

Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет будівництва та транспорту
Кафедра "Електротехнічні системи та енергетичний менеджмент"

"Допущено до захисту"
Зав. кафедрою ЕТС та ЕМ
к.т.н., професор
_____Петро ПЛЄШКОВ
"___" _____ 2022р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему
"Моніторинг та контроль електроспоживання
комунально-побутових споживачів"
«Monitoring and control of electricity consumption of utility
consumers»

Виконала здобувач вищої освіти
2 курсу магістратури, групи ЕНМ-21М
ОПП «Енергетичний менеджмент»
спеціальності 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»

_____ Наталія КИРИЛЕНКО
«___» _____ 2022 р.

Керівник роботи
к.т.н., професор

_____Петро ПЛЄШКОВ
«___» _____ 2022р.

Рецензент _____

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет будівництва та транспорту
Кафедра електротехнічних систем та енергетичного менеджменту
Освітній ступінь магістр
Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітньо-професійна програма Енергетичний менеджмент

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Завідувач кафедри
Плешков П.Г.
« » 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Кириленко Наталія Петрівна
(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи (проекту) **Моніторинг та контроль електроспоживання**
комунально-побутових споживачів

2. Керівник роботи (проекту) Плешков Петро Григорович, к.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання студентом роботи до захисту 5.12.2022 р.

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи (проекту) Вступ; Системи електропостачання міст та структура комунально-побутових споживачів; Методи розрахунку електричних навантажень комунально-побутових споживачів; Моніторинг та контроль електроспоживання комунально-побутових споживачів; Оптимізація енергозберігаючих режимів комунально-побутових споживачів; Проведення моніторингу енергоресурсів міського комунального закладу; Додаток А. Техніко-економічне обґрунтування заходів з енергозбереження комунально-побутових споживачів; Додаток Б. Охорона праці в системах електропостачання комунально-побутових споживачів.

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
<i>Економічна частина</i>	<i>к.е.н., доц. Журило І.В.</i>		
<i>Охорона праці</i>	<i>к.т.н, доц. Савеленко І.В.</i>		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Вступ;</i>	7.10.22	
2	<i>Системи електропостачання міст та структура комунально-побутових споживачів</i>	15.10.22	
3	<i>Методи розрахунку електричних навантажень комунально-побутових споживачів</i>	22.10.22	
4	<i>Моніторинг та контроль електроспоживання комунально-побутових споживачів</i>	4.11.22	
	<i>Оптимізація енергозберігаючих режимів комунально-побутових споживачів</i>	11.11.22	
5	<i>Проведення моніторингу енергоресурсів міського комунального закладу</i>	19.11.22	
6	<i>Додаток А. Техніко-економічне обґрунтування заходів з енергозбереження комунально-побутових споживачів</i>	24.11.22	
7	<i>Додаток Б. Охорона праці в системах електропостачання комунально-побутових споживачів</i>	29.11.22	
8	<i>Оформлення пояснювальної записки ВКР</i>	2.12.22	
9	<i>Оформлення презентаційної частини ВКР</i>	5.12.22	

Дата видачі завдання

« ____ » _____ 2022 р.

Підпис керівника _____

Завдання прийнято до виконання

« ____ » _____ 2022 р.

Підпис здобувача _____

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 118 с.; 26 рис.; 21 табл.; 19 джерел.

Метою кваліфікаційної роботи є дослідження електроспоживання комунально-побутових споживачів на основі автоматичних систем контролю та обліку.

Переваги здійснення обліку електроенергії за допомогою автоматизованих систем загальновідомі, такі системи довгі роки застосовуються як за кордоном, так і в Україні на промислових підприємствах. Окрім функцій обліку, вони також здійснюють контроль і управління електроспоживанням на цих підприємствах. Основний економічний ефект для споживача від застосування цих систем полягає в зменшенні платежів за використану енергію і потужність, а для енергопостачальних організацій зменшення втрат і заборгованостей за фактично спожиту електроенергію в комунально-побутовому секторі.

Впровадження АСКОЕ для комунально-побутових споживачів стало доцільним, а особливо з використанням технологій передачі даних по силовим лініям. АСКОЕ заснована на віддаленому зчитуванні показань лічильників, передачі даних по фазових проводах на пристрої збору показань лічильників, які розташовані на підстанціях, і подальшої передачі їх на підсистему обліку реалізації і оплати послуг розрахункового центру.

Ключові слова: МЕРЕЖІ КОМУНАЛЬНО-ПОБУТОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ, АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ І УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ, ПИТОМІ ЕЛЕКТРИЧНІ НАВАНТАЖЕННЯ, КОМУНАЛЬНО-ПОБУТОВІ СПОЖИВАЧІ, ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ, ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ, МЕЗ

ABSTRACT

Qualification work: 118 p.; 26 Fig.; 21 tab.; 19 sources.

The purpose of the qualification work is to study the electricity consumption of utility consumers based on automatic control and accounting systems.

The advantages of electricity accounting using automated systems are well known, such systems have been used for many years both abroad and in Ukraine at industrial enterprises. In addition to accounting functions, they also control and manage electricity consumption at these enterprises. The main economic effect for the consumer from the use of these systems is to reduce payments for used energy and capacity, and for energy supply organizations to reduce losses and debts for actually consumed electricity in the utility sector.

The introduction of ASCAE for communal and household consumers has become expedient, especially with the use of data transmission technologies over power lines. ASCAE is based on remote reading of meter readings, transmission of data via phase wires to meter reading collection devices located at substations, and their subsequent transfer to the accounting subsystem of the settlement center's implementation and payment of services.

Keywords: UTILITY NETWORKS, AUTOMATED SYSTEM OF CONTROL AND MANAGEMENT OF ENERGY CONSUMPTION, SPECIFIC ELECTRICAL LOADS, UTILITY CONSUMERS, ENERGY SAVING TECHNOLOGIES, ENERGY AUDIT, MEZ

ЗМІСТ

	ВСТУП.....	6
1	СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ МІСТ ТА СТРУКТУРА КОМУНАЛЬНО-ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ.....	8
1.1.	Системи електропостачання міст.....	8
1.2.	Структура комунально-побутових споживачів міст.....	10
1.3.	Характеристика систем електропостачання міст.....	13
1.4.	Електричні мережі житлових будівель.....	20
2	МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ КОМУНАЛЬНО-ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ	22
2.1.	Загальні положення.....	22
2.2.	Методи визначення розрахункових навантаження житлових будівель.....	33
2.3.	Основа методики розрахунку електричних навантажень комунально-побутових споживачів.....	34
2.4.	Експериментальні дослідження. Визначення результатів дослідження.	37
2.5.	Графіки електричних навантажень квартир.....	41
2.6.	Визначення питомих навантажень житлових квартир по експериментальним даним.....	46
3	МОНІТОРИНГ ТА КОНТРОЛЬ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ КОМУНАЛЬНО-ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ.....	48
3.1.	Необхідність проведення моніторингу електроспоживання в сфері комунально-побутових споживачів.	48
3.2.	Аналіз систем обліку електричної енергії комунально- побутових споживачів.....	50
3.3.	Автоматизована система контролю і обліку електроспоживання на базі Smart.	53

4	ПРОВЕДЕННЯ МОНІТОРИНГУ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ МІСЬКОГО КОМУНАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ.....	75
4.1.	Загальні відомості про будівлю.....	75
4.2.	Обстеження енергетичних систем об'єкта.....	76
5	ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ РЕЖИМІВ КОМУНАЛЬНО-ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ.....	85
5.1.	Основні заходи по зниженню втрат електроенергії в мережах побутового призначення.....	85
5.2.	Оптимізація втрат і економії електроенергії в кабельних лініях.....	87
5.3.	Оптимізація додаткових втрат в кабельних лініях.....	92
	ВИСНОВКИ.....	96
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	98
	ДОДАТОК А. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ КОМУНАЛЬНО- ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ.....	100
	А 1. Розрахунок заходів з електрозбереження для комунального закладу.....	100
	А.2 Визначення економічної ефективності при впровадженні АСКУЕ комунально-побутових споживачів.....	101
	ДОДАТОК Б. ОХОРОНА ПРАЦІ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ КОМУНАЛЬНО-ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ.....	106
	Б 1. Технічні рішення по безпечній експлуатації технологічного обладнання.....	107
	Б 2. Електробезпека.....	109
	Б 3. Технічні рішення по промисловій санітарії.....	112
	Б 4. Пожежна безпека.....	116

ВСТУП

Енергетика – найважливіша галузь економіки України, що забезпечує споживачів тепловою і електричною енергією. Тому від якісного функціонування енергетичної системи України - сукупності електростанцій, електричних та теплових мереж, інших суміжних об'єктів електроенергетики, об'єднаних спільним режимом генерування, транспортуванні та розподілу електричної і теплової енергії при централізованому керуванні цим режимом, залежить як життя і добробут кожного громадянина держави, так і енергетична безпека України в цілому - стану електроенергетики, який здійснює технічно та економічно надійне забезпечення поточних та перспективних потреб споживачів в енергії та охорону навколишнього природного простору. До об'єктів електроенергетичного комплексу відносять електричні станції (крім ядерної частини атомної електричної станції), електричні підстанції, електричні мережі, з'єднані з енергетичною системою України, а також котельні, підключені до магістральних теплових мереж, магістральні теплові мережі.

Електропостачання – це подача електричної енергії споживачу, що реалізується за допомогою технічних засобів транспортування та розподілу електричної енергії. Передача енергії, тобто транспортування енергії, здійснюється за допомогою мереж - сукупності енергетичних і трубопровідних устаткувань для доставки та розподілу електричної енергії, гарячого та паропостачання на підставі договору.

Споживачами енергії визначаються суб'єкти господарської діяльності та громадяни, які користуються енергією для власних потреб відповідно договору про її продаж та купівлю.

Для живлення споживачів, розташованих на території міст, створюються спеціальні електричні мережі, що у порівнянні з електричними мережами енергетичних систем мають свої характерні риси. Найбільше повно ці

особливості виявляються при створенні електричних мереж у великих містах. В даний час такі мережі утворюють специфічні системи електропостачання міст.

Актуальність і важливість проблематики проектування системи електропостачання міста на теперішній час виходить на перший план в галузі енергетики. Сьогодні в містах України підвищуються темпи будівництва житла, збільшується його площа і комфортність, і від правильно проведених розрахунків при проектуванні залежить як надійність системи електропостачання міста, так і її ефективність і економічність.

1 СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ МІСТ ТА СТРУКТУРА КОМУНАЛЬНО-ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ

1.1. Системи електропостачання міст

Для живлення споживачів, розташованих на території міст, створюються спеціальні електричні мережі, що у порівнянні з електричними мережами енергетичних систем мають свої характерні риси. Найбільше повно ці особливості виявляються при створенні електричних мереж у великих містах. В сучасній інфраструктурі такі мережі об'єднуються в специфічні системи електропостачання міст.

Під системою електропостачання міста мається на увазі сукупність електричних мереж усіх напруг, розміщених на території міста і призначених для електропостачання його споживачів.

Розрізняють постачальні мережі напругою 35-110 кВ і вище, і розподільчі мережі напругою 0,38 і 6-10 кВ.

Міста є великими споживачами електричної енергії, тому що в них не тільки проживає 67% населення країни, але і розташовано багато промислових підприємств.

Останні роки характеризуються появою у великих і найбільших містах об'єктів суспільно – комунального характеру, електричні навантаження і споживання електроенергії якими порівнянні з аналогічними показниками великих промислових підприємств.

До таких об'єктів відносяться: міський електрифікований транспорт (тягові підстанції метро мають потужність 2000-4500 кВт, трамвайно-тролейбусні до 2500 кВт у залежності від інтенсивності руху); водопровід і каналізація (у найбільших містах в системах електропостачання головних насосних станцій і очисних споруд використовуються підстанції 35 кВ); великі спортивні комплекси, лікарняні комплекси, сучасні готелі, обладнані установками штучного клімату, сучасні великі універмаги і магазини.

В залежності від розміру міста для живлення споживачів, розташованих на його території, повинна передбачатися відповідна система електропостачання. Для великих міст, що мають сучасні і раціонально виконані електричні мережі, характерно спільне використання мереж різного призначення і напруги.

Система електропостачання охоплює всіх споживачів міста, включаючи промислові підприємства, електрифікований транспорт і т.п.

Малі міста і селища міського типу досить часто розташовуються поблизу великих промислових підприємств, що мають самостійні системи електропостачання. Для живлення таких поселень створюються більш прості системи електропостачання, зв'язані із системами електропостачання прилягаючих підприємств.

Система електропостачання міста містить у собі електричні мережі 35-110 кВ, зв'язані з мережами 220 – 330 кВ енергосистеми.

Для електропостачання основної маси споживачів використовується розподільча мережа напругою 6 – 10 кВ і мережа загального користування напругою 0,38 кВ.

Для міст, як і для країни в цілому, характерний безупинний ріст споживання електроенергії, що вимагає систематичного розвитку електричних мереж. Він зв'язаний не тільки зі збільшенням числа жителів і з розвитком промисловості, але також із безупинним проникненням електричної енергії в усі сфери життєдіяльності населення.

Вважається, що потреба в електроенергії міст (включаючи промислові підприємства, що входять у системи електропостачання) складає по країні близько 40% усієї вироблюваної електроенергії.

Приведені дані показують, що проблема раціонального виконання систем електропостачання міст має велике значення.

1.2. Структура комунально-побутових споживачів міст

Відповідно до діючих правил і норм населені міста розділяються на групи в залежності від чисельності населення (табл.1.2).

Населення міст і інших населених пунктів у залежності від ступеня участі в суспільному виробництві і характеру трудової діяльності, відноситься до наступних груп:

Таблиця 1.1. Підрозділ міст і селищ на групи

Місто, селище	Населення, тис. чол.	
	міста	селища
Якнайбільше	>1000	-
Найбільше	500-1000	>10
Велике	250-500	5-10
Середнє	100-250	3-5
Мале	<100	<3

а) містоутворюючої, що складається з працюючих підприємств, установ і організацій містоутворюючого значення;

б) обслуговуючої, що складає з обслуговуючих підприємств і установ культурно - побутового і комунального обслуговування,

в) адміністративних і інших установ, що обслуговують дане населене місце;

г) не самодіяльної, що складається з дітей дошкільного і шкільного віку, пенсіонерів, інвалідів і осіб, зайнятих у домашнім господарстві, що навчаються на денних відділеннях вузів, технікумів і ПТУ.

До підприємств, установ і організацій містоутворюючого значення відносяться всі промислові, енергетичні, сільськогосподарські підприємства, включаючи підприємства легкої, харчової і місцевої промисловості, а також склади і бази матеріально – технічного постачання, підприємства, установи і

пристрої зовнішнього транспорту (автомобільного, залізничного, повітряного, морського, річкового та трубопровідного), підприємства й установи обслуговування заміського і заселищного значення.

Територія населеного місця по призначенню поділяється на наступні зони:

а) промислову – для розміщення промислових, енергетичних, сільськогосподарських виробничих підприємств і зв'язаних з ними транспортних і інших об'єктів;

б) селитебну – для розміщення житлових районів, мікрорайонів, суспільних будинків і споруджень;

в) комунально-складську – для розміщення складів, гаражів, трамвайних і автобусних парків, автобаз, призначених для обслуговування населених міст;

г) зовнішнього транспорту – для розташування транспортних приміщень і споруд, вокзалів, станцій, портів.

Першою структурною одиницею селитебної зони є мікрорайон, на території якого крім житлових будинків розміщуються установи і пункти повсякденного обслуговування населення. Чисельність населення мікрорайону на першу чергу будівництва приймається у найбільших містах 12 - 20 тис. чол., у великих і середніх містах – 6 – 12 тис. чол., у малих містах – 4 – 6 тис. чол.

Другою структурною одиницею селищної зони є житловий район, який складається з кількох мікрорайонів, з'єднаних спільним центром, до яких відносяться установи культурно – побутового обслуговування районного призначення. Кількість населення житлового району і в першу чергу будівництва приймається: у найбільших містах 40 – 80 тис. чол., у великих і середніх містах – 25 – 40 тис. чол.

Поверховість житлових будинків установлюється на основі техніко – економічних обґрунтувань і містобудівних розумінь. У найбільших і великих

містах, а також у містах з обмеженими для їхнього розвитку територіями передбачається змішана забудова різної поверховості.

Планування і забудова житлових районів повинні забезпечувати, найбільш комфортні умови для побуту і відпочинку мешканців і виховання дітей. З цією метою передбачається будівля необхідних комунально – побутових установ. Такі установи розміщуються з урахуванням розширення єдиної системи обслуговування громадян міської території і приміської зони. При цьому передбачаються: у групі житлових будинків у радіусі обслуговування до 0,3 км – дитячі садки і спортивні майданчики, у мікрорайоні в радіусі до 0,5 км - школи, підприємства торгівлі, спортивні майданчики, гаражі для індивідуальних транспортних засобів; у житловому районі (як правило у центрі), в радіусі обслуговування до 1,5 км – торговий центр чи окремі підприємства торгівлі, кінотеатр, бібліотека, поліклініка, гаражі для автомобілів; у населеному місці – будинки органів влади (у містах – у міському центрі), один чи кілька торгових центрів, ресторани, готелі, лікарні, а також у залежності від розміру і значення міста – вищі навчальні заклади, театри, депо міського транспорту і т.д.; у приміській зоні - установи, призначені для обслуговування короточасного і тривалого відпочинку населення міста, а також населення приміської зони: пансіонати, дитячі табори, будинки відпочинку, санаторні, спортивні бази, спеціалізовані лікарні.

Встановлений перелік і пропускна здатність комунально – побутових установ, спорудження яких передбачається в місті. У мікрорайонах повинні бути спортивні майданчики з розрахунку 0,12 га на 1000 жителів і зелені насадження 3 м² на 1 мешканця. У житловому районі зелені насадження приймаються по нормі 5-7 м² на мешканця.

Подібним чином нормується мережа вуличних проїздів, пішохідних тротуарів, організація транспортних засобів, інженерне забезпечення міста водо-, газо- і теплопостачанням, каналізацією, зв'язком і т.п. Планування і забудова промислових і комунально – складських зон, а також зони зовнішнього транспорту визначаються по місцевих містобудівних умовах.

Існують основні вимоги до розміщення в місті електричних мережних споруд, що необхідно приймати в увагу при проектуванні міських систем електропостачання.

Теплові електростанції повинні розташовуватися за межами селитебної території, переважно в промислових зонах, із забезпеченням установлених санітарно – захисних зон. Понижуючі підстанції розміщуються, як правило, у промислових і комунально – складських зонах. Понижуючі підстанції 110 - 220/10 кВ із трансформаторами потужністю 16000 кВА і більш, розташовані на селитебній території, встановлюють закритого типу. Підстанції повинні бути забезпечені під'їздами для транспорту. Площа земельних ділянок для закритих підстанцій не повинна перевищувати 0,6 га. Відстані від відкритих підстанцій до житлових і суспільних будинків приймаються з урахуванням діючих санітарно – захисних норм. Зазначені відстані для ТП при числі трансформаторів не більш двох потужністю до 1000 кВА кожний не нормуються.

Для живлення великих промислових підприємств і центральних районів міста рекомендується використовувати так звані глибокі введення напругою 110 кВ і вище (маються на увазі лінії і понижуючі підстанції зазначеної напруги). При необхідності прокладки ліній 10 кВ і вище по селитебній території для найбільших і великих міст застосовують переважно кабельні лінії. Електричні мережі напругою до 20 кВ на селитебних територіях при чотирьох і більш поверховій забудові виконуються також з використанням кабельних ліній. Повітряні ЛЕП напругою 110 кВ і вище повинні розміщатися за межами селитебної території.

1.3. Характеристика систем електропостачання міст

Система електропостачання міст складається з джерел живлення та підведення електричних мереж до споживачів. В якості джерел живлення служать місцеві електростанції та понижуючі підстанції напругою 35 -110 кВ і

вище, живлення яких відбувається, в свою чергу, від електричних мереж енергосистем.

Головні показники системи визначаються, виходячи з місцевих умов: розмірів міста, наявності джерел живлення, характеристик споживачів і т.п.

Нижче розглянуті три можливі системи електропостачання стосовно до міст різного розміру і їхнього історичного розвитку.

Система електропостачання району міста може мати вид, зазначений на рис. 1.1.

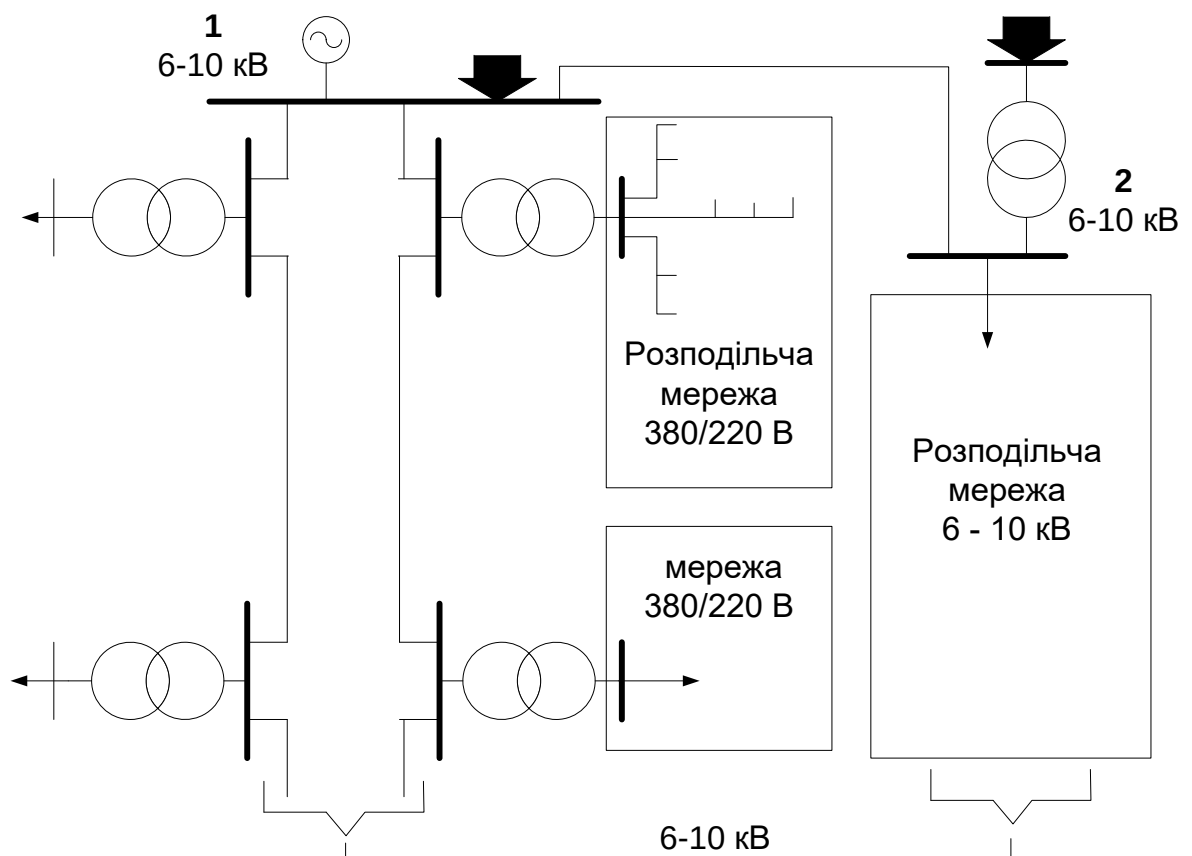


Рисунок 1.1 Система електропостачання малого міста

Для електропостачання міста використовується місцева електростанція 1 і районна підстанція 2, яка живиться від енергосистеми. Зазвичай зазначені джерела живлення застосовують також для електропостачання промислових підприємств, що розташовані поблизу від міста.

Живлення міських споживачів відбувається за допомогою розподільчих мереж напругою 6 – 10 кВ і 0,38 кВ, що живляться від джерел 1 і 2. Розподільча мережа 6 – 10 кВ будується по петлевій схемі; в нормальному режимі петлі розімкнуті.

Трансформаторні підстанції з трансформаторами різної потужності живлять розподільчу мережу 0,38 кВ (мережа загального використання), схема побудови якої залежить від характеру споживачів. Живлення промислових підприємств і комунально – побутових споживачів відбувається від самостійних підстанцій (ТПП), незв'язані з мережею загального користування. У залежності від категорійності споживача ТП можуть бути автоматизовані, тобто оснащені пристроями для автоматичного переключення живлення споживачів на резервну лінію при аварійному виході з ладу основної лінії.

Для здійснення роботи електростанції міста з енергосистемою передбачається спеціальний зв'язок, у даному випадку на генераторній напрузі 6 – 10 кВ, а в залежності від потужності джерел живлення ця напруга може бути вище. Розглянутий зв'язок є елементом енергосистеми, тому що з її допомогою підтримуються необхідні режими роботи станції з енергосистемою. По місцевим умовам понижуюча підстанція може сполучатися з електростанцією чи її взагалі може не бути. Розглянута система електропостачання характеризується наявністю мереж тільки двох напруг, зокрема розподільчих мереж 6 – 10 і 0,38 кВ. З огляду на, те що розподільча мережа 0,38 кВ - обов'язковий елемент будь – якої системи електропостачання, надалі будемо розрізняти системи живлення міста тільки по числу використовуваних мереж напругою вище 1000 В. Так, наприклад, зазначена на рис. 1.1 система може бути названа системою електропостачання з однією високою напругою.

Приклад такої системи для живлення міста середнього розміру приведений на рис. 1.2. Тут основні джерела живлення – електростанція 1, розташована на території міста, і районна підстанція 2, зв'язана з енергосистемою. Мережа 35 -110 кВ виконується в даному випадку у виді кільця, що охоплює місто, по периметру якого розташовуються додаткові

підстанції 3 і 4 напругою 35 -110 кВ. Електропостачальна мережа 35 – 110 кВ передбачена не тільки для живлення міста, з її допомогою здійснюється також робота міських електростанцій з енергосистемою, тобто зазначена мережа є одночасно й елементом енергосистеми. Параметри і режими роботи цієї мережі визначаються, з одного боку, обміном потужністю між міськими станціями й енергосистемою і, з іншого боку – умовами живлення міських підстанцій 35 -110 кВ.

У залежності від місцевих умов мережа 35 – 110 кВ може виконуватися іншої конфігурації і по інших схемах.

На підстанції 2 передбачається зниження напруги мережі енергосистеми до 35 – 110 кВ. Якщо напруга мережі енергосистеми збігається з напругою кільця, тобто складає 35 – 110 кВ, на підстанції передбачається установка тільки трансформаторів із вторинною напругою 6 – 10 кВ для живлення споживачів, розташованих у районі міста, що прилягає до підстанції.

У залежності від розмірів і умов міста енергосистема може бути зв'язана безпосередньо із іншими підстанціями. Потужності понижуючих підстанцій досить різноманітні і для розглянутої групи міст знаходяться в межах 5-25 МВА.

У схему розподільчих мереж 6 – 10 кВ може вводитися додатковий елемент – живлячі лінії і розподільні пункти РП1 із прохідною потужністю 3 – 10 МВА. Розподільчі мережі будуються за схемою, що забезпечує високу надійність електропостачання споживачів, і мають необхідне число автоматичних пристроїв для резервування їхнього живлення.

Споживачами електроенергії міста є також великі промислові підприємства, електропостачання яких здійснюється окремими живлячими лініями 6 -10 кВ і трансформаторними розподільчими підстанціями РТП1. Від РТП1 виконується живлення внутрішньозаводської розподільчої мережі 6 – 10 кВ.

Подібне електропостачання великих комунальних підприємств, наприклад, головної водопостачальної станції і трамвайних підстанцій, що відносяться, як правило, до електроприймачів першої категорії, також здійснюється за допомогою самостійних живлячих мереж 6 – 10 кВ, зв'язаних з різними джерелами живлення (РТП2).

Система, показана на рис. 1.3, може бути названа по числу використаних мереж високої напруги системою двох напруг.

В міру подальшого збільшення розмірів міста в систему його електропостачання може бути введено додаткова напруга, інакше кажучи, використана система трьох напруг (рис. 1.2).

Система електропостачання великого міста на відміну від середнього характеризується великим числом і потужністю джерел живлення. Наприклад, потужність понижуючих підстанцій 110 кВ 1 і 2, пов'язаних з енергосистемою, збільшується до 50 – 100 МВА і вище, інтенсивніший розвиток одержують мережі 110 кВ.

Електропостачання центральних районів міста виконується за рахунок мереж проміжної напруги: 110 (35) кВ і міських підстанцій 110 (35) /6 – 10 кВ. Мережа 110 (35) кВ виконується, як правило, по радіальній схемі. Підстанції 110 (35) /6 – 10 кВ мають розвинуті розподільні пристрої (РП), потужність підстанції може доходити до 30 - 40 МВА в залежності від площі міста. В основному ці підстанції часто виконуються за спрощеною схемою, без РП з боку первинної напруги трансформаторів. У залежності від потужності ПС виконуються на напругу 110 кВ.

