

Міністерство освіти і науки України

Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні ЗНУ
(повне найменування вищого навчального закладу)

_____ (назва факультету)

електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістр

_____ (освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему Дослідження безперервних джерел живлення
в умовах ПРАТ "Укрграфі"

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1712
напряму підготовки (спеціальності)

171 - електроніка

_____ (шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Галушко С.О.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник Шмалій С.А.

_____ (прізвище та ініціали)

Рецензент Щериков С.А.

_____ (прізвище та ініціали)

Запоріжжя - 2023 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
Спеціальність 171 «Електроніка»
(код і назва)
Освітня програма Електроніка
(код і назва)
Спеціалізація _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Критська Т.В.

“ 09 ” 10 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Галушко Сергій Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Дослідження безперервних джерел живлення в умовах ПРАТ „Укрграфіт“

керівник роботи Шмалій Сергій Леонідович К.Т.Н. доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом ЗНУ від “09” 10 2023 року № 1577-с

2 Строк подання студентом роботи 1.12.23

3 Вихідні дані до роботи потужність 1500 ВА, напруга 220 В
струм 9,09 А, кількість фаз - 1

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Загальні відомості
2. Аналіз схем технічних рішень
3. Математичне дослідження процесів у ДБЖ
4. Конструкторсько-технологічна частинка
5. Економічне обґрунтування

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

Функціональна схема ДБЖ за системою ВБМ, Структура енергетичного тракту (СЕТ), Структура ключового елемента, Схема ключового елемента, Модель джерела безперервного живлення по системі візуально-апаратного моделювання, Результати моделювання, Охорона праці, Економічні показники.

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	к.т.н. доцент Шмалій С.А.		<i>[підпис]</i>
2	к.т.н. доцент Шмалій С.А.		<i>[підпис]</i>
3	к.т.н. доцент Шмалій С.А.		<i>[підпис]</i>
4	к.т.н. доцент Шмалій С.А.		<i>[підпис]</i>
5	к.т.н. доцент Шмалій С.А.		<i>[підпис]</i>

7 Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи магістра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1	27.05.23 - 27.06.23	
2	Розділ 2	18.06.23 - 20.06.23	
3	Розділ 3	21.06.23 - 1.07.23	
4	Розділ 4	20.11.23 - 27.11.23	
5	Розділ 5	28.11.23 - 26.11.23	
6	Графічна частина	27.11 - 30.11.23	

Студент *[підпис]* Галушко С.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи (проекту) *[підпис]* Шмалій С.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер *[підпис]* Туринев К.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота (проект) містить: 90 сторінок, 25 рисунків, 21 таблицю, 19 джерел посилання

ДЖЕРЕЛО БЕСПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ (ДБЖ), ІНВЕРТОР, АККУМУЛЯТОРНА БАТАРЕЯ, ВИПРЯМЛЯЧ, АВТОТРАНСФОРМАТОР, БАЙПАС.

Об'єкт дослідження: джерело безперебійного живлення (ДБЖ)

Предмет дослідження: параметри та схемотехнічні рішення різних видів ДБЖ

Мета роботи: дослідження безперебійних джерел живлення в умовах ПрАТ «Укрграфіт»

У даній роботі проведено дослідження параметрів різних видів джерел безперебійного живлення, розглянута структура ДБЖ, проаналізовано проблеми та фактори, що впливають на роботу ДБЖ в умовах ПрАТ «Укрграфіт». Для аналізу ДБЖ розроблено візуально-блочну модель.

ЗМІСТ

Вступ	6
1 Загальні відомості	7
1.1 Призначення та категорії	7
1.1.1 Структурні схеми ДБЖ	7
1.1.2 Резервні безперебійники	10
1.1.3 Лінійно-інтерактивні джерела	11
1.1.4 Ферорезонансні блоки живлення	12
1.2 Основні характеристики	13
1.3 Правила експлуатації	15
1.4 Акумуляторні батареї	16
1.4.1 Свинцево-кислотна батарея с регульованим клапаном	16
1.4.2 Нікель-кадмієві батареї	17
1.4.3 Літій-іонні батареї	17
1.5 Стандарти ДБЖ	19
1.6 Міжнародна класифікація ДБЖ	19
1.7 Склад ДБЖ	21
1.8 Характеристики ДБЖ	22
2 Аналіз схемотехнічних рішень	29
2.1 Аналіз пристрою ДБЖ класу Smart-UPS	29
2.2 Аналіз пристрою ДБЖ класу OFF-LINE	40
2.3 Калібрування і ремонт ДБЖ	47
3 Математичне дослідження процесів у ДБЖ	51
4 Конструкторсько-технологічна частина	57
4.1 Конструкція і розташування блоків ДБЖ	57
4.2 Заходи з охорони праці	59
4.2.1 Правові та організаційні питання забезпечення безпеки	59
4.2.2 Виробнича безпека	61
4.2.3 Інструкція з обслуговування ДБЖ	62

4.2.4 Відсутність чи нестача природного світла	64
4.2.5 Хімічний фактор	66
4.2.6 Мікроклімат акумуляторних приміщень	67
4.2.7 Шум	68
4.2.8 Аналіз виявлених небезпечних факторів	69
4.2.8.1 Електробезпека	69
4.2.8.2 Екологічна безпека	69
4.2.8.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях	70
4.2.8.4 Вимоги пожежної безпеки до приміщень	71
4.2.8.5 Вимоги пожежної безпеки до шляхів евакуації	73
5 Економічне обґрунтування	76
5.1 Передпроектний аналіз	76
5.1.1. Потенційні споживачі результатів дослідження	76
5.1.2. Аналіз конкурентних технічних рішень	77
5.1.3. SWOT-аналіз	79
5.2 Планування науково-дослідних робіт	80
5.2.1. Контрольні події проекту	80
5.2.2. Планування НДР	81
5.3. Бюджет наукового дослідження	82
5.3.1 Розрахунок заробітної плати	83
5.3.2 Розрахунок кошторису витрат	83
5.3.3 Амортизація основних засобів (комп'ютер)	84
5.3.4 Витрати на електроенергію (машинний час)	84
5.3.5 Повний кошторис витрат	85
5.4. Визначення ресурсної та економічної ефективності дослідження	86
Висновки	88
Список використаних джерел	89

ВСТУП

Джерело безперервного живлення (ДБЖ) (англ. *UPS — Uninterruptible Power Supply*) — автоматичний пристрій, котрий дозволяє приєднаному до нього обладнанню деякий (для комп'ютерних мереж, здебільшого нетривалий— декілька хвилин) час працювати від вбудованих акумуляторів, під час зникнення електричного струму в електромережі, або у разі відхилення його показників (параметрів) від допустимих норм (насамперед рівнів напруги на які налаштовано електронну схему ДБЖ, приблизно 170...255 В). Крім того, воно здатне змінювати показники якості (напругу, частоту) електроживлення для досягнення рекомендованих. Часто застосовується для забезпечення безперервної роботи, зокрема комп'ютерів. Може поєднуватися з різними видами генераторів електроенергії. [1]

Системи безперебійного живлення нині стають дуже затребуваними. Не має значення, де живе сучасна людина — у міській квартирі, в заміському будинку, до його життя міцно увійшли різні побутові прилади, цифрова комп'ютерна техніка, системи життєзабезпечення.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

1.1 Призначення та категорії

Зростають вимоги до якості електроживлення всіх цих пристроїв. Якість живлення зовнішніх електричних мереж не завжди задовольняє населення. Трапляються різкі перепади напруги як у бік зниження, і підвищення його величини. Це дуже несприятливо позначається на роботі побутового обладнання, інколи ж призводить до виходу її з ладу. Захистити себе від таких неприємностей допомагає встановлення безперебійних блоків живлення, від яких живляться пристрої, найбільш чутливі до таких раптових перепадів.

Залежно від схемних рішень, які визначають основні характеристики джерел безперебійного живлення, можна розділити на кілька категорій. Кожна забезпечує безперебійну роботу певної групи споживачів.[2]

1.1.1 Структурні схеми ДБЖ

Переважну більшість українського ринку ДБЖ займає продукція шести компаній: APC, Chloride, Invensys, IMV, Liebert, Powercom. Продукція APC вже багато років утримує лідируючі позиції на українському ринку ДБЖ.

ДБЖ поділяються на три основні класи: Off-line (або stand-by), Line-interactive та On-line. Ці пристрої мають різну конструкцію і технічні характеристики. [1]

Структурна схема класу Off-line наведена на рис. 1.1. При нормальній роботі навантаження живиться від відфільтрованої напруги мережі. Для придушення електромагнітних і радіочастотних перешкод у вхідних ланцюгах використовуються фільтри EMI/RFI Noise на металооксидних варисторах. Якщо вхідна напруга падає нижче або вище встановленого значення або зникає зовсім, інвертор включається і нормально вимикається. Перетворюючи постійну напругу акумуляторів на змінний, інвертор подає навантаження від акумуляторів. Його вихідна напруга формується квадратними імпульсами позитивної і негативної полярності амплітудою 300 В і частотою 50 Гц.

Автономні ДБЖ неекономічно працюють в електромережах при частих і значних відхиленнях напруги від номінального значення, так як частий перехід на роботу від акумулятора скорочує термін служби останніх. Ємність моделей Off-line Back-UPS виробництва APC знаходиться в межах 250... 1250 ВА, а моделі Back-UPS Pro належать до діапазону 280 ВА... 1400 ВА.

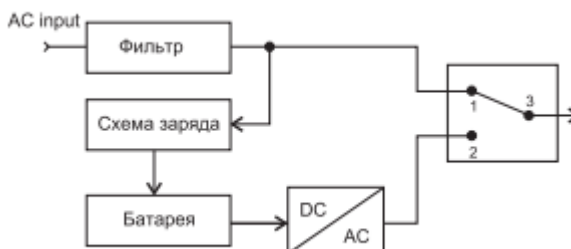


Рисунок 1.1 - Структурна схема ДБЖ класу Off-line

Структурна схема ДБЖ класу Line-interactive показана на рисунку 1.2. Так само, як і автономні ДБЖ, вони ретранслюють напругу змінного струму на навантаження, поглинаючи при цьому відносно невеликі скачки напруги і згладжуючи перешкоди. Вхідні ланцюги використовують фільтр EMI/RFI Noise на металооксидних варисторах для придушення електромагнітних і радіочастотних перешкод. При виникненні аварії в електромережі ДБЖ синхронно, без втрати фази коливань, включає інвертор для живлення навантаження від акумуляторів, при цьому синусоїдальна форма вихідної напруги досягається ШІМ-фільтрацією. У схемі використовується спеціальний інвертор для підзарядки акумулятора, який також працює під час стрибків напруги в мережі. Безакумуляторна робота продовжена за рахунок використання у вхідних ланцюгах ДБЖ автотрансформатора з обмоткою, що перемикається. Перемикання на живлення від акумулятора відбувається, коли напруга мережі виходить за межі допустимого діапазону.

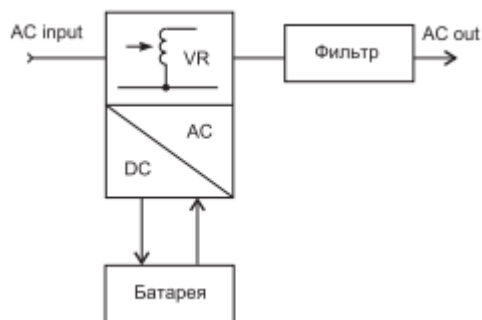


Рисунок 1.2 - Структурна схема ДБЖ класу Line-interactive

Потужність ДБЖ класу Line-interactive моделі Smart-UPS виробництва компанії APC становить 250... 5000 ВА.

Блок-схема ДБЖ класу On-line наведена на рис. 1.3. Ці ДБЖ перетворюють змінну вхідну напругу на постійну, яка потім за допомогою ШІМ-інвертора перетворюється знову на змінну зі стабільними параметрами. Оскільки навантаження завжди живить інвертор, то немає необхідності в перемиканні із зовнішньої мережі на інвертор, і час перемикання дорівнює нулю. За рахунок інерційної ланки постійного струму, якою є батарея, відбувається ізоляція навантаження від аномалій мережі та формується дуже стабільна вихідна напруга. Навіть при великих відхиленнях вхідної напруги ДБЖ продовжує живити навантаження чистою синусоїдальною напругою з відхиленням не більше $\pm 5\%$ від номінального значення, що встановлюється користувачем. ДБЖ класу On-line фірми APC мають наступні вихідні потужності: моделі Matrix UPS – 3000 та 5000 ВА, моделі Symmetra Power Array – 8000, 12000 та 16000 ВА.



Рисунок 1.3 – ДБЖ класу On-line

Моделі Back-UPS не використовують мікропроцесор, а в моделях Back-UPS Pro, Smart-UPS, Smart/VS, Matrix та Symmetria мікропроцесор використовується.

1.1.2 Резервні безперебійники

Вони можуть захистити лише просту техніку для дому та настільні комп'ютери.



Рисунок 1.4 – Резервний безперебійник

Якщо мережна напруга відповідає нормі, споживачі підключаються безпосередньо до неї. При коливаннях напруги в мережі апаратура перемикається на живлення від акумулятора, який є складовою частиною ДБЖ. Частково пригнічуються шуми та високочастотні імпульси, напруга підтримується на заданому рівні, проводиться заряджання акумуляторної батареї. Стабілізація мережної напруги, що живить підключену до його виходу апаратуру, безперебійних блоків живлення цієї категорії не проводиться.

Необхідність переходу на роботу від акумулятора у кожній моделі безперебійного блока живлення визначається по-своєму. Межі роботи від мережі визначаються розробником цієї моделі. Вони встановлюються з умов нормального функціонування апаратури споживача.

Акумуляторний режим роботи продовжиться доти, доки показники напруги в мережі не прийдуть у норму. Після цього відбувається перемикання у зворотний бік. Акумулятор джерела повинен забезпечити не менш ніж п'ятихвилинний запас часу при роботі від нього. Цього вистачає для збереження даних на комп'ютері та безаварійного вимкнення апаратури споживача.

До недоліків джерел безперебійного живлення цієї категорії слід зарахувати такі:

1. Відсутність стабілізатора напруги.
2. Великий час перемикання (~20 мс).

3. Ступінчаста форма вихідної напруги.
4. Наявність високочастотних перешкод.

Перемикання на автономний режим живлення відбувається за будь-якого незначного відхилення параметрів напруги від норми. Це призводить до швидкого зношування акумулятора.

1.1.3 Лінійно-інтерактивні джерела

Моделі цієї категорії оснащені стабілізаторами напруги мережі, що виконані за схемою автотрансформатора. Перемикання його обмоток в залежності від величини вхідної мережевої напруги відбувається ступінчасто за командами вбудованого в схему безперебійника ДБЖ мікропроцесора. Таким чином, вдається підтримувати на виході блоку напругу близьку до норми (220-230). Додатково в схемі є фільтр, що захищає споживача від мережевих перешкод.



Рисунок 1.5 – Лінійно-інтерактивний ДБЖ

Підключення акумулятора та відключення від мережі відбувається тоді, коли параметри напруги на вході блоку виходять за межі порогів стабілізації. Кількість висновків автотрансформатора не вистачає для підтримки на виході номінальної напруги. Існують допуски і форма вхідного сигналу. При великих спотвореннях здійснюється перехід на акумуляторний режим живлення апаратури споживача.

Процес переходу на живлення від акумуляторної батареї проходить досить гладко для більшості споживачів і займає не більше 4 мс.

Таким чином, порівнюючи джерела цієї категорії з резервними ДБЖ можна помітити їх переваги:

1. Стабілізація напруги має ступінчастий характер.
2. Форма вихідної напруги близька до синусоїди.
3. Фільтрування мережевих перешкод.
4. Економія ресурсу акумуляторної батареї за рахунок меншої кількості включень її в роботу

1.1.4 Ферорезонансні блоки живлення

За своєю суттю є лінійно-активними джерелами. Стабілізатором напруги в них служить ферорезонансний трансформатор. Він може накопичувати енергію магнітного поля, яка підтримує напругу у вторинній обмотці трансформатора у моменти перемикання. Перехідний процес триває трохи більше (8-16) мс. Це припустимо більшість споживачів. Форма напруги з його виході синусоїдальна, захищена від мережевих перешкод. Свої функції джерело виконує за командами власного блоку аналізу мережі та управління.

Лінійні безперебійні пристрої

До цієї категорії належать ДБЖ з подвійним перетворенням. У своєму складі вони мають перетворювач змінного струму на постійний (випрямляч) і перетворювач постійного струму на змінний (інвертор). Вихідна напруга інвертора використовується для живлення апаратури, підключеної як навантаження. Напруга випрямляча використовується для заряджання внутрішнього акумулятора. Він увімкнений у ланцюг випрямляча і постійно перебуває в активному режимі, який залежить від якості вхідної змінної напруги.



Рисунок 1.6 – Ферорезонансний ДБЖ

До позитивних якостей ДБЖ цієї категорії належать:

1. Стабільність вихідної напруги.
2. Можливість заміни акумуляторної батареї без вимкнення ДБЖ.

До недоліків можна віднести:

1. Низький коефіцієнт корисної дії (ККД).
2. Ресурс акумулятора знижується через його постійну роботу.

Апарати цієї категорії застосовуються до роботи устаткування великих організацій, на серверах яких зберігаються важливі дані. Вони повинні бути збережені при будь-яких перепадах у мережі та будь-яких порушеннях у її роботі.

1.2 Основні характеристики

При придбанні ДБЖ необхідно ретельно зрозуміти, які вимоги щодо нього пред'являються. Треба вибрати модель, яка найбільше задовольняє критерію «ціна — якість».

При виборі безперебійного джерела живлення велику увагу треба приділити порівнянню характеристик різних моделей. До них належать такі:

- потужність ДБЖ
- час автономної роботи
- час перемикання на роботу від акумулятора та назад
- діапазон зміни вхідної напруги
- межі зміни частоти напруги мережі



Рисунок 1.7 – ДБЖ, який використовують на ПрАТ «Укрграфіт»

Потужність розраховується із сумарного навантаження джерела. Її величина має бути більшою за потужність споживачів мінімум у півтора рази. Оптимальною потужністю блоку, встановленого у квартирі, вважається потужність 1000 VA (1000 вольт-ампер).

