

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації,
автоматизації виробництва та
інженерної екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Ткачук Максим Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача вищої освіти)

УДК 620.93

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Енергоаудит триповерхової 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 Ткачук М.В.
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

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

ДОЦЕНТ
(науковий ступінь, вчене звання)

АНОТАЦІЯ

Ткачук М.В. Енергоаудит триповерхової 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 обстеження даної будівлі, пошук місць неефективного використання електроенергії, складений список порад для підвищення ефективності електровикористання. Також був здійснений підбір ефективного обладнання, оцінене електроспоживання із дотриманням порад і проведено порівняння із електроспоживанням за минулі роки.

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

SUMMARY

Tkachuk M. Energy audit of a three 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 qualifying work, a survey of this building was conducted, searching for places of inefficient use of electricity, compiled a list of advice to increase the efficiency of electrical use. Also, the selection of efficient equipment, estimated electricity consumption with compliance with tips and compared with electricity consumption of past years.

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

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. РОЛЬ ЕНЕРГОАУДИТУ В ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОМУ ГОСПОДАРСТВІ.....	7
1.1 Стан енергоспоживання житлових будівель України.....	7
1.2 Важливість проведення енергоаудиту в житлових будівлях.....	7
1.3 Методика впровадження енергозберігаючих заходів.....	9
Висновок до розділу 1.....	10
РОЗДІЛ 2. ОПИС ОБ'ЄКТА ЕНЕРГОАУДИТУ.....	11
2.1 Опис стану електричної системи будівлі.....	11
2.2 Споживання електроенергії будівлею.....	11
Висновок до розділу 2.....	18
РОЗДІЛ 3. ВИЗНАЧЕННЯ ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЇХ ВАРТІСТЬ.....	19
3.1 Характеристика системи освітлення.....	19
3.2 Поради для зменшення використання електроенергії.....	19
3.3 Обрахунок споживання електроенергії із дотримання усіх порад для електрозбереження.....	24
Висновки до розділу 3.....	27
РОЗДІЛ 4. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМІНУ ОКУПНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЗАХОДІВ.....	28
4.1 Порівняння та прогноз електроспоживання будинком.....	28
4.2 Розрахунок інвестицій в енергозберігаючі технології.....	28
4.3 Визначення терміну окупності інвестицій	30
Висновки до розділу 4.....	31
ВИСНОВОК.....	32
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	33

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Раціональне використання енергоресурсів означає досягти максимальну ефективність використання ПЕР на теперішній час існування розвитку техніки та технологій.

Важливим фактором у підвищенні енергоефективності житлових будівель є проведення енергоаудиту.

Предметом енергоаудиту є система, яка обстежує рівень споживання енергоресурсів підприємств, організацій, житлових комплексів та рекомендації щодо ефективного використання енергоресурсів.

Проводиться спеціальними енергосервісними компаніями або експертами з енергоаудиту (енергоаудиторами або енергоменеджерами), які мають право на проведення даних заходів та мають певний сертифікат.

Мета та завдання дослідження. Метою даної кваліфікаційної роботи є пошук нераціонального використання електроресурсів та шляхи до її збереження.

Для вирішення даної проблеми, потрібно вирішити такі задачі:

- Визначення факторів нераціонального використання електроенергії;
- Оцінка стану електровикористання;
- Пошук варіантів для економії електроенергії;
- Впровадження нового електроекономного обладнання;
- Впровадження нових електрозберігаючих технологій;
- Розрахунок вартості встановлення та закупівлі обладнання;
- Порівняння минулого, теперішнього та прогноз на майбутні роки використання електроенергії.

Предметом дослідження являються практичні та теоретичні навички з енергоаудиту.

Об'єктом дослідження являється моніторинг використання електроенергії житловим будинком.

Методи дослідження. Для вирішення задачі, яка поставлена в даній кваліфікаційній роботі є впровадження таких етапів:

- I. Визначення нераціонального використання електроенергії;
- II. Пошук вирішення проблеми неефективного та неекономічного використання електроенергії;
- III. Впровадження нових електрозберігаючих технологій та обладнання;
- IV. Порівняння минулого, теперішнього та прогноз на майбутній роки для заключення енергоаудиту.

Інформаційну базу проведення енергоаудиту склали постанови у сфері енергоаудиту та комунальних послуг України; ДСТУ; Чинні державні стандарти з раціонального використання енергії; Підручники, 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.

Ткачук М.В. Обґрунтування доцільності заміни ламп розжарювання на світлодіодні. 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 із підрозділів, висновки до кожного розділу, загальні висновки, список використаних джерел який містить 25 найменувань, також до кваліфікаційної роботи входить 13 таблиць та 4 рисунка. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи 35 сторінок.

РОЗДІЛ 1

РОЛЬ ЕНЕРГОАУДИТУ В ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

1.1 Стан енергоспоживання житлових будівель України

На житлово-комунальне господарство припадає приблизно 40% енергоспоживання в усіх країнах світу. На сьогодні житлово-комунальне господарство України є одним із найбільш енерговитратних та неенергоефективних. Основними проблемами житлово-комунального господарства:

- Відсутність ринкової конкуренції (серед постачальників тепла, газу, електроенергії та води);
- Більшість людей не проінформовані про заходи з енергозбереження;
- Також люди не зацікавлені в економії енергоресурсів;
- Мала підтримка держави програм з підвищення енергоефективності житлових будівель;

Фактичне енергоспоживання більшості житлових будинків в Україні, приблизно 250 кВт/кв.м [1].

1.2 Важливість проведення енергоаудиту в житлових будівлях

Так як старі будинки залишаються із низьким класом енергоефективності, з недавнього часу з'явилась така послуга, як енергоаудит та енергоменеджмент.