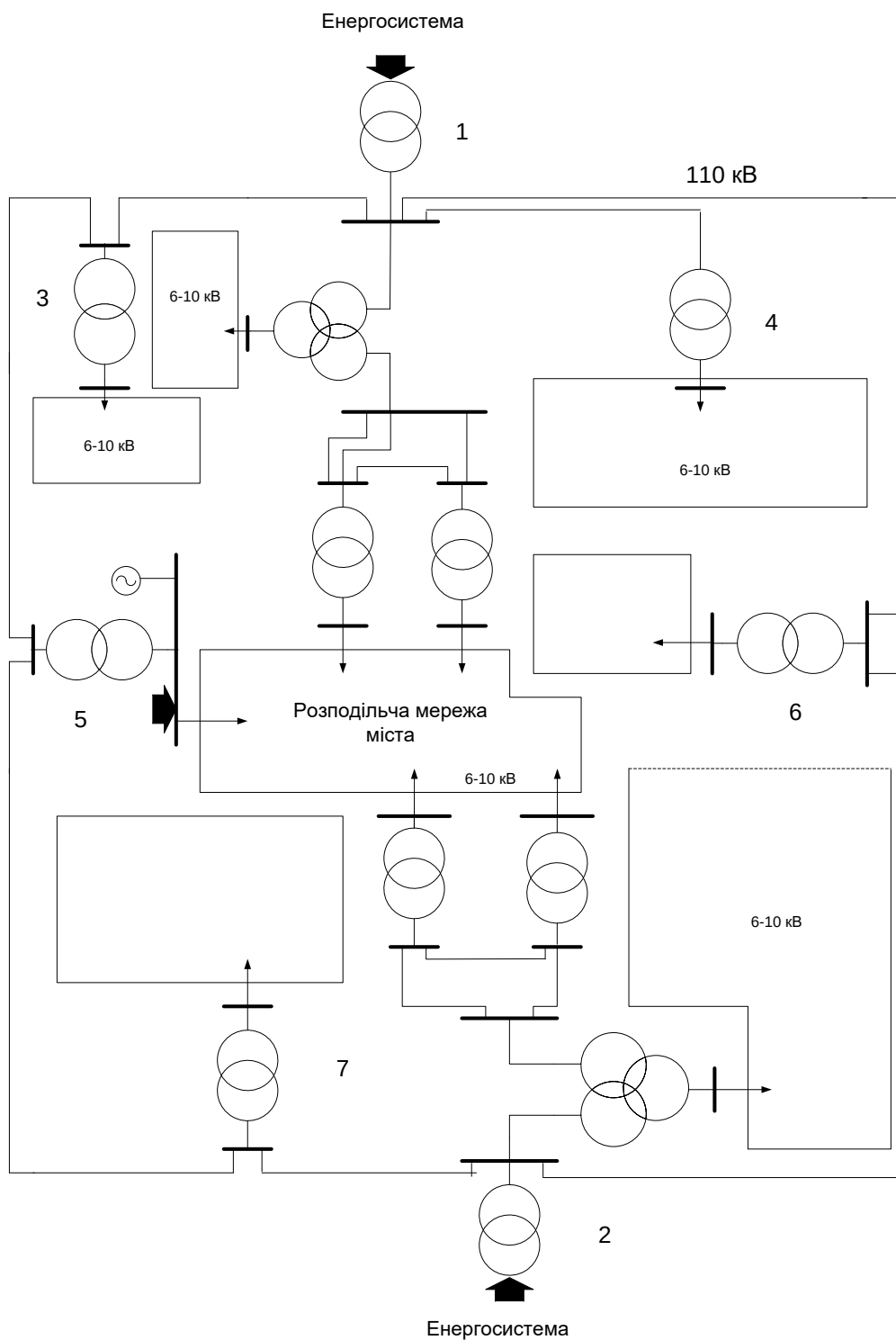


Рис. 1.2 Система електропостачання великого міста

Виконання інших елементів системи аналогічно розглянутому вище. Розподільча мережа 6 – 10 кВ характеризується ще більш високим ступенем автоматизації. Електропостачання великих промислових споживачів може здійснюватися при більш високих напругах, чим 6-10 кВ. Наприклад, на рис.

1.2 приведена підстанція 3 великого підприємства, яка живиться безпосередньо від мережі 110 кВ.

Із-за того, що система електропостачання великого міста має велике число джерел живлення і мереж різної напруги, точне визначення границь системи з боку високої напруги містить значні труднощі, тому що деякі її елементи, можуть бути віднесені до елементів енергосистеми.

Параметри мережі 110 кВ між підстанціями 1 і 2 визначаються тільки умовами живлення споживачів міста, тобто навантаженням ПС 6 (рис.1.2).

Якщо на вищих ступенях (35 – 110 кВ) елементи системи призначаються у всіх випадках для живлення усіх споживачів розглянутого району міста, то на нижчих ступенях (6-10 кВ) елементи системи поділяються по призначенню, з'являються міські розподільчі мережі, що живлять і розподільні мережі великих споживачів міста (заводи, фабрики, тягові підстанції і т.п.).

До виконання електричних мереж 6 – 10 кВ окремих споживачів пред'являються специфічні вимоги, яким вони повинні задовольняти незалежно від схеми побудови мережі міста. У залежності від потужності споживача можна використовувати для його живлення і мережі 110 кВ.

В системах електропостачання найбільших і великих міст зустрічаються мережі напругою 220 кВ. Що стосується перспектив розвитку розглянутих систем, то відповідно до діючих норм рекомендується ліквідувати існуючі мережі 35 кВ шляхом відповідного розвитку мереж 110 - 220 кВ, а також повсюдно перевести розподільчі мережі 6 кВ на напругу 10 кВ із використанням встановленого устаткування і кабельних ліній 6 кВ. Зазначені рекомендації спрямовані на ліквідацію в системах електропостачання міст зайвих ступенів трансформації електроенергії і приведення систем до виду 110 - 220 /10/0,38 кВ.

Відповідно зазначеному розподілу мереж можна розрізняти наступні понижуючі підстанції:

а) первинні чи опорні (1, 2, рис. 1.2), що з'єднують енергосистему й електростанції;

б) понижуючі підстанції (5, 6, 7, рис. 1.2)

в) підстанції глибокого введу (4, рис. 1.2);

г) вторинні підстанції проміжної напруги 35 кВ (при їхній наявності).

Параметри, схеми і конструктивне виконання зазначених підстанцій визначаються їхнім місцем у системі електропостачання міста.

Міська розподільча мережа являє собою сукупність розподільчих мереж 0,38 і 6 – 10 кВ до трансформаторних підстанцій. Системи електропостачання великих промислових споживачів і, у деяких випадках, житлових районів мають додатковий елемент – живильну мережу 6 – 10 кВ і розподільчий пункт.

1.4. Електричні мережі житлових будівель

Схеми розподілення електричної енергії в середині житлових будівель залежать від надійності електропостачання, кількості поверхів, секцій, плану будівлі, наявності підвальних приміщень і вбудованих підприємств, магазинів, перукарень і т.п.

Ці схеми мають загальний принцип будування.

На рис. 1.3 приведена схема 9-ти поверхового 4-секційного житлового будинку.

Живлення електроприймачів будівлі виконується двома резервуємими кабелями, розрахованими на живлення в аварійному режимі усіх його навантажень.

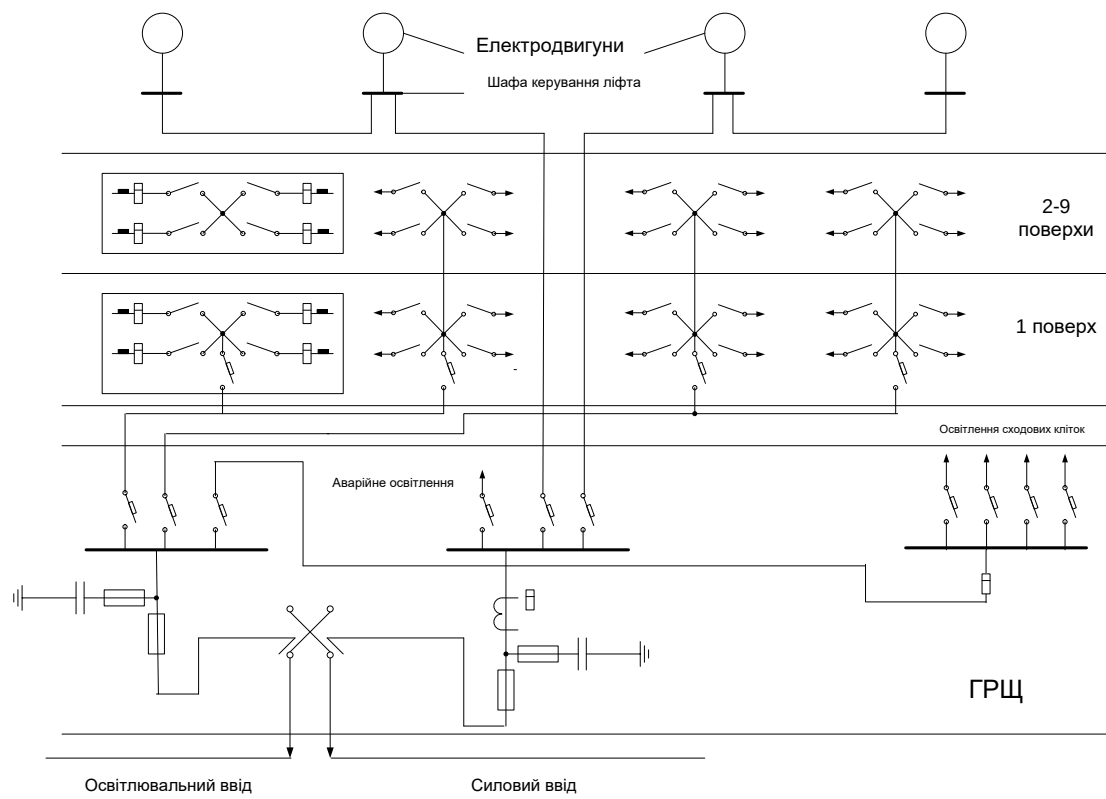


Рис. 1.3. Принципова схема 9-ти поверхового 4-секційного житлового будинку

2 МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ КОМУНАЛЬНО-ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ

2.1. Загальні положення

Для раціонального вибору системи електропостачання необхідне вірно визначити розрахункові навантаження, у залежності від яких установлюються параметри всіх елементів системи.

Визначення електричних навантажень є першим і найбільш важливим кроком проектування різноманітних систем електропостачання.

Величини електричних навантажень є показником вибору всіх елементів і техніко-економічних розрахунків проекрованої системи електропостачання. Помилки при визначенні електричних навантажень приводять до:

- а) збільшення капітальних витрат в схемі електропостачання,
- б) витрат кольорового металу,
- в) втрат електроенергії,
- г) експлуатаційних витрат.

Електричне навантаження характеризує споживання електроенергії споживачами електроенергії.

При проектуванні й експлуатації систем електропостачання основними є три види навантаження: активна потужність P , реактивна потужність Q та струм I . Розрахунок навантажень роблять, починаючи від нижніх рівнів до вищих рівнів системи електропостачання, розглядаючи по чергово окремі вузли електричних мереж. В процесі розрахунку розрізняють навантаження, приведені до вводу конкретного споживача, і навантаження елементів системи.

Точність визначення розрахункового навантаження встановлюється характером розв'язуваної задачі, у відповідності, з чим розробляються і використовуються ті чи інші методи розрахунку.

Розрізняють навантаження:

- а) обумовлені на розрахунковий термін
- б) очікувані навантаження (на перспективу).

У першому випадку до точності розрахунку навантаження пред'являються високі вимоги. В другому випадку, а також на стадії попередніх обґрунтувань на розрахунковий термін визначення навантажень виконується за орієнтованими показниками.

Найбільшу точність визначення навантаження на розрахунковий термін мають способи визначення навантаження споживачів тобто на найнижчому ступені.

Визначення навантаження вищих рівнів системи електропостачання виконується з меншою точністю, що характеризується різноманіттям графіків навантаження споживачів і складністю обліку їхньої суміщеності.

У результаті поряд з точними методами при проектуванні використовуються різні прийоми розрахунку навантаження, що мають оцінювальний характер.

Існують загальні закономірності формування навантаження різних груп споживачів і на цій основі - відповідні методи розрахунку.

Багаторічні дослідження показали, що навантаження є величиною стохастичною і залежить від багатьох випадкових факторів, обумовлених особливостями технологічного процесу виробництва, організацією трудового і побутового режиму населення і т.д.

З цієї причини способи визначення розрахункових навантажень базуються на експериментальному визначенні навантаження діючих електричних приймачів з наступною обробкою результатів вимірів методами математичної статистики і теорії імовірностей, статистичний підхід найбільш формалізований і відвернений від виявлення характеру впливу кожної з безлічі причин, що формують електричне навантаження.

Номінальна потужність

Номінальна (чи встановлена) потужність приймачів електроенергії є досить достовірною вихідною величиною для розрахунку електричних навантажень, тому що вона звичайно відома. Довгостроково припустима по нагріванню сумарна номінальна потужність усіх приймачів групи дає можливість зробити саму грубу оцінку верхньої межі значень розрахункового групового навантаження. При цьому номінальну потужність приймачів приводять до навантаження тривалого режиму їхньої роботи.

Номінальна потужність приймача електроенергії – це потужність, позначена на заводській табличці чи в паспорті двигуна, силового чи спеціального трансформатора, на колбі чи цоколі джерел освітлення.

Під номінальною активною потужністю двигунів $P_{ном}$ розуміють потужність, що розвивається двигуном на валу при номінальній напрузі, а під номінальною активною потужністю інших приймачів електроенергії – споживану ними з мережі потужність при номінальній напрузі.

Паспортну потужність приймачів повторно – короткочасного режиму (ПКР) приводять до номінальної тривалої потужності при $TB=100\%$.

$$P_{ном} = P_{насп} \sqrt{TB_{насп}} \quad (2.1)$$

$$S_n = S_n \sqrt{TB_{насп}} \quad (2.2)$$

Під номінальною реактивною потужністю приймача розуміють реактивну потужність, споживану із мережі (знак "плюс") чи повернену в мережу (знак "мінус") при номінальній активній потужності і номінальній напрузі.

Паспортну реактивну потужність приймачів ПКР приводять до тривалого режиму, тобто до $TB=100\%$

$$Q_n = Q_n \sqrt{TB_{насп}} \quad (2.3)$$

Групова номінальна активна потужність - це сума номінальних (паспортних) активних потужностей окремих робочих приймачів

$$P_{ном} = \sum_{i=1}^n P_{ном_i} \quad (2.4)$$

Групова номінальна реактивна потужність – це алгебраїчна сума номінальних реактивних потужностей окремих робочих приймачів

$$Q_H = \sum_{i=1}^n Q_{H_i} \quad (2.5)$$

Номінальні струми визначають аналогічно:

$$I_{ном} = I_{насп} \sqrt{TB_{насп}} \quad (2.6)$$

$$I_{ном} = \frac{S_{насп} \sqrt{TB_{насп}}}{\sqrt{3}U_H} \quad (2.7)$$

Стаціонарні і пересувні приймачі однофазного струму, які включені на фазні і міжфазні напруги та рівномірно розподілені по фазах трифазної мережі, враховують у розрахунках як трифазні приймачі тієї ж сумарної потужності.

Коли однофазні приймачі не можна розподілити рівномірно по фазах трифазної мережі, визначають умовну трифазну номінальну потужність $P_{ному}$, в залежності від кількості і схеми включення однофазних приймачів у трифазну мережу.

Середні і середньоквадратичні навантаження

Середнє значення змінної величини є її основною статистичною характеристикою, отже, постійні середні значення навантаження характеризують змінні навантаження.

Сумарне середнє навантаження групи приймачів електроенергії визначається для приблизної оцінки нижньої межі можливих значень розрахункового навантаження.

В умовах експлуатації середні навантаження розглядають за визначений характерний інтервал часу, наприклад за цикл, і визначають за показниками лічильників активної і реактивної електроенергії за допомогою наступних формул:

$$\begin{cases} Pc = Wa / t_y \\ Qc = Wp / t_y \\ i_c = \frac{1}{\sqrt{3}U_n} \int_0^{t_y} \sqrt{P^2 + Q^2} dt \approx \frac{\sqrt{Pc^2 + Qc^2}}{\sqrt{3}U_n} \end{cases} \quad (2.8)$$

Середні навантаження за інші характерні інтервали часу позначаються відповідними індексами, наприклад:

$P_{зм}$, $Q_{зм}$ - середнє навантаження по активній (реактивної) потужності за максимально завантажену зміну;

$P_{ср}$, $Q_{ср}$ – середньорічне навантаження по активній (реактивної) потужності.

Середня активна $P_{зм}$ чи реактивна $Q_{зм}$ потужність за саму завантажену зміну є основним показником при розрахунку навантажень групи приймачів.

Найбільш завантаженою зміною є зміна з найбільшим споживанням електроенергії даною групою приймачів, чи цехом підприємством у цілому для характерної доби.

Характерною вважається доба, протягом якої споживання електроенергії приблизно дорівнює середньому споживанню електроенергії за один робочий день у розглянутому періоді (тиждень, місяць, рік).

Середнє квадратичні навантаження $P_{ск}$, $Q_{ск}$ за будь-який інтервал часу загалом, визначають по наступним формулам:

$$\begin{cases} P_{ск} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T P^2(t) dt} \\ Q_{ск} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T Q^2(t) dt} \end{cases} \quad (2.9)$$

де T – розглянутий період часу.

Величина середньоквадратичної реактивної потужності $Q_{ск}$ має істотне значення для оцінки ефекту скорочення втрат електроенергії в електромережах при збільшенні коефіцієнта потужності.

Максимальні і розрахункові навантаження

Максимальні значення активної потужності P_M , реактивної потужності Q_M , повної потужності S_M і струму I_M являють собою найбільші з відповідних середніх значень за деякий проміжок часу. Максимальні навантаження характеризуються очікуваною частотою появи за той чи інший період часу.

По тривалості можна розрізнити два види максимальних електричних навантажень:

1) максимальні тривалі навантаження різної тривалості (10,15,30,60,120 хвилин), по яким здійснюється вибір елементів системи електропостачання по тепловому нагріванню та для розрахунку величини максимальних втрат потужності в них;

2) максимальні короткочасні навантаження (пікові) тривалістю 1-2 с, необхідні для перевірки коливань напруги в мережах, визначення втрат напруги в контактних мережах, перевірки мереж за умовами самозапуску електродвигунів, вибору плавких уставок запобіжників, розрахунку струмів спрацьовування максимального токового релейного захисту.

Під розрахунковим навантаженням по припустимому нагріванню розуміють таке тривале постійне навантаження об'єкта системи електропостачання (трансформатора, лінії і т.п.), що еквівалентне очікуваному навантаженню, яке змінюється, по найбільш важкому тепловому впливу: максимальній температурі нагрівання проводу чи тепловому зносу ізоляції проводу.

Розрахункове навантаження по припустимому нагріванню при змінному графіку навантажень приймають максимальне навантаження 30-хвилинної (чи

інший) тривалості, а при мало змінному (постійному) графіці навантажень середнє навантаження за найбільш завантажену зміну.

Розрахункове навантаження по припустимому нагріванню скорочено називають розрахунковим навантаженням.

Розрахункове навантаження по припустимій втраті напруги на відміну від розрахункової називають піковим навантаженням.

Показники графіків електричних навантажень

Криві зміни активної і реактивної потужностей і струмів у часі називають графіками навантажень по активній і реактивній потужностях і струму.

Графіки навантажень підрозділяють на:

- а) індивідуальні: $p(t)$, $q(t)$, $i(t)$ для окремих приймачів електроенергії
- б) групові: $P(t)$, $Q(t)$, $I(t)$ для групи приймачів.

Індивідуальні графіки необхідні при визначенні навантажень потужних приймачів електроенергії (електричних печей, головних приводів прокатних станів і т.п.). При проектуванні систем електропостачання підприємств використовують, як правило, групові графіки навантажень (від декількох приймачів до всіх приймачів заводу) різної тривалості (добові, річні).

Кожному сектору промисловості відповідає свій характерний графік навантажень, обумовлений технологічним процесом виробництва.

При розрахунках і дослідженні навантажень застосовують безрозмірні показники (коефіцієнти) графіків навантажень, які характеризують режими роботи приймачів електроенергії по потужності в часі. Коефіцієнти графіків визначають для індивідуальних і групових графіків активної, реактивної і повної потужностей і струму (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 - Показники графіків електричних навантажень

Коефіцієнт	Розрахункові формули показників	
	Індивідуальні графіки	Групові графіки
Використання	$\kappa_{\text{в}} = p_{\text{с}} / p_{\text{ном}}$	$K_{\text{в}} = \frac{P_{\text{с}}}{P_{\text{ном}}} = \frac{\sum_1^n \kappa_{\text{в}} p_{\text{ном}}}{\sum_1^n p_{\text{ном}}}$
Включення	$\kappa_{\text{вкл}} = \frac{t_{\text{вкл}}}{t_{\text{ц}}}$	$K_{\text{вкл}} = \frac{\sum_1^n \kappa_{\text{вкл}} p_{\text{ном}}}{\sum_1^n p_{\text{ном}}}$
Завантаження	$\kappa_{\text{з}} = \frac{p_{\text{с,в}}}{p_{\text{ном}}} = \frac{\kappa_{\text{в}}}{\kappa_{\text{вкл}}}$	$K_{\text{з}} = \frac{K_{\text{в}}}{K_{\text{вкл}}}$
Форми графіка	$\kappa_{\text{ф}} = p_{\text{ск}} / p_{\text{с}}$	$K_{\text{ф}} = P_{\text{ск}} / P_{\text{с}}$
Максимуму	-	$K_{\text{м}} = P_{\text{р}} / P_{\text{с}}$
Попиту	-	$K_{\text{п}} = P_{\text{р}} / P_{\text{ном}}$
Заповнення графіка навантаження	-	$K_{\text{зг}} = P_{\text{с}} / P_{\text{м}}$
Різночасність максимумів навантаження	-	$K_{\text{р,м}} = \frac{P_{\text{р}}}{\sum_{i=1}^n p_{\text{р,і}}}$ $K_{\text{р,м}} = 0,85 \div 1$

Приведене число приймачів електроенергії

Під приведеним числом приймачів n_n групи різних по номінальній потужності та режиму роботи розуміють таке число однорідних по характеру роботи приймачів однакової потужності, яке обумовлює таке ж саме розрахункове навантаження, що і дана розглянута група з різними по номінальній потужності і режиму роботи електроприймачів.

Приведене число приймачів групи визначають досить точно по формулі:

$$n_n = \frac{(\sum_{i=1}^n p_{ном,i})^2}{\sum_{i=1}^n p_{ном,i}^2} \quad (2.10)$$

де, в чисельнику квадрат суми номінальних активних потужностей усіх приймачів (тобто квадрат потужності групи приймачів) даної групи, а в знаменнику сума квадратів номінальних активних потужностей окремих електроприймачів групи.

Якщо всі електроприймачі групи з однаковою номінальною потужностями $p_{ном}$, то

$$n_n = n$$

Якщо приймачі мають не однакові номінальні потужності $p_{ном}$, то

$$n_n < n$$

визначення n_n по формулі рекомендується робити при кількості приймачів у групі до п'яти. При масових розрахунках і при великому числі приймачів рекомендується користуватися спрощеними способами обчислення n_n :

а) при числі фактичних приймачів у групі чотири і більш допускається приведене число n_n вважати рівним фактичному n при відношенні

$$m = p_{\text{ном,макс}} / p_{\text{ном,мін}} \leq 3 \quad (2.11)$$

$p_{\text{ном,макс}}$ - номінальна активна потужності найбільшого приймача

$p_{\text{ном,мін}}$ - номінальна активна потужності найменшого приймача

При визначенні величини n_n можуть бути знехтувані ті найменші приймачі групи, в яких сумарна номінальна потужність не перевищує 5% сумарної номінальної потужності усієї групи $P_{\text{ном}}$ (при цьому кількість виключених приймачів не рахується також і в n);

б) при $m > 3$ і $K_v \geq 0,2$ приведене число приймачів може бути визначене по формулі:

$$n_n = 2 \frac{\sum_{i=1}^n p_{\text{ном},i}}{P_{\text{ном,макс}}} \quad (2.12)$$

Якщо знайдене по цій формулі n_n виявляється більшим, ніж фактичне, варто приймати $n_n = n$.

При $m > 3$ і $K_v < 0,2$ тобто при неможливості використання викладених способів спрощеного обчислення, приведене число приймачів визначають по кривих.

Визначення середніх навантажень електроенергії

Середні навантаження (за най більш завантаженою зміну $P_{\text{зм}}$, $Q_{\text{зм}}$ і середньорічні $P_{\text{ср}}$, $Q_{\text{ср}}$) мають важливе значення при розрахунках і дослідженні навантажень, витрати і втрат електроенергії. Величини $P_{\text{зм}}$ і $Q_{\text{зм}}$ знаходять по показниках обстеження електричних навантажень і перевіряють по питомих витратах електроенергії.

Середню потужність за максимально завантаженою зміну будь-якої групи силових приймачів однакового режиму роботи визначають множенням сумарної номінальної потужності групи робочих приймачів $P_{\text{ном}}$, приведеної

для приймачів повторно-короткочасного режиму роботи до $TB=100\%$, на їхній груповий коефіцієнт використання K_B

$$P_{cm} = K_B P_{ном} \quad (2.13)$$

Реактивні навантаження приймачів з відстаючим струмом приймають зі знаком "плюс", а з випереджальним струмом (синхронні двигуни, статичні конденсатори) – зі знаком "мінус".

Визначення середніх навантажень за найбільш завантажену зміну однофазних приймачів незалежно від ступеня нерівномірності по фазах, створюваної цими приймачами, роблять аналогічно трифазним.

Середню активну потужність P_{cm} вузла системи електропостачання, що включає групи приймачів з різними режимами роботи, визначають підсумовуванням середніх активних потужностей окремих груп приймачів:

$$P_{зм} = \sum_{i=1}^n P_{cmi} \quad (2.14)$$

Середню реактивну потужність визначають алгебраїчним додаванням середніх реактивних потужностей окремих груп приймачів з урахуванням напрямку потужності

Середню активну потужність за найбільш завантажену зміну освітлювальних приймачів визначають по формулі:

$$P_{cm,o} = K_{n,o} \cdot P_{ном,o} \quad (2.15)$$

де $K_{B,o}$ - коефіцієнт попиту по активній потужності освітлювального навантаження для характерних приміщень.

Встановлену потужність приймачів освітлення $P_{ном,o}$ визначають також попитом ому освітлювальному навантаженню на $1m^2$ поверхні підлоги. Для групи приймачів електроенергії в умовах експлуатації середньоквадратичну

потужність $P_{ск}$ визначають за показниками лічильників електроенергії відповідно до:

$$P_{ск} = K_{ф,а} \cdot P_c \quad (2.16)$$

2.2. Методи визначення розрахункових навантаження житлових будівель

Метод визначення електричних навантажень в житлових будівлях суттєво відрізняється від шляхів визначення електричних навантажень в промислових, виробничих і громадських будівлях. Електричні навантаження в таких будівлях визначають в залежності від номінальної потужності технологічного обладнання і світлотехнічного розрахунку, а величини електричних навантажень в житловому секторі залежать від кількості електричних пристроїв в квартирах.

Згідно діючим нормам ВСН 59-88 метод розрахунку електричних навантажень житлових будівель має наступний алгоритм.

а) Розрахункове навантаження групових мереж освітлення приміщень загального призначення визначають по світлотехнічному розрахунку з коефіцієнтом попиту, який дорівнює 2.

б) Розрахункове навантаження живлячих ліній, вводів і на шинах РП - 0,4 кВ ТП від електроприймачів квартир $P_{кв}$ визначається по формулі, кВт:

$$P_{кв} = P_{кв.пит.} \cdot n \quad (2.20)$$

$P_{кв.пит.}$ - питоме навантаження електроприймачів квартир, яке приймається в залежності від кількості квартир, які приєднані до лінії (ТП) типу кухонних плит і наявності кондиціонерів.

n - кількість квартир, які приєднані до лінії (ТП)

в) Розрахункове навантаження лінії живлення ліфтів $P_{р.л.}$ визначається за формулою, кВт:

$$P_{р.л.} = K_{с.л.} \sum_1^{N_{л.}} P_{ni} \quad (2.21)$$

$K_{с.л.}$ - коефіцієнт попиту, який визначається в залежності від кількості ліфтів і кількості поверхів в будівлі.