Час перемикання залежить від величини навантаження, підключеної в даний момент до виходу джерела. Чим більше споживаний нею струм, тим менший час роботи акумуляторної батареї. Місткість встановленої батареї також визначає тривалість роботи.

Будь-які моделі ДБЖ мають елементи візуальної сигналізації. Це можуть бути лампочки різних кольорів, світлодіодні індикатори, які визначають стан безперебійника в даний момент.

Індикатори, що постійно горять, є ознакою нормальної роботи блоку. Якщо світлодіод працює в імпульсному режимі (переривчасте його свічення), то можливі або виникли проблеми. Це попереджувальна сигналізація, яка привертає увагу.

Постійне світло червоного індикатора сигналізує про виникнення аварійної ситуації. Її виникнення супроводжується запобіжними звуковими сигналами як переривчастих гудків.

1.3 Правила експлуатації

Правильна експлуатація обладнання - запорука її довгої та надійної роботи. До основних правил, які треба виконувати під час експлуатації безперебійного джерела живлення, відносяться:

- Необхідність постійного спостереження за світловою індикацією та звуковою сигналізацією блоку.
- Підключення споживачів, які дійсно потребують безперебійного живлення.
- Заземлення ДБЖ за допомогою розетки з трьома гніздами для підключення вилки приладу.

Якщо сталося вимкнення електрики, необхідно вимкнути все увімкнене на даний момент обладнання. ДБЖ бажано залишити ввімкненим у розетку для можливого заряджання акумулятора після усунення несправності мережі. Робота блоку з розрядженою батареєю призводить до швидкого виходу з ладу. Ресурс акумулятора обмежений і не перевищує 5 років.

Дотримання цих нехитрих, але необхідних правил продовжить життя всьому устаткуванню, для роботи якого потрібне безперебійне живлення, а головне, дозволить зберегти важливу інформацію на жорстких дисках комп'ютерів, яка могла бути безповоротно втрачена у разі раптових неполадок в електричних мережах.



Рисунок 1.8 – Акумуляторна батарея для ДБЖ

1.4 Акумуляторні батареї

Є три найважливіші типи батарей, які використовуються у пристроях безперервної енергії: нікель-кадмієві, свинцево-кислотні та літій-іонні. Немає жодного «хорошого» покоління акумуляторів ДБЖ – вибір робиться для кожного окремого випадку. [3]

1.4.1 Свинцево-кислотна батарея с регульованим клапаном (VRLA)

Також відомий як Sealed Lead-Acid (SLA), це найпоширеніший тип акумуляторів, що наявні в сучасних ДБЖ. Зазвичай вони розраховані на 5 або 10 років використання в сухих приміщеннях із кліматом, що підтримується — за температури 20-25°C.

Акумулятори VRLA герметизовані всередині корпусу, який має клапан, котрий випускає газу, якщо внутрішній тиск через хімічну реакцію стає занадто великим, тож використовується назва «регульований клапан». Оскільки батареї непроникні, їх можна встановлювати як вертикально, так і горизонтально, отже їх дозволено застосовувати всередині акумуляторних відсіків, лотків для монтажу в стійку, або просто на зовнішніх полицях.

Існують найбільш важливі види складу електроліту, що використовуються в батареях VRLA: абсорбований скляний мат (AGM), в якому електроліт утримується у пористому сепараторі з мікрОВОлокна; та гель, виготовлений із суміші сульфатної кислоти та кремнезему. Лінійка AGM є добрим вибором для

батареї ДБЖ через їх знижену вартість, менший внутрішній опір і кращі швидкості заряджання/розряджання.

Для порівняння, наповнений гелем VRLA має найкращий з усіх внутрішній опір, що робить його менш придатним для миттєвої пускової розрядки, але це не є чимось незвичайним для застосування в ДБЖ. Натомість така властивість, дає переваги у вигляді набагато ширших меж робочих температур (від -40°C до $+55^{\circ}\text{C}$) та тривалішого терміну служби.

1.4.2 Нікель-кадмієві батареї

Нікель-кадмієві (NiCd) батареї колись були поширеним вибором для телекомунікаційних установок, водночас вони все ж досі застосовуються в ДБЖ у місцевостях із дуже високою температурою довкілля, особливо на Близькому Сході.

Електроди батареї виготовлені з гідроксиду нікелю та гідроксиду кадмію. NiCd забезпечує переваги 20-річного терміну придатності, потенціал накопичення для роботи з величезним розбігом температур навколишнього середовища (від -20°C до $+40^{\circ}\text{C}$), наявність великої кількості циклів заряд/розряд та стійкість до глибоких розрядів.

Натомість, нікель-кадмієві батареї ДБЖ коштують набагато дорожче, за звичайні VRLA-батареї. А через те, що нікель і кадмій є отруйними матеріалами, це робить способи їх утилізації та переробки після припинення роботи батареї, надмірно дорогими.

Це особливо важливо в країнах із суворими екологічними правилами та нормами, зокрема у Великобританії та інших.

1.4.3 Літій-іонні батареї

Літій-іонні (Li-Ion) батареї вже давно застосовуються в цифрових гаджетах наприклад ноутбуках та смартфонах, водночас зараз, вони посідають чільне місце під час буму електромобілів. Але в наші дні вони також дедалі більше перетворюються на можливий вибір для джерел безперервної енергії та різних

систем накопичення електроенергії, а також заради використання енергії від технологій відновлюваної енергетики, як-от вітру чи сонця.

Переваги Li-Ion полягають у кращій надійності порівняно зі звичайними VRLA/SLA батареями завдяки вбудованим системам відстеження та контролю батареї, які підтримують кожну можливість для будь-якого покращення загальної продуктивності акумулятора.

Ще одна перевага літій-іонних батарей в ДБЖ полягає у тому, що вони набагато менші та легші завдяки значно кращій щільності енергії. Крім того, вони мають швидший час окупності, триваліші цикли заряд/розряд та, щонайменше, подвоєний час існування порівняно з VRLA/SLA.

Попри те, що вартість літій-іонних акумуляторів для ДБЖ останніми роками знижується, вони все ж-таки набагато дорожчі ніж попередні варіанти. Перешкодою до здешевшання є те, що сучасний спосіб видобутку літію з природних відкладень (наприклад родовища у болівійських Андах) — повільний і неефективний.

Однак чим довше застосовується батарея, тим краще передбачити капітальні витрати. Літій-іонні акумулятори виробляють набагато менше тепла та можуть працювати за більш високих температур, а це означає, що вони не потребують занадто багато кондиціонерів, отже можуть зменшитися витрати на охолодження.

Заміна батареї

Виймання акумуляторної батареї з побутового пристрою безперебійного живлення:

- від'єднати ДБЖ від електромережі (деякі сучасні джерела безперервного живлення мають *обхід* електронної схеми, так званий байпас, який дозволяє замінювати акумулятор без вимкнення напруги);
- відкрити кришку вмістища під акумулятор та вийняти його;
- підібрати новий з подібними показниками (ємність, напруга, розміри) акумулятор та приєднати його згідно полярності, кольору клем; якщо

переплутати полярність, ДБЖ вийде з ладу — найперше перегорить запаяний у схему запобіжник, що потребуватиме ремонту у майстерні;

- увімкнути ДБЖ і здійснити заряджання батареї згідно настанови на акумулятор.

1.5 Стандарти ДБЖ

EN 62040-1:2008 Системи безперервного живлення (UPS) – Частина 1: Загальні вимоги та вимоги безпеки для UPS

EN 62040-2:2006 Системи безперервного живлення (UPS) – Частина 2. Вимоги до електромагнітної сумісності (EMC)

EN 62040-3:2011 Системи безперервного живлення (UPS) – Частина 3. Метод визначення характеристик і вимог до випробувань

EN 62040-4:2013 Системи безперервного живлення (UPS) – Частина 4. Екологічні чинники. Вимоги та звітність

1.6 Міжнародна класифікація ДБЖ

Стандартом ІЕС 62040-3 введено таку класифікацію ДБЖ:

Приклад позначення типу ДБЖ: VFI SS 111

1-а група знаків – залежність вихідного сигналу ДБЖ від вхідного (мережі).

- Клас VFI (Voltage and Frequency Independent) — напруга та частота на виході ДБЖ не залежать від вхідної мережі.
- Клас VI (Voltage Independent) — вихід ДБЖ залежить від частоти входу, але напруга підтримується в межах пасивним чи активним регулюванням.
- Клас VFD (Voltage and Frequency Dependent) — напруга та частота на виході ДБЖ залежать від вхідної мережі.

2-я група позначень – форма вихідного сигналу ДБЖ.

- SS - синусоїдальна форма вихідного сигналу (коефіцієнт гармонічних спотворень $K_{гс} < 8\%$) у разі лінійного та нелінійного навантажень.
- XX - несинусоїдальна форма вихідного сигналу за нелінійного навантаження (синусоїдальна під час лінійного).
- YY - несинусоїдальна форма сигналу за будь-якого навантаження.

3-я група символів – динамічні властивості ДБЖ.

Забезпечення сталості вихідної напруги ДБЖ при трьох типах перехідних процесів (1 - клас 1, відмінно; 2 - клас 2, добре; тощо):

- 1-а цифра: нормальний режим -> автономний режим -> режим bypass
- 2-а цифра: 100% зміна лінійного навантаження в нормальному або автономному режимі (найгірший показник)
- 3-я цифра: 100% зміна нелінійного навантаження у нормальному або автономному режимі (найгірший показник)

Таблиця 1.1 - Приклади ДЖБ: виробники, моделі та ціни в Україні [4]

Модель	Ціна на вересень 2022 року, грн
Для ПК	
<u>Vinga LED 600VA</u>	1800
<u>PowerWalker VI 600 STL</u>	2480
<u>LogicPower LP-UL600VA-8PS</u>	3300
<u>Vinga LCD 1200VA with USB</u>	3800
<u>FSP FP1500 USB</u>	5080
<u>APC Back-UPS Pro 1200VA, CIS</u>	17300
Для систем відеоспостереження	
<u>Sven Reserve Home-1000</u>	6000
<u>Vinga QWMPS-1500 1500VA LCD</u>	7150
<u>Елекс Кулон Q-1000/12</u>	10950
Для сервера	
<u>FSP CHAMP CH-1101RS, 1000VA</u>	14300
<u>Powercom MRT-3000 IEC</u>	34860

Модель	Ціна на вересень 2022 року, грн
Для котлів	
<u>Maxxter MX-HI-PSW500-01</u>	4800
<u>Powercom INF-1500, 1050Вт</u>	7150
<u>Challenger HomePro 3000-S</u>	≈ 20 000
<u>LogicPower LPY-B-PSW-7000VA+, 10A/15A, 24V</u>	36650

1.7 Склад ДБЖ

ДБЖ складається з декількох основних комплектуючих:

- комплект батарей, частіше свинцево-кислотних, призначених для збереження електроенергії та подальшого живлення інвертора протягом певного періоду часу;
- випрямляча. Являє собою перетворювач вхідної змінної напруги мережі живлення в постійну напругу, яка потрібна для живлення інвертора та заряду батарей;
- інвертора (статичний конвертор). Являє собою перетворювач накопиченого запасу енергії постійного струму змінний. Таким чином, відбувається живлення підключеного навантаження фільтрованою, стабілізованою і регульованою напругою;
- блоку керування та зарядного пристрою. У бюджетних моделях ДБЖ блок управління реалізований на мікросхемі і реалізує мінімальне управління системами, а більш потужних моделях до складу блоку входить мікропроцесор.

Крім зазначених комплектуючих, до складу ДБЖ можуть бути додані:

- ручний або автоматичний байпас, що дозволяє підключити обхідну систему під час перевантаження обладнання;

- фільтри для згладжування високочастотних перешкод та сплесків мережі, нелінійних спотворень синусоїди на виході під час роботи акумуляторів за лінійно-інтерактивною або резервною схемою;

- автотрансформатор, що є ступінчастим регулятором напруги. В основі даного приладу лежить автотрансформатор, що нормалізує вхідну напругу без перемикання на живлення від батареї і тим самим продовжує життя акумуляторів.

1.8 Характеристики ДБЖ

Широкий діапазон застосовуваних електропристроїв, побутових приладів, складного корпоративного та промислового обладнання – іноді цілої системи, що потребує надійного електропостачання – диктує дедалі більшу потребу використання джерел безперебійного живлення. Це своє чергу ставить нас перед необхідністю розбиратися у багатьох тонкощах основних робочих характеристик ДБЖ. Неврахування однієї з них, неправильне розуміння значення хоча б однієї характеристики може як перекреслити весь позитивний ефект від застосування безперебійника, а й навіть більше, призвести до досить неприємним наслідків. Користувач сам несе і тягар турбот, і тягар відповідальності за працездатний стан свого обладнання.

Але перш, ніж перейти до розгляду найважливіших з практичної точки зору характеристик ДБЖ, слід добре уявляти, які, власне, біди та напасті ми хочемо – і, найголовніше, можемо – за допомогою них уникнути.

Несправності електромережі, що компенсуються правильним підбором характеристик ДБЖ

Параметри електромережі нашій країні регламентуються національним стандартом України ДСТУ EN 50160:2014 встановлює такі вимоги:

- Величина напруги $220 \pm 5\%$, діапазон граничних значень $\pm 10\%$;
- частота $50 \text{ Гц} \pm 0,2 \text{ Гц}$, діапазон граничних значень $\pm 0,4 \text{ Гц}$;
- Величина коефіцієнта нелінійних спотворень формою напруги тривало – менше 8% , короткочасно – менше 12% .

Всі пристрої споживачі електроенергії виконані для експлуатації в нашій країні саме на цих параметрах. Причиною відхилень від норм та неполадок може стати технічний, людський чи природний фактор. Так, наприклад, до перенапруги лінії електроживлення може призвести зміна електромагнітного поля внаслідок розряду блискавки. Це своє чергу викликати в обмотках трансформатора наведення дуже високої напруги. Цей імпульс напруги здатний далі майже миттєво поширитися електропроводкою, інтерфейсом, телефонними лініями і т.д. І, володіючи досить потужною енергією, стрімко з великою руйнівною силою пронестися по комп'ютерній мережі або іншій лінії технологічного обладнання.

Неполадки можуть викликати зміну напруги, порушення його синусоїдального сигналу як по амплітуді, а й у частоті, що також призводить до своїм специфічним негативним наслідків.

Подання потенційних загроз навіть у їхньому вигляді допомагає попередньо намітити, які різновиду, яку групу джерел безперебійного харчування загалом треба практично орієнтуватися. Знання ж та розуміння їх основних характеристик допоможе забезпечити надійне, безперебійне енергопостачання, відсутність перевантажень та недодач в електроживленні, його економна витрата та висока К.К.Д.

У таблиці 1.2 наведено основні види неполадок в електромережах, їх найімовірніші причини та наслідки.

Таблиця 1.2 - Основні види неполадок в електромережах

1. Зникнення напруги у мережі.	<p>Можливі причини: перевантаження електромережі, замикання в мережі або у внутрішній електропроводці пристроїв та обладнання, неправильний режим енергоспоживання, механічні пошкодження лінії електропередач (у тому числі зледеніння та ін.), поломки периферійного обладнання, вихід з ладу комунікаційних портів та інтерфейсів, грозові електророзряди блискавок та інші технічні та форс-мажорні аварії.</p> <p>Можливі наслідки: вихід з ладу основного та допоміжного обладнання, втрати поточної інформації з оперативної або кеш пам'яті, руйнування структури файлового обміну даними, вихід з ладу материнської плати, повна втрата інформації з жорсткого диска, особливо тяжких випадках – шкода здоров'ю користувачів.</p>
--------------------------------	--

<p>2. Короткочасна або довготривала зміна (сплеск, підсадка) напруги.</p>	<p>Можливі причини: робота в безпосередній близькості до вашої електромережі, ваших комп'ютерів і систем установок і приладів великої потужності (побутових приладів, електродвигунів, електрогенераторів, кондиціонерного обладнання тощо), це буває особливо чутливо на режимах вимкнення подібних пристроїв, коли відбувається розсіювання надлишку енергії з електромереж.</p> <p>Можливі наслідки: вихід напруги з робочого діапазону та відхилення інших параметрів від регламентованих норм, що особливо згубно для високочутливої техніки, розрахованої на певні технічні вимоги.</p>
<p>3. Імпульсні стрибки високої напруги.</p>	<p>Можливі причини: перехідні процеси на момент відновлення напруги після аварії (наприклад, обрив лінії енергоживлення), близький розряд блискавки.</p> <p>Можливі наслідки: різкий високовольтний імпульсний стрибок має дуже сильну енергію (іноді з миттєвим збільшенням напруги до 6 кіловольт, при тривалості 10 - 100 мілісекунд) і здатний швидко поширитися по мережах і завдати великої технічної та інформаційної шкоди.</p>
<p>4. Високочастотні шуми та перешкоди, що розповсюджуються через електромережу.</p>	<p>Можливі причини: головним чином ті самі технічні та природні фактори, включення-вимикання потужного навантаження (побутові прилади, електродвигуни, електрогенератори, радіопередавачі, кондиціонери та різне промислове обладнання тощо), грозові розряди блискавок.</p> <p>Можливі наслідки: порушення синусоїдальної форми напруги, електро та радіошуми можуть спровокувати нестійку роботу мереж, обладнання та всієї енергосистеми, часткову або повну втрату інформаційних даних.</p>
<p>5. Втечі частоти (відхилення частоти більш ніж на 3Гц).</p>	<p>Можливі причини: на відхилення частоти впливає сумарне навантаження, зміни частоти можуть бути викликані змінами потужності, що генерується і споживається.</p> <p>Можливі наслідки: на пасивні навантаження зміни частотних характеристик впливу не надають, частотні коливання впливають на момент, що обертає, тобто на механічну енергію, що може викликати, наприклад, зниження к.к.д. двигунів, також на якість енергосистеми можуть вплинути зміни магнітного потоку в магнітному ланцюгу системи (в основному в трансформаторній), яка досить залежна від частотних коливань.</p>

У наведеній нижче таблиці (таб. 1.3) ми наводимо максимально широкий перелік основних характеристик ДБЖ, які корисно знати будь-якому користувачеві, щоб не помилитися у виборі джерела безперебійного живлення для своїх конкретних потреб.

Таблиця 1.3 - основні робочі показники джерел безперебійного живлення.

