

Міністерство освіти і науки України

Відокремлений структурний підрозділ «Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»

(повне найменування вищого навчального закладу)

Відділення інформаційних технологій, менеджменту, туризму
та підготовки іноземних громадян

(назва відділення)

Циклова комісія комп'ютерної інженерії

(повна назва циклової комісії)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

фахового молодшого бакалавра

(освітньо-професійного ступеня)

на тему: Розробка проєкту технічного обслуговування ДБЖ Powercom –
RPT1025AP LCD

Виконав: студент IV курсу, групи KI-418ск

Спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

_____ Василь РОМАНІВ
(ім'я та прізвище)

Керівник _____ Андрій ЮЗЬКІВ
(ім'я та прізвище)

Рецензент _____
(ім'я та прізвище)

**ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
імені ІВАНА ПУЛЮЯ»**

Відділення інформаційних технологій, менеджменту, туризму
та підготовки іноземних громадян

Циклова комісія комп'ютерної інженерії

Освітньо-професійний ступінь фаховий молодший бакалавр

Освітньо-професійна програма: Обслуговування комп'ютерних систем і мереж

Спеціальність: 123 Комп'ютерна інженерія

Галузь знань: 12 Інформаційні технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії
комп'ютерної інженерії

_____ Андрій ЮЗЬКІВ

"30" березня 2026 року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Романіву Василю Ярославовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: **Розробка проєкту технічного обслуговування
ДБЖ Powercom – RPT1025AP LCD**

керівник роботи Юзків Андрій Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом Відокремленого структурного підрозділу «Тернопільський фаховий коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя» від 27.03.2026р № 4/9-167.

2. Строк подання студентом роботи: 15 червня 2026 року.

3. Вихідні дані до роботи: пристрій обслуговування, керівництво користувача,
спеціальна і довідкова література

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Загальний розділ. Спеціальний розділ. Економічний розділ. Охорона праці та безпека життєдіяльності.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

- схема структурна;
- алгоритм пошуку несправностей;
- таблиця виявлення і усунення несправностей;
- таблиця техніко-економічних показників.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічний розділ	Богдана МАРТИНЮК викладач		
Охорона праці та безпека життєдіяльності	Володимир ШТОКАЛО викладач		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання і аналіз технічного завдання	31.03	
2	Збір і узагальнення інформації	08.05	
3	Написання першого розділу	15.05	
4	Розробка технічного та робочого проекту	22.05	
5	Написання спеціального розділу	28.05	
6	Розрахунок економічної частини	1.06	
7	Написання розділу охорони праці	3.06	
8	Виконання графічної частини	8.06	
9	Оформлення проекту	10.06	
10	Погодження нормоконтролю	11.06	
11	Попередній захист роботи	12.06	
12	Захист кваліфікаційної роботи		

7. Дата видачі завдання: 31 березня 2026 року

Студент

_____ (підпис)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Василь РОМАНІВ

(ім'я та прізвище)

Андрій ЮЗЬКІВ

ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Романів В.Я. Розробка проєкту технічного обслуговування ДБЖ Powercom – RPT1025AP LCD: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-професійного ступеня фахового молодшого бакалавра за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026. -90с

Кваліфікаційна робота на тему «Розробка проєкту технічного обслуговування ДБЖ Powercom – RPT1025AP LCD» присвячена опису сучасних пристроїв захисту комп'ютерного обладнання від збоїв в електромережі (джерел безперебійного живлення), їх будові та принципах обслуговування і ремонту. Наведено типи сучасних джерел безперебійного живлення, вказано на їх переваги і недоліки. Описано принцип роботи і структурну схему Powercom – RPT1025AP LCD. Розроблено алгоритм та таблиці пошуку і усунення несправностей. Кваліфікаційна робота містить економічний розділ та розділ, що описує питання охорони праці, техніки безпеки та екологічні вимоги.

Ключові слова: ДБЖ, технічне обслуговування, діагностика, ремонт, резервне живлення.

ANNOTATION

Romaniv V.Ya. Development of a Maintenance Project for the Powercom RPT-1025AP LCD Uninterruptible Power Supply: Qualification Thesis for the Professional Junior Bachelor's Degree in Specialty 123 Computer Engineering. Ternopil: Separate Structural Unit "Ternopil Technical Professional College of Ternopil Ivan Puluj National Technical University", 2026. – 90 p.

The qualification thesis entitled "Development of a Maintenance Project for the Powercom RPT-1025AP LCD Uninterruptible Power Supply" is devoted to the study of modern devices designed to protect computer equipment from power supply failures, namely uninterruptible power supplies (UPSs), their design, operating principles, maintenance, and repair procedures. The thesis presents the main types of modern uninterruptible power supplies, highlighting their advantages and disadvantages. The operating principle and structural diagram of the Powercom RPT-1025AP LCD are described. An algorithm as well as troubleshooting and fault elimination tables have been developed. The qualification thesis also includes an economic section and a section covering occupational health and safety, industrial safety, and environmental protection requirements.

Keywords: uninterruptible power supply (UPS), maintenance, diagnostics, repair, backup power supply.

ЗМІСТ

Перелік термінів і скорочень	7
Вступ	9
1. Загальний розділ	11
1.1 Аналіз проблем з електроживленням та шляхів їх вирішення	11
1.2 Основні функції UPS	13
1.3 Топології UPS	16
2 Спеціальний розділ	25
2.1 Аналітична характеристика ДБЖ Powercom серії RPT	25
2.2 Конструктивні особливості Powercom RPT-1025AP	27
2.3 Встановлення і підготовка до роботи	29
2.3.1 Встановлення акумуляторних батарей	29
2.3.2 Встановлення і підключення пристрою	32
2.4 Опис принципів роботи пристрою	35
2.5 Діагностика та усунення несправностей ДБЖ	40
2.5 Огляд спеціалізованого ПЗ	44
3 Економічний розділ	46
3.1 Визначення стадій технологічного процесу та загальної тривалості проведення НДР	46
3.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи	47
3.3 Розрахунок матеріальних витрат	49
3.4 Розрахунок витрат на електроенергію	50
3.5 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань	51
3.6 Обчислення накладних витрат	51
3.7 Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР	52

					2026.KBP.123.418.12.00.00 ПЗ		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розробив</i>		Романів В.Я.			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірив</i>		Юзьків А.В.			5	70	
<i>Н. Контр.</i>		Приймак В.А.			ВСП ТФК ТНТУ зр. КІ-418 м. Тернопіль		
<i>Затв.</i>							
Пояснювальна записка							

3.8 Розрахунок ціни НДР	53
3.9 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень	53
4 Охорона праці і безпека життєдіяльності	56
4.1 Обґрунтування системи безпечних методів виконання робіт з технічного обслуговування ДБЖ	56
4.2 Методологічні основи пожежної безпеки при експлуатації резервних джерел живлення великої ємності	59
4.3 Хімічна небезпека та правила поводження зі свинцево-кислотними акумуляторними батареями при їх заміні	61
Висновки	64
Перелік посилань	66
Додаток А. Типові несправності та способи їх усунення	68

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		6

ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ І СКОРОЧЕНЬ

АС (Alternating Current) - змінний електричний струм, напрямок і величина якого періодично змінюються з певною частотою. У більшості електромереж світу використовується змінний струм частотою 50 Гц та напругою 220–230 В.

AVR (Automatic Voltage Regulation) - система автоматичного регулювання напруги, призначена для стабілізації вхідної напруги без переходу ДБЖ у режим роботи від акумуляторної батареї.

Booster - вузол підвищення напруги в системі AVR лінійно-інтерактивного джерела безперебійного живлення, який забезпечує компенсацію зниженої напруги електромережі.

CPU (Central Processing Unit) - центральний процесор комп'ютера, який виконує обробку даних та керування роботою системи.

dB (децибел) - логарифмічна одиниця вимірювання рівня сигналу або шуму, що використовується для оцінювання рівня звуку та співвідношення електричних сигналів.

DC (Direct Current) - постійний електричний струм, який протікає в одному напрямку. Використовується для живлення електронних компонентів та акумуляторних батарей.

EMI/RFI-фільтр - електромагнітний та радіочастотний фільтр, призначений для зменшення електричних перешкод і захисту обладнання від імпульсних завад мережі живлення.

Line-interactive UPS - тип джерела безперебійного живлення, у якому використовується система автоматичної стабілізації напруги AVR та перемикання на акумуляторне живлення при аварійних режимах роботи мережі.

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		7

SNMP (Simple Network Management Protocol) - простий протокол мережевого керування, який використовується для моніторингу та адміністрування мережевого обладнання.

UPS (Uninterruptible Power Supply) - джерело безперебійного живлення, призначене для резервного живлення електронного обладнання та захисту від перебоїв електропостачання.

USB (Universal Serial Bus) - універсальний послідовний інтерфейс для підключення периферійних пристроїв та обміну даними між обладнанням.

АКБ - акумуляторна батарея, що використовується в ДБЖ для забезпечення автономного живлення при відсутності напруги в електромережі.

ДБЖ - джерело безперебійного живлення.

ОП - оперативна пам'ять комп'ютера, призначена для тимчасового зберігання даних під час роботи системи.

ОС - операційна система, комплекс програмних засобів для керування ресурсами комп'ютера та взаємодії користувача з апаратним забезпеченням.

ПК - персональний комп'ютер.

ПЗ - програмне забезпечення, сукупність програм та службових компонентів, необхідних для роботи комп'ютерної системи

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		8

ВСТУП

На сучасному етапі розвитку інформаційних технологій електронне та комп'ютерне обладнання широко використовується практично в усіх сферах діяльності людини. Надійність роботи комп'ютерних систем значною мірою залежить від стабільності електроживлення, оскільки навіть короткочасні перебої або відхилення параметрів електромережі можуть призвести до втрати важливої інформації, збоїв у роботі програмного забезпечення та пошкодження електронних компонентів.

У процесі роботи персонального комп'ютера значна частина даних тимчасово зберігається в оперативній пам'яті. У випадку раптового зникнення електроживлення інформація, що не була збережена користувачем, втрачається. Крім того, різкі перепади напруги, імпульсні перенапруги, просідання мережі та інші аварійні режими роботи електромережі можуть негативно впливати на електронні вузли комп'ютерної техніки, периферійних пристроїв та телекомунікаційного обладнання.

Особливо актуальним питання забезпечення резервного електроживлення стало в умовах аварійних відключень електроенергії, перевантаження енергосистеми та інших надзвичайних ситуацій. Для захисту обладнання та підтримання його працездатності використовуються спеціальні пристрої резервного живлення та стабілізації напруги.

Залежно від призначення та вимог до системи електроживлення застосовуються такі основні засоби захисту:

- мережеві фільтри;
- джерела безперебійного живлення (ДБЖ, UPS);
- автономні електрогенератори.

Кожен із перелічених пристроїв виконує певні функції, проте для захисту комп'ютерної техніки від короткочасних перебоїв живлення, нестабільності напруги та втрати даних найбільш поширеним рішенням є використання

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		9

джерел безперебійного живлення. ДБЖ забезпечують стабільне живлення навантаження, дозволяють коректно завершити роботу операційної системи та захищають обладнання від негативного впливу електромережі.

У даній кваліфікаційній роботі розглядається джерело безперебійного живлення Powercom RPT-1025AP, яке належить до класу line-interactive UPS та призначене для резервного живлення персональних комп'ютерів, мережевого обладнання й периферійних пристроїв. У роботі буде досліджено принцип роботи та структурну побудову даного ДБЖ, проаналізовано його основні технічні характеристики, особливості функціонування системи стабілізації напруги AVR, алгоритми роботи інвертора та зарядного пристрою. Також буде розроблено методику виявлення і усунення типових несправностей, розглянуто питання технічного обслуговування, діагностики та ремонту пристрою

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		10

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз проблем з електроживленням та шляхів їх вирішення

Функціонування сучасних інформаційних систем, комп'ютерної техніки та телекомунікаційного обладнання безпосередньо залежить від стабільності та якості електроживлення. Практично всі електронні пристрої потребують безперервного подавання електричної енергії з допустимими параметрами напруги та частоти. Навіть короточасні порушення електропостачання можуть спричинити збої в роботі обладнання, втрату даних, пошкодження електронних компонентів та значні фінансові втрати.

Сьогодні комп'ютерні системи використовуються у сфері освіти, медицини, банківській діяльності, промисловості, електронній комерції, державному управлінні та інших галузях. Значна частина сучасних сервісів працює у режимі цілодобового доступу, тому вимоги до надійності систем електроживлення постійно зростають. Вихід з ладу серверів, мережевого обладнання або персональних комп'ютерів через нестабільну роботу електромережі може призвести не лише до матеріальних збитків, а й до порушення роботи підприємства та втрати довіри користувачів.

Особливо актуальною проблема якісного електроживлення є в умовах нестабільної роботи енергосистеми, аварійних відключень електроенергії та перевантаження мереж. В Україні питання резервного живлення набуло ще більшого значення через часті перебої електропостачання, пов'язані з пошкодженням енергетичної інфраструктури та аварійними режимами роботи електромереж.

Для забезпечення надійної роботи електронного обладнання використовуються різні засоби захисту електроживлення. Залежно від рівня необхідного захисту застосовують:

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		11

- мережеві фільтри;
- стабілізатори напруги;
- джерела безперебійного живлення;
- автономні генератори.

Найпростішим засобом захисту є мережевий фільтр, який дозволяє зменшити вплив імпульсних перешкод та короткочасних перенапруг. Проте можливості такого пристрою є обмеженими, оскільки він не забезпечує резервного живлення при повному зникненні напруги в електромережі.

Більш ефективним рішенням є використання джерел безперебійного живлення (ДБЖ). Дані пристрої забезпечують живлення навантаження у випадку аварійного вимкнення електроенергії, а також виконують стабілізацію напруги та фільтрацію електричних завад. Завдяки цьому користувач отримує можливість коректно завершити роботу операційної системи та зберегти важливі дані без ризику їх втрати.