$N_{л}$ - кількість ліфтів, які приєднані до лінії (ТП)

$P_{ні}$ - номінальна потужність по паспорту електродвигуна, кВт

г) Розрахункове навантаження житлової будинку $P_{ржд}$ визначається за формулою:

$$P_{ржд} = P_{кв} + 0,9P_{с} \quad (2.22)$$

$P_{с}$ - розрахункове навантаження силового обладнання

$P_{кв}$ - розрахункове навантаження електроприймачів квартир

2.3. Основа методики розрахунку електричних навантажень комунально-побутових споживачів

Основою методики розрахунку електричних навантажень житлових будівель є визначення розрахункового навантаження житлового будинку (див. п.2.2), яке складається з силового навантаження (ліфти) і навантаження квартир. Навантаження квартир житлового будинку залежать від питомих навантажень, які приймається згідно ВСН-59-88.

В якості прикладу розглянемо зміну використання електричної енергії у місті Кропивницький за останні роки.

На рис. 2.1 наведені дані про споживання електроенергії в м.Кропивницький.

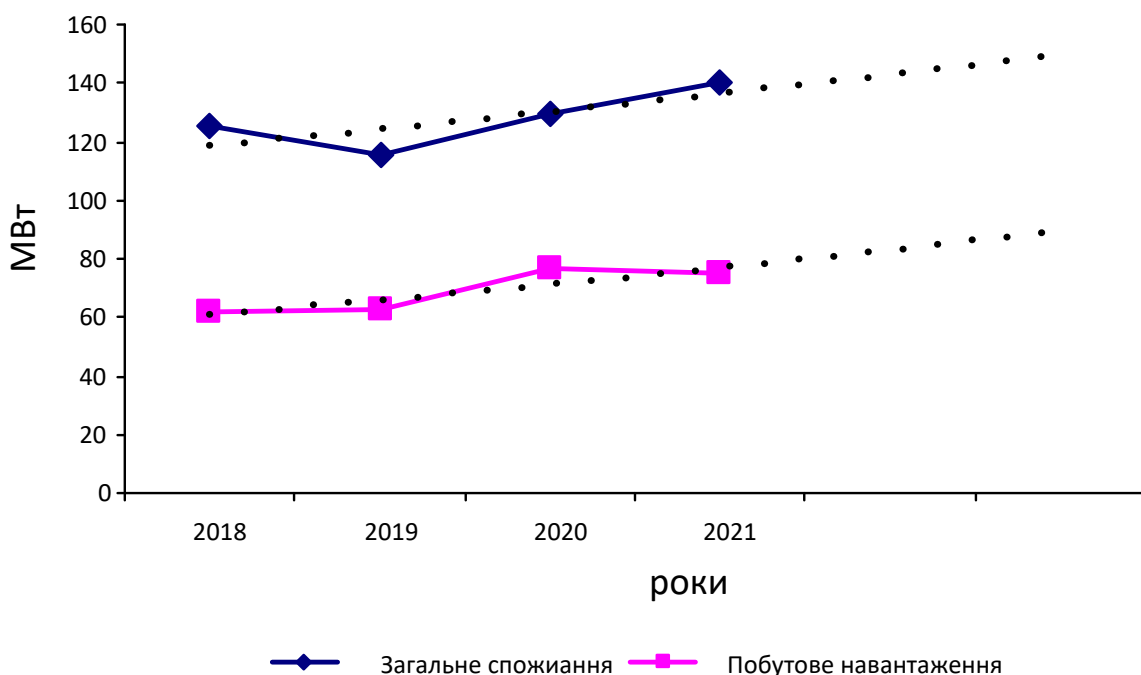


Рисунок 2.1. Споживання електроенергії в м.Кропивницькому

Проаналізувавши данні рис. 2.1 можна зробити висновки:

- а) В м.Кропивницький на даний час спостерігається постійний зріст споживання електроенергії.
- б) Зробивши прогнозування по експонентному закону (лінії тренду) бачимо, що ріст потужності буде виявлятися і надалі.

Розглянемо питання - що є основним чинником зросту споживаної потужності.

По перше - це зростання кількості населення в містах, який проявляється не тільки в м.Кропивницький, але й в інших містах держави.

По друге - тенденція збільшення споживання електроенергії. Так у державах Європейського Союзу спостерігається зріст споживання електроенергії 2-5% на рік.

У житлових будинках такий зріст використання електричної енергії пов'язаний:

- а) Із збільшенням загальної кількості площі квартири. Якщо загальна площа двокімнатної квартири житлового будинку, який було

збудовано 10-20 років тому становила 45-55 м², то сьогодні провідні будівельні компанії пропонують двокімнатні квартири з мінімальною загальною площею 70 м². До того ж за останні роки з'явилося житло підвищеного комфорту і збільшеної площі (двокімнатна квартира в такому будинку не рідко має загальну площу більш 100 м²). Все це призводить до того, що збільшується площа квартири, яку необхідно освітити у вечірні години за рахунок і чого збільшується споживання електричної енергії.

б) Сьогодні енергоозброєність сучасних міських квартир зросла в середньому на 35%.

в) На теперішній час побуті, а не тільки в громадських будівлях та спорудах, широке використання знаходять засоби сучасної комп'ютерної техніки та інформаційні системи та мережі, що потребують спеціальних заходів щодо забезпечення надійності їх роботи.

г) Звичайним явищем стало альтернативне електричне опалення як основного джерела теплопостачання (це електронагрівачі, електричні кабельні системи опалення, носії з акумулюванням тепла тощо).

д) Сумарна номінальна потужність побутових електроприладів разом з системами електроопалення та водо- підогрів (заявлена потужність) може становити 100 кВт і більше.

Робота є спробою провести впорядкування в галузі проектування електропостачання житлових будинків у відповідності до нормативних документів енергетичної стратегії України, необхідності адаптації нормативної бази в сфері проектування електрообладнання житлових будинків до вимог МЕК, збільшення надійності систем електропостачання, як проектуємих так і вже збудованих будинків.

2.4. Експериментальні дослідження. Визначення результатів дослідження.

Основа методики дослідження рівня електрифікації побуту базувалась на статистично - розрахунковому методі. В основу методу лягло анонімне опитування різних груп населення. Для цього респондентам пропонувалось відповісти на запитання анкети. Приклад анкети наведений.

В анкеті були поставлені питання:

а) Загального змісту:

2. Місце проживання

2. Кількість поверхів у будинку, в якому проживає респондент

3. Кількість кімнат у квартирі респондента

4. Загальна і житлова площа квартири

5. Кількість мешканців і сімей у квартирі

б) Про наявність і кількість електропобутових приладів:

2. Холодильника

2. Мікрохвильової печі

3. Кухонного комбайну

4. Машини для миття посуду

5. Електричного чайника

6. Пральної машини

7. Пілососа

8. Праски

9. Електричного обігрівача

10. Кондиціонера

12. Супутникової системи

12. Мультиварки

13 Телевізору

14. Акустичної системи

15. Комп'ютеру

16. Ін.

в) Про кількість ламп освітлення та їхню потужність

г) Про спосіб приготування їжі (вид кухонної плити)

д) Кількість споживаної електроенергії за рік

Обробка результатів дослідження

Кількість електричних побутових приладів

В першу чергу визначалось насичення квартир електричними побутовими приладами. Дані по цьому приведені в таблиці 2.2.

В колонці №3 табл. 2.2 вказані значення насичення приладами квартир за даними опитування, %. Для порівняння приведені значення насичення приладами квартир за рекомендованими даними, %. За даними таблиці 2.2 побудуємо гістограми .

Вплив кількості кімнат в квартирі на споживання електричної енергії

Так як при опитуванні визначалась кількість кімнат в квартирі, то стало можливим визначити залежність споживання електроенергії від їх кількості (рис. 2.2).

Таблиця 2.2 Насичення квартир побутовими електричними приладами

№	Прилад	Насичення приладами квартир за даними опитування, %
1	Холодильник	120
2	Мікрохвильова піч	65
3	Кухонний комбайн	25
4	Машина для миття посуду	35
5	Мультиварка	30
6	Електричний чайник	82
7	Пральна машина	100
8	Пилосос	95
9	Праска	100
10	Електричний обігрівач, опалення	33
11	Кондиціонер	20
12	Супутникова система	15
13	Телевізор	150
14	Акустична система	15
15	Комп'ютер, ноутбук	75
16	Роутер	60
17	Ін.	66,6

Як бачимо з гістограм, зі збільшенням кількості кімнат в квартирі споживання електроенергії збільшується, але не дуже чуттєво. Це пов'язано насамперед зі збільшенням площі квартири, яку необхідно освітити у вечірні або ранкові години. Незначне ж збільшення пов'язане передусім з економією енергії мешканцями квартири.

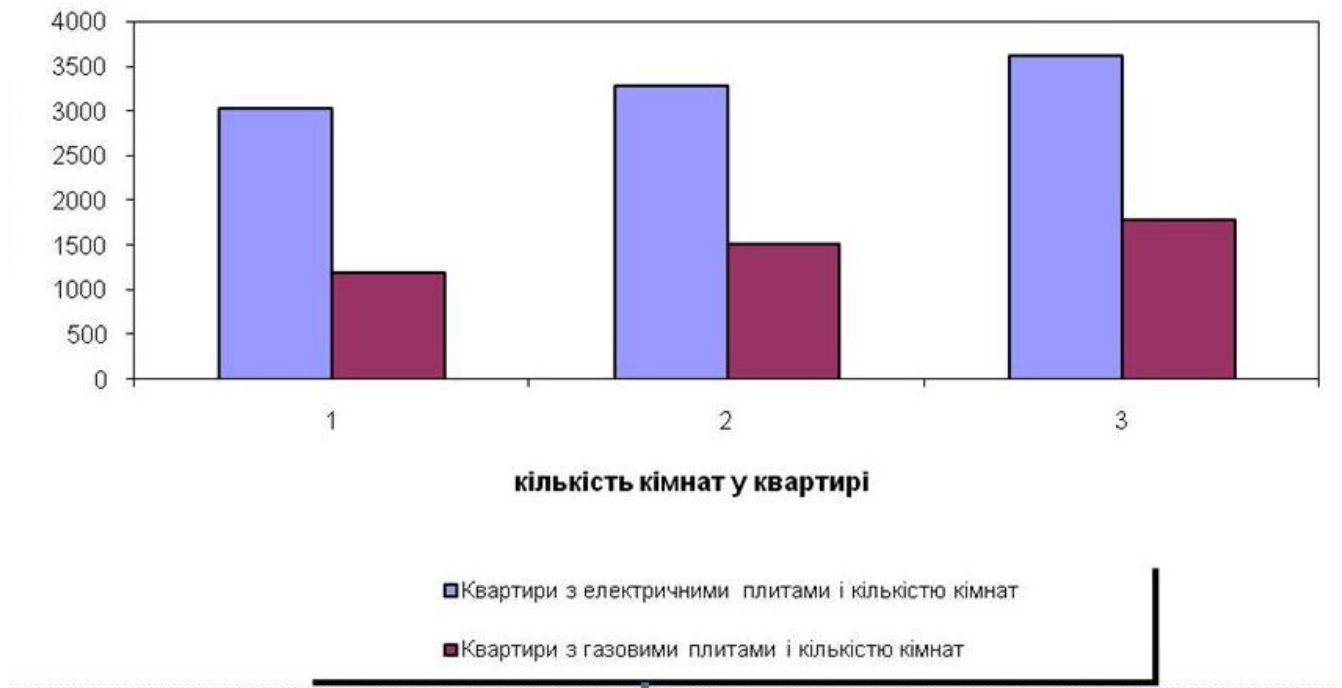


Рисунок 2.2. Вплив кількості кімнат в квартирі на споживання електричної енергії

Залежність споживання електроенергії від кількості мешканців у квартирі

Для побудови даної залежності використовувався ряд трикімнатних квартир з електричними плитами з різною кількістю мешканців (табл. 2.3).

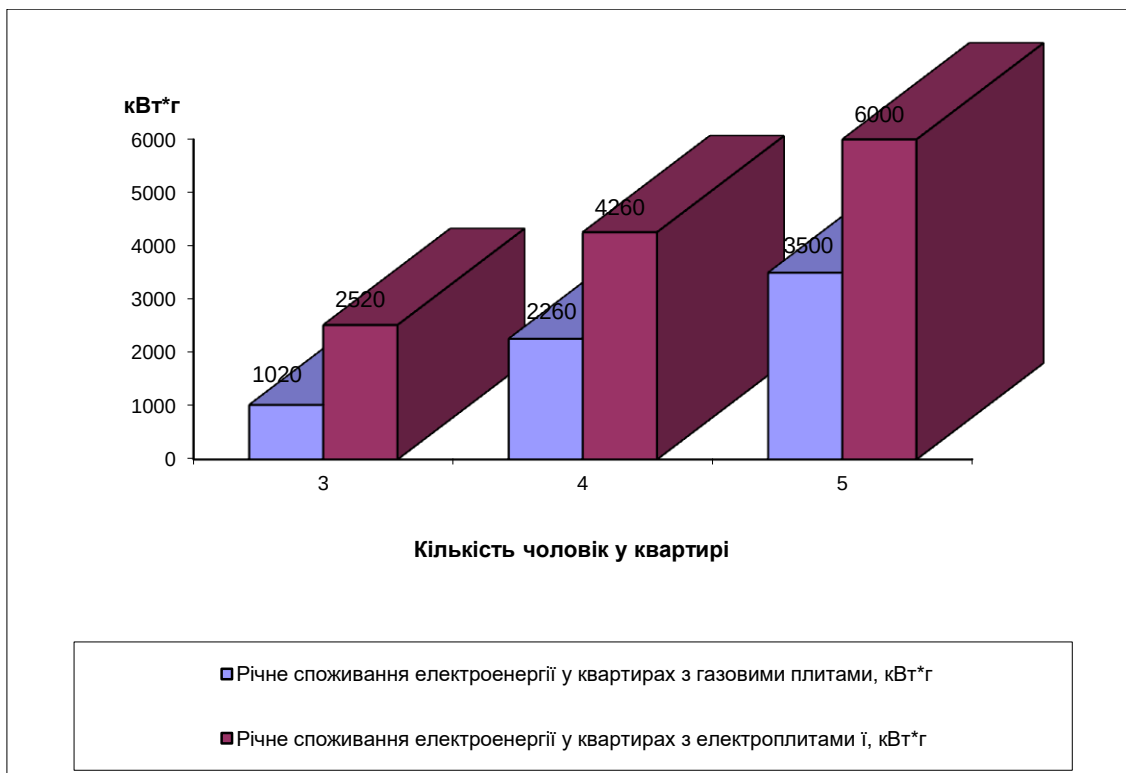


Рисунок 2.3. Залежність споживання електроенергії від кількості мешканців у квартирі

Як бачимо з діаграми (рис. 2.3.) споживання електроенергії в квартирі значно зростає зі збільшенням кількості мешканців у квартирі

Таблиця 2.3. Залежність споживання електроенергії від кількості мешканців у квартирі

Кількість мешканців у квартирі, чол.	3	4	5
Річне споживання електроенергії у квартирах з газовими плитами, кВт*год	1520	2260	3500
Річне споживання електроенергії у квартирах з електроплитами, кВт*год	2720	4260	6000

2.5. Графіки електричних навантажень квартир

Особливий інтерес являють графіки навантаження житлових квартир. Методика дослідження базувалась на запису значень електричних лічильників на вводах у квартири з газовими плитами. Показники лічильників визначались кожні 30 хвилин на протязі доби у зимовий час.

Значення навантажень визначались за формулою 2.23:

$$P_i = \frac{W_{i+1} - W_i}{\Delta t} \quad (2.23)$$

Отриманні значення навантажень зведені в табл. 2.4

Таблиця 2.4. Навантаження житлових квартир

Т, год.	1 к	2 к	3 к	4к	Т, год.	1 к	2 к	3 к	4 к
6:00	0,07	0,14	0,08	0,17	18:00	0,18	0,1	0,41	0,41
6:30	0,07	0,14	0,085	0,18	18:30	0,25	0,24	0,38	0,42
7:00	0,05	0,3	0,11	0,16	19:00	0,3	0,4	0,4	0,23
7:30	0,1	0,29	0,2	0,4	19:30	0,35	0,32	0,45	0,41
8:00	0,08	0,34	0,24	0,36	20:00	0,51	0,31	0,26	0,52
8:30	0,08	0,35	0,14	0,28	20:30	0,48	0,41	0,21	0,78
9:00	0,09	0,34	0,1	0,31	21:00	0,43	0,4	0,2	0,7
9:30	0,095	0,31	0,1	0,41	21:30	0,35	0,25	0,19	0,59
10:00	0,1	0,46	0,21	0,38	22:00	0,37	0,2	0,18	0,6
10:30	0,105	0,345	0,1	0,21	22:30	0,34	0,21	0,2	0,52
11:00	0,15	0,27	0,23	0,37	23:00	0,2	0,22	0,1	0,53
11:30	0,17	0,3	0,09	0,415	23:30	0,17	0,198	0,09	0,48
12:00	0,2	0,4	0,7	0,44	0:00	0,16	0,12	0,08	0,51
12:30	0,2	0,22	0,61	0,24	0:30	0,18	0,13	0,07	0,42
13:00	0,22	0,4	0,12	0,41	1:00	0,14	0,12	0,09	0,31
13:30	0,19	0,12	0,1	0,4	1:30	0,13	0,13	0,09	0,28
14:00	0,17	0,11	0,07	0,43	2:00	0,12	0,12	0,08	0,2
14:30	0,1	0,1	0,13	0,32	2:30	0,15	0,13	0,07	0,19
15:00	0,15	0,11	0,12	0,41	3:00	0,1	0,12	0,09	0,12
15:30	0,1	0,14	0,09	0,47	3:30	0,09	0,13	0,09	0,14
16:00	0,15	0,16	0,11	0,34	4:00	0,08	0,12	0,08	0,12
16:30	0,2	0,12	0,12	0,45	4:30	0,08	0,13	0,07	0,13
17:00	0,28	0,05	0,09	0,46	5:00	0,08	0,12	0,09	0,14
17:30	0,14	0,07	0,3	0,19	5:30	0,08	0,13	0,09	0,15

Згідно табл. 2.4 побудуємо графіки навантаження

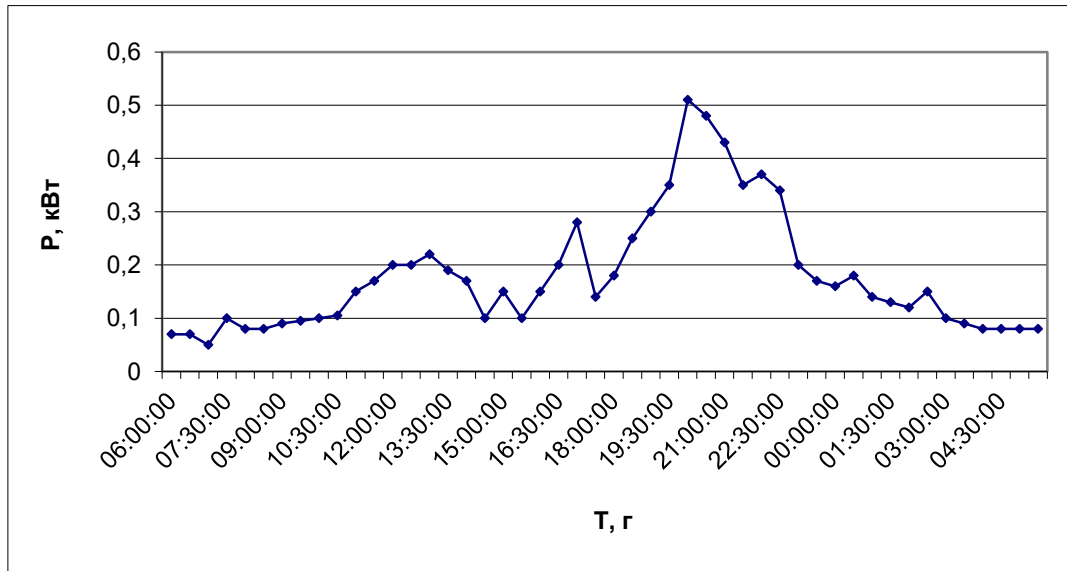


Рисунок. 2.4. Графік навантаження квартири №1

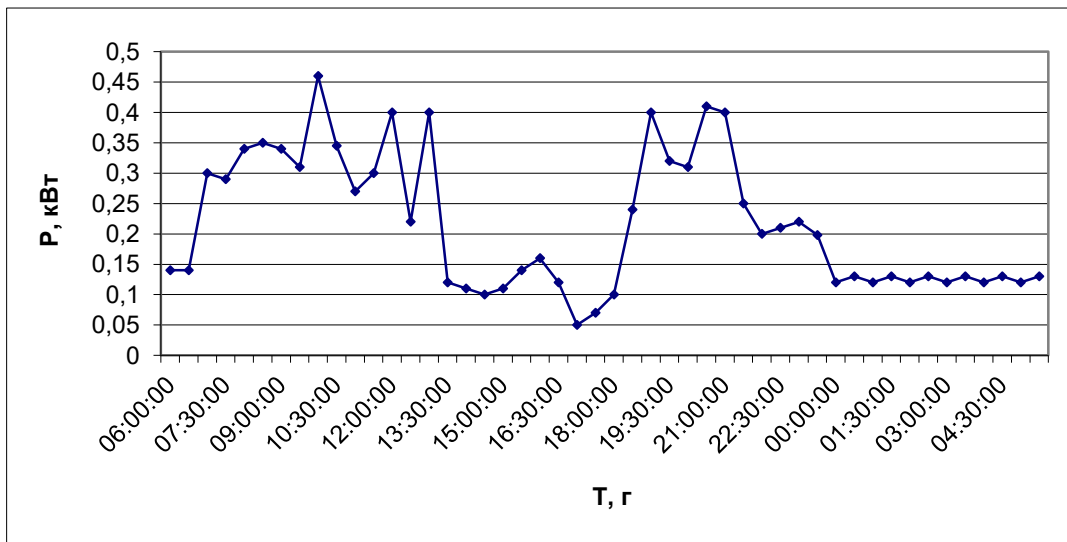


Рисунок 2.5. Графік навантаження квартири №2

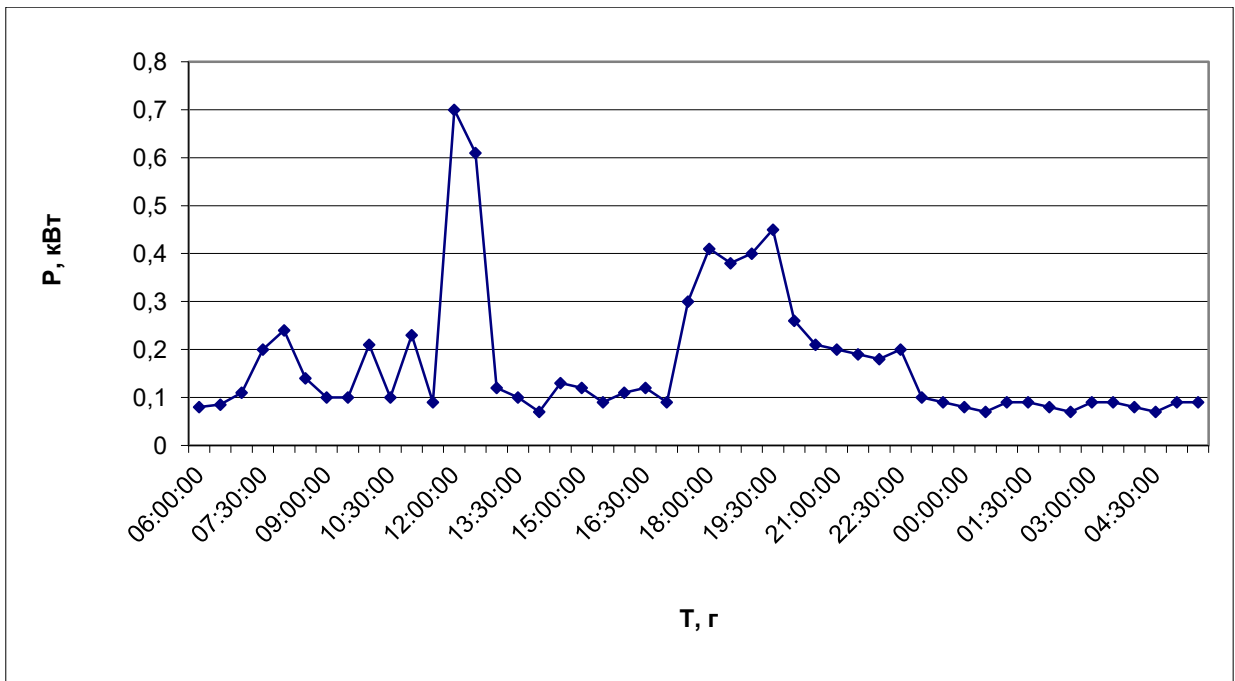


Рисунок 2.6. Графік навантаження квартири №3

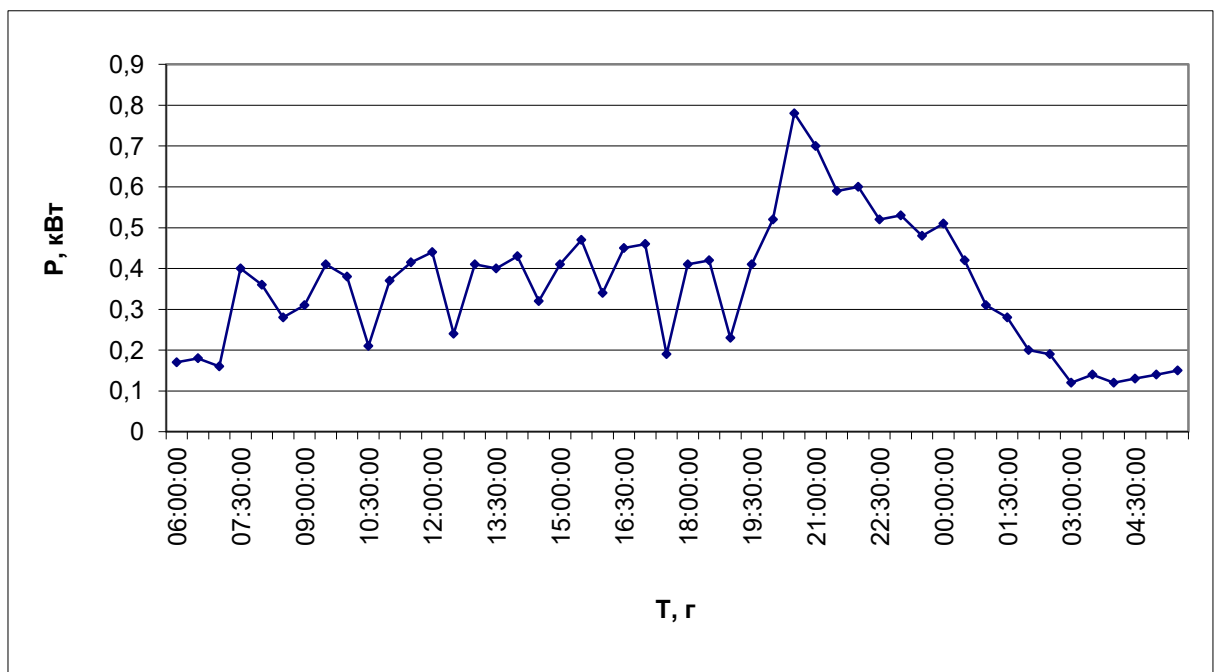


Рис. 2.7. Графік навантаження квартири №4

Побудуємо умовний графік навантаження квартири виходячи з отриманих даних

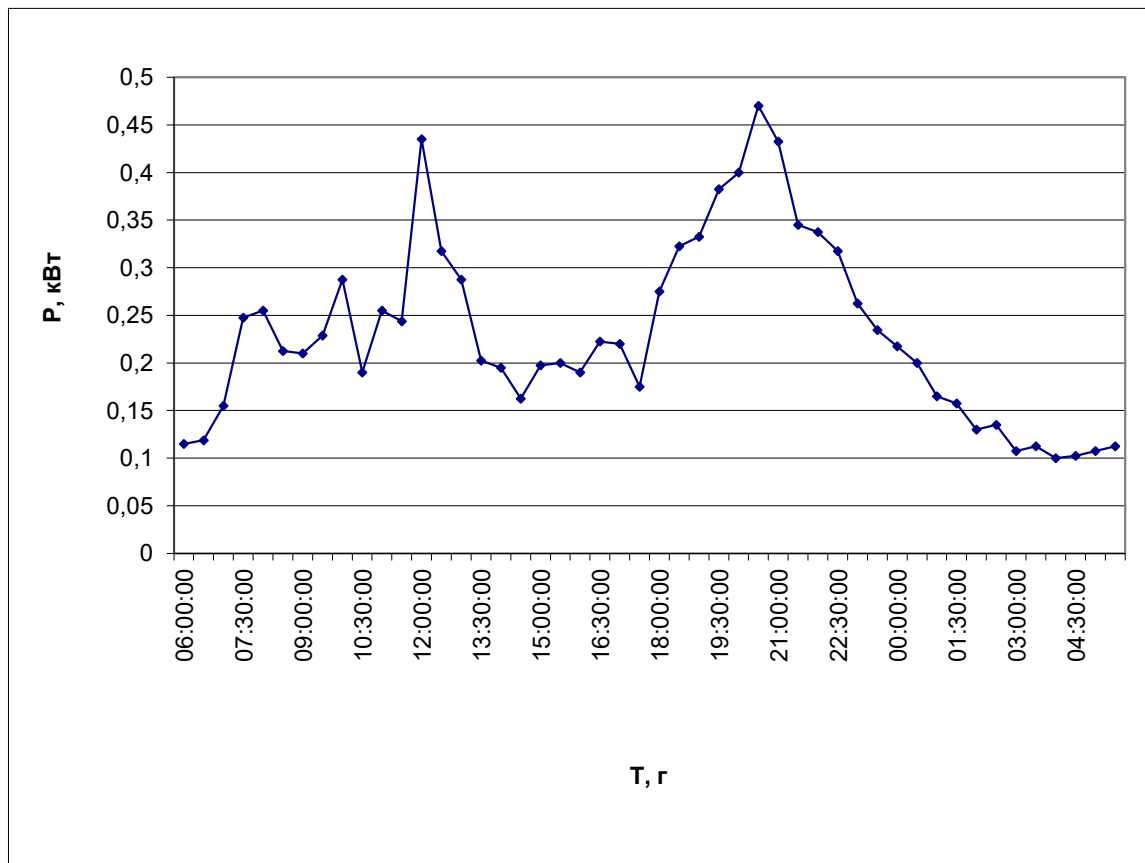


Рис. 2.8. Умовний графік навантаження квартири з газовою плитою

Проаналізуємо отриманий графік.

