

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації,
автоматизації виробництва та
інженерної екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Мисак Олександра Андріївна
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача вищої освіти)

УДК 620.93

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Енергоаудит дев'ятиповерхової житлової будівлі міста

Коростеня

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело Мисак О.А.
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Войцицький Анатолій Павлович
(прізвище, ім'я, по батькові)

доцент
(науковий ступінь, вчене звання)

АНОТАЦІЯ

Мисак О.А. Енергоаудит дев'ятиповерхової житлової будівлі міста Коростеня. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістр за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Поліський національний університет, Житомир, 2021.

В кваліфікаційній роботі було проведено пошук місць нераціонального та неекономного використання електроенергії в даному будинку. Було запропоновано заходи, за допомогою яких будівлею буде споживатись значно менша кількість електроенергії. Впровадження енергозберігаючих технологій допоможе будівлі зекономити від 40% електроенергії. Було проведено порівняння споживання електроенергії за минулі роки та прогноз на майбутні, яке показало, що заходи з енергозбереження мають дієвий характер.

Ключові слова: енергоаудит, енергоефективність, енергозберігаючі технології, енергоменеджмент, звіт з енергетичного аудиту, раціональне електровикористання.

SUMMARY

Mysak O.A. Energy audit of a nine floors building in the city Korosten. Qualification work on the rights of the manuscript. Qualification work for a master's degree in specialty 141 "Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics". Polissya National University, Zhytomyr, 2021.

In qualification work was searched for places of irrational and non-esteem use of electricity in specific building. The measures were proposed by which the building will be consumed much less electrical power. The introduction of energy-saving technologies will help this building to save more than 40% of electrical consumption. The comparison of power consumption over the past years has been conducted and forecast for future years, which shows that energy saving measures are effective.

Keywords: energy audit report, energy audit, energy efficiency, energy management, energy saving technologies, rational electrical use.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СТАНУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ТА ДОЦІЛЬНІСТЬ ЕНЕРГОАУДИТУ В УКРАЇНІ.....	7
1.1 Оцінка енергетичного стану житлових будівель України.....	7
1.2 Переваги енергоефективності житлових будівель.....	7
1.3 Мета та завдання дослідження.....	8
Висновок до розділу 1.....	10
РОЗДІЛ 2 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГОАУДИТУ.....	11
2.1. Обстеження стану електричних систем об'єкта.....	11
2.2 Загальний аналіз споживання електроенергії об'єктом.....	12
Висновок до розділу 2.....	18
РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.....	19
3.1.Опис поточного стану об'єкту.....	19
3.2 Рекомендації щодо енергозбереження.....	19
3.3 Розрахунок споживання електроенергії з дотриманням усіх вище перерахованих заходів.....	26
Висновки до розділу 3.....	31
РОЗДІЛ 4 ОКУПНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЗАХОДІВ.....	32
4.1 Порівняння та прогноз електроспоживання будинком.....	32
4.2Витрати на матеріали та їх установку.....	32
4.3 Окупність енергоефективних заходів.....	34
Висновки до розділу 4.....	36
ВИСНОВКИ.....	37
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	38

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Енергетичний аудит житлових будівель - перший крок до економії ПЕР та ефективного енерговикористання. На даний момент Україна шукає вихід з кризи, такої галузі, як енергетика. З настанням нових технологій в Україні почали шукати шляхи до збереження електроресурсів. З кожним роком зростає попит на послугу енергетичного моніторингу для економії електроенергії, і, відповідно, зменшення витрат на користування нею. Ефективне використання електроенергії призведе не тільки до економії витрат на комунальні платежі, а й до надійного та стабільного електрозабезпечення [24].

Тому, на сьогодні, такої ефективності можна досягти на усіх підприємствах, установах та навіть у звичайних житлових будівлях за допомогою такої послуги, як енергетичний аудит.

Мета та завдання дослідження. Метою даної кваліфікаційної роботи є пошук проблем нераціонального використання електроенергії житловим будинком та шляхи до їх подолання.

Для вирішення проблеми з нераціональним використанням електроенергії потрібно виконати такі завдання:

- Визначити показники рівня використання електроенергії будівлею;
- Визначити оцінку рівня стану електровикористання;
- Визначити питоме споживання електроенергії;
- Пошук варіантів щодо економії електроенергії;
- Прогноз на використання електроенергії з електрозберігаючими технологіями;
- Розрахунок економічних та енергетичних заходів житлової будівлі;
- Порівняння минулого, сьогодення та майбутнього стану об'єкта.

Предметом дослідження є практичні та теоретичні навички з питань енергоаудиту.

Об'єктом дослідження є електромоніторинг житлової будівлі.

Методи дослідження. Для вирішення завдань, які поставлено у кваліфікаційній роботі є такі етапи:

- I. Розкриття проблеми неефективного використання електроенергії;
- II. Пошук вирішення проблем нераціонального використання електроенергії;
- III. Впровадження заходів для електрозбереження;
- IV. Порівняння минулого та прогноз на майбутнє для виконання загального висновку енергоаудиту.

Інформаційну базу дослідження склали постанови у сфері електроенергетики та комунальних послуг України; ДСТУ; Чинні державні стандарти з енергозбереження; Підручники та монографії науковців, щодо проблематики ефективності використання електроенергії; власні думки автора.

Практичне значення отриманих результатів. Результати дослідження, отримані в кваліфікаційній роботі, можуть бути використані житловими будинками для економії використання електроенергії.

Перелік публікацій автора за темою дослідження.

Мисак О.А., Ткачук М.В. Роль енергоаудиту та енергоменеджменту в енергозбереженні. Студенські читання 2021: Матеріали науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики «Студенські читання 2021» Житомир: ПНУ, 2021. – 400 с

Мисак О.А. Обґрунтування доцільності мікропроцесорного управління електроприводів ліфтів. Студенські читання 2021: Матеріали науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики «Студенські читання 2021» Житомир: ПНУ, 2021. – 400 с

Ткачук М.В. Мисак О.А. Економічний ефект від впровадження енергозберігаючих заходів. Студенські читання– 2021: Матеріали науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики «Студенські читання 2021» Житомир: ПНУ, 2021. – 400 с

Структура та обсяг дослідження: Кваліфікаційна робота містить вступ, чотири розділи, які складаються з підрозділів, висновки до кожного розділу,

загальні висновки, список використаних літературних джерел з 26 найменувань, також містить 6 рисунків та 15 таблиць. Загальний обсяг роботи становить 41 аркуш.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СТАНУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ТА ДОЦІЛЬНІСТЬ ЕНЕРГОАУДИТУ В УКРАЇНІ

1.1 Оцінка енергетичного стану житлових будівель України

Станом на квітень 2020 року 85% житлових будівель були збудовані до 1990 року. Якщо враховувати вік цих будівель, дуже низький рівень енергоефективності та рівень зносу споруд, інженерних систем. Такі будинки в 2-3,5 разів менш енергоефективні у порівнянні з будинками, які побудовані пізніше 1990 року [1].

Енергоефективність та енергоощадність житлових будинків є пріоритетом у розвинених країнах світу. Одним із основних факторів, що привернули увагу до даної проблеми- це висока ціна на енергетичні ресурси. Станом на грудень 2020 року, лише 6379 будівель в Україні є енергоефективними та отримали відповідний сертифікат [2]. Це свідчить про те, що житлові будівлі потребують енергомодернізації.

1.2 Переваги енергоефективності житлових будівель

Енергомодернізація розуміє під собою модернізацію системи споживання теплоти та електроенергії. В даному випадку я розглядаю систему електроспоживання.

Модернізація системи електроспоживання допоможе зменшити відсоток нерационального використання електроенергії, зменшення витрат на комунальні послуги приблизно на 75%, у порівнянні з середніми показниками. Відповідно, на загальнонаціональному рівні до зменшення обсягу імпорту електроенергії та зменшення енергоємності економіки.

Станом на 2021 рік українська економіка є однією з найбільш енергоємніших в світі, і, водночас не є енергоефективною. Для того, щоб згенерувати 1\$ ВВП нашої економіки, необхідно затратити в 1,5-2 рази більше електроенергії, ніж витрачають розвинені країни світу [3].

