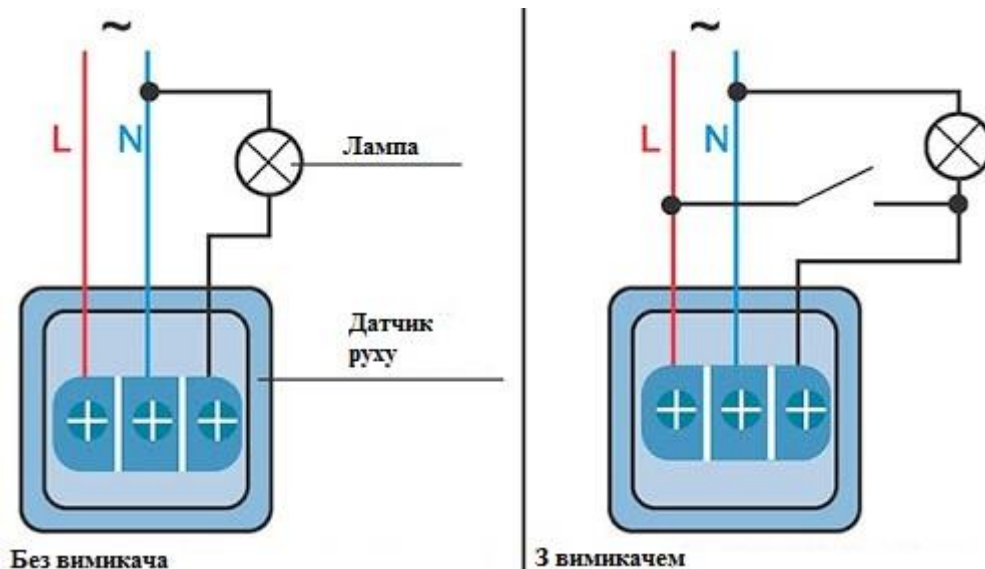


Рисунок 3.4 — Схема вимикача освітлення з датчиком руху

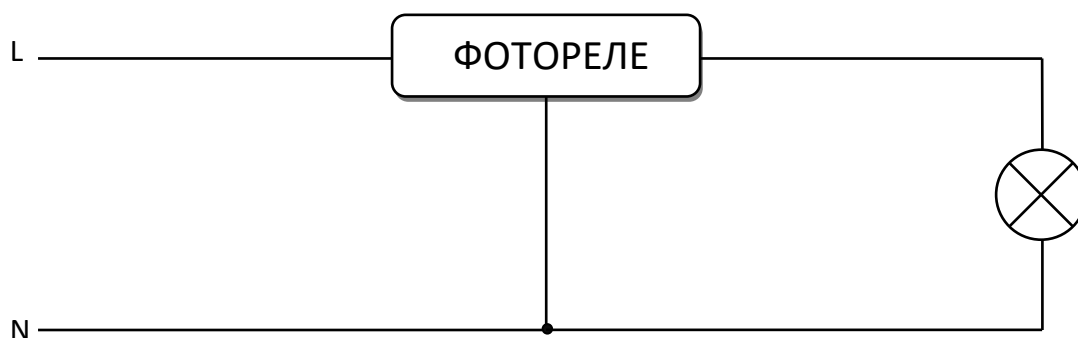


Рисунок 3.5 – Фотореле на базі фотоелементу

Енергетичний, економічний і екологічний ефект від застосування енергоефективних ламп залежить від багатьох факторів: людського чинника, географічного чинника (географічна широта), від орієнтації світлопрозорих конструкцій по сторонах світу і тому вони не можуть бути спрогнозовані з достатньою точністю. В табл.3.2 та в табл. 3.3 наведені власні характеристики типових датчиків руху та фотоелементів.

Таблиця 3.2 – Характеристики датчиків руху

Датчик руху	Живлення	Споживна потужність,Вт	Освітленість,лк	Кут виявлення	Час спрацювання	Відстань виявлення,м	Робоча температура	Навантаження ,Вт	
								активне	змішане
YCA1021	230V 50/60Hz	0,1-0,45	5-2000	180	5 сек- 8хв	11	-20...+40	1200	500
YCA1020B	230V 50/60Hz	0,1-0,45	5-2000	360	5 сек- 8хв	12	-20...+40	1200	500
LXO/SEN1 4	230V 50/60Hz	0,1-0,45	10>	120	5 сек- 8хв	12	-20...+40	1200	500
LX20/SEN5	230V 50/60Hz	0,1-0,45	3-2000	120/ 360	5 сек- 8хв	6	-20...+40	1200	300

Датчики руху відрізняються по таким основним параметрам це – кут сприйняття об'єкту та відстань сприйняття.