Сучасні ДБЖ, зокрема Powercom RPT-1025AP, додатково оснащуються системами автоматичного регулювання напруги AVR, захистом від перевантаження, короткого замикання та імпульсних перенапруг. Такі пристрої здатні підтримувати стабільні параметри живлення навіть при значних коливаннях напруги в електромережі.

Однією з найпоширеніших проблем електроживлення є короткочасне або тривале зниження напруги. Причиною цього можуть бути перевантаження мережі, одночасне ввімкнення потужного електрообладнання або несправності ліній електропередач. Наслідком таких явищ часто стають зависання комп'ютерних систем, самовільне перезавантаження обладнання та пошкодження файлів.

Не менш небезпечними є повні відключення електроенергії. У такому випадку робота обладнання припиняється миттєво, що може призвести до втрати інформації, пошкодження файлової системи та зупинки технологічних

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		12

процесів. Для серверного обладнання та мережевих систем подібні ситуації є особливо критичними.

Поширеною проблемою також є імпульсні перенапруги та короткочасні стрибки напруги. Вони можуть виникати внаслідок грозових розрядів, аварій у мережі або комутації потужного електрообладнання. Імпульсні завади здатні пошкоджувати блоки живлення, материнські плати, мережеві адаптери та інші електронні компоненти.

Додаткову небезпеку становлять електромагнітні та радіочастотні перешкоди, які впливають на якість сигналів та стабільність роботи електронних пристроїв. Джерелами таких перешкод можуть бути промислове обладнання, електродвигуни, генератори, радіопередавачі та інші потужні споживачі електроенергії.

Для ефективного захисту комп'ютерної техніки необхідно правильно підбирати засоби резервного живлення та стабілізації напруги відповідно до умов експлуатації обладнання. Використання сучасних ДБЖ дозволяє суттєво підвищити надійність роботи інформаційних систем, зменшити ризик пошкодження техніки та забезпечити безпечне завершення роботи програмного забезпечення у разі аварійних ситуацій в електромережі.

Таким чином, застосування джерел безперебійного живлення є одним із найбільш ефективних способів захисту електронного обладнання від негативного впливу нестабільного електроживлення. Це особливо важливо для підприємств, установ та організацій, діяльність яких безпосередньо залежить від безперервної роботи комп'ютерної техніки та інформаційних систем.

1.2 Основні функції UPS

Джерело безперебійного живлення (ДБЖ, UPS) - це електронний пристрій, призначений для забезпечення стабільного та безперервного

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		13

електроживлення підключеного обладнання у випадку погіршення параметрів електромережі або повного зникнення напруги. ДБЖ встановлюється між електромережею та споживачем електроенергії, яким може бути персональний комп'ютер, сервер, мережеве обладнання, система відеоспостереження або інша електронна техніка.

Основним завданням ДБЖ є захист обладнання від негативного впливу нестабільного електроживлення та забезпечення резервного живлення протягом певного часу. У разі аварійного вимкнення електроенергії пристрій автоматично переходить у режим живлення від акумуляторної батареї, що дозволяє продовжити роботу обладнання або коректно завершити роботу операційної системи та прикладних програм.

Сучасні джерела безперебійного живлення, зокрема Powerscom RPT-1025AP, виконують ряд важливих функцій, спрямованих на підвищення надійності роботи електронних систем та захист інформації.

До основних функцій UPS належать:

1. Стабілізація вхідної напруги.

ДБЖ підтримує вихідну напругу в допустимих межах навіть при зниженні або підвищенні напруги в електромережі. У line-interactive моделях для цього використовується система AVR (Automatic Voltage Regulation).

2. Фільтрація електричних перешкод та імпульсних завад. Пристрій зменшує вплив високочастотних перешкод, електромагнітних шумів та короткочасних перенапруг, що можуть виникати в електромережі.

3. Резервне живлення обладнання. У разі повного зникнення електроживлення ДБЖ автоматично переходить на живлення від акумуляторної батареї та підтримує роботу обладнання протягом визначеного часу.

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		14

4. Захист від перевантаження та короткого замикання. Більшість сучасних UPS оснащуються системами електронного захисту, які запобігають пошкодженню внутрішніх компонентів та підключеного навантаження.

5. Захист інформації та коректне завершення роботи системи. Використання ДБЖ дозволяє уникнути втрати даних та пошкодження файлової системи у випадку аварійного вимкнення електроенергії.

6. Контроль параметрів електроживлення. Пристрої можуть контролювати рівень вхідної та вихідної напруги, частоту мережі, рівень заряду акумуляторної батареї та температуру внутрішніх вузлів.

7. Захист мережевих та комунікаційних ліній. Деякі моделі UPS забезпечують додатковий захист телефонних та мережевих ліній від імпульсних перенапруг.

8. Звукова та світлова індикація аварійних режимів. ДБЖ повідомляє користувача про зникнення електроживлення, перевантаження, низький рівень заряду АКБ або несправності системи за допомогою звукових сигналів та індикаторів.

Сучасні джерела безперебійного живлення також можуть працювати разом зі спеціалізованим програмним забезпеченням моніторингу. Це дозволяє значно розширити їх функціональні можливості.

До додаткових функцій UPS належать:

1. Автоматичне завершення роботи операційної системи. При тривалому зникненні електроживлення програмне забезпечення може автоматично завершити роботу комп'ютера або сервера без втрати даних.

2. Моніторинг параметрів роботи ДБЖ. Користувач отримує можливість контролювати стан акумуляторної батареї, навантаження, вхідну та вихідну напругу, температуру пристрою та інші параметри.

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		15

3. Ведення журналу подій. Програмне забезпечення може зберігати інформацію про аварійні ситуації, перемикання на батарею, перевантаження та інші події.

4. Віддалене керування обладнанням. Деякі UPS підтримують дистанційний моніторинг і керування через USB або мережеві інтерфейси.

5. Налаштування режимів роботи. Користувач може задавати параметри автоматичного вимкнення, запуску обладнання та інших функцій.

6. Взаємодія з іншими системами безпеки. У спеціалізованих системах ДБЖ можуть інтегруватися з охоронною та пожежною сигналізацією для автоматичного керування живленням обладнання у надзвичайних ситуаціях.

Таким чином, сучасні джерела безперебійного живлення виконують не лише функцію резервного живлення, а й забезпечують комплексний захист електронного обладнання від більшості проблем, пов'язаних із нестабільною роботою електромережі. Це дозволяє значно підвищити надійність функціонування комп'ютерних систем та зменшити ризик втрати важливої інформації.

1.3 Топології UPS

Однією з основних характеристик джерела безперебійного живлення є його топологія. Саме топологія визначає принцип побудови пристрою, взаємодію основних функціональних вузлів, спосіб перемикання режимів роботи та рівень захисту підключеного обладнання. Від обраної схеми побудови залежать технічні характеристики ДБЖ, стабільність вихідної напруги, швидкодія системи, час переходу на резервне живлення та сфера застосування пристрою.

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		16

Сучасні джерела безперебійного живлення поділяються на декілька основних типів залежно від принципу роботи та способу перетворення електричної енергії. Найбільш поширеними є резервні (Off-line), line-interactive та on-line ДБЖ. Окрім них існують також гібридні та спеціалізовані топології.

Резервна топологія (Off-line UPS)

Резервна топологія є найпростішою і відповідно найдешевшою. Структурна схема таких пристроїв зображена на рисунку 1.1. Як видно з схеми пристрій може працювати в одному з двох режимів роботи – нормальний (звичайний) та онлайн (аварійний).

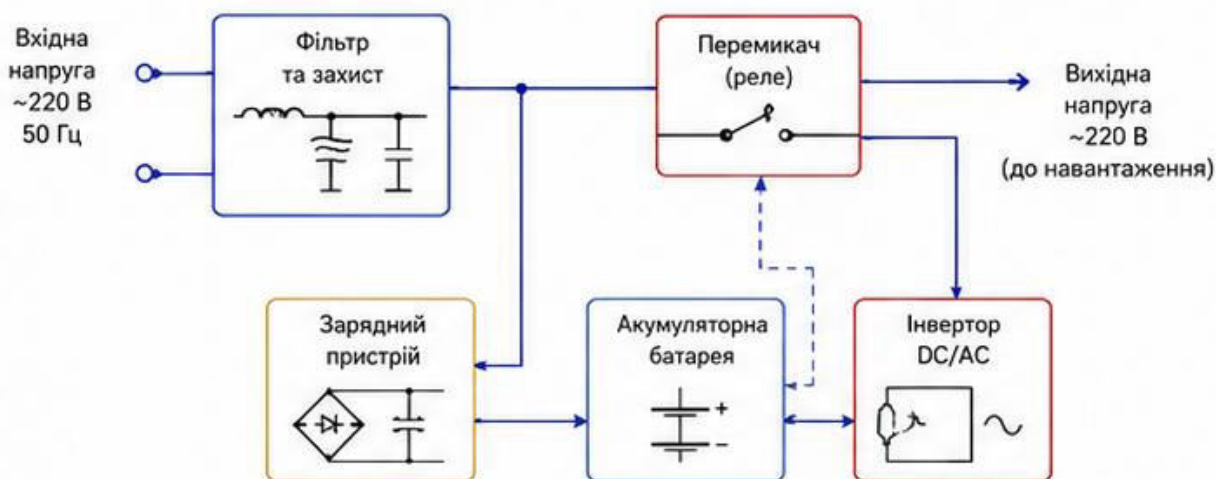


Рисунок 1.1 – Структура резервного (off-line) ДБЖ

Резервна або Off-line топологія є найпростішою схемою побудови джерела безперебійного живлення. Такі пристрої найчастіше використовуються для захисту персональних комп'ютерів, офісної техніки та периферійного обладнання.

У нормальному режимі роботи навантаження живиться безпосередньо від електромережі через мережевий фільтр та систему захисту від імпульсних перенапруг. Одночасно відбувається заряджання акумуляторної батареї.

У випадку зникнення напруги або виходу її параметрів за допустимі межі комутаційне реле перемикає навантаження на інвертор, який перетворює постійну напругу акумуляторної батареї у змінну напругу 220 В.

Основною перевагою Off-line UPS є проста конструкція, невисока вартість та мале енергоспоживання. Недоліком є наявність часу перемикавання між режимами роботи, а також відсутність повноцінної стабілізації напруги.

Топологія Line-Interactive (Single Conversion)

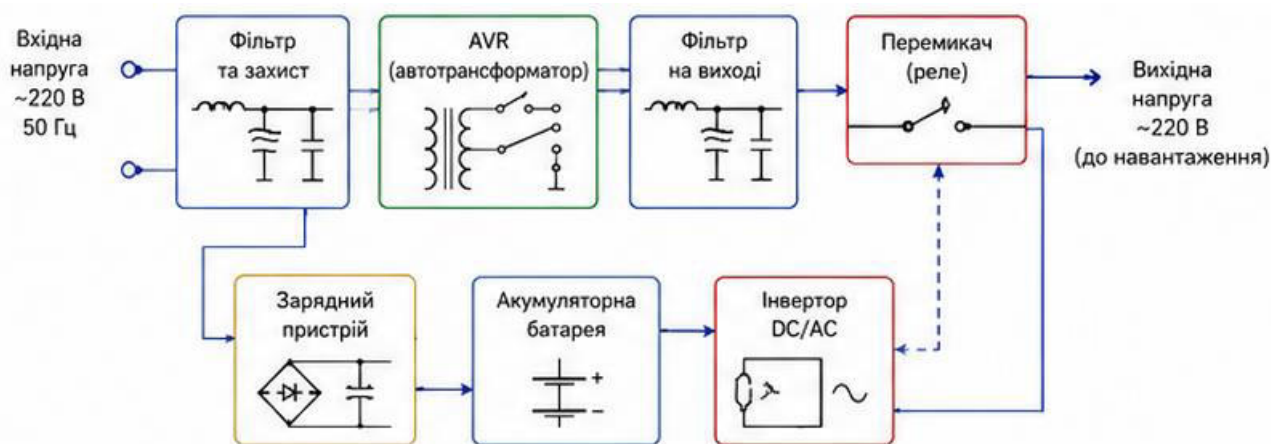


Рисунок 1.2 - Структурна схема топології line-interactive

Як видно з рисунку 1.2 AVR виконує функції автотрансформатора підвищуючи або понижуючи вхідну напругу до нормованого значення.

Line-interactive UPS є удосконаленою версією резервної топології та широко застосовується для захисту комп'ютерної техніки, серверів малого рівня та мережевого обладнання. Саме до цього типу належить пристрій обслуговування - Powercom RPT-1025AP.

Основною особливістю даної топології є наявність системи автоматичного регулювання напруги AVR. Вона дозволяє компенсувати

підвищення або зниження напруги без переходу на живлення від акумуляторної батареї.

У нормальному режимі навантаження живиться від мережі через AVR-автотрансформатор та систему фільтрації. Інвертор одночасно контролює заряд акумуляторної батареї та готовий до переходу в аварійний режим.

При зникненні напруги мережі або критичному відхиленні її параметрів комутаційне реле переключає навантаження на інвертор, який живиться від акумуляторної батареї.

Перевагами даної топології є стабілізація напруги, відносно високий коефіцієнт корисної дії, невеликий час перемикавання та збільшений ресурс акумуляторної батареї.

Топологія Standby/On-Line Hybrid

Гібридна топологія поєднує окремі елементи line-interactive та on-line схем. У нормальному режимі електроенергія проходить через випрямляч та інвертор, а резервний перетворювач активується лише при виникненні аварійної ситуації (див рис. 1.3.).