Так, як значна частина електроенергії, приблизно 30%, генерується на ТЕС/ТЕЦ і є одним із основних джерел викидів вуглекислого газу в атмосферу,

то, відповідно, зменшення споживання електроенергії зменшить генерацію на ТЕС/ТЕЦ та зменшить викиди вуглекислого газу в атмосферу [4]. За даними Державної служби статистики України викиди вуглекислого газу від енергетики складають приблизно 107 тис. т. При впровадженні енергоефективних заходів в усіх будинках України можливо зменшити цей показник приблизно на 20% [5].

1.3 Мета та завдання дослідження

За статистикою, майже усі будівлі які були збудовані до 1990 року мають клас енергоефективності G [6].

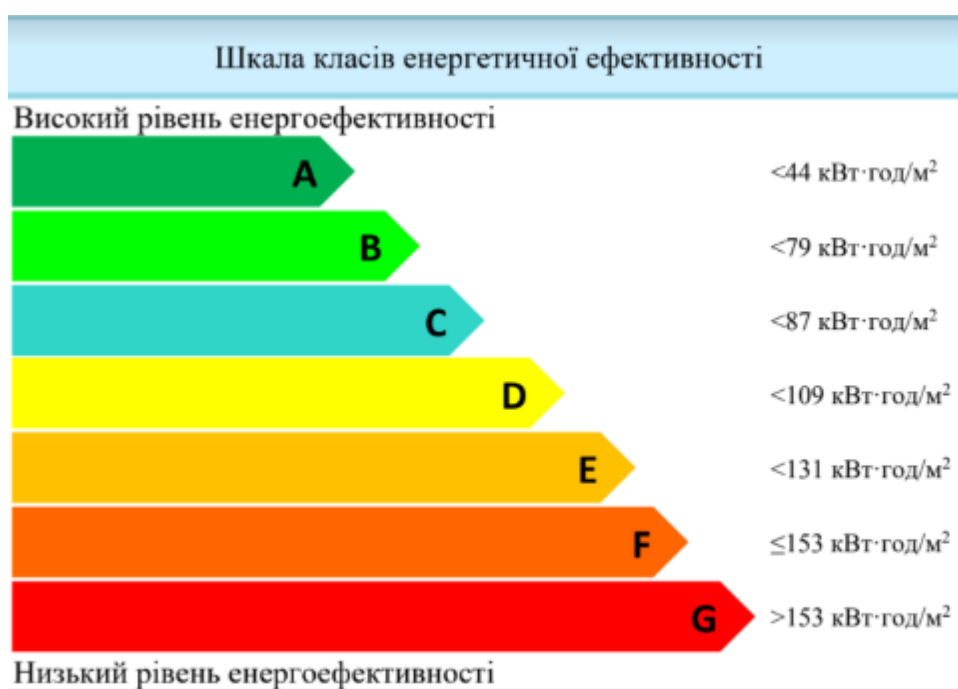


Рисунок. 1.1. Шкала класів енергетичної ефективності

Як видно з рис. 1.1., що клас енергоефективності G – найнижчий, і це пояснює, що Україна потребує проведення енергоаудиту в неенергоефективних будинках.

Описані вище проблеми з ефективним використанням електроенергії показали, що більшість будівель в Україні не є енергоефективними, а отже, це означає, що багато електроенергії витрачається даремно. Це пов'язано з використанням малоефективного або застарілого обладнання (лампи розжарювання, які мають низький ККД; обладнання ліфтів, яке вже не відповідає вимогам енергоефективності і яке вчасно не модернізується;

виконання загальнобудинкових струмопровідних частин алюмінієвими провідниками).

Також проблеми енергоефективності пов'язані з тим, що в Україні не дуже популярний енергоаудит і, в свою чергу, має доволі високу вартість.

В попередні роки держава частково компенсувала власникам будинків і квартир витрати на підвищення енергоефективності, але на даний момент, фінансування цієї програми припинилось.

В даний момент, в Україні набув чинності закон, який дозволяє введення в експлуатацію новобудов лише за наявності класу енергоефективності A⁺ і вище [7].

Щоб одноразово не витратити велику кількість коштів на енергоаудит, можна проводити частковий енергоаудит, який пов'язаний з одним видом енергоресурсів. В даній кваліфікаційній роботі я буду проводити енергоаудит по електрозбереженню.

Висновок до розділу 1

Хоч енергоаудит має високу вартість, кошти на його проведення потрібно вважати як інвестицію.

На енергоаудит одразу буде витрачено багато коштів, але з часом, поради енергоаудиторів дадуть свої результати – економію енергоресурсів, і, відповідно, грошей. А через декілька років, енергоаудит не тільки окупиться, а і дасть постійну економію коштів та енергоресурсів.

Використання енергоаудиту дасть змогу покращити експлуатацію систем господарства уникнути погіршення робочого стану або аварій, можна буде забезпечити ремонт та відновлення обладнання згідно його теперішнього стану, що суттєво скоротить витрати на експлуатацію (у тому числі і енергоресурси), зробить роботу енергосистем стабільнішою, забезпечить обслуговування споживачів на високому рівні.

Варто звернути увагу на те, що найкращого результату можна досягти за допомогою дотримання усіх порад та правил, режимів та рекомендацій. Тому необхідно регулярно проводити моніторинг, для перевірки дотримання правил, інструкцій та рекомендацій усім персоналом або мешканцями житлових будівель, що пов'язані з транспортуванням, обслуговуванням, генеруванням, розподілом та споживанням енергії [26].

На базі проведеної модернізації, в майбутньому, можна буде покращити стан вже існуючого енергозбереження, тим самим, можна буде зекономити ще більше коштів та ресурсів.

РОЗДІЛ 2

ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГОАУДИТУ

2.1 Обстеження стану електричних систем об'єкта.

Розрахунок енергоспоживання будинком.



Рисунок. 2.1. Житловий будинок

Житловий будинок знаходиться за адресою м. Коростень вул. Героїв Чорнобиля буд.4 (рис. 2.1). Будинок збудовано в 1984 році. Має 9 поверхів, підвал.

Будинок має 3 під'їзди, 96 квартир: двокімнатних – 32; трикімнатних – 48; чотирикімнатних – 16. Будинок збудовано з цегли із залізобетонним перекриттям. Загальна площа будинку з прибудинковою територією, 7886 м². Площа заселення – 4832,55 м², що складає 61,2% від загальної площі.

Відповідно до вимог ПУЕ будівля відноситься до II категорії споживачів. Електропостачання здійснюється за магістральною схемою електромереж. Розподіл електроенергії відбувається через кабельні лінії 0,38 кВ [8].

2.2 Загальний аналіз споживання електроенергії об'єктом

Відповідно до договору про електропостачання межа балансової належності між будівлею та організацією, яка постачає електроенергію, знаходиться на рівні напруги 0,4 кВ [9].

Дані про споживання електроенергії будинком заношу до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Річне споживання та вартість електроенергії квартирами за 2020-2021рр.

№	Місяць	2020		2021	
		кВт·год	Грн	кВт·год	Грн
1	Січень	21660	36390	20208	33950
2	Лютий	21784	36598	25267	42449
3	Березень	19085	32063	22062	37063
4	Квітень	19945	33508	21736	36516
5	Травень	17406	29243	21145	35524
6	Червень	17444	29306	20569	34556
7	Липень	19807	33275	20104	33775
8	Серпень	19309	32438	20194	67852
9	Вересень	19493	32748	17811	59846
10	Жовтень	19408	32606	20551	69052
11	Листопад	23197	38971	24702	82998
12	Грудень	22023	36999	23753	79812
Σ	Всього	240562	404144	258102	613393

Тепер будуємо графік споживання електроенергії.