Енергоменеджмент – це система керування, що заснована на проведенні типових вимірювань і перевірок та забезпечує функціонування об'єкта енергоменеджменту, за якої споживається лише необхідна кількість енергії.

Енергоменеджмент проводиться енергоменеджером, який має відповідний сертифікат, освіту. У своїй роботі він повинен дотримуватись чинного законодавства. Існують спеціалізовані компанії, які надають послуги енергоменеджменту, це спрощує енергоменеджмент малим підприємствам і житловим будинкам, так як їм нема необхідності наймати енергоменеджера на постійній основі.

Енергоаудит – це дослідження на основі якого оцінюється рівень ефективності використання ПЕР [2,24].

Енергоаудит може проводитись енергосервісними компаніями або енергоаудиторами, які мають відповідні повноваження та ліцензію на проведення досліджень.

Види енергоаудиту:

- Простий енергоаудит – не потребує великих затрат, дозволяє визначати загальні можливості з енерго- та ресурсозбереження, робить загальні висновки про споживання енергії.
- Попередній енергоаудит – потребує використання спеціального обладнання, забезпечує базове енергетичне обстеження, дає кількісну оцінку споживання енергії та її втрат.
- Комплексний енергоаудит – найдорожчий з усіх, так як, проводиться оцінка скільки витрачається енергії у кожному виду процесі. Забезпечує детальне енергетичне дослідження, розглядає широке коло можливостей енерго- та ресурсозбереження [2,24].

Енергоаудит послуга не дешева, але якщо проводити енергоаудит у багатоквартирних будинках вартість цієї послуги розподілиться між усіма мешканцями. До того ж, якщо енергоаудиторська компанія надає послуги з впровадження енергозберігаючих заходів та модернізації систем енергоспоживання, то кінцева ціна на послуги і матеріали буде нижча, у порівнянні з аналогічними послугами інших компаній. Частковий енергоаудит по електроенергії є найдешевшим із усіх видів енергоаудиту, так як він потребує мінімальних зусиль та не потребує спеціального обладнання [25].

За даними Global Energy Statistical Yearbook 2021, економіка нашої країни дуже енергоємна, у порівнянні з іншими країнами, і займає 5 місце, серед найенергоємніших, з витратою 0,193 т.н.е. (тон нафтового еквіваленту) на \$ ВВП [3]. Згідно даних УкрДержСтату, «найбільшими кінцевими споживачами палива й енергії у 2019р. були промисловість і побутовий сектор, на які припадало 32,7% та 28,4% відповідно» [4].

Тобто, проаналізувавши вище зазначені дані, можна зробити висновок, що різниця в споживанні енергоресурсів між промисловістю та побутовими споживачами незначна. Ця статистика максимально чітко дає зрозуміти те, що більшість будівель неенергоефективні. Тому є доцільним проведення енергоаудиту та енергоменеджменту не лише на підприємствах, але і в побутовому секторі [24].

1.3 Методика впровадження енергозберігаючих заходів

Результати дослідів демонструють, що правильний енергоаудит дозволяє зекономити як мінімум 10% енергоресурсів без додаткових заходів.

При розробці варіантів з енергозбереження в житлово-комунальному господарстві, потрібно враховувати, що є такі категорії економії [1]:

- Експлуатація і технічне обслуговування;
- Модернізація технологічних процесів;
- Заміна існуючого обладнання на нове, яке споживає менше енергії;
- Впровадження нових технологій.

Після виконання цих пунктів можна розробити рекомендації щодо енергозбереження [1]:

- 1) Загальний опис запропонованих рекомендацій;
- 2) Пояснення доцільності впровадження енергозберігаючих заходів та як вони допоможуть зекономити енергію;
- 3) Кількісно-вартісна оцінка запропонованих рекомендацій;
- 4) Економічний ефект від заходів з енергозбереження;
- 5) Розрахунок окупності енергозберігаючих заходів.

Висновок до розділу 1

Проаналізувавши вище зазначену інформацію можна дійти висновку що житлово-комунальне господарство потребує модернізації шляхом проведення енергоаудиту та впровадження енергоменеджменту.

Завдяки енергоаудиту можна підвищити енергоефективність щонайменше на 10%. Так як населення не зацікавлене в економному використанні електроенергії, тому що вони в цьому мало освідченні та не володіють достатньою кількістю інформації. Хорошим вирішення цієї проблеми було б ведення загальнодержавної програми із підвищення енергоефективності, щоб вона мала необмежене фінансування і її фінансування напряму залежало від кількості господарств які бажають взяти участь у програмі.

РОЗДІЛ 2

ОПИС ОБ'ЄКТА ЕНЕРГОАУДИТУ

2.1 Опис стану електричної системи будівлі

Житлова будівля розташована за адресою м. Коростень вул. Сосновського буд. 25В. Заселення будинку відбулося у 1978 році.

Будівля має 3 поверхи, 2 під'їзди, 18 квартир: 6 однокімнатних, 6 двокімнатних, 6 трикімнатних.

Будівля збудована із цегли із залізобетонним перекриттям. Загальна площа разом з дворовою територією- 1576,3м², із неї площа заселення- 1345м².

2.2 Споживання електроенергії будівлею

Будинок має будинковий лічильник на електроенергію (за допомогою нього ведеться облік витрат електроенергії на освітлення сходових клітин та території біля під'їздів), а також будівля обладнана квартирними лічильниками на електроенергію.