Максимальне значення навантаження складає $P=0,47$ кВт.

Чітко виражені максимуми навантаження у ранкові (з 7.00 до 13.00) і вечірні години (з 18.00 до 22.00)

Порівняємо даний графік з графіками побутово-житлового навантаження і навантаження енергосистеми м. Кропивницького

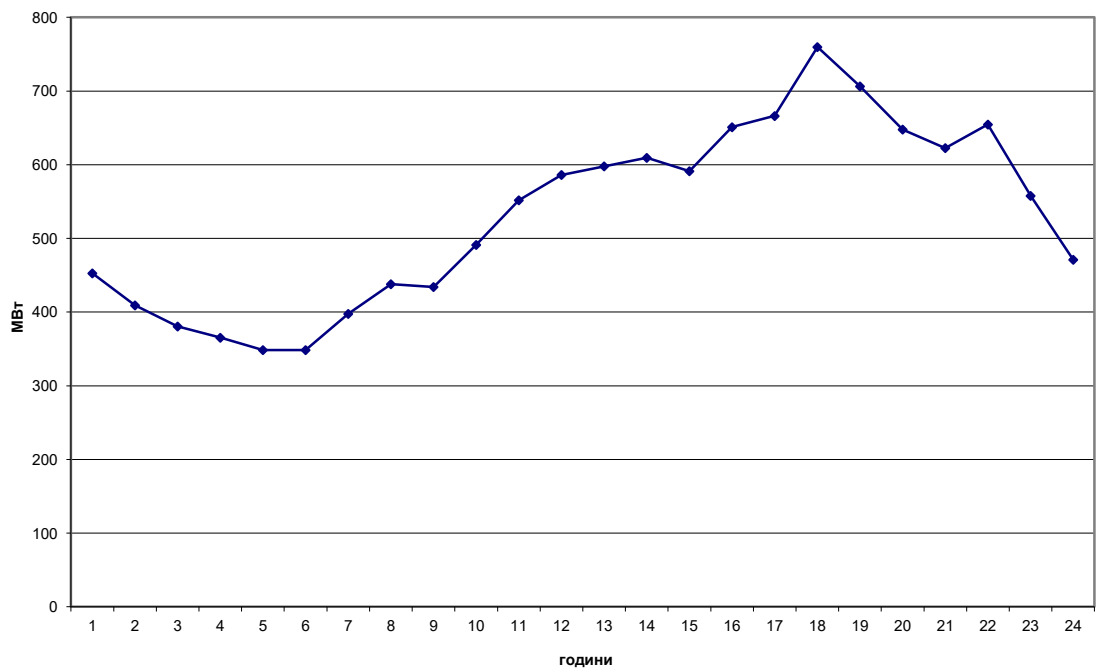


Рис.2.9 Графік навантаження комунально-побутових споживачів м.Кропивницького

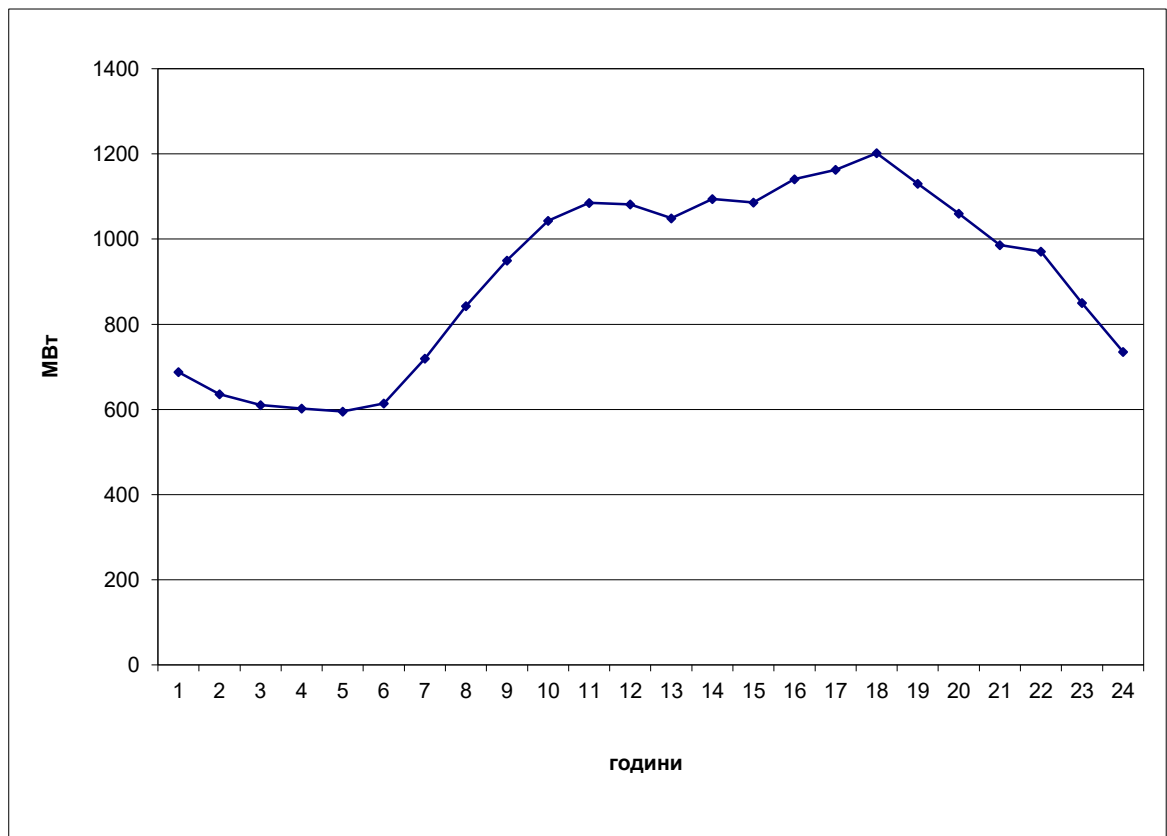


Рис. 2.10. Графік навантаження електричних мереж м.Кропивницького

Коефіцієнт кореляції між даними графіками складає:

$$R(\text{квартира; побутово-житлове навантаження}) = 0,684$$

$$R(\text{квартира; навантаження енергосистеми м. Кропивницького}) = 0,642$$

Виходячи зі значень коефіцієнту кореляції можна вважати:

а) Дані, по яким побудований графік навантаження житлової квартири є достовірними (коефіцієнт кореляції R (квартира; побутово-житлове навантаження) = 0,684 – велике значення коефіцієнту кореляції);

б) Графік навантаження житлової квартири співпадає з графіком навантаження енергосистеми м. Кропивницького, що свідчить про те, що основне споживання електроенергії енергосистеми м. Кропивницького відповідає житловому сектору.

2.6. Визначення питомих навантажень житлових квартир по експериментальним даним

Основні дані по розрахунку питомих навантажень житлових квартир наведений в таблиці 2.4.

При розрахунку середньої величини питомого навантаження споживачів електроенергії квартири, кВт враховувались коефіцієнти потужності електричних побутових приладів і коефіцієнт використання. Останній визначався виходячи з даних про час використання приладів на протязі доби і корегувався апріорно на основі приблизного використання приладів у побуті і від досвіду.

За даними таблиці 2.3. побудуємо умовні графіки питомих електричних навантажень.

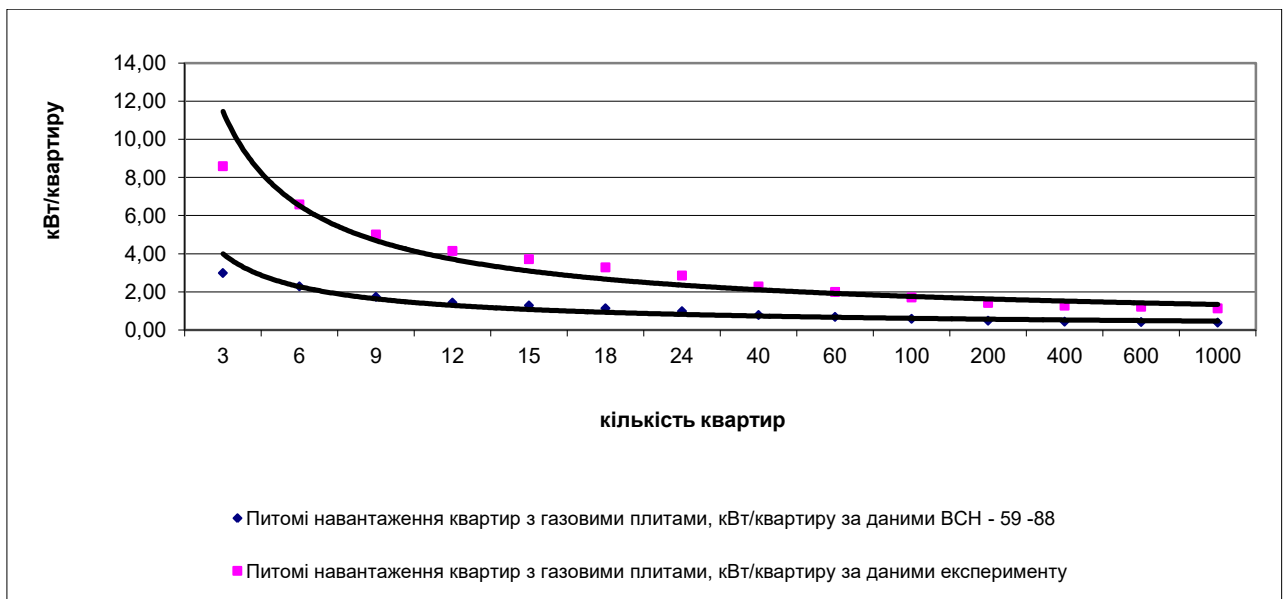


Рис. 2.11. Порівняння питомих навантажень для квартир з газовими плитами

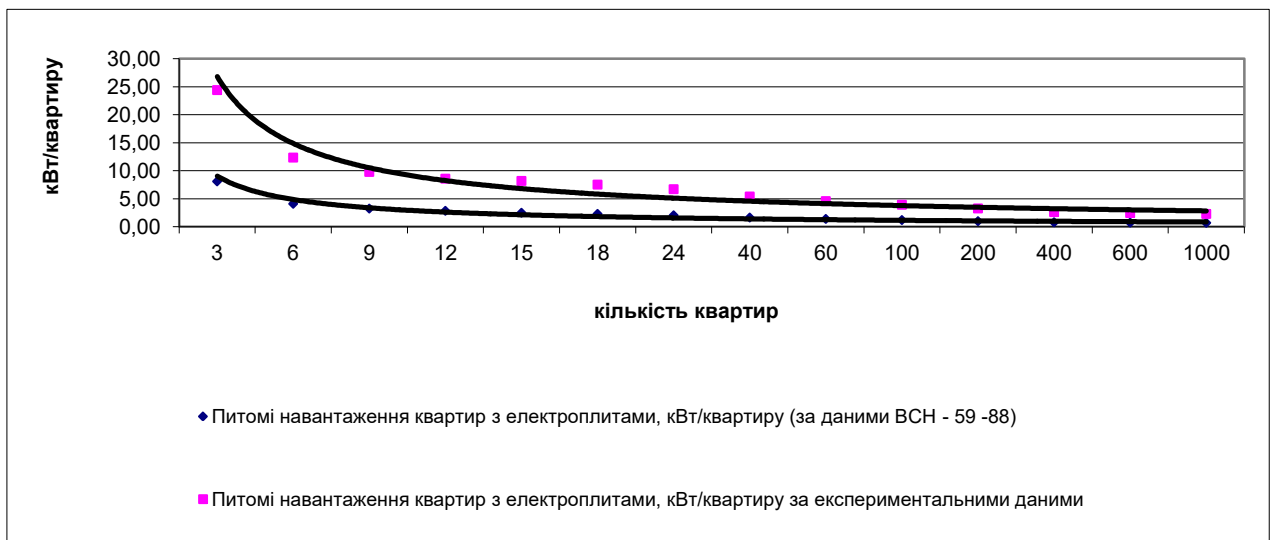


Рис. 2.12. Порівняння питомих навантажень для квартир з електричними плитами

3 МОНІТОРИНГ ТА КОНТРОЛЬ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ КОМУНАЛЬНО-ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ

3.1. Необхідність проведення моніторингу електроспоживання в сфері комунально-побутових споживачів.

Зростаюча вартість енергоресурсів привела до необхідності проведення заходів по підвищенню ефективності використання енергоресурсів. Стрімке зростання тарифів на електроенергію, за останні роки особливо помітно і можна з великою вірогідністю припустити, що тенденція збережеться. Зростання тарифів обумовлено в основному збільшенням вартості енергоносіїв, встановленням нових генеруючих джерел та транспортних і логістичних комунікацій енергоносіїв. Незмінність тарифів на енергоносії можна забезпечити при балансі цін на внутрішньому і зовнішньому ринку або за умови зміни політики, яка впливає і регулює ціни на внутрішньому ринку.

Комунальне господарство потребує ряду заходів, які б вирішили б одну з актуальних на сьогоднішній день проблем соціальної сфери - раціональне використання енергоресурсів і зниження витрат бюджету на їх проведення.

Безумовно, це завдання комплексне, але в ньому можна виділити основні напрямки, одним з яких є впровадження комерційного обліку електроенергії та енергозбереження.

Облік необхідно проводити у вузлових об'єктах мереж енергопостачання, при введенні в будинки, це дозволить розраховуватися за фактично спожиту електроенергію, а не за розрахункові норми, розроблені десятиліття тому. Такі розрахунки можливі тільки при розробці тарифів на енергоносії. Для досягнення оптимального результату потрібно впроваджувати АСКУЕ в побутових споживачів, яка б стимулювала

споживача до економії електроенергії і впорядкування розрахунків з постачальною організацією енергоресурсів.

Впровадження таких проектів необхідно ретельно розрахувати, основним критерієм повинні бути економічна ефективність і терміни окупності.

З кожним роком на побутові потреби витрачається все більше електроенергії, у величезних масштабах росте застосування побутової електрифікованої техніки.

Економія стає найважливішим джерелом зростання виробництва. Розрахунки показали, а практика підтвердила, що кожна одиниця грошових коштів, витрачених на заходи, пов'язані з економією електроенергії, дає такий же ефект, як в два рази більша сума, витрачена на збільшення її виробництва.

Комунально-побутове господарство є на сьогодні великим споживачем палива і енергії: на його частку доводиться близько 20% паливно-енергетичних ресурсів. Споживання електроенергії в житловому секторі досягає 12% всієї електроенергії країни, з них близько 80% витрати електроенергії доводиться на електропобутові прилади, 20% витрачається на освітлення.

Найбільшим споживачами електроенергії в комунально-побутовому господарстві є житлові будинки. В них щорічно витрачається в середньому 600 кВт·год. на людину, з яких приблизно 480 кВт·год. споживається всередині квартири на освітлення і побутові прилади різного призначення і 120 кВт·год. – в установках інженерного устаткування і освітлення загальних будинкових приміщень. Внутрішньоквартирне споживання електроенергії складає приблизно 1500 кВт·год. на рік з розрахунку на середню міську квартиру з газовою плитою і 2500 кВт·год. – з електричною плитою.

Отже, потреба в енергії постійно збільшується. Електростанції працюють з повним навантаженням, особливо напружено – в осінньо-

зимовий період роки в годинник найбільшого споживання електроенергії: з 8.00 до 10.00 і з 17.00 до 21.00.

Автоматизована система на базі Smart дозволяє постійно контролювати процес постачання і споживання електроенергії в побутовому комплексі. Проаналізувавши отриманні дані можна зробити висновки, щодо заходів по економії електроенергії, тобто впровадження енергозберігаючих технологій.

3.2. Аналіз систем обліку електричної енергії комунально-побутових споживачів

Схема підключення приладів для вимірювання активної потужності в чотирьохпровідній мережі показана на рис.3.1.

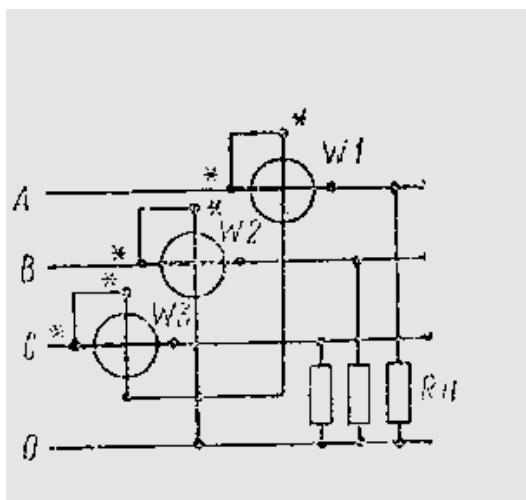


Рис. 3.1 Схема підключення приладів для вимірювання активної потужності в чотирьохпровідній мережі.

Подібна організація енергопостачання призведе до несанкційного доступу і несанкційного підключення до приладів обліку споживачами. Індукційні лічильники із-за своїх конструкторських особливостей мають рухомі частини, доступні для гальмування і їх можливо зупинити, змінюючи їх положення в просторі, а також піддаються самим простим і розповсюдженим способам розкрадання.

Ще одним з недоліків систем обліку електроенергії побутовому комплексу є складність використання диференційованих тарифів. Протягом певного часу з'явилася можливість оплачувати спожиту електроенергію по тарифам диференційованим по зонам доби. Для цього необхідно встановити дома багатотарифні прилади обліку. Це неминуче веде до появи в одному багатоквартирному будинку декількох різних типів електролічильників, що значно ускладнює і підвищує вартість експлуатації цих дорогих пристроїв, загострює питання про їх збереження в поверхових щитках, а в окремих випадках виникає потреба в нестандартних рішеннях по їх розміщенню, коли вони не вписуються в стандартні щитки. Енергетики радять перед тим, як придбати прилади потрібно підрахувати для себе економічну вигоду. Тарифи передбачають зниження вартості спожитої енергії в години мінімального споживання, тобто з 11 години вечора до 7 години ранку до 50% від денного тарифу. Але тоді в години максимального споживання електроенергії - з 7 години ранку до 23 години ночі – діє тариф на 25% вище основного. Тобто, споживач повинен проводити регулюючі заходи. Іншими словами це означає, що споживачі повинні включати свої комп'ютери, пральні машини, мікрохвильові печі, і інші побутові прилади в нічний час. Тоді використання багатотарифних приладів обліку буде вигідним. Але це не зручно, а також відсутній стимулюючий ефект у побутових споживачів.

До основних недоліків систем обліку електроенергії відноситься не гнучкість систем освітлення. Система освітлення в багатоповерхових будинках працює цілодобово або відсутня взагалі, тобто не управляється і не відключається. Часто можна побачити в під'їздах яскраво увімкнене освітлення серед білого дня, при чому горить не на одному поверсі, а на всіх. Та й обладнання, яке встановлене зараз в багатоповерхових будинках не завжди є енергозберігаючим.

Для підвищення ефективності обліку споживання та оплати електричної енергії використовують автоматизовану систему обліку електроенергії.

Розглянемо системи АСКУЕ на базі КТЗ «Енергія».

Система АСКУЕ на базі КТС «Енергія» призначена для вимірювання електричної енергії, обробки отриманої по каналах обліку інформації і видачі результатів обробки у вигляді таблиць, графіків, відомостей на відеомонітор і друкуючий пристрій IBM PC/AT сумісного комп'ютера. Також дозволяє вести комерційні розрахунки за енергоспоживання на підприємствах з будь-якою схемою енергопостачання

Зв'язок в АСКУЕ організовується:

- по виділених двухпроводним симплексних лініях;
- по виділених двухпроводним напівдуплексних лініях;
- по телефонних лініях з використанням модемів;
- по радіоканалах, із застосуванням засобів зв'язку КТС «КОРАТ».

Ця система побудована на пристроях збору даних (ПЗД) і основним істотним недоліком її принцип збору інформації, заснований не на вичитуванні даних безпосередньо з лічильників, а на обробці кількості і динаміки імпульсів, отриманих від імпульсних виходів, які в ПК диспетчера перераховувалися в показання. У зв'язку з цим, вихід з ладу або погіршення якостей однієї з ланок передачі інформації (імпульсного виходу лічильника, лінії зв'язку лічильника з ПЗД, телефонної лінії зв'язку між ПЗД і платою введення в ПК, плати введення ПК, ПЗД, програмного забезпечення, ПК) спричиняло за собою втрату даних.

Недоліки системи АСКУЕ на базі КТЗ «Енергія» пов'язаних в основному з проблемою забезпечення достовірності прийнятої інформації:

1. Уразливість системи, пов'язана з наявністю єдиного інтелектуального пристрою, збій в роботі якого викликає знищення всієї системи.
2. Незахищеність від спотворення первинної інформації наприклад, внаслідок установки закоротки в лінії зв'язку і т.п.
3. Втрата або спотворення інформації у разі несправності лінії зв'язку в умовах експлуатації.

Таким чином, ситуація в житлово – комунальному секторі може бути виправлена шляхом впровадження автоматизованих систем контролю і управління енергоспоживанням з використанням технологій передачі даних по силовим лініям, яка включає в себе проведення енергозберігаючих заходів, заміну застарілого обладнання, і цим самим зменшення втрат електроенергії при передачі і споживанні.

3.3. Автоматизована система контролю і обліку електроспоживання на базі Smart.

Переваги організації обліку за допомогою автоматизованих систем загальновідомі і такі системи довгі роки застосовуються як за кордоном, так і в Україні на середніх і великих промислових підприємствах. Окрім функцій обліку вони також здійснюють контроль і управління електроспоживанням на цих підприємствах. Основний економічний ефект для споживача від застосування цих систем полягає в зменшенні платежів за спожиту енергію і потужність, а для енергокомпаній в зниженні піків споживання і зменшенні капіталовкладень на нарощування пікових генеруючих потужностей.

АСКУЕ побутового сектора Smart IMS 5.2, яка забезпечує автоматизований збір даних напряму від абонентських лічильників електричної енергії розподільчої мережі 220/380 В. Відмінністю являються простота впровадження і експлуатація системи, надійність функціонування.

Опис системи Smart IMS 5.2 та її призначення.

Smart IMS 5.2 - це автоматизована система обліку електроенергії й керування споживанням, яка орієнтована на індивідуальний коннект з кінцевими одно- і трифазними споживачами. Система орієнтована на роботу в електророзподільній мережі 0,4 кВ. Система може використовуватися для обліку електроенергії та керування електроспоживанням в окремих будівлях, котеджах, багатоквартирних будинках, установах, офісах, на об'єктах соціального призначення, на виробничих підприємствах. Користувач системи - це електророзподільна компанія, що здійснює поставку електроенергії кінцевим споживачам. Компанія здійснює керування мережею споживання й одержує необхідну інформацію з мережі, завдяки Інформаційному центру (далі - Центр) і Підсистемі збору й передачі даних (далі - ПЗПД). Система забезпечує контрольований доступ до своєї бази даних для зовнішніх майстер-систем, сумісних з Smart IMS по протоколу прийому/передачі даних. Система здатна контролювати поставку електроенергії кінцевим споживачам у межах адміністративного району, міста, сільської місцевості, великих районів. Нарощування системи здійснюється за рахунок додавання нових сегментів у ПЗПД. Сегмент містить у собі обладнання мережі й лічильники Smart IMS. Звичайно сегмент ПЗПД організується в межах мережі споживання трансформаторної підстанції. Об'єднання сегментів обслуговується Центром. Загальна кількість точок обліку, дані по яких Центр здатний акумулювати й обробити, досягає одного мільйона. Дані по всіх споживачах Центр зберігає у вигляді, придатному для передачі на більш високий оперативний рівень, таким чином, кілька центрів можуть бути об'єднані в центр керування більш високого рангу.

3.3.1 Структура системи

Smart IMS – це розподілена система із простою трьохрівневою структурою.

Перший рівень системи складають лічильники, які встановлені в точках обліку або контролю балансу. Лічильники ведуть облік споживаної електроенергії й керують її подачею споживачам.

Другий рівень системи утворюють маршрутизатори, які встановлюються на підстанціях і здійснюють комунікаційні функції.

Третій рівень - Центр системи, у якому на основі зібраної облікової інформації виконуються прикладні завдання, пов'язані з обліком електричної енергії та з управлінням енергоспоживанням.

У системі підтримується двосторонній обмін даними між лічильниками й Центром. При цьому маршрутизатори виступають тільки як проміжні комутаційні пристрої.

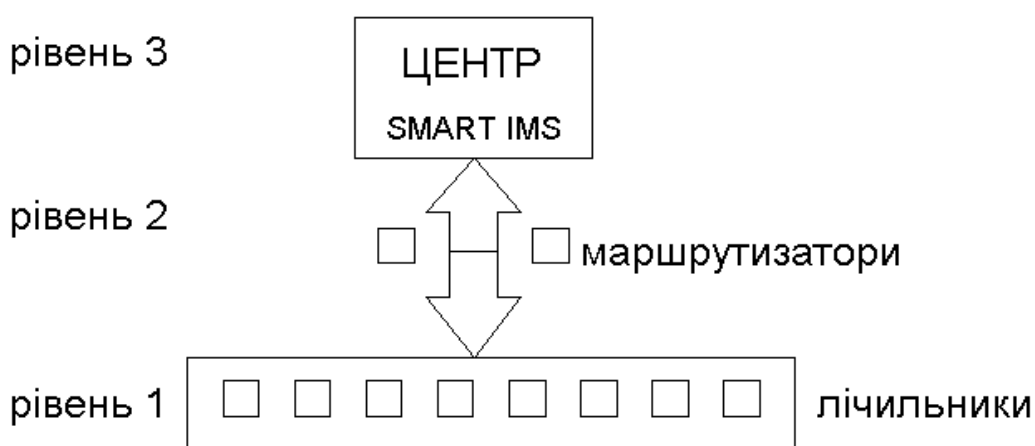


Рисунок 3.2 Трьохрівнева структура системи Smart IMS.

Особливості системи.

1. Клас точності. Індивідуальний облік споживаної активної електроенергії з високою точністю. Клас точності лічильників прямого включення – 1.0. Клас точності лічильників трансформаторного включення – 0.5.

2. Синхронізація часу. Інформаційний центр і ПЗПД працюють у

режимі реального часу й календарної дати. Регулярна синхронізація часу всіх пристроїв системи виробляється автоматично Центром з використанням точного часу мережі Інтернет.