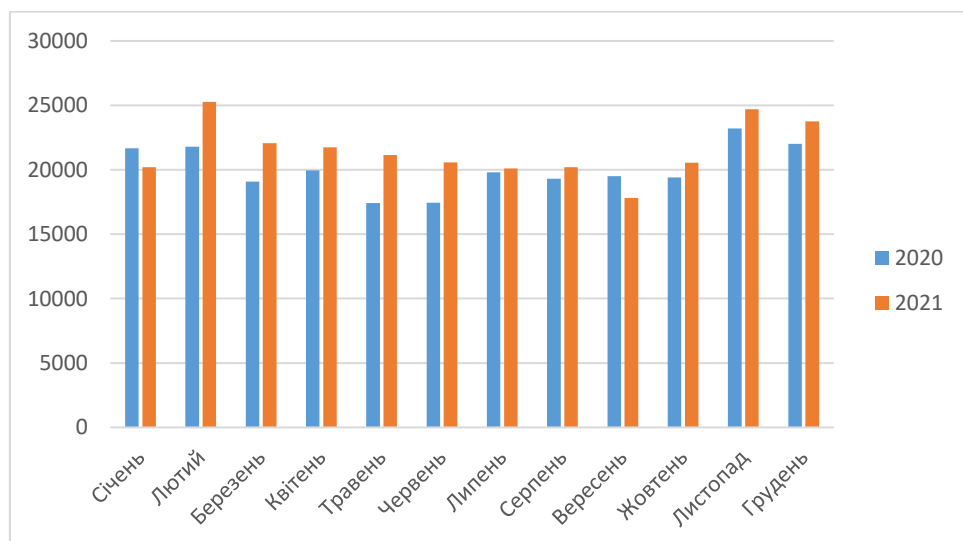


Рисунок. 2.1. Графік споживання електроенергії квартирами будинку.

Виходячи з графіка споживання електроенергії, можна зробити висновки, що найменше електроенергії споживалось за травень 2020р, а найбільше - за лютий 2021р. Приблизно однакове значення мали місяці: серпень-вересень 2020-2021рр та листопад-грудень 2020-2021рр.

Тепер вивчаю споживання електроенергії сходовими майданчиками та ліфтами і заносу їх до таблиці 2.2.

Так, як лампи у під'їздах на майданчику світять цілодобово, то у таблиці вони мають одне значення незалежно від пори року.

Розрахунок виконую за формулою:

$$P_3 = p \cdot N \cdot t \quad (2.1)$$

Де P_3 - загальна потужність

P - потужність лампи розжарювання

N - кількість ламп

t - час, який світить лампа (год)

Таблиця 2.2.

Споживання та вартість електроенергії ліфтами та сходовими майданчиками

№	Місяць	2020				2021			
		Ліфт кВт·год	Ліфт Грн	Сходи кВт·год	Сходи Грн	Ліфт кВт·год	Ліфт Грн	Сходи кВт·год	Сходи Грн
1	Січень	519,16	872,18	1507,2	2532	437,5	735	1507,2	2532,1
2	Лютий	546,25	896,7	1408,8	2368,8	533,75	896,7	1408,8	2366,8
3	Березень	487,5	819	1507,2	2532	485	814,8	1507,2	2532,1
4	Квітень	523,75	879,9	1458	2450,4	548,75	921,9	1458	2449,4
5	Травень	508,75	854,7	1507,2	2532	570	957,6	1507,2	2532,1
6	Червень	510	856,8	1458	2450,4	573,75	963,9	1458	2449,4
7	Липень	498,75	837,9	1507,2	2532	552,5	1856,4	1507,2	2532,1
8	Серпень	514,5	864,36	1507,2	2532	527,5	1772,4	1507,2	5275,2
9	Вересень	525	882	1458	2450,4	547,5	1839,6	1458	5103
10	Жовтень	552,5	928,2	1507,2	2532	575	1932	1507,2	5275,2
11	Листопад	573,75	963,9	1458	2450,4	557,5	1873,2	1458	5103
12	Грудень	527,5	886,2	1507,2	2532	563,75	1894,2	1507,2	5275,2
Σ	Всього	6287,41	10542	17791,2	29894	6472,5	16458	17791,2	43426

Тепер будую графік споживання електроенергії згідно таблиці 2.2.

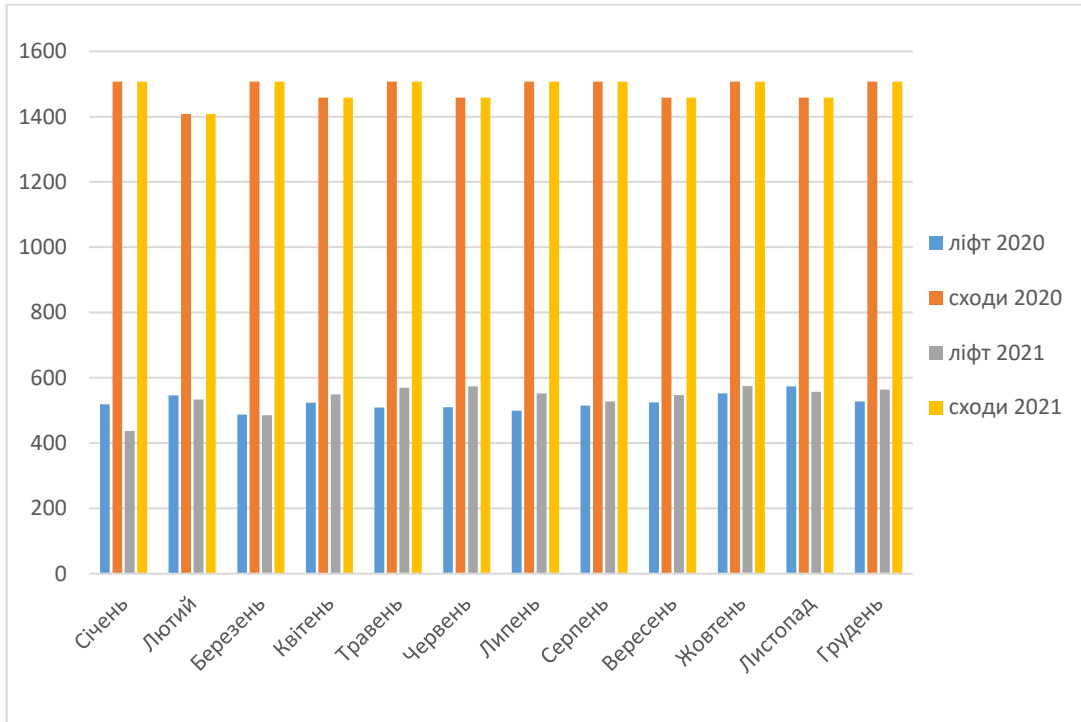


Рисунок. 2.2. Графік споживання електроенергії сходами та ліфтами за 2020-2021рр.

Також біля кожного під'їзду встановлено світильники. В одному світильнику знаходиться лампа розжарювання на 100Вт. Так, як будинок має 3 під'їзди, то світильників також 3.

Обраховую скільки споживають світильники за рік.

Так, як світильники світять від заходу до сходу сонця, складаю таблицю, скільки в середньому триває ніч за кожен місяць року.

Згідно Астрономічного календаря за 2020-2021 рр. середня тривалість ночі за кожен місяць року становить [10]:

Таблиця 2.3.

Середня тривалість ночі

№	Місяць	Тривалість ночі 2020р.	Тривалість ночі 2021р.
1	Січень	11год. 32хв.	11год. 43хв.
2	Лютий	10год. 18хв.	10год 30хв.
3	Березень	8год. 21хв.	8год. 20хв.
4	Квітень	5год. 54хв.	6год. 5хв.

Продовження таблиці 2.3.			
5	Травень	3год. 3хв.	4год. 30хв.
6	Червень	3год. 54хв.	4год. 10хв.
7	Липень	3год. 59хв.	4год. 18хв.
8	Серпень	5год. 7хв.	5год. 59хв.
9	Вересень	7год. 38хв.	7год. 50хв.
10	Жовтень	9год. 41хв.	9год. 24хв.
11	Листопад	11год. 12хв.	10год. 52хв.
12	Грудень	11год. 54хв.	11год. 53хв.

Тепер підраховую скільки витрачається електроенергії на освітлення біля під'їздів за формулою (2.1.). Дані заносу до таблиці 2.4.

Таблиця 2.4.