Таблиця 3.3 – Характеристики фотоелементів

Фотоелемент «день/ніч»	Живлення	Споживана потужність,Вт	Освітленість,лк	Кут виявлення	Робоча температура,С	Навантаження ,А	Примітка
LXP01/SEN25	230V 50/60Hz	0,1-0,45	5-15	360	-20...+40	6	має витримку часу
LXP01/SEN26	230V 50/60Hz	0,1-0,45	5-15	360	-20...+40	15	
LXP01/SEN27	230V 50/60Hz	0,1-0,45	5-15	360	-20...+40	25	

Фотоелементи розподіляються в залежності від потужності яку вони вмикають.

Схема включення датчиків руху з енергоефективними лампами через фотоелемент являється найбільш економічною ,при такому підключенні можна досягти найбільшого ефекту від впровадження заходу. Система освітлення є вагомим споживачем електроенергії ,особливо в адміністративних будинках (до 80%).

3.1.1 Методика розрахунку зниження витрат системою освітлення

Для того щоб проаналізувати стан системи освітлення обстежуваного об'єкта необхідно зібрати інформацію про тип, кількість і потужність використовуваних ламп, режим роботи системи штучного освітлення, значення напруги електромережі освітлення, розміри приміщення, характеристики поверхонь приміщень (коефіцієнти відбиття), фактичний і нормований рівень освітленості, тип і кількість існуючих світильників, рік установлення світильників, періодичність чищення світильників, середній фактичний термін служби ламп та фактичне й нормоване значення коефіцієнта природної освітленості.

Порядок розрахунку показників енергоспоживання на підставі перерахованих вище даних отриманих у результаті інструментального обстеження об'єкта.

1) Установлена потужність:

$$P = P_{\text{л}} \cdot K_{\text{пра}} \cdot N, \quad (3.3)$$

де P - потужність освітлювальної установки i – го приміщення в обстежуваному об'єкті ,Вт;

$K_{\text{пра}}$ - коефіцієнт втрат у пускорегулюючій апаратурі освітлювальних приладів;

P_l - потужність лампи, Вт;

N - кількість однотипних ламп в освітлювальній установці i -го приміщення.

2) Річне енергоспоживання:

$$W_p = P \cdot T_p \cdot K_e \quad (3.4)$$

де W_p - сумарне річне споживання електроенергії, кВт·год/рік;

T_p - річне число годин роботи системи i -го приміщення, год;

K_e - коефіцієнт використання встановленої електричної потужності в освітлювальній установці i -го приміщення.

3) Перехід на інший тип джерела світла з більше високою світловіддачею (лм/вт).

Економія електроенергії визначається за формулою:

$$\Delta W_i = W_p \cdot (1 - k_{uci} \cdot k_{zni}) \quad (3.5)$$

де k_{uci} - коефіцієнт ефективності заміни типу джерела світла;

k_{zni} - коефіцієнт запасу враховуюче зниження світлового потоку лампи протягом терміну служби (при заміні ламп із близьким за значенням k_{zni} , але з різною ефективністю, k_{zni} виключається або коректується, крім випадку коли обстеження проводилося після групової заміни джерел світла).

$$k_{uci} = \frac{\eta}{\eta_N} \quad (3.6)$$

η - світловіддача існуючого джерела світла, лм/вт;

η_N - світловіддача пропонованого до установки джерела світла, лм/вт.

4) Підвищення ККД існуючих освітлювальних приладів внаслідок їхнього

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						77
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

чищення.

Економія електроенергії визначається за формулою:

$$\Delta W_i = W_p \cdot k_{\text{ч}} \quad (3.7)$$

де $k_{\text{ч}}$ - коефіцієнт ефективності чищення світильників.

$$k_{\text{ч}} = 1 - (\gamma_c + \beta_c \cdot e^{\frac{t}{t_c}}) \quad (3.8)$$

де $\gamma_c, \beta_c, e^{\frac{t}{t_c}}$ - постійні для заданих умов експлуатації світильників;

t - тривалість експлуатації світильників між двома найближчими чищеннями, днів.

5) Підвищення ефективності використання електроенергії при автоматизації керування освітленням.

На підставі досвіду впровадження систем автоматизації й економії від даного заходу можна визначити по наступній формулі:

$$\Delta W_i = W_p \cdot (k_{\text{eai}} - 1) \quad (3.9)$$

де k_{eai} - коефіцієнт ефективності автоматизації керування освітленням, що залежить від рівня складності системи керування.

6) Установка енергоефективної пускорегулюючої апаратури (ЕПРА).

$$\Delta W_i = W_p \cdot \left(1 - \frac{K_{\text{праi}}^N}{K_{\text{праi}}}\right) \quad (3.10)$$

де K_{npai} – коефіцієнт втрат у ПРА існуючих світильників систем освітлення і-го приміщення;

K_{npai}^N – коефіцієнт втрат у встановлених ЕПРА.

