

Міністерство освіти і науки
України Національний
технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Інститут Електроенергетики

(інститут)

Електротехнічний факультет

(факультет)

Кафедра електроенергетики

(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня магістра

студента Логінова Максима Вадимовича

(ІПБ)

академічної групи 141М-22-2

(шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(код і назва спеціальності)

спеціалізації¹

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему Ефективне електроспоживання споживачів житлового приватного будинку

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
Кваліфікаційної роботи	Рухлова Н.Ю.			
Розділів:				
Вступна частина	Рухлова Н.Ю.			
Основна частина	Рухлова Н.Ю.			
Економічна частина	Тимошенко Л.В.			
Рецензент				
Нормоконтролер	Олішевський Г.С.			

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 81 стор., 17 рис., 14 табл., 7 додаток., 18 джерел.

Об'єктом дослідження є приватний будинок, що містить електроприймачі та електроопалювальні системи.

Предметом дослідження є ефективний режим електроспоживання за рахунок мінімізації використання електроприймачів в часи пікових навантажень і, як наслідок, зменшення витрат на електроенергію.

Мета кваліфікаційної роботи – проектування системи електропостачання приватно будинку та визначення ефективного режиму електроспоживання навантажень при відповідному способу тарифікації.

У вступній частині приведені основні поняття щодо принципів генерації електричної енергії, умов необхідності регулювання режимів електроспоживання та вихідні данні об'єкту проектування.

В спеціальній частині наведено розрахунки електричних навантажень, вибір основного обладнання, визначення ефективного режиму роботи системи електропостачання, що проектується.

Економічне обґрунтування проекту виконується шляхом розрахунків капітальних і експлуатаційних витрат на реалізацію запропонованих заходів, а також визначені показники економічної ефективності.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕЛЕКТРИЧНЕ НАВАНТАЖЕННЯ, ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЯ, КОЕФІЦІЄНТ ЗАХИСТУ, АВТОМАТИЧНИЙ ВИМИКАЧ, АККУМУЛЯТОРНІ БАТАРЕЇ, РЕЛЕ НАПРУГИ, СТРУМОВИЙ ЗАХИСТ, ЛІЧИЛЬНИКИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ, ТАРИФИ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ, РЕГУЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ, ГРАФІК ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ.

ABSTRACT

Explanatory note: 81 pages, 16 figures, 14 tables, 7 appendix, 18 sources.

The object of the study is a private house containing electric receivers and electric heating systems.

The subject of the study is an effective mode of electricity consumption due to the minimization of the use of electrical receivers during peak loads and, as a result, a reduction in electricity costs.

The purpose of the qualification work is to design a power supply system for a private house and determine the effective mode of electricity consumption of new enterprises with the appropriate tariff method.

In the introductory part, the main concepts regarding the principles of electric energy generation, conditions for the necessity of regulation of power consumption modes, and initial data of the design object are given.

In a special part, the calculations of electrical loads, the selection of the main equipment, and the determination of the effective mode of operation of the projected power supply system are given.

The economic substantiation of the project is carried out by calculating the capital and operating costs for the implementation of the proposed measures, as well as the indicators of economic efficiency.

KEY WORDS: ELECTRICAL LOAD, ELECTRICITY, PROTECTION COEFFICIENT, AUTOMATIC CIRCUIT BREAKER, BATTERIES, VOLTAGE RELAYS, CURRENT PROTECTION, ELECTRICITY METERS, ELECTRICITY TARIFFS, ELECTRICITY REGULATION CTRO-CONSUMPTION, SCHEDULE OF ELECTRIC NAVANTA-WIVES.

Зміст

Вступ.....	7
1 ВСТУПНА ЧАСТИНА	8
1.1 Регулювання режимів електроспоживання.....	8
1.2 Генерація електричної енергії в Україні до війни і після її початку	9
1.3 Впровадження багатозонних засобів обліку електричної енергії	13
1.4 Комплекти резервного живлення для будинку	16
1.5 Електронна система розумного будинку.....	19
1.6 Висновки по вступній частині.....	22
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА	24
2.1 Розрахунок електричних навантажень	24
2.2 Розрахунок системи електропостачання за фактичними електричними навантаженнями об'єкта проектування	25
2.3 Електропостачання освітлювальних груп	30
2.4 Вибір і перевірка автоматичних вимикачів	38
2.5 Захист електроприймачів від перепадів напруги	42
2.6 Захист обладнання та людини від випадкового дотику струмовідних частин, струмів витоку та пошкодження ізоляції.....	44
2.7 Розрахунок струму витоку	47
2.8 Вибір уставки номінального струму витоку ПЗВ	48
2.9 Вибір комплекту резервного живлення	50
2.10 Розрахунок вартості за спожиту електроенергію.....	51
2.11 Висновок по основному розділу	57
3 РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЕЛЕКТРОСИСТЕМИ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ	58
Вступ	58
3.1 Розрахунок капітальних інвестицій	58
3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат	62

3.3 Розрахунок амортизаційних відрахувань	62
3.4 Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт	63
3.5 Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт	64
3.6 Висновок економічному розділу	67
ВИСНОВКИ	68
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	69
ДОДАТОК А	71
ДОДАТОК Б.....	72
ДОДАТОК В.....	73
ДОДАТОК Г	74
ДОДАТОК Ґ	76
ДОДАТОК Д	78
ДОДАТОК Е.....	80

Вступ

У сучасному світі, де впровадження сталі та стійкість до зовнішніх впливів стають однією з ключових мет природозбереження, ефективне використання енергії набуває все більшого значення. Одним з найважливіших аспектів цього процесу є раціональне електроспоживання в приватних будинках, які відіграють суттєву роль у загальній енергетичній системі країни. Споживачі приватних будинків можуть відігравати ключову роль у зменшенні витрат електроенергії та впливів на навколишнє середовище, при цьому економлячи фінансові ресурси.

Ця кваліфікаційна робота присвячена вивченню можливостей та стратегій для підвищення ефективності електроспоживання в приватних будинках. Досліджуючи сучасні технології, методи оптимізації та поведінкові аспекти споживачів, мета роботи полягає в визначенні шляхів оптимізації електроенергетичного режиму приватних будинків та розробці рекомендацій для підвищення рівня їхньої ефективності в аспекті енергозбереження та вартісного використання ресурсів.

Дана тема не тільки має велике значення для забезпечення сталого розвитку, але і відкриває нові можливості для інновацій у використанні електроенергії в приватних господарствах. Дослідження проводяться з метою не лише зменшення енерговитрат, а й забезпечення комфортних умов проживання, враховуючи сучасні стандарти енергоефективності та вимоги до екологічності.

У кваліфікаційній роботі висвітлені актуальні питання електроспоживання в приватних будинках, надає аналіз існуючих проблем та пропонує практичні рішення для забезпечення оптимального використання електроенергії у приватних господарствах.

1. ВСТУПНА ЧАСТИНА

1.1 Регулювання режимів електроспоживання

Регулювання режимів електроспоживання є важливим аспектом оптимізації використання електроенергії з метою досягнення економії ресурсів та підвищення загальної ефективності. У технологічній частині цього дослідження розглядаються ключові аспекти регулювання режимів електроспоживання:

1) Пікове та Позапікове Споживання: Регулювання споживання, спрямоване на уникнення пікових навантажень, може відігравати ключову роль у зниженні витрат на електроенергію, особливо оглядом вартості пікового споживання.

2) Енергозбереження: Використання енергоефективних технологій, таких як LED-лампи та ефективні прилади, є важливим аспектом стратегії зменшення загального електроспоживання.

3) Автоматизація та Системи Управління: Впровадження систем автоматизації, які ефективно керують споживанням електроенергії в залежності від умов, може оптимізувати використання ресурсів.

4) Використання Відновлювальних Джерел Енергії: Встановлення сонячних панелей та інших джерел відновлювальної енергії дозволяє генерувати власну електроенергію.

5) Системи Управління Заряджанням: У разі використання електромобілів системи управління заряджанням можуть оптимізувати час та обсяг заряджання.

6) Використання Акумуляторних Батарей: Акумуляторні батареї дозволяють зберігати надлишкову електроенергію для використання в пікові періоди або вночі.

7) Управління Тарифами: Використання тарифів зі зниженими ставками за споживання в певні години може стимулювати розумне енергоспоживання.

8) Інтеграція Систем Умного Будинку: Впровадження систем управління "розумним будинком" дозволяє автоматизувати та оптимізувати споживання електроенергії.

Ці стратегії регулювання режимів електроспоживання спрямовані на зроблення споживання більш ефективним, економічним та екологічно чистим. Впровадження цих практик може призвести до суттєвих вигод, включаючи зменшення витрат на енергію та оптимізацію використання ресурсів.

1.2 Генерація електричної енергії в Україні до війни і після її початку

Енергетика України перебуває в стані війни з 2014 року, тому з 24-го лютого 2022 року з повномасштабним вторгненням на територію України певні рішення були вже відпрацьовані на територіях України, де раніше велися активні бойові дії та тимчасово окупованих територіях. В той же час, українська енергетика зустрілася з переліком нових, ще більш загрозливих викликів, як то ядерний тероризм із захопленням АЕС, численні пошкодження критичної інфраструктури – електричних і газових мереж, критичне зниження попиту на енергетичні продукти у зв'язку з виїздом населення і припиненням бізнесу, ще більш критичне зниження рівня оплат в енергетичній системі, та рішення не дивлячись на бойові дії по всій території країни продовжувати синхронізацію енергетичної системи України з енергосистемою Континентальної Європи, паливна криза та ін. Отримання Україною статусу кандидата на вступ до ЄС ставить додаткові виклики для енергетики та регулювання цієї галузі.

У сфері енергетики з 24-го лютого 2022 року було запроваджено ряд регуляторних змін, покликаних стабілізувати галузь та вирішити критичні проблеми. Цей процес продовжується, оскільки очікується, що опалювальний сезон 2022/2023 року буде надзвичайно складним.

Ринок електричної енергії

Експорт електричної енергії. З 16 березня 2022 року Енергетична Система Континентальної Європи та Об'єднана енергетична системи (далі – ОЕС)

України працюють синхронно. 30 червня розпочалися комерційні продажі електроенергії до країн ЄС на рівні 100 МВт. (Румунія, і пізніше до Словаччина). З 30 липня обсяг збільшено до 250 МВт, додатково до експорту 210 МВт у Польщу. Наразі ОСП здійснює розподіл пропускної спроможності міждержавних перетинів до країн ЄС на добових аукціонах. В подальшому строк планується збільшити (тиждень, місяць, квартал).



Рисунок 1.2.1 – З чого складається ціна на електроенергію

Заразом, Уряд поклав спеціальні обов'язки експортерів електроенергії до країн-членів ЄС протягом дії воєнного стану (постанова № 775 від 07.07.2022 року). За цим механізмом експортери сплачують гарантованому покупцю за

послугу із забезпечення безпеки постачання електричної енергії. Вартість послуги становить 80% від доходів з експорту електроенергії. З доходів виключаються витрати експортерів на послуги диспетчерського (оперативно-технологічного) управління, передачі електричної енергії, витрати на доступ до фізичного права на передачу пропускної спроможності з обох сторін кордону. При цьому, дохід експортера існує у разі позитивної різниці між ціною на ринках “на добу наперед” країни-імпортера та України за відповідний розрахунковий місяць. Таке фінансове навантаження на експортерів не знизило зацікавленість до аукціонів Укренерго на з розподілу потужності міждержавних перетинів.

Зберігання електричної енергії. Законодавчі зміни, що врегулювали діяльність зі зберігання енергії на ринку електричної енергії, прийняті 15 лютого 2022 року (закон № 2046-IX), а набули чинності 16 червня 2022 р. Така діяльність підлягає ліцензуванню та здійснюється оператором установки зберігання енергії, і у виключних випадках може здійснюватись без ліцензії виробниками, споживачами, операторами систем передачі та розподілу. 22 липня 2022 р. НКРЕКП затверджено Ліцензійні умови провадження господарської діяльності зі зберігання енергії (постанова № 798). Ліцензуванню підлягає діяльність, якщо сумарна встановлена потужність установок зберігання енергії складає 150 кВт і вище. При цьому, забороняється одночасно здійснювати діяльність зі зберігання енергії та передачі та розподілу електричної енергії, транспортування та розподілу газу, виконання функцій оператора ринку та гарантованого покупця. Врегулювання діяльності зі зберігання енергії є довгоочікуваними на ринку, оскільки українська ОЕС потребує додаткових інструментів гнучкості.

- виробникам з ВДЕ надано право тимчасово виходити з балансуєчої групи гарантованого покупця. Крім того, виробникам з ВДЕ, що не отримують стимулювання (наприклад, «зеленого» тарифу), надано право укласти із споживачем договір про надання послуги із забезпечення стабільності ціни на електричну енергію (за цим договором виробник придбає у споживача послугу, якщо ціна на електричну енергію на ринку України перевищує верхній рівень встановленого сторонами показника, а споживач придбає у виробника послугу,

якщо ціна на електричну енергію на ринку України є нижчою за нижній рівень відповідного показника). Ці інструменти стимулюють виробників ВДЕ працювати на ринкових засадах, без державної підтримки у вигляді «зеленого» тарифу;

- до 1 квітня 2023 року продовжено зобов'язання виробників здійснювати продаж електричної енергії за двосторонніми договорами виключно на електронних аукціонах. Важливо було б також уточнити, чи розповсюджується ця вимога на експортні договори;

- змінено цільове спрямування коштів, отриманих оператором системи передачі (далі – ОСП) від розподілу пропускної спроможності міждержавного перетину, а саме кошти, отримані станом на 31 липня 2022 року, використовуються для таких цілей: (i) 10% на технічне обслуговування та інвестиції в систему передачі, погашення заборгованості за договорами з доступу до пропускної спроможності міждержавного перетину; (ii) 45% на погашення заборгованості ОСП на балансуєчому ринку. Виробники, що експлуатують ТЕС і ТЕЦ, зобов'язані спрямувати такі кошти на закупівлю палива чи на проведення ремонтних робіт для забезпечення опалювального сезону 2022/23 років; (iii) 45% – на погашення заборгованості ОСП перед гарантованим покупцем в рамках механізму ПСО. Гарантований покупець зобов'язаний перерахувати такі кошти атомній і «зеленій» генерації пропорційно до заборгованості. Кошти, отримані ОСП від розподілу пропускної спроможності міждержавного перетину з 1 серпня 2022 року до 1 січня 2023 року, використовуються для таких цілей: (i) 50% на погашення заборгованості ОСП на балансуєчому ринку; (ii) 50% – на погашення заборгованості ОСП за механізмом ПСО для ВДЕ. Цей механізм покликаний покращити фінансовий стан на ринку;

- до 31 грудня 2023 року продовжено строк, протягом якого функції постачальника «останньої надії» покладаються без проведення конкурсу, та до 1 липня 2023 року продовжено строк для проведення конкурсу з вибору постачальників універсальних послуг.

1.3 Впровадження багатозонних засобів обліку електричної енергії.

Відмінність багатотарифних приладів обліку або приладів диференційованого (погодинного) обліку електричної енергії від одно тарифних приладів обліку “звичайних електролічильників” полягає у наступному:

- при обліку електричної енергії по одно тарифному приладу обліку
- “звичайному електролічильнику” – розрахунки за спожиту електричну енергію здійснюються на підставі показів приладу обліку за повним тарифом незалежно від періоду доби;
- при обліку електричної енергії по багатотарифному приладу обліку – розрахунки за спожиту електричну енергію здійснюються на підставі показів які фіксуються приладом обліку за певні періоди доби, з урахуванням тарифних коефіцієнтів що встановлені для відповідного періоду.

Встановлення багатотарифних приладів обліку та перехід на розрахунки за спожиту електроенергію за тарифами, які диференційовані за періодами часу, дозволяє споживачам заощаджувати на оплаті спожитої електроенергії за рахунок найбільшого споживання електричної енергії у період доби, в який діє найменшій тарифний коефіцієнт.

Наприклад, вночі при мінімальному навантаженні енергосистеми встановлюються знижені коефіцієнти для оплати за спожиту електроенергію, завдяки чому вартість спожитої в нічний період електроенергії значно зменшується.