Споживання та вартість електроенергії освітлення території біля під'їзду за 2020-2021 рр.

№	Місяць	2020		2021	
		кВт·год	Грн	кВт·год	Грн
1	Січень	107,23	180,15	108,9	182,95
2	Лютий	87,26	146,6	88,2	148,2
3	Березень	77,66	130,5	77,19	129,68
4	Квітень	53,1	89,21	54,09	90,87
5	Травень	27,99	47,03	41,85	70,31
6	Червень	35,1	58,97	40,05	67,28
7	Липень	37,01	62,18	39,99	67,2
8	Серпень	47,52	79,84	55,61	186,84
9	Вересень	68,67	115,37	70,47	236,68
10	Жовтень	90,02	151,23	87,42	293,74
11	Листопад	99,18	166,62	97,74	328,4
12	Грудень	110,67	185,93	110,52	371,74
Σ	Всього	841,41	1413,6	872,03	2173,9

Для освітлення території біля під'їзду потрібна 1 лампа, всього на 3 під'їзд потрібно 3 лампи. За рік лампи працюють всього 2880 годин, це означає що їх необхідно замінювати 3 рази на рік. Всього за рік потрібно замінити 9 ламп.

$$W_3 = W_l \cdot N, \quad (2.2)$$

де W_L – вартість ламп розжарювання встановлених в під’їзді, грн.;

N - кількість ламп встановлених в під’їзді, шт.;

W_3 – загальна вартість встановлених в під’їзді ламп, грн.

Розраховую вартість ламп розжарювання за формулою (2.2)

$$W_3 = 9 \cdot 10 = 90 \text{ грн}$$

Після підрахованого вище споживання електричної енергії, можна побудувати баланс споживання електричної енергії житловим будинком.

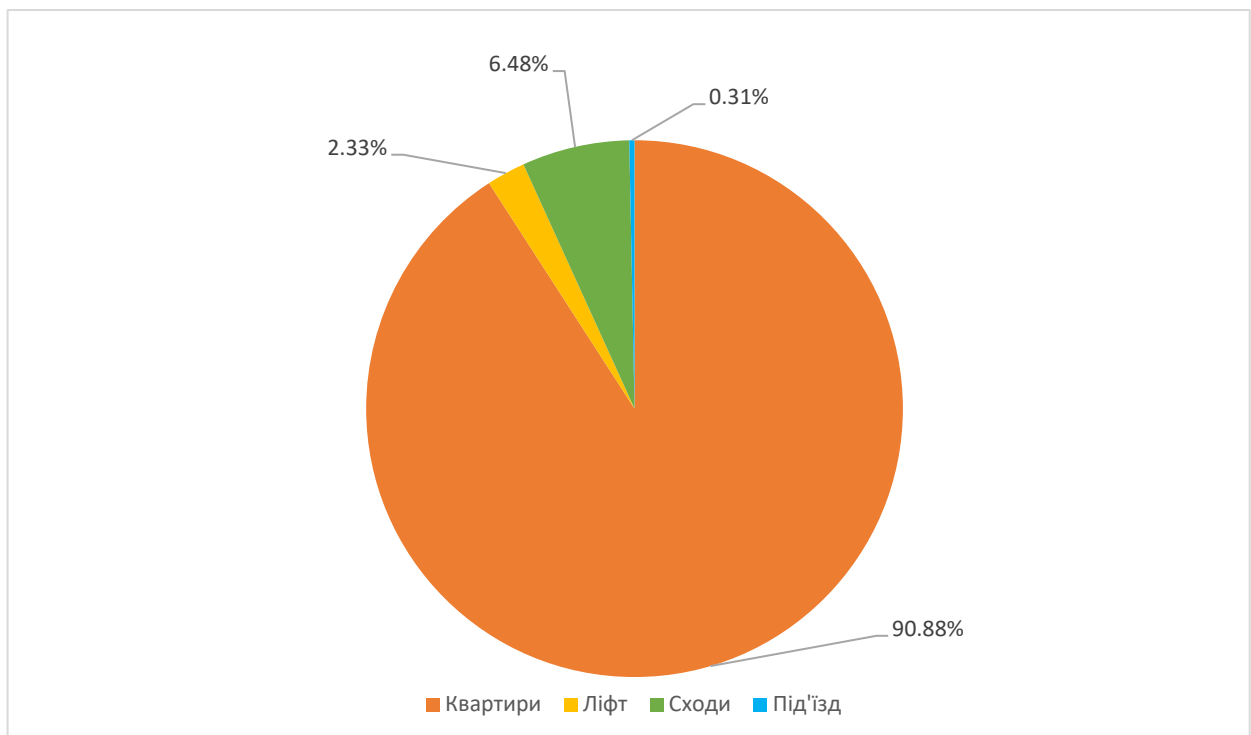


Рисунок. 2.3. Баланс споживання електричної енергії житловим будинком.

Переглянувши діаграму, можна зробити висновок, що квартири споживають 90,88% від загального користування електричною енергією, а ліфт – 2,33% та сходи 6.48%, освітлення біля під’їздів – 0,31% відповідно.

Так, як квартири не відносяться до енергоаудиту який я буду проводити їх загальне електроспоживання ми враховувати не будемо в загальному балансі.

Тепер можна побудувати баланс споживання електроенергії будинком без споживання квартир.

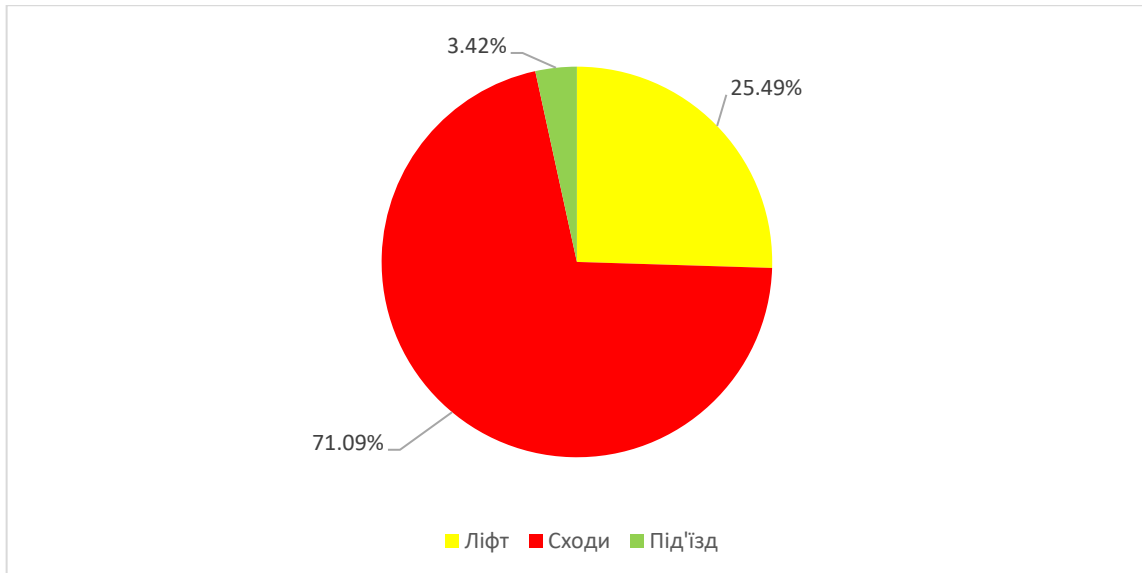


Рисунок. 2.4. Баланс витрат електроенергії будинком.

Перед тим, як складати звіт з енергоаудиту, потрібно підрахувати, скільки витрачається коштів саме на лампи.

Так, як на сходових майданчиках використовують лампи розжарювання, вартість однієї лампи приблизно 10 грн за штуку. На кожному поверсі встановлена одна лампа, всього у одному під'їзді 9 поверхів, тобто, на один під'їзд потрібно 9 ламп, а на весь будинок-27. Вартість розраховуємо за формулою (2.2).

$$W_3 = 27 \cdot 10 = 270 \text{грн}$$

Згідно ДСТУ EN 60432-1:2018 «Про лампи розжарювання»[2]: термін служби однієї лампи розжарювання 1000год.