7) Загальний резерв економії від заходу розраховується за формулою:

$$\Delta W = \frac{E_1}{E_2} \cdot \sum \Delta W_i \quad (3.11)$$

де E_1 - фактична освітленість, люкс;

E_2 - нормована освітленість, люкс;

ΔW_i - економія електроенергії від проведення заходів, кВт·год/рік;

3.1.2 Розрахунок зниження втрат від установлення системи освітлення сходинок з автоматичним керуванням освітлення

Система освітлення виконана світильниками з лампами розжарювання ККД=12%; використовувані лампи потужність 60 Вт, світловіддача 12 лм/Вт; режим роботи - цілодобово; кількість світильників - 33 штуки; нормована освітленість 100 лк; фактична освітленість 80 лк; кількість годин роботи штучного освітлення в рік $T = 8760$ годин; напруга мережі під час вимірів $U=220$ В; коефіцієнт природної освітленості відповідає нормі, коефіцієнт використання 0,9; чищення проводиться 1 раз на рік. Планується впровадження світлодіодних світильників.

Установлена потужність:

$$P = P_{\text{л}} \cdot K_{npa} \cdot N = 60 \cdot 1 \cdot 33 = 1980 \text{ Вт};$$

Річне енергоспоживання:

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						79
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_p = \frac{P \cdot T_p \cdot K_v}{1000} = \frac{1980 \cdot 8760 \cdot 0,9}{1000} = 15610,32 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік};$$

Економія за рахунок переходу на інший тип світла:

$$k_{uci} = \frac{\eta}{\eta_N} = \frac{12}{50} = 0,24;$$

Значення η_N взяті з урахуванням майбутнього зменшення світловіддачі.

$$\Delta W_i = W_p \cdot (1 - k_{uci} \cdot k_{zni}) = 15610,32 \cdot (1 - 0,24) = 11863,843 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік};$$

Економія за рахунок чищення світильників

$$k_q = 1 - (\gamma_c + \beta_c \cdot e^{\frac{t}{t_c}}) = 1 - (0,95 + 0,02) = 0,03;$$

$$\Delta W_i = W_p \cdot k_q = 15610,32 \cdot 0,03 = 468,31 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік};$$

Економія від автоматизації освітлення:

$$\Delta W_i = W_p \cdot k_q = 15610,32 \cdot (1,2 - 1) = 3122,06 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік};$$

Загальний резерв економії від захисту складе:

$$\Delta W = \frac{E_1}{E_2} \cdot \sum \Delta W_i = \frac{80}{100} \cdot 15454,217 = 12363,374 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

3.1.3 Розрахунок зниження втрат для системи освітлення кабінетів

Система освітлення виконана світильниками з лампами розжарювання, ККД = 12%; використовувані лампи потужність 100 Вт, світловіддача 12 лм/Вт; режим роботи - 5 год; кількість світильників - 540 штук; нормована освітленість

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						80
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

300 лк; фактична освітленість 250 лк; кількість годин роботи штучного освітлення в рік $T_p = 1525$ годин; напруга мережі під час вимірів $U = 220\text{В}$; коефіцієнт природної освітленості відповідає нормі, коефіцієнт використання 0,9; чищення проводиться 1 раз на рік. Планується встановлення люмінесцентних ламп. Два місяці НДЧ не працює.

Установлена потужність:

$$P = P_l \cdot K_{пра} \cdot N = 100 \cdot 1 \cdot 540 = 54000 \text{ Вт};$$

Річне енергоспоживання:

$$W_p = \frac{P \cdot T_p \cdot K_{\epsilon}}{1000} = \frac{54000 \cdot 1525 \cdot 0,9}{1000} = 74115 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік};$$

Економія за рахунок переходу на інший тип світла:

$$k_{uci} = \frac{\eta}{\eta_N} = \frac{12}{40} = 0,3;$$

Значення η_N взяте з урахуванням майбутнього зменшення світловіддачі.

$$\Delta W_i = W_p \cdot (1 - k_{uci} \cdot k_{зни}) = 74115 \cdot (1 - 0,3) = 51880,5 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік};$$

Економія за рахунок чищення світильників

$$k_q = 1 - (\gamma_c + \beta_c \cdot e^{\frac{t}{t_c}}) = 1 - (0,95 + 0,02) = 0,03;$$

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						81
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta W_i = W_p \cdot k_{\text{ч}} = 74115 \cdot 0,03 = 2223,45 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік};$$