Електроенергія надходить до будинку через кабельні лінії 0,38кВ. Кількість споживання електроенергії будівлею занесено до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Споживання електроенергії квартирами

№	Місяць	2020		2021	
		кВт·год	Грн	кВт·год	Грн
1	Січень	3882,6	6677	3707,9	6229,4
2	Лютий	3997,1	6715,2	4636,2	7788,7
3	Березень	3501,8	5883,1	4048	6800.64
4	Квітень	3659,7	6148,2	3988,3	6700,3
5	Травень	3193,8	5365,6	3879,9	6518,2
6	Червень	3200,7	5377,2	3774,1	6340,5
7	Липень	3634,2	6105,5	3688,7	6197,3
8	Серпень	3542,8	5952	3705,3	12449
9	Вересень	3576,7	6008,9	3268,1	10980
10	Жовтень	3561,1	5982,8	3770,9	12670
11	Листопад	4256,3	7150,6	4532,4	15229
12	Грудень	4040,9	6788,8	4358,4	14644
Σ	Всього	44048	74155	47358	105747

За допомогою таблиці 2.1 будується графік споживання електроенергії квартирами за 2020-2021рр.

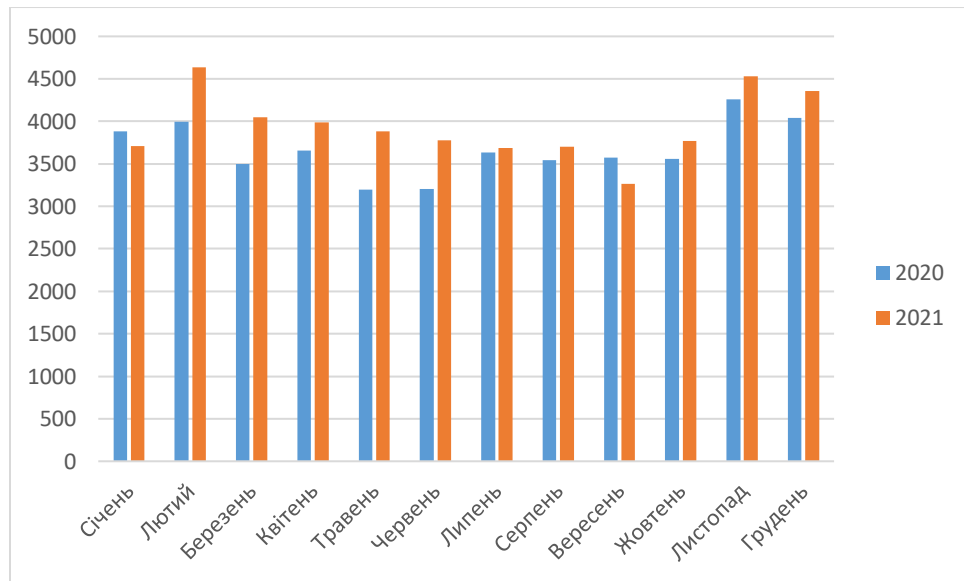


Рисунок. 2.1. Графік споживання електроенергії квартирами за 2020-2021р.

Як видно з графіка споживання, електроенергії витрачалось найменше за травень 2020 року, а найбільше- за лютий 2021 року.

Тепер можна провести розрахунок споживання електроенергії сходовими клітинами.

Розрахунок проводиться згідно формули 2.1.

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

Де P_3 - загальна потужність

P - потужність лампи розжарювання

N - кількість ламп

t - час, який світить лампа (год)

Дані розрахунків заносяться до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2.

Розрахунок споживання електроенергії сходовими клітинами будівлі за 2020-2021рр

№	Місяць	2020		2021	
		кВт·год	Грн	кВт·год	Грн
1	Січень	502,4	2532	502,4	844,03
2	Лютий	469,6	2368,8	469,6	788,93
3	Березень	502,4	2532	502,4	844,03
4	Квітень	486	2450,4	486	816,48
5	Травень	502,4	2532	502,4	844,03
6	Червень	486	2450,4	486	816,48
7	Липень	502,4	2532	502,4	844,03
8	Серпень	502,4	2532	502,4	1758,4
9	Вересень	486	2450,4	486	1701
10	Жовтень	502,4	2532	502,4	1758,4
11	Листопад	486	2450,4	486	1701
12	Грудень	502,4	2532	502,4	1758,4
Σ	Всього	5930,4	29894	5930,4	14475

За даними таблиці 2.2 будується графік споживання електроенергії сходовими клітинами.

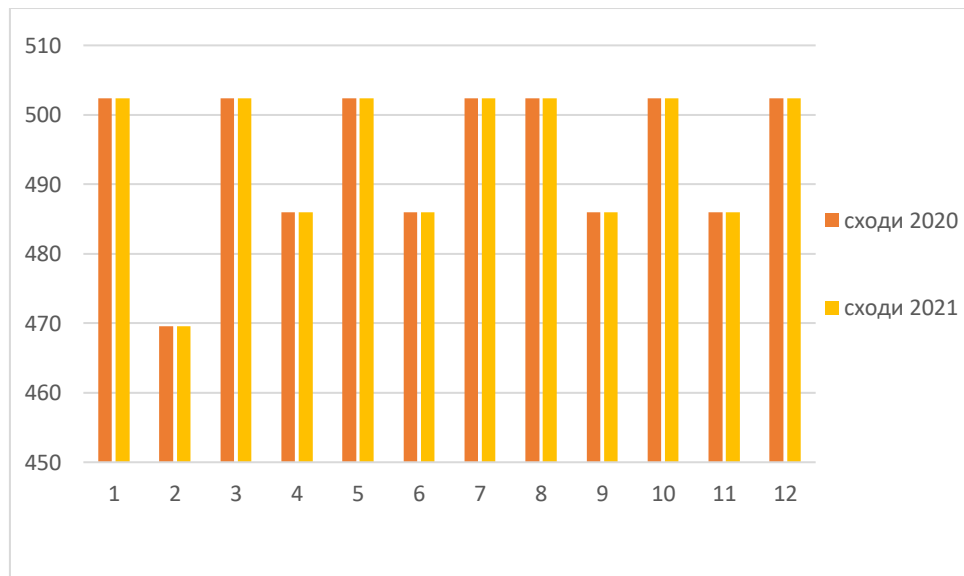


Рисунок. 2.2. Графік споживання електроенергії сходовими клітинами за 2020-2021рр.