В одному році 8760год, тобто лампи у під'їзді потрібно замінювати 9 разів на рік. Для будинку потрібно 243 лампи на рік. За формулою (2.2) розраховую вартість ламп.

$$W_3 = 243 \cdot 10 = 2430 \text{грн}$$

Висновок до розділу 2

Тепер, на основі всього обрахованого можна зробити такі висновки:

1. Кожен рік електроспоживання всіх квартир становить приблизно 25000 кВт·год., на які в середньому витрачається 61000 грн.
2. Ліфт споживає приблизно 6300 кВт·год. в рік, на які витрачається 16000 грн. щороку.
3. На освітлення сходових майданчиків витрачається 17800 кВт·год. на рік, які коштують 43000грн.
4. На освітлення території біля під'їзду витрачається 870 кВт·год. на рік, що становить 2100 грн. в середньому.
5. За рік витрачається приблизно 2430 грн на лампи розжарювання для освітлення сходових майданчиків, та 90 гривень на лампи для освітлення територій біля під'їздів.

Тобто, без урахування квартир, будинок споживає приблизно 25000кВт·год електроенергії в рік, що коштує 61100грн. Також на лампи витрачається 2520грн на рік. У сумі будинок витрачає 63620грн на рік.

У зв'язку з тим, що будинок застарілий, у ньому не запроваджено заходів щодо енергоефективності, його можна визнати неенергоефективним.

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНОК ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

3.1 Опис поточного стану об'єкту.

Система освітлення в житловому будинку знаходиться в незадовільному стані. Усі лампи, які знаходяться у під'їздах та біля них- це лампи розжарювання, які мають низький рівень світловіддачі та не забезпечують достатній рівень освітлення. В свою чергу, лампи розжарювання попри низьку вартість, використовують забагато електроенергії, тобто, вони не являються енергоефективними.

Не усі мешканці будівлі проінформовані про стан електроспоживання, способи економії електроенергії та не мають мір для скорочення споживання електроенергії на обслуговування загальнобудинкового майна.

3.2 Рекомендації щодо енергозбереження.

ЗАХІД №1.

Так, як освітлення сходових майданчиків складається із світильників з лампами розжарювання, які не енергозберігаючі, як вказувалось вище, я пропоную замінити лампи розжарювання на світлодіодні лампи.

Встановлення світлодіодних ламп на сходових майданчиках допоможе зробити не тільки комфортне освітлення, а й менше споживання електроенергії. Також строк служби світлодіодної лампи 10000год і вище, що, в свою чергу, більше щонайменше у 10 разів, ніж строк служби лампи розжарювання. І до того ж на відміну від ламп розжарювання, світлодіодні лампи мають гарантійний строк служби від 1 року та більше. Ціна коливається від 30грн за штуку і вище.

Я пропоную встановити світлодіодну лампу Eurolamp, яка має такі характеристики:

Таблиця 3.1.

Характеристики світлодіодної лампи.

Потужність	7Вт
Напруга	175-250В
Форма колби	Стандартна (грушеподібна)
Температура світла	4000К
Тип цоколя	E27
Світловий потік	700Лм
Тип світлодіодів	SMD
Еквівалент потужності лампи розжарювання	70Вт
Клас енергозбереження	A ⁺
Кут розсіювання	300
Строк служби	40000год

Світлодіодна лампа Eurolamp призначена для основного освітлення у житлових та побутових приміщеннях. При виробництві лампи використовується особливий полімерний сплав, для створення якого використовується сучасна технологія хімічної обробки. Завдяки даному екологічному пластику, з якого зроблена основа лампи, вона являється безпечною для здоров'я та навколишнього середовища.

На весь будинок потрібно 27 ламп.

Розраховую вартість ламп для усього будинку за формулою (2.2):

$$W_3 = 27 \cdot 55 = 1485 \text{ грн.}$$

ЗАХІД №2

На даний момент у будинку немає ніякого автоматичного управління освітленням. Лампи працюють цілодобово тим самим витрачаючи багато

електроенергії нераціонально, тому що люди у під'їздах знаходять не завжди, а з'являються епізодично. І це призводить до до збільшення витрат коштів за електроенергію.

Я пропоную встановити датчик руху Foton FH-HL-480.

Даний датчик є одним із найсучасніших виробів регулювання освітлення. Щоб максимально спростити та заощадити кошти, рекомендується використовувати даний пристрій. Він простий в установці, не складе труднощів при налаштуванні.

Принцип роботи даного датчика простий. Він працює за допомогою інфрачервоного випромінювання, яке виявляє об'єкти, які знаходяться в русі. Датчик можна налаштувати на потрібний рівень освітлення.

Характеристики датчика занесу до таблиці 3.2

Таблиця 3.2.

Характеристики датчика руху

Метод детекції (принцип дії)	інфрачервоний
Освітленість	10-2000Лк
Час затримки (затримка вимкнення)	5 сек - 6 хв
Кут огляду (виявлення) по горизонталі	360 °
Швидкість виявлення об'єкта	0,6-1,5 м/с
Дальність дії	6м
Максимальна потужність	1000Вт
Клас захисту	IP20
Кріплення (монтаж)	стельовий (накладної)
Висота установки	2,2-4м
Строк служби	7років
Потужність	5Вт
Напруга	220-240В

На весь будинок потрібно 27 датчиків. Вартість одного- 161грн.

Тепер розраховую вартість датчиків руху для всього будинку за формулою (2.2):

$$W_3 = 27 \cdot 161 = 4347 \text{ грн.}$$

Установка одного датчика руху коштує 150 грн. Так, як у будинку їх буде 27, то компанія з встановлення датчиків приймає замовлення зі знижкою, тобто тепер вартість встановлення одного датчика буде коштувати 130 грн. За формулою (2.2) розраховую вартість встановлення датчиків руху:

$$W_3 = 27 \cdot 130 = 3510 \text{ грн.}$$

Разом установка та датчики будуть коштувати:

$$W_3 = 4347 + 3510 = 7857 \text{ грн.}$$

ЗАХІД №3.

У будинку знаходиться пасажирський ліфт. Тривалий строк експлуатації призвів до сильного зношування рухомих частин ліфта.

Зокрема, електродвигун може мати знос ізоляції обмоток статора та розбій підшипників. А стирання колодок механічного гальма та сточування зубчастих коліс передачі вже давно мали дійти до редуктора лебідки. Весь цей комплекс проблем потребує надійного та простого рішення.

Висота будинка напряму впливає на складність ліфтової установки. При збільшенні кількості поверхів, повинна збільшуватись швидкість руху, отже, потребується плавні розгін та гальмування. Навантаження на привод електродвигуна повинне змінюватись у великому діапазоні. Але швидкість руху ліфта та прискорення при розгоні та гальмуванні, повинні залишатися постійними величинами [11]. Також важливими параметрами є економія електроенергії, ремонтних робіт та збільшення строка служби основних вузлів привода [25].

Моєю рекомендацією є застосування системи мікропроцесорного управління частотно-регульованими приводами електродвигунів ліфтів.

Частотно-регульований привід - являє собою систему управління частотного обертання ротора асинхронного або синхронного електродвигуна. Складається з електродвигуна та частотного перетворювача [12].

Основними перевагами частотно-регульованого приводу є:

- 1) зниження енергоспоживання привода, тим самим заощадить до 40% електроенергії;
- 2) збільшиться строк служби електродвигунів та механічних частин механізму, зменшить затрати на технічне обслуговування приводного комплексу;
- 3) гарантія оптимального робочого режиму ліфта;
- 4) захист проводу при струмовому перевантаженні, перенапрузі, фазних обривах;
- 5) забезпечення точного регулювання швидкості та положення кабіни за допомогою датчиків зворотного зв'язку (діапазон регулювання швидкості 1:1000, точність підтримування швидкості 0,01%) [13].

Я пропоную встановити перетворювач частоти Bosh VFC3610.

Так, як у ліфті використовується двигун АТМ 132L-4К, потужністю 2,5кВт, то частотний перетворювач я пропоную обрати на 3кВт. Перетворювач має такі характеристики:

Таблиця 3.3.