Установка пускорегулюючої апаратури (ЕПРА):

$$\Delta W_i = W_p \cdot \left(1 - \frac{K_{\text{пра}}^N}{K_{\text{пра}}}\right) = 74115 \cdot \left(1 - \frac{1,1}{1}\right) = -7411,5 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік};$$

Загальний резерв економії від захисту складе:

$$\Delta W = \frac{E_1}{E_2} \cdot \sum \Delta W_i = \frac{250}{300} \cdot 46692,45 = 38910,375 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}.$$

3.1.4 Розрахунок зниження втрат для системи освітлення коридорів

Система освітлення виконана світильниками з лампами розжарювання, ККД = 12%; використовувані лампи потужність 60 Вт, світловіддача 12 лм/Вт; режим роботи - 10 год; кількість світильників - 210 штук; нормована освітленість 200 лк; фактична освітленість 150 лк; кількість годин роботи штучного освітлення в рік $T_p = 3650$ годин; напруга мережі під час вимірів $U = 220\text{В}$; коефіцієнт природної освітленості відповідає нормі, коефіцієнт використання 0,9; чищення проводиться 1 раз на рік. Планується встановлення люмінесцентних ламп.

Установлена потужність:

$$P = P_{\text{л}} \cdot K_{\text{пра}} \cdot N = 60 \cdot 1 \cdot 210 = 12600 \text{ Вт};$$

Річне енергоспоживання:

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						82
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_p = \frac{P \cdot T_p \cdot K_g}{1000} = \frac{12600 \cdot 3650 \cdot 0,9}{1000} = 41391 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік};$$

Економія за рахунок переходу на інший тип світла:

$$k_{uci} = \frac{\eta}{\eta_N} = \frac{12}{40} = 0,3;$$

Значення η_N взяті з урахуванням майбутнього зменшення світловіддачі.

$$\Delta W_i = W_p \cdot (1 - k_{uci} \cdot k_{zni}) = 4391 \cdot (1 - 0,3) = 28973,7 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік};$$

Економія за рахунок чищення світильників

$$k_q = 1 - (\gamma_c + \beta_c \cdot e^{\frac{t}{t_c}}) = 1 - (0,95 + 0,02) = 0,03;$$

$$\Delta W_i = W_p \cdot k_q = 41391 \cdot 0,03 = 1241,73 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік};$$

Установка електронної пускорегулюючої апаратури (ЕПРА):

В зв'язку з заміною ламп розжарювання на люмінесцентні з'являються втрати від ЕПРА.

$$\Delta W_i = W_p \cdot \left(1 - \frac{K_{npai}^N}{K_{npai}}\right) = 41391 \cdot \left(1 - \frac{1,1}{1}\right) = -4139,1 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік};$$

Загальний резерв економії від захисту складе:

$$\Delta W = \frac{E_1}{E_2} \cdot \sum \Delta W_i = \frac{150}{200} \cdot 26076,33 = 19557,248 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}.$$

3.1.5 Розрахунок зниження втрат для системи освітлення нетипових приміщень

Система освітлення виконана світильниками з лампами розжарювання, ККД = 12%; використовувані лампи потужність 60 Вт, світловіддача 12 лм/Вт; режим роботи - 3 год; кількість світильників - 50 штук; нормована освітленість 200 лк; фактична освітленість 150 лк; кількість годин роботи штучного освітлення в рік $T_p = 1095$ годин; напруга мережі під час вимірів $U = 220\text{В}$; коефіцієнт природної освітленості відповідає нормі, коефіцієнт використання 0,9; чищення проводиться 1 раз на рік. Планується встановлення люмінесцентних ламп.

Установлена потужність:

$$P = P_l \cdot K_{npa} \cdot N = 60 \cdot 1 \cdot 50 = 3000 \text{ Вт};$$

Річне енергоспоживання:

$$W_p = \frac{P \cdot T_p \cdot K_e}{1000} = \frac{3000 \cdot 1095 \cdot 0,9}{1000} = 2956,5 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік};$$

Економія за рахунок переходу на інший тип світла:

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						84
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$k_{uci} = \frac{\eta}{\eta_N} = \frac{12}{40} = 0,3$$

Значення η_N взяте з урахуванням майбутнього зменшення світловіддачі.

$$\Delta W_i = W_p \cdot (1 - k_{uci} \cdot k_{zni}) = 2956,5 \cdot (1 - 0,3) = 2069,55 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік};$$

Економія за рахунок чищення світильників

$$k_q = 1 - (\gamma_c + \beta_c \cdot e^{\frac{t}{t_c}}) = 1 - (0,95 + 0,02) = 0,03$$

$$\Delta W_i = W_p \cdot k_q = 2956,5 \cdot 0,03 = 88,695 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік};$$