Рисунок 1.3.1 – Однозонний лічильник

Використання багатофункціональних багатотарифних електролічильників мотивує споживачів переводити обсяги власного споживання електричної енергії із годин максимального навантаження енергосистеми у нічний час, що розвантажує електромережі та дозволяє споживати електроенергію за більш низькими тарифами.

Первинна параметризація багатотарифного лічильника для побутових споживачів здійснюється одноразово за рахунок АТ «Миколаївобленерго». Для непобутових споживачів існує можливість розрахунку за спожиту електричну енергію за годинами доби, при виборі відповідної комерційної пропозиції Електропостачальника та наявності функцій інтервального вимірювання та дистанційного зчитування даних з лічильника.

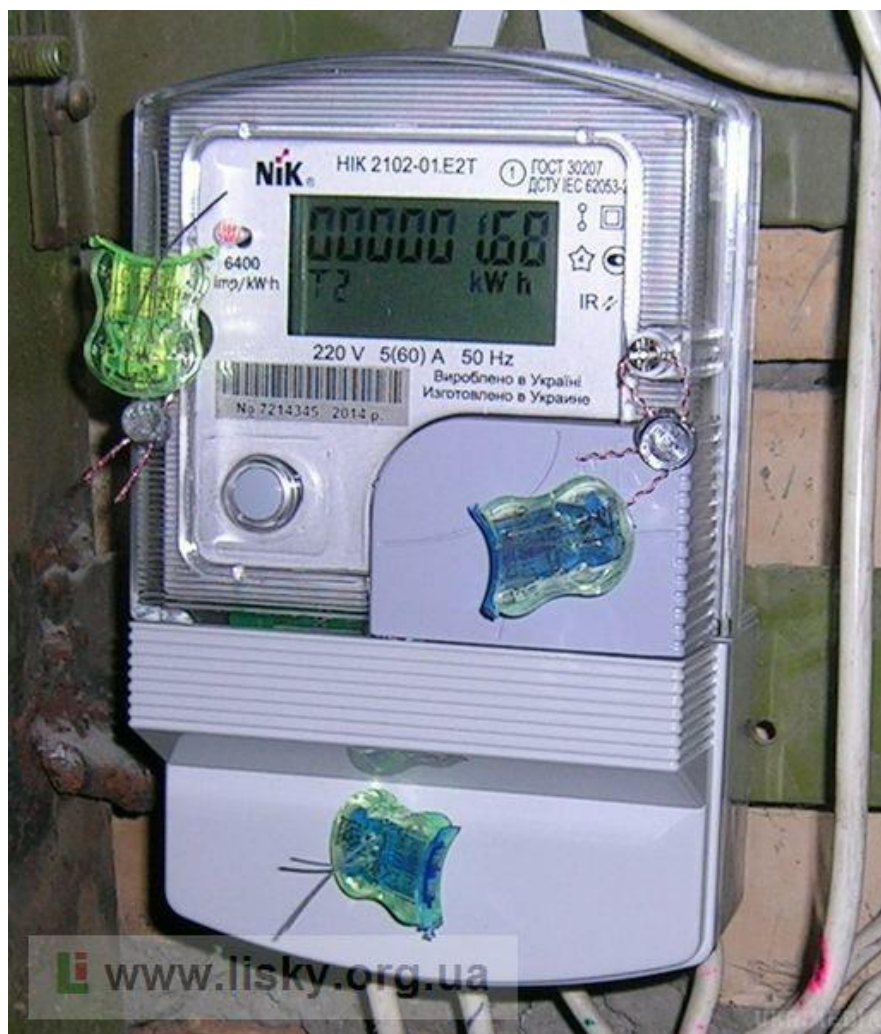


Рисунок 1.3.2 – Двотарифний лічильник

У випадках використання для побутових потреб електроприладів з великою потужністю (в першу чергу електроопалювальних та водонагрівальних установок) а також якщо споживач бажає законно заощаджувати на вартості спожитої електричної енергії. Окрім того, перебудовуючи графік споживання електроенергії при використанні інших електроприладів (наприклад, використовуючи пральну машину, електросушилку, посудомийну машину, мініхлібопіч, СВЧ – піч, праску, кондиціонер – для створення ранкової свіжості та інше до 07-00), споживач має можливість максимально заощаджувати на вартості електроенергії. В порівнянні з розрахунками за електричну енергію по однотарифному приладу обліку:

- при розрахунках за електричну енергію по двотарифному приладу обліку з 23.00 до 7.00 застосовується тарифний коефіцієнт 0,5 , за рахунок цього вартість спожитої в ці години електроенергії знижується на 50 %;
- при розрахунках за електричну енергію по трьох тарифному приладу обліку з 23.00 до 7.00 застосовується тарифний коефіцієнт 0.4 , за рахунок цього вартість спожитої в ці години електроенергії знижується на 60%.

1.4 Комплекти резервного живлення для будинку

В сучасному світі, де надійне електропостачання вирішально важливе, комплекти резервного живлення для будинку набувають все більшої популярності. Ці комплекти відіграють ключову роль у забезпеченні безперебійного живлення та можуть мати вирішальне значення в аварійних ситуаціях або при відключенні електромережі. Розглянемо основні аспекти та технічні деталі, які визначають ефективність та придатність до використання таких комплектів.

Генератор електроструму виступає в ролі основного джерела енергії в комплекті резервного живлення. Важливо вибрати тип генератора, що відповідає потребам та умовам використання. Бензинові, дизельні та газові генератори мають свої переваги та обмеження.

Інвертор відповідає за перетворення постійного струму, який генерує генератор, в змінний струм, придатний для використання в побутових пристроях. Сучасні інвертори можуть використовувати різні технології, такі як чистий синус чи модифікований синус.

Акумулятори є ключовим елементом для забезпечення безперебійного живлення при відключенні основної електромережі. Важливо враховувати типи акумуляторів, такі як гелеві, AGM чи літій-іонні, а також обчислювати їхню ємність для забезпечення необхідного часу автономної роботи.



Рисунок 1.4.1 – Комплект резервного живлення

Наявність систем автоматичного ввімкнення та дистанційного керування дозволяє ефективно використовувати комплект резервного живлення. Це особливо важливо для віддаленого моніторингу та діагностики роботи системи.

Залежно від конкретних умов використання, обираючи комплект резервного живлення, слід враховувати його мобільність та екологічні властивості. Портативні комплекти можуть бути важливими для мобільних застосувань, а екологічно чисті рішення відіграють роль у відповідальному споживанні ресурсів.

В сучасних умовах, де вартість електроенергії та навантаження на електромережі змінюються впродовж доби, комплект резервного живлення може бути ефективно використаний для оптимізації витрат та забезпечення стабільного живлення.

Нічний час: зарядка акумуляторів

У нічний час, коли вартість електроенергії може бути найнижчою, комплект резервного живлення може автоматично активуватися для зарядки акумуляторів. Цей процес може відбуватися автономно, оптимізуючи витрати на електроенергію.

Денне використання: пікові навантаження

У денний період, коли ціни за електроенергію можуть бути вищими через пікові навантаження, комплект резервного живлення може використовувати заряджені акумулятори для живлення будинкових пристроїв та обладнання. Це дозволить уникнути високих тарифів та забезпечити стабільне електропостачання.

Система управління: автоматизація та програмування

Застосування системи управління дозволить програмувати роботу комплекту резервного живлення з урахуванням розкладу цін на електроенергію. Це може включати в себе автоматичний запуск генератора в нічний час для зарядки акумуляторів та використання їхнього збереженого заряду вдень.

Вигоди для користувача: зменшення витрат та надійність

Комплект резервного живлення, оптимізований для роботи в нічний та піковий часи, принесе користувачеві не лише зменшення витрат на електроенергію, але й гарантоване живлення навіть у випадках відключення основного джерела.

Екологічні переваги: зниження викидів та використання "Зеленої" енергії

Завдяки ефективному управлінню та програмуванню, можливе використання комплекту резервного живлення для зарядки в періоди, коли велика частина енергії виробляється з відновлюваних джерел. Це сприяє зниженню викидів та використанню "зеленої" енергії.

Такий підхід до використання комплекту резервного живлення не лише оптимізує електроспоживання, але і покращує його ефективність, зменшуючи витрати та негативний вплив на довкілля.

Обираючи комплект резервного живлення для будинку, важливо

оптимізувати його конфігурацію для відповідності конкретним потребам. Збалансований вибір генератора, інвертора та акумуляторів, спрямований на ефективність та надійність, дозволить користувачам впевнено користуватися електроенергією навіть у найскладніших умовах.

1.5 Електронна система розумного будинку

У сучасному світі все важче уявити життя без інновацій, адже вони роблять наше життя простішим та зручнішим. Для кожної людини комфорт є досить важливим фактором, тому щодня з'являється все більше і більше гаджетів, здатних зробити керування будинком простішим та зручнішим. З плином часу люди почали використовувати багато розумної техніки у своїх оселях, тому їх будинки почали назвати «розумними».

Розумний дім (з англ. Smart Home) це — система домашніх пристроїв, здатних виконувати дії і вирішувати певні повсякденні завдання без участі людини. Вона Функціонально пов'язує між собою усі електроприлади будівлі, якими можна керувати централізовано — з пульта-дисплею. Обов'язковим елементом Smart Home є центр керування. Він підтримує зв'язок з іншими пристроями, отримує від них інформацію, яку потім передає власнику на мобільний додаток.

Основними завданнями розумного будинку є:

1. Керування освітленням. У будь-якому найпростішому розумному будинку повинна бути система керування освітленням. Це можуть бути датчики руху, які автоматично включають і вимикають світло, датчики яскравості і колірної температури світла тощо;

2. Клімат контроль. Підтримання оптимального температурного режиму не менш важливо. Система розумного будинку запрограмована таким чином, що в залежності від зовнішніх умов, може самостійно керувати теплою підлогою, освітленням та опаленням;

3. Безпека - сигналізація, датчики руху та відкриття, датчики диму, газу,

води, системи відеоспостереження, яка передає все те, що відбувається на смартфон;

4. Система керування мультимедіа – вимикати телевізор у заданий час, перемикає композиції на аудіо програвачі за допомогою голосового помічника;

5. Розумне керування побутовою технікою – програмує прання на певний час, вмикає кавоварку о 10 ранку тощо.

Вперше визначення «розумний будинок» було сформульовано у Вашингтонському Інституті інтелектуальної будівлі і звучало наступним чином: «Розумний будинок» - це будинок, що забезпечує продуктивне й ефективне використання робочого простору. Найперші «розумні будинки» з'явилися у заможних американців. Вони почала облаштовувати свої помешкання електронікою в 1950 х роках. Як комплексне рішення задачі спочатку виникли Intelligence Buildings (інтелектуальні будівлі), основою яких були структуровані кабельні мережі. Ця система дозволяла комутувати і використовувати один і той самий кабель комп'ютерної мережі, системи безпеки тощо. Потім почали з'являтися системи мультиплексування каналів зв'язку, що дозволило передавати по одному кабелю різну інформацію одночасно.

Сьогодні керувати «розумним будинком» набагато простіше, це можна зробити через спеціальний мобільний додаток. Техніка підключається через Wi-Fi та передає сигнали на ваш смартфон. Наприклад, наявність в будинку розумної розетки дозволяє вмикати та вимикати техніку навіть якщо ви тільки підходите до будинку. Система «Розумний дім» самостійно контролює роботу кожного пристрою, тому мешканцям не доведеться повертатися додому в паніці і перевіряти, чи вимкнена праска, чи закриті двері тощо.



Рисунок 1.5.1 – Розумний будинок

Технології Smart Home впроваджують не тільки у приватних будинках а і у багатоквартирних будівлях та офісах. Ця система дає можливість контролювати витрати та економити електроенергію, газ та воду, підтримувати середню температур в приміщені під'їзду. Безпечне перебування у дворі, адже система «розумного будинку» передбачає контроль за територією будинку.

Метою роботи є побудова системи оптимізації енергоспоживання для розумного будинку на основі протоколу зв'язку Bluetooth Low Energy, а саме дві її основні складові:

- Smart Switch – розумна розетка з модулем Bluetooth LE, що відправляє дані про споживаний/генерований струм та напругу підключеного до неї електроприладу, поточну температуру, дозволяє здійснювати його комутацію за керуючим сигналом;

- Smart Dispatcher – сервер для комп'ютера, що забезпечує автоматизоване управління системою у з наступними функціями: збирає дані від усіх пристроїв системи; надає можливість користувачу переглядати статистику роботи

електроприладів; надає можливість в ручному режимі підключати/відключати їх від електромережі; на основі отриманих даних в автоматичному режимі приймає рішення про комутацію електроприладів за наступними показниками, значення яких встановлюються користувачем у додатку: відключення приладу від мережі у разі отримання від нього даних про підвищену температуру; відключення приладу від мережі у разі аномальної зміни струму; відключення приладів у разі перевищення встановленого ліміту загальної споживаної потужності домогосподарства; відключення/підключення приладу від електромережі в залежності від встановленого для нього добового графіку роботи.

1.6 Висновки по вступній частині

У ході вивчення та аналізу різноманітних технологій, що застосовуються для регулювання режимів електроспоживання, генерації та обліку електроенергії, а також управління будинком, були виявлені ключові аспекти, що впливають на ефективність та стабільність електросистем.

Однією з ключових стратегій для оптимізації електроспоживання є впровадження систем регулювання режимів електроспоживання електроприладів. Це дозволяє автоматизувати та оптимізувати споживання електроенергії в будинку, що призводить до зменшення витрат та підвищення енергоефективності.

Перед війною та в контексті сучасних подій, генерація електроенергії в Україні піддавалася численним викликам. Спостерігається важливий вплив на інфраструктуру та забезпеченість електроенергією, що вимагає уваги для відновлення та оптимізації систем генерації.

Впровадження багатозонних засобів обліку електроенергії стає важливим кроком для точного вимірювання, контролю та оптимізації споживання. Це сприяє не лише раціональному використанню енергії, а й стимулює до ефективного енергоспоживання.

Застосування комплектів резервного живлення дозволяє не тільки

забезпечити надійне живлення в разі відключення основного джерела, але й оптимізувати витрати та використовувати їх у стратегічні часи для зниження плати за електроенергію.

Інтеграція розумних технологій в будинок дозволяє автоматизувати та оптимізувати функціонування пристроїв, забезпечуючи ефективне використання енергії та підвищуючи зручність користування.

Висновки з технологічної частини кваліфікаційної роботи свідчать про необхідність системних та інноваційних підходів у використанні електроенергії для досягнення оптимальних результатів з точки зору витрат та сталості живлення. Технології, такі як багатозонний облік, регулювання режимів електроспоживання та комплекти резервного живлення, стають ключовими елементами для побудови стабільних та ефективних систем електропостачання.

2. ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок електричних навантажень

При розробці системи електропостачання ключовою інформацією є електричні навантаження, які виникають внаслідок роботи струмоприймачів конкретного об'єкта. До цих навантажень відносяться наступні параметри:

- активна потужність P , кВт;
- реактивна потужність Q , квар;
- повна потужність S , кВА;
- струмове навантаження I , А.

Навантаження житлових приміщень (квартири, котеджі).

Для розрахунку електричних навантажень в житлових приміщеннях можна скористатися двома різними методами:

1. Фактичні електричні навантаження:

- Визначається на основі реальних електричних навантажень, режиму роботи та складу струмоприймачів конкретного об'єкта проектування.
- Цей метод особливо актуальний при реконструкції існуючих систем електропостачання вже існуючих об'єктів, таких як приватні будинки та квартири.

2. Нормативні питомі навантаження (згідно з ДБН [1]):

- Використовуються встановлені нормативи для розрахунку електричних навантажень на одиницю площі чи інші параметри.
- Цей метод є ефективним при проектуванні нових систем електропостачання для будівель та споруд.

Особливий акцент робиться на першому методі, оскільки він є вибіркоvim для реконструкції існуючих об'єктів, де важливо враховувати індивідуальні особливості та режими роботи системи. В рамках цього підходу розроблятиметься проект електропостачання з мінімальним обсягом електричних апаратів для забезпечення необхідної надійності та безпеки системи.

2.2 Розрахунок системи електропостачання за фактичними електричними навантаженнями об'єкта проектування

Цей метод визначення електричних навантажень та параметрів системи електропостачання для окремого житла є актуальним і доцільним, особливо в контексті існуючих багатоквартирних будинків та приватних домоволодінь.