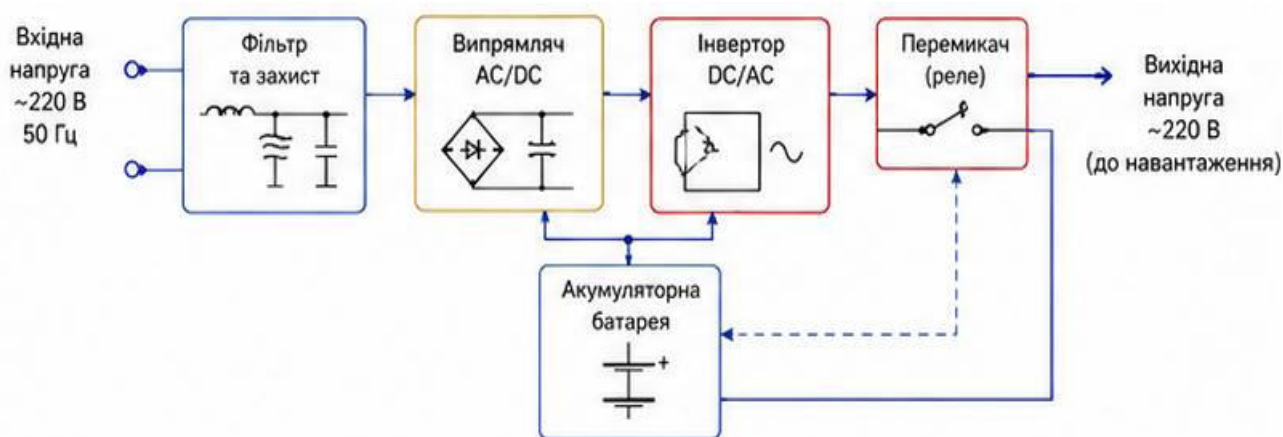


Рисунок 1.3 – Гібридна топологія ДБЖ

Основною перевагою такого рішення є підвищена стабільність вихідної напруги та менший час переходу між режимами роботи порівняно з резервними схемами.

Топологія Standby-Ferro

Standby-Ferro UPS побудований на основі ферорезонансного трансформатора (див. рис. 1.4). Така схема забезпечує гальванічну розв'язку та додаткову стабілізацію напруги.

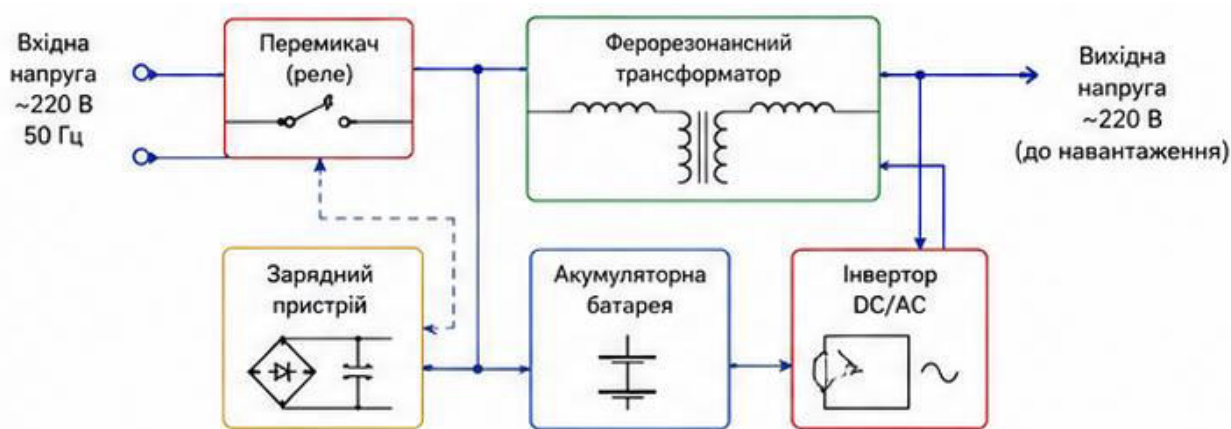


Рисунок 1.4 – Топологія на ферорезонансному трансформаторі

При нормальній роботі мережі живлення подається на навантаження через трансформатор. У випадку аварії інвертор починає живити навантаження через окрему обмотку трансформатора.

Перевагою даної топології є висока завадостійкість та хороший рівень фільтрації. Недоліками є значні масогабаритні показники та відносно невисокий коефіцієнт корисної дії.

Проте через значну вагу, підвищений рівень акустичного шуму та складність конструкції такі ДБЖ поступово витісняються сучасними лінійно-інтерактивними та онлайн-системами, які забезпечують вищу енергоефективність, компактність і кращі експлуатаційні характеристики.

Топологія Double-Conversion On-Line ("True On-Line").

On-line UPS або система подвійного перетворення забезпечує найвищий рівень захисту електронного обладнання. У даній топології інвертор працює постійно, а навантаження повністю живиться через систему подвійного перетворення електроенергії.

Структурна схема пристрою, який працює за цією топологією наведена на рисунку 1.5.

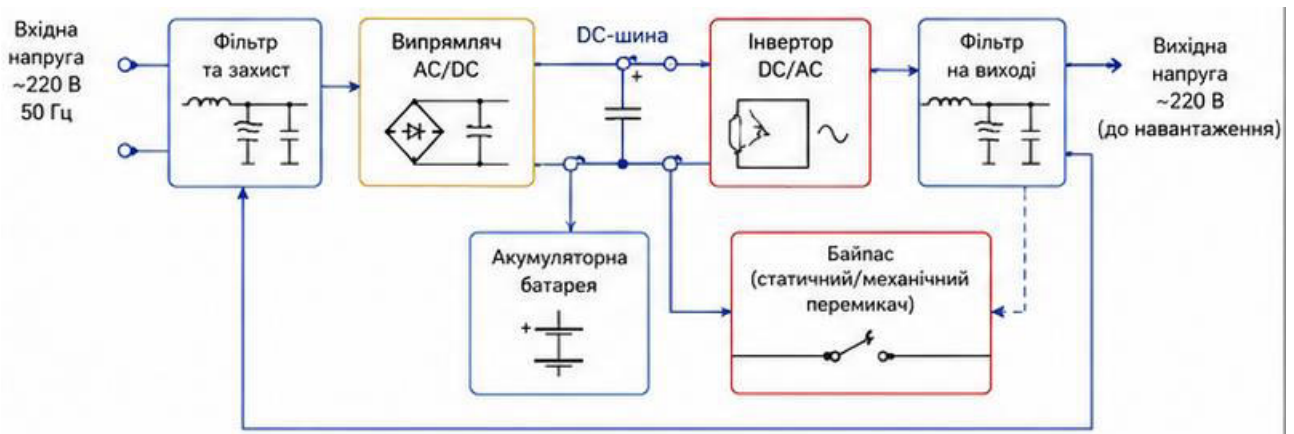


Рисунок 1.5 – Топологія ДБЖ з подвійним перетворення

Вхідна змінна напруга спочатку випрямляється у постійну, після чого інвертор формує нову стабілізовану синусоїдальну напругу для живлення навантаження. У разі зникнення електроенергії акумуляторна батарея продовжує живити інвертор без додаткового перемикання.

Основними перевагами On-line UPS є відсутність часу переходу, високий рівень стабілізації напруги та ефективний захист від більшості проблем електроживлення.

Саме тому On-line UPS широко застосовуються для резервного живлення серверів, телекомунікаційного обладнання, медичних приладів і промислових систем.

Топологія Delta Conversion On-Line

Delta Conversion On-Line є сучасною модифікацією on-line топології. У такій схемі використовуються два незалежні інвертори: основний та дельта-перетворювач (див. рис. 1.6).

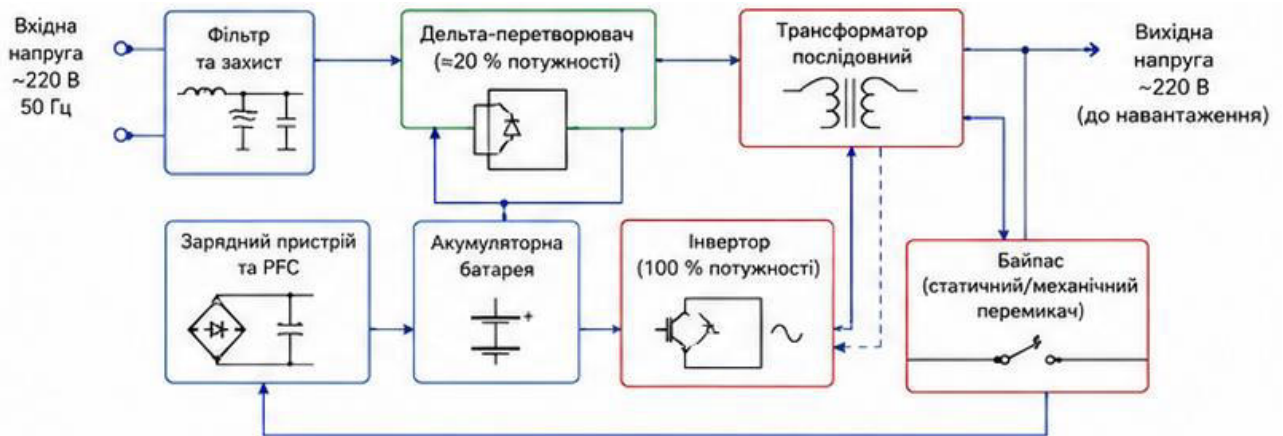


Рисунок 1.6 – Топологія ДБЖ з дельта-перетворенням

Дельта-перетворювач компенсує зміни напруги електромережі та виконує корекцію коефіцієнта потужності. Основний інвертор забезпечує безперервне живлення навантаження.

Перевагою даної топології є високий коефіцієнт корисної дії при збереженні основних переваг on-line UPS. Недоліком є складніша конструкція та вища вартість обладнання.

Під час переходу джерела безперебійного живлення з мережевого режиму на живлення від акумуляторної батареї виникає короткочасна затримка, яка називається часом переходу. Даний параметр визначає інтервал часу, необхідний комутаційному вузлу для перемикання режимів роботи (див. рис. 1.7).

У резервних та line-interactive UPS час переходу зазвичай становить від 2 до 8 мс. Для більшості сучасних комп'ютерних блоків живлення така затримка

не є критичною, оскільки енергія накопичується у конденсаторах блока живлення.

В on-line UPS перемикання практично відсутнє, оскільки інвертор працює безперервно. Саме тому такі системи використовуються для живлення критично важливого обладнання.



Рисунок 1.7 – Графічна ілюстрація часу переходу ДБЖ

На рисунку 1.7 наведено приклад осцилограми часу переходу джерела безперебійного живлення з режиму роботи від електромережі на живлення від акумуляторної батареї. У нормальному режимі навантаження живиться безпосередньо від мережі змінного струму, а форма вихідної напруги має стабільний синусоїдальний вигляд. У момент зникнення або критичного зниження вхідної напруги система керування ДБЖ фіксує аварійну ситуацію та ініціює процес перемикання на резервне живлення. Протягом короткого проміжку часу, який називається часом переходу t_{tr} , вихідна напруга може бути відсутньою або мати нестабільний характер. Після завершення

комутації інвертор починає формувати вихідну напругу від акумуляторної батареї, забезпечуючи подальшу роботу навантаження.

Величина часу переходу залежить від топології джерела безперебійного живлення та особливостей його схемотехнічного виконання. Для резервних (Off-line) ДБЖ типовий час переходу становить 4–16 мс, для Line-Interactive моделей - приблизно 2–6 мс, а в системах типу On-Line подвійного перетворення перемикачів практично відсутнє, оскільки інвертор працює безперервно. У більшості сучасних комп'ютерних блоків живлення короткочасне зникнення напруги не призводить до збоїв завдяки енергії, накопиченій у конденсаторах вхідних кіл. Проте надмірно великий час переходу або нестабільна форма вихідної напруги можуть спричинити перезавантаження обладнання, втрату даних або порушення роботи чутливих електронних пристроїв.

Таким чином, вибір топології ДБЖ залежить від вимог до стабільності електроживлення, потужності навантаження, часу резервування та критичності обладнання. Для більшості персональних комп'ютерів, офісної техніки та мережевого обладнання оптимальним рішенням є line-interactive UPS, до яких належить модель Powercom RPT-1025AP.

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		24

2 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Аналітична характеристика ДБЖ Powercom серії RPT

Компанія Powercom є одним із відомих світових виробників джерел безперебійного живлення, стабілізаторів напруги та обладнання для захисту електроживлення. Продукція даного виробника широко використовується як у побутовому секторі, так і в офісних, освітніх та промислових установах завдяки оптимальному співвідношенню вартості, функціональних можливостей та надійності.

Серія RAPTOR (RPT) належить до лінійно-інтерактивних джерел безперебійного живлення початкового та середнього рівня. Пристрої цієї серії призначені для захисту персональних комп'ютерів, робочих станцій, мережевого обладнання, систем відеоспостереження та іншої електронної техніки від типових проблем електромережі. Основними функціями пристроїв серії є резервне живлення навантаження, стабілізація напруги за допомогою системи AVR, фільтрація електромагнітних завад та захист від імпульсних перенапруг.

Об'єктом дослідження даної кваліфікаційної роботи є джерело безперебійного живлення Powercom RPT-1025AP, яке належить до лінійно-інтерактивного типу та розраховане на захист одного або декількох персональних комп'ютерів разом із периферійними пристроями. Завдяки наявності автоматичного регулятора напруги даний ДБЖ здатний компенсувати значні відхилення напруги електромережі без переходу на живлення від акумуляторної батареї, що дозволяє збільшити ресурс акумулятора та підвищити загальну ефективність роботи пристрою.