3. Багатотарифний облік. Система здійснює багатотарифний облік, використовуючи дванадцять тарифних планів. У тарифних планах ураховується 4 річних сезони й три типи днів у тижні - робочі, спеціальні й вихідні. Застосовуються чотири тарифи: три з них є тимчасовими, і діють у межах певних тимчасових тарифних зон, четвертий - штрафний, діючий у випадках порушення умов споживання електроенергії. Границі тарифних зон у межах доби можуть установлюватися довільно з дискретністю в 1 годину.

Система дозволяє дистанційно набудовувати тарифікаційні параметри в процесі експлуатації.

4. Обмін даними. Інформаційний обмін між ПЗПД і лічильниками підтримується по лініях електропередачі 0,4кВ. Немає необхідності в прокладанні й охороні яких-небудь додаткових інформаційних магістралей. В окремих випадках можливе використання низьковольтних магістралей RS-485.

Зв'язок між ПЗПД і центром здійснюється з використанням:

- каналів GSM-Зв'язку (рекомендується);
- ліній електропередачі 0.4кВ;
- телефонних каналів зв'язку (не рекомендується);
- Ethernet-Мережі.

5. Керування споживанням електроенергії

Система забезпечує автоматичне керування споживанням електроенергії (відключення/підключення споживача) відповідно до заданої програми й сформованою ситуацією.

3.3.2 Опис основних компонентів системи та їх характеристики

Центр забезпечує розв'язання наступних завдань:

1.Накопичення й зберігання даних:

- по споживанню електроенергії в кожній точки обліку;
- по аварійних станах мережі споживання;
- по діях споживача, що веде до порушення застереженого режиму споживання.

2.Керування споживанням.

3. Візуалізація інформації в зручному виді у відповідності зі сформованими користувачами системи шаблонами.

4. Забезпечення зв'язку із зовнішніми майстрами-системами.

Центр може розташовуватися як в офісі електророзподільної компанії, що забезпечує поставку електроенергії користувачам SMART IMS, так і в будь-якому іншому підходящому місці.

Конфігурація Центра показана на рис.2.3. Центр включає до складу один або кілька комп'ютерів, що працюють, як сервери. Допускається підключення до локальної мережі Центра інших користувачів, майстер-систем, що мають права доступу до баз даних Центра. Такий майстер-системою може бути, наприклад, білінгова система.

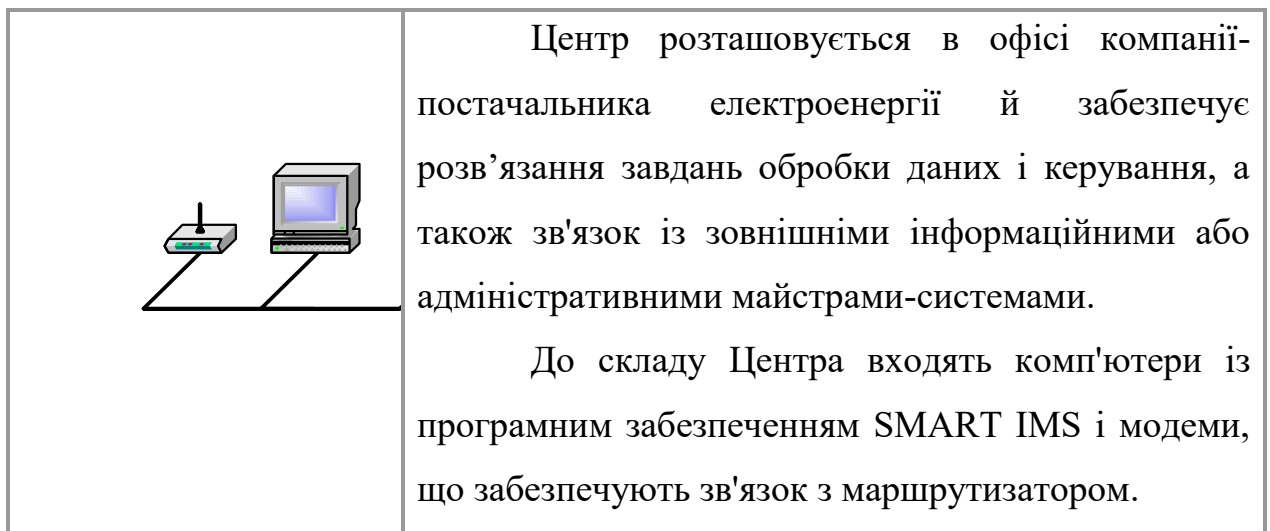


Рис. 3.3 Конфігурація Центра.

Конфігурація Центра й параметри використовуваних комп'ютерів визначаються замовником по узгодженню з постачальником SMART IMS.

До складу Центра входять:

- Комунікаційний Сервер (далі Ком-Сервер) на базі Windows 2000 і Service

Pack 3, з ПО SMART IMS, що включає службу PVConfig. Служба призначена для конфігурування Ком-Сервера й налаштування обміну інформацією з маршрутизатором.

- Сервер Баз Даних (далі – Сервер БД) на базі Windows 2000 і Service Pack 3, з ПО SMART IMS, що включає служби:

- Адміністратор.

- Диспетчер.

- Конфігуратор.

- Аналітик.

- Експорт-Менеджер.

Служби Адміністратор і Диспетчер є основними засобами збору й обробки даних, а також контролю технічного стану мережі. Інші служби не є обов'язковими й можуть не використовуватися.

Служба Адміністратор призначена для:

- формування груп користувачів Комплексу SIMS і визначення прав доступу до системи;

- забезпечення схоронності інформації, адміністрування бази даних і бази конфігурації;

- перегляду загальної інформації про лічильники;

- перегляду й редагування загальних параметрів (ім'я й IP-Адреса) комунікаційного сервера;

- розподілу лічильників по групах користувачів;

- здійснює імпорт команд із текстового файлу й передачу їх на обраний лічильник.

Програма розміщується на робочій станції (комп'ютері) інформаційного центра.

Диспетчер:

- Формує шаблон для перегляду параметрів лічильника.
- Переглядає інформацію з поточного стану лічильників відповідно до обраним їм шаблоном.
- Переглядає історію лічильників.

Користувачами служби «Диспетчер» є адміністратори й диспетчери системи.

Служба Диспетчер надає можливість адміністраторові одержувати інформацію із всіх лічильників, що входять до складу системи. Диспетчер може працювати тільки зі «своєю» групою лічильників. Розподіл лічильників між диспетчерами здійснюється службою «Адміністратор». Зі своєї групи лічильників диспетчер формує групи й підгрупи.

Диспетчер надає інформацію з потокового стану лічильника відповідно до обраного шаблона:

- параметри лічильника;
- погодинне споживання;
- показання;
- аварії;
- конфігурацію.

Диспетчер показує історію лічильника, самостійно формує шаблон виводу інформації або використовує стандартні шаблони, має можливість переглянути й відредагувати конфігурацію лічильника, аналізує технічний стан мережі на основі отриманої інформації

Конфігуратор

Дозволяє скласти у вигляді мнемо-схеми конфігурацію мережі споживання, включаючи прилади Smart IMS Служба Конфігуратор Imscfg.exe (далі – конфігуратор) призначена для:

- створення нових об'єктів електромережі,

- пошуку й вибору існуючих об'єктів за їх назвами і поштовими адресами;
- створення наочної структури об'єкта електромережі у вигляді мнемосхеми;
- конфігурування встаткування комплексу;
- перегляду параметрів об'єктів мережі.

Програма розміщується на робочій станції (комп'ютері) інформаційного центра й дозволяє повністю сформувати первісну структуру електромережі, а також вносити зміни в конфігурацію мережі в міру необхідності.

До складу Підсистеми збору й передачі даних – ПЗПД входять наступні пристрої зображенні на рисунку 3.4.

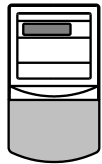
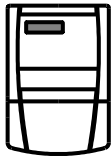
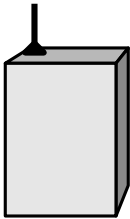
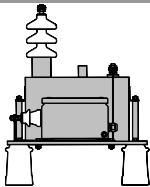
	Однофазні лічильники серії NP06, які встановлюються в однофазних споживачів і забезпечують облік і керування споживанням електроенергії.
	Трифазні лічильники серії NP06, які встановлюються в 3-фазних споживачів і/або в точках контролю балансу й забезпечують облік і керування споживанням електроенергії.
	Маршрутизатори, які встановлюються на підстанції 0,4кВ або в іншому обладнаному місці й виконують функції майстра комунікаційної мережі, забезпечуючи транзит даних між центром і лічильниками, а також між лічильниками й виносними дисплеями.
	Виносні дисплеї, які дублюють показання дисплеїв лічильників, і можуть установлюватися в будь-якому зручному споживачеві місці.
	Пристрою приєднання – технологічне встаткування, що дозволяє маршрутизаторам передавати дані по лініях електропередачі 0,4 кВ.

Рис. 3.4. Пристрої, які входять до складу Підсистеми збору і передачі даних.

Схема побудови Smart IMS 5.2 у загальному вигляді включає три рівні. На «нижньому» рівні розташовуються лічильники й виносні дисплеї. Залежно від типу споживача для обліку електроенергії використовуються одно або трифазні лічильники. Трифазні лічильники використовуються також для контролю балансу на заданих ділянках електромережі.

Лічильники обмінюються даними з «середнім» рівнем, на якому перебуває маршрутизатор, що виконує комунікаційні функції. Також, через маршрутизатор, лічильники передають в одnobічному порядку інформацію на виносні дисплеї. Маршрутизатор здійснює збір і тимчасове, до двох діб, зберігання даних.

Фізично, обмін з лічильниками здійснюється по електропроводці 0,4кВ. В окремих випадках використовуються низьковольтні магістралі RS-485. Маршрутизатор, як правило, встановлюється на трансформаторній підстанції й підключається до системи вторинних шин трансформаторів. Маршрутизатор підтримує двосторонній зв'язок з «верхнім» рівнем - Центром, з використанням підходящого середовища передачі даних:

- GSM-Зв'язку;
- MV-Магістраль, фізичним середовищем якої є лінії електропередачі 6/10, 6/20 кВ;
- магістралі Ethernet;
- телефонних ліній.

У Центрі здійснюється збір і довгострокове зберігання даних. На основі отриманої інформації вирішується весь комплекс завдань прикладного характеру.

3.3.3. Характеристики обладнання підсистеми вимірювання

Виконання основних і допоміжних функцій системи, здійснюється за допомогою лічильників електроенергії, мережних приладів - маршрутизаторів, і встаткування Центра. Як частина устаткування, Smart

IMS використовує саму мережу розподілу електроенергії, у яку включені лічильники й маршрутизатори. Лінії електропередачі 0,4 кВ використовуються як фізичне середовище для організації інформаційної PL-Мережі, що забезпечує обмін даних між лічильниками й маршрутизаторами. Маршрутизатор є проміжним пристроєм в інформаційному обміні між PL-Мережею й Центром. Центр комплектується комп'ютерами й модемами, що здійснюють перетворення вхідної інформації в комп'ютерний стандарт.

Лічильники SMART IMS 5.2 представляють собою електронні прилади, що забезпечують аналого-цифрове перетворення напруги й струму, обчислення потужності, споживаної активної й реактивної енергії й збереження даних в енергонезалежній пам'яті.

Лічильники роблять розрахунок сальдо споживача на основі даних отриманих із Центра, і вирішують відключити споживача від мережі у відповідність із установленою політикою керування подачею електроенергії споживачеві. Із цією метою лічильники обладнані реле, що відключає. Для включення лічильника після усунення причини його відключення є кнопка, доступна користувачеві.

Дані про спожиту електроенергію, сальдо споживача й інша інформація про режим роботи лічильника й аварійних ситуацій виводиться на вбудований жидкокристалічний дисплей. Можливий також вивід інформації на зовнішні виносні дисплеї.

Кожен лічильник постачений PL-Модемом і підтримує зв'язок з маршрутизатором по PL-Магістралі. Модеми виконують також функцію мережевих ретрансляторів, що дозволяє забезпечувати надійний зв'язок в довгих і розгалужених PL-Магістралях. Є можливість підключення лічильника до низьковольтних цифрових магістралей RS-485. Лічильники містять схему виміру диференціального струму - різниці струмів у нульовому й фазному проведеннях.

При перевірці лічильників, а також при спеціальному сервісному обслуговуванні використовується низьковольтний цифровий комунікаційний

інтерфейс, що може бути настроєний як імпульсний. Контакти комунікаційного інтерфейсу виведені на клемну колодку лічильника.

Таблиця 3.1 Технічні характеристики 1ф лічильника

Характеристика	Од.виміру	Значення за ДСТ 30207-94 (ІЕС 61036)
Номінальна напруга	V	220 ---1250%%
Частота мережі	Hz	$50 \pm 2,5$
Номінальний струм	A	10
Максимальний струм	A	80
Клас точності		1
Цифровий інформаційний вихід		CM.BUS
Комунікаційний інтерфейс		PL (Power Line)
Чутливість	A	0,02
Потужність, споживана ланцюгами напруги активна повна	W V A	1,0 5,0
Потужність, споживана ланцюгами струму	V A	0,05
Чутливість датчика диференціального струму	m	60 - 250
Маса	kg	0,9
Габаритні розміри	mm	221 (233, 244) Ч 128 × 80

Таблиця 3.2 Технічні характеристики 3ф лічильника прямого включення.

Характеристика	Од.виміру	Значення за ДСТ 30206 (ІЕС 61036, ІЕС
Номинальна напруга	V	3 × 220/380
Частота мережі	Hz	50±2,5
Номинальний струм	A	5
Максимальний струм	A	80
Клас точності при вимірі: активної енергії реактивної енергії		0,5S 2
Цифровий інформаційний вихід		CM.BUS
Комунікаційний інтерфейс		PL (Power Line)
Чутливість	A	0,005
Потужність, споживана кожним ланцюгом напруги активна, не більше повна, не більше	W V A	1,3 7,0
Потужність, споживана ланцюгами струму, не більше	V A	0,05
Маса, не більше	kg	1,5
Габаритні розміри	mm	184 Ч 278 (290, 301) Ч 78,5

Таблиця 3.3. Основні технічні параметри лічильника трансформаторного включення.

Найменування	Одиниці	Значення
Номінальна напруга	V	3x240/400
Частота мережі	Hz	50±2,5
Номінальний струм	A	5
Максимальний струм	A	6
Клас точності		0,5 - для активної потужності 2,0 - для
Чутливість	A	0,005
Передаточні числа імпульсного виходу	imp/kvar-h	4800
Маса	kg	2,3
Габаритні розміри	mm	285 x 180 x 100
Робочий діапазон температур	C°	від -10 до +50

Можливі схеми включення

- (a) 3-х елементний, по 4-х провідній схемі;
- (b) 2-х елементний, по 3-х провідній схемі.

Конструктивне виконання

Пластмасовий корпус із убудованим дисплеєм.

Маршрутизатор

Маршрутизатор являє собою автономний пристрій, призначений для адміністрування цифровий PL-Мережі, фізичним середовищем якої є проведення передачі електроенергії 0.4 kV. Передача даних у мережі здійснюється частотно-модульованими цифровими пакетами.

Маршрутизатор встановлюється, як правило, на трансформаторній підстанції й підключається до вторинної системи шин трансформаторів.

Маршрутизатор забезпечує також інформаційний обмін із Центром, з використанням підходящого середовища передачі даних:

- GSM-Зв'язку.
- MV-Магістраль, фізичним середовищем якої є лінії електропередачі 0,4 кВ.
- Магістралі Ethernet.
- Телефонних ліній.

Будучи майстром PL-Мережі, маршрутизатор здійснює наступні функції:

- Реєструє пристрою, синхронізує їхній час зі своїм, становить список пристроїв і таблицю маршрутизації - перелік мережних маршрутів до пристроїв.
- Збирає й передає дані, отриманих від лічильників, у Центр. У випадку відмови зв'язку із Центром зберігає дані протягом двох діб.
- Приймає й передає на лічильники службову інформацію із Центра.
- Перенаправляє споживчу інформацію з лічильників на зовнішні вилучені дисплеї.

Таблиця 3.4. Технічні характеристики маршрутизатора.

Найменування	Одиниці	Значення
Несучі частоти	kHz	43, 49
Швидкість передачі	бод	1200
Мінімальна амплітуда вхідного сигналу	mV	400
Амплітуда вхідного сигналу при $R_n = 5\Omega$	V	від 0,6 до 1,5
Напруга живлення	V	$230^{+5\%}$
Частота напруги живлення	Hz	$50 \pm 2,5$
Активна споживана потужність, не більше	w	12
Повна споживана потужність, не більше	V A	15
Абсолютна добова погрішність годин, не більше	s	5

Робочий діапазон температур	С°	від -20 до +60
Маса, не більше маршрутизатор		7,8
Електрошафа з Маршрутизатором	kg	13,5
Середній термін служби, не менш	рік	20
Середній час наробітку на відмову (при ймовірності відмови 0,8), не більше	діб	75 000
Діапазон температур при транспортуванні й зберіганні	С°	Від -40 до +70

В таблиці 3.5. порівнюються лінії зв'язку, провідна і PLC-системи.

Таблиця 3.5 Порівняння ліній зв'язку.

	Характеристика	Додаткова двохприводна лінія	Передача інформації по електропроводу
1	Проектні і монтажні роботи для створення системи.	Потрібна розробка проекту кросових з'єднань і монтаж інформаційних ліній прихованим чином або в спеціальних коробах.	Лічильники включаються в систему відразу ж після підключення їх до електропроводки.
2	Вартість експлуатації системи.	Потрібне створення служби контролю і підтримки технічного стану інформаційних ліній.	Інформація передається по силовій електропроводці, ніяких додаткових робіт по підтримці технічного стану інформаційних ліній не потрібні.
	Можливість нарощування існуючої системи	Потрібна прокладка додаткових ліній зв'язку, установка додаткового устаткування, тимчасове відключення діючих компонентів системи.	Прокладка додаткових ліній, установка додаткового устаткування і відключення працюючої системи не потрібна.

Захист інформації від несанкціонованого доступу	Для запобігання умисному пошкодженню інформаційних каналів потрібна прокладка інформаційних ліній в захисних коробах	Для запобігання умисному пошкодженню інформаційних каналів потрібна прокладка інформаційних ліній в захисних коробах.
Наявність проміжних контролерів	Можлива необхідність установки проміжних контролерів на фіксовану кількість абонентів (наприклад: поверхові контролери)	Система будується по принципу: «один трансформатор живлення-один концентратор»
Можливість автоматизації обліку в приватному секторі	Невигідна за економічними показниками і за показниками надійності	Залежить тільки від величини перехідних опорів в лініях електропередачі 0,4 кВ

3.3.4. Режими роботи АСКУЕ Smart

Smart IMS 5.2 здатна функціонувати у двох режимах:

1. Автоматично управляти поставкою електроенергії кожному кінцевому споживачеві на основі зробленої ним передоплати;
2. Вести автоматичний облік електроенергії, спожитої кожним кінцевим споживачем, з наступним підведенням індивідуальних підсумків за звітний період.

При необхідності система здатна підтримувати обидва режими роботи одночасно. На відміну від інших відомих систем в Smart IMS 5.2 не використовуються пластикові картки для передачі в лічильник даних про зроблену передоплату. Ці дані, поряд з іншою інформацією, регулярно надходять у лічильник по каналах зв'язку системи.

Робота в режимі передоплати (prepayment)

Режим передоплати - це головний режим роботи системи. На відміну від інших систем з системою передоплат, в Smart IMS для передачі даних до лічильника про зроблену передоплату не використовуються пластикова

картка. Для підтримки оперативного двостороннього зв'язку між лічильником і Центром застосовуються канали зв'язку системи.

Робота в системі передоплати організована в такий спосіб. Спочатку споживач заковує деяку кількість електроенергії, виражена в умовних одиницях - імпульсах. Система сповіщає про це лічильник, який обслуговує певного споживача. Лічильник підтримує сальдо споживача, і при появі повідомлення про чергову покупку це сальдо підвищується на відповідну кількість імпульсів.

Надаючи електроенергію споживачеві, лічильник пропорційно зменшує його сальдо. Припустимі технічні межі значень сальдо ± 999999 імпульсів. Однак на практиці в режимі *prepayment* припустиме негативне значення сальдо лімітується. Граничне дозволене негативне значення сальдо (ліміт) плавно встановлюється системою, але воно не повинне перевищувати - 64 000 імпульсів.

Детальна інформація про споживання - ідентифікатор споживача, що дає кількість спожитої енергії, сальдо, ліміт - постійно відображається на екрані лічильника. Ліміт обмовляється при укладанні договору із замовником, за замовчуванням встановлюється нульовий ліміт.

Лічильник автоматично вимикає від електромережі споживача, ліміт якого вичерпаний. Після одержання повідомлення про оплату, лічильник встановлює нове значення сальдо й підключає споживача. Відключення/підключення виконуються відповідно до певної політики, що докладніше розглянута нижче.

Лічильник періодично (1 раз на добу) надає в Центр детальну інформацію про спожиту електроенергію, стан сальдо й ін.

Робота в режимі кредит (credit)

Режим роботи в кредит є одним з режимів *prepayment*, коли ліміт споживача є необмеженим (*unlimited*). У цьому випадку система виконує тільки автоматичний облік споживаної електричної енергії та періодично (один раз на добу) надає результати в Центр. За результатами обліку раз на

місяць система надає споживачеві рахунок до оплати. Крім того, в Центрі система проводить облік заборгованості споживача. Якщо це передбачається правилами поставки електроенергії, то система здатна вимикати споживача-боржника, передавши відповідну команду на його лічильник.

Smart IMS допускає проведення досить гнучкої політики відносно вибору режиму функціонування (credit або prepayment), його підтримки, а також переходу з одного режиму функціонування на інший.

Як відзначалося вище, система здатна підтримувати обидва режими одночасно. У рамках прийнятого підходу, режим credit трактується як окремий випадок режиму prepayment з необмеженим лімітом. Ця обставина дозволяє вводити в експлуатацію режим поставки електроенергії з передоплатою досить “плавно”, поетапно, у міру створення відповідних умов і готовності інфраструктури.

На першому етапі Smart IMS може виступати як традиційна AMR-system, що контролює споживання електроенергії в кредит. Система здійснює індивідуальний облік електроенергії й за результатами заданого періоду (наприклад, раз на місяць) формує й розсилає користувачам рахунку для оплати.

На наступному етапі система встановлює зв'язок з Billing System і починає підтримувати механізм зміни сальдо. На цьому етапі встановлюється початкове значення сальдо й контролюються всі його зміни, але розрахунок зі споживачами, як і раніше, здійснюється на основі рахунків. Споживачі заздалегідь сповіщаються про необхідність погасити заборгованості на встановлений термін - початку наступного етапу.

Нарешті, на заключному етапі розвитку системи вводиться певний ліміт для негативного значення сальдо й система починає функціонувати як prepayment system. При цьому споживачі, ліміти яких до даного моменту виявилися вичерпаними, автоматично вимикаються. Далі система функціонує в режимі prepayment як в головному режимі, але при потребі вона дозволяє

повернути когось із користувачів у режим credit. Для цього лічильнику даного споживача знову надається необмежений ліміт користування.

Багатотарифний облік

Система підтримує багатотарифний облік електричної енергії. На протязі доби може бути задано до 3-х тарифних зон, що відрізняються одна від іншої тарифними коефіцієнтами, іншими словами кількістю тарифних імпульсів, що доводяться на одиницю активної або реактивної електроенергії. Застосовується також спеціальний 4-й тариф, що має зміст штрафного. Умови його дії задаються із Центра. Тариф може включатися, наприклад, при перевищенні встановленої максимальної потужності споживання.

Межі тарифних зон допускають гнучке настроювання з дискретністю в 1 годину. Границі тарифних зон і тарифних коефіцієнтів можуть змінюватися дистанційно командами із Центра прямо в процесі експлуатації системи.

Система використовує 12 тарифних планів, які відрізняються величинами тарифних коефіцієнтів. Тарифні плани (4х3 варіантів) дозволяють розрізняти сезони року (4 варіанти), а також робочі й вихідні дні (3 варіанти). В процесі роботи на екрані лічильника відтворюється “розкладка” споживаної електроенергії по тарифних зонах, а також позначення діючі в цей момент тарифу.

Керування енергоспоживанням

Постачанням електроенергії споживачеві управляє лічильник. Дану функцію можуть виконувати як однофазні, так і трифазні лічильники, що входять до складу Smart IMS. У лічильник вбудовано реле, яке здатне виконувати кероване вмикання/вимикання споживача, комутуючи при цьому струм, на який розрахований лічильник. Лічильник відключає споживача в наступних випадках:

- Споживачем порушені умови договору з постачальником електроенергії;
- Параметри мережі не дозволяють споживати електричну енергію через аварійну ситуацію;
- Із Центра надійшла команда на вимкнення.

В цілях дотримання прав споживача та забезпечення правил електробезпеки надається можливість задати кожному лічильнику певну політику вмикань/вимикань. Лічильник може бути налагоджений таким чином, щоб не вимикати споживача в темний час доби, а також у вихідні дні. Можуть бути також установлені певні моменти часу, протягом яких дозволене відключення/підключення.

Контроль балансу електричної енергії на ділянці мережі

За допомогою додаткових встановлених трифазних лічильників можливо здійснювати контроль балансу електричної енергії на заданих частинах електромережі. “Балансовий” лічильник встановлюється таким чином, щоб його показання збігалися із сумарними показаннями всіх лічильників, встановлених у точках споживання на заданій частині мережі. Різниця показань, що перевищує деяке заздалегідь задане припустиме значення, показує наявність технічних втрат або несанкціонованих витрат електроенергії на цій ділянці.

Аварійний нагляд

Система підтримує функцію аварійного нагляду. Кожен лічильник, при необхідності, здатний формувати два типи аварійних повідомлень:

- апаратна несправність;
- порушення в споживанні.

Перше повідомлення формується у відповідь на будь-яку внутрішню несправність лічильника, що порушує режим його нормального

функціонування. Реакцією на таке повідомлення повинна бути заміна несправного лічильника на справний.

Друге повідомлення формується при надходженні сигналу датчика різниці струмів в “нульовому” і “фазному” проводах. Такий сигнал виникає, якщо різниця струмів перевищує певну граничну. Ця ситуація може бути обумовлена спробою розкрадання електроенергії шляхом неправильного включення лічильника або якою-небудь іншою аварійною ситуацією, викликаною природною причиною. Реакцією на таке повідомлення повинне бути з'ясування причини на місці.

Аварійні повідомлення передаються в Центр, пред'являються черговому персоналу Центра й фіксуються в спеціальних журналах.

В Smart IMS передбачений комплекс заходів, що здійснюють надійний захист від технічних втрат та розкрадань електроенергії. Які-небудь некоректні підключення, спроби користування в обхід лічильника або несанкціоновані включення до живильної лінії фіксуються системою як аварійні події. У випадку їхньої появи лічильник надає аварійні повідомлення, які в екстреному порядку доставляються в Центр, пред'являються операторові й фіксуються в спеціальних електронних журналах.

При необхідності в лічильниках можуть бути встановлені режими одержання й відправлення в Центр більше докладної інформації, наприклад - добових погодинних карт споживання. Такі карти дозволяють проводити більше детальний аналіз на основі погодинного профілю споживання. Перераховані вище функції допускають гнучке й багаторазове налаштування в процесі експлуатації лічильника. Налаштування виконується індивідуально й дистанційно за допомогою відповідних команд із Центра, адресованих конкретному лічильнику.

Переваги та недоліки при використанні системи «SMART».

Використовувана в Smart IMS технологія обліку повністю автоматизована, зовсім не має потреби у великому штаті контролерів і повністю виключає можливість втручання будь-яких негативних суб'єктивних факторів на функцію обліку.

Smart IMS чітко контролює дисципліну розрахунків за спожиту електроенергію. Використовувані методи й засоби забезпечують своєчасну сплату за споживану електроенергію й виключають можливість виникнення яких-небудь заборгованостей споживачів перед постачальниками.

Smart IMS постійно контролює процес подачі електроенергії, оперативно викриває і локалізує будь-які технічні втрати або спроби несанкціонованого підключення.

Таким чином, використання Smart IMS приводить до загального зниження експлуатаційних витрат і втрат компанії-постачальника електроенергії і, відповідно, до росту її доходів.

Недоліком системи є її велика закупівельна ціна.

Економічний ефект від впровадження АСКУЕ складає від 5 до 20 % на рік від сумарного споживання електроенергії об'єктами автоматизації.

В даний час, автоматизація обліку електроенергії в побутовому комплексі – нагальна, економічно виправдана необхідність.