Характеристики перетворювача частоти.

Потужність	3.0 кВт
Число фаз/напруга на вході	3-ф/380 В
Число фаз/напруга на виході	3-ф/380 В
Номінальний струм	7.6 А
Максимальна вихідна частота	400 Гц
Ступінь захисту IP	21
Максимальне число фіксованих швидкостей	16

Продовження таблиці 3.3.	
Число/тип аналогових входів	2: (0-10В та 4-20мА)
Число дискретних входів	5
Число/тип аналогових виходів	1: (0-10В або 4-20мА)
Число дискретних (транзисторних) виходів	1
Число релейних виходів	1

Вартість одного перетворювача 5540грн.

Вартість перетворювачів на весь будинок становить за формулою (2.2):

$$W_3 = 3 \cdot 5540 = 16620 \text{ грн.}$$

Тепер рахую, скільки коштує установка перетворювачів.

Установка одного перетворювача коштує 625грн.

$$W_3 = 625 \cdot 3 = 1875 \text{ грн.}$$

Разом вартість перетворювачів та їх установка буде коштувати за формулою (2.2):

$$W_3 = 16620 + 1875 = 18495 \text{ грн.}$$

ЗАХІД №4.

На даний момент, територія біля під'їздів житлового будинку виконується за допомогою світильників з лампами розжарювання. Цей варіант освітлення не є економним.

Я пропоную замінити вуличні світильники на світлодіодні світильники з датчиками освітленості. За допомогою датчика освітленості в автоматичному режимі можна вмикати світло в сутінкову пору та вимикати на світанку.

Я пропоную обрати сутінкове реле AWZ-30 30А. Ціна 454грн за штуку.

З характеристиками реле можна ознайомитись з табл. 3.4.

Таблиця 3.4.

Характеристики сутінкового реле.

Живлення	220 В АС
Максимальний струм навантаження АС-1	30 А
Поріг спрацювання	2 ÷ 1000 Lx
Гістерезис	15 Lx
Затримка спрацювання включення	5 с
Затримка спрацювання відключення	10 с
Споживана потужність	0,8 Вт
Підключення	Затискачі гвинтові 4 мм ²
Діапазон робочих температур	від -25°С до +50°С
Ступінь захисту	IP65

Рахую вартість реле для всього дому.

Так, як під'їздів у будинку 3, то потрібно буде 3 реле. За формулою (2.2) визначаю вартість:

$$W_3 = 454 \cdot 3 = 1362 \text{ грн.}$$

Установка одного реле коштує 100грн, а для установки 3 реле вона буде коштувати 300грн відповідно.

Також, для кращої освітленості, пропоную встановити світлодіодна прожектори Hogoz Electric "PARZ-10" 10Вт. Коштують вони 86грн. за штуку.

З характеристиками прожекторів можна ознайомитись з таблиці 3.5.

Таблиця 3.5.

Характеристика прожектора

Тип освітлення	Стаціонарний
Матеріал корпусу	Метал
Потужність	10Вт
Світловий потів	800лм
Напруга	220В
Спосіб освітлення	Локальне освітлення
Тип лампи	Світлодіодна
Рівень захисту IP	65
Тип живлення	Від мережі
Строк служби	броків
Температура світла	6500К
Кут розсіювання світла	120°
Робоча температура	від -40° до +50°

За формулою (2.2) розраховую вартість прожекторів для всього будинку:

$$W_3 = 86 \cdot 3 = 258 \text{грн.}$$

Установка одного прожектора коштує 50грн, а установка трьох прожекторів 150грн відповідно.

Разом датчики та прожектори з установкою для усього будуть коштувати:

$$W_3 = 1362 + 300 + 258 + 150 = 2070 \text{грн.}$$

3.3 Розрахунок споживання електроенергії з дотриманням усіх вище перерахованих заходів.

3.3.1 Пасажирський ліфт

Рахую, скільки буде витрачатись електроенергії із застосуванням мікропроцесорного управління частотнорегульованими приводами ліфтів.

Прогноз на 2022р. можна побачити у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6.

Прогноз використання електроенергії ліфтами на 2022р.

№	Місяць	2022	
		Ліфт кВт·год	Ліфт Грн
1	Січень	262,5	441
2	Лютий	320,25	736,58
3	Березень	291	488,88
4	Квітень	329,25	757,28
5	Травень	342	786,6
6	Червень	344,25	791,78
7	Липень	331,5	762,45
8	Серпень	316,5	727,95
9	Вересень	328,5	755,55
10	Жовтень	345	793,5
11	Листопад	334,5	769,35
12	Грудень	338,25	777,98
Σ	Всього	3883,5	8588,9

Якщо порівняти використання електроенергії з минулим роком (див. табл. 2.2.), то можна побачити, що електроенергія витрачається майже у 2 рази менше, відповідно, коштів на споживання електроенергії буде витрачатись також менше.

3.3.2 Сходові майданчики

Так, як для освітлення сходових майданчиків я запропонувала використовувати світлодіодні лампи та датчики руху, я розрахувала приблизно, коли люди найактивніше знаходять у під'їздах.

Так, як зранку жителі будинку йдуть на роботу і т.д. рахую, що датчик буде спрацьовувати з 7 годин до 10годин, приблизно 8 разів на годину. З 10 до 16год, приблизно, 4 рази на годину. З 16годин до 20 годин жителі будинку будуть йти назад з роботи і т. д., датчик знову буде спрацьовувати близько 8 разів на годину. З 20 по 23 годину приблизно 2 рази на годину. З 23 до 7 год на

сходових майданчиках люди з'являються набагато рідше, ніж у будь-який інший час доби, рахую, що він буде спрацьовувати по 1 разу на годину.

Так, на мою думку, буде спрацьовувати датчик на кожному поверсі, тобто, це виходить:

З 07:00 по 10:00- 8 разів·4 год= 32 рази

З 10:00 по 16:00- 4 рази·6 год= 24 рази

З 16:00 по 20:00- 8 разів·4 год= 32 рази

З 20:00 по 23:00- 2 рази·3 год= 6 разів

З 23:00 по 07:00-1 раз·7 год= 7 разів

Визначаю кількість спрацювань датчика на одному поверсі за формулою:

$$N_{\text{заг}} = \Sigma N \quad (3.1)$$

Де ΣN - сума кількості усіх спрацювань

Тобто, за 1 добу на одному поверсі датчик спрацює приблизно:

$$N_{\text{заг}} = 32 + 24 + 32 + 6 + 7 = 101 \text{р.}$$

Так, як датчик за 1 спрацювання світить 1хв, то за 101 спрацювання він напрацює 101 хвилину відповідно.

Тепер розраховую кількість спрацювань та хвилин в 1 під'їзді за формулою:

$$N_{\text{спр}} = N_{\text{заг}} \cdot n \quad (3.2)$$

Де $N_{\text{спр}}$ - кількість спрацювань в одному під'їзді за добу

n - кількість поверхів

$$N_{\text{спр}} = 101 \cdot 9 = 909 \text{р.}$$

Тепер, за формулою (3.2) розраховую, скільки разів спрацюють датчики у всьому будинку:

$$N_{\text{спр}} = 909 \cdot 3 = 2727 \text{р.}$$

Отже, за добу датчики спрацюють 2727 разів у всьому будинку. Так, як датчиків у всьому будинку буде 27 це означає, що один датчик буде працювати лише 1год 41хв, а в свою чергу, раніше, лампи розжарювання світили 24 години на добу. Тобто, за 1 год 41 хв, (лампа 7Вт), витрачається $11,78\text{Вт} = 0,01178\text{кВт}$.

Тепер розраховую, скільки кВт електроенергії витрачає один під'їзд за формулою:

$$P_{\text{заг}} = P \cdot N_{\text{п}} \quad (3.3)$$

де P - кількість використаної електроенергії на одному поверсі

$N_{\text{п}}$ - кількість поверхів

$$P_{\text{заг}} = 0,01178 \cdot 9 = 0,106\text{кВт}$$

З формули (3.3) можна розрахувати, скільки електроенергії буде витрачати весь будинок за добу:

$$P_{\text{заг}} = 0,106 \cdot 3 = 0,318\text{кВт}$$

Дані, про споживання електроенергії всім будинком за кожен місяць року занесені до таблиці 3.7.