Зазвичай необхідність перерахунку фактичних електричних навантажень будинку виникає під час ремонту чи реконструкції житла, що включає заміну внутрішньої системи електропостачання (електропроводки). Обираючи правильні елементи внутрішньобудинкової мережі, можна досягти оптимальних показників її роботи, враховуючи такі критерії, як:

- Надійність;
- Безпека експлуатації;
- Функціональність та ергономічність;
- Економічність.

Для успішної реалізації цього підходу важливо мати наявність інформації про роботу струмоприймачів об'єкта проектування, таких як квартира чи будинок, зокрема:

- План житла з площею приміщень;
- Тип кухонних плит;
- Наявність електроопалення або підігріву води, включаючи тип та номінальні характеристики електроустановок та їх режим роботи;
- Номінальні характеристики загальнопобутових електроприймачів;
- Тип параметрів світильників мережі освітлення;
- Значення договірної потужності з енергопостачальною організацією;
- Типові графіки електричних навантажень побутових споживачів у робочий та вихідний дні;
- Нормативні чи фактично розраховані значення коефіцієнтів попиту (Кп) роботи окремих струмоприймачів чи усередненого сукупного для

об'єкта;

- Коефіцієнт одночасності ($K_{\text{одн}}$), якщо потрібно реконструювати групові електричні мережі (головну електрощитову багатоповерхового будинку), щоб уникнути перевищення параметрів магістральних кабелів стояків, комутаційного захисного обладнання ввідно-розподільчого пристрою (ВРП) 0,4 кВ.

Для визначення системи електропостачання для окремих споживачів (квартир, будинків) необхідно розрахувати навантаження, яке генерують струмоприймачі будинку, або провести фактичні виміри режиму споживання електроенергії за показаннями лічильників електроенергії або за допомогою відповідної автоматизованої системи. Це часто є складним процесом через:

- обмежені можливості власника (використання простого лічильника електроенергії та напівгодинне зняття показань);
- наявність приладів, які дозволяють автоматизувати процес зняття фактичного режиму споживання електроенергії;
- розуміння власником, який не володіє необхідними знаннями в галузі електротехніки.

Тому для існуючих об'єктів також використовуються коригувальні коефіцієнти та враховуються вимоги норм при розрахунках електричних навантажень відповідно до фактичного складу струмоприймачів. Здійснимо типовий розрахунок електричних навантажень для приватного будинку з площею 110-120 м² під час реконструкції внутрішньої системи електропостачання. Планування приміщень об'єкта розглядається на рисунку 2.2.1.

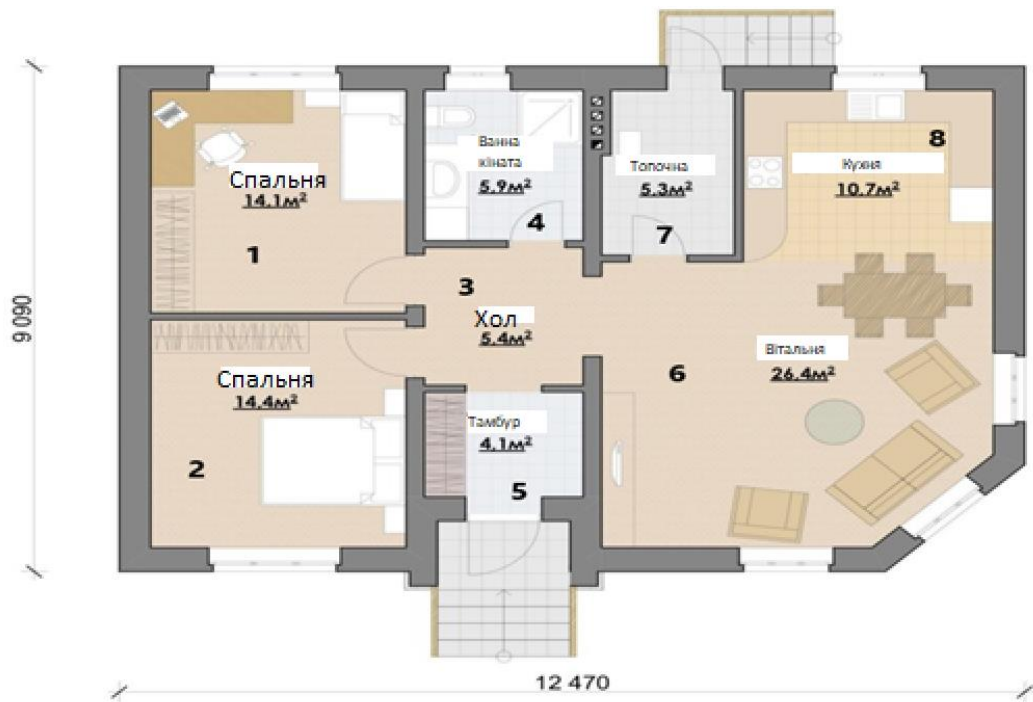


Рисунок 2.2.1 – План будинку:

1 – спальня; 2 – спальня; 3 – хол; 4 – ванна кімната; 5 – тамбур;
6 – Вітальня; 7 – топочна; 8 – кухня

Встановлена потужність струмоприймачів будинку наведена у таблиці
2.2.1

Таблиця 2.2.1 – Встановлена потужність та склад струмоприймачів будинку

Найменування приміщення	Найменування обладнання	Тип електроприймача	Встановлена номінальна потужність, $P_{вст}$, кВт
Прим. 1, Спальня 1	- освітлення 1	LED 10W	1x0,01
	- розетки 1.1, 1.2, 1.3	Інфрачервона панель	0,8
		Комп'ютер	0,35
		Ноутбук	0,05
Прим. 2, Спальня 2	- освітлення 2	LED 10W	1*0,01
	- розетки 2.1, 2.2, 2.3	Телевізор	0,15
		Ігрова приставка	0,12
		Інфрачервона панель	0,8
Прим. 3, Хол	- освітлення 3	LED 10W	0,01

Продовження таблиці 2.2.1.

Прим. 4, Ванна кімната	- освітлення 4 - розетка 4.1, 4.2, 4.3	LED 10W Фен Інфрачервоний обігрівач Бойлер	0,01 1,6 0,8 1,6
Прим. 5, Тамбур	- освітлення 5	LED 10W	0,01
Прим. 6, Вітальня	- освітлення 6 - розетка 6.1, 6.2	LED 10W Кондиціонер Інфрачервона панель	4*0,01 2,5 0,8
Прим. 7, Топочна	- освітлення 7 - розетка 7.1	LED 10W Пральна машина	0,01 2
Прим. 8, Кухня	- освітлення 8 - розетка 8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 8.6	LED 10W Холодильник Посудомийна машина Мікрохвильова піч Інфрачервона панель Електрочайник Індукційна плита	3*0,01 0,2 2,2 1 0,8 1,5 2
Всього:			19,4

Розеточні групи.

У житлових приміщеннях будинку встановлення є необхідним не менше однієї розетки на струм до 10 А на кожні повні та неповні 6 м² площі кімнати. Щодо коридорів у квартирах, тут має бути не менше однієї розетки на кожні повні та неповні 10м² коридорної площі. Важливо враховувати, що декілька розеток, встановлених в одному корпусі або блоці, розглядається як одна розетка.

Кількість та розташування розеток на кухні визначається згідно з плануванням кухні, розміщенням кухонного електрообладнання та електроприладів. Мінімальна кількість розеток для кухні становить 5 штук.

Для підключення стаціонарної однофазної електроплити рекомендується встановлювати розетку на струм 40 А із захисним контактом для приєднання РЕ-провідника. Живлення цієї розетки повинно здійснюватися окремою лінією від

квартирного щитка, і розрахункове навантаження на неї слід встановлювати на рівні 7 кВт.

Щодо розташування штепсельних розеток у житлових приміщеннях, вони повинні встановлюватися на такій висоті, щоб було зручно підключати до них електричні прилади, залежно від призначення приміщення та оформлення інтер'єру, але не вище 1 метра від рівня підлоги.

Вибір та прокладання провідників (проводів та кабелів)

Вибір поперечного перерізу провідників має відповідати умовам, що включають розрахунковий струм для нормального та післяаварійного режимів, а також перевірку за падінням напруги на найвіддаленішому споживачі. Додатково враховуються уставки апаратів захисту, електродинамічні навантаження, спричинені струмами КЗ, механічні навантаження, які можуть впливати на провідники, а також економічні вимоги.

У житлових приміщеннях, мідні провідники повинні мати поперечний переріз не менше, ніж вказано в таблиці 2.2.1.

Таблиця 2.2.1 – Обмеження щодо застосування перерізів проводів та кабелів, що використовуються у житловому приміщенні

Найменування лінії	Мінімальний переріз кабеліві проводів з мідними жилами , мм ²	Допустимий струм, $I_{\text{доп}}$, А
Лінії групових мереж	1,5	15
Лінії від поверхових до квартирних щитків та до розрахункового лічильника	2,5	21
Лінії розподільної мережі (стояки) для живлення квартир	4,0	27

На будь-яких об'єктах з використанням житлових або громадських приміщень рекомендується використовувати кабелі та провідники з мідними жилами. Зокрема, мережі живлення та розподільні мережі, якщо їх

розрахунковий переріз перевищує 16 мм², за звичайних умов виготовляються з кабелів та проводів, в яких використовуються алюмінієві жилки.

Спосіб монтажу електропроводки залежить від типу кабелів та проводів та має відповідати умовам, викладеним в таблиці 4.1 [1], з урахуванням зовнішніх впливів на них, відповідно до чинних нормативних документів.

У всіх будівлях і спорудах лінії групової мережі, що йдуть від групових, поверхових та квартирних щитів до світильників загального освітлення, штепсельних розеток та стаціонарних електроприймачів, повинні складатися з трьохпроводних (L-, N- та РЕ-провідників). N- та РЕ-провідники мають мати відповідне кольорове або інше маркування.

Не рекомендується з'єднувати N-провідники та РЕ-провідники різних групових ліній, на відміну від розподільних мереж. Перетин провідників повинен відповідати вимогам ДБН В.2.5-27, розділу 1.7 ПУЕ.

У будинках, де конструкції виконані з негорючих матеріалів згідно з ГОСТ В.2.7-19, можна використовувати групові мережі, прокладені кабелем або ізольованими проводами в захисній оболонці в борознах стін, перегородок та перекриттів під штукатуркою, а також в шарі підлоги, якщо інші методи неможливі. Електропроводка, яка прокладена під штукатуркою, повинна розташовуватися горизонтально, вертикально або паралельно краю стін приміщення на висоті від 150 мм до 500 мм від підлоги. Така електропроводка повинна мати ізоляцію, що відповідає вимогам ДБН В.2.5-27, і відсутність будь-якої металевої оболонки. Такий тип електропроводки може включати, наприклад, одножильні кабелі в ізоляційній оболонці або багатожильні кабелі з ізоляційною оболонкою.

2.3 Електропостачання освітлювальних груп

Вимикачі світильників загального освітлення повинні встановлюватися на стіні з боку ручки дверей на висоті від 0,8 м до 1,7 м від рівня підлоги.

Мінімальна відстань від вимикачів, штепсельних розеток та елементів електроустановок до газопроводів має бути не менше ніж 0,5 м.

Приклад виконання електропроводки відповідно до вимог норм з відстанів від будівельних конструкцій наведено на рис. 2.3.1.

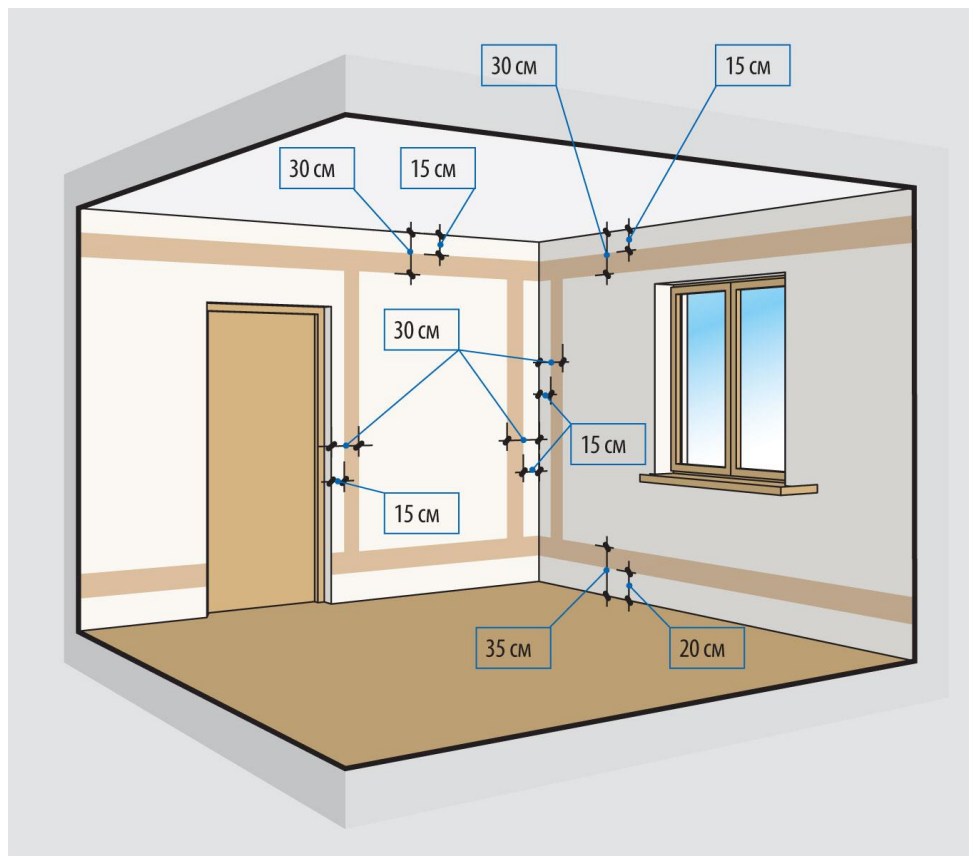


Рисунок 2.3.1 – Приклад виконання електропроводки житлового приміщення

Виконаємо розподіл навантажень, зазначених у таблиці 1, на різні групи, і виберемо відповідні провідники та автоматичні вимикачі, дотримуючись вимог та обмежень, визначених у Нормах [1] для автоматичних вимикачів.

Для розподілу можна використовувати наступні методи:

1. Об'єднання розеткових та освітлювальних груп приміщень на загальні автоматичні вимикачі, враховуючи їх зручне підключення та внутрішньоквартирне планування, з вибором одного вступного пристрою захисного відключення (ПЗВ) для всіх груп електроприймачів;

2. Розподіл розеткових та освітлювальних груп електроприймачів на окремі автоматичні вимикачі та їх підключення до окремих групових ПЗВ.

Розглянемо перший варіант реалізації системи крок за кроком.

А. Розраховується розрахункове активне навантаження групи струмоприймачів:

$$P_{розр} = \sum P_{вст.i} = 19,4 \text{ кВт},$$

де $P_{вст.i}$ - встановлена потужність окремих струмоприймачів, що входять до групи, кВт.

Б. Обчислюється розрахункове струмове навантаження групиструмоприймачів:

- для однофазної мережі ($U_{ном} = 220 \text{ В}$):

$$I_{розр} = \frac{P_{розр}}{U_{ном} * \cos\varphi_{ср}} = \frac{19400}{220 * 0,93} = 94,81 \text{ А}$$

де $\cos\varphi_{ср}$ – середньозважене значення коефіцієнта потужності навантаження, що підключається (визначається розрахунковим шляхом за паспортними даними струмоприймачів, що входять до групи, що розглядається, або за таблицею 3.6 [1]).

$$\cos\varphi_{ср} = \frac{\sum P_{вст.i} \cos\varphi_i}{\sum P_{вст.i}}$$

Примітка. При невідомих паспортних значеннях коефіцієнта потужності електроприймачів для розрахунку мереж окремих груп допускається приймати відповідні коефіцієнти з таблиці 2.3.1. Це не призведе до суттєвих похибок у розрахунках.