Установка електронної пускорегулюючої апаратури (ЕПРА):

В зв'язку з заміною ламп розжарювання на люмінесцентні з'являються втрати від ЕПРА.

$$\Delta W_i = W_p \cdot (1 - \frac{K_{npai}^N}{K_{npai}}) = 2956,5 \cdot (1 - \frac{1,1}{1}) = -295,65 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік};$$

Загальний резерв економії від захисту складе:

$$\Delta W = \frac{E_1}{E_2} \cdot \sum \Delta W_i = \frac{150}{200} \cdot 1862,595 = 1396,946 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						85
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Встановлення приладів обліку електроенергії

Якщо встановити лічильники на кожний кабінет окремо це дасть нам можливість знімати дані відносно споживання електроенергії споживачами та впливати на наднормове споживання адміністративними та матеріальними методами.

По конструкції лічильники бувають (рис. 3.6):

- Електромеханічні - мають шаговий двигун, але це приводить в дію механічну систему обліку. Вони надійніші за індукційні, значно точніші і більш захищені від розкрадання електроенергії.
- Індукційні - електrolічильники, в яких магнітне поле нерухомих струмопровідних котушок впливає на рухливий елемент з провідного матеріалу. Рухливий елемент являє собою диск, за допомогою індукованого магнітного поля протікають струми. Кількість спожитої електроенергії, в цьому випадку, прямо пропорційно числу обертів диска;
- Електронні - електrolічильники, в яких змінний струм і напруга впливають на твердотільні (електронні) елементи для створення на виході імпульсів, число яких пропорційно вимірюваній активній енергії. Вимірювання активної енергії такими електrolічильниками базується на перетворенні аналогових вхідних сигналів струму і напруги в рахунковий імпульс. Для створення на виході імпульсів, число яких пропорційно вимірюваній активній енергії служить вимірювальний елемент електронного електrolічильника. Лічильний механізм - електромеханічний (має перевагу в областях з холодним кліматом, за умови встановлення приладу на вулиці) або електронний пристрій, що містить як запам'ятовуючий пристрій, так і дисплей:

Електронні лічильники витісняють на даний час індукційні (механічні) лічильники електроенергії з ринку тому, що індукційні лічильники є одностарифними, мають великі похибки обліку та поганий захист від розкрадання електроенергії, у них низька функціональність, а також є незручності в установці і експлуатації в порівнянні з сучасними електронними приладами.



Рисунок 3.6 Різновиди лічильників:

1 - індукційний, 2 – електромеханічний, 3 - електронний.

Електронні електролічильники мають таку перевагу, те що вони мають можливість обліку електроенергії за диференційованими тарифами (одно-, двох- і багато тарифний). Лічильники даного типу здатні запам'ятовувати і показувати кількість використаної електроенергії в залежності від запрограмованих періодів часу. Багатотарифний облік досягається за рахунок набору лічильних механізмів, кожний з яких працює у встановлені інтервали часу, які відповідають різним тарифам. У широкому діапазоні навантажень у мережі Електронні лічильники більш стійкі. Крім очевидних технічних переваг, поліпшеного дизайну, зростання популярності електронних лічильників був обумовлений і поступовим зниженням їх вартості на ринку.

Установка двотарифних електролічильників дозволяє безпосередньо стимулювати споживачів до економного режиму використання електроенергії і побічно веде до вирівнювання добових графіків навантаження.

3.3 Вирівнювання навантаження фаз мережі 0,4 кВ

Перекіс фаз (фазних напруг), як правило, характеризується незмінністю або однаковістю лінійних напруг джерела і значною різницею за величиною фазних напруг (рис. 3.7). Тобто рівносторонній трикутник, утворений векторами лінійних напруг залишається рівностороннім трикутником, це означає, що значення трьох лінійних напруг відповідає 380 В, можливі незначні відхилення значень, які є допустимими. Значно зміщуються вектори фазних напруг всередині

трикутника, які з'єднують точку всередині трикутника з його вершинами, змінюється величина фазних напруг і кут зсуву між ними.