Серія RAPTOR представлена декількома моделями, які мають однакову схемотехнічну базу, але відрізняються вихідною потужністю та тривалістю

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		25

автономної роботи. Для порівняння основні характеристики моделей наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Порівняльна характеристика серії Powercom RAPTOR

Параметр	RPT-600AP	RPT-800AP	RPT-1025AP
Тип топології	Line-Interactive	Line-Interactive	Line-Interactive
Повна потужність, ВА	600	800	1025
Активна потужність, Вт	360	480	615
Номинальна вихідна напруга, В	220/230/240	220/230/240	220/230/240
Частота вихідної напруги, Гц	50 ±1	50 ±1	50 ±1
Тип вихідного сигналу	Апроксимована синусоїда	Апроксимована синусоїда	Апроксимована синусоїда
Система AVR	Так	Так	Так
Час перемикання, мс	2–4	2–4	2–4
Тип акумулятора	12 В, 7 А·год	12 В, 9 А·год	2* 12 В, 7-9 А·год
Час повного заряджання	до 8 год	до 8 год	до 8 год
Інтерфейс USB	Ні	Ні	Так
Рівень шуму, дБ	<40	<40	<45
Маса, кг	4,3	5,1	6,2

Як видно з наведених характеристик, модель Powercom RPT-1025AP є найпотужнішою серед розглянутих пристроїв та забезпечує більший запас потужності для підключення навантаження. Наявність USB-інтерфейсу дозволяє організувати взаємодію ДБЖ із персональним комп'ютером та використовувати ПЗ для моніторингу параметрів електроживлення й автоматичного завершення роботи ПК.

Завдяки поєднанню достатньої потужності, функції автоматичної стабілізації напруги та порівняно невисокої вартості модель Powercom RPT-1025AP є ефективним рішенням для захисту комп'ютерної техніки в умовах нестабільного електропостачання, що й обумовило її вибір як об'єкта дослідження у даній кваліфікаційній роботі.

2.2 Конструктивні особливості Powercom RPT-1025AP

Джерело безперебійного живлення Powercom RPT-1025AP належить до серії RAPTOR та побудоване за лінійно-інтерактивною топологією (Line-Interactive).. Основними перевагами даної моделі є наявність автоматичного регулятора напруги AVR, мікропроцесорної системи керування та вбудованого акумуляторного блоку.

Конструктивно ДБЖ виконаний у вертикальному корпусі типу Tower із ударостійкого пластику. Таке виконання дозволяє розміщувати пристрій безпосередньо біля системного блока комп'ютера або іншого обладнання, не займаючи значного робочого простору. На передній панелі розташовані кнопка керування живленням та світлодіодні індикатори, за допомогою яких відображається поточний режим роботи пристрою, наявність напруги мережі, робота від акумулятора та аварійні стани Зовнішній вигляд пристрою наведено на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Вигляд Powercom RPT-1025AP

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		27

На задній панелі (див. рис. 2.2) знаходяться чотири вихідні розетки стандарту Schuko із батарейною підтримкою, комунікаційний USB-порт для підключення до персонального комп'ютера, роз'єми захисту телефонних та мережевих ліній RJ-11/RJ-45, а також мережевий кабель живлення. USB-інтерфейс забезпечує обмін інформацією між ДБЖ та операційною системою комп'ютера, що дозволяє виконувати автоматичне завершення роботи користувацьких програм і коректне вимкнення ПК при тривалому зникненні електроживлення.



Рисунок 2.2 - Powercom RPT-1025AP (вигляд ззаду)

Основними вузлами пристрою є мережевий фільтр EMI/RFI, система автоматичного регулювання напруги AVR, випрямляч, зарядний пристрій акумуляторної батареї, інвертор, мікропроцесорний блок керування та акумуляторний модуль. Вхідна напруга мережі надходить на фільтр, де відбувається пригнічення високочастотних перешкод та імпульсних завад. Далі електроенергія подається на автотрансформатор AVR, який забезпечує корекцію підвищеної або зниженої напруги без використання енергії акумуляторної батареї.

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		28

Для накопичення електричної енергії в ДБЖ використовуються дві герметичні свинцево-кислотні акумуляторні батареї напругою 12 В ємністю 7 – 9 А·год кожна. Акумулятори працюють у буферному режимі та постійно підтримуються зарядним пристроєм у готовності до переходу на автономне живлення. При зникненні напруги мережі або виході її параметрів за допустимі межі мікропроцесорна система керування формує команду на перемикання навантаження до інвертора, який перетворює постійну напругу акумуляторів у змінну напругу для живлення підключених споживачів.

Особливістю моделі Powercom RPT-1025AP є наявність функції автоматичного регулювання напруги AVR з підвищувальною та понижувальною обмотками трансформатора (див. рис. 2.3). Завдяки цьому пристрій здатний працювати в широкому діапазоні вхідної напруги без переходу на живлення від акумуляторів, що значно збільшує строк служби акумуляторного блоку та підвищує загальну надійність системи.



Рисунок 2.3 – Внутрішня будова Powercom RPT-1025AP

Час перемикання на автономний режим становить лише 2–4 мс, що є безпечним для більшості сучасних комп'ютерних блоків живлення.

Для захисту внутрішніх вузлів та навантаження у пристрої реалізовано систему захисту від короткого замикання, перевантаження, імпульсних перенапруг, перегріву та повного розряду акумуляторних батарей. Крім того, конструкцією передбачені функції автоматичного заряджання батарей у вимкненому стані, холодного старту (Cold Start) та енергозбереження Green Mode.

Таким чином, конструкція джерела безперебійного живлення Powercom RPT-1025AP поєднує простоту експлуатації, достатню функціональність та високий рівень захисту електронного обладнання. Використання лінійно-інтерактивної топології, системи AVR та мікропроцесорного керування забезпечує стабільну роботу пристрою в умовах нестабільного електроживлення, що робить його ефективним засобом захисту комп'ютерної техніки та мережевого обладнання.

2.3 Встановлення і підготовка до роботи

2.3.1 Встановлення акумуляторних батарей

Перед початком експлуатації або після виконання ремонтних робіт необхідно перевірити правильність встановлення та підключення акумуляторної батареї джерела безперебійного живлення Powercom RPT-1025AP. Від коректності монтажу акумулятора залежить працездатність системи резервного живлення та безпека експлуатації пристрою.

Примітка. У пристрої використовуються герметичні свинцево-кислотні акумуляторні батареї. Під час підключення клем можливе виникнення

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		30

незначної іскри, що обумовлено зарядом внутрішніх конденсаторів та не є ознакою несправності.

Процедура встановлення акумуляторної батареї виконується відповідно до послідовності, наведеної в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Процедура встановлення акумуляторних батарей

Опис дії	Графічна ілюстрація дії
Вимкнути джерело безперебійного живлення та від'єднати його від електромереж	
Відкрутити гвинти та зняти передню і верхню панель	
Від'єднати проводи живлення від акумуляторів, звернувши увагу на + та -	
Витягнути акумулятори з відсіку і встановити нові, під'єднати проводи живлення та зібрати корпус в зворотній послідовності	

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ

Арк

31

2.3.2 Встановлення і підключення пристрою

Під час встановлення джерела безперебійного живлення Powerscom RPT-1025AP необхідно забезпечити умови експлуатації, передбачені технічною документацією виробника. Правильне розміщення пристрою сприяє його надійній роботі, покращує охолодження внутрішніх компонентів та збільшує термін служби акумуляторних батарей.

При виборі місця встановлення ДБЖ необхідно уникати впливу таких факторів:

- прямого сонячного випромінювання;
- джерел тепла (радіаторів опалення, нагрівальних приладів, тепловентиляторів);
- підвищеної вологості та можливого потрапляння рідин на корпус пристрою;
- значної запиленості приміщення;
- механічних вібрацій та ударних навантажень;
- обмеження циркуляції повітря біля вентиляційних отворів корпусу.

Після вибору місця встановлення джерело безперебійного живлення необхідно підключити до мережі змінного струму напругою 220 В. Підключення виконується безпосередньо до стаціонарної розетки електромережі із захисним заземленням. Не рекомендується використовувати подовжувачі сумнівної якості або додаткові розгалужувачі живлення між мережею та ДБЖ.

Після підключення до мережі внутрішні акумуляторні батареї автоматично переходять у режим заряджання незалежно від стану кнопки живлення. Перед першим введенням пристрою в експлуатацію рекомендується виконати повний цикл заряджання акумуляторів тривалістю не менше 8 годин без підключення навантаження.

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		32

На задній панелі Powercom RPT-1025AP розташовані основні елементи підключення:

- мережевий кабель живлення;
- чотири вихідні розетки стандарту Schuko із функціями резервного живлення та захисту від перенапруг;
- USB-порт для підключення до персонального комп'ютера;
- роз'єми захисту телефонних або мережевих ліній RJ-11/RJ-45;
- автоматичний запобіжник захисту від перевантаження.

Вихідні розетки забезпечують подачу стабілізованої напруги та автоматичний перехід на живлення від акумуляторних батарей у разі зникнення напруги в електромережі. До них можуть підключатися персональні комп'ютери, монітори, маршрутизатори, комутатори, мережеві сховища даних та інше обладнання, робота якого є критичною під час перебоїв електроживлення.

Після завершення підключення навантаження ДБЖ вмикається натисканням кнопки живлення, розташованої на передній панелі пристрою. Після запуску виконується автоматичне тестування внутрішніх вузлів, акумуляторної батареї та системи керування. У разі успішного завершення самодіагностики пристрій переходить у штатний режим роботи, що підтверджується світлодіодною індикацією та коротким звуковим сигналом.

Для перевірки працездатності системи резервного живлення рекомендується виконати тестове відключення мережевої напруги. При цьому навантаження повинно безперервно продовжувати роботу від акумуляторних батарей без перезавантаження підключеного обладнання.

Передня панель пристрою оснащена рідкокристалічним індикатором і зображена на рисунку 2.4.

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		33



Рисунок 2.4 – Вигляд інтерфейсу дисплею Powercom RPT-1025AP

РК-індикатор забезпечує відображення основних параметрів роботи пристрою в режимі реального часу. Завдяки цьому користувач може оперативно контролювати стан джерела безперебійного живлення без використання додаткового програмного забезпечення.

На дисплеї відображаються такі інформаційні елементи:

1. Індикатор рівня заряду акумуляторної батареї (BATTERY) – розташований у лівій верхній частині дисплея та показує поточний запас енергії акумуляторного блоку.

2. Індикатор рівня навантаження (LOAD) – виконаний у вигляді стовпчикової шкали та відображає відсоток завантаження ДБЖ підключеними споживачами.

3. Цифровий індикатор вихідної напруги (OUTPUT) – відображає значення вихідної напруги, що подається на навантаження. На наведеному рисунку вихідна напруга становить 220 В.

4. Позначення одиниць вимірювання (VAC) – вказує, що напруга відображається у вольтах змінного струму.

5. Піктограма акумуляторного режиму – сигналізує про роботу пристрою від акумуляторних батарей у випадку зникнення або виходу параметрів мережі за допустимі межі.

5. Піктограма аварійного повідомлення або попередження – використовується для інформування користувача про перевантаження, несправність акумулятора, перегрів або інші аварійні стани.

Також можуть засвічуватися інші індикатори, в залежності від режимів роботи пристрою, навантаження і .т.д

Керування пристроєм здійснюється за допомогою кнопки живлення, розташованої під дисплеєм на передній панелі корпусу. Після ввімкнення ДБЖ автоматично виконує самодіагностику основних вузлів і відображає результати перевірки на екрані.

Застосування рідкокристалічного дисплея значно підвищує інформативність пристрою порівняно з моделями, обладнаними лише світлодіодною індикацією, оскільки користувач отримує безпосередні числові значення параметрів роботи джерела безперебійного живлення, рівня навантаження та стану акумуляторних батарей. Це спрощує контроль технічного стану обладнання та дозволяє своєчасно виявляти відхилення в роботі системи електроживлення.

2.4 Опис принципів роботи пристрою

Джерело безперебійного живлення (ДБЖ) Powercom RPT-1025AP побудоване за лінійно-інтерактивною топологією, що передбачає використання силового трансформатора як для стабілізації напруги, так і для перетворення енергії акумуляторної батареї (АКБ) у режимі інвертора. Електрична принципова схема пристрою базується на керуючій платі KB-5150, яка забезпечує моніторинг параметрів мережі, управління комутаційними елементами та захист навантаження.

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		35

Робота ДБЖ Powercom RPT-1025AP базується на перемиканні між режимами стабілізації та інвертування, що чітко відображено на рисунку 2.5.

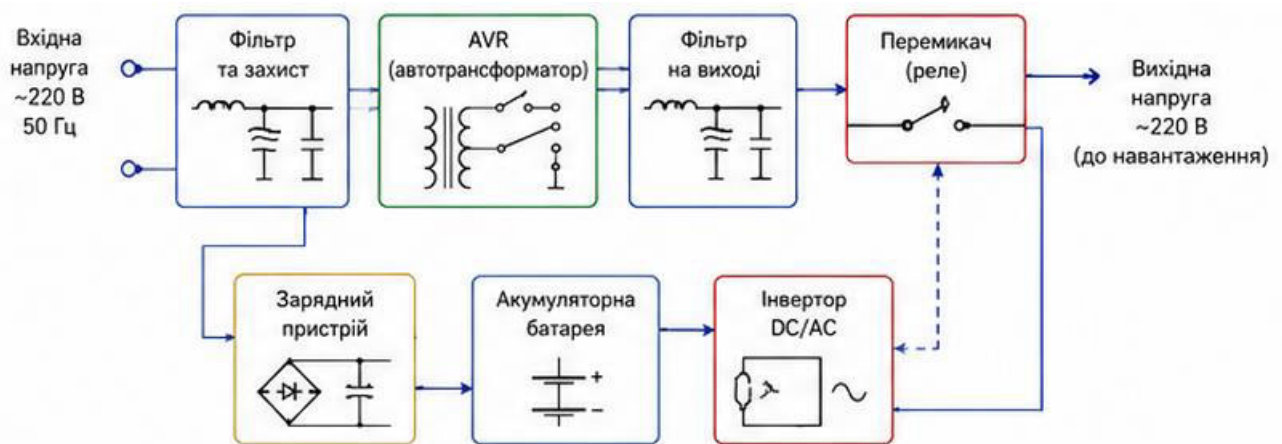


Рисунок 2.5 – Структурна схема пристрою

Режим нормальної роботи (Line Mode): Вхідна напруга ~ 220 В проходить через Фільтр та захист, де придушуються високочастотні перешкоди. Далі напруга надходить на вузол AVR (автотрансформатор). Якщо вхідна напруга стабільна, вона проходить через реле безпосередньо до навантаження. Паралельно працює Зарядний пристрій, який підтримує необхідний рівень заряду акумуляторної батареї.