Таблиця 2.3.1 – Коефіцієнти потужності електроприймачів

Лінія живлення (Загальнеквартирна мережа)	Розрахунковий коефіцієнт	
	потужності $\cos\varphi$	реактивного навантаження $\operatorname{tg}\varphi$
Квартири з електричними плитами та без побутових кондиціонерів повітря	0,98	0,20
Квартири з електричними плитами та побутовими кондиціонерами повітря	0,93	0,40
Квартири з плитами на природному, зрідженому газі, на твердому паливі	0,96	0,29
Квартири з плитами на природному, зрідженому газі, твердому паливі та з побутовими кондиціонерами повітря	0,92	0,43
Загальнобудинкове освітлення:		
- з лампами розжарювання;	1,00	0,00
- з люмінесцентними лампами	0,92	0,43
Господарські насоси, вентиляційні установки та інші санітарно-технічні пристрої	0,80	0,75
Ліфти	0,65	1,17

В. Проведення розрахунків електричних навантажень для індивідуальних будинків пов'язане із вибором пристроїв обліку електроенергії для будинку, встановленням введових пристроїв захисту та підбором необхідних провідників.

Для розрахунку електричних навантажень в індивідуальних будинках можна використовувати два методи:

- За сумарним розрахунковим навантаженням, яке визначається за допомогою методу коефіцієнта попиту та номінальної встановленої потужності струмоприймачів.
- За питомим навантаженням для окремого будинку [1] (на етапі проектування нового будинку).

За методом коефіцієнта попиту, розрахункове навантаження на введенні будинку визначається за допомогою наступної формули:

$$P_{\text{розр.буд.}} = P_{\text{вст}} \cdot K_{\text{п}}$$

де $P_{\text{вст}}$ – заявлена (встановлена) потужність струмоприймачів, яку визначають підсумовуванням номінальних потужностей електропобутових та освітлювальних приладів, систем електричного опалення та електроводопідігріву, якими оснащується будинок, кВт;

$K_{\text{п}}$ – коефіцієнт попиту, що визначається залежно від значення заявленої потужності струмоприймачів у будинку.

Значення коефіцієнта попиту $K_{\text{п}}$ визначаємо із табл. 2.3.2.

Таблиця 2.3.2 – Коефіцієнти попиту

Характеристика опалення котеджу (квартири)	Значення коефіцієнта попиту $K_{\text{п}}$ за заявленою потужністю електроприймачів, кВт									
	До 15 вкл.	20	30	40	50	60	70	80	90	100 і більше
Для котеджів (квартир) без повного електроопалення	0,75	0,65	0,63	0,59	0,55	0,53	0,50	0,47	0,46	0,45
Для котеджів (квартир) з повним електроопаленням постійного включення	-	-	-	0,75	0,70	0,65	0,63	0,62	0,62	0,61

Таким чином, розрахункове навантаження на ввіді будинку, заявлена потужність електропобутових приладів якої 19,4 кВт, складе:

$$P_{\text{розр.кв.}} = 19,4 \cdot 0,61 = 11,83 \text{ кВт.}$$

Значення коефіцієнтів активної та реактивної потужності визначаються за табл. 3.6[1] для будинку з електричними плитами та побутовими кондиціонерами повітря $\cos\varphi = 0,93$, $\text{tg}\varphi = 0,4$.

Повне розрахункове навантаження будинку знайдемо так:

$$S_{\text{розр.кв.}} = P_{\text{розр.кв.}} / \cos\varphi = 11,83 / 0,93 = 12,72 \text{ кВ}\cdot\text{А.}$$

Розрахунковий струм для вибору приладів обліку, ввідних апаратів захисту та провідників для будинку визначається:

$$I_{\text{розр.кв.}} = S_{\text{розр.кв.}} / U_{\text{ном}} = 12,72 / 0,22 = 57,81 \text{ А.}$$

Результати розрахунку окремих групових мереж та будинку загалом наведені у таблиці 2.3.3.

Обмеження на вибір електрообладнання:

- Для індивідуальних груп, які розподіляються за автоматичними вимикачами, визначальним фактором є обмеження за мінімальним перерізом провідника, відповідно до таблиці 5.1 [1].

- Перерізи провідників всередині електрощита повинні бути не меншими за перерізи провідників вищого рівня розподілу електроенергії.

- Для правильного вибору елементів мережі також слід враховувати реальні показники якості електроенергії, зокрема, відхилення напруги, яке часто не відповідає нормам (+-5%) і може бути як істотно завищеним (до 240-250 В під час нічного провалу навантаження енергосистеми), так і заниженим (180-200 В під час вечірнього піку навантаження енергосистеми). Відсоткове відношення зниженої напруги призводить до відповідного збільшення струмового навантаження на ділянках мережі, тому для потужних електроприймачів, що працюють у тривалому режимі (бойлер, духовна шафа, електричний обігрівач), необхідно вибирати провідник з певним запасом (10-20%) за пропускну здатністю.

- Також слід враховувати реалії нашої країни та можливі проблеми із централізованим опаленням для об'єктів житлового фонду. У цьому випадку до будь-якої розетки може бути підключений електричний обігрівач (орієнтовна потужність – 2 кВт), відповідно при спільному живленні розеткових та освітлювальних груп, номінальний струм автоматичних вимикачів повинен бути не менше 10 А.

Розрахункові навантаження, визначені для квартири з урахуванням

коефіцієнта попиту дозволяють виконати розрахунок і вибір лінії живлення окремого будинку.

Вибір ведемо за нагрівом провідника розрахунковим струмом при живленні електроприймачів квартири за умовою:

$$I_{\text{доп}} > I_{\text{розр.кв}}$$

Приймаємо кабель типу ВВГнг-3х16, $I_{\text{доп}} = 75 \text{ А}$.

$$75 \text{ А} > 57,81 \text{ А} - \text{умова виконується.}$$

Таблиця 2.3.3 – Розподіл навантажень за групами та автоматичними вимикачами

№ автомата	Найменування автомата	Найменування обладнання	Розрахункове навантаження, $P_{\text{розр}}$, кВт	Розрахунковий струм, $I_{\text{розр}}$, А	Тип АВ	Марка проводу
QF1	Acti9 iC60H 16 А	- розетка 6.1	2,5	11,36	C60	ПВС-3х1,5, 15 А
QF2	Acti9 iC60H 20 А	- розетка 1.1 - розетка 2.3 - розетка 4.2 - розетка 6.2 - розетка 8.4	0,8 0,8 0,8 0,8 0,8	18,2	C60	ПВС-3х2,5, 21 А
QF3	Acti9 iC60H 10 А	- розетка 7.1	2	9,09	C60	ПВС-3х1,5, 15 А
QF4	Acti9 iC60H 16 А	- розетка 8.2	2,2	10	C60	ПВС-3х1,5, 15 А
QF5	Acti9 iC60H 6 А	- світло 1	0,01	2,05	C60	ПВС-3х1,5, 15 А
		- світло 2	0,01			ПВС-3х1,5, 15 А
		- розетка 1.2 - розетка 1.3 - розетка 2.1 - розетка 2.2	0,35 0,05 0,15 0,12			ПВС-3х1,5, 15 А

Продовження таблиці 2.3.3.

QF6	Acti9 iC60H 16 A	- світло 3	0,01	14,7	C60	ПВС-3x1,5, 15 А
		- світло 4	0,01			
		- світло 5	0,01			
		- розетка 4.1	1,6			ПВС-3x1,5, 15 А
		- розетка 4.3	1,6			
QF7	Acti9 iC60H 16 A	- світло 6	0,04	12,5	C60	ПВС-3x1,5, 15 А
		- світло 7	0,01			
		- світло 8	0,01			
		- розетка 8.1	0,2			ПВС-3x1,5, 15 А
		- розетка 8.3	1			
		- розетка 8.5	1,5			
Ввід QFВВ	ВА63 1P+N 63 A	Будинок	$P_{вст}K_{п} = 19,4 \cdot 0,61 = 11,83$	57,81	C120	ВВГнг-3x16, 75 А

Таблиця 2.3.4 – Таблиця відповідності допустимого струмового навантаження та максимальної приєднувальної потужності в однофазній та трифазній мережі для трижильних проводів та шнурів з гумовою та полівінілхлоридною ізоляцією

Перетин проводу (шнура)	Допустимий струм А трижильних проводів і шнурів з матеріалом струмопровідних жил (прокладені в трубах, коробах, замонолічені в стінах)		Максимальна потужність електроприймачів, що приєднується, кВт при $\cos\phi = 1$, 1-фазна мережа	
	S, мм ²	мідь	алюміній	мідь
1,5	15	-	3,30	-
2,5	21	16	4,62	3,52
4	27	21	5,94	4,62
6	34	26	7,48	5,72
10	50	38	11,00	8,36
16	70	55	15,40	12,10
25	85	65	18,70	14,30
35	100	75	22,00	16,50
50	135	105	29,70	23,10

Таблиця 2.3.5 – Таблиця відповідності допустимого струмового навантаження та максимальної приєднаної потужності в однофазній та трифазній мережі для трижильних кабелів з гумовою або пластмасовою ізоляцією у полівінілхлоридній та гумовій оболонці

Переріз кабеля	Допустимий струм А трижильних кабелів з матеріалом струмопровідних жил (прокладені в повітрі)		Максимальна потужність електроприймачів, що приєднується, кВт при $\cos\varphi = 1$, 1-фазна мережа	
	мідь	алюміній	мідь	алюміній
S, мм ²				
1,5	19	-	4,18	-
2,5	25	19	5,50	4,18
4	35	27	7,70	5,94
6	42	34	9,24	7,48
10	55	42	12,10	9,24
16	75	60	16,50	13,20
25	95	75	20,90	16,50
35	120	90	26,40	19,80
50	145	101,2	31,90	22,26
70	180	128,8	39,60	28,34

2.4 Вибір і перевірка автоматичних вимикачів

Зробимо вибір ввідного автоматичного вимикача для захисту електричної мережі квартири за такими умовами:

- за номінальною напругою:

$$U_{мер} \leq U_{ном. АВ};$$

- за номінальним струмом автомата:

$$I_{розр.кв} \leq I_{ном. АВ};$$

- за номінальним струмом теплового розчіплювача I_n (при можливості регулювання):

$$I_{розр.кв} \leq I_n$$

- за характеристикою спрацьовування електромагнітного розчіплювача від струмів короткого замикання (В, С, D)*;

Попередньо вибрані за основними умовами автоматичні вимикачі додатково перевіряються:

- по спрацьовуванню від навантаження

$$I_{спр.р} = K_{пер} I_n \geq 1,25 I_{розр},$$

$K_{пер} = 1,05 \dots 1,45$ – кратність спрацьовування теплового розчеплювача повідношенню до номінального струму автоматичного вимикача;

- за відповідністю прийнятому провіднику:

$$I_{дон} \geq I_{спр.н} \cdot K_3,$$

де $K_3 = 0,8$ - для автоматичних вимикачів з регульованою зворотно-залежною від струму характеристикою теплового розчіплювача; $K_3 = 1$ – для автоматичних вимикачів з нерегульованою зворотно-залежною від струму характеристикою теплового розчіплювача.

При захисті від струмів КЗ струм спрацьовування електромагнітного розчеплювача автоматичного вимикача (струмова відсічка) з двоступінчастою, обмежено-залежною від струму захисною характеристикою вибирається за умовою:

$$I_{с.в} \geq 1,2 I_{нік}.$$

де $I_{нік} = (K_{пуск} - K_{II}) I_{ен.мах} + I_{розр}$

$K_{пуск} = I_{пуск.ЕП} / I_{ном.ЕП}$ – кратність пускового струму електроприймача по

відношенню до номінального струму;

$I_{еп.маx}$ – номінальний струм електроприймача, який створює найбільший пусковий струм, А.

Примітка. Для одиничного приймача піковий струм дорівнює пусковому

Розрахуємо параметри ввідного автоматичного вимикача для квартири, що розглядається.

$$I_{розр} = 57,81 \text{ А.}$$

Приймаємо для захисту внутрішньобудинкових мереж автоматичні вимикачі Schneider Electric.

Піковий струм групи електроприймачів:

- електроприймач, який створює найбільший пусковий струм – це кондиціонер:

$$P_{ном} = 2500 \text{ Вт, } K_{п} = 5, \cos\varphi = 0,7, I_{еп.маx} = 16,23 \text{ А,}$$

$$I_{еп.маx} = \frac{P_{ном}}{U_{ном} \cos\varphi} = \frac{2500}{220 \cdot 0,7} = 16,23 \text{ А,}$$

$$I_{нік} = i_{н.маx} + I_{т} - k_{б} I_{ном.маx} = 5 \cdot 16,23 + 57,81 - 16,23 \cdot 1 = 122,73 \text{ А.}$$

Вибираємо автоматичний вимикач серії ВА63 1P+N 63 А:

- за номінальною напругою:

$$220 < 440 \text{ (В);}$$

- за номінальним струмом автомата:

$$57,81 < 63 \text{ (А);}$$

- по номінальному струму розчеплювача:

$$57,81 < 63 \text{ (A)}.$$

Приймаємо автомат типу , $I_{н.авт} = 63 \text{ A}$, $I_n = 63 \text{ A}$.

Струм захисту від перевантаження дорівнює:

$$I_{спр.н} = 1,25 \cdot I_n = 1,25 \cdot 63 = 78,75 \text{ A} \geq 1,25 I_{розр} = 1,25 \cdot 57,81 = 72,26 \text{ A}$$

Уставка захисту від КЗ $I_{св}$. Значення уставки ВА63 1P+N 63 А вибирається за таким виразом:

$$I_{св} \geq 1,2 I_{нік} = 1,2 \cdot 122,73 = 147,27 \text{ A}.$$

Приймаємо значення уставки:

$$I_{св} = 5 \cdot I_n = 5 \cdot 63 = 315 \text{ A} > 1,2 I_{нік} = 1,2 \cdot 122,73 = 147,27 \text{ A};$$

$$315 \text{ A} > 147,27 \text{ A}$$

- за відповідністю прийнятому провіднику:

$$75 \geq 1 \cdot 72,26 = 72,26 \text{ A}.$$

Всі умови виконуються, автоматичний вимикач вибрано правильно.

Автоматичні вимикачі та провідники відхідних груп вибираються аналогічно з урахуванням конкретного набору навантаження, що підключається, і обмежень на вибір електрообладнання, які наведені вище. Результати вибору внутрішньої мережі будинку представлені у таблиці 2.4.1.

2.5 Захист електроприймачів від перепадів напруги

Реле напруги представляє собою пристрій, що об'єднує електронний блок контролю напруги та силовий роз'єднувач навантаження в одному корпусі. Основний елемент реле напруги може бути заснований на мікропроцесорі або простому компараторі.

Важливим параметром є швидкість реакції реле напруги, зазвичай визначена верхньою межею у 0,1 секунди та нижньою у 2 секунди. Кожен пристрій має шкалу для встановлення верхньої та нижньої межі напруги користувачем. Важливо розуміти, що реле напруги не може замінити стабілізатор напруги, оскільки його функція полягає у відключенні живлення в разі досягнення критичних значень та автоматичному відновленні після відновлення нормальних параметрів.

Розглянемо вибір реле напруги залежно від характеристик електромережі та потреб споживачів. Наприклад, для мережі з напругою 220 вольт слід вибирати реле, призначене для такого струму. У випадку наявності потужної електроплити з трьохфазною проводкою та напругою 380 вольт, необхідно встановити РКН для цього напругового рівня. Важливо правильно визначити потужність реле, яка повинна перевищувати загальну потужність всіх споживачів у будинку на 20%. Це може бути визначено за величиною захисного автомата у електрощиті. Якщо автомат розрахований на 63 А, реле напруги повинно бути на 80 А.

Важливо зауважити, що реле напруги доступні для навантажень до 80 А. У разі перевищення цього значення слід послідовно підключити контактор з запасом 20% за потужністю, який керує силовим ланцюгом під командою реле напруги.