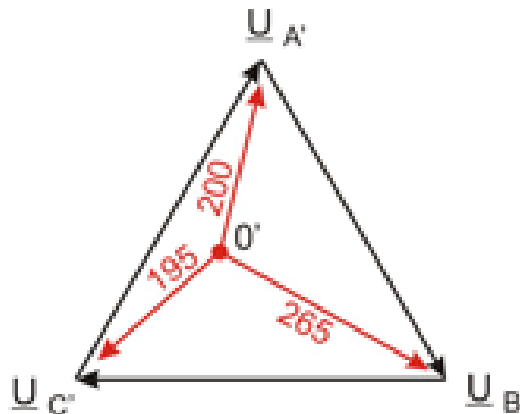


Рисунок 3.7- Перекіс фаз в трьохфазній електричній мережі

Причини виникнення перекосу фаз можна розділити на зовнішні і внутрішні. Внутрішні причини нерівномірно завантажують фази мережі без урахування потужності однофазних електроприймачів, коефіцієнта одночасності їх включення, підключають потужні двофазні електроприймачі до побутових розеток вони пов'язані з споживачами електроенергії. У реальному житті причиною перекосу фаз є нерівномірність завантаження не тільки за величиною, а й за характером навантаження. Навантаження може бути активним(резистивним) - (R) або реактивним: індуктивним (L) або ємнісним (C). Зовнішні причини виникнення перекосу фаз можуть бути пов'язані з несправностями в розподільній мережі (наприклад, у високовольтних лініях електропередач (ЛЕП) при високій вологості і дефектах в гірляндах ізоляторів або розрядників окремих фаз) або наявністю потужних споживачів, включених на дві фази, тобто на лінійну напругу (наприклад, споживачі тягових мереж або електродвигуни електропоїздів). Також причини можуть бути комбінованими (зовнішніми і внутрішніми).

Збільшенні електроспоживання з мережі дають наслідки перекосу фаз і в неправильній роботі електроприймачів, їх збоях, відмовах, відключеннях, перегорянні запобіжників, зносі ізоляції.

Розрізняють систематичну несиметрію, за якої неоднаковими є середні значення навантажень та імовірну несиметрію, що має переміжний характер з більшим навантаженням то однієї, то іншої фази. Систематична несиметрія може бути знижена шляхом періодичного перерозподілу навантаження між фазами. Імовірна несиметрія може бути усунена лише спеціальними пристроями, наприклад, з тиристорним керуванням, що переключає частину навантажень з перевантаженої на недовантажену фазу.

3.3.1 Методика розрахунку вирівнювання навантаження

Планове і фактичне зниження втрат електроенергії за рахунок усунення систематичної несиметрії δW у кіловат-годинах визначається за формулою:

$$\delta W = \Delta W \cdot m \cdot (K_{n1} - K_{n2}), \quad (3.13)$$

де ΔW - втрати електроенергії в електричній мережі 0,38 кВ за рівномірного завантаження фаз, кВт·год;

K_{n1}, K_{n2} - коефіцієнти систематичної несиметрії до і після симетрування, відн.од.;

m - кількість проводів у фазі;

Квадрат коефіцієнта нерівномірності навантаження фаз i -ї ділянки дорівнює:

$$N_i^2 = \frac{I_{Ai}^2 + I_{Bi}^2 + I_{Ci}^2}{3 \cdot I_{сep}^2}, \quad (3.14)$$

де I_{Ai}, I_{Bi}, I_{Ci} - середні значення струмів фаз за період з 17 до 23 год;

$I_{сep}$ - їхнє середнє значення, А;

Збільшення витрат потужності у функції коефіцієнта нерівномірності оцінюється коефіцієнтом несиметрії, що визначається для чотирипровідної електричної мережі за формулою:

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						89
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{несі} = N_i^2 \cdot (1 + 1,5 \cdot \frac{R_N}{R_\phi}) - 1,5 \cdot \frac{R_N}{R_\phi}, \quad (3.15)$$

де $\frac{R_N}{R_\phi}$ - відношення опорів нульового і фазного проводів, відн.од.

Якщо середнє за зазначений період значення струму на головній ділянці нульового проводу становить більше 15А, то треба робити перерозподіл навантаження в електричній мережі.

3.3.2 Розрахунок зниження втрат від проведення вирівнювання навантаження фаз

Квадрат коефіцієнта нерівномірності навантаження фаз і-ї ділянки дорівнює:

$$N_i^2 = \frac{I_{Ai}^2 + I_{Bi}^2 + I_{Ci}^2}{3 \cdot I_{сеп}^2} = \frac{320^2 + 187^2 + 228^2}{3 \cdot (\frac{320 \cdot 187 \cdot 228}{3})} = 1,052$$

Коефіцієнт несиметрії для чотирьохпроводної електричної мережі:

$$K_{несі} = N_i^2 \cdot (1 + 1,5 \cdot \frac{R_N}{R_\phi}) - 1,5 \cdot \frac{R_N}{R_\phi} = 1,052^2 \cdot (1 + 1,5 \cdot \frac{1,12}{0,716}) - 1,5 \cdot \frac{1,12}{0,716} = 0,751$$

$$K_{н2} = 1$$

Зниження втрат електроенергії:

$$\delta W = \Delta W \cdot t \cdot (K_{н1} - K_{н2}) = 515,499 \cdot 1 \cdot (0,751 - 0,453) = 153,619 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						90
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4 Установка пристроїв компенсації реактивної потужності

З достатньою точністю за програмою оптимізації сталого режиму, за реактивною потужністю, за обліком знайдених оптимальних потужностей КРП і місць їх установлення може бути визначено зниження втрат електроенергії від установлення пристроїв КРП у складно замкненій електричній мережі суб'єкта енергетики.