Режим стабілізації (AVR Boost/Buck): При відхиленні вхідної напруги за межі номіналу (наприклад, просадки або підвищення), мікроконтролер плати KB-5150 активує відповідні реле. Вони перемикають відводи автотрансформатора, підвищуючи або знижуючи напругу до прийнятних для споживача значень, уникаючи при цьому переходу на акумуляторну батарею. Це дозволяє економити ресурс АКБ.

Режим автономної роботи (Battery Mode): При повному зникненні вхідної напруги або виході її за критичні межі, спрацьовує Перемикач (реле), який відключає вхідну мережу і підключає навантаження до виходу Інвертора DC/AC. Інвертор перетворює постійну напругу АКБ у змінну, яка після

фільтрації подається на вихід ДБЖ. Швидкість перемикання реле (до 5 мс) забезпечує безперебійність живлення комп'ютерної техніки.

Плата керування ДБЖ Powercom RPT-1025AP наведена на рисунку 2.6.

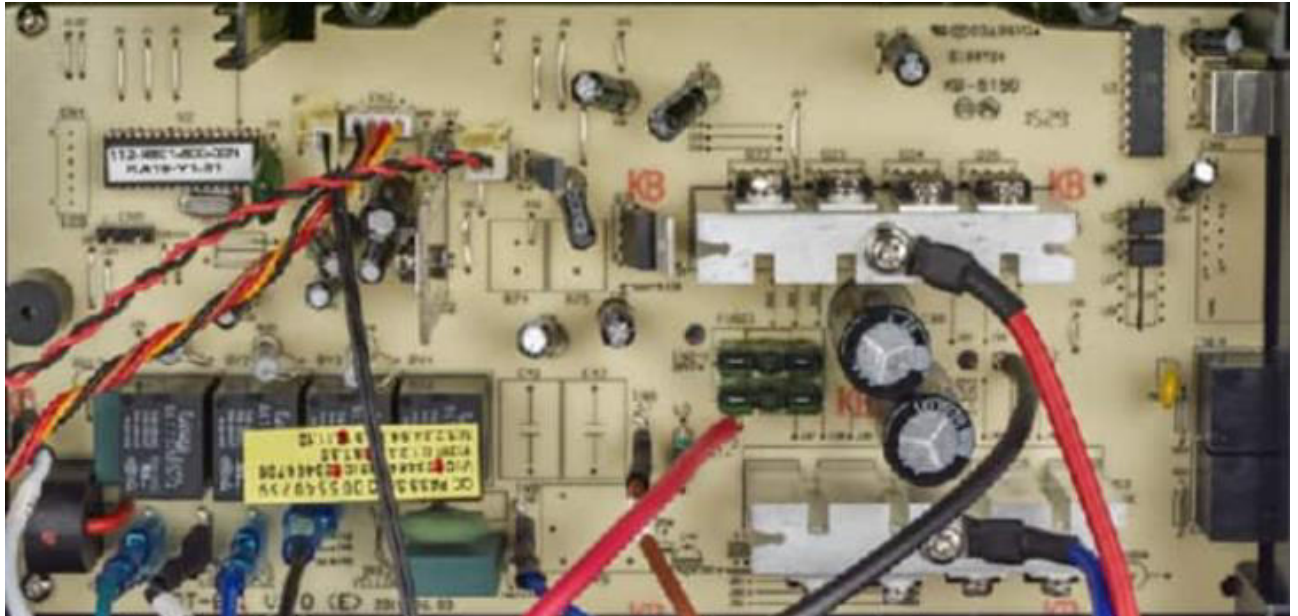


Рисунок 2.6 - Плата керування

Керування ДБЖ Powercom RPT-1025AP здійснюється на базі плати КВ-150. Структурно пристрій реалізований як мікропроцесорна система з використанням дискретних силових елементів. Робота від батареї забезпечується двотактним інвертором на базі потужних польових транзисторів, встановлених на радіаторах охолодження для відведення тепла при максимальних струмах. Синхронізація перемикання реле (AVR та інвертор) здійснюється програмним методом, що дозволяє досягти часу переходу менше 5 мс, забезпечуючи стабільну роботу імпульсних блоків живлення комп'ютерів.

Робота пристрою базується на взаємодії силових ланцюгів та цифрового блоку управління. Структурно схему можна розділити на наступні основні вузли:

1. Вхідний вузол захисту та фільтрації: На вході живлення розташовані варистори та дроселі, що формують ЕМІ-фільтр для захисту навантаження від високочастотних перешкод та імпульсних стрибків напруги в мережі.

2. Блок автоматичного регулювання напруги (AVR): Виконаний на базі силового трансформатора з перемиканими відводами вторинної обмотки. Комутацію здійснюють електромагнітні реле, керовані мікропроцесором, що дозволяє стабілізувати вихідну напругу без переходу на живлення від АКБ.

3. Інверторний каскад (DC/AC): Побудований за двотактною мостовою схемою на потужних N-канальних польових транзисторах (MOSFET). Вони розміщені на алюмінієвих радіаторах для забезпечення належного теплового режиму при роботі під навантаженням.

Алгоритм керування та моніторингу

Центральним елементом схеми є мікроконтролер, який виконує роль центрального процесора (CPU). Він оцифровує вхідні сигнали через резистивні дільники напруги та реалізує наступні алгоритми:

1. Моніторинг: Контролер постійно порівнює вхідну напругу з програмно заданими порогоми.

2. Генерація керуючих сигналів: При зникненні мережі контролер формує ШІМ-сигнал (PWM), який через драйвери керує затворами транзисторів інвертора. Це перетворює постійну напругу 24В (від двох АКБ) у змінну напругу, що подається на трансформатор для підвищення до 220В.

3. Захист: Система постійно контролює споживаний струм через шунт або датчик струму. При перевищенні ліміту понад 110% (перевантаження) або критичному розряді АКБ, контролер примусово вимикає інвертор для запобігання пошкодженню компонентів.

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		38

Калібрування вузлів (Налаштування)

Точність роботи ДБЖ залежить від налаштувань вузлів, які здійснюються через прецизійні підстроювальні резистори, розташовані на платі. Їх призначення наведено в таблиці 2.3:

Таблиця 2.3 – Призначення підстроювальних резисторів

Елемент на платі	Функціональне призначення
VR1	Коригування напруги заряду АКБ (стандарт 14.7 В).
VR2	Встановлення порогу перемикання (нижня межа 165–170 В).
VR3	Регулювання діючого значення вихідної напруги інвертора.
VR4	Калібрування частоти вихідного сигналу (50 Гц).

Для інтеграції з комп'ютером ДБЖ використовує USB-інтерфейс. Гальванічна розв'язка між низьковольтною логікою плати та комп'ютером реалізована за допомогою оптопар, що виключає можливість виходу з ладу USB-порту материнської плати ПК у разі короткого замикання або стрибка напруги в силовій частині ДБЖ.

Схемотехніка пристрою відзначається високим ступенем ремонтпридатності завдяки використанню дискретних силових транзисторів та стандартних електромагнітних реле, які при необхідності підлягають заміні без заміни всієї плати управління. Така конструкція є оптимальною для фахового молодшого бакалавра в контексті вивчення сучасних джерел живлення.

2.5 Діагностика та усунення несправностей ДБЖ

Експлуатація ДБЖ Powercom RPT-1025AP в умовах нестабільної мережі призводить до природного зносу компонентів. Нижче наведено методику обслуговування основних вузлів.

Несправності інвертора

Інверторний каскад є найбільш навантаженим вузлом, що працює лише при живленні від АКБ. Його вихід з ладу зазвичай проявляється відсутністю вихідної напруги або помилкою «Overload» при переході на батарею.

Для діагностики інвертора необхідно від'єднати навантаження, перевести пристрій у режим роботи від АКБ та провести вимірювання напруги на вихідних розетках. При використанні мультиметра важливо враховувати форму сигналу (апроксимована синусоїда): стандартні прилади можуть давати похибку, тому бажано використовувати мультиметри з функцією True RMS. Якщо при справних АКБ виміряне значення близьке до 0 В, це свідчить про пробій силових MOSFET-транзисторів на радіаторах або вихід з ладу їхніх драйверів на платі керування.

Вихід з ладу реле

Електромагнітні реле виконують комутацію обмоток трансформатора для AVR та перемикання ліній живлення. Типова проблема - обгоряння контактної групи через іскріння під час комутації під навантаженням.

Ознакою цієї несправності є характерні клацання реле, що не супроводжуються появою напруги на виході, або самовільне відключення ДБЖ у момент переходу на батарею. Діагностика проводиться шляхом вимірювання перехідного опору контактів реле у знеструмленому стані: опір понад 1–2 Ом вказує на непридатність компонента. Усунення полягає у випаюванні несправного реле та його заміні на аналогічне за номіналом напруги котушки та струмом комутації.

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		40

Помилки стану АКБ ("Battery Low" / "Replace Battery")

Повідомлення про необхідність заміни батареї сигналізує про вичерпання їхнього ресурсу (високий внутрішній опір). Оскільки в цій моделі використовуються дві послідовно з'єднані батареї, їх необхідно замінювати одночасно комплектом.

Алгоритм відновлення працездатності:

1 Фізична заміна: Встановлення нових АКБ однакової ємності та дати випуску.

2 Перевірка контактів: Очищення клем від можливих окислень, оскільки поганий контакт викликає штучне падіння напруги, яке контролер інтерпретує як розряд АКБ.

3 Калібрування: Більшість систем Powerscom скидають помилку після успішного циклу самотестування. Якщо помилка залишається, необхідно підключити ДБЖ до ПК через USB-інтерфейс та використати програмне забезпечення (наприклад, UPSilon 2000 або PowerPanel). Функція «Battery Calibration» змушує контролер провести тестовий розряд під навантаженням, перерахувати ємність нових батарей і автоматично скинути мітку помилки.

Опис алгоритму діагностики несправностей ДБЖ

Для систематизації процесу ремонту та технічного обслуговування розроблено алгоритм діагностики (див. рис. 2.7), що базується на методі послідовного виключення несправних вузлів. Процес розпочинається з базових процедур обслуговування (відключення навантаження та перевірка ємності АКБ) і переходить до поглибленого аналізу компонентів плати керування.

Етапи діагностики:

Початкова ініціалізація та контроль захисту: Першим кроком діагностики є перевірка стану автоматичного вимикача на задній панелі пристрою. Якщо автоматичний вимикач розірвав коло через перевантаження або коротке

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		41

замикання, подальша діагностика вузлів можлива лише після його відновлення та від'єднання навантаження. Це дозволяє усунути хибні спрацювання захисту.

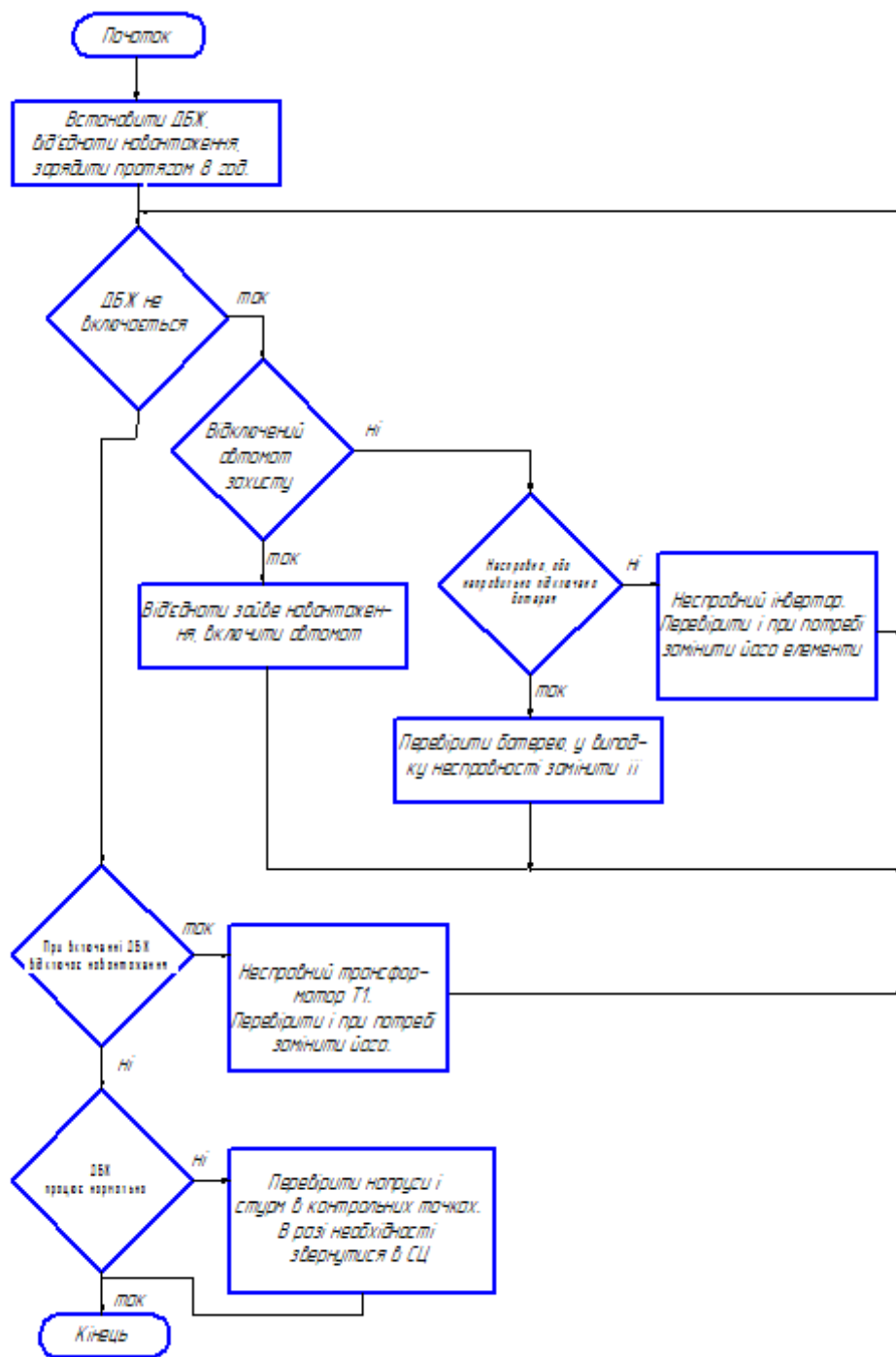


Рисунок 2.7 – Алгоритм пошуку несправностей

Перевірка акумуляторного блоку: Наступним етапом є аналіз джерела живлення постійного струму. У разі несправності ДБЖ (не вмикається або видає сигнал помилки), необхідно перевірити цілісність підключення та виміряти напругу на клеммах АКБ. Якщо напруга нижче номінальної (менше 24 В для двобатарейної системи), батареї підлягають заміні або відновленню заряду.