Таблиця 3.7.

Прогноз споживання електроенергії сходовими майданчиками на 2022р.

№	Місяць	2022	
		Сходи кВт·год	Сходи Грн
1	Січень	9,858	11,8296
2	Лютий	8,904	10,6848
3	Березень	9,858	11,8296
4	Квітень	9,54	11,448
5	Травень	9,858	11,8296
6	Червень	9,54	11,448
7	Липень	9,858	11,8296
8	Серпень	9,858	11,8296
9	Вересень	9,54	11,448

Продовження таблиці 3.7.			
10	Жовтень	9,858	11,8296
11	Листопад	9,54	11,448
12	Грудень	9,858	11,8296
Σ	Всього	116,07	139,284

3.3.3 Освітлення біля під'їздів.

Розраховую прогноз на 2022 рік, скільки електроенергії буде витрачатись на освітлення території біля під'їздів та вартість її для мешканців будинку.

Запропонований мною, датчик освітленості буде вмикати освітлення на вулиці з настанням сутінок та вимикатись з настанням світанку, і, в свою чергу, мешканцям будинку не потрібно буде власноруч вмикати та вимикати світло.

За допомогою табл. 2.3, дізнаюся тривалість ночі, тобто, скільки годин буде освітлюватись територія прожекторами біля кожного під'їзду.

1 датчик витрачає 0,8Вт електроенергії за годину. З результатами розрахунків можна ознайомитись з табл. 3.8.

Таблиця 3.8.

Прогноз використання електроенергії територіями біля під'їздів на 2022р.

№	Місяць	2022	
		кВт·год	Грн
1	Січень	3,94	4,73
2	Лютий	3,16	3,79
3	Березень	2,79	3,35
4	Квітень	2,22	2,66
5	Травень	1,52	1,82
6	Червень	1,35	1,62
7	Липень	1,43	1,72
8	Серпень	2,02	2,42
9	Вересень	2,55	3,06
10	Жовтень	3,16	3,79
11	Листопад	3,51	4,21
12	Грудень	3,97	4,76
Σ	Всього	31,62	37,94

Висновки до розділу 3

Проведений мною підрахунок витрат електропостачання та коштів на них показав, що будівля не є енергоефективною, тобто, стан її незадовільний. Також більшість мешканців будівлі не проінформовані про заходи щодо електрозбереження.

Розрахунки показали, що встановлення у будинку світлодіодних ламп, датчиків освітленості, датчиків руху, частотно-регульованого приводу та світлодіодних прожекторів допоможе зекономити електроенергію, і, відповідно витрачені кошти на неї.

Рекомендації, які були запропоновані вище покращать стан споживання електроенергії.

Проведення заходів з енергозбереження також дадуть свої результати, а саме,- жителі будівлі зможуть дізнатися про методи економії електроенергії не тільки у під'їздах, а і в свої власних квартирах.

РОЗДІЛ 4

ОКУПНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЗАХОДІВ

4.1 Порівняння та прогноз електроспоживання будинком

Після підрахунку усіх даних із запропонованих варіантів щодо електрозбереження, можна виконати порівняння поточного року з майбутнім на використання електроенергії. Результат представлений у табл. 4.1.

Таблиця 4.1.

Порівняння років з використанням електрозберігаючих засобів.

	2021		2022	
	кВт·год	Грн	кВт·год	Грн
Сходовий майданчик	17791	43426	116,07	139,28
Освітлення біля під'їздів	872,03	2173,9	31,62	37,94
Ліфт	6472,5	16458	3883,5	8588,9
Разом	25136	62057,6	4031,2	8766,1

Поглянувши табл. 4.1. можна зробити висновок, що результат впровадження енергозберігаючих заходів є дуже ефективним. На освітлення сходових майданчиків буде витрачатись аж у 153 рази менше електроенергії, коштів, відповідно, буде витрачено також набагато менше. Освітлення біля під'їздів дасть економію у 27 разів. Ліфт зекономить у 2 рази менше електроенергії. Тобто, разом усі заходи будуть мати економію у 6,2 рази.

4.2 Витрати на матеріали та їх установку

Для того, щоб підрахувати окупність та витрати коштів на встановлення матеріалів, спочатку треба скласти таблицю вартості матеріалів.

Таблиця 4.2.

Загальна вартість матеріалів

Матеріал	Кількість, шт	Вартість одиниці, грн	Загальна вартість, грн
Світлодіодна лампа Eurolamp	27	55	1485
Датчик рху Foton FH-NL-480	27	161	4347

Продовження таблиці 4.2.			
Установка датчиків руху	27	130	3510
Перетворювач частоти Bosh VFC3610	3	5540	16620
Установка перетворювача частоти	3	625	1875
Сутінкове реле AWZ-30	3	454	1362
Установка сутінкового реле	3	100	300
Світлодіодний прожектор Parz-10	3	86	258
Установка прожектора	3	50	150
Разом			29907

Як видно з табл. 4.2 коштів на покращення електрозбереження потрібно 2907грн.

Тепер порахую інвестиції на обладнання та вартість за споживання електроенергії на майбутній рік за формулою:

$$W = c + v \quad (4.1)$$

Де W- вартість обладнання та матеріалів

c- інвестиції

v- ціна на електроенергію

$$W=29907+8766,1=38673,1\text{грн.}$$

З розрахунку видно, що разом з інвестиціями на електрозбереження та по прогнозу на вартість електроенергії буде використано 38673,1грн. У порівнянні з минулим роком, коли мешканці витрачали 62057,6грн. тільки на електроенергію. А якщо поррахувати разом з лампами розжарювання, на які мешканці також витрачали кошти. Тепер додаю до вартості електроенергії кошти на лампи, за формулою (4.1):

$$W=2430+62057,6=64487,6\text{грн.}$$

Тобто, разом з матеріалами, мешканці будинку витрачають 64487,9грн щороку. Якщо мешканці будівлі будуть дотримуватись моїх порад щодо економного використання енергоресурсів, разом з цінами на обладнання, вартість буде 38673,12грн. Також, можу додати, що лампи мешканцям будинку не буде потрібно замінювати щороку, датчики, реле, перетворювач також не потребує щорічної заміни. До того ж, матеріали, які я рекомендую, мають гарантійний термін.

4.3 Окупність енергоефективних заходів.

До того, що я описала вище, ще можу додати, що з 2023р. мешканці будуть витрачати 8766,1грн. щороку (див. табл. 4.1).

Починаючи з 2022р. будинок вже почне економити дуже багато електроенергії та коштів його мешканцям. Якщо порівняти з 2021р., на який споживалось 25136кВт·год, тобто, 62057,6грн, а разом з витратами на лампи розжарювання ця сума сягала 64487,6грн кожного року. А на 2022 рік разом з матеріалами, як видно з розрахунків вище, витратиться 38673,1грн, що на 25814грн менше, ніж у 2021 році. А якщо ознайомитися з прогнозом на 2023рік, то порівнюючи з 2021 роком, це буде економія у 55721,5грн, тому що на електроенергію буде витрачено лише 8766,1грн. тобто, буде спожито лише 4031,2кВт·год. А якщо порівняти 2023рік з 2022роком, то економія буде у 29907грн, тому що кошти на обладнання та його установку витрачатись не будуть.

І на основі всього вище зазначеного, можна зробити висновок, що одразу після модернізації енергоаудиту, будівля буде економити набагато менше електроенергії.

Тепер підраховую термін окупності для кожного заходу з електрозбереження.

Таблиця 4.3.

Період окупності заходів з електрозбереження.

Заходи для економії електроенергії	Економія електроенергії, %	Окупність, років
Світлодіодні лампи та датчики руху для під'їздів	70,7	1
Перетворювач частоти для ліфтів	3,3	2,3
Сутінкове реле та світлодіодний прожектор	10,3	0,9

Як видно з табл. 4.3, виконання усіх запропонованих варіантів економії дасть економію у 84,3%, а термін окупності всіх матеріалів буде від 9місяців до 2,3років.