Тепер перейдемо до наступного кроку, це вуличне освітлення. Над входом у кожен під'їзд висить світильник, який має лампу розжарювання для освітлення території. Потужність однієї лампи становить 100Вт.

Починаю обраховувати, скільки кВт витрачається на освітлення прибудинкової території. Будинок має 2 під'їзди, відповідно світильників та ламп також 2. Приблизно розрахувати, скільки світять світильники, можна за допомогою сонячного календаря

Згідно Астрономічного календаря за 2020-2021 рр. середня тривалість ночі за кожен місяць року становить [10] та занесена до таблиці 2.3.:

Таблиця 2.3.

Середня тривалість ночі.

№	Місяць	Тривалість ночі 2020р.	Тривалість ночі 2021р.
1	Січень	11год. 30хв.	11год. 45хв.
2	Лютий	10год. 20хв.	10год 30хв.
3	Березень	8год. 20хв.	8год. 20хв.
4	Квітень	5год. 55хв.	6год. 5хв.
5	Травень	3год. 5хв.	4год. 30хв.
6	Червень	3год. 55хв.	4год. 10хв.
7	Липень	4год. 00хв.	4год. 18хв.
8	Серпень	5год. 10хв.	6год. 00хв.
9	Вересень	7год. 40хв.	7год. 50хв.
10	Жовтень	9год. 40хв.	9год. 25хв.
11	Листопад	11год. 10хв.	10год. 50хв.
12	Грудень	11год. 55хв.	11год. 55хв.

Обраховую кількість спожитої електричної енергії передпід'їздною територією за формулою (2.1). Дані заносяться до таблиці 2.4.:

Таблиця 2.4.

Споживання та вартість електроенергії освітлення припід'їздної території за 2020-2021 рр.

№	Місяць	2020		2021	
		кВт·год	Грн	кВт·год	Грн
1	Січень	71,487	120,1	72,6	121,97

Продовження таблиці 2.4.					
2	Лютий	58,173	97,733	58,8	98,8
3	Березень	51,773	87	51,46	86,453
4	Квітень	35,4	59,473	36,06	60,58
5	Травень	18,66	31,353	27,9	46,873
6	Червень	23,4	39,313	26,7	44,853
7	Липень	24,673	41,453	26,66	44,8
8	Серпень	31,68	53,227	37,073	124,56
9	Вересень	45,78	76,913	46,98	157,79
10	Жовтень	60,013	100,82	58,28	195,83
11	Листопад	66,12	111,08	65,16	218,93
12	Грудень	73,78	123,95	73,68	247,83
Σ	Всього	560,94	942,42	581,35	1449,3

Для того, щоб освітити територію, яка знаходиться біля під'їзду, потрібно придбати 2 лампи. За рік лампи світять приблизно 2900годин, а це значить, що їх потрібно замінювати 3 рази на рік. Тобто, це означає, що на рік купується 6 ламп на будинок.

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

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.

Розраховується вартість ламп розжарювання за формулою (2.2)

$$W_3 = 9 \cdot 6 = 54 \text{ грн}$$

Після вище проведених підрахунків будується баланс споживання електроенергії житловим будинком (рис. 2.3):

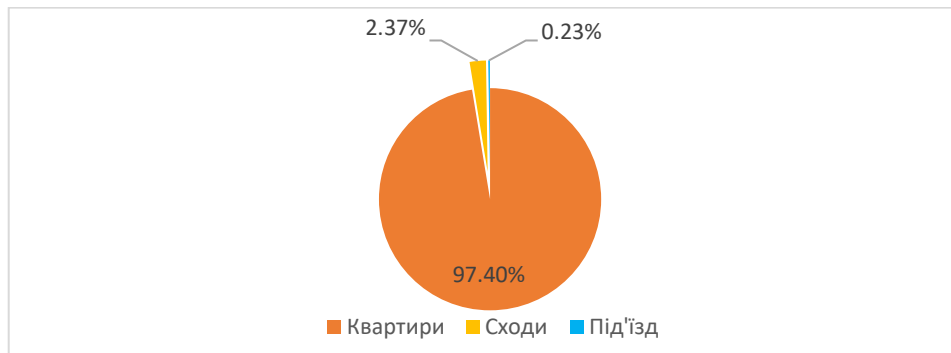


Рисунок. 2.3. Баланс споживання електроенергії.

Поглянувши на баланс споживання електроенергії, можна зробити певні висновки, що квартири використовують 97,4% від загальної кількості використання електроенергії, в свою чергу, сходи витрачають 2,37% електроенергії, а припід'їзна територія- 0,23%.

Так, як енергоаудит проводиться для житлового будинку, самі квартири туди не входять, і тому надалі, враховуватися вони не будуть.

Зараз можна збудувати новий баланс споживання електроенергії, але вже без урахування квартир.