<p>А. Вихідні характеристики ДБЖ.</p> <p>1. Вихідна потужність ДБЖ.</p>	<p>Одна з основних характеристик ДБЖ, що впливає на його вибір. Одиниці виміру наводяться або вольт-ампер (ВА, VA), або – ват (Вт, W). І тут є власна тонкість. Величину потужності, вказану в ВА, не можна вважати рівною потужності Вт. І про це багато хто іноді забуває. Як правильно тоді вибирати потужність ДБЖ?</p> <p>Для відносно малопотужних ДБЖ, розрахованих на порівняно невелике корисне навантаження (ПК та периферійне обладнання, наприклад), у техпаспорті потужність зазвичай наводиться у ВА. Але треба знати, що доступна потужність у Вт буде меншою. На практиці допускається приймати потужність безперебійника в Вт приблизно 60% від вольт-амперної потужності.</p> <p>Досить поширений прорахунок полягає в тому, що якщо для обчислення необхідної потужності Вт використовувати паспортну характеристику можна помилково вибрати харчування, формально відповідне параметру в вольт-амперах, але насправді ми отримаємо перевищення потужності Вт.</p> <p>Ось як виглядає характерний приклад помилки з розрахунку необхідної потужності при виборі ДБЖ</p> <p>Завдання: Необхідно підібрати ДБЖ для файлового сервера 800 Вт. Вирішили взяти джерело безперебійного живлення 1000 вольт-амперів. Даний файловий сервер має ІП з корекцією коефіцієнта потужності, відповідно його параметри: 800 ват і 800 вольт-ампер.</p> <p>І тоді, незважаючи на те, що ВА-характеристика корисного навантаження 800 вольт-ампер, тобто перебуває в діапазоні ВА-характеристики ДБЖ, проте безперебійник не впорається із завданням. Вся справа в тому, що потужність сервера в 800 Вт перевищує потужність ДБЖ, яка дорівнює приблизно 600 Вт (0,60 від 1000 вольт-ампер).</p> <p>Тобто, таким чином можна допустити небезпечну помилку та підключити ДБЖ, показники потужності якого виглядають начебто правильно, але в процесі експлуатації виникатиме навантаження ДБЖ. Якщо немає точної інформації про потужність корисного навантаження в Вт, слід керуватися таким правилом:</p> <p>сумарна потужність всіх пристроїв у системі (згідно з їх техпаспортами) не повинна перевищувати 60% потужності ДБЖ у ВА. Для забезпечення гарантовано безперебійної роботи електроживлення рекомендується трохи завищувати номінальну потужність ДБЖ порівняно з потужністю пристрою, зазначеного у його паспорті. Це створить додатковий резерв потужності, що сприятиме збільшенню часу автономної роботи ДБЖ.</p> <p>Але тут одночасно треба відзначити і наявний мінус такого підходу, а саме – завищення потужності ДБЖ викликає збільшення часу його спрацьовування. Тому, якщо цей параметр для споживача не байдужий, необхідні більш точні оптимізують розрахунки для вибору ДБЖ.</p> <p>У більш потужних ДБЖ, призначених для живлення великих систем, таких як промислове обладнання, великі сервери, датацентри і т.п., потужність у технічній документації, як правило, вказується або у ватах, або ватах, і вольт-амперах одночасно.</p>
<p>2. Вихідна напруга ДБЖ.</p>	<p>Вказується у вольтгах (В, V). Ще одна надважлива характеристика ДБЖ. Від якості вихідної напруги залежить стабільність та</p>

	<p>безаварійність усієї системи.</p> <p>Величина відхилення напруги може бути визначена таким чином: $V = [(U - U1) / U1] \times 100\%$; де U – фактична напруга; U1 – номінальна напруга.</p> <p>Відхід фактичних параметрів напруги від необхідних ділять на максимально-і нормально-допустимі. У цьому 22,8 годин на добу (95%) якість напруги має перебувати у діапазоні нормально-допустимих показників. Так само як і весь час (зокрема й у поставарійних робочих станах) воно має перебувати у діапазоні максимально-допустимих вимог.</p> <p>Під час аварій дозволяється вихід показників якості електронапруги за межі регламентованих значень. Це стосується і падіння електронапруги в нуль, і «гуляння» частоти $\pm 5\text{Гц}$ зі зворотним їх поверненням у діапазон максимально допустимих для поставарійної роботи параметрів.</p> <p>Вимоги до якості вихідної напруги ДБЖ варіюються також залежно від виду навантаження. Так, наприклад, у промисловості велику залежність від якості напруги живлення має робота електротермічних установок. У них, зі зменшенням напруги падає робоча температура, збільшується тривалість циклу техпроцесу, інколи ж, при серйозних відхиленнях, термічна операція може виявитися і зовсім незавершеною.</p>
<p>3. Частота вихідної напруги ДБЖ.</p>	<p>Суворість вимог до частоти ДБЖ на його виході залежить від чутливості до її змін тих пристроїв та мереж, які він має жити. Одні більш залежні від частотної нестабільності, інші менше.</p> <p>Відхилення частоти від номінальних значень загрожує двома основними видами неприємностей.</p> <p>Перший – електромагнітні втрати. Нестабільність частоти може призвести до зростання витрати енергії під час передачі. Так, зниження її на 1% здатне збільшити витрату електроенергії на передачу на 2%. Це своє чергу веде до зниження загального к.к.д. всієї системи.</p> <p>Другий вид проблем, що викликаються нестабільністю частоти, це пов'язане з нею зменшення продуктивності техобладнання, що тягне за собою підвищення часу всього робочого процесу. Іноді для того, щоб компенсувати такий негатив, доводиться використовувати додаткове обладнання, з усіма додатковими витратами.</p> <p>Утримання частоти у межах номіналу зазвичай забезпечується передбаченням резервного запасу потужності енергосистемі.</p>
<p>4. Форма напруги на виході ДБЖ.</p>	<p>Параметр, до якого можуть виявитися чутливі деякі варіанти пристроїв. У паспортних даних ДБЖ зазвичай вказують, який забезпечується сигнал напруги формою: строга синусоїда чи її імітація, тобто. наближена (апроксимована) до неї форма синусоїди (часто - лінія її не гладка, а ступенеподібна). Треба знати, що деякі комп'ютери блоки живлення (у яких активний P.F.C.) не важливо «перетравлюють» імітовану синусоїдальність. У той же час наявність в ДБЖ інвертора для ідеалізації форми синусоїди знижує к.к.д.</p>

	
<p>Б. Вхідні характеристики ДБЖ.</p> <p>1. Напруга на вході в ДБЖ.</p>	<p>Безпосередньо пов'язані з параметрами живлення ДБЖ електромережі. Залежно від того, яка потрібна напруга корисному навантаженню, може бути:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 220В, 230В, 240В; - для потужних пристроїв та промислового обладнання зазвичай: 380В, 400В, 415В.
<p>2. Діапазон допустимих коливань напруги на вході, коли ДБЖ здатний виконувати свої функції без перемикання на акумуляторну батарею.</p>	<p>Чим ширший цей діапазон, тим рідше перемикання на АКБ, тим довше термін служби батареї. ДБЖ з ширшим діапазоном коливань даного параметра більш затребувані можуть бути тими споживачами, які змушені працювати від мереж з частими просідання напруги.</p>
<p>3. Діапазон частоти вхідної напруги ДБЖ.</p>	<p>У техпаспорті зазвичай вказується діапазон коливань частоти, який ДБЖ здатний коригувати. Якщо у якомусь регіоні у місцевій електромережі бувають, наприклад, сильні зниження частоти напруги, необхідні потужні безперебійники, здатні своїми індуктивними і ємнісними можливостями нейтралізувати такі зниження.</p>
<p>4. Розмір напруги під час перемикання байпаса.</p>	<p>Зазвичай вказують у відсотках відхилення від номіналу вхідної напруги. У деяких ДБЖ є додаткові опції, що дозволяють користувачеві самому вибрати, при якому відсотку відхилень допустиме перемикання на байпас (наприклад, 10%, 15%, 20%). Це дозволяє більш точно налаштувати ДБЖ та уникнути непотрібних перемикань.</p>
<p>В. Захист.</p> <p>1. Тривалість переходу ДБЖ на резервний режим.</p>	<p>У техпаспорті, як правило, наводиться тривалість перемикання джерела безперебійного живлення на АКБ і на байпас (мсек). Цей процес має відбуватися максимально швидко та коректно для споживача електроенергії.</p>
<p>2. Режим перевантаження</p>	<p>Даний режим характеризується такими параметрами: допустимою величиною перевищення напруги (зазвичай вказується у відсотках) і часом, протягом якого ДБЖ продовжує працювати і після якого він</p>

	<p>знеструмлюється і переходить на резервний режим. Наприклад, у паспорті це може мати такий вигляд. Для батареї - "При навантаженні 100-140% - 20 сек, потім ДБЖ вимикається". Або – «150% – 250 мс, потім ДБЖ вимикається». Для байпасу: "70 с при навантаженні > 120%".</p>
3. Характеристики автономного режиму ДБЖ під час перевантаження.	<p>На тривалість роботи АКБ при знеструмленому джерелі безперебійного живлення впливає ємність батареї та потужність споживача електроенергії. Якщо ДБЖ призначений для комп'ютера, а ви до нього підключите на час відсутності електрики в мережі ще й електрокамін, то батареї в такому аварійному випадку розрядяться, зрозуміло трохи швидше.</p>
Г. Інші характеристики ДБЖ. 1. Можливість управління та моніторингу стану ДБЖ.	<p>Сучасні ДБЖ оснащені мікропроцесорами і є інтелектуальною системою, здатною самостійно контролювати робочий стан ДБЖ, сигналізувати про позаштатні ситуації і передавати всю необхідну інформацію електронним способом. Можливості такого моніторингу та управління відрізняються характеристиками мікропроцесора, різновидами інтерфейсів, видами сигналізації та ін.</p>
2. Умови експлуатації.	<p>У технічному паспорті зазначаються такі характеристики: температура, вологість, рівень шуму, іноді допустима висота над рівнем моря.</p>

У цій таблиці наведено найважливіші характеристики джерел безперебійного живлення. Крім них кожна модель ДБЖ може мати свої індивідуальні переважні технічні відмінності та можливості. До них належать, наприклад, наявність можливості «холодного» пуску, гарячої заміни батареї, режими онлайн з різним ступенем перетворень, багаторівневий спосіб заряджання, додаткові режими перетворення частоти, особливості корпусної конструкції, габарити і т.д.

Для користувача все визначається тими завданнями, які потрібно вирішувати джерелу безперебійного живлення та тими умовами, в яких йому доведеться працювати.

2 АНАЛІЗ СХЕМОТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ

Надійність комп'ютерів багато в чому визначається якістю електричної мережі. Перебої в подачі електроенергії, такі як стрибки напруги, підйоми, спади та втрати напруги, можуть спричинити блокування клавіатури, втрату даних, пошкодження материнської плати тощо. Джерела безперебійного живлення (ДБЖ) використовуються для захисту дорогих комп'ютерів від неприємностей, пов'язаних з електромережою. ДБЖ дозволяє позбутися проблем, пов'язаних з низькою якістю або тимчасовою відсутністю електроенергії, але це не довгострокове альтернативне джерело живлення, як генератор.

Найбільшого поширення набули пристрої: Back-UPS, Back-UPS Pro, Smart-UPS, Smart-UPS/VS.

Такі пристрої, як Matrix та Symmetria, використовуються для банківських систем.

2.1 Аналіз пристрою ДБЖ класу Smart-UPS

У цій статті розглянемо конструкцію та схему моделей Smart-UPS 450VA... 700VA, які застосовуються для живлення персональних комп'ютерів (ПК) та серверів. Їхні технічні характеристики наведені в табл. 2.1.[5]

Таблиця 2.1 - Технічні характеристики моделей Smart-UPS фірми APC

Модель	450VA	620VA	700VA	1400VA
Допустима вхідна напруга, В	0... 320			
Вхідна напруга під час роботи від мережі*, В	165... 283			
Вихідна напруга *, В	208... 253			
Захист вхідного ланцюга від навантаження	Автоматичний вимикач, що повертається у вихідне положення			
Діапазон частоти під час роботи від мережі, Гц	47... 63			
Час перемикання на живлення від батареї, мс	4			
Максимальна потужність у навантаженні, ВА (Вт)	450 (280)	620 (390)	700 (450)	1400 (950)

Вихідна напруга під час роботи від батареї, В	230			
Частота роботи від батареї, Гц	50±0,1			
Форма сигналу під час роботи від батареї	Синусоїда			
Захист вихідного ланцюга від навантаження	Захист від перевантаження та короткого замикання, при перевантаженні вимкнення з фіксацією			
Тип батареї	Свинцева герметична, необслуговувана			
Кількість батарей × напруга, В	2×12	2×6	2×12	2×12
Місткість батарей, Аг	4,5	10	7	17
Термін служби батареї, років	3... 5			
Час повного заряду, г	2... 5			
Розміри ДБЖ (висота × ширина × довжина), см	16,8 × 11,9 × 36,8		15,8 × 13,7 × 35,8	21,6 × 17 × 43,9
Маса нетто (брутто), кг	7,30 (9,12)	10,53 (12,34)	13,1 (14,5)	24,1 (26,1)

* Регулює користувач за допомогою програмного забезпечення PowerChute.

ДБЖ Smart-UPS 450VA... 700VA та Smart-UPS 1000VA... 1400VA мають однакову електричну схему та відрізняються ємністю батарей, кількістю вихідних транзисторів в інверторі, потужністю силового трансформатора та габаритами.

Розглянемо параметри, що характеризують якість електроенергії, а також термінологію та позначення.

Проблеми з електроживленням можуть виражатися у вигляді:

- повної відсутності вхідної напруги – blackout;
- тимчасової відсутності або сильного падіння напруги, викликаного включенням до мережі потужного навантаження (електромотора, ліфта тощо) – sag або brownout;
- миттєвого та дуже потужного підвищення напруги, як при ударі блискавки – spike;
- періодичного підвищення напруги, що триває частки секунди, викликаного, як правило, змінами навантаження в мережі – surge.

В Україні провали, пропаданя та стрибки напруги як вгору, так і вниз становлять приблизно 95% відхилень від норми, решта – шуми, імпульсні перешкоди (голки), високочастотні викиди.

Як одиниці вимірювання потужності використовуються Вольт-Ампері (ВА, VA) і Ватти (Вт, W). Вони відрізняються коефіцієнтом потужності PF (Power Factor):

$$W=VA\times PF \quad (2.1)$$

Коефіцієнт потужності для комп'ютерної техніки дорівнює 0,6...0,7. Число в позначенні моделей фірми APC означає максимальну потужність ВА. Наприклад, модель Smart-UPS 600VA має потужність 400 Вт, а модель 900VA – 630 Вт.

Структурна схема моделей Smart-UPS та Smart-UPS/VS показана на рис. 2.1. Мережа напруга надходить на вхідний фільтр EM/RFI, що служить для придушення перешкод електромережі. При номінальній напрузі електромережі включені реле RY5, RY4, RY3 (контакти 1, 3), RY2 (контакти 1, 3), RY1 і вхідна напруга проходить у навантаження. Реле RY3 та RY2 використовуються для режиму підстроювання вихідної напруги BOOST/TRIM. Наприклад, якщо напруга мережі збільшилася і вийшла за допустимий ліміт, реле RY3 і RY2 підключають додаткову обмотку W1 послідовно з основною W2. Утворюється автотрансформатор з коефіцієнтом трансформації

$$K=W2/(W2+W1) \quad (2.2)$$

менше одиниці, і вихідна напруга падає. У разі зменшення напруги мережі додаткова обмотка W1 реверсується контактами реле RY3 і RY2. Коефіцієнт трансформації

$$K=W2/(W2-W1) \quad (2.3)$$

стає більше одиниці, і вихідна напруга підвищується. Діапазон регулювання становить $\pm 12\%$, величина гістерези вибирається програмою Power Chute.

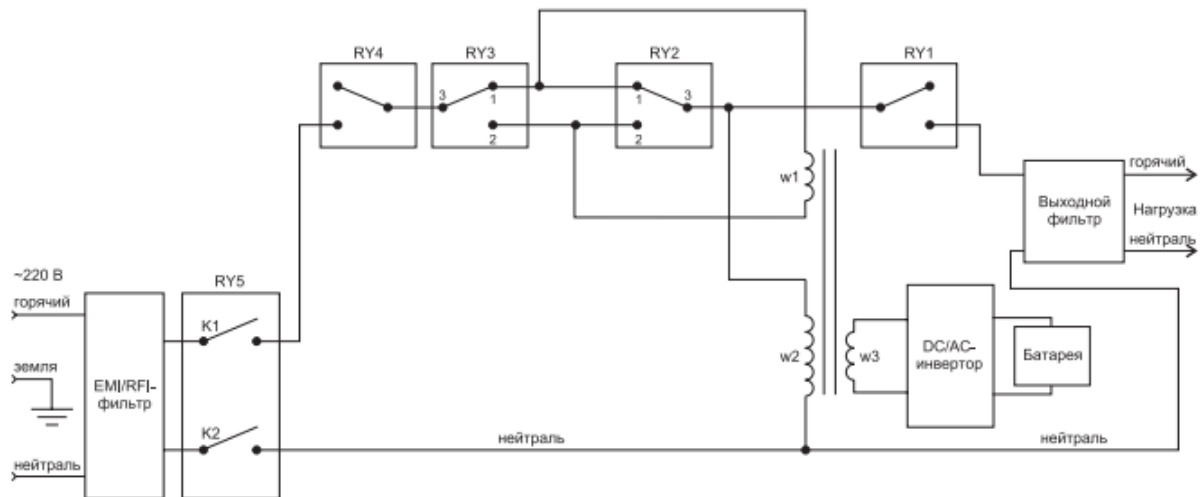


Рисунок 2.1 - Структурна схема моделей Smart-UPS та Smart-UPS/VS

При пропаданні напруги на вході вимикаються реле RY2...RY5, включається потужний ШИМ-інвертор, що живиться від батареї, і навантаження надходить синусоїдальна напруга 230 В, 50 Гц.