Цей захід може бути використано для зниження споживання електричної енергії, а також дозволяє зменшити перетин кабелю на ділянці від трансформаторної підстанції до ГРЩ. Застосовується в таких областях: будівлі, енергетичні системи, система електропостачання. Компенсатор реактивної потужності (КРП) є одним з видів електрообладнання, що знижує значення повної потужності, і залежно від природи реактивної потужності може бути як індуктивного характеру (індуктивний реактор) так і ємнісного (конденсатор).

Для компенсації реактивної складової індуктивної потужності використовують конденсаторні батареї, що веде до зниження повної потужності. На рис. 3.8 показаний компенсатор реактивної потужності з конденсаторними батареями.



Рисунок 3.8. – Компенсатор реактивної потужності з конденсаторними батареями

Компенсація реактивної потужності дозволяє розвантажити від реактивного струму розподільні мережі (розподільні пристрої, кабельні та повітряні лінії), трансформатори та генератори, обмежити вплив вищих гармонік і мережових перешкод, знизити втрати потужності і падіння напруги в елементах систем електропостачання, зменшити асиметрію фаз та скоротити витрати на електроенергію;

Компенсаційні пристрої в кількості 5 шт., були встановлені в 2009 році, в дипломному проекті розраховується ефект від впровадження цього заходу.

3.5 Розрахунок зниження втрат реактивної енергії від встановлення пристроїв компенсації реактивної потужності

Для орієнтованого оцінювання зниження втрат електроенергії від установлення і введення в роботу пристрою для компенсації в розімкненій електричній мережі δW у кіловат-годинах можна скористатися формулою:

$$\delta W = \frac{2 \cdot Q_{кп} \cdot Q_n - Q_{кп}^2}{U_{ном}} \cdot R_{ек} \cdot \tau \cdot K_{П} - \Delta W_{КП}, \quad (3.16)$$

де $Q_{п}$ – реактивна потужність сумарного навантаження електричної мережі ,квар;

$Q_{кп}$ – потужність компенсуючих пристроїв ,квар;

$U_{ном}$ - номінальна напруга електричної мережі, В;

$R_{ек}$ - еквівалентний за втратами потужності опір електричної мережі, Ом;

τ - час найбільших втрат, год.;

$\Delta W_{КП}$ - втрати електроенергії в компенсуючих установках, кВт· год.

Неодноразово проведені оптимізаційні розрахунки для ряду суб'єктів енергетики показали високу техніко-економічну ефективність даного заходу.

Втрати в компенсуючих пристроях $\Delta W_{КП}$ у кіловат-годинах, визначених для батарей конденсаторів за формулою:

$$\Delta W_{КП} = \text{tg } \delta \cdot Q_{КП} \cdot T, \quad (3.17)$$

де $tg\delta$ - відносні втрати електроенергії в компенсаторах;

$Q_{кп}$ - потужність компенсуючого пристрою, квар;

T – час роботи компенсуючого пристрою, год.

3.5.1 Розрахунок зниження втрат реактивної енергії від встановлення пристроїв компенсації реактивної потужності

Втрати в компенсуючих пристроях:

$$\Delta W_{КП} = tg\delta \cdot Q_{КП} \cdot T = 0,1 \cdot 475 \cdot 8760 = 416100 \text{ кВт} \cdot \text{год};$$

Зниження втрат реактивної енергії від встановлення КРП:

$$\delta W = \frac{2 \cdot Q_{кп} \cdot Q_n - Q_{кп}^2}{U_{ном}} \cdot R_{ек} \cdot \tau \cdot K_{П} - \Delta W_{КП} = \frac{2 \cdot 475 \cdot 730 - 475^2}{0,38^2} \cdot 0,101 \cdot 6 - 0,416 = 1963519,321 \text{ кВт} \cdot \text{год};$$

3.6 Потенціал енергоефективності для впроваджуваних заходів

Потенціал енергозбереження для визначених енергоефективних заходів приведений в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Потенціал енергоефективності

Енергоефективний захід	Потенціал енергозбереження
1	2
Університет:	
Установка компенсаційних пристроїв	1963519 кВт·год/рік
Гуртожиток №4:	
Монтаж системи освітлення сходинок з автоматичним керуванням	122363,374 кВт·год/рік