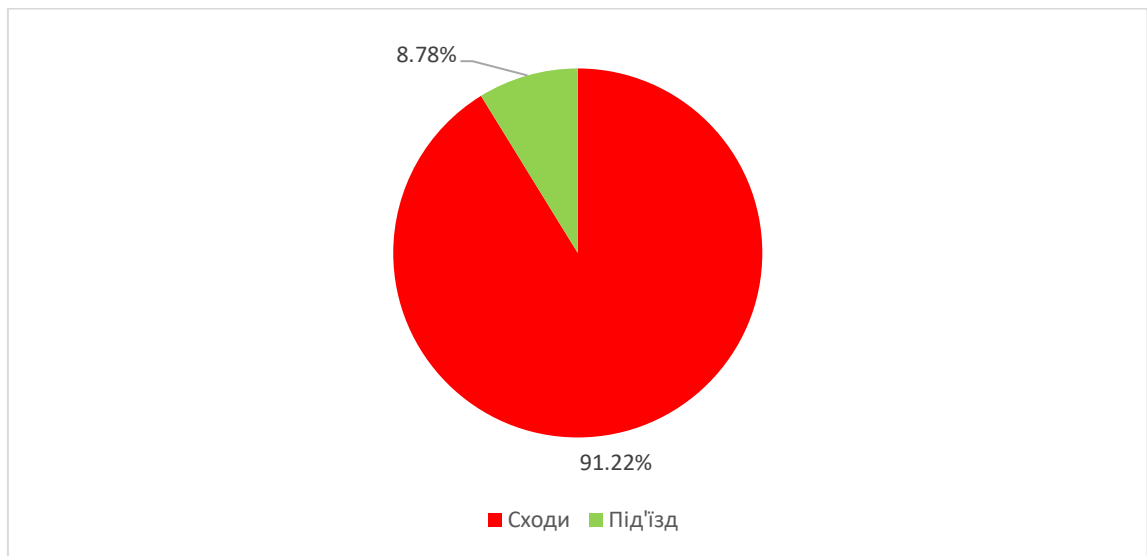


Рисунок. 2.4. Баланс споживання електроенергії житловим будинком.

Тепер можна порахувати, скільки витрачається грошей на закупівлю ламп розжарювання для освітлення сходових майданчиків та припід'їдної території. Одна лампа вартує приблизно 10грн. Для усього будинку закуповується приблизно така кількість ламп:

- 1) Для освітлення сходових клітин- 6 ламп на 2 під'їзди
- 2) Для освітлення припід'їдної території- 6 ламп (див. W_3)

Тобто, загалом, їх потрібно приблизно 12 штук.

Вартість розраховується за формулою 2.2.:

$$W_3 = 12 \cdot 10 = 120\text{грн}$$

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

На один рік припадає приблизно 8760 год, тобто лампи у під'їзді потрібно замінювати приблизно 9 разів на рік. З цього випливає, що кожен рік заковується 108 ламп. А це означає, що, згідно формули 2.1.:

$$W_3 = 108 \cdot 10 = 1080 \text{ грн}$$

Висновок до розділу 2

Проаналізувавши розрахунки можна дійти висновку, що система освітлення у під'їздах та біля них споживає багато електроенергії і на яку щорічно витрачається суттєва сума коштів мешканців будинку. В подальшому ця сума буде збільшуватись за рахунок зростання вартості електроенергії та ламп розжарювання.

Так як цей будинок має невелику кількість квартир, мешканці яких поділяють між собою сплату за використану електроенергію, а також за лампи розжарювання, було б гарною можливістю знайти можливість знизити ці витрати.

РОЗДІЛ 3

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЇХ ВАРТІСТЬ

3.1 Характеристика системи освітлення

На даний момент для освітлення будинку використовуються звичайні лампи розжарювання. Ці лампи мають із переваг лише низьку вартість, простоту експлуатації та вони широко розповсюджені, їх можна придбати будь де.

Мешканці будинку погано проінформовані про теперішній стан системи освітлення, про нові енергоефективні та енергозберігаючі технології, які можливо впровадити в їх будинку. Також вони в цьому не зацікавлені, оскільки це вимагає інвестицій.

3.2 Поради для зменшення використання електроенергії

Порада №1

Раджу замінити лампи розжарювання, які використовуються в під'їздах, на більш енергоефективні. Більш енергоефективними лампами є люмінесцентні та світлодіодні. Люмінесцентні лампи потребують додаткового обладнання для роботи, мають більші габаритні розміри і можуть бути небезпечні, при їх пошкодженні, оскільки містять пари ртуті, які мають негативний вплив на здоров'я людей і тварин [23]. Тому оптимальним вибором буде заміна ламп розжарювання на світлодіодні. Для них не потрібно додаткового обладнання, вони виконанні в такому ж типорозмірі, як і лампи розжарювання, мають гарантійний термін від 1 до 5 років, і працюють від 10000 годин, при середньому терміні служби лампи розжарювання в 1000 годин.

Я пропоную встановити світлодіодну лампу Євроламп потужністю 7Вт. Вона має таку характеристику, яка наведена в таблиці 3.1.:

Таблиця 3.1.

Характеристика лампи Євроламп

Потужність	7Вт
Напруга	175-250В
Форма колби	Стандартна (грушеподібна)

Продовження таблиці 3.1.	
Температура світла	3000К
Тип цоколя	E27
Світловий потік	700Лм
Тип світлодіодів	SMD
Еквівалент потужності лампи розжарювання	70Вт
Клас енергозбереження	A ⁺
Кут розсіювання	300°
Строк служби	40000год

Ця лампа призначена для забезпечення нормованої освітленості в побутових і житлових приміщеннях. В основі для цієї лампи використовується екологічно-чистий пластик із вторинної сировини, тому ця лампа є безпечною для людини і навколишнього середовища. Одна така лачпочка вартує приблизно 40 гривень.