Багатоланковий фільтр придушення перешкод електромережі складається з варисторів MV1, MV3, MV4, дроселя L1, конденсаторів C14...C16 (рис. 2.2). Трансформатор СТ1 аналізує високочастотні складові напруги мережі. Трансформатор СТ2 є датчик струму навантаження. Сигнали з цих датчиків, а також датчика температури RTH1 надходять на аналого-цифровий перетворювач IC10 (ADCO838) (рис. 2.3).

Трансформатор Т1 є датчиком вхідної напруги. Команда на увімкнення пристрою (АС-ОК) подається з дворівневого компаратора IC7 на базу Q6. Трансформатор Т2 – датчик вихідної напруги для Smart TRIM/BOOST. З висновків 23 та 24 процесора IC12 (рис. 2.3) сигнали BOOST та TRIM подаються на бази транзисторів Q43 та Q49 для перемикання реле RY3 та RY2 відповідно.

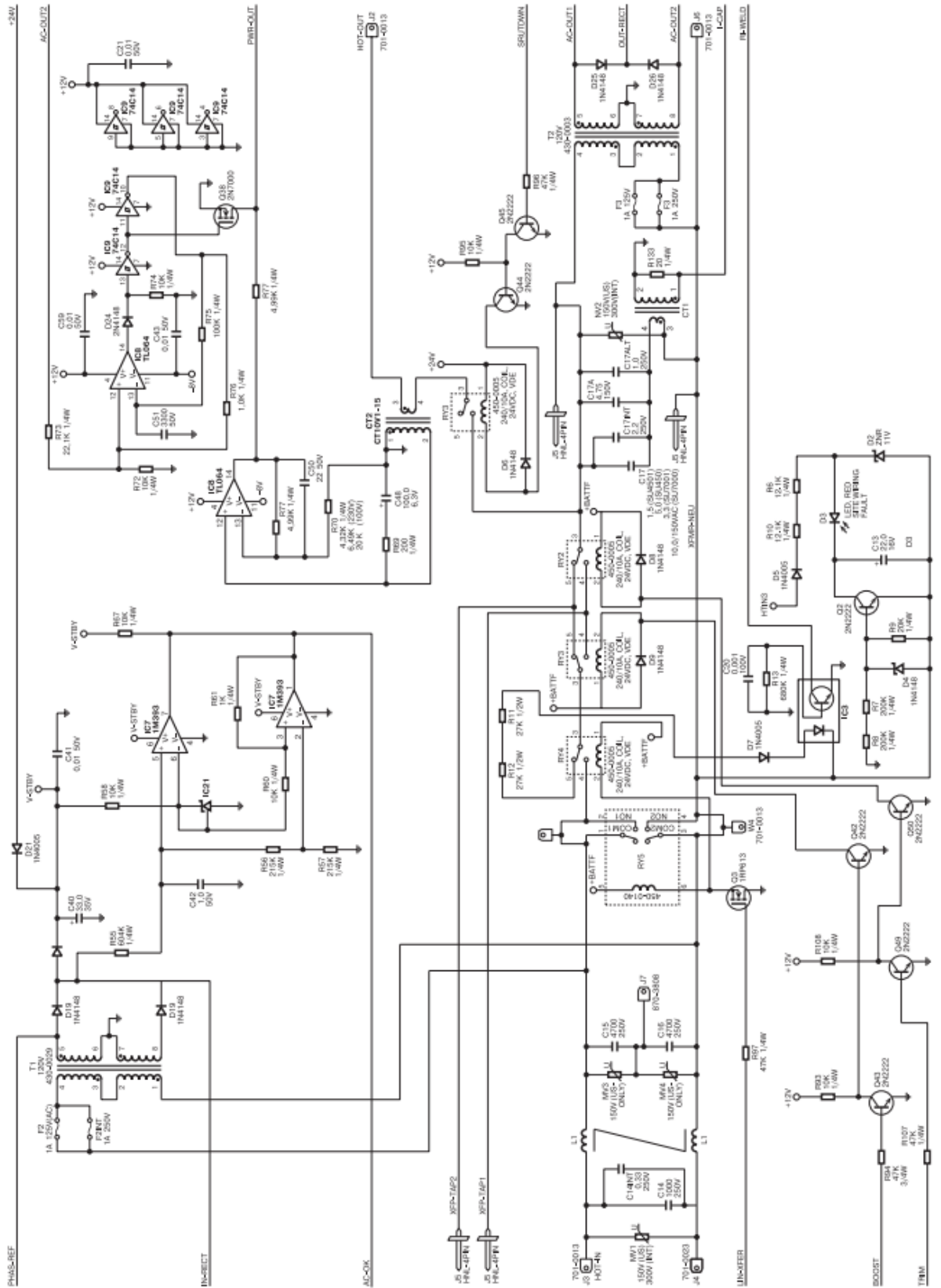


Рисунок 2.2 - Вхідні ланцюги

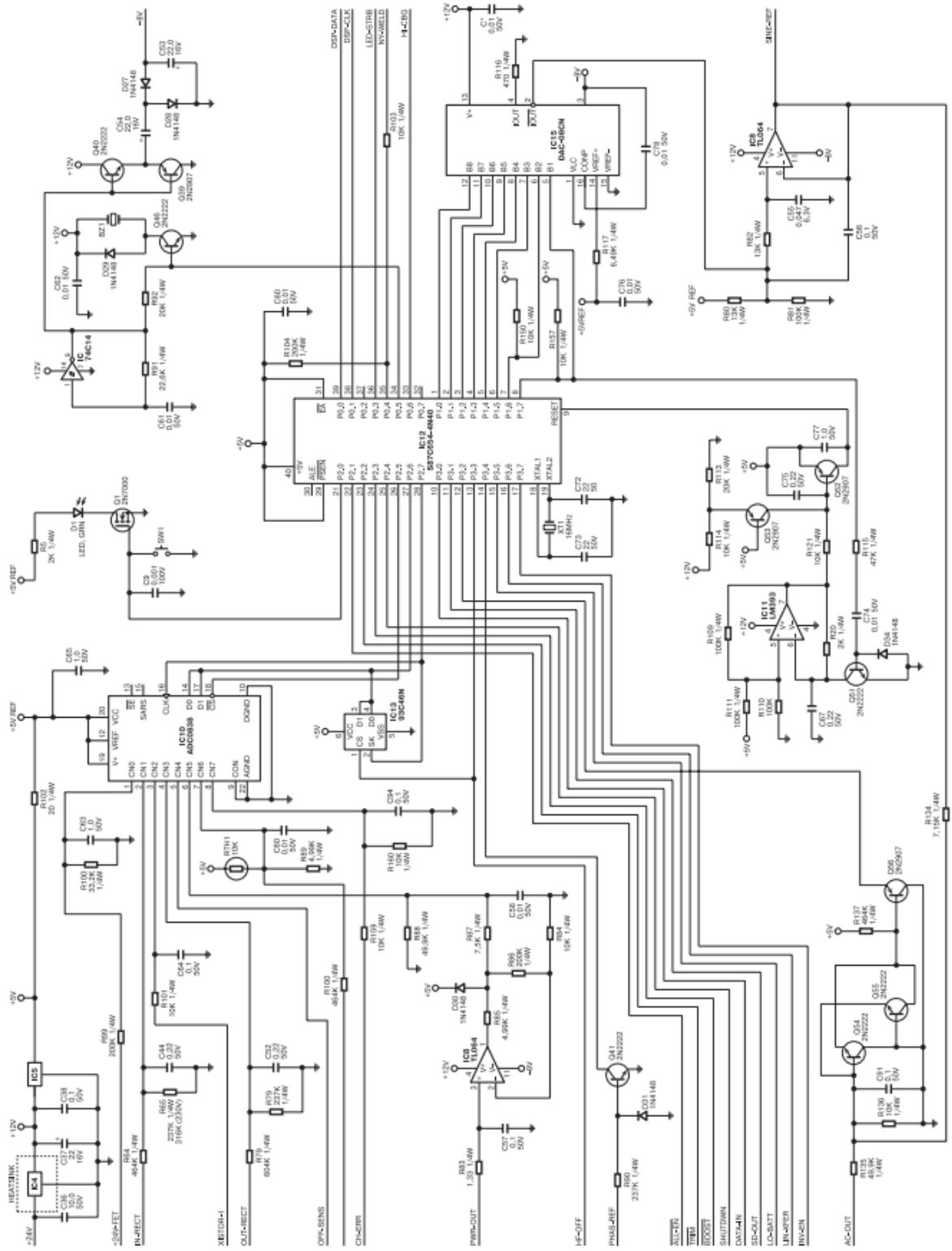


Рисунок 2.3 - Увімкнення процесора

Сигнал синхронізації по фазі (PHAS-REF) з виведення трансформатора 5 Т1 надходить на базу транзистора Q41 і з його колектора на виведення 14 процесора IC12 (рис. 2.3).

У моделі Smart-UPS використовується мікропроцесор IC12 (S87C654), котрий:

- контролює наявність напруги у електромережі. Якщо воно зникає, мікропроцесор підключає потужний інвертор, що працює від батареї;
- включає звуковий сигнал для повідомлення користувача про проблеми з електроживленням;
- забезпечує безпечне автоматичне закриття операційної системи (Netware, Windows, Linux тощо), зберігаючи дані через двонаправлений комутаційний порт за наявності встановленої програми Power Chute;
- автоматично коригує падіння (режим Smart Boost) та перевищення (режим Smart Trim) напруги електромережі, доводячи вихідну напругу до безпечного рівня без переходу на роботу від батареї;
- контролює заряд батареї, тестує її реальним навантаженням та захищає її від перезаряду, забезпечуючи безперервну зарядку;
- забезпечує режим заміни батарей без вимкнення живлення;
- проводить самотестування (кожні два тижні або після натискання кнопки Power) і видає попередження про необхідність заміни батареї;
- показує рівень підзарядки батареї, напруги в мережі, навантаження ДБЖ (кількість підключеного до ДБЖ обладнання), режим живлення від батареї та необхідність її заміни.

У мікросхемі пам'яті EEPROM IC13 зберігаються заводські установки, а також калібровані установки рівнів сигналів частоти, вихідної напруги, меж переходу, напруги заряджання батареї.

Цифро-аналоговий перетворювач IC15 (DAC-O8CN) формує на виведенні 2 еталонний синусоїдальний сигнал, який використовується як опорний для IC17 (APC2010).

ШИМ-сигнал формується IC14 (APC2020) разом із IC17. Потужні польові транзистори Q9 ... Q14, Q19 ... Q24 утворюють мостовий інвертор. Під час позитивної напівхвилі ШИМ-сигналу відкриті Q12 ... Q14 і Q22 ... Q24, а Q19 ... Q21 і Q9 ... Q11 закриті. Під час негативної напівхвилі відкриті Q19 ... Q21 і Q9 ... Q11, а Q12 ... Q14 і Q22 ... Q24 закриті. Транзистори Q27 ... Q30, Q32, Q33, Q35, Q36 утворюють двотактні драйвери, що формують сигнали управління потужними польовими транзисторами, що мають велику вхідну ємність. Навантаженням інвертора є обмотка трансформатора, вона підключається проводами W5 (жовтий) та W6 (чорний). На вторинній обмотці трансформатора формується синусоїдальна напруга 230 В, 50 Гц для живлення підключеного обладнання.

Робота інвертора в «зворотному» режимі використовується для заряджання батареї пульсуючим струмом під час нормальної роботи ДБЖ.

ДБЖ має вбудований слот SNMP, який дозволяє підключати додаткові плати для розширення можливостей ДБЖ:

- адаптер Power Net SNMP, що підтримує пряме з'єднання з сервером у разі аварійного закриття системи;
- розширювач інтерфейсу ДБЖ, що забезпечує керування до трьох серверів;
- пристрій дистанційного керування Call-UPS, що забезпечує віддалений доступ через модем.

У ДБЖ є кілька напруг, необхідних для нормальної роботи пристрою: 24 В, 12 В, 5 В і -8 В. Для їх перевірки можна скористатися табл. 2.2. Вимірювати опір з висновків мікросхем на загальний провід слід при вимкненому ДБЖ та розрядженому конденсаторі C22. Типові несправності ДБЖ Smart-Ups 450VA...700VA та способи їх усунення наведені у табл. 2.3.

Таблиця 2.2 - Напруги у контрольних точках

Напруга	Мікросхема/вивід	Опір на загальний провід	Можливі несправні компоненти
24 В	IC4/1	1 МОм	C41, C36, C63, IC4, SNMP, плата дисплея з гнучким кабелем, вентилятор
12 В	IC4/3	1 кОм	IC5, C8, D401, IC2, Q9...Q14, Q19...Q24
5 В	IC5/3	1 кОм	D402, C65, IC12, IC5, IC10, IC13 (перепрограмувати)
-8 В	IC17/1	15 кОм	C7, Q39, Q40, C54, C53, D28, D27, IC9, IC17

Таблиця 2.3 - Типові несправності ДБЖ Smart-UPS 450VA...700VA

Короткий опис дефекту	Можлива причина	Спосіб відшукування та усунення несправності
ДБЖ не включається	Не підключені батареї	Підключити батареї
	Погана або несправна батарея, мала її ємність	Замінити батарею. Ємність зарядженої батареї можна перевірити лампою (12 В, 150 Вт)
	Пробиті потужні польові транзистори інвертора	У цьому випадку на виводах батареї, підключеної до плати ДБЖ, немає напруги. Перевірити омметром та замінити транзистори. Перевірити резистори у ланцюгах їх затворів. Замінити IC16
	Обрив гнучкого кабелю, що з'єднує дисплей	Ця несправність може бути викликана замиканням виводів гнучкого кабелю на шасі ДБЖ. Замінити гнучкий кабель, що з'єднує дисплей з основною платою ДБЖ. Перевірити справність запобіжника F3 та транзистора Q5
	Продавлено кнопку включення	Замінити кнопку SW2
ДБЖ включається тільки від батареї	Згорів запобіжник F3	Замінити F3. Перевірити справність транзисторів Q5 та Q6
ДБЖ не стартує. Світиться індикатор заміни батареї	Якщо батарея справна, то ДБЖ неправильно відпрацьовує програму	Зробити калібрування напруги батареї за допомогою фірмової програми від APC
ДБЖ не включається до лінії	Відірвано мережевий кабель або порушено контакт	З'єднати мережний кабель. Перевірити омметром справність пробки-автомата. Перевірити з'єднання шнура «гарячий-нейтраль»
	Холодне паяння	Перевірити справність та якість пайок

	елементів плати	елементів L1, L2 і особливо T1
	Несправні варистори	Перевірити чи замінити варистори MV1...MV4
При включенні ДБЖ відбувається скидання навантаження	Несправний датчик напруги T1	Замінити T1. Перевірити справність елементів: D18...D20, C63 та C10
Блимають індикатори дисплея	Зменшилася ємність конденсатора C17	Замінити конденсатор C17
	Імовірний витік конденсаторів	Замінити C44 або C52
	Несправні контакти реле або елементи плати	Замінити реле. Замінити IC3 та D20. Діод D20 краще замінити на 1N4937
Перевантаження ДБЖ	Потужність підключеного обладнання перевищує номінальну	Зменшити навантаження
	Несправний трансформатор T2	Замінити T2
	Несправний датчик струму CT1	Замінити CT1. Опір більше 4 Ом вказує на несправність датчика струму
	Несправна IC15	Замінити IC15. Перевірити напругу -8 В та 5 В. Перевірити та при необхідності замінити: IC12, IC8, IC17, IC14 та потужні польові транзистори інвертора. Перевірити обмотки силового трансформатора
Не заряджається батарея	Неправильно працює програма ДБЖ	Відкалібрувати напругу батареї фірмовою програмою від APC. Перевірити константи 4, 5, 6, 0. Константа 0 є критичною для кожної моделі ДБЖ. Перевірку константи робити після заміни батареї
	Вийшла з ладу схема заряду батареї	Замінити IC14. Перевірити напругу 8 В на виводі 9 IC14, якщо його немає, то замінити C88 або IC17
	Несправна батарея	Замінити батарею. Її ємність можна перевірити лампою (12 В, 150 Вт)
	Несправний мікропроцесор IC12	Замінити IC12
При включенні ДБЖ не стартує, чути клацання	Несправна схема скидання	Перевірити справність та замінити несправні елементи: IC11, IC15, Q51...Q53, R115, C77
Дефект індикаторів	Несправна схема індикації	Перевірити та замінити несправні Q57...Q60 на платі індикаторів
ДБЖ не працює в режимі On-line	Дефект елементів плати	Замінити Q56. Перевірити справність елементів: Q55, Q54, IC12. Несправна IC13, або її доведеться перепрограмувати. Програму можна взяти зі справного ДБЖ

При переході на роботу від батареї ДБЖ вимикається та вмикається	Пробитий транзистор Q3	Замінити транзистор Q3
--	------------------------	------------------------

2.2 Аналіз пристрою ДБЖ класу OFF-LINE

До ДБЖ класу Off-line фірми APC належать моделі Back-UPS. ДБЖ цього класу відрізняються низькою вартістю та призначені для захисту персональних комп'ютерів, робочих станцій, мережевого обладнання, торгових та касових терміналів. Потужність моделей Back-UPS, що випускаються, від 250 до 1250 ВА. Основні технічні дані найпоширеніших моделей ДБЖ представлені у табл.

2.4. [6]

Таблиця 2.4 - Основні технічні дані ДБЖ класу Back-UPS

Модель	BK250I	BK400I	BK600I
Номінальна вхідна напруга, В	220...240		
Номінальна частота мережі, Гц	50		
Енергія викидів, що поглинаються, Дж	320		
Піковий струм викидів, А	6500		
Пропущені в нормальному режимі значення викидів напруги за тестом IEEE 587 Cat. A 6 kVA, %	<1		
Напруга перемикавання, В	166...196		
Вихідна напруга під час роботи від акумуляторів, В	225±5%		
Вихідна частота під час роботи від акумуляторів, Гц	50±3%		
Максимальна потужність, ВА (Вт)	250 (170)	400 (250)	600 (400)
Коефіцієнт потужності	0,5...1,0		
Пік-фактор	<5		
Номінальний час перемикавання, мс	5		
Кількість акумуляторів × напруга, В	2 × 6	1 × 12	2 × 6
Ємність акумуляторів, Аг	4	7	10
Час 90% підзарядки після розрядки до 50%, годин	6	7	10
Акустичний шум на відстані 91 см від пристрою, дБ	<40		
Час роботи ДБЖ на повну потужність, хвилин	>5		
Максимальні габарити (В×Ш×Д), мм	168×119×361		
Вага, кг	5,4	9,5	11,3

Індекс «I» (International) у назвах моделей ДБЖ означає, що моделі розраховані на вхідну напругу 230 В. У пристроях встановлені герметичні свинцеві акумулятори, що не обслуговуються, з терміном служби 3...5 років за стандартом Euro Bat. Всі моделі оснащені фільтрами-обмежувачами, що пригнічують стрибки та високочастотні перешкоди напруги мережі. Пристрої подають відповідні звукові сигнали під час зникнення вхідної напруги, розрядження акумуляторів та перевантаження. Порогове значення напруги мережі, нижче за яке ДБЖ переходить на роботу від акумуляторів, встановлюється перемикачами на задній панелі пристрою. Моделі ВК400I та ВК600I мають інтерфейсний порт, що підключається до комп'ютера або сервера для автоматичного самотійного закриття системи, тестовий перемикач та вимикач звукового сигналу.