4 ПРОВЕДЕННЯ МОНІТОРИНГУ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ МІСЬКОГО КОМУНАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ

4.1. Загальні відомості про будівлю

Конструкція будівлі

ЗОШ являє собою триповерховий будинок (у формі «Н» , орієнтована головним фасадом на Північний Захід. Блок налічує 8 кімнат, хол, кухню. В кімнати розраховані на 2 або 5 проживаючих. Будинок також має підвально-службові приміщення.

Фундамент : бутової, стрічковий 60 см

Зовнішні стіни: матеріал – червона цегла, товщина 530 мм.

Зовнішня обробка: розшивка.

Перекрыття і покриття: із збірних залізобетонних круглопустотних плит товщиною 300 мм.

Покрівля: плоска, малосхильна, з кутом нахилу 3^0 , вкрита рулонним багатошаровим рубероїдним килимом, керамзит. Сумісна.

Вікна: створчаті, подвійні та металево-пластикові

Двері: одно та двохполовинчасті, філенчасті

Цокольний поверх висотою 1м., висота основних приміщень 3 м.

Загальна площа оскління: складає $641,4 \text{ м}^2$.

Загальна опалювальна площа: 4232 м^2 , об'єм – 23382 м^3

Призначення будівлі

Робочий день персоналу школи 8^{00} - 17^{00} .

Обідня перерва: 13^{00} - 14^{00} .

На вахті школи чергують вахтери, у нічну годину - охоронник

Загальна кількість працюючих: складає 95 осіб. Учнів – 674 осіб.

В теперішній час навчається 674 учнів; у 2020/2021 навчальному році 687, а в 2021/2022 році – 709.

На протязі цього часу кількість працюючих не змінювалась.

Існуючі тарифи на енергоносії

Тепло: 626,14 грн/Гкал

Електрична енергія: 0,814 грн/кВт

Опалювальна площа ($S_{пл}$): 4232м²

Вода: 7,02 грн/м³(водопостачання – 4,02 грн/м³; водовідведення – 3 грн/м³)

Профіль використання енергії

Робітники та учні школи використовують електричну та теплову енергію, холодну, та гарячу воду.

Тепло йде на опалення навчальних приміщень: класів, коридорів, побутових кімнат, тощо.

Вода використовується для побутових потреб

Електроенергія використовується для проєкторів, електроплит (приготування їжі) та освітлення.

4.2 Обстеження енергетичних систем об'єкта

Аналіз теплозахисних якостей конструкцій, що захищають будівлю визначався за зовнішнім оглядом, без проведення технічної експертизи теплотехнічних властивостей огорожуючих конструкцій. Вимірювання температури виконувалося за допомогою інфрачервоних бесконтактних термометрів. Витрата води, теплової та електричної енергії визначалося за показами встановлених приладів обліку. Дослідження роботи системи освітлення виконувалося за допомогою зовнішнього огляду, а відповідність освітленості нормативних даних за допомогою люксометрів.

Під енергетичними системами розуміються системи електропостачання, система теплопостачання і ГВП, система водопостачання і каналізації. Загальний стан всіх систем в цілому є задовільним. Але виявлені осередки неефективного використання енергоресурсів в системах водопостачання та теплової енергії, через наявність витоків повітря віконних та дверних проїомів. Результати обстеження приведені в додатку А.

Обстеження огороджуючих конструкцій

Площа стін 3546

Площа вікон 795,24 м²

Кількість вікон 194

Площа склоблоків -79 м

Площа дверей -44 м²

Стіни будівлі збудовані з цегли, а зсередини оброблені шаром

штукатурки. Загальний термічний опір глухих стін : $R_c = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_c}{\lambda_1} + \frac{\delta_{ш}}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_2}$,

де δ_c - товщина шару цегли, $\delta_c = 0,5$ м;

λ_1 - теплопровідність цегли на цементно-пісчаному розчині, $\lambda_1 = 0,81 \frac{Вт}{м \cdot ^\circ C}$;

$\delta_{ш}$ - товщина штукатурки, $\delta_{ш} = 0,005$ м;

λ_2 - теплопровідність штукатурки, $\lambda_2 = 0,7 \frac{Вт}{м \cdot ^\circ C}$;

α_1 - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої сторони будівлі, $\alpha_1 = 9 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$;

α_2 - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої сторони будівлі, $\alpha_2 = 11 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$.

$$R_c = \frac{1}{9} + \frac{0,5}{0,81} + \frac{0,005}{0,7} + \frac{1}{11} = 0,826 \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} = 0,711 \frac{м^2 \cdot ч \cdot ^\circ C}{ккал}$$

$$K_{ст} = \frac{1}{R_c} = 1,4 \frac{ккал}{м^2 \cdot ч \cdot ^\circ C}$$

Сумарна площа зовнішніх стін становить $F_c = 3546$ м²

Вікна у будівлі звичайні з подвійним осклінням та металеві-пластикові. Відстань між віконними рамами $\delta_v = 0,06$ м. Отже термічний опір

$$R_v = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{2 \cdot \delta}{\lambda} + \frac{\delta_v}{\lambda_e} + \frac{1}{\alpha_2},$$

де δ - товщина одного скляного полотна, $\delta = 0,004$ м;

λ - теплопровідність скляного полотна, $\lambda = 0,76 \frac{Вт}{м \cdot ^\circ C}$;

λ_e - ефективна теплопровідність зазору, $\lambda_e = 1,5 \frac{Вт}{м \cdot ^\circ C}$.

$$R_v = \frac{1}{9} + \frac{2 \cdot 0,004}{0,76} + \frac{0,06}{1,5} + \frac{1}{11} = 0,253 \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} = 0,22 \frac{м^2 \cdot ч \cdot ^\circ C}{ккал}$$

$$K_{\partial} = \frac{1}{R_{\partial}} = 4,54 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ \text{C}}$$

Вхідні двері дерев'яні мають розміри $3 \times 2 = 6 \text{ м}^2$.

$$\text{Термічний опір } R_{\partial} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{\partial}}{\lambda_{\partial}} + \frac{1}{\alpha_2},$$

де $\delta_{\partial} = 0,05 \text{ м}$ - товщина дверного полотна;

$$\lambda_{\partial} = 221 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ \text{C}} - \text{теплопровідність металічної конструкції};$$

$$R_{\partial} = \frac{1}{\alpha_1} + \delta_{\partial} \left(\frac{1}{\lambda_3} + \frac{1}{\lambda} \right) + \frac{1}{\alpha_2} = \frac{1}{9} + 0,05 \left(\frac{1}{221} + \frac{1}{0,76} \right) + \frac{1}{11} = 0,268 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C}}{\text{Вт}} = 0,23 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ \text{C}}{\text{ккал}}$$

$$K_{\partial} = \frac{1}{R_{\partial}} = 4,34 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ \text{C}}$$

$K_{\text{підл}}$ приймаємо згідно довідникової таблиці зі довідника "Опалення" И.Г. Староверов.

$$K_{\text{підл}} = 0,4; \text{ для стелі: } K_{\text{стелі}} = 0,5.$$

Дах будівлі, просмолений, вкритий руберойдом.

Системи водопостачання і каналізації

Водопостачання виконано від міського водоканалу. Всього до будівлі підведена одна гілка води, яка з'єднуються з водопровідними трубами по всій будівлі. Дані труби розташовані в підвальному приміщенні. Лічильник розрахунку води встановлений в підвальному приміщенні. Вода від головної труби розходить по стоякам. На кожному поверсі відповідно виконана додаткова розв'язка на СУ, крани (раковини кухня).

Система каналізаційного відводу влаштована подібно системі водопостачання.

Система вентиляції і кондиціювання

У будівлі виконано природну вентиляцію системою стоякових трубоканалів, які з'єднують всі приміщення. Повітря і вуглекислий газ, підіймаються до стелі, втягуються у вентиляційні шахти і далі поступає в навколишнє середовище.

Система обліку енергоносіїв

Щитова школи знаходиться у підвальному приміщенні. Вона складається з одного лічильника , який живиться від трансформаторної підстанції ТП -320;

Тип лічильника	Інв. номер	Рік випуску	Розташування та призначення	Тип обліку	Коефіцієнт трансформації ТС	Клас точності
СА4У-И672М	002241	1974	комунальна	ком.облік	80	2

Облік енергоносіїв - комерційний.

Споживання холодної води

Місяць	2019		2020		2021	
	м ³		м ³		м ³	
Січень	98		102		80	
Лютий	81		74		120	
Березень	46		48		156	
Квітень	140		97		65	
Травень	162		89		95	
Червень	106		105		105	
Липень	104		55		65	
Серпень	26		24		9	
Вересень	66		72		87	
Жовтень	369		103		145	
Листопад	118		103		38	
Грудень	184		110		50,5	
Σ	1500		982		1015,5	

Споживання тепла

Місяць	2019		2020		2021
	Гкал		Гкал		Гкал
Січень	79,93		61,09		103,72
Лютий	145		111,27		57,2
Березень	57,52		52,21		48,8
Квітень	6,71		6,915		5,62
Жовтень	16,87		5,4		5,67
Листопад	60,497		41,78		10,02
Грудень	72,752		56,218		55,5

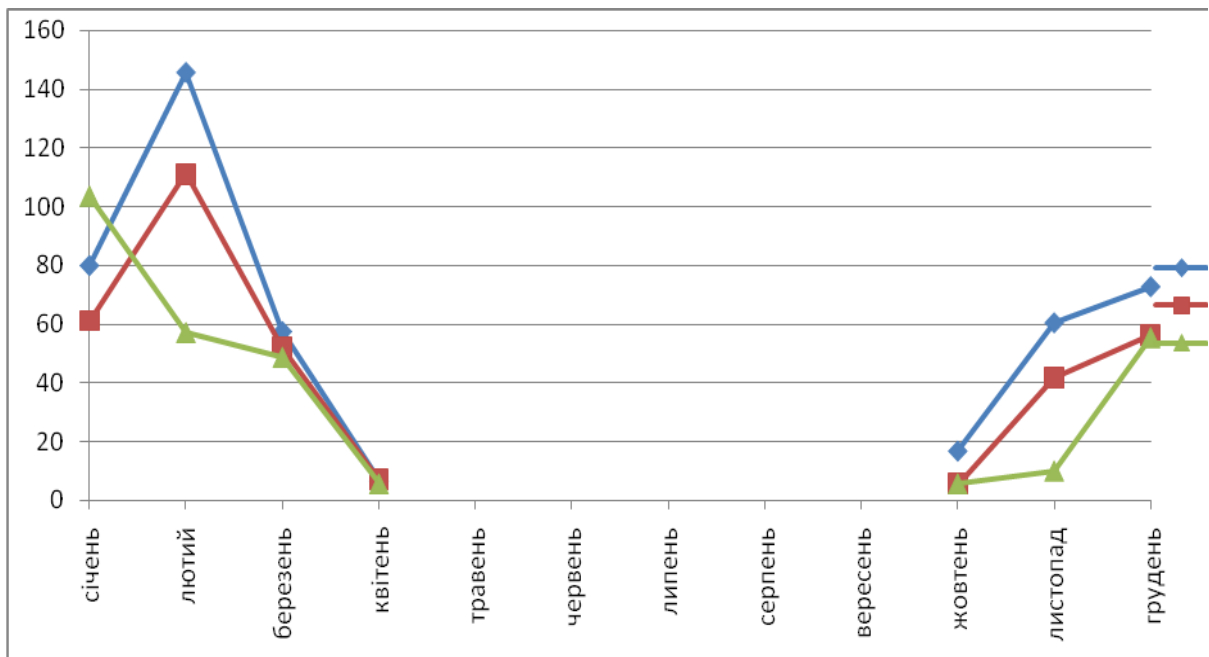


Рис 5.1. Споживання теплової енергії споживачами школи по роках.

Графіки споживання за 2019, 2020, 2021 рр. теплової енергії подібні. В основному тепла енергія використовується з метою опалення приміщень, тому максимальне споживання теплової енергії відповідає опалювальному періоду.

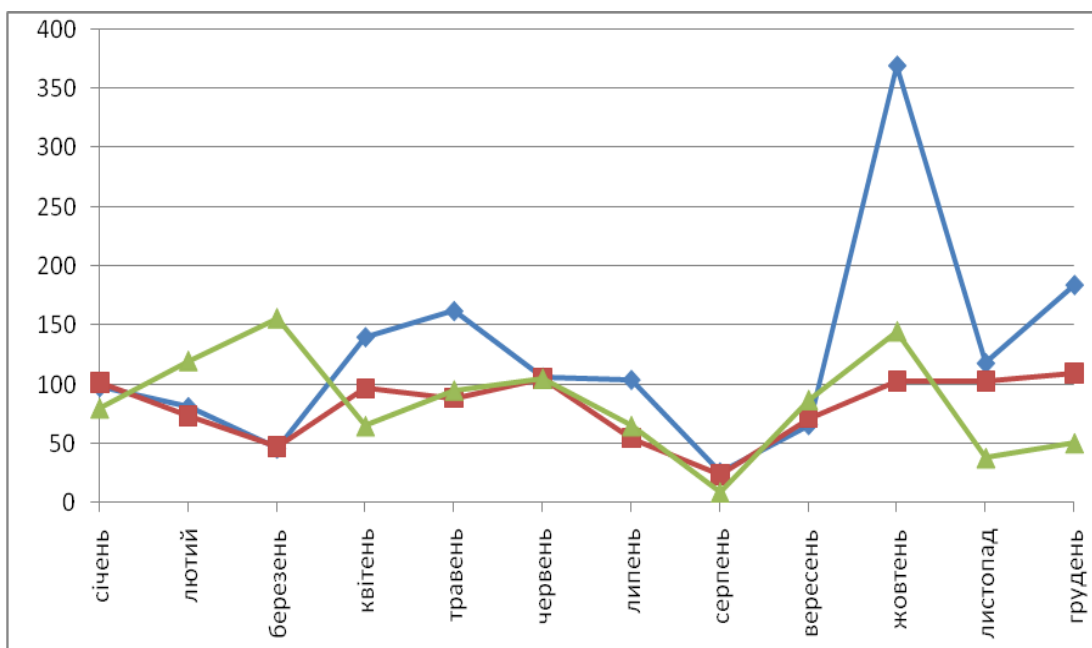


Рис.5.2. Споживання води споживачами школи по роках.

Споживання тепла влітку відсутнє. Розбіжності споживання в січні, лютому та листопаді обумовлені різкими щорічними змінами температури. Зменшення витрат на тепло у 2020 р. можливе за рахунок того, що середня температура за останні три місяці була більш високою, ніж у попередніх роках.

Графіки споживання холодної води (див. рис.2) у 2019, 2020, 2021 р. неподібні між собою. Значні коливання графіків споживання по роках вказують на незбалансову систему водопостачання або на відсутність правильного розуміння питань енергоощадності персоналом та споживачами школи. Дана форма графіків вказує на відсутність приладів обліку для контролю води, та відсутність аналізу інформації. Зменшення витрат холодної води у 2020 можливо обумовлене дистанційним навчанням та більш раціональним споживанням холодної води і налагодженою (відремонтованою) системою водопостачання, змішувачів.

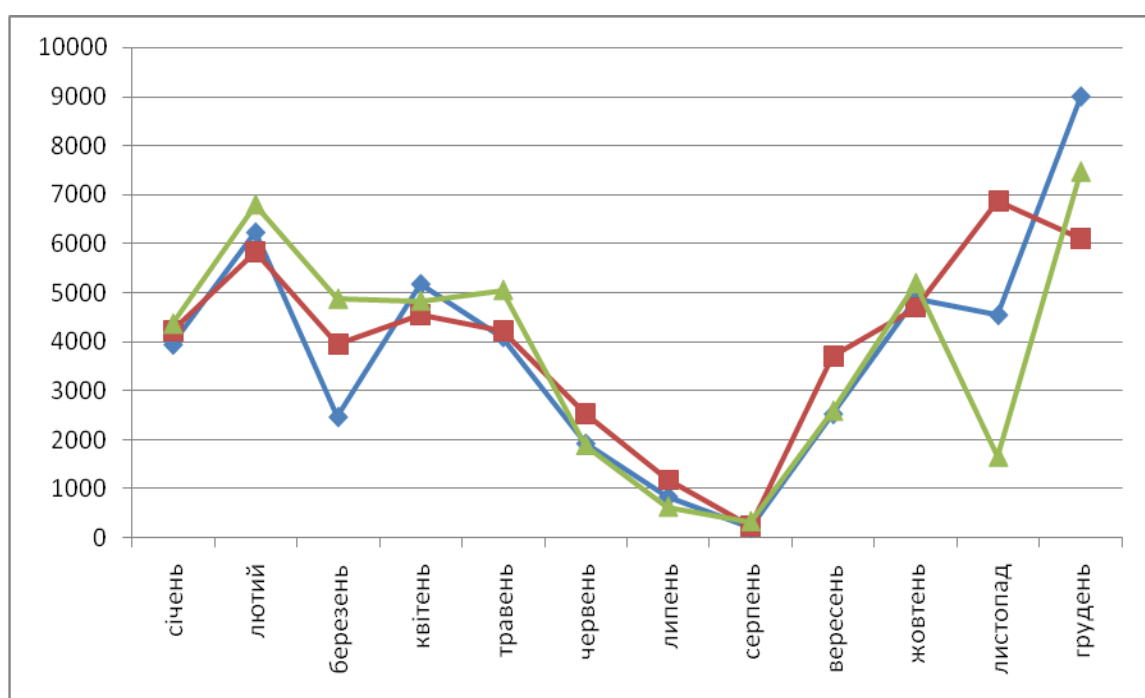


Рис.5.3. Споживання електроенергії споживачами школи по роках.

Графіки споживання електроенергії подібні. Споживання електричної енергії суттєво не змінюється на протязі року, виключенням є серпень (спад), що зумовлено настанням у цей період шкільних канікул, та лютий й листопад- грудень (зростання), що спричинено скороченням світлового дня цей період. Виключенням є 2021 рік, коли вводилося дистанційне навчання і спостерігався спад споживання електроенергії. В зв'язку з тим, що моніторинг параметрів систем водопостачання, тепла та електроенергії відсутній, виконати детальний аналіз споживання енергоресурсів на добовому інтервалі не можливо приводимо аналіз споживання енергоресурсів за усередненими значеннями температури та кількості учнів.

Річний баланс споживання 2019 р:

Енергоносії	Річне споживання	Гкал	% вкладу	Річні затрати, грн.	Доля річних затрат, %
Ел. енергія	45786	39,37	8,22	32050,2	23,84
Тепло	439,819	439,819	91,78	93465,94	69,54
Вода	1500	-	-	8895	6,62
Всього		479,19	100	134411,1	100

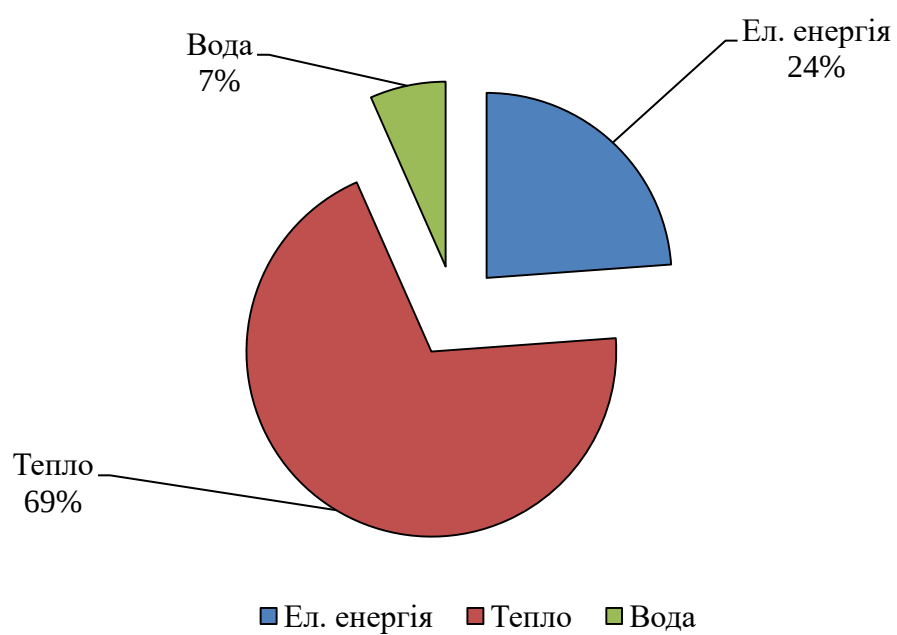
Річний баланс споживання 2020 р:

Енергоносії	Річне споживання	Гкал	% вкладу	Річні затрати, грн.	Доля річних затрат, %
Ел. енергія	48012	41,28	10,97	33608,4	16,79
Тепло	334,893	334,893	89,03	160748,6	80,3
Вода	982	-	-	5823,26	2,91
Всього		376,17	100	200180,3	100

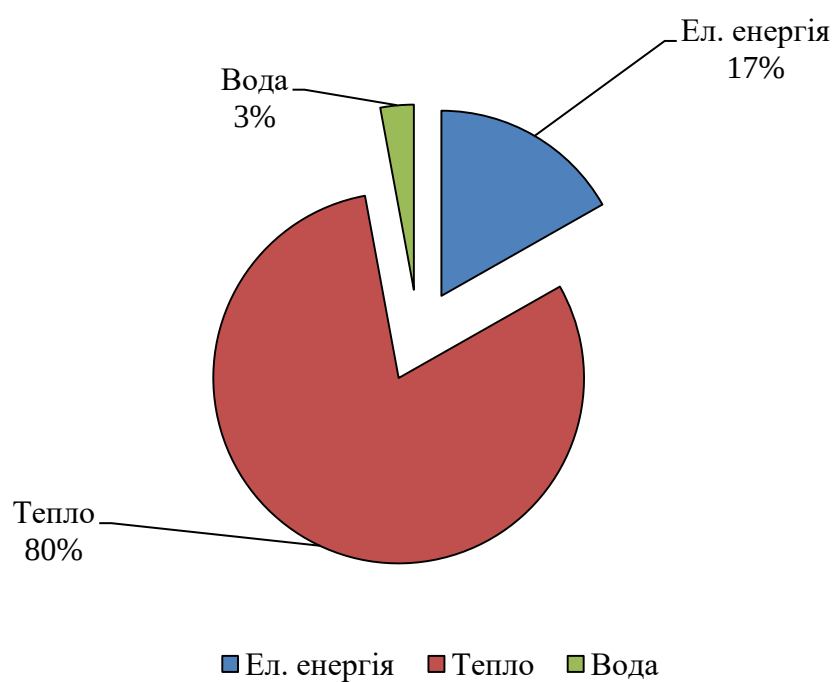
Річний баланс споживання 2021 р:

Енергоносії	Річне споживання	Гкал	% вкладу	Річні затрати, грн.	Доля річних затрат, %
Ел. енергія	25639	29,24	6,04	21947,3	15,17
Тепло	286,552	286,552	87,96	179421,7	133,49
Вода	1015,5	-	-	6021,915	4,48
Всього		325,79	100	217390,9	100

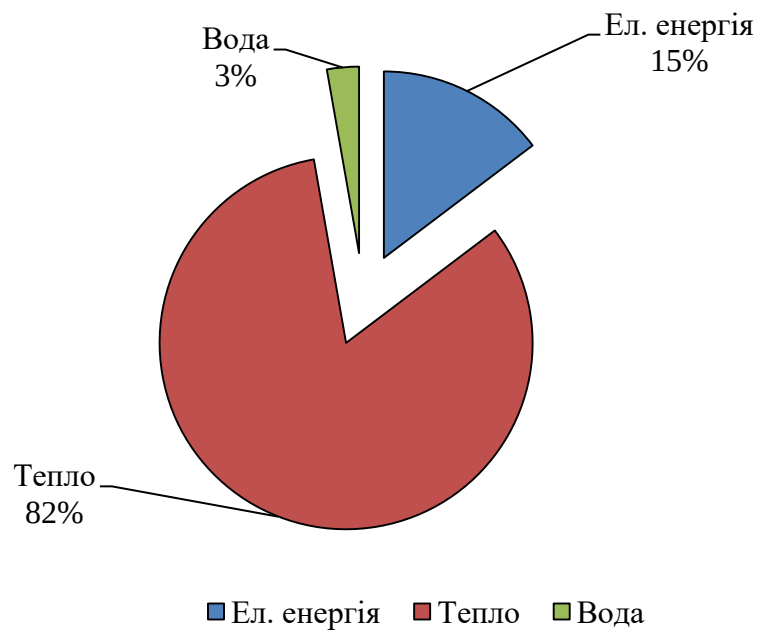
Річний баланс енергоресурсів на 2019 рік



Річний баланс енергоресурсів на 2020 рік



Річний баланс енергоресурсів на 2021 рік



Споживання електроенергії в балансі має поступовий спад. За 2021 р зменшилося в порівнянні з 2019 роком на 8 %.

Вода займає не значну частину в енергетичному балансі. В порівнянні з 2019 роком споживання води зменшилося на 4%.

5 ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ РЕЖИМІВ КОМУНАЛЬНО-ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ

5.1. Основні заходи по зниженню втрат електроенергії в мережах побутового призначення

Аналіз заходів, які проводяться в останні роки з метою зниження втрат в електричних мережах комунальних споживачів, виявив їх значну ефективність. Так, найбільший процент зниження втрат (до 68%) зараз приходить на реконструктивні заходи, це: побудова нових ЛЕП, заміна проводів, трансформаторів і інше. Доля зниження втрат за рахунок проведення організаційних заходів по зниженню втрат електроенергії на її транспорт складає 15% сумарного зниження.

Одна з особливостей проблеми зниження втрат в мережах 220-380 В укладається в тому, що вибрати й реалізувати найбільш ефективний захід можна лише на базі інформації, отриманої шляхом відповідних вимірювань у певних електричних мережах.

Розрахункові методи визначення втрат електроенергії в елементах системи електропостачання можна суттєво розділити на дві групи. До першої відносяться методи, які дозволяють отримувати оцінку величини втрат потужності й електроенергії на основі прийнятих детермінованих значень (основними факторами, як правило, приймається струм і опір елемента системи електропостачання, який досліджується). До другої групи відносяться розроблені в останню чергу методи, які представляють втрати електроенергії у вигляді інтервалу значень, причому попадання величини втрат у цей інтервал гарантується прийнятою інтегральною вірогідністю (як правило, 95%). В основу цих методів покладені результати ймовірно – статистичної обробки даних замірів у мережах.

Спосіб визначення втрат електроенергії у мережах з-за допомогою лічильників активної енергії отримав велике розповсюдження. Для контролю кількості електроенергії, яка поступає від енергосистеми на підстанціях

звичайно встановлюють лічильники активної енергії. Крім того, для розрахунку з абонентами в квартирах і на головних щитах комунально-побутових споживачів також встановлюються лічильники активної енергії. Втрати електроенергії визначаються як різниця показів лічильників на підстанції (вихід електроенергії) і у споживачів (споживання електроенергії). Безпосереднє визначення втрат енергії в лінії шляхом встановлення лічильників на початку і в кінці лінії і в більшості випадків не може рахуватись задовільним, так як похибка кожного з лічильників приблизно складає величину того ж порядку, що й самі втрати електричної енергії. Так, допустимий інтервал для оцінки втрат з-за допомогою лічильників комерційного обліку у відповідності з рекомендаціями складає приблизно 10% величини оцінки, що практично дає можливість організувати ефективну роботу по зниженню втрат.

Зміщення нейтралі при нерівномірному навантаженні фазних проводів призводить до зниження фазної напруги у приймачів, які живляться від найбільш завантаженого фазного проводу, і, як правило, до підвищення фазової напруги у приймачів, які живляться від найменш завантаженого проводу. Таким чином, в ряді випадків при, вважалось би, майже задовільному режимі напруги мережі – при значно незначній втраті напруги і при великій несиметрії системи фазних напруг, на вводах до споживачів можуть мати місце фазні напруги, які значно відрізняються від номінальних, як в сторону підвищення, так і в сторону зниження.

Методика виконання роботи по техніко-економічному обґрунтуванню заходів, які спрямовані на зниження втрат електроенергії включає в себе:

- збирання вихідних даних для розрахунку втрат електроенергії в трансформаторах 10/0,4 кВ і повітряних лініях 380/220 В при рівномірному завантаженні фаз;
- проведення вимірювань в мережі з-за допомогою приладу для визначення коефіцієнта втрат потужності й електроенергії;

- розрахунок інтервалів невизначеності коефіцієнта збільшення втрат потужності;
- аналіз режимів роботи мережі;
- вибір організаційних і технічних заходів по зниженню втрат електроенергії;
- розрахунок очікуваного зниження втрат для кожного заходу й аналіз отриманих результатів;
- розрахунок інтервалів невизначеності очікуваного економічного ефекту для варіантів, які порівнюються;
- техніко-економічного порівняння заходів по зниженню втрат електроенергії й вибір оптимального варіанта.