Виконаємо вибір реле контролю напруги для захисту електричної мережі квартири за такими умовами:

- за номінальною напругою:

$$U_{ном.РКН} = U_{мер};$$

$$U_{ном.РКН} = 220 \text{ В}$$

- за номінальним струмом ввідного автомата або потужності підключаємого навантаження:

$$I_{РКН} \geq 1,2I_{ном.АВ} \text{ або } I_{РКН} \geq 1,2I_{розр};$$

$$80 \text{ А} > 1,2 \cdot 63 \text{ А} = 75,6 \text{ А} \text{ – умова виконується}$$

Приймаємо до встановлення цифрове реле напруги РН-80/D

Технічні характеристики пристрою захисту:

- напруга живлення: ~230В;
- максимально допустима напруга на вході: 400В;
- пікова допустима напруга на вході: 630В;
- напруга пробою: 2500В;
- діапазон установки нижнього порогу відключення: 130..210В;
- діапазон установки верхнього порогу відключення: 225..280В;
- крок встановлення порогу відключення: 1В;
- похибка вимірюваної напруги: $\pm 2\%$;
- варіанти встановлення таймера на включення: 0, 10, 60, 480 сек.;
- тип вихідного пристрою: реле;
- комутована здатність: 80А*230В;
- споживана потужність: не більше 1Вт;

Заводські налаштування пристрою захисту:

- напруга: $U_{min} = 175\text{В}$, $U_{max} = 253\text{В}$;
- час включення: $t_{вкл} = 10\text{сек.}$

2.6 Захист обладнання та людини від випадкового дотику струмовідних частин, струмів витоку та пошкодження ізоляції

Вимикачі диференціального струму, відомі також як ВДС (вимикачі диференційного струму) або прилади захисного відключення (ПЗВ), призначені для захисту людей та електроустановок від небезпеки замикання на землю. ПЗВ, будучи комутаційним апаратом або сукупністю елементів, автоматично ініціює розмикання контактів при досягненні або перевищенні певного значення диференційного струму за визначених умов експлуатації.

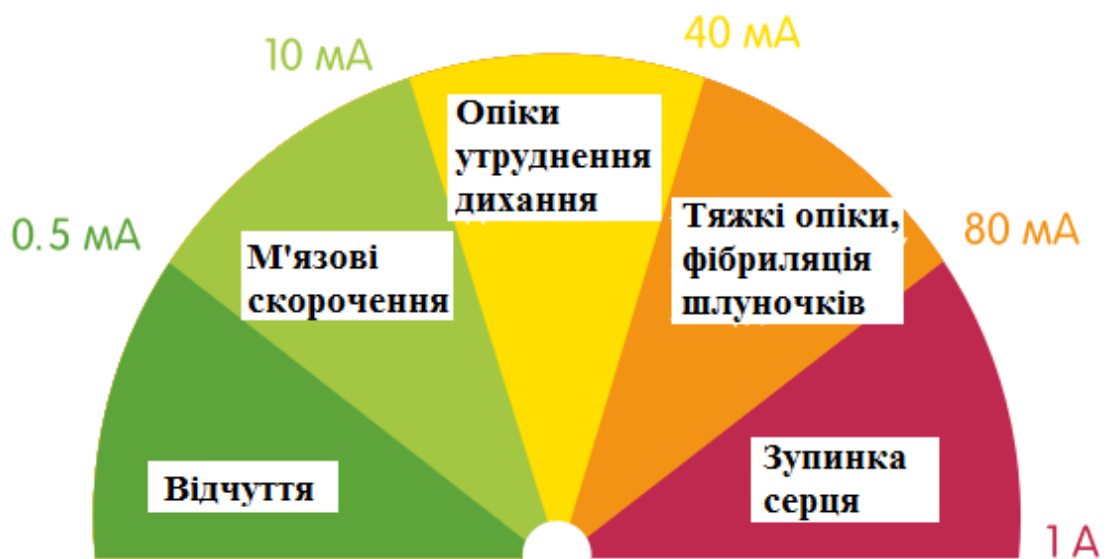


Рисунок 2.6.1 – Діапазон струму, який є небезпечним для людини

Дослідження, які у різних країнах світу, показують, що серйозність ураження електричним струмом визначається силою струму, що проходить через тіло людини. Тілесні ушкодження стають серйозними, коли сила струму перевищує 40-50 мА протягом однієї секунди.

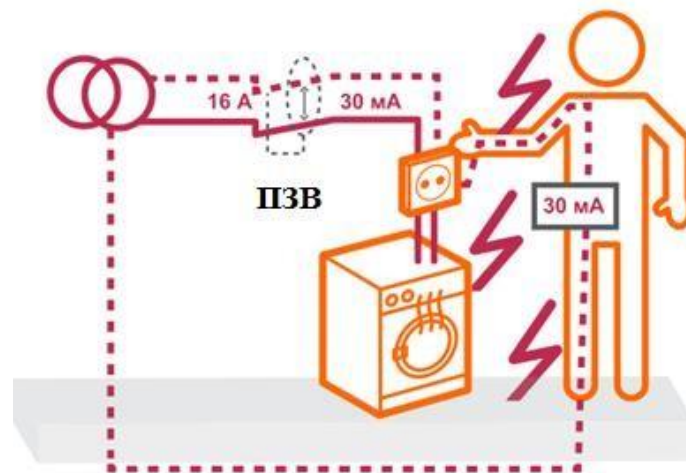


Рисунок 2.6.2 – Шлях проходження струму при ураженні ним людини

Теоретично, при доторканні людини до провідника під напругою 230 В в умовах сухого середовища, сила струму через тіло може досягати 150 мА. Диференціальний вимикач навантаження, який вимірює різницю сили струму між провідником під напругою та нульовим провідником, виявляє струм, який протікає через тіло людини. Якщо цей струм досягає порога 30 мА, диференціальний вимикач навантаження автоматично відключається протягом декількох мілісекунд, запобігаючи можливі тілесні ушкодження або серйозні наслідки.

При виборі диференціального вимикача навантаження звертають увагу на кілька основних параметрів, включаючи напругу мережі (220/380 В), кількість полюсів (двополюсні для однофазної мережі і чотириполюсні для трифазної), номінальний струм (16, 20, 25, 32, 40, 63, 80, 100 А) та диференційний струм (10, 30, 100, 300, 500 мА). Також розглядають тип диференційного струму, такий як АС (реагує на змінний струм витоку), А (реагує на витоки змінного струму та постійного пульсуючого), В (реагує на постійний та змінний), S (має витримку часу для забезпечення селективності) і G (аналогічно S, але з меншою витримкою часу).

Основні правила, яких слід дотримуватись при виборі ПЗВ:

1. Сумарний струм витоку мережі, враховуючи приєднані стаціонарні

та переносні електроприймачі в нормальному режимі, не повинен перевищувати $1/3$ номінального струму ПЗВ. Якщо немає даних про струми витoku електроприймачів, їх слід приймати з розрахунку $0,3$ мА на 1 А струму навантаження та 10 мкА на 1 метр довжини фазного провідника.

2. Рекомендується використовувати ПЗВ, при спрацьовуванні яких відбувається відключення всіх робочих провідників, включаючи нульовий. Присутність захисту від надструму в нульовому полюсі не є обов'язковою.

3. У зоні дії ПЗВ нульовий робочий провідник не повинен мати з'єднань із заземленими елементами та нульовим захисним провідником.

4. ПЗВ повинно залишатися працездатним при короткочасних (до 5 секунд) провалах напруги до 50% від номінальної. Це може виникнути при коротких замиканнях під час спрацьовування аварійного відновлювального обладнання.

5. Використання ПЗВ повинно забезпечити надійну комутацію ланцюгів навантаження, враховуючи можливі навантаження.

6. Розчіплювачі ПЗВ можуть бути з або без захисту від надструму. Пріоритет віддається ПЗВ, що об'єднує в собі автоматичний вимикач та захист від надструму.

7. У житлових будинках рекомендується використовувати ПЗВ типу "А", які реагують на змінні та пульсуючі струми. Це важливо для електроприймачів з регулюючими пристроями, такими як пральні машини, світлові джерела та комп'ютери.

8. ПЗВ слід встановлювати в групових мережах, які живлять розетки, а встановлення в лініях, що живлять стаціонарне обладнання та світильники, може бути непотрібним.

Для сантехкабін, ванних та душових рекомендується встановлювати ПЗВ із струмом спрацьовування до 10 мА при окремій лінії, а в інших випадках (з використанням однієї лінії для сантехкабіни, кухні та коридору) можна використовувати ПЗВ із струмом до 30 мА.

9. ПЗВ повинно відповідати вимогам підключення, особливу увагу слід

приділяти використанню мідних проводів замість алюмінієвих, оскільки багато імпортованих ПЗВ допускають підключення лише мідних проводів.

2.7 Розрахунок струму витоку

При неможливості точного визначення сумарного струму витоку електропроводки та навантаження застосовується розрахунковий метод.

Приблизний струм витоку навантаження – 0,3 мА на 1 А струму, споживаного навантаженням.

Приблизний струм витоку проводу – 10 мкА на 1 м довжини фазного проводу.

Розрахунок струму витоку аналізованої внутрішньобудинкової мережі:

- довжина 3-жильного дроту внутрішньобудинкової електропроводки для спальні, зали та коридору - 100 м.

- розрахунковий струм електроприймачів – 57,81 А Розрахунковий струм витоку електроприймачів:

$$I_{\Delta\text{еп}} = 0,3 \times 57,81 = 17,34 \text{ мА}$$

Розрахунковий струм витоку проводів:

$$I_{\Delta\text{пр}} = 10\text{мкА/м} \cdot 100 \text{ м} = 1 \text{ мА.}$$

Сумарне розрахункове значення струму витоку:

$$I_{\Delta\Sigma} = I_{\Delta\text{еп}} + I_{\Delta\text{пр}} = 17,34 + 1 = 18,34 \text{ мА.}$$

2.8 Вибір уставки номінального струму витоку ПЗВ

В теоретичному плані можливе використання пристрою захисного відключення з номінальним диференціальним струмом 30 мА, оскільки вибір проводиться з урахуванням всіх електроприймачів, підключених до квартирної мережі, хоча це в реальних умовах буде рідкісним. ПЗВ буде спрацьовувати в діапазоні струмів витоку від 15 до 30 мА, теоретично може викликати його неправомірне відключення, але ймовірність такого випадку дуже низька. Вирішенням у цьому випадку є розділення мережі на групи та встановлення кількох ПЗВ, що дозволить скоротити довжину провідників і груповий струм навантаження, уникнувши таким чином неправомірних вимкнень.

$$I_{\Delta n} > 3I_{\Delta \Sigma}$$

$$30 \text{ мА} > 3 \cdot 18,37 = 55,11 \text{ мА} \text{ – умова не виконується.}$$

Остаточно приймаємо ПЗВ з $I_{\Delta n} = 30 \text{ мА}$.

Вибір номінального робочого струму ПЗВ. Номінальний робочий струм ПЗВ повинен бути більшим за суму робочих струмів підключених до ПЗВ навантажень.

Вибираємо найближчий більший номінал ПЗВ – 63 А.

Приймаємо ПЗВ типу F202-A63 з $I_{\Delta n} = 0,03 \text{ А}$.

У результаті отримаємо наступний план розташування електроустаткування системи електропостачання (рис. 2.7.1).

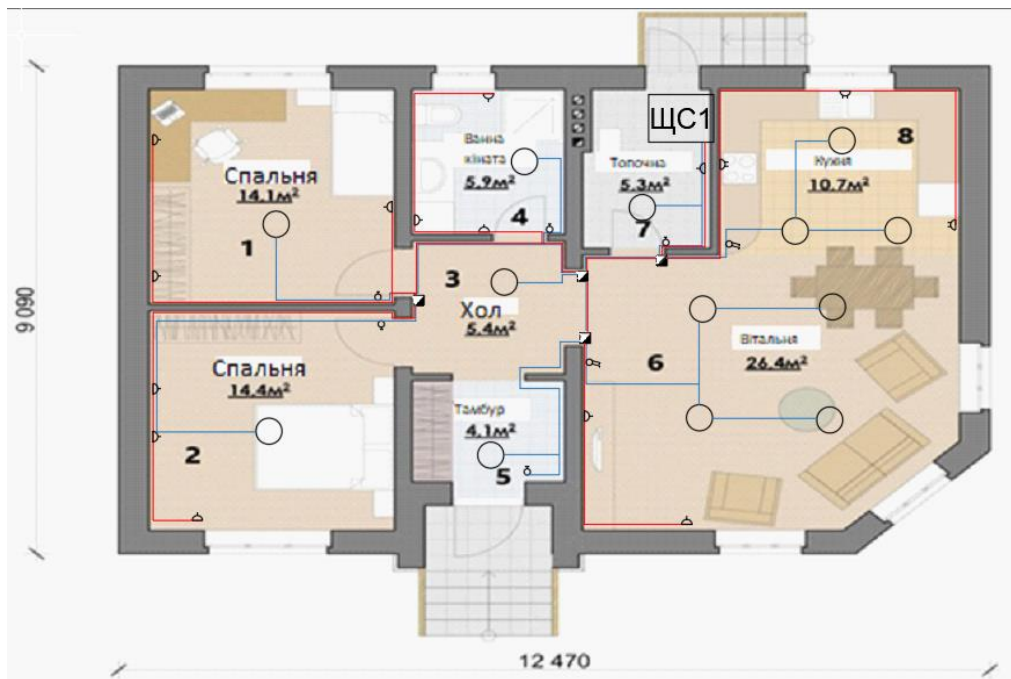


Рисунок 2.7.1 – План-схема внутрішньої електропроводки будинку

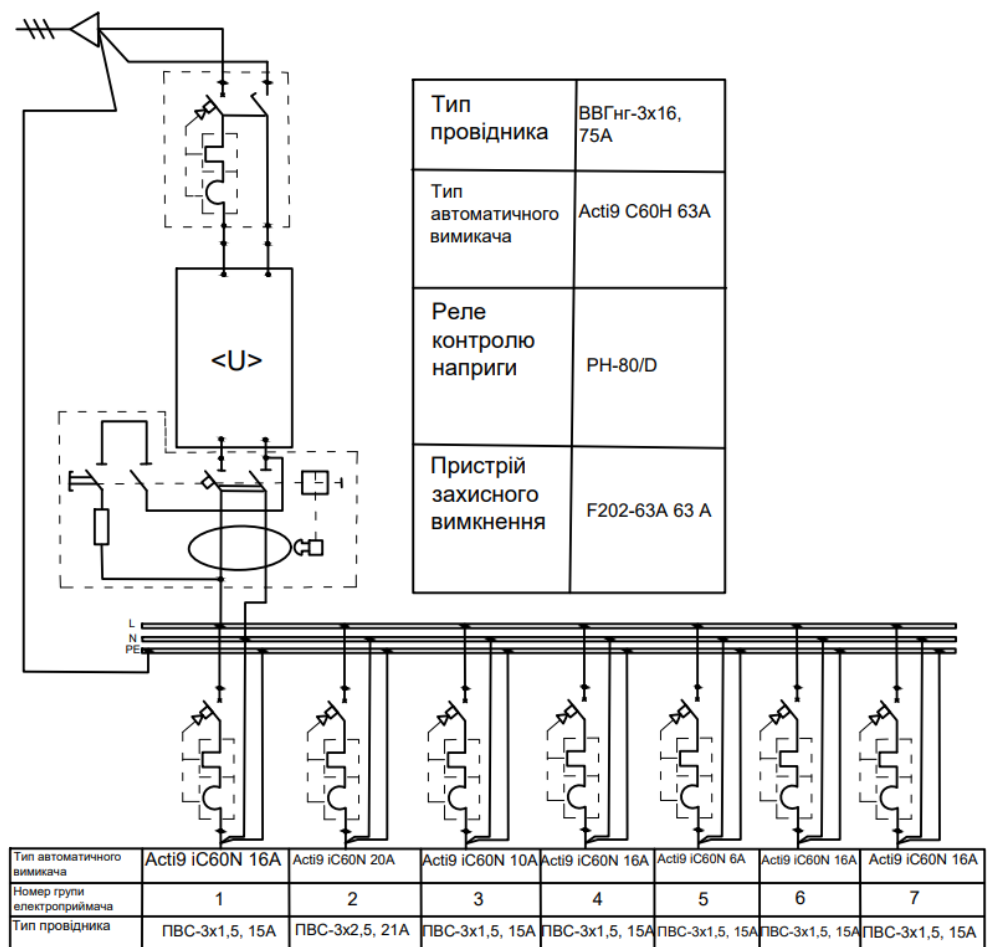


Рисунок 2.7.2 – Однолінійна схема електропостачання будинку

2.9 Вибір комплекту резервного живлення

Вхідні дані:

Потужність джерела безперебійного живлення – 1800 Вт;

Ємність одного акумулятора – 60 А*год;

Напруга акумулятора – 25,6 В.