Структурна схема ДБЖ Back-UPS 250I, 400I та 600I показана на рис. 2.5. Мережева напруга надходить на вхідний багатоступінчастий фільтр через переривник ланцюга. Переривник ланцюга виконаний у вигляді автоматичного вимикача на задній панелі ДБЖ. У разі значного перевантаження він відключає пристрій від мережі, контактний стовпчик вимикача виштовхується вгору. Щоб увімкнути ДБЖ після перевантаження, необхідно повернути у вихідне положення контактний стовпчик вимикача. У вхідному фільтрі-обмежувачі електромагнітних та радіочастотних перешкод використовуються LC-ланки та метало-оксидні варистори. При роботі в нормальному режимі контакти 3 і 5 реле RY1 замкнуті, ДБЖ передає в навантаження напругу електромережі, фільтруючи високочастотні перешкоди. Зарядний струм надходить безперервно, поки в мережі є напруга. Якщо вхідна напруга падає нижче встановленої величини або взагалі зникає, а також якщо вона сильно зашумлена, контакти 3 і 4 реле замикаються, і ДБЖ перемикається на роботу від інвертора, який перетворює постійну напругу акумуляторів на змінну. Час перемикання становить близько 5 мс, що є цілком прийнятним для сучасних імпульсних блоків живлення

комп'ютерів. Форма сигналу на навантаженні - прямокутні імпульси позитивної і негативної полярності з частотою 50 Гц, тривалістю 5 мс, амплітудою 300 В, ефективною напругою 225 В. На холостому ході тривалість імпульсів скорочується, і ефективна вихідна напруга від Smart знижується до 208 В. На відміну від моделей Smart-UPS, у Back-UPS немає мікропроцесора, для керування пристроєм використовуються компаратори та логічні мікросхеми.

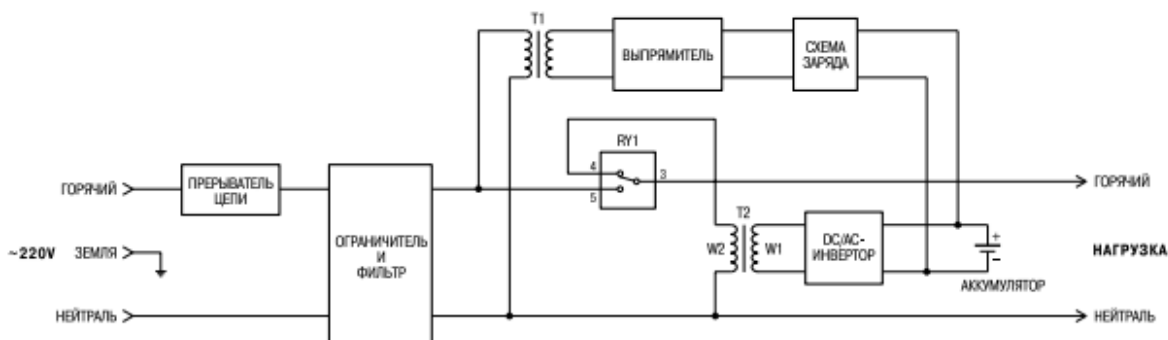


Рисунок 2.5 - Структурна схема

Принципова схема ДБЖ Back-UPS 250I, 400I та 600I практично повністю наведена на рис. 2.6...2.8 Багатофункціональний фільтр придушення перешкод електромережі складається з варисторів MOV2, MOV5, дроселів L1 та L2, конденсаторів C38 та C40 (рис. 2.6). Трансформатор T1 (рис. 2.7) є датчиком вхідної напруги. Його вихідна напруга використовується для заряджання акумуляторів (у цьому ланцюзі використовуються D4...D8, IC1, R9...R11, C3 та VR1) та аналізу мережної напруги. Якщо воно зникає, то схема на елементах IC2...IC4 та IC7 підключає потужний інвертор, що працює від акумулятора. Команда ACFAIL включення інвертора формується мікросхемами IC3 та IC4. Схема, що складається з компаратора IC4 (виводи 6, 7, 1) та електронного ключа IC6 (виводи 10, 11, 12), дозволяє роботу інвертора сигналом лог. «1», що надходять на виводи 1 та 13 IC2.

Дільник, що складається з резисторів R55, R122, R123 і перемикача SW1 (виводи 2, 7 і 3, 6), розташованого на тилі ДБЖ, визначає напругу мережі, нижче за яку ДБЖ перемикається на батарейне живлення. Заводська

установка цієї напруги 196 В. У районах, що характеризуються частими коливаннями напруги мережі, що призводить до частих перемикачів ДБЖ на батарейне живлення, гранична напруга повинна бути встановлена на нижчий рівень. Точне налаштування порогової напруги виконується резистором VR2.

Під час роботи від батареї мікросхема IC7 формує імпульси збудження інвертора PUSHPL1 та PUSHPL2. В одному плечі інвертора встановлені потужні польові транзистори Q4...Q6 та Q36, в іншому – Q1...Q3 та Q37. Своїми колекторами транзистори навантажені на вихідний трансформатор. На вторинній обмотці вихідного трансформатора формується імпульсна напруга з ефективним значенням 225 і частотою 50 Гц, яке використовується для живлення підключеного до ДБЖ обладнання. Тривалість імпульсів регулюється змінним резистором VR3, а частота – резистором VR4 (рис. 2.7). Включення та вимкнення інвертора синхронізується з напругою мережі схемою на елементах IC3 (виводи 3...6), IC6 (виводи 3...5, 6, 8, 9) та IC5 (виводи 1...3 та 11...13). Схема на елементах SW1 (виводи 1 та 8), IC5 (виводи 4...6 та 8...10), IC2 (виводи 8...10), IC3 (виводи 1 та 2), IC10 (виводи 12 та 13), D30, D31, D18, Q9, BZ1 (рис. 2.8) включає звуковий сигнал, що попереджає користувача про проблеми з електроживленням. Під час роботи від батареї ДБЖ кожні 5 с. видає одиночний звуковий сигнал, що вказує на необхідність збереження файлів користувача, т.к. ємність акумуляторів обмежена. При роботі від батареї ДБЖ здійснює контроль за її ємністю та за певний час до її розряду подає безперервний звуковий сигнал. Якщо виводи 4 і 5 перемикача SW1 розімкнені, цей час становить 2 хвилини, якщо замкнуті – 5 хвилин. Для відключення звукового сигналу треба замкнути виводи 1 та 8 перемикача SW1.

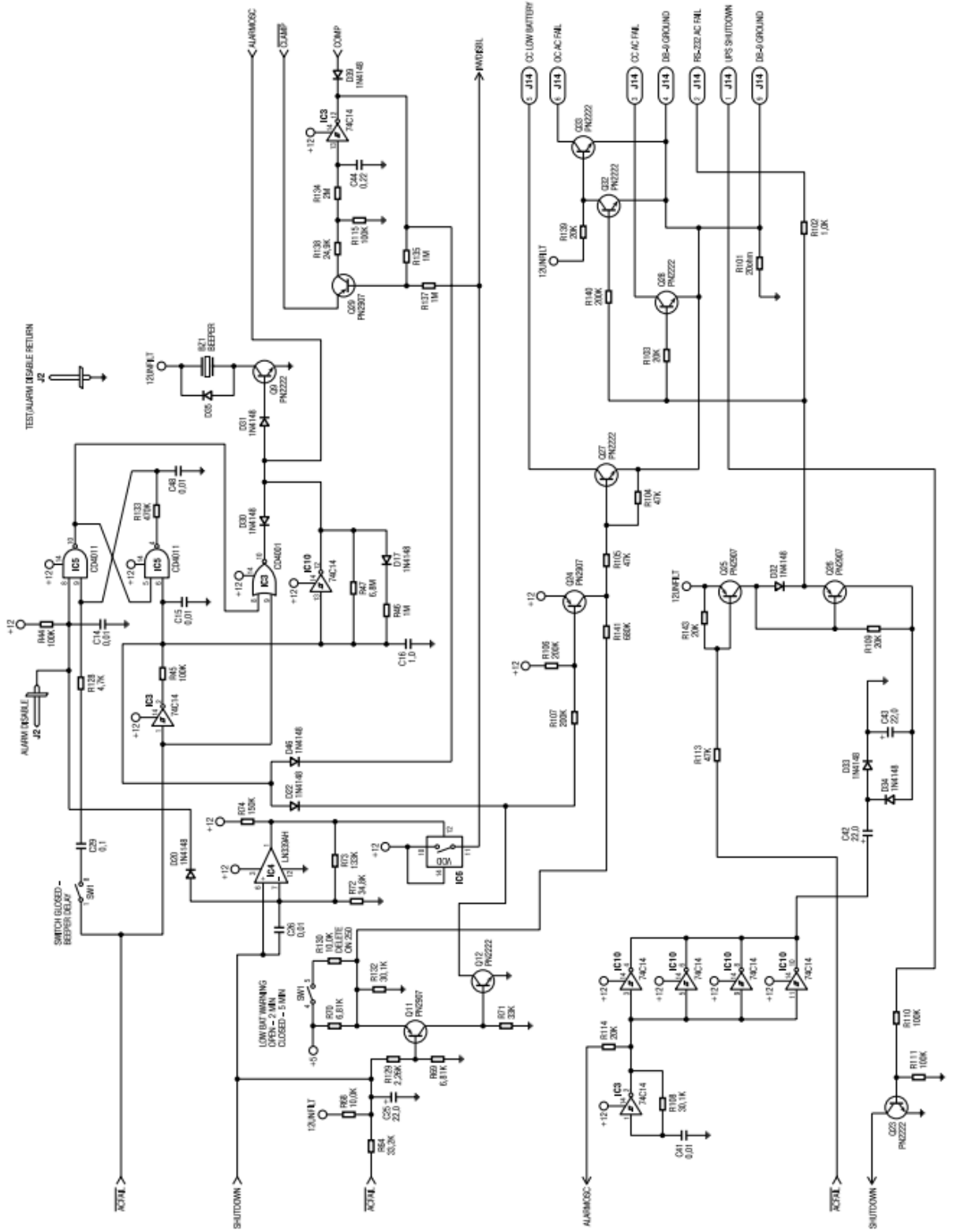


Рисунок 2.8 - Схема управління

Всі моделі Back-UPS, крім BK250I, мають двонаправлений комунікаційний порт для зв'язку з ПК. Програмне забезпечення Power Chute Plus дозволяє комп'ютеру здійснювати як поточний контроль ДБЖ, так і безпечно автоматичне закриття операційної системи (Netware, Windows, Linux тощо), зберігаючи файли користувача. На рис. 2.8 цей порт позначений як J14. Призначення його виводів:

- 1- UPS SHUTDOWN. ДБЖ вимикається, якщо на цьому виводі з'являється лог. "1" протягом 0,5 с.
- 2- AC FAIL. При переході живлення від батареї ДБЖ генерує на цьому виводі лог. «1».
- 3- CC AC FAIL. При переході на живлення від батареї ДБЖ формує на цьому виводі лог. "0". Вихід із відкритим колектором.
- 4,9- DB-9 GROUND. Загальний провід для введення/виведення сигналів. Вивід має опір 20 Ом щодо загального дроту ДБЖ.
- 5- CC LOW BATTERY. У разі розряду батареї ДБЖ формує на цьому виводі лог. "1". Вихід із відкритим колектором.
- 7,8 – не підключені.

Виходи з відкритим колектором можуть підключатися до ТТЛ-схем. Їх здатність навантаження до 50 мА, 40 В. Якщо до них потрібно підключити реле, то обмотку слід зашунтувати діодом.

Звичайний «нуль-модемний» кабель для зв'язку з цим портом не підходить, відповідний інтерфейсний кабель RS-232 з 9-штирковим роз'ємом постачається в комплекті з програмним забезпеченням.

2.3 Калібрування і ремонт ДБЖ

Встановлення частоти вихідної напруги

Для встановлення частоти вихідної напруги підключити на вихід ДБЖ осцилограф або частотомір. Включити ДБЖ у режим роботи від батареї. Вимірюючи частоту на виході ДБЖ, регулюванням резистора VR4 встановити $50 \pm 0,6$ Гц.

Встановлення значення вихідної напруги. Включити ДБЖ у режим роботи від батареї без навантаження. Підключити на вихід ДБЖ вольтметр для вимірювання ефективного значення напруги. Регулюванням резистора VR3 встановити напругу на виході ДБЖ 208 ± 2 В.

Встановлення порогової напруги. Перемикачі 2 та 3, розташовані на тилівій стороні ДБЖ, встановити у положення OFF. Підключити ДБЖ до трансформатора типу ЛАТР з плавним регулюванням вихідної напруги. На виході ЛАТРа встановити напругу 196 В. Повернути резистор VR2 проти годинникової стрілки до упору, потім повільно повертати резистор VR2 за годинниковою стрілкою доти, доки ДБЖ не перейде на батарейне живлення.

Встановлення напруги заряду. Встановити на вході ДБЖ напругу 230 В. Від'єднати червоний провід, що йде до позитивного виводу акумулятора. Використовуючи цифровий вольтметр, регулюванням резистора VR1 встановити на цьому дроті напругу $13,76 \pm 0,2$ В відносно загальної точки схеми, потім відновити з'єднання з акумулятором.

Типові несправності та методи їх усунення наведені у табл. 2.5, а в табл. 2.6 – аналоги компонентів, що найчастіше виходять з ладу.

Таблиця 2.5 - Типові несправності ДБЖ Back-UPS 250I, 400I та 600I

Вияв дефекту	Можлива причина	Метод відшукування та усунення дефекту
Запах диму, ДБЖ не працює	Несправний вхідний фільтр	Перевірити справність компонентів MOV2, MOV5, L1, L2, C38, C40, а також провідники плати, що з'єднують їх
ДБЖ не включається. Індикатор не світиться	Вимкнено автомат захисту на вході (переривник ланцюга) ДБЖ	Зменшити навантаження ДБЖ, відключивши частину апаратури, а потім увімкнути автомат захисту, натиснувши контактний стовпчик автомата захисту
	Несправні батареї акумуляторів	Замінити акумулятори
	Неправильно підключені акумулятори	Перевірити правильність підключення акумуляторних батарей
		Перевірити справність інвертора. Для цього відключити ДБЖ від мережі змінного струму, від'єднати акумулятори та розрядити ємність C3 резистором 100

	Несправний інвертор	Ом, продзвонити омметром канали «стік-витік» потужних польових транзисторів Q1...Q6, Q36, Q37. Якщо опір дещо Ом або менше, то транзистори замінити. Перевірити резистори в затворах R1...R3, R6...R8, R147, R148. Перевірити справність транзисторів Q30, Q31 та діодів D36...D38 та D41. Перевірити запобіжники F1 та F2 Замінити мікросхему IC2
При включенні ДБЖ вимикає навантаження	Несправний трансформатор Т1	Перевірити справність обмоток трансформатора Т1. Перевірити доріжки на платі, що об'єднують обмотки Т1. Перевірити запобіжник F3
ДБЖ працює від акумулятора незважаючи на те, що є напруга в мережі	Напруга в електромережі дуже низька або спотворена	Перевірити вхідну напругу за допомогою індикатора або вимірювального приладу. Якщо це припустимо для навантаження, зменшити чутливість ДБЖ, тобто змінити межу спрацьовування за допомогою перемикачів, розташованих на задній стінці пристрою
ДБЖ включається, але напруга в навантаження не надходить	Несправне реле RY1	Перевірити справність реле RY1 та транзистора Q10 (BUZ71). Перевірити справність IC3 та IC4 та напругу живлення на їх виводах
		Перевірити доріжки на платі, що сполучають контакти реле
ДБЖ дзижчить та/або відключає навантаження, не забезпечуючи очікуваного часу резервного електроживлення	Несправний інвертор або один із його елементів	Див. підпункт «Несправний інвертор»
ДБЖ не забезпечує очікуваного часу резервного електроживлення	Акумуляторні батареї розряджені або втратили ємність	Зарядіть акумуляторні батареї. Вони вимагають перезарядження після тривалих вимкнень мережного живлення. Крім того, батареї швидко старіють при частому використанні або в умовах високої температури. Якщо наближається кінець терміну служби батарей, то доцільно їх замінити, навіть якщо ще не подається звуковий сигнал тривожний заміни акумуляторних батарей. Ємність зарядженої батареї перевірити лампою 12 В, 150 Вт
	ДБЖ перевантажений	Зменшити кількість споживачів на виході ДБЖ
Після заміни акумуляторів ДБЖ	Неправильне підключення акумуляторних	Перевірте правильність підключення акумуляторних батарей

не вмикається	батареї під час їх заміни	
При включенні ДБЖ видає гучний тональний сигнал, іноді з тоном, що знижується.	Несправні або сильно розряджені акумуляторні батареї	Зарядити акумулятори протягом не менше чотирьох годин. Якщо після перезарядження проблема не зникне, слід замінити акумуляторні батареї
Акумуляторні батареї не заряджаються	Несправний діод D8	Перевірити справність D8. Його зворотний струм не повинен перевищувати 10 мкА
	Напруга заряду нижче необхідного рівня	Відкалібрувати напругу заряду акумулятора

Таблиця 2.6 - Аналоги заміни несправних компонентів

Схемне позначення	Несправний компонент	Можлива заміна
IC1	LM317T	LM117H, LM117K
IC2	CD4001	K561JE5
IC3, IC10	74C14	Складається з двох мікросхем K561ТЛ1, виводи яких з'єднати згідно з цоколівкою на мікросхему
IC4	LM339	K1401CA1
IC5	CD4011	K561JA7
IC6	CD4066	K561KT3
D4...D8, D47, D25...D28	1N4005	1N4006, 1N4007, BY126, BY127, BY133, BY134, 1N5618...1N5622, 1N4937
Q10	BUZ71	BUZ10, 2SK673, 2SK971, BUK442...BUK450, BUK543...BUK550
Q22	IRF743	IRF742, MTP10N35, MTP10N40, 2SK554, 2SK555
Q8, Q21, Q35, Q31, Q12, Q9, Q27, Q28, Q32, Q33	PN2222	2N2222, BS450, BS541, BSW61...BSW64, 2N4014
Q11, Q29, Q25, Q,26, Q24	PN2907	2N2907, 2N4026...2N4029
Q1...Q6, Q36, Q37	IRFZ42	BUZ11, BUZ12, PRFZ42

3 МАТЕМАТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ У ДБЖ

На першому етапі здійснюватиметься аналіз пристрою. Вона складається з випрямляча, інвертора, перетворювача напруги в режимі стабілізатора струму, окремою системою управління - керуючого пристрою, в функції якого входять:

1. стабілізація струму заряду акумулятора з обмеженням напруги;
2. забезпечення стабільної напруги управління ШІМ з коефіцієнтом заповнення γ інвертора;
3. забезпечення комутації управління режимів заряду – розряду з урахуванням аналізу даних із напруги у мережі.