Аналіз інверторного каскаду: Якщо АКБ справні, але ДБЖ не генерує вихідну напругу в автономному режимі, алгоритм передбачає перевірку силового каскаду інвертора. Діагностика включає візуальний огляд MOSFET-транзисторів на радіаторах на наявність пробоїв та вимірювання сигналів керування на затворах транзисторів спеціалізованими пристроями, які забезпечують необхідні параметри чутливості.

Діагностика силового трансформатора (Т1): Якщо при спробі ввімкнення ДБЖ спостерігається надмірний шум (гудіння) або спрацьовує захист, необхідно перевірити цілісність обмоток силового трансформатора Т1. Аналіз проводиться шляхом вимірювання опору обмоток та контролю вихідних напруг при роботі в режимі стабілізації (AVR).

Фінальний моніторинг параметрів: У разі, якщо вузли інвертора та силовий трансформатор справні, перевірка переноситься на мікропроцесорний блок управління. Проводиться вимірювання напруг у ключових контрольних точках схеми (живлення логіки, опорні напруги АЦП). Якщо відхилення параметрів виходять за межі допуску, необхідна кваліфікована перевірка компонентів плати керування або сервісне обслуговування спеціалізованим обладнанням.

Послідовне виконання наведених етапів діагностики дозволяє локалізувати несправність із мінімальними витратами часу та уникнути необґрунтованої заміни справних компонентів.

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		43

2.5 Огляд спеціалізованого ПЗ

Для забезпечення повноцінного керування та моніторингу параметрів ДБЖ Powercom RPT-1025AP передбачено використання спеціалізованого програмного забезпечення (на прикладі UPSMON Pro). Програмний комплекс підключається до ДБЖ через USB-інтерфейс, забезпечуючи двосторонній зв'язок між пристроєм та операційною системою.

Головне вікно програми (див. рис. 2.8) є інформаційним хабом, який відображає поточні параметри енергомережі в режимі реального часу: напругу та частоту на вході та виході, рівень навантаження пристрою у відсотках, а також стан та ємність акумуляторної батареї. Використання графічних індикаторів «Power Source», «Battery Capacity» та «Load Level» дозволяє оператору миттєво оцінити працездатність системи.

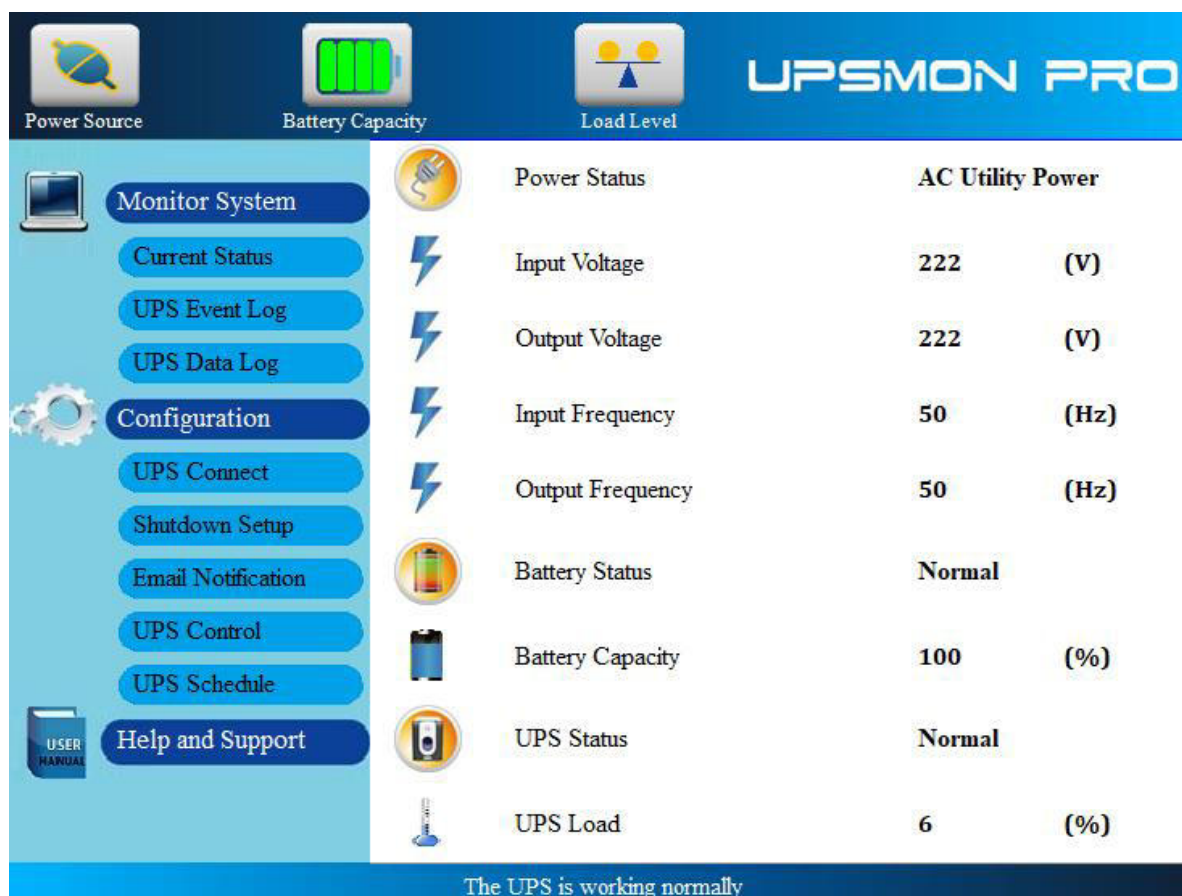


Рисунок 2.8 - Головне вікно моніторингу (UPS Status)

Окрім візуального моніторингу, ПЗ володіє розвиненими функціями аналітики та захисту. Система автоматично веде детальний журнал подій (Event Log) та логів даних (Data Log), у яких фіксується кожна зміна режиму роботи, стрибки напруги або помилки, що дозволяє проводити ретроспективний аналіз якості електропостачання. Важливою функцією є можливість налаштування системи сповіщень: при виникненні критичних подій, таких як перехід на живлення від батареї або низький заряд АКБ, програма може надсилати автоматичні повідомлення на електронну пошту адміністратора, що дозволяє оперативно реагувати на аварійні ситуації навіть за відсутності користувача на місці.

ПЗ також забезпечує функцію безпечного завершення роботи (Shutdown Setup), що є критично важливим для захисту даних. При тривалому зникненні електроживлення програма ініціює коректне закриття всіх програм та вимкнення операційної системи до повного розряду АКБ. Завдяки гальванічній розв'язці USB-інтерфейсу, ПЗ гарантує стабільний моніторинг без ризику впливу на роботу материнської плати комп'ютера. Таким чином, програмний комплекс перетворює автономний пристрій захисту на інтелектуальну систему управління живленням, здатну не лише захистити апаратну частину, а й зберегти цілісність інформаційних ресурсів.

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		45

3 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Метою економічної частини кваліфікаційної роботи є здійснення економічних розрахунків, спрямованих на визначення економічної ефективності розробки проекту технічного обслуговування ДБЖ Powercom RPT-1025AP і прийняття рішення про його подальше впровадження та використання. Розрахунок вартості НДР виконується в декілька етапів:

- описати технологічний процес розробки із зазначенням трудомісткості кожної операції;
- визначити суму витрат на оплату праці основного і допоміжного персоналу, включаючи відрахування на соціальні заходи;
- визначити суму матеріальних затрат;
- обчислити витрати на електроенергію для науково-виробничих цілей;
- розрахувати транспортні витрати;
- нарахувати суму амортизаційних відрахувань;
- визначити суму накладних витрат;
- скласти кошторис та визначити собівартість НДР;
- розрахувати ціну НДР;
- визначити економічну ефективність та термін окупності продукту;
- зробити висновок про доцільність розробки проекту щодо обслуговування даного пристрою.

3.1 Визначення стадій технологічного процесу та загальної тривалості проведення НДР

Для визначення загальної тривалості проведення НДР доцільно дані витрат часу по окремих операціях технологічного процесу звести у таблицю 3.1.

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		46

Таблиця 3.1 - Середній час виконання НДР та стадії (операції) технологічного процесу.

№ п/п	Назва операції (стадії)	Виконавець	Середній час виконання операції, год.
1.	Прийом, зовнішній огляд та вхідна діагностика	інженер	0,5
2.	Розбирання, чистка, тестування/заміна АКБ	технік	0,5
3.	Ремонт (заміна компонентів) та калібрування	технік	2,5
6.	Складання та вихідне тестування (навантажувальний тест)	технік	0,5
Разом			4

Сумарний час виконання операцій технологічного процесу обслуговування пристрою становить 4 години, з них 0,5 годин - робота інженера, 3,5 години - техніка.

3.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи

Відповідно до Закону України “Про оплату праці” заробітна плата – це “винагорода, обчислена, як правило, у грошовому виразі, яку власник або уповноважений ним орган виплачує працівникові за виконану ним роботу”.

Розмір заробітної плати залежить від складності та умов виконуваної роботи, професійно-ділових якостей працівника, результатів його праці та господарської діяльності підприємства.

Основна заробітна плата розраховується за формулою 3.1:

$$Z_{осн.} = T_c \cdot K_z, \quad (3.1)$$

де T_c – тарифна ставка, грн.;

K_z – кількість відпрацьованих годин.

Виходячи з рекомендованих тарифних ставок встановимо погодинну ставку для інженера – 70 грн./год. та для техніка - 50 грн./год.

Отже, основна заробітна плата для:

- інженера $Z_{осн1} = 260 \cdot 0,5 = 130$ грн.

- техніка $Z_{осн3} = 210 \cdot 3,5 = 735$ грн.

Сумарна основна заробітна плата становить

$$Z_{осн} = 130 + 735 = 865 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата становить 10–15 % від суми основної заробітної плати.

$$Z_{дод.} = Z_{осн.} \cdot K_{додл.}, \quad (3.2)$$

де $K_{додл.}$ – коефіцієнт додаткових виплат працівникам, 0,1–0,15.

Отже, додаткова заробітна плата по категоріях працівників становить:

- інженера $Z_{дод1} = 130 \cdot 0,12 = 15,6$ грн.

- техніка $Z_{дод3} = 735 \cdot 0,12 = 88,2$ грн.

Загальна додаткова заробітна плата становить:

$$Z_{дод} = 15,6 + 88,2 = 103,8 \text{ грн.}$$

Звідси загальні витрати на оплату праці ($V_{о.п.}$) визначаються за формулою:

$$V_{о.п.} = Z_{осн.} + Z_{дод} \quad (3.3)$$

Отже, загальні витрати на оплату праці становлять:

$$V_{о.п.} = 865 + 103,8 = 968,8 \text{ грн.}$$

Крім того, слід визначити відрахування на соціальні заходи:

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		48

- єдиний соціальний внесок -22 %;

Отже, сума відрахувань на соціальні заходи буде становити:

$$B_{c.з.} = \text{ФОП} \cdot 0,22, \quad (3.4)$$

де *ФОП* – фонд оплати праці, грн.

$$B_{c.з.} = 968,8 \cdot 0,22 = 213,4 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки витрат на оплату праці зведемо у таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 - Зведені розрахунки витрат на оплату праці

№ п/п	Категорія працівників	Основна заробітна плата, грн.			Додатк. заробітна плата, грн.	Нарах. на ФОП, грн.	Всього витрати на оплату праці, грн.
		Тарифна ставка, грн.	К-сть відпра ц. год.	Фактично нарах. з/пл., грн.			
1	Інженер	260	0,5	130	15,6	-	-
2	Технік	210	3,5	735	88,2	-	-
Разом				865	103,8	213,14	1 181,94

Отже, загальні витрати на оплату праці становлять 1181,94 грн.

3.3 Розрахунок матеріальних витрат

Матеріальні витрати визначаються за формулою:

$$M_{Bi} = q_i \cdot p_i, \quad (3.5)$$

де q_i – кількість витраченого матеріалу і-го виду;

p_i – ціна матеріалу i -го виду.

Звідси, загальні матеріальні витрати можна визначити:

$$Z_{м.в.} = \sum M_{Vi} \cdot p_i \quad (3.6)$$

Таблиця 3.3 - Зведені розрахунки матеріальних витрат

п/п	Найменування матеріальних ресурсів	Од. виміру	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
1	Батарея до ДБЖ Ritar AGM RT1270, 12V-7Ah	шт.	2	540	1080
Р а з о м				-	1080

Отже, загальна сума матеріальних витрат на обслуговування ДБЖ становить 1080 грн., згідно даних наведених в таблиці 3.3

3.4 Розрахунок витрат на електроенергію

Затрати на електроенергію 1-ці обладнання визначаються за формулою:

$$Z_e = W \cdot T \cdot S, \quad (3.7)$$

де W – необхідна потужність, кВт;

T – кількість годин роботи обладнання;

S – вартість кіловат-години електроенергії.