Споживач:

Ноутбук потужністю – 50 Вт;

Комп'ютер потужність – 350 Вт;

Холодильник – 200 Вт;

Інфрачервона панель – 800 Вт.

Тривалість роботи пристроїв від системи безперебійного живлення:

Кількість енергії, яка міститься в акумуляторі:

$$E_c = 180 \text{ А*год} * 25,6 \text{ В}/1000 = 4,608 \text{ кВт*год.}$$

Потужність приймачів:

$$P = (50+350+200+800)/1000 = 1,4 \text{ кВт.}$$

Тривалість роботи приймачів:

$$T = 4,608/1,4 = 3,29 \text{ год.}$$

Обираємо комплект ДБЖ+АКБ безперебійного живлення для електрообладнання та аварійного освітлення із зовнішньою батареєю типу LogicPower ДБЖ + 3 літієві (LiFePO4) батареї (UPS W2500+ АКБ LiFePO4 1536W).

2.10 Розрахунок вартості за спожиту електроенергію



Рисунок 2.9.1 – Графік електричних навантажень приватного будинку в літній період

Станом на 27.11.2023 тариф на електроенергію для побутових споживачів складає 2,64 грн.

Розраховуємо сумарну вартість спожитої електричної енергії за добу в літній період:

$$V_{\text{еє.доб}} = W_{\Sigma \text{ спож.}} \cdot T = 32,555 \cdot 2,64 = 85,95 \text{ грн.}$$

Розраховуємо сумарну вартість спожитої електричної енергії за місяць в літній період:

$$V_{\text{еє.міс}} = V_{\text{еє.доб}} \cdot 30 = 85,95 \cdot 30 = 2578,36 \text{ грн.}$$

Розраховуємо сумарну вартість спожитої електричної енергії в неопалювальний сезон (травень-вересень):

$$V_{\text{еє.сезон}} = V_{\text{еє.міс}} \cdot 5 = 2578,36 \cdot 5 = 12891,78 \text{ грн.}$$

Розраховуємо вартість електроенергії у неопалювальний сезон використовуючи двозонний лічильник.

Вартість електроенергії з 7:00 по 23:00 – 2,64 грн, з 23:00 по 7:00 – 1,32 грн.

Розраховуємо сумарну вартість спожитої електричної енергії за добу в літній період:

$$V_{\text{еє.доб.день}} = W_{\Sigma \text{ спож.день}} \cdot T_{\text{день}} = 85,07 \text{ грн,}$$

$$V_{\text{еє.доб.ніч}} = W_{\Sigma \text{ спож.ніч}} \cdot T_{\text{ніч}} = 0,44 \text{ грн.}$$

Розраховуємо сумарну вартість спожитої електричної енергії за місяць в літній період:

$$V_{\text{еє.міс.день}} = W_{\Sigma \text{ спож.день}} \cdot T_{\text{день}} = 2552,22 \text{ грн,}$$

$$V_{\text{еє.міс.ніч}} = W_{\Sigma \text{ спож.ніч}} \cdot T_{\text{ніч}} = 13,07 \text{ грн.}$$

Розраховуємо сумарну вартість спожитої електричної енергії в неопалювальний сезон (травень-вересень):

$$V_{\text{еє.сезон.день}} = W_{\Sigma \text{ спож.день}} \cdot T_{\text{день}} = 12761,1 \text{ грн,}$$

$$V_{\text{еє.сезон.ніч}} = W_{\Sigma \text{ спож.ніч}} \cdot T_{\text{ніч}} = 65,34 \text{ грн,}$$

$$V_{\Sigma \text{ еє.сезон}} = 12826,44 \text{ грн.}$$

Розрахуємо вартість електроенергії у неопалювальний сезон використовуючи тризонний лічильник.

Вартість електроенергії 7:00-8:00/11:00-20:00/22:00-23:00– 2,64 грн, з 23:00 по 7:00 – 1,056 грн, 8:00-11:00/20:00-22:00 – 3,96 грн.

Розраховуємо сумарну вартість спожитої електричної енергії за добу в літній період:

$$V_{\text{еє.доб.день}} = W_{\Sigma \text{ спож.день}} \cdot T_{\text{день}} = 54,58 \text{ грн,}$$

$$V_{\text{еє.доб.ніч}} = W_{\Sigma \text{ спож.ніч}} \cdot T_{\text{ніч}} = 0,35 \text{ грн,}$$

$$V_{\text{е.доб.пік}} = W_{\Sigma \text{ спож.пік}} \cdot T_{\text{пік}} = 45,74 \text{ грн}$$

Розраховуємо сумарну вартість спожитої електричної енергії за місяць в літній період:

$$V_{\text{е.міс.день}} = W_{\Sigma \text{ спож.день}} \cdot T_{\text{день}} = 1637,46 \text{ грн,}$$

$$V_{\text{е.міс.ніч}} = W_{\Sigma \text{ спож.ніч}} \cdot T_{\text{ніч}} = 10,45 \text{ грн,}$$

$$V_{\text{е.міс.пік}} = W_{\Sigma \text{ спож.пік}} \cdot T_{\text{пік}} = 1372,14 \text{ грн}$$

Розраховуємо сумарну вартість спожитої електричної енергії в неопалювальний сезон (травень-вересень):

$$V_{\text{е.сезон.день}} = W_{\Sigma \text{ спож.день}} \cdot T_{\text{день}} = 8187,3 \text{ грн,}$$

$$V_{\text{е.сезон.ніч}} = W_{\Sigma \text{ спож.ніч}} \cdot T_{\text{ніч}} = 52,27 \text{ грн,}$$

$$V_{\text{е.сезон.пік}} = W_{\Sigma \text{ спож.пік}} \cdot T_{\text{пік}} = 6860,7 \text{ грн}$$

$$V_{\Sigma \text{ е.сезон}} = 15100,27 \text{ грн.}$$

Робимо аналогічний розрахунок для опалювального сезону (жовтень-квітень) та записуємо в таблицю 2.9.1.



Рисунок 2.9.2 – Графік електричних навантажень приватного будинку в зимовий період.

Таблиця 2.9.1 – Вартість електроенергії в зимовий період за різними тарифами

Час	Однозонний тариф, грн	Двзонний тариф, грн		Тризонний тариф, грн		
		7:00-23:00	23:00-7:00	7:00-8:00/11:00-20:00/22:00-23:00	23:00-7:00	8:00-11:00/20:00-22:00
Доба	230,49	145,13	42,68	109,49	34,14	89,89
Місяць	6914,56	4354,02	1280,27	3284,82	1024,21	2696,76
Сезон	48401,89	30478,14	8961,88	22993,74	7169,5	18877,32
Сумарно:	48401,89	39440,02		49040,56		

Розрахунок вартості електроенергії враховуючи ефективне електроспоживання

Зробимо розрахунок вартості на електроенергію в літній період при регульованому електроспоживанні.



Рисунок 2.9.3 – Графік електричних навантажень приватного будинку в літній період при регульованому електроспоживанні.

Розрахунок робимо аналогічний попередньому, всі дані заносимо в таблицю 2.9.2.

Таблиця 2.9.2 – Вартість електроенергії в літній період за різними тарифами при регульованому електроспоживанні.

Час	Однозонний тариф, грн	Двоступеневий тариф, грн		Тризонний тариф, грн		
		7:00-23:00	23:00-7:00	7:00-8:00/11:00-20:00/22:00-23:00	23:00-7:00	8:00-11:00/20:00-22:00
Доба	83,2	45,18	19,01	43,78	15,21	2,1
Місяць	2495,99	1355,51	570,24	1313,53	456,19	62,96
Сезон	12479,94	6777,54	2851,2	6567,66	2280,96	314,82
Сумарно:	12479,94	9628,74		9163,44		

Також розрахунок вартості на електроенергію при регульованому електроспоживанні в зимовий період занесений в таблицю 2.9.3.



Рисунок 2.9.4 – Графік електричних навантажень приватного будинку в зимовий період при регульованому електроспоживанні.

Таблиця 2.9.3 – Вартість електроенергії в зимовий період за різними тарифами при регульованому електроспоживанні.

Час	Однозонний тариф, грн	Двоступеневий тариф, грн		Триступеневий тариф, грн		
		7:00-23:00	23:00-7:00	7:00-8:00/11:00-20:00/22:00-23:00	23:00-7:00	8:00-11:00/20:00-22:00
Доба	203,19	98	53,92	86,38	48,95	3,17
Місяць	6095,63	2939,9	1617,46	2591,42	1468,37	95,04
Сезон	42669,4	20579,33	11322,23	18139,97	10278,58	665,28
Сумарно:	42669,4	31901,56		29083,82		

Розрахунок сумарних заощаджень при регульованому та не регульованому режимах електроспоживання в літній період:

За однозонним лічильником

$$V_{\text{сум.одн.літо}} = V_{\text{еє.сезон.нерег}} - V_{\text{еє.сезон.рег}} = 12891,78 - 10816,74 = 411,84 \text{ грн.}$$

За двоступеневим лічильником

$$V_{\text{сум.дво.літо}} = V_{\text{еє.сезон.нерег}} - V_{\text{еє.сезон.рег}} = 12826,44 - 9628,74 = 3197,7 \text{ грн.}$$

За триступеневим лічильником

$$V_{\text{сум.три.літо}} = V_{\text{еє.сезон.нерег}} - V_{\text{еє.сезон.рег}} = 15100,27 - 9163,44 = 5936,83 \text{ грн.}$$

Також сумарні заощадження при регульованому та не регульованому режимах електроспоживання в зимовий період:

За однозонним лічильником

$$V_{\text{сум.одн.зима}} = V_{\text{еє.сезон.нерег}} - V_{\text{еє.сезон.рег}} = 48401,89 - 42669,4 = 5732,5 \text{ грн.}$$

За двоступеневим лічильником

$$V_{\text{сум.дво.зима}} = V_{\text{еє.сезон.нерег}} - V_{\text{еє.сезон.рег}} = 39440,02 - 31901,56 = 7538,45 \text{ грн.}$$

За тризонним лічильником

$$V_{\text{сум.три.зима}} = V_{\text{еє.сезон.нерег}} - V_{\text{еє.сезон.рег}} = 49040,56 - 29083,82 = 19956,74 \text{ грн.}$$

Грошова економія при користуванні однозонним лічильником без регулювання в порівнянні з тризонним лічильником при регулюванні електроспоживання протягом року:

$$V_{\text{сум.}} = V_{\text{еє.однозон.нерег}} - V_{\text{еє.тризон.рег}} = 74185,5 - 38247,2 = 35938,3 \text{ грн.}$$

2.11 Висновок по основному розділу

Аналіз виконаних розрахунків системи електропостачання приватного будинку при регульованому енергоспоживанні показує зниження плати за електричну енергію, як при використанні однозонного лічильника, так і при використанні багатозонних засобів обліку електричної енергії.

Використання потужних приймачів в періоди позапікових навантажень дуже позитивно впливає на сталість енергетичної системи країни в цілому, що на теперішній час є дуже актуальним.

3 РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЕЛЕКТРОСИСТЕМИ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ

Вступ

В сучасному світі, коли питання енергоефективності та сталого розвитку стають невід'ємною частиною глобальної агенди, ефективне електроспоживання стає актуальною темою досліджень та розвитку. Приватні будинки, як важливі складові енергетичного споживання, мають потенціал впливати на загальні тенденції споживання електроенергії.

Ця економічна частина кваліфікаційної роботи присвячена аналізу ефективного електроспоживання серед споживачів приватних будинків. Дослідження включатиме в себе оцінку різних аспектів електроспоживання, враховуючи технологічний прогрес, поведінкові фактори споживачів, а також економічні та соціальні впливи ефективного управління енергією у побуті.

Здійснення економічного аналізу дозволить виявити потенціал для оптимізації електроспоживання в приватних будинках, враховуючи як технічні можливості, так і економічні стимули для споживачів. Висвітлення економічних вигід та перешкод щодо впровадження нових технологій та підходів до електроспоживання може стати цінним внеском у розуміння та підтримку сталого розвитку у сфері електроенергетики на рівні приватних господарств.

В даному розділі був виконаний розрахунок техніко-економічних показників, а саме: капітальні і експлуатаційні витрати, а також порахований термін окупності проекту.

3.1 Розрахунок капітальних інвестицій

Капітальні інвестиції для реалізації проектного технічного рішення включають:

- витрати на придбання обладнання, техніки, технології,
- технічних засобів контролю і обліку, пристроїв діагностики стану обладнання;
- витрати на будівельно-монтажні роботи;
- витрати на монтаж-налагоджувальні роботи;
- Інші витрати. При визначенні величини проектних

капіталовкладень можна скористатися формулою:

$$K_{\text{пр}} = K_{\text{об}}(\sum_{i=1}^k C_i) + Z_{\text{тр}} + Z_{\text{мн}} + Z_{\text{дем}} + Z_{\text{пр}}$$

де $K_{\text{об}}(\sum_{i=1}^k C_i)$ - витрати на придбання обладнання, техніки, технології, технічних засобів контролю і обліку, пристроїв діагностики стану обладнання, сумарна вартість комплектуючих і-го виду, необхідних для реалізації прийнятого технічного рішення, грн .;

$Z_{\text{тр}}$ – транспортно-заготівельні витрати;

$Z_{\text{м}}$ – витрати на монтаж-налагоджувальні роботи.;

$Z_{\text{дем}}$ – витрати на демонтаж застарілого обладнання, грн .;

$Z_{\text{пр}}$ – інші витрати.

Вартість обладнання та комплектуючих взята з інтернет магазинів, посилання приведені в «переліку посилань», ціни актуальні на 03.12.2023 р.

Витрати на придбання, монтаж і налагодження обладнання наведені в табл. 3.1

Таблиця 3.1.1 – Капітальні вкладення тех. устаткування та комплектуючих

№ п/п	Найменування	Кіл-сть, шт	Ціна, грн	Сумарна вартість, грн
1	Автоматичний вимикач Acti9 iC60N 10 А	1	270,5	270,5
2	Автоматичний вимикач Acti9 iC60N 1P 16А С	4	257,5	1030
3	Автоматичний вимикач Acti9 iC60N 6 А	1	301,6	301,6
4	Автоматичний вимикач ВА63 1P+N 63 А	1	906,7	906,7
5	Реле напруги РН-80/D	1	1357	1357
6	ПЗВ типу F202-A63	1	2972	2972
7	Комплект резервного живлення для котла LogicPower ДБЖ + літієва (LiFePO4) батарея (UPS W2500+ АКБ LiFePO4 1536W)	1	22461	22461
8	Акумулятор LP LiFePO4 25,6V - 60 Ah (1536Wh)	2	11704	23408
9	Кабель ПВС-3х1,5	80 м	33,14	2651,2
10	Кабель ПВС-3х2,5	20 м	34,1	682
11	Кабель ВВГнг-3х16	10 м	289,03	2890,3
12	Розетка Nilson Touran антрацит 2-на з заземленням	3	161,39	484,2
13	Розетка Viko Karre 90960008	12	86,90	1042,8
14	Щиток розподільчий E.NEXT s0100027;ШМП-А-36-3	1	629,7	629,7
15	Тризонний лічильник	1	4300	4300
ВСЬОГО				65386,7

Вартість транспортно-заготівельних та складських витрат визначають виходячи з відстані доставки від місця покупки до місця експлуатації, кількості, масі та розмірів вантажу, виду транспорту, транспортні тарифи, розцінок на вантажні роботи, витрати на складську обробітку.

Виходячи з даних компанії Нова Пошта, вартість адресної доставки з інтернет магазинів становить 100 грн. Отже, транспортно-заготівельні і складські витрати при замовленні всі перерахований пристроїв складатимуть 500 грн.