5.2 Оптимізація втрат і економії електроенергії в кабельних лініях.

В даному розділі запропоновані методи економії електричної енергії в комунально-побутовому секторі з приведеними розрахунками.

Умова:

1. Чотирнадцятиповерховий будинок (168 квартир, 3-кімнатні і 2-кімнатні)

20 квартир пенсіонери – згідно даних ЖЕКу

$P_{yct1} = 3$ кВт – пенсіонери

$P_{yct2} = 8$ кВт – інші споживачі (за даними Державного Центру з

Енергозбереження)

До силового щита живлення підводиться кабелем АПВГ (4х70) $L = 90$ м

До розподільчого щита АПВГ (4х50) $L = 30$ м

Стояк ААБ (4х16) $L = 50$ м

2. Дев'ятиповерховий дім (108 квартир 3-кімнатні і 2-кімнатні)

10 квартир пенсіонери – згідно даних ЖЕКу

$P_{yct1} = 3$ кВт – пенсіонери

$P_{уст2} = 8$ кВт – інші споживачі (за даними Державного Центру з Енергозбереження)

До силового щита живлення підводиться кабелем АПВГ (4х50) $L = 80$ м

До розподільчого щита АПВГ (4х35) $L = 30$ м

Стояк ААБ (4х16) $L = 40$ м

3. П'ятиповерховий дім (60 квартир 3-кімнатні і 2-кімнатні)

10 квартир пенсіонери – згідно даних ЖЕКу

$P_{уст1} = 3$ кВт – пенсіонери

$P_{уст2} = 8$ кВт – інші споживачі (за даними Державного Центру з Енергозбереження)

До силового щита живлення підводиться кабелем АПВГ (4х50) $L = 80$ м

До розподільчого щита АПВГ (4х35) $L = 30$ м

Стояк ААБ (4х10) $L = 25$ м

$$P_{уст.сеп} = \frac{P_{уст1} \cdot n_1 + P_{уст2} \cdot n_2}{n_{\Sigma}} = \frac{8 \cdot 148 + 3 \cdot 20}{168} = 7,2 \text{ кВт}$$

$$P_{\max} = K_{од} \cdot K_n \cdot P_{уст.сеп} = 0,65 \cdot 0,45 \cdot 7,2 = 2,106 \text{ кВт}$$

де $K_{од} = 0,65$ - коефіцієнт одночасності;

$K_n = 0,45$ - коефіцієнт попиту

Згідно даних досліджень для комунально-побутового сектора

$T_{\max} = 4500$ годин звідси:

$$\tau = \left(0,124 + \frac{T_{\max}}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = \left(0,124 + \frac{4500}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = 2904 \text{ годин}$$

Розраховуємо втрати в кабелях чотирнадцятиповерхового будинку

1. Втрати в кабельній лінії АПВГ (4х70) $I_{дон} = 200$ А:

$$P_{уст.\Sigma} = n \cdot P_{уст.сеп} = 168 \cdot 7,2 = 1209,6 \text{ кВт}$$

$$P_{\max} = K_{од} \cdot K_n \cdot P_{уст.\Sigma} = 0,65 \cdot 0,45 \cdot 1209,6 = 350,8 \text{ кВт}$$

$$I_{\max} = \frac{P_{\max}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{350.8}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = 539 \text{ A}$$

$$\Delta P_{\text{кл}} = 3 \cdot I_{\max}^2 \cdot r_{\text{л}} \cdot L \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 539^2 \cdot 0.42 \cdot 0.09 \cdot 10^{-3} = 33 \text{ кВт}$$

$$W_p = \Delta P_{\text{кл}} \cdot \tau = 33 \cdot 2904 = 95832 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

2. Втрати в кабельній лінії АПВГ (4х50) $I_{\text{дон}} = 165 \text{ A}$:

$$P_{\text{уст.}\Sigma} = n \cdot P_{\text{уст.сер}} = 56 \cdot 7,2 = 403,2 \text{ кВт}$$

$$P_{\max} = K_{\text{од}} \cdot K_n \cdot P_{\text{уст.}\Sigma} = 0,65 \cdot 0,45 \cdot 403,2 = 117 \text{ кВт}$$

$$I_{\max} = \frac{P_{\max}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{117}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = 180 \text{ A}$$

$$\Delta P_{\text{кл}} = 3 \cdot I_{\max}^2 \cdot r_{\text{л}} \cdot L \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 180^2 \cdot 0.62 \cdot 0.01 \cdot 10^{-3} = 0,6 \text{ кВт}$$

$$W_p = 3 \cdot \Delta P_{\text{кл}} \cdot \tau = 3 \cdot 0,6 \cdot 2904 = 5227,2 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

3. Втрати в кабельній лінії ААБ (16) $I_{\text{дон}} = 90 \text{ A}$:

$$P_{\text{уст.}\Sigma} = n \cdot P_{\text{уст.сер}} = 19 \cdot 7,2 = 136,8 \text{ кВт}$$

$$P_{\max} = K_{\text{од}} \cdot K_n \cdot P_{\text{уст.}\Sigma} = 0,65 \cdot 0,45 \cdot 136,8 = 39,7 \text{ кВт}$$

$$I_{\max} = \frac{P_{\max}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{39,7}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = 61 \text{ A}$$

$$\Delta P_{\text{кл}} = I_{\max}^2 \cdot r_{\text{л}} \cdot L \cdot 10^{-3} = 61^2 \cdot 1,94 \cdot 0.05 \cdot 10^{-3} = 0,36 \text{ кВт}$$

$$W_p = 3 \cdot \Delta P_{\text{кл}} \cdot \tau = 3 \cdot 0,36 \cdot 2904 = 3136,2 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

Розраховуємо втрати в кабелях дев'ятиповерхового будинку

1. Втрати в кабельній лінії АПВГ (4х50) $I_{\text{дон}} = 165 \text{ A}$:

$$P_{\text{уст.}\Sigma} = n \cdot P_{\text{уст.сер}} = 108 \cdot 7,2 = 777,6 \text{ кВт}$$

$$P_{\max} = K_{\text{од}} \cdot K_n \cdot P_{\text{уст.}\Sigma} = 0,65 \cdot 0,45 \cdot 777,6 = 225,5 \text{ кВт}$$

$$I_{\max} = \frac{P_{\max}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{225,5}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = 346,9 \text{ A}$$

$$\Delta P_{\text{кл}} = 3 \cdot I_{\max}^2 \cdot r_{\text{л}} \cdot L \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 346,9^2 \cdot 0.62 \cdot 0.08 \cdot 10^{-3} = 17,9 \text{ кВт}$$

$$W_p = \Delta P_{\text{кл}} \cdot \tau = 17,9 \cdot 2904 = 51981,6 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

2. Втрати в кабельній лінії АПВГ (4х35) $I_{\text{дон}} = 135 \text{ A}$:

$$P_{\text{узм.}\Sigma} = n \cdot P_{\text{узм.сер}} = 36 \cdot 7,2 = 259,2 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{max}} = K_{\text{од}} \cdot K_n \cdot P_{\text{узм.}\Sigma} = 0,65 \cdot 0,45 \cdot 259,2 = 75,2 \text{ кВт}$$

$$I_{\text{max}} = \frac{P_{\text{max}}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{75,2}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 115,6 \text{ А}$$

$$\Delta P_{\text{кл}} = 3 \cdot I_{\text{max}}^2 \cdot r_{\text{л}} \cdot L \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 75,2^2 \cdot 0,89 \cdot 0,01 \cdot 10^{-3} = 0,151 \text{ кВт}$$

$$W_P = 3 \cdot \Delta P_{\text{кл}} \cdot \tau = 3 \cdot 0,151 \cdot 2904 = 1315,5 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

3. Втрати в кабельній лінії ААБ (16) $I_{\text{дон}} = 90 \text{ А}$:

$$P_{\text{узм.}\Sigma} = n \cdot P_{\text{узм.сер}} = 12 \cdot 7,2 = 86,4 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{max}} = K_{\text{од}} \cdot K_n \cdot P_{\text{узм.}\Sigma} = 0,65 \cdot 0,45 \cdot 86,4 = 25 \text{ кВт}$$

$$I_{\text{max}} = \frac{P_{\text{max}}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{25}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 65 \text{ А}$$

$$\Delta P_{\text{кл}} = I_{\text{max}}^2 \cdot r_{\text{л}} \cdot L \cdot 10^{-3} = 65^2 \cdot 1,94 \cdot 0,04 \cdot 10^{-3} = 0,33 \text{ кВт}$$

$$W_P = 3 \cdot \Delta P_{\text{кл}} \cdot \tau = 3 \cdot 0,33 \cdot 2904 = 2875 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

Розраховуємо втрати в кабелях п'ятиповерхового будинку

1. Втрати в кабельній лінії АПВГ (4х50) $I_{\text{дон}} = 165 \text{ А}$:

$$P_{\text{узм.}\Sigma} = n \cdot P_{\text{узм.сер}} = 60 \cdot 7,2 = 432 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{max}} = K_{\text{од}} \cdot K_n \cdot P_{\text{узм.}\Sigma} = 0,65 \cdot 0,45 \cdot 432 = 125,3 \text{ кВт}$$

$$I_{\text{max}} = \frac{P_{\text{max}}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{125,3}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 192,7 \text{ А}$$

$$\Delta P_{\text{кл}} = 3 \cdot I_{\text{max}}^2 \cdot r_{\text{л}} \cdot L \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 192,7^2 \cdot 0,62 \cdot 0,08 \cdot 10^{-3} = 5,5 \text{ кВт}$$

$$W_P = \Delta P_{\text{кл}} \cdot \tau = 5,5 \cdot 2904 = 15972 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

4. Втрати в кабельній лінії АПВГ (4х35) $I_{\text{дон}} = 135 \text{ А}$:

$$P_{\text{узм.}\Sigma} = n \cdot P_{\text{узм.сер}} = 20 \cdot 7,2 = 144 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{max}} = K_{\text{од}} \cdot K_n \cdot P_{\text{узм.}\Sigma} = 0,65 \cdot 0,45 \cdot 144 = 41,8 \text{ кВт}$$

$$I_{\text{max}} = \frac{P_{\text{max}}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{41,8}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 64,2 \text{ А}$$

$$\Delta P_{\text{кл}} = 3 \cdot I_{\text{max}}^2 \cdot r_{\text{л}} \cdot L \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 64,2^2 \cdot 0,89 \cdot 0,01 \cdot 10^{-3} = 0,11 \text{ кВт}$$

$$W_p = 3 \cdot \Delta P_{\text{кл}} \cdot \tau = 3 \cdot 0,11 \cdot 2904 = 958,3 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

5. Втрати в кабельній лінії ААБ (10) $I_{\text{дон}} = 80 \text{ А}$:

$$P_{\text{уст.}\Sigma} = n \cdot P_{\text{уст.сер}} = 7 \cdot 7,2 = 50,4 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{max}} = K_{\text{од}} \cdot K_n \cdot P_{\text{уст.}\Sigma} = 0,65 \cdot 0,45 \cdot 50,4 = 14,6 \text{ кВт}$$

$$I_{\text{max}} = \frac{P_{\text{max}}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{14,6}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 22,5 \text{ А}$$

$$\Delta P_{\text{кл}} = I_{\text{max}}^2 \cdot r_{\text{л}} \cdot L \cdot 10^{-3} = 22,5^2 \cdot 3,1 \cdot 0,025 \cdot 10^{-3} = 0,04 \text{ кВт}$$

$$W_p = 3 \cdot \Delta P_{\text{кл}} \cdot \tau = 3 \cdot 0,04 \cdot 2904 = 348,5 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

Розраховуємо зниження втрат за рахунок збільшення перерізу кабельних ліній. Заміні підлягає кабель який не задовольняє вимогам по нагріву.

Чотирнадцятиповерховий будинок:

1. Замінюємо АПВГ (4х70) на 2хАПВГ (4х120) $I_{\text{дон}} = 590 \text{ А}$

Втрати потужності при встановленні нового кабелю

$$\Delta P_{\text{кл}} = 3 \cdot I_{\text{max}}^2 \cdot r_{\text{л}} \cdot L \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 539,2^2 \cdot 0,129 \cdot 0,18 \cdot 10^{-3} = 20,2 \text{ кВт}$$

$$W_p = \Delta P_{\text{кл}} \cdot \tau = 20,2 \cdot 2904 = 58660,8 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

$$\Delta W_p = W_{\text{до}} - W_{\text{після}} = 95832 - 58660,8 = 37171,2 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік},$$

де ΔW_p - річна економія електричної енергії.

2. Замінюємо АПВГ (4х50) на АПВГ (4х70) $I_{\text{дон}} = 200 \text{ А}$

Втрати потужності при встановленні нового кабелю

$$\Delta P_{\text{кл}} = 3 \cdot I_{\text{max}}^2 \cdot r_{\text{л}} \cdot L \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 180^2 \cdot 0,42 \cdot 0,01 \cdot 10^{-3} = 0,41 \text{ кВт}$$

$$W_p = 3 \cdot \Delta P_{\text{кл}} \cdot \tau = 3 \cdot 0,41 \cdot 2904 = 3571,9 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

$$\Delta W_p = W_{\text{до}} - W_{\text{після}} = 5227,2 - 3571,9 = 1655,3 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік},$$

Дев'ятиповерховий будинок:

1. Замінюємо АПВГ (4х50) на АПВГ (4х180) $I_{\text{дон}} = 350 \text{ А}$

Втрати потужності при встановленні нового кабелю

$$\Delta P_{\kappa\lambda} = 3 \cdot I_{\max}^2 \cdot r_{\lambda} \cdot L \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 346,9^2 \cdot 0,167 \cdot 0,08 \cdot 10^{-3} = 4,8 \text{ кВт}$$

$$W_p = \Delta P_{\kappa\lambda} \cdot \tau = 4,8 \cdot 2904 = 13939,2 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

$$\Delta W_p = W_{до} - W_{після} = 51981,6 - 13939,2 = 38042,4 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

П'ятиповерховий будинок:

1. Замінюємо АПВГ (4х50) на АПВГ (4х70) $I_{дон} = 200 \text{ А}$

Втрати потужності при встановленні нового кабелю

$$\Delta P_{\kappa\lambda} = 3 \cdot I_{\max}^2 \cdot r_{\lambda} \cdot L \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 192,7^2 \cdot 0,42 \cdot 0,08 \cdot 10^{-3} = 3,7 \text{ кВт}$$

$$W_p = \Delta P_{\kappa\lambda} \cdot \tau = 3,7 \cdot 2904 = 10744,8 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

$$\Delta W_p = W_{до} - W_{після} = 15972 - 10744,8 = 5227,2 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік},$$

5.3 Оптимізація додаткових втрат в кабельних лініях

На вводі в п'ятьох 108 квартирних будинків було заміряне по-фазне навантаження в години максимуму:

1-й будинок $I_A = 127 \text{ А}$ $I_B = 156 \text{ А}$ $I_C = 240 \text{ А}$ $L_{\kappa\lambda} = 80 \text{ м}$;

2-й будинок $I_A = 120 \text{ А}$ $I_B = 276 \text{ А}$ $I_C = 196 \text{ А}$ $L_{\kappa\lambda} = 100 \text{ м}$;

3-й будинок $I_A = 235 \text{ А}$ $I_B = 87 \text{ А}$ $I_C = 180 \text{ А}$ $L_{\kappa\lambda} = 100 \text{ м}$;

4-й будинок $I_A = 250 \text{ А}$ $I_B = 80 \text{ А}$ $I_C = 180 \text{ А}$ $L_{\kappa\lambda} = 90 \text{ м}$;

5-й будинок $I_A = 180 \text{ А}$ $I_B = 260 \text{ А}$ $I_C = 100 \text{ А}$ $L_{\kappa\lambda} = 80 \text{ м}$.

Розрахунок несиметрії і втрат додаткової енергії при ній

1-й будинок

$$I_{\text{сеп}} = \frac{I_A + I_B + I_C}{3} = \frac{127 + 156 + 240}{3} = 174,3 \text{ А}$$

$$N_n^2 = \frac{I_A^2 + I_B^2 + I_C^2}{3 \cdot I_{\text{сеп}}^2} = \frac{127^2 + 156^2 + 240^2}{3 \cdot 174,3^2} = 1,12$$

де N_n^2 - середньоквадратичний коефіцієнт несиметрії.

$$K = N_n^2 \cdot \left(1 + 1,5 \frac{r_0}{r_{\phi}} \right) - 1,5 \frac{r_0}{r_{\phi}} = 1,12 \cdot \left(1 + 1,5 \frac{0,0992}{0,0496} \right) - 1,5 \frac{0,0992}{0,0496} = 1,48$$

де K - коефіцієнт який показує додаткові втрати електричної енергії при несиметрії, тобто в даному випадку додаткові втрати складають 48%;

r_0 - опір нульового проводу при даній довжині;

r_ϕ - опір фази проводу при даній довжині.

Втрати потужності:

$$\Delta P_{кл} = 3 \cdot I_{сер}^2 \cdot r_\phi \cdot K \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 174,3^2 \cdot 0,0496 \cdot 1,48 \cdot 10^{-3} = 6,7 \text{ кВт}$$

Додаткові втрати електричної енергії при несиметрії:

$$W_P^{нес} = W_P^{нов} \cdot (K - 1) = 6,7 \cdot 2904 \cdot (1,48 - 1) = 9339,3 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

2-й будинок

$$I_{сер} = \frac{I_A + I_B + I_C}{3} = \frac{120 + 276 + 196}{3} = 197,3 \text{ А}$$

$$N_n^2 = \frac{I_A^2 + I_B^2 + I_C^2}{3 \cdot I_{сер}^2} = \frac{120^2 + 276^2 + 196^2}{3 \cdot 197,3^2} = 1,1$$

$$K = N_n^2 \cdot \left(1 + 1,5 \frac{r_0}{r_\phi} \right) - 1,5 \frac{r_0}{r_\phi} = 1,1 \cdot \left(1 + 1,5 \frac{0,124}{0,062} \right) - 1,5 \frac{0,124}{0,062} = 1,4$$

Втрати потужності:

$$\Delta P_{кл} = 3 \cdot I_{сер}^2 \cdot r_\phi \cdot K \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 197,3^2 \cdot 0,062 \cdot 1,4 \cdot 10^{-3} = 10,1 \text{ кВт}$$

Додаткові втрати електричної енергії при несиметрії:

$$W_P^{нес} = W_P^{нов} \cdot (K - 1) = 10,1 \cdot 2904 \cdot (1,4 - 1) = 11732 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

3-й будинок

$$I_{сер} = \frac{I_A + I_B + I_C}{3} = \frac{235 + 87 + 180}{3} = 167,3 \text{ А}$$

$$N_n^2 = \frac{I_A^2 + I_B^2 + I_C^2}{3 \cdot I_{сер}^2} = \frac{235^2 + 87^2 + 180^2}{3 \cdot 167,3^2} = 1,13$$

$$K = N_n^2 \cdot \left(1 + 1,5 \frac{r_0}{r_\phi} \right) - 1,5 \frac{r_0}{r_\phi} = 1,13 \cdot \left(1 + 1,5 \frac{0,124}{0,062} \right) - 1,5 \frac{0,124}{0,062} = 1,52$$

Втрати потужності:

$$\Delta P_{\text{кл}} = 3 \cdot I_{\text{сер}}^2 \cdot r_{\phi} \cdot K \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 167,3^2 \cdot 0,062 \cdot 1,52 \cdot 10^{-3} = 7,9 \text{ кВт}$$

Додаткові втрати електричної енергії при несиметрії:

$$W_P^{\text{нес}} = W_P^{\text{нов}} \cdot (K - 1) = 7,9 \cdot 2904 \cdot (1,52 - 1) = 11929,6 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

4-й будинок

$$I_{\text{сер}} = \frac{I_A + I_B + I_C}{3} = \frac{250 + 80 + 180}{3} = 170 \text{ А}$$

$$N_n^2 = \frac{I_A^2 + I_B^2 + I_C^2}{3 \cdot I_{\text{сер}}^2} = \frac{250^2 + 80^2 + 180^2}{3 \cdot 170^2} = 1,16$$

$$K = N_n^2 \cdot \left(1 + 1,5 \frac{r_0}{r_{\phi}} \right) - 1,5 \frac{r_0}{r_{\phi}} = 1,16 \cdot \left(1 + 1,5 \frac{0,112}{0,056} \right) - 1,5 \frac{0,112}{0,056} = 1,64$$

Втрати потужності:

$$\Delta P_{\text{кл}} = 3 \cdot I_{\text{сер}}^2 \cdot r_{\phi} \cdot K \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 170^2 \cdot 0,056 \cdot 1,64 \cdot 10^{-3} = 8 \text{ кВт}$$

Додаткові втрати електричної енергії при несиметрії:

$$W_P^{\text{нес}} = W_P^{\text{нов}} \cdot (K - 1) = 8 \cdot 2904 \cdot (1,64 - 1) = 14403,8 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

5-й будинок

$$I_{\text{сер}} = \frac{I_A + I_B + I_C}{3} = \frac{180 + 260 + 100}{3} = 180 \text{ А}$$

$$N_n^2 = \frac{I_A^2 + I_B^2 + I_C^2}{3 \cdot I_{\text{сер}}^2} = \frac{180^2 + 260^2 + 100^2}{3 \cdot 180^2} = 1,13$$

$$K = N_n^2 \cdot \left(1 + 1,5 \frac{r_0}{r_{\phi}} \right) - 1,5 \frac{r_0}{r_{\phi}} = 1,13 \cdot \left(1 + 1,5 \frac{0,0992}{0,0496} \right) - 1,5 \frac{0,0992}{0,0496} = 1,52$$

Втрати потужності:

$$\Delta P_{\text{кл}} = 3 \cdot I_{\text{сер}}^2 \cdot r_{\phi} \cdot K \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 180^2 \cdot 0,0496 \cdot 1,52 \cdot 10^{-3} = 7,3 \text{ кВт}$$

Додаткові втрати електричної енергії при несиметрії:

$$W_P^{\text{нес}} = W_P^{\text{нов}} \cdot (K - 1) = 7,3 \cdot 2904 \cdot (1,52 - 1) = 11023,6 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

Як видно з розрахунків втрати електричної енергії в кабельних лініях і при несиметричному навантаженні є дуже суттєвими.

Таким чином для мінімізації втрат електроенергії в мережах 220-380 В комунально-побутового призначення необхідно по перше – масштабна реконструкція електричних мереж, по друге – забезпечення сучасними засобами обліку і по третє – при наявності несиметрії пропонується встановлення ФСП за допомогою якого усувається дана проблема.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі був визначений вплив комунально – побутових споживачів на навантаження енергосистеми України. Розрахунок показав, що відпущення електроенергії даному сектору складає 33% електроенергії. Тому потрібно приділяти велику увагу системі електропостачання житлового сектору, яка має свої особливості і розрізняється в залежності від кількості жителів міста.

Основою розрахунку електричної мережі є розрахункові навантаження споживачів. Розрахункове навантаження житлових будинків необхідно визначати з розрахунку побутового навантаження однієї родини (квартири). Навантаження житлових будинків є випадковими і тому для їх визначення застосовують метод, який засновується на теорії ймовірностей і багаторічних дослідженнях.

В містах держави спостерігається постійний зріст споживання електроенергії. Це пов'язано зі зростанням кількості населення в містах і збільшенням споживання електроенергії в житлових будинках. Останнє пов'язане з із збільшенням загальної кількості площі квартири, енергоозброєності квартир, застосуванням засобів комп'ютерної техніки і інформаційних систем, з використанням електроенергії як основного джерела опалення приміщень.

Розроблена методика дослідження навантажень житлових будинків на основі статистично – розрахункового методу. Дана методика дозволила встановити з високим ступенем ймовірності питомі розрахункові навантаження житлових будинків на теперішній час.

Обґрунтовано необхідність проведення моніторингу електроспоживання в сфері комунально-побутових споживачів. Проведено аналіз систем обліку електричної енергії комунально-побутових споживачів

та запропоновано автоматизовану систему контролю і обліку електроспоживання на базі Smart.

Проведений аудит міського комунального закладу показав необхідність впровадження додаткових заходів з енергозаощадження. Розроблені заходи показали значну економію енергоресурсів.

В додатках розраховано економічний ефект від впровадження заходів з енергозбереження та наведені рекомендації з охорони праці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 1 Методичні вказівки до виконання магістерських робіт на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня – магістр електротехніки за фахом 8.090603 «Електротехнічні системи електроспоживання». /Укл.: П.Г.Плешков, Н.Ю.Гарасьова – Кіровоград: КДТУ, 2002-44 с.
2. П.Г.Плешков, Ю.І.Казанцев, А.Ю.Орлович. Основи енергозбереження та енергозберігаючі режими в системах електропостачання промислових підприємств. – Кіровоград: РВЛ КНТУ 2007.
3. Постанова 14.03.2018 № 311 Про затвердження Кодексу комерційного обліку електричної енергії.
4. Посібник з муніципального енергетичного менеджменту / Є.М.Іншеков, Є.Є.Нікітін, М.В.Тарновский, А.В.Чернявський. – К.:Поліграф плюс, 2014. –238с.
5. Споживачі електричної енергії : підручник / В. М. Охріменко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 286 с.
6. Черемісін М.М., Зубко В.М. Автоматизація обліку та управління електроспоживанням: Посібник для вищих навчальних закладів. -Х.: Факт,2005.- 192с.
7. <http://www.uwoday.com.ua/news>
8. <http://iptv/com/ua/dom/iptv.hptv>
9. <http://www.news.elteh.ru/2005/32/13.php>
10. <http://www.energometria.ru>
11. КрюковВ.И. Эксплуатация электроустановок объектов жилищно-коммунального хозяйства: Справочник.- М.:Стройиздат,1989.-319с.:
12. <http://energo.dn.ua/contacacts.html>.
13. <http://energo.dn.ua/contacacts.html>
14. Тубинис В.В. Итальянская система дистанционного управления абонентской сетью // Электро. – 2003. – № 4

15. <http://www.energo-pis.ru./thm>
16. <http://energo.dn.ua/contacacts.html>
17. . <http://iptv/com/ua/dom/iptv.hptv>
18. <http://e-audit.ru/links.shtml>
19. Методичні вказівки до економічного обґрунтування інженерних рішень дипломних проектів для студентів спеціальностей 8.091502 «Системне програмування», 7.0911501 «Комп'ютерні системи та мережі».- Кіровоград: КДТУ, 2001,39 с.

ДОДАТОК А. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ КОМУНАЛЬНО-ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ

А.1. Розрахунок заходів з електрозбереження для комунального закладу

А.1.1. Встановлення датчиків руху для керування системою освітлення

В даний момент у будівлі, де знаходяться учбові класи в коридорах встановлено 14 світильників з газорозрядними лампами потужністю 2×40. Так школа працює в дві зміни. На другу зміну приходить пік освітлювального навантаження.

Опис можливостей з енергозбереження

Пропонується встановлення датчиків руху, що дозволять відключити групи світильники в період проведення занять.

Кількість світильників з люмінесцентними лампами, що встановленні в триповерховій будівлі складає: 1 поверх - 18 шт; 2 – поверх – 18 шт; 3 – поверх -20 шт. Встановлена потужність світильника (2×40 Вт) – 80 Вт. Друга зміна триває протягом 5 годин з 13³⁰ до 18³⁰. Згідно тривалості світлового дня час роботи освітлення складає у грудні 2 години, у січні 1,5 години, у лютому 1 год.

Тривалість роботи освітлення у грудні 2*30=60 годин, у січні 1,5*17=25,5 годин, у лютому 1*28=28 годин, в залежності від тривалості світлового дня.

Річні втрати електричної енергії складуть:

$$W_{світ} = N_{св} * P_{св} * T_{річ} =$$
$$56 * 80 * 112,5 = 504000 \text{ Вт*год} = 504 \text{ кВт*год.}$$

При встановленні датчиків руху освітлення протягом занять буде відключено і вмикатися буде при спрацьовуванні датчика руху лише на декілька хвилин. Після впровадження даного заходу річна економія електроенергії складе: 4,6*504 = 2318,4 грн/рік.

Витрати на введення в експлуатацію датчика руху коштує 200 грн. Тоді загальні витрати на впровадження заходу складатимуть: $6 \cdot 200 = 1200$ грн.

Оцінка дисконтованого строку окупності

Приймаємо ставку дисконтування рівною 18 %, тривалість проекту 3 роки.