Висновки до розділу 4

У даному розділі було проведено розрахунок вартості матеріалів та вартість їх установки. Було проведено прогноз споживання електроенергії на майбутні роки та її порівняння з поточним роком.

Можна підсумувати, що усі заходи з електробереження є дуже ефективними, а саме:

1. Зекономлять жителям будинку у 6,2рази менше електроенергії.
2. Жителям будинку не доведеться витратити кошти на матеріали для освітлення під'їздів та територій біля них.
3. Будинок буде мати комфортне та якісне освітлення.
4. Мешканцям не потрібно буде слідкувати за вмиканням/вимиканням світла на територіях біля дому
5. А гроші, які будуть витрачені на матеріали разом з установкою, будуть мати окупність від 9місяців до 2років та 3місяців.

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі було поставлено завдання з питань економного використання енергоресурсів, а саме – електроенергії. Було вирішено завдання з економії електричних ресурсів шляхом проведення енергоаудиту.

При проведенні енергоаудиту проводились розрахунки використання електроенергії, у ході яких було визначено, що електроенергія у будинку витрачалася нерационально, тобто, були відсутні будь-які енергозберігаючі технології.

У під'їздах будинку були замінені лампи розжарювання на світлодіодні, на сходових клітинах були встановлені датчики руху. За допомогою датчиків руху лампи не будуть працювати цілодобово, а лише тоді, коли на сходових клітинах будуть з'являтися люди. На вулиці звичайні лампи розжарювання були замінені на світлодіодні прожектори з датчиками освітленості. Датчик освітленості в автоматичному режимі буде вмикати світло в сутінкову пору і вимикати на світанку.

Ліфт, який знаходиться у будинку має електродвигун, який не змінювався з часів встановлення і навантаження на привід електродвигуна змінювалося у великому діапазоні. Щоб покращити функціонування електродвигуна, можна застосувати систему мікропроцесорного управління частотнорегульованими приводами електродвигуна. За допомогою мікропроцесорного управління можна збільшити строк служби електродвигуна та зменшити споживання електроенергії до 40%.

Якщо дотримуватись всіх вище перерахованих рекомендацій можна підвищити ефективність використання електроенергії та зменшити її споживання в майбутньому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Енергетичний сертифікат для ОСББ. для чого він потрібен та як його виготовити? Мінрегіон : веб-сайт. URL: <https://www.minregion.gov.ua> (Дата звернення: 21.08.2021).
2. Більше 6 тис. енергетичних сертифікатів будівель видано в Україні: державне агентство енергоефективності та енергозбереження. Веб-сайт. URL: <https://www.sae.gov.ua/uk/news/3637> (Дата звернення 15.08.2021.).
3. Енергетична ефективність житлових будинків: успіхи є, але їх небагато: Вокс Україна. веб-сайт. URL: <https://voxukraine.org/energetichna-efektivnist-zhitlovih-budinkiv-uspіhi-ye-ale-yih-nebagato> (Дата звернення 17.08.2021).
4. РОБОТА ОЕС: Національна енергетична компанія. Веб-сайт. URL: <https://ua.energy/peredacha-i-dyspetcheryzatsiya/dyspetcherska-informatsiya/robo-ta-oes-ukrayiny-za-tyzhden/>. (Дата звернення 17.08.2021).
5. Петраков Я. В., Гнедіна К. В. Методика інтегрального оцінювання впливу альтернативної енергетики на навколишнє середовище в умовах нестаціонарної економіки. Проблеми економіки. 2017. №4. С. 148-155.
6. Клас енергоефективності: Міжнародний портал з енергозбереження. Веб-сайт. URL: <https://patriot-nrg.com/content/klas-energoefektyvnosti>. (Дата звернення 20.08.2021).
7. Про енергетичну ефективність будівель : Закон України від 22 червня 2017 року № 2118. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19#Text>.(Дата звернення 20.08.2021).
8. Про затвердження Кодексу системи передачі / Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0309874-18#Text>(Дата звернення 25.08.2021).
9. Правила улаштування електроустановок. – Видання офіційне. Міненерговугілля України. – Х. : Видавництво «Форт», 2017. -760с.

10. Астрономічний календар. 2020 / ред. кол.: А.П. Відьмаченко (гол. ред.) та ін.; ГАО НАН України. — Київ : Академперіодика, 2019. — 304 с., 2 с. іл.
11. Про затвердження Правил будови і безпечної експлуатації ліфтів : Держгірпромнагляд. 01.09.2008 № 190.
12. ДСТУ 3552-97. Ліфти пасажирські та вантажні. Терміни на визначення. [Чинний від 1998-01-01]. Київ, 1997. 13 с.
13. Конспект лекцій з дисципліни з навчальної дисципліни „Енергозбереження в галузі економіки” для студентів усіх форм навчання спеціальності 8.05070108 «Енергетичний менеджмент»/ укл.: д.т.н., проф. Нізімов В.Б. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2015. - 100 с.
14. Кухарець М.М., Швець А.С. Схема проведення енергетичного аудиту: матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції «Біоенергетичні системи». Частина 2, 29 травня 2020 р. Житомир: Поліський національний університет, 2020. с. 121-123.
15. Гільорме Т. В. Удосконалення методики проведення енергетичного аудиту суб’єктів господарювання [Електронний ресурс] / Т. В. Гільорме, Л. Ю. Гордєєва-Герасимова, М. О. Михалочкіна // Економіка. Фінанси. Право. – 2017. – № 6. – С. 42-44. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecfipr_2017_6_12
16. Groba F., Traber T. Increasing energy efficiency in private households in Germany. Workshop Report No. 12 within the project: Soziale, ökologische und ökonomische Dimensionen eines nachhaltigen Energiekonsums in Wohngebäuden. Berlin. June 2010.
17. Sweden's Fourth National Energy Efficiency Action Plan / Sweden. URL: http://lib.znau.edu.ua/jirbis2/images/phocagallery/2017/Pryklady_DSTU_8302_2015.pdf (Дата звернення 12.08.2021).
18. Directive 2012/27/EU of the european parliament and of the council / The european parliament and the council of the european union. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0027&from=EN> (Дата звернення 12.08.2021).

19. Маліновський А. А. Програмна та алгоритмічна підтримка енергетичного аудиту будівель та їх енергетичної сертифікації [Електронний ресурс] / А. А. Маліновський, В. Г. Турковський, К. Б. Покровський, А. З. Музичак // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2018. – № 2. – С. 96-102. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/eete_2018_2_14

20. Приклади звітів з енергоаудиту [Електронний ресурс]. URL: <https://aea.org.ua/energy-audit/sample-report-on-energy-audit/> (дата звернення 20.08.2021)

21. Про затвердження Типової методики "Загальні вимоги до організації та проведення енергетичного аудиту": Наказ Національного агентства України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів від 20 травня 2010 року № 56. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0056656-10#Text>

22. Improving the energy efficiency of apartment blocks [Електронний ресурс]. URL: <https://www.cse.org.uk/downloads/file/improving-energy%20efficiency-of%20apartment-blocks-LEAF-final-report.pdf> (Дата звернення 22.08.2021).

23. Трунова І. М. Вдосконалення методики розрахунків під час енергетичного аудиту систем освітлення в АПК [Електронний ресурс] / І. М. Трунова, А. О. Меркулова // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2013. – № 12. – С. 59 – 63. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecee_2013_12_9

24. Мисак О.А., Ткачук М.В. Роль енергоаудиту та енергоменеджменту в енергозбереженні. Студенські читання 2021 – 2021: Матеріали науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики «Студенські читання 2021» Житомир: ПНУ, 2021. – 400 с

25. Мисак О.А. Обґрунтування доцільності мікропроцесорного управління електроприводів ліфтів. Студенські читання 2021 – 2021: Матеріали науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики «Студенські читання 2021» Житомир: ПНУ, 2021. – 400 с

26. Ткачук М.В. Мисак О.А. Економічний ефект від впровадження енергозберігаючих заходів. Студенські читання 2021 – 2021: Матеріали науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики «Студенські читання 2021» Житомир: ПНУ, 2021. – 400 с