Загальна формула для розрахунку витрат на монтажні і налагоджувальні роботи:

$$Z_{м(н)} = \sum (C_i \cdot a_i \cdot t_i) \cdot K_d \cdot K_{см} \cdot K_{пр},$$

де $C_i = 1$ – чисельність працівників і-го розряду, необхідних для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних робіт), чол.;

$a_i = 150$ - годинна тарифна ставка працівника і-го розряду, грн.;

$t_i = 40$ – час, необхідний для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних робіт), год.;

$K_d = 1,2$ - коефіцієнт, що враховує розмір доплат;

$K_{см} = 1,22$ – коефіцієнт, що враховує єдиний соціальний внесок;

$K_{пр} = 1,08$ - коефіцієнт, що враховує інші витрати на здійснення монтажних (налагоджувальних) робіт.

$$Z_{м(н)} = (1 * 150 * 40) * 1,2 * 1,22 * 1,08 = 9486,7 \text{ грн.}$$

Таким чином, капітальні витрати розраховуються за формулою:

$$K_{пр} = 65386,7 + 500 + 9486,7 = 75\,373,4 \text{ грн.}$$

3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат

До основних статей експлуатаційних витрат по електротехнічного устаткування відносяться:

- Амортизаційні відрахування (C_a).
- Заробітна плата обслуговуючого персоналу (C_3).
- Єдиний соціальний внесок (C_c).
- Витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт обладнання і мереж ($C_{пр}$).
- Вартість витрат електроенергії (C_e).
- Інші витрати ($C_{др}$).

Таким чином річні експлуатаційні витрати по об'єкту проектування складають:

$$C = C_a + C_3 + C_c + C_{пр} + C_e + C_{др}$$

3.3 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Амортизаційні відрахування - відрахування частини вартості основних фондів для відшкодування їх зносу.

Амортизація об'єкта основних засобів нараховується виходячи і часу його використання. Час корисного використання об'єкта основних засобів нараховується виходячи з часу його корисного використання. Термін корисного використання об'єктів основних засобів і нематеріальних активів 5 років, виходячи з очікуваних економічних вигод, технічних і якісних характеристик основного засобу, морального і фізичного зносу, а також інших факторів, які можуть вплинути на можливість використання. Строк корисного використання впроваджуваного обладнання становить 5 років.

Норма амортизації при прямолінійному методі постійна протягом всього амортизаційного періоду і дорівнює:

$$H_a = \frac{\Phi_{\Pi}}{\Phi_{\Pi} \cdot T_{\Pi}} \cdot 100, \%$$

де T_{Π} – термін корисного використання (амортизаційний період), р.;

Φ_{Π} – первісна (або переоцінена) вартість об'єкта основних коштів, грн. Норма амортизації для першого варіанту:

$$H_a = 75\,373,4 / (75\,373,4 \cdot 5) \cdot 100\% = 20\% .$$

Тоді річні амортизаційні відрахування АВ при прямолінійному методі:

$$AB = \frac{H_a \cdot \Phi}{100},$$

Річні амортизаційні відрахування складатимуть:

$$C_a = (20 \cdot 75\,373,4) / 100 = 15\,074,7 \text{ грн};$$

Для порівняння, розрахунки зводимо в таблицю 3.3.1.

Таблиця 3.3.1 – Амортизаційні відрахування

№	Найменування	Капітальні вкладення, грн	Норма амортизації, %	Амортизаційні відрахування, грн
1	Електрична система приватного будинку	75 373,4	20	15 070,7

3.4 Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт

Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт обладнання включають витрати на матеріали, запасні частини, заробітну плату ремонтним працівникам.

Вартість обслуговування електричного обладнання в будинку на рік

складає $C_T = 800$ грн.

Таким чином річні експлуатаційні витрати по об'єктах проектування складуть відповідно:

$$C_1 = C_a + C_T = 15074,7 + 800 = 15\,874,7 \text{ грн};$$

3.5 Розрахунок вартості спожитої електроенергії

Вартість електроенергії, споживаної об'єктом проектування протягом року, визначається виходячи з його встановленої потужності, річного фонду робочого часу об'єкта проектування, втрат та тарифу на електроенергію за формулою:

$$C_э = W_p \cdot Ц_e, \text{ грн.},$$

де W_p – кількість спожитої за рік електроенергії з урахуванням її втрат, кВт • год;

$Ц_e$ – тариф на електроенергію станом на конкретну дату, грн. / кВт • год;

Вартість за спожиту електроенергію за рік при нерегульованому режимі електроспоживання:



Рисунок 3.5.1 – Графік електричних навантажень приватного будинку в зимовий період

Таблиця 3.5.1 – Вартість електроенергії в зимовий період за різними тарифами

Час	Однозонний тариф, грн	Двотонний тариф, грн		Тризонний тариф, грн		
		7:00-23:00	23:00-7:00	7:00-8:00/11:00-20:00/22:00-23:00	23:00-7:00	8:00-11:00/20:00-22:00
Доба	230,5	145,1	42,7	109,5	34,1	89,9
Місяць	6914,6	4354	1280,3	3284,8	1024,2	2696,8
Сезон	48401,9	30478,1	8961,9	22993,7	7169,5	18877,3
Сумарно:	48401,9	39440		49040,6		

Вартість за спожиту електроенергію за рік при регульованому режимі електроспоживання:



Рисунок 3.5.2 – Графік електричних навантажень приватного будинку в зимовий період при регульованому електроспоживанні.

Таблиця 3.5.2 – Вартість електроенергії в зимовий період за різними тарифами при регульованому електроспоживанні.

Час	Однотарифний тариф, грн	Двотарифний тариф, грн		Тризонний тариф, грн		
		7:00-23:00	23:00-7:00	7:00-8:00/11:00-20:00/22:00-23:00	23:00-7:00	8:00-11:00/20:00-22:00
Доба	203,2	98	53,9	86,4	48,9	3,2
Місяць	6095,6	2939,9	1617,2	2591,4	1468,4	95
Сезон	42669,4	20579,3	11322,2	18139,9	10278,6	665,3
Сумарно:	42669,4	31901,6		29083,8		

Річна економія за рахунок зменшення оплати за електроенергію

$$E_p = C_{\text{ел.ен.баз}} - C_{\text{ел.ен.пр}} = 48\,401,9 - 29\,083,8 = 19\,318,1 \text{ грн.}$$

3.6 Висновок економічному розділу

В результаті виконання техніко-економічного аналізу був зроблений розрахунок вартості впроваджуваного проекту, які склали 75 373,4 грн. на електроустаткування, а експлуатаційні затрати становлять 15 874,7 грн. Річна економія за рахунок зменшення оплати за електроенергію 19 318,1 грн.

Результати економічного аналізу свідчать про значущий ефект від впровадження системи регулювання електроспоживання та заміни лічильників електроенергії. За рахунок впроваджених стратегій оптимізації використання електроенергії в приватному будинку, вдалося досягти значної економії електроенергії.

Висновки

У ході вивчення та аналізу ефективного електроспоживання споживачів приватних будинків було виявлено, що регулювання по часу використання електропристроїв та вибір багатозонного лічильника є ефективними стратегіями для зниження оплати за електроенергію та підвищення енергоефективності господарства.

Впровадження системи регулювання часу споживання електропристроїв дозволяє оптимізувати їх використання відповідно до режимів пікового та позапікового навантаження, що призводить до зниження витрат на електроенергію та їх оптимізацію. Результати дослідження свідчать про те, що встановлення багатозонних лічильників є ефективним методом стимулювання споживачів до раціонального використання електроенергії. Висока вартість електричної енергії в періоди пікових навантажень сприяє мінімізації електроспоживання.

Крім того, в процесі роботи було використано методологію оцінки ефективності впроваджених заходів з регулювання електроспоживання, що дозволило визначити конкретний внесок у зменшення енерговитрат та оцінити економічний ефект для споживачів.

Загальна концепція ефективного електроспоживання у приватних домогосподарствах є важливою складовою сталого розвитку та вимагає поєднання технічних рішень, технологічних інновацій та свідомої енергетичної поведінки споживачів. Результати цієї роботи можуть слугувати основою для подальших досліджень та впровадження практичних заходів з ефективного використання електроенергії в приватних будинках.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. ДБНВ. 2.5-23-2010. – К.: Держ. ком. України з буд-ва. та архіт., 2004. – 129 с.
2. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. ДБН В. 2.5-28-2006. – К.: Мінбуд України, 2006. – 96 с.
3. Правила улаштування електроустановок. – К.: Міненерговугілля України, 2014.
4. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. ДБН В. 2.2-15-2005. – К.: Держбуд України, 2005. – 45 с.
5. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. ДБН В. 2.2-9-2009. – К.: М-во регіонального розвитку та будівництва України, 2010. – 63 с.
6. Інженерне обладнання будинків і споруд. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд. ДБН В.2.5-27. – К.: Мінбуд України, 2006. – 156 с.
7. Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків. ДБН В.2.2-24-2009 – К.: М-во регіонального розвитку та будівництва України, 2009. – 161 с.
8. ДСТУ Б В.2.5-38:2008 Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд. – К.: М-во регіонального розвитку та будівництва України, 2008. – 54 с.
9. Епіцентр [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://epicentrk.ua/ua/shop/mplc-keramichnii-obigrivach-zenheisser-edge-ht-800-40kh80-sm-z-termoregulyatorom-ta-nizhkami-bilii-marmur-1ed6c00a-7f07-6e56-8733-892079e915a2.html>.
10. Аxiом [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://axiomplus.com.ua/kabeli-elektricheskie-provoda/?kolichestvo_zhil=3569&sechenie=3584&tip_marka=3524.

11. Електроконтроль [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://electrocontrol.com.ua/avtomaticheskie-vyklyuchateli/schneider-electric>.
12. Укрреле [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://www.ukrrele.com/devices-protection-100a.htm>.
13. Центр ремонту [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://ekt.com.ua/catalog/uzo-legrand/>.
14. Svitlo [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://svitloshop.com.ua/product/ustroystvo-zashchitnogo-otklyucheniya-uzo-abb-basic-m-63a-30ma-4p-as-45ka/>.
15. Gov.ua [Електронний ресурс] – Режим доступу:
https://uhe.gov.ua/diyalnist/novuу_rynok_elektroenerhiyi.
16. Енергетика онлайн [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://www.energy.mk.ua/vykorystannya-bagatotaryfnyh-pryladiv-obliku/>.
17. LogicPower [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://logicpower.ua/ua/komplekty-dlya-rezervnogo-pitaniya-ibp-akb/komplekt-rezervnogo-pitaniya-dlya-kotla-logicpower-ibp-litievaya-lifepo4-batareya-ups-w2500-akb-lifepo4-1536w>.
18. LogicPower [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://logicpower.ua/akkumulyatornye-batarei-lifepo4/akkumulyator-lp-lifepo4-25-6v-60-ah-1536wh-bms-80a-40a-plastik-dlya-ibp>.

ДОДАТОК А

		Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
1					
2			Документація		
3					
4	A4		Пояснювальна записка	81	
5					
6	A4		Презентаційні матеріали		
7					
8					

ДОДАТОК Б

Характеристики Аккумулятор LP LiFePO4 25,6V - 60 Ah (1536Wh) (BMS 80A/40A) пластик для ИБП

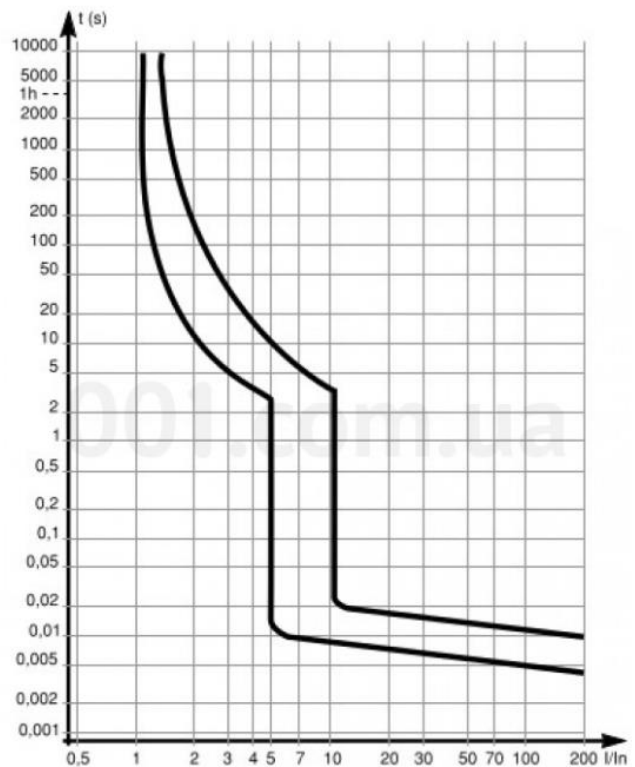
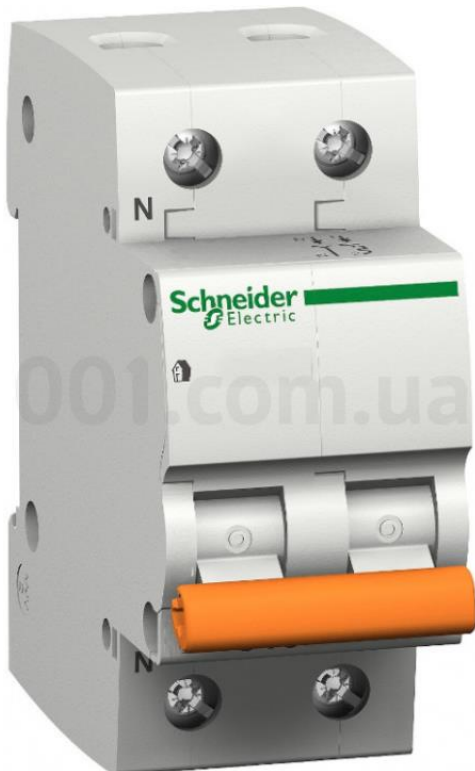
Тип	LiFePO4
Применение	источники бесперебойного питания
Номинальная ёмкость, Ah	60
Внутреннее сопротивление, mOm	менее 0.5
Номинальное напряжение, V	24
Напряжение полного заряда, V	29,2
Минимальное напряжение, V	20
Зарядное напряжение (буферный режим), V	29,2
Зарядное напряжение (циклический режим), V	29,2
Максимальный ток заряда, A	40
Максимальный ток разряда, A	80
Пиковый ток разряда (100 мс), A	260
Ток короткого замыкания, A	260
Номинальный ток заряда, A	40
Номинальный ток разряда, A	80
Пусковой ток, A	260
Тип клеммы	M8
Количество циклов	7000
BMS	24V 8S Dis 80A Ch 40A
Номинал ячеек	60
Кол-во ячеек в группе S	8
Кол-во ячеек в группе P	1
Температура хранения АКБ, °C	-20 ~ +40
Рабочая температура заряда, °C	0 ~ +40
Рабочая температура разряда, °C	-20 ~ +60
Материал корпуса	пластик
Длина, мм	485
Ширина, мм	170
Высота, мм	240
Гарантия, мес	24
Вес, кг	13.5

ДОДАТОК В

Автоматичний вимикач ВА63 1P+N 63 А хар-ка С, Schneider Electric

Технічні характеристики

Кількість полюсів	1+N
Номинальний струм, А	63
Характеристика відключення	C
Максимальна відключаюча здатність, кА	4,5
Ширина 1 полюса, мм	18
Номинальна напруга	– 1 полюс і 1 полюс + нейтраль: 230 В змінного струму – 3 полюси: 400 В змінного струму
Переріз кабелів	– мінімальний: 1 кв.мм для жорстких або гнучких кабелів – максимальний: 25 кв.мм для жорстких кабелів
Електрична та механічна комутаційна зносостійкість	10000 циклів



ДОДАТОК Г

Паспорт продукту

Технічні характеристики



АВТОМАТИЧНИЙ ВИМИКАЧ iC60N 1P 20A C

A9F79120

Головна

Область Застосування Пристрою	Розподіл
Діапазон	Acti9
Назва Продукту	Acti9 iC60
Тип Виробу Або Компоненту	Автоматичний вимикач
Назва Пристрою	iC60N
Опис Полюсів	1P
Кількість Захищених Полюсів	1
[In] Номінальний Струм	20 A
Тип Мережі	Постійний струм Змінний струм
Технологія Розчеплювача	Тепломагнітний
Крива Відключення	C
Відключаюча Здатність	6000 A Icu на 230 В змінний струм 50/60 Гц відповідно доEN/IEC 60898-1 10 kA Icu на 60...72 В постійний струм відповідно доМЕК 60947-2 15 kA Icu на 12...60 В постійний струм відповідно доМЕК 60947-2 10 kA Icu на 220...240 В змінний струм 50/60 Гц відповідно доМЕК 60947-2 36 kA Icu на 12...60 В змінний струм 50/60 Гц відповідно доМЕК 60947-2 20 kA Icu на 100...133 В змінний струм 50/60 Гц відповідно доМЕК 60947-2
Категорія Застосування	Категорія A відповідно доEN 60947-2 Категорія A відповідно доМЕК 60947-2
Відповідність Вимогам По Ізоляції	Так відповідно доEN 60898-1 Так відповідно доEN 60947-2 Так відповідно доIEC 60898-1 Так відповідно доМЕК 60947-2
Стандарти	EN 60947-2 МЕК 60947-2 IEC 60898-1 EN 60898-1