Функціональна схема представлена на рис. 3.1.

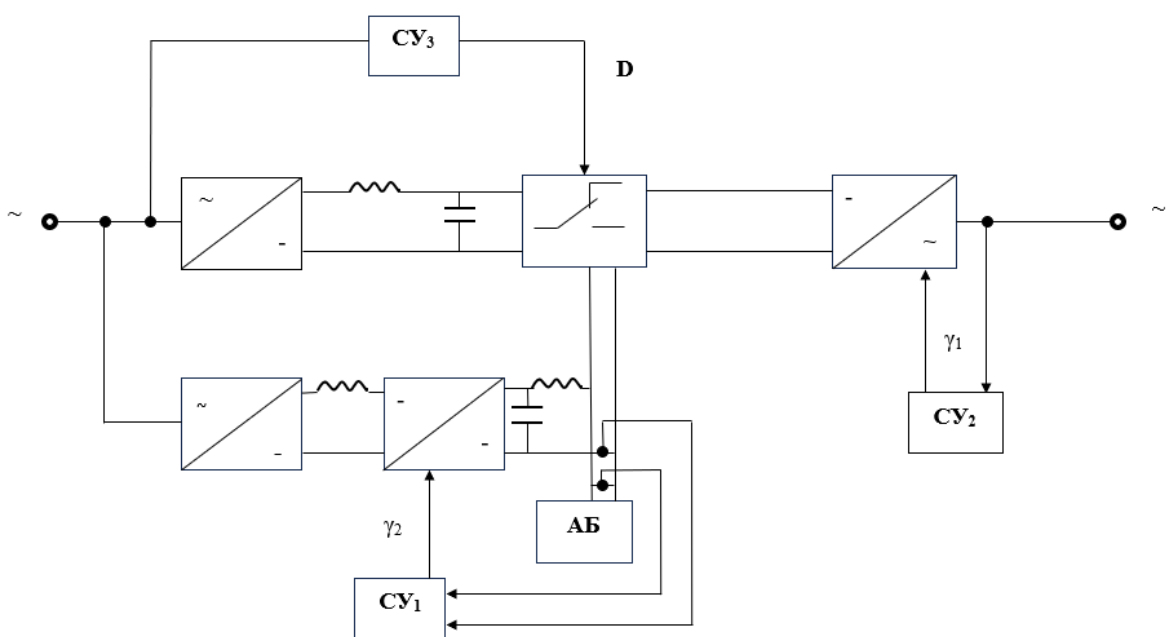


Рисунок 3.1- Функціональна схема ДБЖ за системою ВБМ

За методологією візуально-блочного моделювання на другому етапі будується структура енергетичного тракту - СЕТ, яка представлена на рис. 3.2. На сьогоднішній день елементи тракту, представлені на рис. 3.2, є елементами бібліотеки кафедри електроніки, інформаційних систем та програмного

забезпечення, крім ключового елемента, що раніше не розроблявся. Таким чином, актуалізується завдання – синтез елемента бібліотеки ВБМ у вигляді нового елемента – це ключового елемента, який забезпечує комутацію (див. рис. 3.1, СЕТ 2). Він не представлений у існуючій бібліотеці елементів. Він бере участь у розробці методології ВБМ на кафедрі електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення, тим самим ми виконуємо приватне наукове завдання – поповнюємо бібліотеку новим елементом ВБМ.

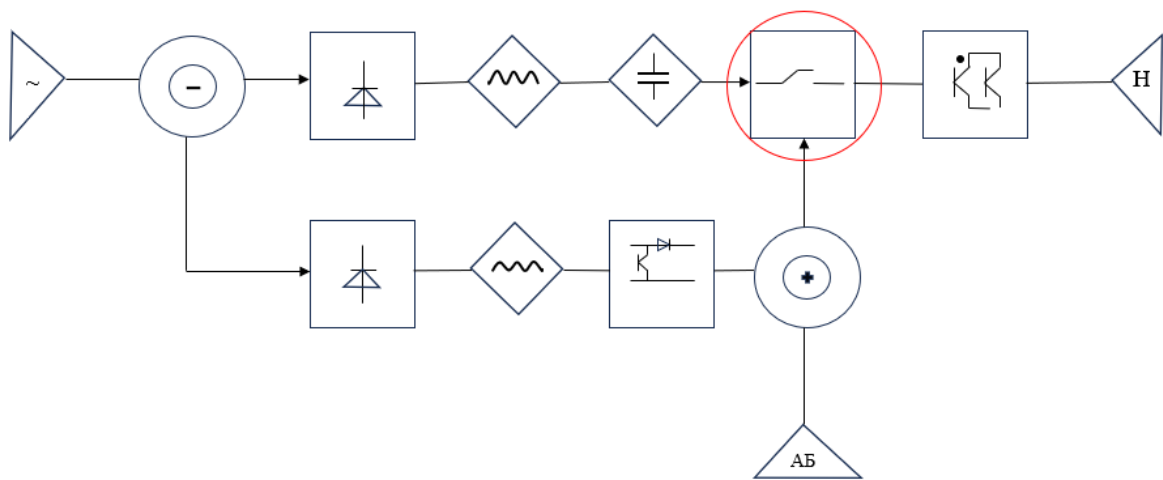


Рисунок 3.2 - Структура енергетичного тракту (СЕТ)

На рівні чорного ящика, після аналізу причинно-наслідкових зв'язків ключового елемента, з'являються такі входи та виходи. Їх структура представлена на рисунку 3.3, де входами з точки зору причинно-наслідкових зв'язків є дві вхідні напруги та один вихідний струм - причина. Відповідно, як наслідок, виходами є вихідна напруга та два вхідні струми. Крім цього, для керування стану ключа входить сигнал перемикання режимом D.

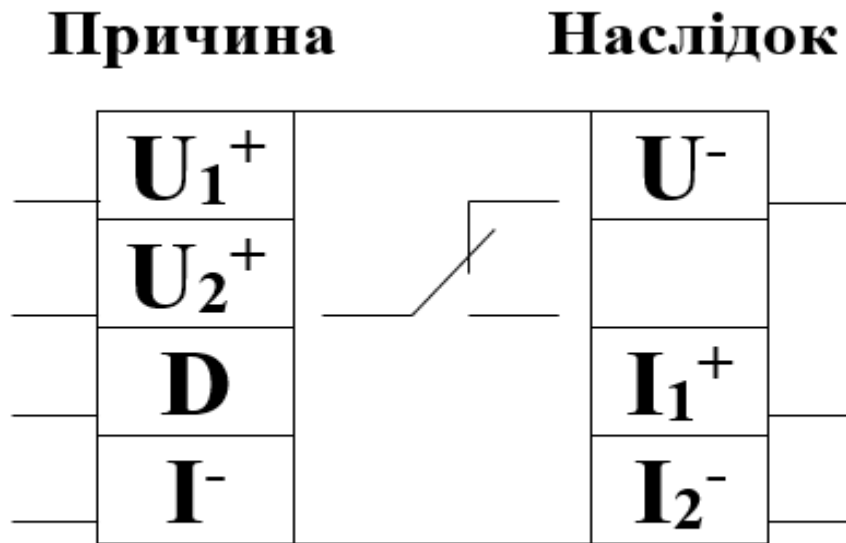


Рисунок 3.3 - Структура ключового елемента

Розкриття чорної скриньки отримуємо на рис. 3.4.

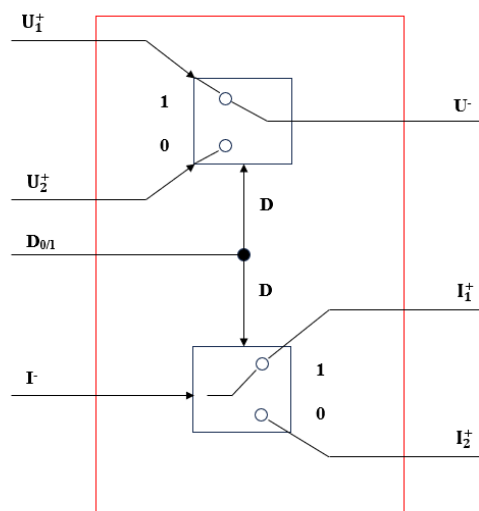


Рисунок 3.4 - Схема ключового елемента

Тепер коли всі елементи бібліотеки ВБМ нам відомі, ми можемо побудувати всю модель. Вся модель джерела безперебійного живлення по системі візуально-блокового моделювання представлена на рис. 3.5.

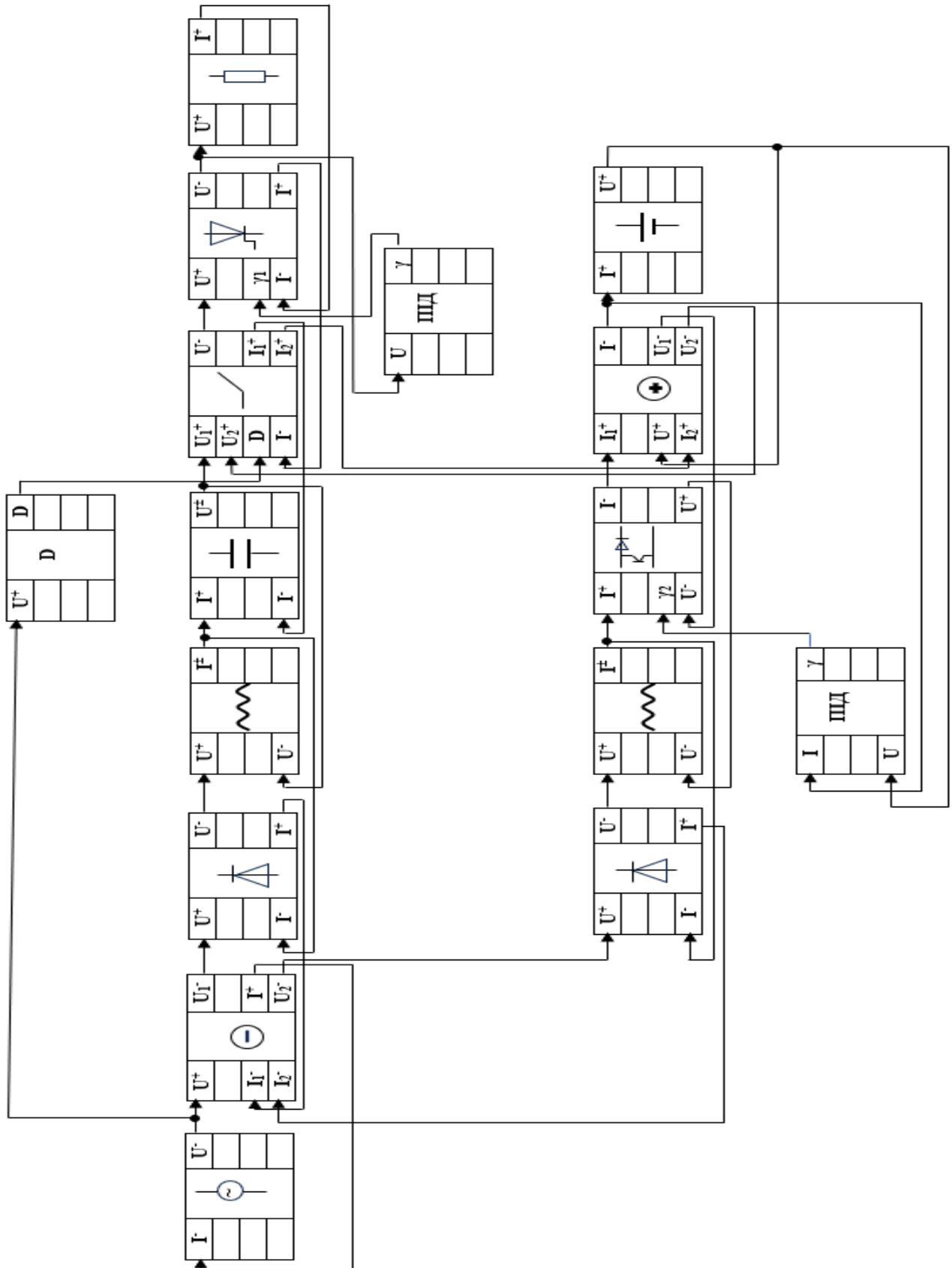
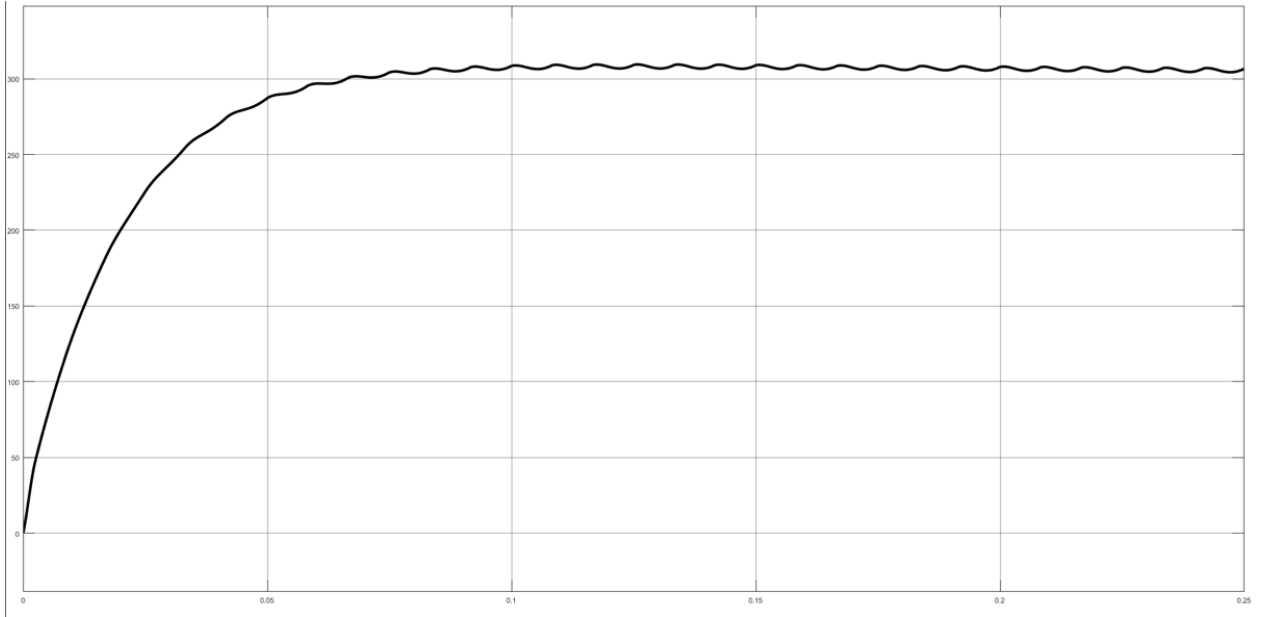
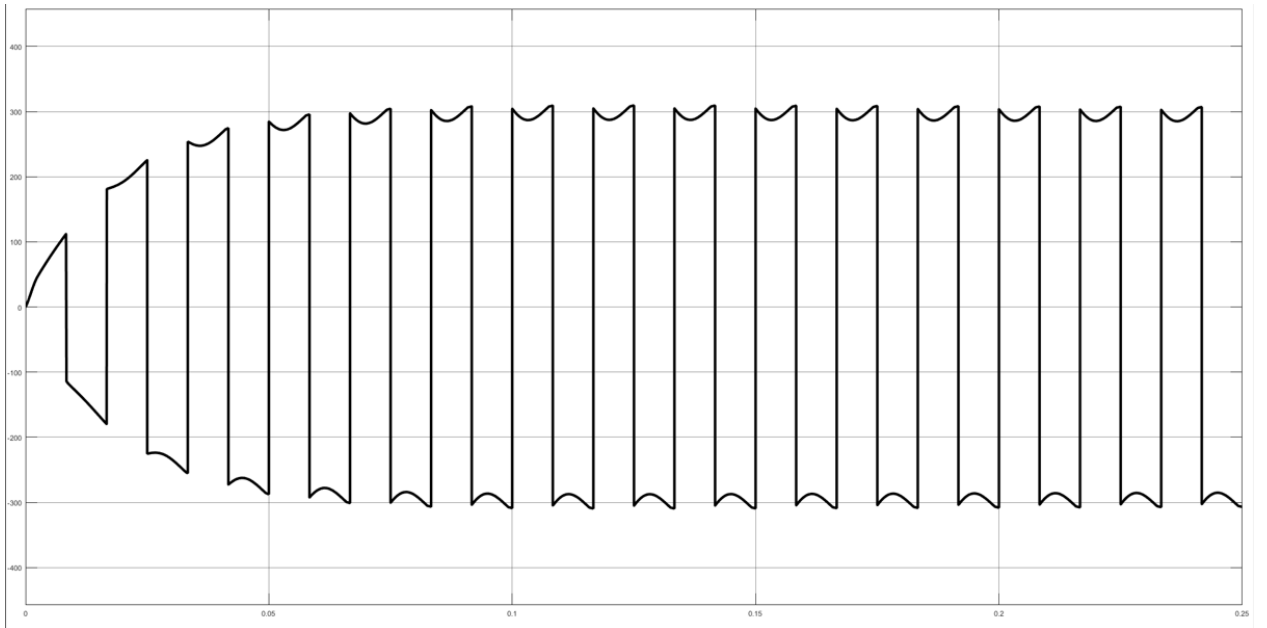