Для освітлення під'їздів необхідно встановити 6 ламп.

Розраховую вартість ламп, для заміни, за формулою (2.2):

$$W_3 = 6 \cdot 40 = 240 \text{грн.}$$

Для заміни усіх ламп розжарювання в під'їздах необхідно буде витратити 240 гривень.

Порада №2

Також окрім заміни ламп на більш енергоефективні можна автоматизувати процес їх вмикання та вимикання, що додатково підвищить ефективність використання електроенергії. Пропоную додатково встановити інфрачервоний датчик руху Electrum D-SM-1411, вартістю 230 гривень.

Характеристики цього пристрою занесені до таблиці 3.2.:

Таблиця 3.2.

Характеристики датчика руху Electrum D-SM-1411

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	1000
Клас захисту	IP20
Кріплення (монтаж)	стельовий (накладної)
Висота установки	2,2-4м
Строк служби	7років
Потужність	5Вт
Напруга	220-240В

Встановлення цього датчика дозволить більш раціонально використовувати освітлення в під'їзді, тому що воно буде вмикатись лише при появі поруч людей. Також можна встановити час який лампа буде світити після появи людей біля датчика руху.

Тепер розраховуємо вартість датчиків для під'їздів за формулою (2.2):

$$W_3 = 6 \cdot 230 = 1380 \text{грн.}$$

Необхідно розрахувати вартість встановлення датчиків. Відомо що вартість встановлення одного такого датчика спеціалізованою компанією буде коштувати 150 грн. Розраховую вартість встановлення за формулою (2.2):

$$W_3 = 6 \cdot 150 = 900 \text{грн.}$$

Всього купівля та встановлення датчиків обчислюється за формулою (2.2):

$$W_3 = 1380 + 900 = 2280 \text{грн.}$$

Всього, якщо додатково купувати і встановлювати датчики руху, доведеться заплатити 2280 гривень.

Порада №3

Пропоную замінити вуличні світильники з лампами розжарювання на світлодіодні прожектори, які для більш ефективної роботи будуть укомплектовані сутінковим реле. Сутінкове реле дасть можливість автоматично вмикатись прожекторам у темний час доби, коли освітленість мінімальна і необхідно додатково підсвічувати територію перед під'їздом і автоматично вимикатись, коли освітленість зростає і необхідності в штучному освітленні більше нема. Також мешканцям будинку не доведеться особисто вмикати і вимикати вуличні світильники.

Пропоную обрати прожектор світлодіодний MAXUS FL-04, вартістю 115 гривень. Його характеристики заносу до таблиці 3.3.:

Таблиця 3.3.

Характеристики світлодіодного прожектора MAXUS FL-04

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	30000год
Температура світла	6400К
Кут розсіювання світла	120°
Робоча температура	від -40° до +40°

Його можна укомплектувати сутінковим реле SOU-1 UNI 12-240 Elko EP. Його вартість 75 гривень. Характеристики даного реле занесу до таблиці 3.4.

Таблиця 3.4.

Характеристики сутінкового реле SOU-1 UNI 12-240 Elko EP

Живлення	12-240 AC/DC
Максимальний струм навантаження	10А
Поріг спрацювання	1 ÷ 100 Lx
Гістерезис	15 Lx
Затримка спрацювання включення	5 с
Затримка спрацювання відключення	10 с
Споживана потужність	3ВА
Підключення	1x2.5мм ² , 2x1.5мм ²
Діапазон робочих температур	від -20°C до +55°C
Ступінь захисту	IP20

Обчислюю вартість реле реле, прожекторів та їх монтажу. Для будинка знадобиться 2 реле, 2 прожектора.

За формулою (2.2) обраховую вартість реле:

$$W_3 = 2 \cdot 75 = 150 \text{грн.}$$

Також необхідно обрахувати вартість установки реле. Вартість установки одного реле коштує 100 гривень, відповідно необхідно 200 гривень.

Розраховуємо вартість прожекторів за формулою (2.2):

$$W_3 = 2 \cdot 115 = 230 \text{грн.}$$

Вартість установки одного прожектора 50 гривень, а установка двох прожекторів відповідно 100 гривень.

Суму, на придбання реле, прожекторів та послуг з установки, обраховуємо за формулою (2.2):

$$W_3 = 230 + 150 + 200 + 100 = 680 \text{ грн.}$$

3.3 Обрахунок споживання електроенергії із дотримання усіх порад для електрозбереження

Необхідно обрахувати можливе електроспоживання освітлення сходових клітин при використанні світлодіодних ламп з датчиками руху. В середньому за 1 години датчики руху будуть спрацьовувати 10 разів. Це усередненне значення спростить розрахунки, і не буде залежати від піків активності людей зранку, коли вони йдуть на роботу, та ввечері, коли вони повертаються з роботи.

Визначаю кількість спрацювань датчика на одному поверсі за формулою:

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

Де ΣN - сума кількості усіх спрацювань

За 1 добу на одному поверсі датчик спрацює:

$$N_{\text{заг}} = 10 \cdot 24 = 240$$

Так як час роботи датчика руху можливо регулювати в широких межах, то для більш комфортного освітлення, необхідно встановити затримку вимкнення на 90 секунд.

Необхідно тепер обрахувати також кількість спрацювань в одному під'їзді та у всьому будинку.