Продовження таблиці 3.4

1	2
Встановлення енергоефективних ламп на блоках	19557,248 кВт·год/рік
Встановлення енергоефективних ламп в нетипових приміщеннях	1396,946 кВт·год/рік
Заміна кабелів зовнішньої та внутрішньої мережі	867/667 кВт·год/рік
Вирівнювання навантаження фаз	153,619 кВт·год/рік
Встановлення приладів обліку електроенергії	має організаційний ефект
Встановлення приладів обліку електроенергії	має організаційний ефект

Встановлення енер ламп замість ламп розжарювання є найбільш енергоефективним та мало затратним заходом для НДЧ, та університету в цілому. В перспективі варто переходити на використання світлодіодних. ламп, але зараз вони ще занадто коштовні і малонадійні.

Встановлення приладів обліку має організаційний характер, але якщо враховувати наявні перевитрати електроенергії в НДЧ, цей захід може бути використаний як засіб матеріального впливу на співробітників, які марнотратно використовують електроенергію.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

В дипломному проекті розроблено методику впровадження системи енергетичного менеджменту на базі стандарту ISO 50001, проведене системне обстеження витрати електроенергії університетом.

Обраний об'єкт енергетичного обстеження - науково-дослідна частина. Запропоновано методику визначення витрат енергії НДЧ. На її базі проведений ретельний аналіз ефективності споживання та використання електричної енергії.

По результатам аналізу визначені напрямки енергозбереження та запропоновані для впровадження наступні малозатратні енергоощадні та організаційні заходи:

- монтаж системи освітлення сходинок з автоматичним керуванням;
- встановлення енергоефективних ламп в кабінетах;
- встановлення енергоефективних ламп в коридорах;
- встановлення енергоефективних ламп в нетипових приміщеннях;
- вирівнювання навантаження фаз;
- встановлення приладів обліку електроенергії.

Шляхом техніко-економічного розрахунку доведена економічна ефективність впроваджуваних енергозберігаючих заходів та розраховані строки окупності.

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						95
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК БІБЛЮГРАФІЧНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автоматизированная система учета электроэнергии АСКУЭ. Рабочий проект. 03.09. РП. - 2009 - Днепропетровск
2. «Инструкция о порядке коммерческого учета электроэнергии» (Дополнение №10 к Договору между членами Оптового рынка электрической энергии), утверждена Общим ежегодным собранием от 21.02.2003г. и принята Постановлением НКРЭ №480 от 30.05.2003 г.
3. «Технические требования к автоматизированной системе коммерческого учета оптового рынка электрической энергии Украины» Приложение 7(4) к Договору между Членами Оптового рынка электрической энергии Украины, 2003г.
4. «Технические и организационные требования к построению автоматизированных систем учета электрической энергии на объектах НЭК Укрэнерго» от 29.03.2000г.
5. «Правила устройств электроустановок», изд.6; Москва, Энергоатом. 1987р.
6. ГОСТ 34.601-90 «Автоматизированные системы. Стадии создания».
7. ГОСТ 34.602-89 «Автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированных систем».
8. ГОСТ 22261-82 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия».
9. ГОСТ 30206-94 (МЭК 687-92) «Статистика счетчики ватт-часов активной энергии переменного тока (классы точности 0,2S и 0,5S)».
10. ГОСТ 30207-94 (МЭК 1036-90) «Статистика счетчика ватт-часов активной энергии переменного тока (классы точности 1 и 2)».
11. ГОСТ 8.437-81 «Системы информационно-измерительные Метрологическое обеспечение».
12. ГОСТ 8.009-84 «Нормируемые метрологические характеристики средств измерений».
13. ГОСТ 8.508-84 «Метрологические характеристики средств измерений и точности характеристики средств автоматизации ГСП. Общие методы оценки и

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						96
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

контроля».

14.ГОСТ 8.401-80 «Классы точности средств измерений. Общие требования».

15.Методика МИ 1999-89 «Системы информационно-измерительные. Общие требования к метрологическому обеспечению».

16.МПУ 019/18-01 «Измерительные каналы в комплексах технических средств автоматизированного учета электроэнергии. Методика поверки».

17.Стандарт МЭК, публикация 687 «Счетчики электрической энергии переменного тока электронные. Общие технические условия».

18. Кузнецов В. Г. Запровадження елементів системи енергоменеджменту в університеті [Текст] / В.Г. Кузнецов, В.С. Кольовца // Тези 1-ї науково-практичної конференції «Енергооптимальні технології перевізного процесу».- 2016.- Д.: ДНУЗТ.-С.80-81.

					02.15.ЕС 1921.РД.2020-ПЗ	Лист
						97
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		