Електроенергія при обслуговуванні даного присторою використовується на всіх етапах (див. табл. 3.1), сумарний час проекту технічного обслуговування складає 4 години. При цьому комп'ютер споживає 0,3 кВт/год., а також інше обладнання 0,2 кВт/год. Сумарна споживана потужність 0,5 кВт/год.

Вартість 1 кВт/год. становить 15,94 грн.

Тому:

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		50

$$З_е=0,5*4*15,94= 31,88 \text{ грн.}$$

3.5 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань

Характерною особливістю застосування основних фондів в процесі виробництва є їх відновлення. Для відновлення засобів праці у натуральному виразі необхідне їх відшкодування у вартісній формі, яке здійснюється шляхом амортизації. Амортизація – це процес перенесення вартості основних фондів на вартість новоствореної продукції з метою їх повного відновлення. Комп'ютери та оргтехніка належать до четвертої групи основних фондів.

Для визначення амортизаційних відрахувань застосовуємо формулу:

$$A = \frac{B_B \cdot H_A}{100\%}, \quad (3.8)$$

де A – амортизаційні відрахування за звітний період, грн.;

B_B – балансова вартість групи основних фондів на початок звітного періоду, грн.;

H_A – норма амортизації, %.

Оскільки для обслуговування використовується один ПК, вартість якого становить 15 тис. грн. та спеціальне обладнання вартістю 10 тис. грн., що працює 3,5год., то амортизаційні відрахування становлять:

$$A = \frac{25000}{150} \cdot 0,04 \cdot 3,5 = 23,34 \text{ грн.}$$

3.6 Обчислення накладних витрат

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням виробництва, утриманням апарату управління підприємства (фірми) та створення необхідних умов праці.

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		51

В залежності від організаційно-правової форми діяльності господарюючого суб'єкта, накладні витрати можуть становити 20–60 % від суми основної та додаткової заробітної плати працівників.

$$H_{\text{в}} = B_{\text{о.п.}} \cdot 0,2 \dots 0,6, \quad (3.9)$$

де $H_{\text{в}}$ – накладні витрати.

$$H_{\text{в}} = 968,8 \cdot 0,3 = 290,64 \text{ грн.}$$

3.7 Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР

Результати проведених вище розрахунків зведемо у таблиці 3.4

Таблиця 3.4 - Кошторис витрат на НДР

Зміст витрат	Сума, грн.	В % до загальної суми
Витрати на оплату праці (основну і додаткову заробітну плату)	968,8	37,15
Відрахування на соціальні заходи	213,14	8,17
Матеріальні витрати	1080,00	41,41
Витрати на електроенергію	31,88	1,22
Амортизаційні відрахування	23,34	0,9
Накладні витрати	290,64	11,15
Собівартість	2607,80	100

Собівартість ($C_{\text{в}}$) НДР розраховуємо за формулою:

$$C_B = B_{o.l.} + B_{c.z.} + Z_{m.g.} + Z_e + T_e + A + H_e \cdot \quad (3.10)$$

Отже, собівартість дорівнює $C_B = 2607,80$ грн.

3.8 Розрахунок ціни НДР

Ціну НДР можна визначити за формулою:

$$Ц = \frac{C_B \cdot (1 + P_{рен.}) + K \cdot B_{i.i.}}{K} \cdot (1 + ПДВ), \quad (3.11)$$

де $P_{рен.}$ – рівень рентабельності;

K – кількість замовлень, од.;

$B_{i.i.}$ – вартість носія інформації, грн.;

$ПДВ$ – ставка податку на додану вартість, (20 %).

$$Ц = 2607,80 \cdot (1 + 0,2) \cdot (1 + 0,2) = 3755,23 \text{ грн.}$$

3.9 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень

Ефективність виробництва – це узагальнене і повне відображення кінцевих результатів використання робочої сили, засобів та предметів праці на підприємстві за певний проміжок часу.

Для визначення ефективності продукту розраховують чисту теперішню вартість (ЧТВ) і термін окупності (T_{OK}).

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		53

$$ЧТВ = -K_B + \sum_{i=1}^t \frac{\Gamma_B}{(1+i)^i} \geq, \quad (3.12)$$

де K_B – затрати на проект;

Γ_B – грошовий потік за t -ий рік;

t - відповідний рік проекту;

i – величина дисконтної ставки (10-15%).

$$ЧТВ = -1097,34 + \frac{614,51}{1+0,1} + \frac{614,51}{(1+0,1)^2} + \frac{614,51}{(1+0,1)^3} = 430,86 \text{ грн.}$$

Якщо $ЧТВ \geq 0$, то проект може бути рекомендований до впровадження.

Термін окупності визначається за формулою:

$$T_{ок} = T_{пв} + \frac{H_B}{\Gamma_{пр}} \quad (3.13)$$

де $T_{пв}$ – період до повного відшкодування витрат, років;

H_B – невідшкодовані витрати на початок року, грн.;

$\Gamma_{пр}$ – грошовий потік на початку року, грн..

$$T_{ок} = 2 + \frac{30,84}{614,51} = 2,1$$

Всі дані внесемо в зведену таблицю 3.5 техніко-економічних показників.

Таблиця 3.5- Економічні показники НДР

№ п/п	Показник	Значення
1.	Собівартість, грн.	2607,80 грн.
2.	Плановий прибуток, грн.	521,56 грн.
3.	Ціна, грн.	3755,23 грн.
4.	Чиста теперішня вартість	430,86
5.	Термін окупності, рік	2,1

Розрахункова ціна технічного обслуговування ДБЖ Powerscom RPT-1025AP для споживача становить 3755,23 грн. Ця ціна включає повну собівартість робіт, рівень рентабельності у 20% для забезпечення розвитку сервісного центру, а також податок на додану вартість (20%). Встановлена ціна є конкурентоспроможною, оскільки вона нижча за ринкову вартість нового пристрою, що підтверджує економічну доцільність виконання робіт.

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		55

4. ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

В сучасних умовах стрімкого розвитку електронної промисловості та масового впровадження інтелектуальних систем живлення, питання забезпечення належного рівня охорони праці набувають стратегічного значення. Ефективне функціонування сервісних підприємств неможливе без створення безпечних умов праці, що мінімізують ризики для життя та здоров'я персоналу.

Процес технічного обслуговування та ремонту джерел безперебійного живлення (ДБЖ) передбачає роботу з електрообладнанням, що характеризується підвищеною небезпекою, зокрема наявністю накопиченої енергії у високоємних акумуляторних батареях та високовольтних компонентах схеми. Відтак, організація робочого процесу в сервісному центрі має базуватися на принципах запобігання виробничому травматизму, мінімізації впливу шкідливих виробничих факторів та забезпеченні готовності персоналу до адекватного реагування в умовах можливих аварійних ситуацій. У даному розділі розглянуто ключові аспекти забезпечення безпеки праці під час діагностики та технічного відновлення обладнання, що є невід'ємною складовою професійної культури сучасного фахівця.

4.1 Обґрунтування системи безпечних методів виконання робіт з технічного обслуговування ДБЖ

Безпека праці при обслуговуванні джерел безперебійного живлення (ДБЖ) базується на комплексному аналізі потенційних небезпек та впровадженні багаторівневої системи захисту. Робота з обладнанням, що накопичує енергію, вимагає суворого дотримання алгоритмів, що нівелюють ризики електротравматизму, хімічного впливу та термічних уражень.

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		56

Аналіз виробничих ризиків

Ключова небезпека при ремонті ДБЖ полягає в наявності прихованих джерел електричної енергії. Навіть після відключення пристрою від промислової мережі 220В, у внутрішньому контурі зберігаються ризики:

Високовольтні конденсатори фільтра: Здатні утримувати електричний заряд напругою 300–400В постійного струму протягом тривалого часу.

Акумуляторні батареї (АКБ): При короткому замиканні клем АКБ здатні видати струм силою у сотні ампер, що призводить до миттєвого розплавлення металу інструментів, вибухового виділення водню та отримання важких опіків.

Електроліт: У разі порушення герметичності корпусу свинцево-кислотних батарей існує ризик хімічних опіків шкіри та слизових оболонок.

Система організаційно-технічних заходів

Для мінімізації зазначених ризиків впроваджується система безпечних методів, що включає три етапи:

1. Етап підготовки до робіт: Перед початком діагностики працівник зобов'язаний переконатися у відсутності напруги. Алгоритм передбачає:

Примусове відключення вхідного кабелю живлення від розетки.

Фізичне від'єднання клем акумуляторної батареї.

Примусовий розряд силових конденсаторів за допомогою спеціального розрядного пристрою (резистора) під контролем вольтметра. Роботу слід вважати небезпечною до моменту, поки напруга на конденсаторах не впаде нижче 24В.

2. Етап безпосереднього технічного обслуговування: Використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) є обов'язковим:

Діелектричні рукавички повинні застосовуватися при первинній діагностиці під напругою.

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		57

Інструмент (викрутки, плоскогубці) має бути сертифікований для роботи під напругою до 1000В, що підтверджується відповідним маркуванням та цілісністю ізоляційного покриття.

Обов'язковим є використання антистатичних браслетів для захисту чутливих мікросхем плати управління, що одночасно запобігає виникненню неконтрольованих іскрових розрядів.

3. Вимоги до ергономіки та протипожежного захисту: Робоча зона повинна бути обладнана антистатичним покриттям та місцевою витяжною вентиляцією. Остання критично важлива під час паяльних робіт для відводу аерозолів свинцю та продуктів горіння флюсів, які негативно впливають на дихальні шляхи інженера. Для мінімізації ризику пожежі, при тестуванні ДБЖ під навантаженням, пристрій слід розміщувати на негорючій поверхні, а поруч необхідно встановити вуглекислотний вогнегасник (клас В), оскільки використання пінних або порошкових вогнегасників може призвести до остаточного виходу електроніки з ладу або короткого замикання.

Моніторинг та психофізіологічний стан

Ефективність системи безпеки залежить від концентрації уваги. Забороняється виконання робіт у стані перевтоми або при зниженні рівня освітленості робочого місця нижче 300 лк. У разі виникнення позаштатної ситуації (наприклад, пошкодження корпусу АКБ) інженер повинен діяти згідно з інструкцією з ліквідації аварійних ситуацій: негайно припинити роботи, ізолювати небезпечну зону та повідомити керівника робіт.

Таким чином, впровадження запропонованої системи методів, яка поєднує технічні засоби контролю напруги, використання спеціалізованого діелектричного інструменту та суворої послідовності операцій з акумуляторами, дозволяє звести до мінімуму ймовірність виробничого травматизму та забезпечити високу якість технічного обслуговування ДБЖ.

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		58

4.2 Методологічні основи пожежної безпеки при експлуатації резервних джерел живлення великої ємності

Пожежна безпека при експлуатації джерел безперебійного живлення (ДБЖ) великої ємності є критичним аспектом, оскільки дані пристрої поєднують у собі значні обсяги електричної енергії та хімічно активні речовини акумуляторних батарей. Методологія забезпечення пожежної безпеки базується на системному підході, що включає профілактику виникнення займань, своєчасне виявлення факторів пожежі та мінімізацію збитків через оперативне реагування.

Фізико-хімічні передумови пожежної небезпеки

Основним чинником пожежної небезпеки систем резервного живлення є свинцево-кислотні акумулятори (AGM/GEL), які при неправильній експлуатації (перезаряд, сульфатація, механічне пошкодження сепараторів) можуть призвести до «термічного розгону» (thermal runaway).

Методологія запобігання пожежі базується на контролі трьох головних параметрів:

Температурний режим: Акумулятори виділяють тепло при заряді. Якщо система вентиляції або охолодження не забезпечує відведення тепла, температура всередині корпусу АКБ різко зростає, що призводить до руйнування електроліту та займання корпусу.

Газовиділення: У процесі деградації АКБ можливе виділення водню, який у суміші з киснем утворює вибухонебезпечну суміш.

Електричні перевантаження: Несправність інвертора або системи контролю заряду призводить до коротких замикань, які створюють локальні зони надвисоких температур.

Системні заходи забезпечення безпеки

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		59

Методологія захисту об'єкта експлуатації включає технічні та організаційні рівні.

1. Технічний рівень захисту:

Системи автоматичного контролю (BMS): Для ДБЖ великої ємності обов'язковим є використання систем моніторингу, які в реальному часі відстежують напругу на кожному елементі та температуру батарейного блоку. При виході параметрів за межі норми система повинна автоматично відключати ланцюг.

Вентиляція: Робоче приміщення повинно бути обладнане припливно-втяжною вентиляцією, розрахованою на кратність обміну повітря, що виключає накопичення вибухонебезпечних концентрацій газів.

Захисна автоматика: Використання швидких автоматичних вимикачів та запобіжників постійного струму (DC-fuse), які розраховані на розрив дуги великої потужності при короткому замиканні.

2. Організаційний рівень захисту:

Планово-попереджувальні роботи (ППР): Методологія передбачає регулярну інспекцію (не рідше 1 разу на квартал) стану контактних з'єднань. Послаблені контакти є "гарячими точками", які часто стають ініціаторами пожеж.

Термографія: Використання інфрачервоних тепловізорів для виявлення зон локального перегріву обладнання під час тестових навантажень.

Алгоритм дій при виникненні небезпеки

Методологія реагування базується на принципі ізоляції та придушення:

Знеструмлення: У разі появи диму чи специфічного запаху (ацетоновий, кислий) першочерговою дією є повне відключення системи від мережі 220В та розрив силового ланцюга АКБ (якщо це безпечно для персоналу).