Нижче приводяться розрахунки економічної ефективності по кожному з раніше описаних заходів. Ці розрахунки виконані виходячи з таких умов:

- норма дисконту $E_n = 0,18$;
- вартість 1 кВт*год – 4,6 грн.

$$\Delta E = 504 \cdot 4,6 \text{ кВт*год} = 2318,4 \text{ грн/рік};$$

$$K = 1200 \text{ грн};$$

$$k_t = 2,23;$$

$$\text{ЧДД} = 2318,4 \cdot 2,23 - 1200 = 3970 \text{ грн};$$

$$T_{\text{ок}} = 1200 / (3970) = 0,3 \text{ року}.$$

А.2. Визначення економічної ефективності при впровадженні АСКОЕ комунально-побутових споживачів

Як засвідчує досвід, кризові обставини в країні в цілому та в енергетиці зокрема мають негативний вплив на такий важливий показник енергетичної ефективності транспортування і розподілу електроенергії, як її втрати в електромережах. Характерним при цьому є те, що залежність зростання втрат в мережах і кризи економіки має місце не тільки в Україні, але і в інших країнах, що вступили до ринкових методів управління економікою. Стратегічний напрям зниження втрат в мережах – забезпечення нормальною, відповідною сучасним вимогам системи обліку електроенергії, створення АСКОЕ, зокрема АСКОЕ комунально-побутових споживачів, виключення системи самосписання споживачами показань приладів обліку електроенергії.

Основною особливістю і головною відмінністю АСКОЕ комунально-побутових споживачів від існуючих систем обліку є використання внутрішньобудинкової силової мережі для збору даних від лічильників і управління перемиканням тарифу в електролічильниках, що дозволяє автоматизувати облік і контроль енергоресурсів і води не тільки в будинках, що будується, але і в будинках старої споруди, де прокладка кабелів між поверхами практично неможлива, а також в котеджах і сільських селищах.

Запропонована АСКОЕ призначена для зменшення втрат електроенергії в побутовому секторі, з одного боку, і зменшення заборгованості побутового споживача за фактично спожиту електроенергію, з іншого.

А.2.1. Визначення капітальних вкладень в автоматизовану систему контролю і управління електроспоживанням побутових споживачів.

Об'єм капітальних вкладень в АСКОЕ комунально-побутових споживачів визначаємо на основі балансової вартості основних фондів, яка враховує ціну, транспортно-заготівельні витрати, вартість будівельно-монтажних та пусконаладжувальних робіт. Результати зводимо до таблиці А.1

Таблиця А.1 Розрахунок капітальних вкладень в АСКОЕ комунально-побутових споживачів

Найменування капітальних вкладень	Сума, грн.
1.Комунікаційний сервер даних (на базі Windows 2010 і Service Pack 3)	20950
2.APM енергодиспетчера (Windows 2010)	9000
3.Пристрій приєднання (LV/MV)	38850
4.GSM модем (3 COM)	3800
5.Пристрій збору даних (маршрутизатор RTR RF)	11400
6.Система сигналізації	4500
Всього	123500

А.2.2.Визначення експлуатаційних витрат.

Автоматизована система контролю і управління електроспоживанням побутових споживачів забезпечує дистанційне підключення/відключення споживачів від мережі електроспоживання, тим самим призведе до скорочення кількості контролерів-обхідників і зниження затрат на обслуговування точок обліку і організацію виписки рахунків.

Розрахунок експлуатаційних витрат виконуємо для двох варіантів, базового і нового, результати зводимо в таблицю А.2.

Таблиця А.2 Розрахунок експлуатаційних витрат.

Найменування статей витрат	Позначення	Витрати, тис.грн.(за варіантами)	
		Базовий варіант	Новий варіант
1.Заробітна плата: - контролерів - електромонтерів - водія	Зодс	2045,304 3176,2 401,04	<u> </u> 1588,1 <u> </u>
2.Паливо	Зтм	20	<u> </u>
3.Витрати на амортизацію	Зам	<u> </u>	35
Всього витрат на рік	I	5642,5	1623

Заробітна плата контролерів, електромонтерів і водія розраховується за формулою:

$$\text{Зодс} = \text{Че} \text{Ое} \text{Ме} (1 + 0.01 * \text{Нд}) (1 + 0.01 * \text{Нс}) \quad (\text{А.1})$$

де Че – спискова чисельність персоналу, людей;

Ое – середньомісячний оклад працівника, грн.;

Ме – кількість місяців роботи;

Нд – норматив додаткової зарплати, %;

Нс – норматив відрахувань в соціальні фонди, %.

Заробітна плата контролерів:

$$З_{одс} = 10 \cdot 8500 \cdot 12(1 + 0.01 \cdot 0.15)(1 + 0.01 \cdot 0.37) = 2045304 \text{ грн.}$$

Заробітна плата електромонтерів за базовим варіантом:

$$З_{одс} = 6 \cdot 13200 \cdot 12(1 + 0.01 \cdot 0.15)(1 + 0.01 \cdot 0.37) = 3176236,8 \text{ грн.}$$

Заробітна плата електромонтерів за новим варіантом:

$$З_{одс} = 3 \cdot 13200 \cdot 12(1 + 0.01 \cdot 0.15)(1 + 0.01 \cdot 0.37) = 1588118,4 \text{ грн.}$$

Заробітна плата водія:

$$З_{одс} = 1 \cdot 1000 \cdot 12(1 + 0.01 \cdot 0.15)(1 + 0.01 \cdot 0.37) = 401040 \text{ грн.}$$

А.2.3. Визначення економічної ефективності.

Економічна ефективність від впровадження АСКУЕ комунально-побутових споживачів визначається за такими показниками. Розрахунки зводимо до таблиці А.3.

Величина економічного ефекту визначається за формулою:

$$E = (I_б - I_н) - E_н(K_н - K_б) \quad (A.2)$$

де $I_б$, $I_н$ – величина експлуатаційних витрат за базовим і новим варіантами відповіддю (з таблиці А.2), грн.;

$K_б$, $K_н$ – об'єм капітальних вкладень за порівняльними варіантами (з таблиці А.1), грн.

$$E = (5642,5 - 1623) - 0.25(123,5) = 3988 \text{ тис.грн.}$$

Період окупає мості додаткових капіталовкладень за рахунок зниження експлуатаційних витрат.

$$T = (K_б - K_н) / (I_б - I_н) = (5642,5 - 1623) / (5642 - 1746,5) = 1,03 \text{ року} \quad (A.3)$$

Таблиця А.3 Зведенні показники економічної ефективності.

№ п/п	Найменування показників	Одиниця виміру	Величина по варіантам, тис.грн	
			Базовий	Новий
1	Витрати на експлуатацію	грн.	5642,5	1623
2	Ціна системи	грн.	_____	123,5
3	Економічний ефект	грн.	_____	3988
4	Період окупності	років	_____	1,03

Під час розрахунків економічної ефективності автоматизованої системи контролю і управління електроспоживанням побутових споживачів, розробленою в ході виконання магістерської роботи, були визначенні витрати на експлуатацію, величину економічного ефекту від впровадження системи та період окупності.

Розрахунки показали, що модернізація призведе до значного економічного ефекту, а всі витрати на її проведення окупаються приблизно за рік.

ДОДАТОК Б. ОХОРОНА ПРАЦІ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ КОМУНАЛЬНО-ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ

Охорона праці має не тільки велике соціальне значення, але економічне і політичне. Політичний чинник виражається в тому, що якщо стан охорони праці незадовільний, то це може виступати причиною накопичення негативного напруження в суспільстві, а також, загалом, впливати на формування політичного стану суспільства. Економічний чинник полягає в тому, що незадовільний стан охорони праці веде до суспільних втрат, соціально-економічних проблем сімей, особистості.

Державна політика в області охорони праці базується на пріоритеті життя і здоров'я спів робітників по відношенню до процесу виробничої діяльності; повної відповідальності власника підприємства за створення безпечних і нешкідливих умов праці; соціального захисту персоналу; повного відшкодування збитку працівникам, які постраждали від нещасних випадків на підприємстві.

У зв'язку зі специфікою роботи енергоємного виробництва його персонал працює в умовах підвищеної небезпеки. Це є причиною необхідності проведення заходів щодо забезпечення безпеки праці. На перше місце у всіх питаннях охорони праці ставиться людина. На всіх підприємствах, в установах і організаціях повинні бути створені належні здорові і безпечні умови праці. Цей обов'язок покладений на адміністрацію підприємства, установи, організації. Адміністрація зобов'язана суворо дотримуватися законів про працю, впроваджувати сучасні кошти техніки безпеки, забезпечувати санітарно-гігієнічні умови і своєчасний належний медичний огляд персоналу, провести інструктаж і навчання персоналу. За станом охорони праці, дотриманням законів і правил про труд встановлений державний і суспільний нагляд і контроль.

Б.1 Технічні рішення по безпечній експлуатації технологічного обладнання

Б.1.1 Створення зон обслуговування

Частини обладнання, які розташовані на висоті більше 1.5 м від підлоги (робочого майданчика), обслуговуються зі стаціонарних майданчиків, які мають огорожі та сходи. Сходи і майданчики огорожені поручнями висотою не менше 1.0 м з бортовим елементом по низу поручнів висотою не менше 0.14 м. Відстань від підлоги майданчика до верхнього перекриття повинна бути не менше 2.0 м. Сходи виконуються з листової просічної сталі товщиною 5 мм. По всьому периметру котла збудовані майданчики обслуговування через кожні 3...4 м. З метою підвищення оперативності керування, безпеки експлуатації за допомогою виведення персоналу з небезпечних секторів обслуговування обладнання, впроваджується автоматизація основних та допоміжних процесів:

- керування КА здійснюється з БЩУ, розташованого в поблизу КА, де знаходиться мнемосхема блоку;
- контроль та нагляд за більшою частиною технологічних параметрів;
- захист і блокування при змінах в нормальній роботі агрегату.

Б.1.2. Заходи щодо забезпечення нормальних і нешкідливих умов праці

Засувки і вентилі, що працюють з парою або гарячою водою, для відкриття яких потрібні значні зусилля, забезпечуються електричними або механічними приводами. Рухомі елементи виробничого устаткування, до яких можливий доступ персоналу (димососи, дуттєві вентилятори та інші) мають механічні щитки обгороджування. Такими огорожами оснащені всі з'єднувальні полумуфти електродвигунів і механізмів, перешкоджаючи

доступу обслуговуючого персоналу до частин, що обертаються. Для керування роботою і забезпечення нормальних умов експлуатації КА забезпечується арматурою з електроприводами. Застосовується система дренажів і зворотних клапанів.

Робочі трубопроводи та теплообмінні апарати забезпечені у верхніх точках повітропроводами, сполученими безпосередньо з атмосферою. Всі приєднання арматури на всіх трубопроводах виконані за допомогою зварювання.

Вихлоп з клапанів виводиться на дах котельного відділення в точках, не доступних для персоналу. Обмуровка котла виконується на каркасній щитовій. У конструкції котла передбачена можливість термічного розширення його частин – екранних труб, і т.п. за рахунок кріплення їх до стінок і стелі за допомогою "пружинячих" кріпильних деталей.

Усі горячі частини устаткування, трубопроводи, баки та інші елементи, доторкання до яких може спровокувати опіки, мають теплову ізоляцію. Матеріал ізоляції підібран таким чином, що температура на її поверхні не перевищує 45°C при температурі навколишнього повітря 25°C. Як ізоляційні матеріали використані пермітові фасонні вироби, скловолоконні і базальтові мати.

Грати, що перекривають отвори БСУ, мають розмір не більше за 350x350мм.

Робочі трубопроводи, розташовані в місцях, які доступні персоналу з $t_{\text{пов}} > 45^{\circ}\text{C}$, покриті тепловою ізоляцією в залежності від $T^{\circ}\text{C}$.

Трубопроводи пари і води фарбуються по всій довжині і наносяться кольорові кільця (опізнавальне фарбування трубопроводів промпідприємств).

Компенсація різниці теплових розширень корпусу забезпечується гнутими опорами і компенсаторами. А пускові впорскуючі паро охолоджувачі, у яких захисна сорочка складається з 2-х частин, жорстко закріплених по кінцях до корпусу паро охолоджувача, мають ковзаючі

з'єднання в середній частині.

Пояси жорсткості цільнозварювальних екранів виготовляються з ферм, що виконуються з сортового профільного металу.

Для контролю параметрів, спостереження за якими необхідне при експлуатації КА, передбачені показуючі прилади: для контролю параметрів, зміна яких може привести до аварії, що сигналізують показуючі прилади.

Котел укомплектований показчиками по температурі, тиску, витраті води і що подають звуковий і світловий сигнали при відхиленні параметрів від допустимих значень.

Правилами безпеки вимагається обладнання котла наступними приладами безпеки: відсикателями палива при зниженні рівня води нижче допустимої межі, при зниженні тиску води або підвищенні її температури зверх допустимих меж, при підвищенні тиску у вихідному колекторі котла до 1.05 розрахункового.

Для живлення котлів кількість і продуктивність насосів вибрані так, щоб у разі зупинки одного насоса ті, що залишилися забезпечували роботу котла з номінальною продуктивністю з урахуванням втрат.

Б.2. Електробезпека

Б.2.1. Технічні рішення по запобіганню електротравматизму при нормальній роботі установок

Приміщення КА по електробезпеці відноситься до особливо небезпечних у зв'язку з наявністю високих температур, вогкості та т.п. Визначальні чинники: $U_{\text{сети}}=220 \text{ В}$ і 380 В . Допустимими для персоналу є трансформатори $U=6.3 \text{ кВ}$, глухо-заземлена нейтраль.

Заходи щодо зниження електротравматизму:

- застосування знижених напружень: 42 В для ручного електроінструмента і місцевого стаціонарного освітлення;
- для переносного і аварійного освітлення – 12 В . Допускається

освітлення всередині топок акумуляторними і батарейними ліхтарями;

- світильники розташовані на висоті не менше за 2,5 м над робочими місцями;

- електропроводка виконана захищеним проводом і в металорукавах;

- передбачені заземлення трубопроводів палива;

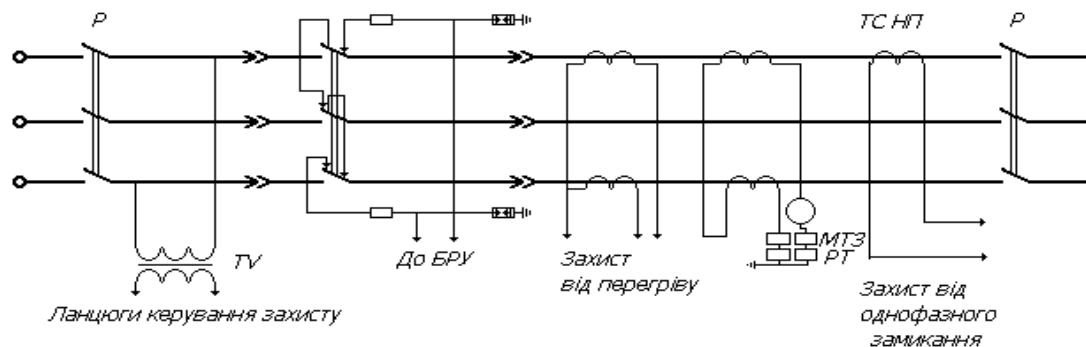


Рисунок Б.1- Схема захисту ячейки КРП

- пускова апаратура електродвигунів витяжних вентиляторів встановлена поза приміщенням КА;

- всі струмоведучі частини огорожені та вивішені плакати ("Стій! Напруга!", "Не влізай, вб'є!", "Не включати - працюють люди!"). Встановлене блокування, що знімає напругу при знятті огорож;

- в КВ запроектовані два поперечних тунелі на один КА для прокладки кабелів, на майданчику димососів та вентиляторів прокладка кабелів виконується в трубах;

- забезпечення ізоляції струмоведучих частин з застосуванням поліхлорвінілової та іншої ізоляцій; у всіх випадках опір ізоляції повинен бути не менше за 1 кОм на 1 В напруги в електромережі;

- напруга освітлювальної мережі в КВ, як і по всьому підприємству, приймається 220 В із заземленої нейтраллю;

- розподільні шафи, пускові агрегати та клемні коробки закритого типу (розташовуються в спеціальних кожухах) – для забезпечення недоступності

неізолюваних струмоведучих частин;

- обслуговуючому персоналу надаються ізолюючі захисні засоби: гумові рукавиці, килими, інструмент з ізолюваними частинами, покажчиками напруги, рухомими заземленнями і т.п.

Б.2.2. Технічні рішення щодо запобігання електротравм при попаданні напруги на не струмоведучі частини обладнання

У основному таким рішенням є використання захисного заземлення з метою усунення небезпеки, якщо є замикання на корпус. Захисне заземлення передбачає навмисне електричне сполучення металевих частин електроустановки із “землею” або еквівалентом. Воно передбачається для мереж з ізолюваної нейтраллю до 1000 В і при будь-якому напруженні нейтралі з напруженням вище за 1000 В.

Електродвигуни напругою 6.3 кВ з живленням від мережі з ізолюваної нейтраллю заземляються при допомозі з/б підмурівків будівель і споруд, металевих і з/б конструкцій, створюючи безперервний електричний ланцюг по металу.

Також використовується занулення, це електричне з'єднання металевих частин електроустановки із заземленою точкою джерела живлення за допомогою нульового захисного провідника.

Захисне занулення або заземлення виконують:

при номінальній напрузі 380 В та вище зі змінним струмом, та 440 В і вище з постійним струмом в усіх випадках;

при номінальній напрузі від 42 В до 380 В на змінному струмі, і від 110В до 440В на постійному струмі в умовах праці з підвищеною небезпекою і при особливо небезпечних роботах.

Б.3. Технічні рішення по промисловій санітарії

Вихідними передумовами для розробки технічних рішень є: автоматизація технологічного процесу, управління з щитових приміщень, відсутність персоналу у виробничих приміщеннях.

Б.3.1 Шум.

Джерела шуму: котлоагрегат, димососи і вентилятори (89...90 дБА); паропроводи (8Б...98 дБА), насоси (90 дБА). Гранично припустимі рівні звукового тиску в октавних смугах та еквівалентні рівні звуку для широкополосного шуму представлені в таблиці Б.3.1.

Для зниження шуму в КВ до допустимих значень передбачено:

- джерела шуму, такі як трубопроводи, димососи та інші мають теплову ізоляцію, яка грає роль і шумоізоляції;
- пристрої дистанційного управління повітропроводами, димососами рециркуляції та іншими джерелами з щитової;
- БЩУ також ізольований;
- по можливості, розміщення гучливих виробництв в окремих приміщеннях: ГРУ поза будівлею КВ, трубоповітропроводи, димососи, приміщення для вентиляційного обладнання;
- в трубопроводах з підвищеною швидкістю середі встановлені фіксовані направляючі елементи. На трубопроводах головних запобіжних клапанів встановлюються шумопоглиначі;
- в системі кондиціонування на БЩУ, щитової, передбачається установка шумоглушників;
- на період ремонтів захист від шуму забезпечується установкою звуковбирних екранів;
- контроль рівня шуму проводиться не рідше за 1 раз в рік з допомогою шумомерів: ШУМ-М1, ШИВШИ-1.
- індивідуальні засоби захисту від шуму: вкладиші у вушні раковини,

наушники, звукоізолюючі каски і шоломи, звукоізолюючі костюми;

- рівень звуку у виробничих приміщеннях 80 дБА, на щитах управління 75 дБА;

- зони з рівнем шуму більше за 85 Дба обладнані знаками безпеки по

- ДЕСТ 12.1.029-80.

Таблиця Б.1. Рівні звукового тиску

Приміщення	Рівень звукового тиску, дБ, в октавних полосах з сер. частотами, звуку, Гц.								Рівень звуку, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Котельне відділення	94	87	81	78	75	73	71	69	80
Кабіни спостереження та дист. керування	89	82	77	73	70	68	66	75	75

Б.3.2. Вібрація

Джерела: димососи, вентилятори, трубопроводи, інші механізми, що обертаються.

Вібрація нормується по середньоквадратичним значенням віброшвидкості в м/с, її логарифмічному рівні в дБ в октавних смугах частот в залежності від вигляду вібрації, частоти, напрямку дії і часу впливу.

При підвищенні вібрації трубопроводів, вентиляторів, насосів, ШБМ проводиться їх ремонт.

Зниження вібрації:

- в підмурівку КВ влаштовані деформаційні шви для зниження загальних вібрацій;

- застосування вібробезпечного обладнання;

- балансування вузлів, що обертаються: вентиляторів, заміною підшипників ковзання на відповідні підшипники качання там, де це можливо;

- резинові прокладки, вставки, компенсатори, амортизатори, що знижують вібрацію на шляху поширення;
- облицювання підлоги вібродемпфіруючими матеріалами;
- установка вентиляційних і насосних агрегатів на віброізолюючі основи;
- індивідуальні засоби захисту: віброгасяче взуття, рукавички з амортизаційними прокладками;
- у відповідності з ДЕСТ 12.1.012-78 необхідно: підтримка в умовах експлуатації технічного стану машин на рівні, передбаченому нормативно-технічною документацією.

Б.3.3. Освітлення.

Для забезпечення нормативних умов роботи всі приміщення повинні мати достатнє освітлення. У КВ передбачена система комбінованого освітлення (загальне освітлення на фермах перекриття і місцеве на вимірювальних приладах місцевих щитів управління і на майданчиках обслуговування обладнання).

На підприємстві існують наступні види електричного освітлення:

- робоче;
- аварійне освітлення для евакуації;
- ремонтне освітлення.

У залі котельної – система суміщеного освітлення (бічне одностороннє і цілодобове штучне).

Освітлення робочих місць прийнята у відповідності з СНтП. Розрахунок освітленості виконан методом коефіцієнта використання для приміщень і точеним методом для зовнішнього освітлення.

Природне освітлення виконується, виходячи з норм коефіцієнту природного освітлення (КЕО). Підприємство розташоване в IV світловому поясі, розряд зорової роботи – VIII. Найменший розмір об'єкта розрізнення 0.5...1мм. При бічному і верхньому освітленні $e_{VIII}=10...0.5$.

Для четвертого світлового пояса КЕО:

$$e_{IV} = e_{VIII} \cdot m \cdot z,$$

де $m=0.9$ коефіцієнт світлового клімату;

$z=0.8$ коефіцієнт сонячності клімату;

$e=0.7$ значення, що нормується КЕО.

Штучне освітлення передбачене в КВ. Для загального прийнята напруга 220/380 В (мережа чотирьохдротова, трифазна, із заземленим нульовим проводом).

Для освітлення теплофікаційних тунелів: якщо висота h підвісу світильника >2.5 м 380/220 В; при $h < 2.5$ м 42 В.

Для підключення переносних ручних світильників мережа розеток напругою 12 В.

Освітлювальна мережа у виробничих будинках виконана проводами і кабелями, що прокладаються відкрито по будівельних конструкціях у лотках і коробах. У будинку котельні освітлювальна мережа виконана проводом ППВ, що прокладається приховано під шаром штукатурки й у порожнечях плит перекриття. Перетини кабелів і проводів перевірені по падінню напруги і забезпечують відхилення напруги у світильників у межах $+5\ldots-2,5\%$ для робочого освітлення і $\pm 5\%$ для аварійного (в аварійному режимі).

В якості захисної міри від враження електричним струмом передбачено захисне занулення корпусів світильників, групових освітлювальних щитів, кабельних конструкцій. Для розет очних споживачів в якості допоміжної міри захисту передбачено захисне відключення.

Для спеціальних світильників місцевого освітлення допускається напруга 220 В.

У системі загального освітлення використовуються ртутні лампи ДРЛ.

Здійснюється освітлення трьома рядами світильників. Відстань між групами світильників 12 м. Для місцевого освітлення використовуються світильники типу СМО-1, СМО-100.

Аварійне освітлення обов'язково обладнується для: фронту КА,

проходів біля КА, вимірювальних приладів, майданчиків і сходів котлів. Аварійне освітлення повинне бути не менше за 5 ЛК на робочих місцях і 0.5 ЛК в основному проході. Використовується по одному світильнику кожної другої групи світильників середнього ряду.

Таблиця Б.3. Освітленість виробничих приміщень

Приміщення, виробнича дільниця	Площина нормування осв. та її висота, м	Освітленість, ЛК при	
		комб. освітленні	загальне освітлення
Площадки обслуговування котлів та екранів	Вертикальна на топках, затворах	100	100
Площадки, сходи котлів та екранів	Підлога	-	10
Приміщення димососів, вентиляторів	Горизонтальна на 0.8	-	100
Приміщення для вентиляційного обладнання	Горизонтальна на 0.8	-	100

Б.4. Пожежна безпека.

На підприємстві небезпека пожежі пов'язана з наявністю у великих кількостях палива, високих температур обладнання, електроустановок і розгалуженого кабельного господарства, сировинного матеріалу, електроустановок.

КВ по пожежебезпеці відноситься до категорії "Г", ступінь вогнестійкості – 2. Клас пожежебезпеки зони П-1.

Виходячи з пожежебезпечних властивостей речовин, що застосовуються в приміщенні, до пожежебезпечних відносяться:

- природний газ, маючий групу ГГ (горючі газу) з $t_{св}=500...750^{\circ}\text{C}$, $k_{4н} 0=5\%$, $k_{4в} 0=15\%$;
- трансформаторне масло, ГЖ з $t_{св}=300^{\circ}\text{C}$, $t_{всп}=135^{\circ}\text{C}$, $t_{н}=122^{\circ}\text{C}$, $t_{в}=184^{\circ}\text{C}$;

- водень, ГГ з $t_{св}=510^{\circ}\text{C}$, к 4н 0=4%, к 4в 0=75%;

Б.4.1. Система запобігання пожежі.

На газопроводах на вході в КВ встановлена запорна арматура з електроприводом і вивішуються таблички "закрити при пожежі"; для огляду паливної системи дозволено використати вибухобезпечні лампи напругою 12 В з справною ізоляцією.

Всі гарячі поверхні ($>45^{\circ}\text{C}$) покриті теплоізоляцією.

При підготовці до розтопки КА вентиляцію топки і газоходів проводити на протязі 10-15 хвилин з допомогою димососу і дуттєвого вентилятора при відкритих шиберів в газоповітряному тракті. У разі зриву факела негайно припиняється подача палива до пальників щоб уникнути вибуху, а потім після ретельної вентиляції робиться повторне розпалювання.

Перед заповненням газом газопроводи повинні продуватися їм через збросні свічки (повітропроводи) до витіснення всього повітря до змісту O_2 не більше за 1%. При зупинці КА проводиться продування газопроводів до витіснення всього газу. Газ випускається з збросних свічок за межі КВ, де виключена можливість його запалення, так як при об'ємній концентрації 0.05...0.15 (5-15%) утворюється вибухонебезпечна суміш.

На газопроводах застосована стальна арматура 1 класу герметичності.

Для виключення можливості проникнення вогню з приміщення в приміщення передбачається пристрій протипожежних загороджувальних стін з керамзитобетонних і залізобетонних панелей.

Б.4.2. Система протипожежного захисту

Протипожежне обладнання – стаціонарна розводка пожежної води і піни з пожежними рукавами і кранами, ящики з піском і совками на відмітці 0.00 м.

Ступінь вогнестійкості КВ – 2. Вуглекислотні пересувні 2-х і однобалочні установки типу УП-2М для гасіння кабелів, масла що запалало,

енергоустаткування до зняття з нього навантаження. Установки розташовані по 2 штуки. Пінні вогнегасники типу ОП-6, ОУ-2, ОУ-8 розташовані на пожежних щитах. Застосовується хімічне вогнегасіння для гасіння кабельних тунелів, напівповерхів. Виробниче-протипожежне водопостачання на підприємстві здійснюється від насосної станції виробничо-протипожежного водопостачання.

Передбачаються траси кабелів, відділені одна від іншої при прокладці в кабельних тунелях, напівповерхах та каналах перегородками вогнестійкістю 1.5 години. Для контролю кабелів широко використовується багатошарова прокладка в металевих коробах. Кабельний напівповерх відділений від КВ глухими стінками, в напівповерхах постійно контролюється тепловий режим роботи кабелів.

На випадок пожежі в системі охолодження передбачається схема газового господарства, що забезпечує видалення водня системи охолодження і заміну його вуглекислотою обсягом подвійного прокачування.

Для евакуації людей передбачено: з відмітки підлоги 1-го поверху у фасаду тимчасового торця через хвіртки в кімнатах МЗ і КВ. Вентилятори і кондиціонери не повинні сприяти поширенню пожежі: вони мають автоматичне відключення нагнітання повітря в район пожежі.

Висновки.

1. Організація охорони праці на підприємстві знаходиться на відповідному рівні.

2. Відділ охорони праці на підприємстві створений у відповідності до діючого законодавства, міжгалузевих та газузових нормативних актів, і завдяки досвідченності фахівців, які в ньому працюють, виконує свої функції на відповідному рівні.

3. Виконання наведених в розділі рекомендацій по поліпшенню умов праці в котельній призведе до зниження рівня виробничого травматизму та зменшенню випадків професійних захворювань.