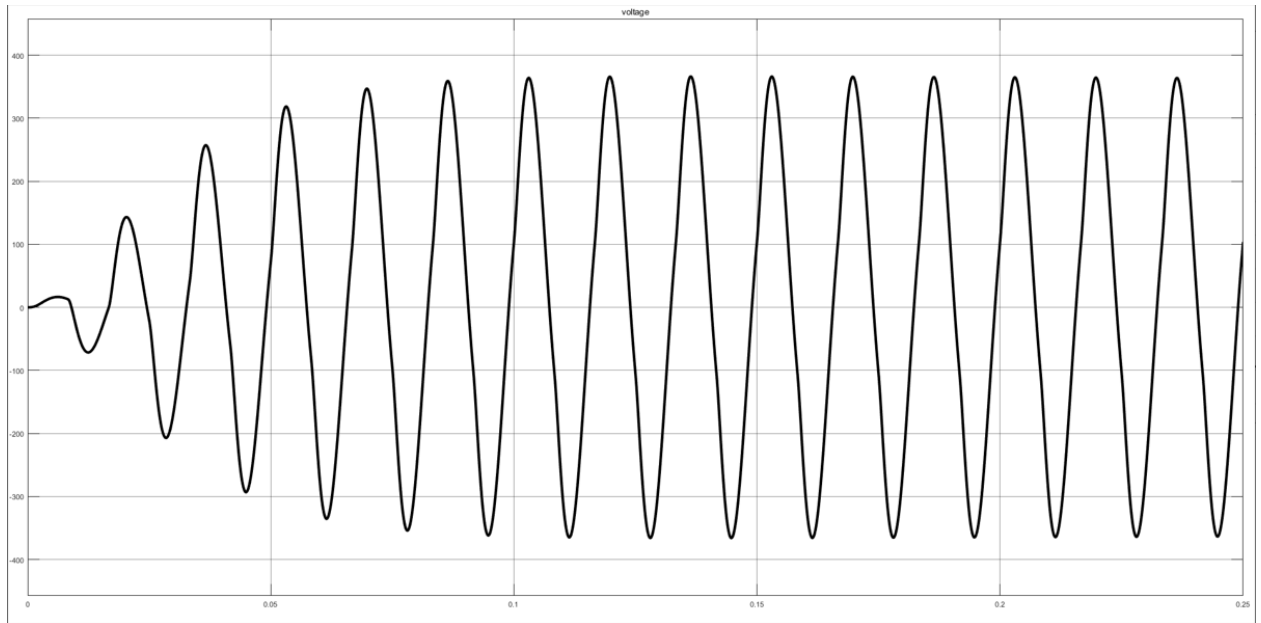
Рисунок 3.5 - Модель джерела безперебійного живлення по системі візуально-блокового моделювання



a)



б)



в)

Рисунок 3.5 – Результати моделювання (а – напруга в момент включення, б – напруга на виході інвертору, в – напруга після вихідного фільтру)

Результати моделювання підтвердили проведені розрахунки та прийняті схемотехнічні рішення.

Цей метод по системі візуально-блокового моделювання дозволяє швидко провести моделювання будь-якого складного пристрою з адекватними результатами, які відповідають світовим стандартам.

4 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Конструкція і розташування блоків ДБЖ

Одним із шкідливих факторів на ПрАТ «Укрграфіт» є струмопровідний пил, який часто приводить до виходу з ладу різних електронних та електричних приладів у тому числі ДБЖ.

З метою зменшення впливу струмопровідного пилу рекомендовано розташовувати блоки ДБЖ згідно таким рекомендаціям:

1. Плати керування вхідними ланцюгами, процесором, вихідним інвертором, повинні бути розташовані у верхній частині корпусу ДБЖ і розташовані горизонтально. Рекомендовано покрити ці плати лаком, для зменшення впливу струмопровідного пилу.

2. Систему охолодження ДБЖ у виді потужного вентилятора або декількох вентиляторів та наскрізних отворів для виходу гарячого повітря розташувати по середині корпусу. Для зменшення попадання в корпус струмопровідного пилу рекомендуємо встановити фільтри на вентиляторах та на наскрізних отворах.

3. У нижній частині корпусу розташувати блок акумуляторів, трансформатор та вхід живлення та виходи навантажень.



Рисунок 4.1 – Оптимальна орієнтація розташування блоків в ДБЖ

На деяких важливих ділянках зв'язаних з виробництвом, таких як наприклад управління печами, крім пилу додається ще такий шкідливий фактор як підвищена температура. Вона теж впливає на роботу як акумуляторних батарей так і електронних компонентів ДБЖ. Тому рекомендуємо, і це вже підтверджено на практиці, розміщувати ДБЖ у герметичних шафах з охолодженням. Це рішення розв'язує обидві проблеми – струмопровідний пил та підвищена температура. За статистикою ДБЖ розташовані у герметичних шафах, у тричі рідше виходять з ладу ніж зі звичайним розташуванням.



Рисунок 4.2 – Шафа кліматична навісна 12U 600x900, IP65

4.2 Заходи з охорони праці

У цьому розділі ВКР розглянуто питання організації праці при використанні ДБЖ для електропостачання. Метою даного розділу є виявлення та аналіз питань, пов'язаних з організацією робочого місця, виробничою санітарією, технікою виробничої безпеки та охороною довкілля. Основним завданням є створення допустимих норм для покращення умов праці, забезпечення виробничої безпеки людини, підвищення її продуктивності, збереження працездатності у процесі діяльності, і навіть охорони довкілля.

Питання виробничої та екологічної безпеки розглядаються з позиції виконавця, безпосередньо пов'язаного з технологічним процесом.

Для забезпечення живлення відповідальних споживачів електричної енергії, встановлюються жорсткі вимоги для джерел безперебійного живлення. При використанні джерел безперебійного живлення необхідно взяти до уваги, що підвищена, знижена або нестабільна напруга електромережі та інші перешкоди можуть призвести до поломки або аварійного режиму роботи відповідального обладнання, що надалі може призвести до серйозних фінансових проблем, витрат, і навіть до техногенних катастроф.

При конструюванні джерела безперебійного живлення необхідно враховувати, що: серверне обладнання повністю автономне, не допускається будь-які зміни у конструкції. Акумуляторні батареї – не обслуговуються. Усі маніпуляції з електричною схемою, такі як: ремонт, обслуговування та заміна елементів здійснюється кваліфікованим персоналом, сервісними підприємствами.

4.2.1 Правові та організаційні питання забезпечення безпеки

За станом безпеки праці встановлені суворі державний, відомчий та громадський нагляд та контроль. Цілями трудового законодавства є

встановлення державних гарантій трудових прав та свобод громадян, створення сприятливих умов праці, захист прав та інтересів працівників та роботодавців.

Відповідно до Закону України «Про охорону праці» кожен працівник має право на:

- робоче місце, що відповідає вимогам охорони праці;
- обов'язкове соціальне страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань відповідно до закону;
- отримання достовірної інформації від роботодавця, відповідних державних органів та громадських організацій про умови та охорону праці на робочому місці, про існуючі ризики пошкодження здоров'я, а також про заходи щодо захисту від впливу шкідливих та (або) небезпечних виробничих факторів;
- відмова від виконання робіт у разі виникнення небезпеки для його життя та здоров'я внаслідок порушення вимог охорони праці, за винятком випадків, передбачених законами, до усунення такої небезпеки;
- забезпечення засобами індивідуального та колективного захисту відповідно до вимог охорони праці за рахунок коштів роботодавця;
- навчання безпечним методам та прийомам праці за рахунок коштів роботодавця;
- особисту участь або участь через своїх представників у розгляді питань, пов'язаних із забезпеченням безпечних умов праці на його робочому місці, та у розслідуванні того, що сталося з ним у разі нещасного випадку на виробництві чи професійного захворювання;
- позачерговий медичний огляд відповідно до медичних рекомендацій із збереженням за ним місця роботи (посади) та середнього заробітку під час проходження зазначеного медичного огляду;
- гарантії та компенсації, встановлені відповідно до трудового кодексу України, колективним договором, угодою, локальним нормативним актом, трудовим договором, якщо він зайнятий на роботах зі шкідливими та (або) небезпечними умовами праці;
- підвищені або додаткові гарантії та компенсації

- за роботу на роботах зі шкідливими та (або) небезпечними умовами праці можуть встановлюватися колективним договором, локальним нормативним актом з урахуванням фінансово-економічного стану роботодавця. Порядок забезпечення працівників спецодягом, спецвзуттям та засобами індивідуального захисту, прання та дезінфекції встановлюється локальними нормативними актами роботодавця.[7]

Робоче місце – основний об'єкт у виробничих умовах, який представлений у випадку як простір, у якому може перебувати людина під час виконання виробничого процесу. Робоче місце, добре пристосоване до трудової діяльності працівника, правильно та доцільно організоване, щодо простору, форми, розміру забезпечує йому зручне положення при роботі та високу продуктивність праці при найменшій фізичній та психічній напрузі. Конструкція робочого місця та взаємне розташування всіх його елементів має відповідати антропометричним, фізичним та психологічним вимогам.

Крім того, варто скоротити час роботи за комп'ютером, робити перерви при 8-ми годинній зміні. Письмовий стіл та офісне крісло є головними складовими робочого місця. Основним робочим положенням є положення сидячи. Тому для виключення виникнення захворювань, пов'язаних із малою рухливістю працівника, необхідно мати можливість вільної зміни поз.

4.2.2 Виробнича безпека

Небезпечним виробничим фактором називається такий виробничий фактор, вплив якого на працюючого з певних умов призводить до травми, гострого отруєння або іншому раптовому різкому погіршенню здоров'я чи смерті. Шкідливий виробничий фактор - виробничий фактор, вплив якого на працюючого в певних умовах може призвести до захворювання, зниження працездатності та (або) негативного впливу на здоров'я потомства. Залежно від кількісної характеристики (рівня, концентрації та ін.) та тривалості впливу шкідливий виробничий чинник може стати небезпечним. При виконанні своїх

професійних обов'язків обслуговуючий персонал може зіткнутися з наступними небезпечними та шкідливими виробничими факторами поданими у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Можливі небезпечні та шкідливі фактори [8]

Фактори	Етапи работ		
	Розробка	Виготовлення	Експлуатація
1. Відхилення показників мікроклімату	+	+	+
2. Перевищення рівня шуму		+	+
3. Відсутність чи нестача природного освітлення	+	+	+
4. Недостатня освітленість робочої зони	+	+	+
5. Підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якої може статися через тіло людини	+	+	+

Комплектуючі джерела безперебійного живлення всередині корпусу, мають високу температуру та знаходяться під високою напругою. Під час обслуговування та виконання будь-яких операцій з джерелом безперебійного живлення, необхідно дотримуватись заходів безпеки, які дозволять уникнути не тільки тілесних ушкоджень, але й урятувати обладнання від пошкодження.

Акумуляторні батареї, що використовуються у джерелах безперебійного живлення, мають різні напруги та струм заряду, тому необхідно перевіряти, щоб напруги заряду джерела безперебійного живлення відповідало напрузі заряду конкретних акумуляторних батарей.

Будь-які конструктивні зміни або зміни в системі управління джерела безперебійного живлення можуть призвести до некоректної роботи.

4.2.3 Інструкція з обслуговування ДБЖ

1. Монтаж та встановлення джерела безперебійного живлення (ДБЖ) повинні здійснюватися кваліфікованим персоналом, який має допуск до роботи

з відповідною напругою. Ремонт ДБЖ повинен здійснюватися кваліфікованим технічним персоналом авторизованих сервісних організацій.

2. Тільки авторизованим кваліфікованим інженерам дозволено доступ до внутрішніх частин ДБЖ, що знаходяться під великою напругою. Дотик до струмоведучих частин ДБЖ є небезпечним для життя.

3. Заборонено проведення ремонтних робіт та робіт з обслуговування ДБЖ за наявності струмопровідних предметів, таких як годинник, кільця, браслети тощо.

4. ДБЖ має бути заземлений до монтажу силових проводів. Клема заземлення ДБЖ має бути приєднана до шини заземлення.

5. Заборонено свердління отворів у корпусі ДБЖ. Металева стружка від свердління може потрапити всередину корпусу ДБЖ і стати причиною короткого замикання.

6. Небезпечно працювати під час дощу та шторму. Заборонено експлуатація ДБЖ поза закритими приміщеннями під час дощу, грози та шторму. У приміщенні, де експлуатується ДБЖ, має бути організовано блискавкозахист та забезпечене якісне заземлення.

7. Заборонено об'єднання заземлюючого дроту та нейтрального дроту на ДБЖ. Це може спричинити коротке замикання. Заземлення має бути виконано окремим дротом. Напруга між заземлюючим проводом та проводом нейтралі не повинно перевищувати 5V.

8. Демонтаж та заміна вентиляторів повинні проводитись тільки після відключення вентилятора від живлення.

9. Необхідно відключати ДБЖ від вхідної напруги та від акумуляторної батареї (АБ) до проведення обслуговування. Обов'язково необхідно перевіряти приладом відсутність напруги на вихідних клемах ДБЖ та на клемах (роз'ємі) підключення АБ до обслуговування ДБЖ щоб гарантувати відсутність напруги на ДБЖ та безпечні умови роботи.

10. Навіть якщо вимкнено всі зовнішні силові з'єднання, на внутрішніх конденсаторах ДБЖ присутня висока напруга, і, відповідно, на вихідних клеммах ДБЖ може бути небезпечна для життя напруга.

11. Батарейний кабель не пов'язаний із вхідною напругою, але небезпечна напруга може бути між клемми АБ і клемою заземлення. Безпосередньо на АБ також є висока напруга. Необхідно переконатися, що АБ повністю відключені від ДБЖ та відключені та ізольовані під час проведення робіт з обслуговування або ремонту ДБЖ.

12. Заборонено поєднувати позитивний та негативний виводи АБ. Сполучні між батарейні перемички та батарейні дроти повинні бути відповідного перерізу та довжини. Неприпустимо провисання батарейних дротів. Заборонено одночасне торкання двох батарейних проводів або батарейних клем.

13. Заборонено експлуатацію АБ з витікаючим електролітом. Електроліт, що витікає, може зруйнувати металеві частини батарейних шаф (стелажів), з'єднувальні дроти та внутрішні блоки ДБЖ, що може призвести до короткого замикання та пошкодження обладнання.

14. Заборонено експлуатацію АБ поблизу відкритого вогню, в умовах агресивного середовища, поблизу горючих і легкозаймистих матеріалів.

15. Необхідно використовувати у складі системи безперебійного живлення промислові, герметичні, що не обслуговуються АБ. Використання інших типів АБ може призвести до пошкодження ДБЖ.

16. Необхідно забезпечити правильну вентиляцію обладнання. Заборонено закривати вентиляційні отвори та димарі.

17. Для запобігання травми, при установці АБ в ручну, необхідно дотримуватися запобіжних заходів. [9][10][11][12]

4.2.4 Відсутність чи нестача природного світла

Приміщення для АБ ДБЖ дозволяється виконувати без природного освітлення. Габарити приміщення та коефіцієнти відображення наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – габарити приміщення та коефіцієнти відбиття

Габарити приміщення, м			Коефіцієнти відбиття, %		
Довжина	Ширина	Висота	Стеля	Стіни	Підлога
5	4	3	70	50	20

Для розрахунку освітлення використовуємо метод коефіцієнта заповнення.

Висвітлення приміщення виконуємо люмінесцентними лампами.

При розрахунку за цим методом, потрібний потік ламп у кожному світильнику знаходиться за формулою:

$$\Phi = \frac{(E \cdot K_z \cdot S \cdot Z) \cdot 100}{(N \cdot \eta)} = \frac{(300 \cdot 1,5 \cdot 20 \cdot 1,1) \cdot 100}{14 \cdot 5} = 4041 \text{ лм}, \quad (4.1)$$

де E - задана мінімальна освітленість, $E = 300$ лк;

K_z – коефіцієнт запасу;

S – освітлювана площа, $S = 5 \cdot 4 = 20$ м²;

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення;

N – кількість світильників;

η – коефіцієнт використання світлового потоку, %

Число світильників підбираємо методом ітерацій, для знаходження світлового потоку, здатного забезпечити однією лампою.

Для визначення коефіцієнта використання η розраховуємо індекс приміщення:

$$i = \frac{a \cdot b}{h_p \cdot (a + b)} = \frac{5 \cdot 4}{2,13 \cdot (5 + 4)} = 1,04, \quad (4.2)$$

де a – довжина приміщення, м;

b – ширина приміщення, м;

h – висота приміщення;

h_1 – висота підвісу світильника;

h_2 – відстань від підлоги до робочої поверхні;

h_p – розрахункова висота.

$$h_p = (h - (h_1 - h_2)) = (3 - (0,07 + 0,8)) = 2,13 \text{ (м)}. \quad (4.3)$$

Визначаємо коефіцієнт використання, виходячи із значень коефіцієнтів відбиття та індексу приміщення, для ЛПО 2x36 $\eta = 49$.

Для цього приміщення потрібно 5 світильників, рівномірно розподілені по поверхні стелі.

Вибираємо світильник ЛПО ЛПО 2x36 - ККД - 80% і люмінесцентні лампи 30 Вт. $\Phi_{\text{л}} = 2180$, лм (в одному світильнику 2 лампи).[13]

4.2.5 Хімічний фактор

Акумуляторні приміщення потребують якісної вентиляції, через специфічну роботу батарей. При протіканні хімічних реакцій, в корпусі акумуляторних батарей, відбувається виділення різних газоподібних сумішей. Необхідно відзначити, що газ виділяється не тільки при заряді акумуляторної батареї, але так само і протягом тривалого часу після відключення. Якщо концентрація газу перевищує допустиму норму, виникає можливість виникнення пожежі чи вибуху.