Засоби гасіння: Категорично заборонено використовувати воду для гасіння електроустановок під напругою. Для локалізації займання ДБЖ

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		60

використовуються вуглекислотні (ВВК) або порошкові вогнегасники, що забезпечують гасіння без пошкодження цілісності інших пристроїв.

Евакуація диму: При виникненні загоряння в батарейному відсіку необхідно негайно активувати протипожежну вентиляцію, оскільки продукти горіння АКБ є високотоксичними.

Вимоги до приміщень

Приміщення, де експлуатуються ДБЖ великої ємності, повинні відповідати вимогам пожежної безпеки для приміщень категорії "В" (пожежонебезпечні). Стіни та перекриття мають бути виконані з негорючих матеріалів, а шлях евакуації повинен бути вільним від сторонніх предметів. Робоча зона обов'язково забезпечується первинними засобами пожежогасіння з розрахунку: 1 вогнегасник на кожні 25 м² площі, але не менше двох на приміщення.

Таким чином, методологія пожежної безпеки при експлуатації ДБЖ є інтегрованою системою, яка переходить від пасивного захисту (негорючі матеріали, вогнегасники) до активного моніторингу (системи BMS, тепловізійний контроль). Це дозволяє не лише ліквідувати наслідки аварій, а й своєчасно виявляти передвісники пожежі, забезпечуючи стабільну роботу системи резервного живлення протягом усього терміну експлуатації.

4.3 Хімічна небезпека та правила поводження зі свинцево-кислотними акумуляторними батареями при їх заміні

Свинцево-кислотні акумуляторні батареї (АКБ), які використовуються в ДБЖ, належать до категорії небезпечних вантажів та речовин. Хоча сучасні AGM (Absorbent Glass Mat) та GEL-технології є герметичними, вони містять концентровану сірчану кислоту (H_2SO_4) та свинець, що створює

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		61

специфічні хімічні та екологічні ризики при порушенні цілісності корпусів або неправильному поводженні під час заміни.

Характеристика хімічних небезпек

Сірчана кислота: У разі пошкодження корпусу батареї електроліт може викликати важкі хімічні опіки шкіри, ураження слизових оболонок очей та дихальних шляхів. Пари сірчаної кислоти при нагріванні є надзвичайно корозійними та токсичними.

Виділення водню: При протіканні електрохімічних процесів (особливо при перезаряді) всередині АКБ може відбуватися електроліз води з виділенням водню. Навіть при герметичному виконанні клапанної системи, критичні режими експлуатації можуть призвести до виходу газів назовні.

Токсичність свинцю: Свинець та його сполуки є високотоксичними важкими металами. Потрапляння часток свинцю в організм при контакті з пошкодженими пластинами батареї призводить до кумулятивного отруєння, що вражає нервову систему.

Правила безпечного поводження при заміні

Процес заміни АКБ вимагає суворого дотримання протоколу для запобігання хімічному забрудненню:

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ): Працівник повинен використовувати захисні окуляри (для захисту очей від бризок електроліту), нітрилові або неопренові рукавички, стійкі до впливу кислот, та спецодяг, який закриває відкриті ділянки тіла.

Контроль цілісності: Перед встановленням нових АКБ та при вилученні старих обов'язково проводиться візуальний огляд на предмет протікань, роздуття корпусу або мікротріщин. Якщо виявлено "білий наліт" (сульфатація) або сліди витікання - контакт з такими елементами без додаткових засобів захисту заборонено.

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		62

Інструментальна безпека: Під час заміни важливо уникати використання металевого інструменту без ізоляції, оскільки випадкове коротке замикання між клемми може розігріти метал до критичних температур, що викличе термічну деформацію корпусу та викид кислоти.

Алгоритм дій при хімічному контакті

У разі пошкодження АКБ та витоку електроліту необхідно діяти негайно:

Нейтралізація: Місце пролиття електроліту слід обробити розчином харчової соди (бікарбонату натрію), який нейтралізує кислоту. При цьому відбувається хімічна реакція з виділенням вуглекислого газу, тому приміщення має інтенсивно провітрюватися.

Перша допомога: Якщо електроліт потрапив на шкіру - промивати уражену ділянку проточною водою протягом не менше 15 хвилин. При потраплянні в очі - негайно звернутися за медичною допомогою.

Утилізація: Відпрацьовані АКБ є небезпечними відходами. Їх заборонено викидати у загальний смітник. Вони повинні накопичуватися в герметичних пластикових контейнерах і передаватися спеціалізованим ліцензованим підприємствам для вторинної переробки свинцю та утилізації кислоти.

Вимоги до місця зберігання

АКБ повинні зберігатися в прохолодному, сухому приміщенні, захищеному від прямих сонячних променів та джерел тепла. Важливо дотримуватися принципу "захищених контактів" - клеми АКБ при транспортуванні або зберіганні повинні бути закриті діелектричними ковпачками для запобігання випадковому короткому замиканню.

Дотримання цих правил мінімізує ризики хімічного травматизму та гарантує, що процес заміни джерел енергії залишиться безпечним як для інженера, так і для навколишнього середовища. Це підкреслює високу культуру технічного обслуговування, яка є стандартом для сучасних сервісних центрів.

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		63

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі проведено комплексний аналіз функціонування джерел безперебійного живлення (ДБЖ) та розроблено практичні рекомендації щодо їх технічного обслуговування на прикладі лінійно-інтерактивної моделі Powercom RPT-1025AP.

У першому розділі досліджено актуальність проблеми якості електроенергії в сучасних мережах та обґрунтовано доцільність застосування ДБЖ для захисту критично важливого обладнання. Проведений порівняльний аналіз топологій дозволив визначити переваги лінійно-інтерактивних систем для забезпечення стабільної роботи персональних комп'ютерів.

У другому (спеціальному) розділі здійснено детальний інженерний аналіз ДБЖ Powercom RPT-1025AP. Практичним результатом розділу стало створення алгоритму діагностики несправностей та таблиці взаємозамінності радіоелементів, характерних для цієї моделі. Розроблено рекомендації щодо заміни акумуляторних батарей (2×12В 7Ah) та налаштування параметрів пристрою для забезпечення оптимального часу автономної роботи.

В економічній частині роботи проведено розрахунок собівартості послуги з технічного обслуговування ДБЖ Powercom RPT-1025AP, яка склала 2 607,80 грн. Аналіз показав, що запропонована ціна послуги (3 755,23 грн) є конкурентоспроможною, а економія для споживача порівняно з придбанням нового пристрою (середня вартість якого становить 4 800 грн) складає понад 1 000 грн, що підтверджує високу економічну ефективність відновлення ресурсу ДБЖ.

У розділі з охорони праці та безпеки життєдіяльності розроблено систему безпечних методів виконання робіт. Сформульовано специфічні вимоги щодо поводження з внутрішніми акумуляторними блоками та високовольтними компонентами саме для моделі Powercom RPT-1025AP, що мінімізує ризики електротравматизму та хімічного забруднення при заміні АКБ.

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		64

Таким чином, поставлені у роботі завдання виконані в повному обсязі. Розроблені інженерні рішення та економічне обґрунтування можуть бути впроваджені в діяльність сервісних центрів для підвищення ефективності обслуговування джерел безперебійного живлення серії Powercom RPT.

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		65

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Войцицький А.П. Електроніка і мікросхемотехніка: навч. посібник. 2-ге вид. – Київ: Гельветика, 2018. – 304 с.
2. Охорона праці в галузі електроніки та електротехніки: підручник / за ред. В.В. Березуцького. – Харків: НТУ «ХП», 2021. – 280 с.
3. Кашкаров А.П. Імпульсні джерела живлення: схемотехніка та діагностика. – Київ: ВК «Пресс», 2017. – 284 с.
4. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи здобувачами освітнього ступеня «бакалавр» зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія». – [ВНЗ/Кафедра], 2025.
5. Нормативно-правові акти з охорони праці: Збірник чинних інструкцій та правил (НПАОП). – Офіційне видання, 2023.
6. Схемотехніка електронних систем: підручник / В.І. Бойко, А.М. Гуржій та ін. – 4-те вид., допов. – Київ: Вища школа, 2017. – 366 с.
7. Powercom RPT Series: User Manual. Official documentation. URL: https://www.pcm.ru/support/doc/RPT_Series_Manual.pdf (дата звернення: 05.06.2026).
8. Line-Interactive UPS Topology Principles. Schneider Electric/Powercom technical documentation. URL: <https://www.se.com/ww/en/faqs/FA157448/> (дата звернення: 06.06.2026).
9. Guidelines for Lead-Acid Battery Maintenance in UPS Systems. IEEE Standard 1188-2020. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9247167> (дата звернення: 06.06.2026).
10. Технічне обслуговування ДБЖ: Практичний посібник сервісного інженера. URL: <https://power-solutions.com.ua/article/maintenance-ups/> (дата звернення: 07.06.2026).

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		66

11. Типові несправності систем безперебійного живлення лінійно-інтерактивного типу. URL: <https://ups-service.com.ua/diagnostika-pvh/> (дата звернення: 07.06.2026).
12. Стандарти безпеки при роботі з акумуляторними батареями великої ємності. URL: <https://www.battery-safety-standards.org/lead-acid/> (дата звернення: 08.06.2026).

					2026.КВР.123.418.12.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		67

ДОДАТКИ

Додаток А. Типові несправності та способи їх усунення

Таблиця А1 - Причини та методи усунення несправностей

Прояв дефекту	Ймовірна причина	Метод пошуку та усунення дефекту
1	2	3
ДБЖ не вмикається, дисплей не світиться	Відсутня мережева напруга або пошкоджений мережевий шнур	Перевірити наявність напруги в розетці, цілісність кабелю живлення та стан вилки
	Спрацював вхідний захист після перенапруги	Перевірити стан варисторів, запобіжника та елементів ЕМІ-фільтра
	Несправне джерело живлення плати керування	Перевірити напруги живлення мікроконтролера та LCD-дисплея
ДБЖ не вмикається від кнопки живлення	Несправна кнопка керування	Перевірити кнопку та її з'єднання з платою керування
	Несправна плата керування	Перевірити напруги живлення контролера та наявність сигналів керування
LCD-дисплей не працює або відображає неповну інформацію	Пошкодження шлейфа дисплея	Перевірити контакти та надійність підключення
	Несправність LCD-модуля	Виконати заміну дисплея або плати індикації
ДБЖ працює від мережі, але не переходить на батарею під час відключення електроенергії	Відсутній контакт з акумуляторами	Перевірити клеми, з'єднувальні дроти та роз'єми батарейного відсіку
	Несправні акумуляторні батареї	Виміряти напругу кожного акумулятора окремо та під навантаженням
	Несправність силового інвертора	Перевірити силові MOSFET-транзистори та драйвери керування
ДБЖ миттєво вимикається після переходу на батарею	Один із акумуляторів має критичну втрату ємності	Виконати контрольний розряд батарей
	Несправний інвертор	Перевірити вихідну напругу інвертора та стан силових ключів

\

Продовження таблиці А1

1	2	3
ДБЖ постійно працює від батареї навіть при наявності мережі	Знижена або завищена мережева напруга	Виміряти параметри мережі живлення
	Несправний вузол контролю вхідної напруги	Перевірити вимірювальні ланцюги плати керування
	Несправність AVR-трансформатора або реле AVR	Перевірити цілісність обмоток та контакти реле
Часто відбувається перемикання між мережею та батареєю	Нестабільна вхідна напруга	Контролювати параметри мережі протягом тривалого часу
	Підгоріли контакти реле AVR	Перевірити реле та за необхідності замінити
На дисплеї відображається перевантаження	Потужність навантаження перевищує допустиму	Відключити частину споживачів
	Несправний датчик струму	Перевірити коло вимірювання навантаження
ДБЖ подає безперервний звуковий сигнал	Перевантаження виходу	Зменшити навантаження
	Глибокий розряд батарей	Виконати повний цикл заряджання
	Виявлена внутрішня несправність	Перевірити код помилки та провести діагностику вузлів
Акумулятори не заряджаються	Несправний зарядний пристрій	Перевірити вихідну напругу зарядного вузла
	Пошкодження випрямляча зарядного кола	Перевірити діоди та фільтруючі конденсатори
	Втрата ємності акумуляторів	Замінити комплект батарей
Заряд батарей відбувається дуже повільно	Підвищений внутрішній опір акумуляторів	Перевірити батареї тестовим навантаженням
	Занижена напруга заряджання	Перевірити роботу зарядного пристрою
Малий час автономної роботи	Старіння акумуляторів	Виконати тест ємності батарей
	Одне з двох джерел живлення має меншу ємність	Замінити обидві батареї комплектом
	Перевантаження ДБЖ	Зменшити потужність навантаження
Корпус ДБЖ надмірно нагрівається	Тривала робота з великим навантаженням	Перевірити відповідність навантаження номінальній потужності
	Недостатня вентиляція	Очистити вентиляційні отвори від пилу

Продовження таблиці А1

1	2	3
Під час роботи від батареї напруга на виході відсутня	Несправний інвертор	Перевірити силові транзистори та трансформатор інвертора
	Спрацював захист інвертора	Встановити причину перевантаження
ДБЖ не забезпечує стабілізацію напруги	Несправність AVR-трансформатора	Перевірити обмотки та точки перемикання
	Несправне реле перемикання відводів	Перевірити опір котушок та стан контактів
Після заміни акумуляторів ДБЖ не запускається	Переплутана полярність підключення	Перевірити правильність підключення батарей
	Встановлено батареї невідповідної ємності або типу	Замінити акумулятори на рекомендовані виробником
	Ненадійний контакт між батареями та платою	Перевірити всі клемні з'єднання
ДБЖ працює нормально від мережі, але відсутній зв'язок із ПК через USB	Пошкоджений USB-кабель	Замінити кабель
	Не встановлено драйвер або програмне забезпечення	Перевстановити програмне забезпечення моніторингу
	Несправний USB-інтерфейс	Перевірити роз'єм та елементи інтерфейсного вузла