Додаткова інформація

Частота Мережі	50/60 Гц
Межа Магнітного Відключення	8 x In +/- 20 %

[Ics] Номінальна Робоча Здатність Відключення	27 кА 75 % відповідно доEN 60947-2 - 12...60 В змінний струм 50/60 Гц 7,5 кА 75 % відповідно доEN 60947-2 - 220...240 В змінний струм 50/60 Гц 27 кА 75 % відповідно доМЕК 60947-2 - 12...60 В змінний струм 50/60 Гц 7,5 кА 75 % відповідно доМЕК 60947-2 - 220...240 В змінний струм 50/60 Гц 15 кА 75 % відповідно доМЕК 60947-2 - 100...133 В змінний струм 50/60 Гц 15 кА 75 % відповідно доEN 60947-2 - 100...133 В змінний струм 50/60 Гц 6000 А 100 % відповідно доEN 60898-1 - 230 В змінний струм 50/60 Гц 6000 А 100 % відповідно доIEC 60898-1 - 230 В змінний струм 50/60 Гц 10 кА 100 % відповідно доEN 60947-2 - 72 В постійний струм 10 кА 100 % відповідно доМЕК 60947-2 - 72 В постійний струм 15 кА 100 % відповідно доEN 60947-2 - 12...60 В постійний струм 15 кА 100 % відповідно доМЕК 60947-2 - 12...60 В постійний струм
Клас Обмеження	3 відповідно доEN 60898-1 3 відповідно доIEC 60898-1
[Ui] Номінальна Напряга Ізоляції	500 В змінний струм 50/60 Гц відповідно доEN 60947-2 500 В змінний струм 50/60 Гц відповідно доМЕК 60947-2
[Uimp] Номінальна Імпульсна Витримувана Напру	6 кВ в соответствии с EN 60947-2 6 кВ в соответствии с MEK 60947-2
Індикатор Положення Контакт	Так
Тип Управління	Тумблер
Місцева Сигналізація	Індикатор спрацювання
Спосіб Кріплення	Фіксація
Монтажна Опора	DIN-рейка
Сумісність Гребінчастих Шин I Розподільчих	Зверху або знизу Так
Кількість Модулів Ш * 9 Мм	2
Висота	85 мм
Ширина	18 мм
Глибина	78,5 мм
Маса Нетто	0,215 кг
Колір	Білий
Механічна Зносостійкість	20000 циклів
Електрична Зносостійкість	10000 циклів
Клеми Підключення	Одиночна клема (Зверху або знизу) 1...25 мм ² жорсткий Одиночна клема (Зверху або знизу) 1...16 мм ² гнучкий
Довжина Зачистки Проводів	14 мм for Зверху або знизу connection
Момент Затягування	2 Н.м Зверху або знизу
Захист Від Витоку Струму На Землю	Відсутній

ДОДАТОК Г

Паспорт продукту

Технічні характеристики

АВТОМАТИЧНИЙ ВИМИКАЧ
iC60N 1P 16A C

A9F79116

Головна

Область Застосування Пристрою	Розподіл
Діапазон	Acti9
Назва Продукту	Acti9 IC60
Тип Виробу Або Компоненту	Автоматичний вимикач
Назва Пристрою	IC60N
Опис Полюсів	1P
Кількість Захищених Полюсів	1
[In] Номінальний Струм	16 A
Тип Мережі	Постійний струм Змінний струм
Технологія Розчеплювача	Тепломагнітний
Крива Відключення	C
Відключаюча Здатність	6000 A Ics на 230 В змінний струм 50/60 Гц відповідно доEN/IEC 60898-1 10 kA Ics на 60...72 В постійний струм відповідно доМЕК 60947-2 15 kA Ics на 12...60 В постійний струм відповідно доМЕК 60947-2 10 kA Ics на 220...240 В змінний струм 50/60 Гц відповідно доМЕК 60947-2 36 kA Ics на 12...60 В змінний струм 50/60 Гц відповідно доМЕК 60947-2 20 kA Ics на 100...133 В змінний струм 50/60 Гц відповідно доМЕК 60947-2
Категорія Застосування	Категорія A відповідно доEN 60947-2 Категорія A відповідно доМЕК 60947-2
Відповідність Вимогам По Ізоляції	Так відповідно доEN 60898-1 Так відповідно доEN 60947-2 Так відповідно доIEC 60898-1 Так відповідно доМЕК 60947-2
Стандарти	МЕК 60947-2 EN 60947-2 EN 60898-1 IEC 60898-1

Додаткова інформація

Частота Мережі	50/60 Гц
Межа Магнітного Відключення	8 x In +/- 20 %

[Ics] Номінальна Робоча Здатність Відключення	27 кА 75 % відповідно доEN 60947-2 - 12...60 В змінний струм 50/60 Гц 7,5 кА 75 % відповідно доEN 60947-2 - 220...240 В змінний струм 50/60 Гц 27 кА 75 % відповідно доМЕК 60947-2 - 12...60 В змінний струм 50/60 Гц 7,5 кА 75 % відповідно доМЕК 60947-2 - 220...240 В змінний струм 50/60 Гц 15 кА 75 % відповідно доМЕК 60947-2 - 100...133 В змінний струм 50/60 Гц 15 кА 75 % відповідно доEN 60947-2 - 100...133 В змінний струм 50/60 Гц 6000 А 100 % відповідно доEN 60898-1 - 230 В змінний струм 50/60 Гц 6000 А 100 % відповідно доІЕС 60898-1 - 230 В змінний струм 50/60 Гц 10 кА 100 % відповідно доEN 60947-2 - 72 В постійний струм 10 кА 100 % відповідно доМЕК 60947-2 - 72 В постійний струм 15 кА 100 % відповідно доEN 60947-2 - 12...60 В постійний струм 15 кА 100 % відповідно доМЕК 60947-2 - 12...60 В постійний струм
Клас Обмеження	3 відповідно доEN 60898-1 3 відповідно доІЕС 60898-1
[Ui] Номінальна Напряга Ізоляції	500 В змінний струм 50/60 Гц відповідно доEN 60947-2 500 В змінний струм 50/60 Гц відповідно доМЕК 60947-2
[Uimp] Номінальна Імпульсна Витримувана Напряга	6 кВ в соответствии с EN 60947-2 6 кВ в соответствии с MEK 60947-2
Індикатор Положення Контактів	Так
Тип Управління	Тумблер
Місцева Сигналізація	Індикатор спрацювання
Спосіб Кріплення	Фіксація
Монтажна Опора	DIN-рейка
Сумісність Гребінчастих Шин I Розподільчих	Зверху або знизу Так
Кількість Модулів Ш = 9 Мм	2
Висота	85 мм
Ширина	18 мм
Глибина	78,5 мм
Маса Нетто	0,215 кг
Колір	Білий
Механічна Зносостійкість	20000 циклів
Електрична Зносостійкість	10000 циклів
Клеми Підключення	Одиночна клема (Зверху або знизу) 1...25 мм ² жорсткий Одиночна клема (Зверху або знизу) 1...16 мм ² гнучкий
Довжина Зачистки Проводів	14 мм for Зверху або знизу connection
Момент Затягування	2 Н.м Зверху або знизу
Захист Від Витоку Струму На Землю	Відсутній

ДОДАТОК Д

Паспорт продукту

Технічні характеристики

АВТОМАТИЧНИЙ ВИМИКАЧ
IC60N 1P 10A C

A9F79110

Головна

Область Застосування Пристрою	Розподіл
Діапазон	Acti9
Назва Продукту	Acti9 IC60
Тип Виробу Або Компоненту	Автоматичний вимикач
Назва Пристрою	IC60N
Опис Полюсів	1P
Кількість Захищених Полюсів	1
[In] Номінальний Струм	10 A
Тип Мережі	Змінний струм Постійний струм
Технологія Розчеплювача	Тепломагнітний
Крива Відключення	C
Відключаюча Здатність	6000 A Icp на 230 В змінний струм 50/60 Гц відповідно доEN/IEC 60898-1 10 kA Icu на 60...72 В постійний струм відповідно доМЕК 60947-2 15 kA Icu на 12...60 В постійний струм відповідно доМЕК 60947-2 10 kA Icu на 220...240 В змінний струм 50/60 Гц відповідно доМЕК 60947-2 36 kA Icu на 12...60 В змінний струм 50/60 Гц відповідно доМЕК 60947-2 20 kA Icu на 100...133 В змінний струм 50/60 Гц відповідно доМЕК 60947-2
Категорія Застосування	Категорія A відповідно доEN 60947-2 Категорія A відповідно доМЕК 60947-2
Відповідність Вимогам По Ізоляції	Так відповідно доEN 60898-1 Так відповідно доEN 60947-2 Так відповідно доIEC 60898-1 Так відповідно доМЕК 60947-2
Стандарти	IEC 60898-1 MEK 60947-2 EN 60898-1 EN 60947-2

Додаткова інформація

Частота Мережі	50/60 Гц
Межа Магнітного Відключення	8 x In +/- 20 %

[Ics] Номінальна Робоча Здатність Відключення	27 кА 75 % відповідно доEN 60947-2 - 12...60 В змінний струм 50/60 Гц 7,5 кА 75 % відповідно доEN 60947-2 - 220...240 В змінний струм 50/60 Гц 27 кА 75 % відповідно доМЕК 60947-2 - 12...60 В змінний струм 50/60 Гц 7,5 кА 75 % відповідно доМЕК 60947-2 - 220...240 В змінний струм 50/60 Гц 15 кА 75 % відповідно доМЕК 60947-2 - 100...133 В змінний струм 50/60 Гц 15 кА 75 % відповідно доEN 60947-2 - 100...133 В змінний струм 50/60 Гц 6000 А 100 % відповідно доEN 60898-1 - 230 В змінний струм 50/60 Гц 6000 А 100 % відповідно доIEC 60898-1 - 230 В змінний струм 50/60 Гц 10 кА 100 % відповідно доEN 60947-2 - 72 В постійний струм 10 кА 100 % відповідно доМЕК 60947-2 - 72 В постійний струм 15 кА 100 % відповідно доEN 60947-2 - 12...60 В постійний струм 15 кА 100 % відповідно доМЕК 60947-2 - 12...60 В постійний струм
Клас Обмеження	3 відповідно доEN 60898-1 3 відповідно доIEC 60898-1
[Ui] Номінальна Напряга Ізоляції	500 В змінний струм 50/60 Гц відповідно доEN 60947-2 500 В змінний струм 50/60 Гц відповідно доМЕК 60947-2
[Uimp] Номінальна Імпульсна Витримувана Напру	6 кВ в соответствии с EN 60947-2 6 кВ в соответствии с MEK 60947-2
Індикатор Положення Контакту	Так
Тип Управління	Тумблер
Місцева Сигналізація	Індикатор спрацювання
Спосіб Кріплення	Фіксація
Монтажна Опора	DIN-рейка
Сумісність Гребінчастих Шин і Розподільчих	Зверху або знизу Так
Кількість Модулів Ш = 9 Мм	2
Висота	85 мм
Ширина	18 мм
Глибина	78,5 мм
Маса Нетто	0,215 кг
Колір	Білий
Механічна Зносостійкість	20000 циклів
Електрична Зносостійкість	10000 циклів
Клеми Підключення	Одиночна клема (Зверху або знизу) 1...25 мм ² жорсткий Одиночна клема (Зверху або знизу) 1...16 мм ² гнучкий
Довжина Зачистки Проводів	14 мм for Зверху або знизу connection
Момент Затягування	2 Н.м Зверху або знизу
Захист Від Витоку Струму На Землю	Відсутній

ДОДАТОК Е

Паспорт продукту

Технічні характеристики

АВТОМАТИЧНИЙ ВИМИКАЧ
iC60N 1P 6A B

A9F78106

Головна

Область Застосування Пристрою	Розподіл
Діапазон	Acti9
Назва Продукту	Acti9 iC60
Тип Виробу Або Компоненту	Автоматичний вимикач
Назва Пристрою	iC60N
Опис Полюсів	1P
Кількість Захищених Полюсів	1
(In) Номінальний Струм	6 A
Тип Мережі	Змінний струм Постійний струм
Технологія Розчеплювача	Тепломагнітний
Крива Відключення	B
Відключаюча Здатність	6000 A Icu на 230 В змінний струм 50/60 Гц відповідно доEN/IEC 60898-1 10 kA Icu на 60...72 В постійний струм відповідно доМЕК 60947-2 15 kA Icu на 12...60 В постійний струм відповідно доМЕК 60947-2 10 kA Icu на 220...240 В змінний струм 50/60 Гц відповідно доМЕК 60947-2 36 kA Icu на 12...60 В змінний струм 50/60 Гц відповідно доМЕК 60947-2 20 kA Icu на 100...133 В змінний струм 50/60 Гц відповідно доМЕК 60947-2
Категорія Застосування	Категорія A відповідно доEN 60947-2 Категорія A відповідно доМЕК 60947-2
Відповідність Вимогам По Ізоляції	Так відповідно доEN 60898-1 Так відповідно доEN 60947-2 Так відповідно доIEC 60898-1 Так відповідно доМЕК 60947-2
Стандарти	MEK 60947-2 EN 60898-1 IEC 60898-1 EN 60947-2

Додаткова інформація

Частота Мережі	50/60 Гц
Межа Магнітного Відключення	4 x In +/- 20 %

[Ics] Номінальна Робоча Здатність Відключення	27 кА 75 % відповідно доEN 60947-2 - 12...60 В змінний струм 50/60 Гц 7,5 кА 75 % відповідно доEN 60947-2 - 220...240 В змінний струм 50/60 Гц 27 кА 75 % відповідно доМЕК 60947-2 - 12...60 В змінний струм 50/60 Гц 7,5 кА 75 % відповідно доМЕК 60947-2 - 220...240 В змінний струм 50/60 Гц 15 кА 75 % відповідно доМЕК 60947-2 - 100...133 В змінний струм 50/60 Гц 15 кА 75 % відповідно доEN 60947-2 - 100...133 В змінний струм 50/60 Гц 6000 А 100 % відповідно доEN 60898-1 - 230 В змінний струм 50/60 Гц 6000 А 100 % відповідно доIEC 60898-1 - 230 В змінний струм 50/60 Гц 10 кА 100 % відповідно доEN 60947-2 - 72 В постійний струм 10 кА 100 % відповідно доМЕК 60947-2 - 72 В постійний струм 15 кА 100 % відповідно доEN 60947-2 - 12...60 В постійний струм 15 кА 100 % відповідно доМЕК 60947-2 - 12...60 В постійний струм
Клас Обмеження	3 відповідно доEN 60898-1 3 відповідно доIEC 60898-1
[Ui] Номінальна Напряга Ізоляції	500 В змінний струм 50/60 Гц відповідно доEN 60947-2 500 В змінний струм 50/60 Гц відповідно доМЕК 60947-2
[Uimp] Номінальна Імпульсна Витримувана Напру	6 кВ в соответствии с EN 60947-2 6 кВ в соответствии с MEK 60947-2
Індикатор Положення Контакт	Так
Тип Управління	Тумблер
Місцева Сигналізація	Індикатор спрацювання
Спосіб Кріплення	Фіксація
Монтажна Опора	DIN-рейка
Сумісність Гребінчастих Шин І Розподільчих	Зверху або знизу Так
Кількість Модулів Ш = 9 Мм	2
Висота	85 мм
Ширинa	18 мм
Глибина	78,5 мм
Маса Нетто	0,215 кг
Колір	Білий
Механічна Зносостійкість	20000 циклів
Електрична Зносостійкість	10000 циклів
Клеми Підключення	Одиночна клема (Зверху або знизу) 1...25 мм ² жорсткий Одиночна клема (Зверху або знизу) 1...16 мм ² гнучкий
Довжина Зачистки Проводів	14 мм for Зверху або знизу connection
Момент Затягування	2 Н.м Зверху або знизу
Захист Від Витоку Струму На Землю	Відсутній