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

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

n - кількість поверхів

$$N_{\text{спр}} = 240 \cdot 3 = 720$$

Відповідно будинок має 2 під'їзди і необхідно обрахувати кількість спрацювань в будинку за формулою (3.2):

$$N_{\text{спр}} = 720 \cdot 2 = 1440$$

В усьому будинку датчики будуть спрацьовувати за одну добу 1440 разів. Знаючи що затримка вимкнення датчика 90 секунд, обраховуємо час роботи датчиків у всьому будинку за формулою (3.3):

$$T_p = N_{\text{спр}} \cdot t, \quad (3.3)$$

де t – час затримки вимкнення світла датчиком руху, с.

$$T_p = 1440 \cdot 90 \text{ с.} = 129600 \text{ с.} = 36 \text{ годин}$$

Обчисливши, ми отримали що всі лампи для освітлення сходових клітин будуть працювати 36 годин.

Необхідно обрахувати скільки електроенергії будуть затрачати лампи, за формулою :

$$P_{\text{заг}} = P \cdot N_p, \quad (3.4)$$

де P - потужність однієї світлодіодної лампи, кВт;

T_p - час роботи усіх ламп разом.

Підставивши всі відомі нам дані в формулу (3.4) отримаємо:

$$P_{\text{заг}} = 0,007 \text{ кВт} \cdot 36 \text{ год.} = 0,252 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Для прикладу розрахую кількість споживаної електроенергії за місяць на основі вище зазначених розрахунків. Дані про споживання заносу до таблиці 3.5.

Таблиця 3.5.

Споживання електроенергії при установці світлодіодних ламп і датчиків руху

№	Місяць	2022	
		Сходи кВт·год	Сходи Грн
1	Січень	7,812	9,3744
2	Лютий	7,056	8,4672
3	Березень	7,812	9,3744

Продовження таблиці 3.5.			
4	Квітень	7,56	9,072
5	Травень	7,812	9,3744
6	Червень	7,56	9,072
7	Липень	7,812	9,3744
8	Серпень	7,812	9,3744
9	Вересень	7,56	9,072
10	Жовтень	7,812	9,3744
11	Листопад	7,56	9,072
12	Грудень	7,812	9,3744
Σ	Всього	91,98	110,376

Інших заходом для економії електроенергії буде заміна світильників із лампами розжарювання на світлодіодні прожектори.

Згідно таблиці 2.3 ми дізнаємось тривалість темної пори доби, коли будуть працювати прожектори.

Одне сутінкове реле споживає 5Вт в годину на власні потреби і один прожектор споживає 10Вт в годину відповідно.

Розраховане споживання електроенергії заносу в таблицю 3.6.

Таблиця 3.6.

Електроспоживання освітлення біля під'їзду після встановлення світлодіодних прожекторів і сутінкових реле

№	Місяць	2022	
		кВт·год	Грн
1	Січень	0,173	0,21
2	Лютий	0,155	0,19
3	Березень	0,125	0,15
4	Квітень	0,089	0,11
5	Травень	0,046	0,05
6	Червень	0,059	0,07
7	Липень	0,060	0,07
8	Серпень	0,077	0,09
9	Вересень	0,115	0,14
10	Жовтень	0,145	0,17
11	Листопад	0,168	0,20
12	Грудень	0,179	0,21
Σ	Всього	1,388	1,67

Висновки до розділу 3

Розрахунки проведені в цьому розділі демонструють, що світлодіодні лампи з датчиками руху в під'їздах та світлодіодні прожектори з сутінковими реле споживають малу кількість електроенергії.

Впровадження цих та інших заходів з енергозбереження допоможе будинку наблизитись до класу енергоефективності А. Але лише цих заходів недостатньо і потрібно додатково водити інші покращення на території спільного користування, якими є під'їзд і території біля будинку, але і в оселях мешканців. На прикладі цих заходів можна продемонструвати ефективність енергоаудиту для інших будинків.

РОЗДІЛ 4

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМІНУ ОКУПНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЗАХОДІВ

4.1 Порівняння та прогноз електроспоживання будинком

Отримавши дані про теперішнє споживання електроенергії системами освітлення та дані про електроспоживання із дотримання вище зазначених порад, проведемо їй порівняння, яке зазначене в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1.

Порівняння річного споживання електроенергії без впровадження та з
впровадженням електрозберігаючих заходів

	2021		2022	
	кВт·год	Грн	кВт·год	Грн
Сходовий майданчик	5930,4	14475	91,98	110,38
Освітлення біля під'їздів	560,94	1449,3	1,3882	1,6659
Разом	6491,3	15924	93,368	112,04

Як видно з таблиця 4.1, можна спостерігати різке скорочення споживання електроенергії в 69.5 разів. Тобто якщо замінити неефективні пристрої та додати автоматичні елементи управління, можна досягти великої економії електроенергії та коштів, навіть за умови незмінного тарифу на електроенергію, якщо тариф на електроенергію буде зростати, то економія буде ще суттєвіша.

4.2 Розрахунок інвестицій в енергозберігаючі технології

Тепер розрахую вартість матеріалів та їх встановлення та занесу отримані дані до таблиці 4.2.

Таблиця 4.2.

Загальна вартість матеріалів та їх установки

Матеріал	Кількість, шт	Вартість одиниці, грн	Загальна вартість, грн
Світлодіодна лампа Eurolamp	6	40	240
Датчик руху Electrum D-SM-1411	6	230	1380

Продовження таблиці 4.2.			
Установка датчиків руху	6	150	900
Сутінкове реле Elko-Ep SOU-1 UNI	2	75	150
Установка сутінкового реле	2	100	200
Світлодіодний прожектор MAXUS FL-04	2	115	230
Установка прожектора	2	50	100
Разом			3200

Далі необхідно обрахувати затрати на матеріали та витрати електроенергії за рік за допомогою наступної формули:

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

де W - вартість обладнання та матеріалів;

c – інвестиції в енергозберігаючі засоби;

v - витрати на електроенергію

$$W=3200+ 112,04=3312,04\text{грн.}$$

З урахування всіх затрат на електроефективне обладнання та на сплату за спожиту електроенергію мешканці за перший рік витратять 3312 гривень, коли раніше мешканці будинку платили за освітлення 15924 гривні в рік. Мешканці сплачували не лише за електроенергію спожиту лампами розжарювання, а ще й за самі лампи розжарювання. Необхідно обрахувати вартість електроенергії що споживається без заміни ламп розжарювання та затрат на придбання ламп розжарювання. Розраховуємо за формулою (4.1):

$$W=486+15924=16410\text{грн.}$$

Разом на лампи розжарювання та на сплату за спожиту ними електроенергію мешканці в рік витрачають приблизно 16410 гривень.

4.3 Визначення терміну окупності інвестицій

Обчислюю відносну економію заходів з електрозбереження та термін їх окупності і заносу дані до таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Дані про відносну економію електроенергії та термін окупності енергоефективних заходів

Заходи для економії електроенергії	Економія електроенергії, %	Окупність, місяців
Світлодіодні лампи та датчики руху для під'їздів	97,7	3
Сутінкове реле та світлодіодний прожектор	1,5	

З даних занесених в таблицю можна зробити висновок, що загальна економію у порівнянні з попередніми періодами часу складає 99,2%, а термін окупності їх впровадження складає всього 3 місяці.

Висновки до розділу 4

В даному розділі, я порівняв енергоспоживання з впровадження енергозберігаючих технологій та без них. Це порівняння демонструє велику різницю в споживанні електроенергії. Підсумував вартість інвестицій в енергозберігаючі заходи, визначив їх відносну ефективність та термін окупності.

Окрім економії електроенергії мешканці будинку починаючи з наступного року після встановлення більш ефективних систем освітлення будуть щорічно витрачати на 15812 менше, і ця сума може збільшитись при зростанні тарифу на електроенергію.

Також мешканці отримають більш комфортне освітлення, яке не потребуватиме додаткового втручання мешканців для вмикання та вимикання світла.

ВИСНОВОК

В даній кваліфікаційній роботі була поставлена мета – зменшити використання електроенергії в місцях загального користування житлового будинку (сходові клітини, передпід'їзна територія).

На момент проведення енергоаудиту стан електричних систем знаходився в незадовільному стані, а саме – були відсутні будь які енергоефективні засоби також мешканці неекономно ставилися до споживання електроенергії, тобто світло в під'їздах працювало цілодобово.

Після проведених мною розрахунків, я рекомендую мешканцям замінити всі лампи в під'їздах на світлодіодні укомплектувати їх додатково датчиками руху, а на вулиці поставити світлодіодні прожектори які в свою чергу будуть укомплектовані сутінковим реле.

Якщо мешканці дотримуватимуться моїх рекомендацій, то споживання електроенергії суттєво зменшиться.

Також додатковою порадою було б інформування мешканців інших будинків про можливість впровадження енергозберігаючих заходів у будинку та у власних квартирах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Краснянський М.Ю. Енергозбереження : Навчальний посібник. – Видавничий дім «Кондор», 2020. – 136 с.
2. Енергетична ефективність житлових будинків: успіхи є, але їх небагато: Вокс Україна. веб-сайт. URL: <https://voxukraine.org/energetichna-efektivnist-zhitlovih-budinkiv-uspihi-ye-ale-yih-nebagato> (Дата звернення 17.08.2021).
3. РОБОТА ОЕС: Національна енергетична компанія. Веб-сайт. URL: <https://ua.energy/peredacha-i-dyspetcheryzatsiya/dyspetcherska-informatsiya/roboata-oes-ukrayiny-za-tyzhden/>. (Дата звернення 17.08.2021).
4. Петраков Я. В., Гнедіна К. В. Методика інтегрального оцінювання впливу альтернативної енергетики на навколишнє середовище в умовах нестационарної економіки. Проблеми економіки. 2017. №4. С. 148-155.
5. Клас енергоефективності: Міжнародний портал з енергозбереження. Веб-сайт. URL: <https://patriot-nrg.com/content/klas-energoefektyvnosti>. (Дата звернення 20.08.2021).
6. 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).
7. 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).
8. Правила улаштування електроустановок. – Видання офіційне. Міненерговугілля України. – Х. : Видавництво «Форт», 2017. -760с.
9. Астрономічний календар. 2020 / ред. кол.: А.П. Відьмаченко (гол. ред.) та ін.; ГАО НАН України. — Київ : Академперіодика, 2019. — 304 с., 2 с. іл.
10. Про затвердження Правил будови і безпечної експлуатації ліфтів : Держгірпромнагляд. 01.09.2008 № 190.
11. ДСТУ 3552-97. Ліфти пасажирські та вантажні. Терміни на визначення. [Чинний від 1998-01-01]. Київ, 1997. 13 с.

12. 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.
13. 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.
14. 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
15. 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.
16. 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).
17. 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).
18. 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

19. Приклади звітів з енергоаудиту [Електронний ресурс]. URL: <https://aea.org.ua/energy-audit/sample-report-on-energy-audit/> (дата звернення 20.08.2021)
20. 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>
21. 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).
22. 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
23. Ткачук М.В. Обґрунтування доцільності заміни ламп розжарювання на світлодіодні. Студенські читання 2021: Матеріали науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики «Студенські читання 2021» Житомир: ПНУ, 2021. – 400 с.
24. 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.
25. 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.