Для запобігання виникненню небезпеки для людей і обладнання, яке може виникнути при експлуатації акумуляторних батарей, необхідно дотримуватися запобіжних заходів, що належать до процесу організації та експлуатації системи повітрообміну. Важливо, щоб вентиляція акумуляторних приміщень була окремою та не включалася до загальної системи будівлі. Кнопки керування, системою вентиляції повинні знаходитися зовні будівлі, при вході в нього.

В акумуляторних приміщеннях встановлюється лише припливно-витяжна вентиляція з механічною тягою. Також, механічну систему вентиляції необхідно резервувати, створивши природну вентиляцію. При механічній вентиляції, повітрообмін за одну годину, повинен бути як мінімум двократним, у той час як при природній не менш ніж однократний.

Відповідно до існуючих норм видалення забрудненого повітря здійснюється через шахту, яка повинна височіти над будинком на висоті щонайменше 1,5 метра. Вхід і вихід у шахту необхідно обладнати захистом, що перешкоджає попаданню атмосферних опадів. Вся вентиляційна система

повинна бути виконана з використанням спеціального обладнання, виконаного в вибухобезпечному виконанні, що знаходиться в ізолюваному приміщенні. Також необхідно ізолювати димарі з акумуляторного приміщення від загальної витяжної системи.

Забір чистого повітря як з верхньої, так і з нижньої частин приміщення, має здійснюватися з протилежного боку, де відбувається викид брудного повітря. Якщо стеля розділена перегородками на окремі секції, то необхідно забезпечити витяжку повітря для кожного відсіку.

В акумуляторних приміщеннях, незалежно від того, працює вентиляція чи ні, категорично забороняється використовувати відкритий вогонь і виконувати дії, здатні призвести до утворення іскри.

При використанні герметичних акумуляторів (з рекомбінацією газу), акумуляторне приміщення можна обладнати тільки природною вентиляцій, здатної двічі на годину, повністю змінити повітря в приміщенні.[14]

4.2.6 Мікроклімат акумуляторних приміщень

Щоб забезпечити довгу та безвідмовну роботу акумуляторних батарей, необхідно суворо дотримуватись умов їх експлуатації. Основні з яких – якісне електроживлення та створення регламентованого мікроклімату (підтримання необхідної температури та вологості) в акумуляторному приміщенні.

При експлуатації акумуляторних батарей температура повітря повинна бути в межах $+20 - +25$ °C, а відносна вологість складає $50 \pm 10\%$. Недотримання вищезазначених параметрів може призвести до скорочення терміну служби, ненадійності, збоїв роботи або несправності акумуляторних батарей. При перевищенні допустимої температури на 10°C відбувається скорочення терміну служби акумуляторної батареї у 2 рази.

Висока вологість в акумуляторних приміщеннях призводить до утворення конденсату, що призводить до корозії або короткого замикання струмопровідних провідників на друкованих платах, що у свою чергу може призвести до виходу з ладу окремих вузлів апаратури. При низькій вологості виникає накопичення

статичної електрики, при попаданні якої на електронні елементи, виводить їх з ладу.

При запиленні приміщення відбувається утворення струмопровідних зв'язків на друкованих платах, що може призвести до замикання та виходу їх з ладу. Запилення радіаторів, кулерів призводить до погіршення відведення тепла з силових елементів, що може призвести до перегріву, поломки та займанню.

4.2.7 Шум

Шум – один із найпоширеніших несприятливих факторів виробничого середовища. Джерелами звуків та шумів є тіла які вібрують. Основні виробничі процеси, що супроводжуються шумом, - це робота технологічного обладнання в машинних залах насосних, повітрорудних станцій та інших приміщеннях. Говорячи про дію шуму на організм, слід мати на увазі, що він надає як місцевий, так і загальний вплив. При цьому частішає пульс, дихання, підвищується артеріальний тиск, змінюються рухова та секреторна функції шлунка та інших органів. Несприятливо позначається шум на нервової системи, викликаючи головний біль, безсоння, послаблення уваги, уповільнення психічних реакцій, що, зрештою, призводить до зниження працездатності.

Джерелом виробничого шуму є насоси, вентилятори, фільтри.

Відповідно до Санітарних норм ДСН 3.3.6.037-99 нормативним еквівалентним рівнем звуку на робочих місцях є 80 дБА. У разі перевищення рівня шуму на робочому місці вище 80 дБА, роботодавець повинен провести оцінку ризику здоров'ю працюючих та підтвердити прийнятний ризик для здоров'я працюючих.[15]

Для захисту від шуму за Санітарних норм ДСН 3.3.6.037-99 передбачаються:

- забезпечення персоналу індивідуальними засобами захисту;
- встановлення звукоізолюючих кабін;
- звукоізолюючі кожухи та екрани;
- обмеження тривалості та інтенсивності впливу.

4.2.8 Аналіз виявлених небезпечних факторів

4.2.8.1 Електробезпека

Електробезпека відноситься до небезпечних виробничих факторів. Електричний струм здатний призвести до гострої поразки або миттєвого впливу щодо високоінтенсивного впливу, що призводить до смерті.

Головними причинами ураження електричним струмом у цій системі можуть бути:

- випадковий дотик до струмоведучих частин установки;
- пошкодження ізоляції як причина появи напруги на обладнанні;
- помилкова дія персоналу;
- вплив електричної дуги, що виникає між струмопровідною частиною та людиною в мережах напругою вище 1000В, якщо людина опиниться в безпосередній близькості від струмопровідних частин. [16]

4.2.8.2 Екологічна безпека

Однією з важливих проблем при експлуатації джерел безперебійного живлення є нешкідлива утилізація акумуляторних батарей. У цій роботі обрані свинцево-кислотні акумуляторні батареї виконані за технологією dryfit (желеподібний електроліт).

При закінченні терміну експлуатації дані АБ викидають самі споживачі, що в корінь не правильно, тому що після закінчення експлуатації акумуляторної батареї, її необхідно відправити в спеціалізовані пункти прийому та переробки.

Переробка відпрацьованих АБ це дуже важливий процес, який дозволяє убезпечити планету від забруднення отруйними речовинами, що знаходяться в свинцево-кислотних акумуляторних батареях. Процес переробки свинцевих АБ полягає, що необхідно витягти якомога більше сировини (свинцю) для переробки, яка надалі послужить основою створення нових акумуляторних батарей. Також при переробці необхідно нейтралізувати всі шкідливі та небезпечні речовини.

Ситуація зі збором та утилізацією акумуляторів в Україні перебуває на стадії поступової легалізації. Це пов'язано з відсутністю у чинному законодавстві необхідної нормативної бази. Робота зі свинцевими відходами вимагає відповідних класу небезпеки ліцензій, у тому числі на транспортування, але не всі організації, які займаються прийомом, роблять це легально. Небезпека полягає в тому, що нелегальні пункти збору приймають батареї тільки без електроліту, чим змушують населення позбавлятися екологічно шкідливого електроліту самостійно. Пункти прийому, які мають ліцензію, що видають довідку про утилізацію, як організаціям, так і приватним особам.[17]

4.2.8.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях

Необхідністю проведення захисних заходів – екстреної евакуації працюючого персоналу підприємства є виникнення надзвичайної ситуації (аварії) різного характеру, також воєнного:

1. З викидом в атмосферу хімічно небезпечних речовин на Запорізьких підприємствах:

- «Запорізький титано-магнієвий комбінат»;
- «Кремнійполімер».

По розрахунковим даним на випадок виникнення аварій на вказаних хімічно небезпечних підприємствах з викидом в атмосферу сильнодіючих отруйних речовин (хлор) і відповідного напрямку вітру, хмара з вражаючою концентрацією небезпечних речовин може досягнути території ПрАТ «Укрграфіт» за 6 годин (мінімально).

У цьому разі вся територія та робочий персонал у кількості найбільшої робочої зміни підпадає під вражаючий вплив сильнодіючих отруйних речовин.

2. З артилерійськими та авіа обстрілами міста.

Враховуючи той факт, що територія міста може наразитися на артилерійський обстріл, а також на авіа удари розрахунковий час влучання яких є від 3-х до 15 хвилин (залежить від відстані вильоту) весь робочий персонал підпадає під евакуацію до захисних споруд та укриттів.

Пожежна безпека об'єкта повинна забезпечуватись системами запобігання пожежі та протипожежному захисту, у тому числі організаційно-технічними заходами.

Системи пожежної безпеки повинні виконувати одне з наступних завдань:

- виключати виникнення пожежі;
- забезпечувати пожежну безпеку людей;
- забезпечувати пожежну безпеку матеріальних цінностей;[18]

4.2.8.4 Вимоги пожежної безпеки до приміщень

1. На дверях всіх виробничих та складських приміщень, розташованих у виробничому цеху (аккумуляторні, електрощитові, вентиляційні камери і т.д.), слід позначити категорії пожежної та вибухопожежної небезпеки, а також клас зони по правилам влаштування електроустановок. Визначення категорії здійснюється розрахунком.

2. Протипожежні системи та установки (засоби пожежної автоматики, системи протипожежного водопостачання, протипожежні двері, інші захисні пристрої у протипожежних стінах, перекриттях і т.п.) приміщень повинні постійно утримуватися у справному робочому стані. Використання даних систем не по прямому призначенню заборонено.

3. При перетині протипожежних перешкод різними комунікаціями зазори між ними та конструкціями перешкод (на всю їх товщину) повинні бути герметично загорнуті негорючим матеріалом.

4. Зовнішні пожежні сходи та огороження на дахах будівлі повинні утримуватися у справному стані та не менше двох разів на рік випробовуватись на міцність з оформленням актів.

5. У всіх приміщеннях, на видних місцях, мають бути вивішені таблички із зазначенням номера виклику пожежної охорони 101.

6. Щодня, після закінчення роботи, приміщення необхідно ретельно оглядати, робочі місця - прибирати, електрообладнання та електромережі – знеструмлювати (за винятком обладнання, яке має працювати цілодобово за

функціональним призначенням та (або) передбачено вимогами інструкції з експлуатації).

7. У будівлі виробничого цеху мають бути розроблені і на видних місцях вивішені поверхові плани евакуації людей у разі пожежі (див. рис. 4.3), а також передбачено систему оповіщення людей про пожежу. До плану евакуації людей під час пожежі на додаток розробляється інструкція, що визначає дії персоналу щодо забезпечення швидкої та безпечної евакуації людей.[18]



Рисунок 4.3 – Приклад плану евакуації на ПрАТ «Укрграфіт»

4.2.8.5 Вимоги пожежної безпеки до шляхів евакуації

1. Всі двері евакуаційних виходів повинні вільно відчинятися в бік виходу із приміщень. При перебуванні в приміщенні людей, двері можуть замикатися тільки на внутрішні запори, що легко відкриваються.

2. На шляхах евакуації ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:

2.1 Захаращувати евакуаційні шляхи та виходи (у тому числі проходи, коридори, тамбури, сходові майданчики, марші сходів, двері, евакуаційні люки) різними матеріалами, виробами, обладнанням та іншими предметами.

2.2 Влаштовувати в тамбурах виходів сушарки одягу будь-якої конструкції, вішалки для одягу та гардероби, зберігання (у тому числі тимчасове) будь-якого інвентарю та матеріалів.

2.3 Влаштовувати на шляхах евакуації пороги, турнікети, розсувні, підйомні та обертові двері та інші пристрої, що перешкоджають вільної евакуації людей.

2.4 Фіксувати двері, що самозакриваються, сходових клітин, коридорів, холів і тамбурів у відкритому положенні (якщо з цією метою не використовуються автоматичні пристрої, що спрацьовують під час пожежі), а також знімати їх.

2.5 Застосовувати горючі матеріали для оздоблення, облицювання та фарбування стін та стель, а також сходів та сходових майданчиків на коліях евакуації.

Для попередження небажаних наслідків, спричинених неправомірними діями обслуговуючого персоналу та ідентифікації батарей у місцях розміщення акумуляторних батарей мають бути вивішені відповідні знаки та пам'ятки:

- На входних дверях виділеного акумуляторного приміщення повинен бути нанесений напис «АКУМУЛЯТОРНА» та вивішені заборонні знаки безпеки «ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ КОРИСТУВАННЯ ВІДКРИТИМ ВОГНЕМ», «ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ КУРИТИ», «ВХІД ЗАБОРОНЕН»;

- На видному місці акумуляторного приміщення, шафи чи відсіку має бути вивішена пам'ятка із зазначенням наступних даних:

1. номінальна напруга батареї;
2. тип батареї та найменування виробника;
3. номінальна ємність (потужність) батареї;
4. кількість елементів у батареї;

5. дата введення батареї в експлуатацію.

- На входних дверях приміщення, в якому виділено ділянку для розміщення акумуляторної батареї, а також встановлені шафи або відсіки з акумуляторними батареями повинні бути вивішені заборонні знаки безпеки «ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ КОРИСТУВАННЯ ВІДКРИТИМ ВОГНЕМ», «ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ КУРИТИ». Ці ж знаки мають бути продубльовано на передніх панелях шаф (відсіків), де встановлені акумуляторні батареї. Ці ж знаки мають бути продубльовано на передніх панелях шаф (відсіків), де встановлені акумуляторні батареї.[18]

Висновок по розділу

У цьому розділі крім конструкції пристрою були розглянуті шкідливі та небезпечні виробничі фактори, з якими можна зіткнутися при розробці та експлуатації технологічного процесу.

Застосування наведеної інструкції з обслуговування ДБЖ призведе до зниження ймовірності відмови обладнання та отримання виробничих травм персоналу Крім того, застосування та дотримання основних норм, заходів та способів усунення шкідливих та небезпечних виробничих факторів дозволять підвищити продуктивність робітників і зберегти їхнє здоров'я, а саме:

- додаткові засоби захисту персоналу;
- додаткові датчики, які здатні реєструвати концентрацію шкідливих речовин у повітрі;
- правильно облаштоване робоче місце;
- рекомендаційні дії персоналу.

Також, були наведені вимоги до екологічної безпеки, пожежної безпеки. Утилізації акумуляторних батарей приділяють особливу увагу. Утилізувати АБ необхідно у спеціальних пунктах прийому для подальшої переробки. У разі пожежі передбачено у приміщенні вогнегасники. Для усунення виділених шкідливих газів в акумуляторної встановлена окрема для приміщення вентиляція. Щоб своєчасно дізнатися про виникнення пожежі – встановлюються датчики пожежної сигналізації. Таким чином, застосовуючи перелічені вище

заходи усунення шкідливих та небезпечних виробничих факторів, автоматизована система безпеки та дотримуючись техніки безпеки, створюється безпечний технологічний процес.

5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Мета розділу «Економічне обґрунтування» – визначення економічної доцільності використання джерела безперебійного живлення (ДБЖ) для відповідальних споживачів електричної енергії, а також оцінка ресурсоефективності та конкурентоспроможності проекту. [19]

Для досягнення мети необхідно вирішити такі завдання:

- оцінити комерційний потенціал та перспективність проведення наукового дослідження;
- провести планування науково-дослідних робіт;
- визначити ресурсну та фінансову ефективність дослідження.

У процесі експлуатації електричних мереж виникають деякі проблеми, такі як: короточасні імпульси при збільшенні кількості споживачів, зниження і підвищення напруги мережі при зміні величини навантаження підстанції живлення, тривале відключення живлення споживачів при аваріях. Всі зазначені перебої в мережі негативно впливають на споживачів і призводять до наступних наслідків: виходу з ладу обладнання, втрати даних (сервера, комп'ютера тощо), порушення технологічного процесу на виробництві, що призводить до економічних втрат.

5.1 Передпроектний аналіз

5.1.1. Потенційні споживачі результатів дослідження

Щоб визначити потенційних споживачів даної розробки, необхідно розглянути цільовий ринок та провести його сегментування.

Випускна кваліфікаційна робота присвячена розробці та дослідженню джерела безперебійного живлення для захисту відповідальних споживачів електричної енергії. Для забезпечення якісною електроенергією всіляких навантажень необхідно застосовувати джерела безперебійного живлення. Технології та модернізація існуючої схеми електропостачання для зменшення економічних втрат, є суттєвим фактором для успішного просування товару.

Сучасний ринок вимагає від вітчизняних виробників корінної реконструкції та модернізації застарілого виробничого обладнання. Поліпшення виробничих технологій з метою підвищення якості енергії споживача, захисту даних та обладнання компанії, економії витрачених коштів, впровадження нових ідей сприяє появі нових продуктів з новими властивостями.

Застосування джерела безперебійного живлення у системі електропостачання, головним завданням роботи вибір найвигіднішого типу та варіанти виконання ДБЖ електропостачання.

Потенційними споживачами цього проекту на ПрАТ «Укрграфіт» є мережеві серверні, користувачі ПК, мережеві вузли, ПК та контролери управління печами.

У нашому випадку, критеріями можуть бути: категорія споживача, необхідний ступінь захисту, час роботи та інші.

Найбільш перспективною пропозицією є активні ДБЖ з подвійним перетворенням.

Перевагами застосування ДБЖ з подвійним перетворення на ПрАТ «Укрграфіт» порівняно з іншими видами ДБЖ є:

- можливість коригування характеристик;
- невеликі витрати на обслуговування;
- забезпечення необхідного ступеня захисту.

За даними на 2023 рік, застосування ДБЖ з подвійним перетворенням у різних галузях промисловості складає близько 35% на ринку електроенергетики електротехніки, що пояснюється вартістю даного типу ДБЖ.

5.1.2. Аналіз конкурентних технічних рішень

За допомогою даного аналізу до наукового проекту вносяться корективи, які допомагають успішно протистояти конкурентам. В ході проведення аналізу необхідно оцінити сильні та слабкі сторони розробок конкурентів. Для цієї мети використовується вся наявна інформація про конкурентні розробки.

Аналіз проводиться за допомогою оцінної картки. Оціночна карта наведено у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Оцінювальна карта для порівняння конкурентних технічних рішень

Пункти оцінки	Значення критерію	Бали		Конкурентоспроможність	
		Бр.е.	Бн.е.	Кр.е.	Кн.е.
Технічні критерії оцінки ресурсоефективності					
1. ККД	0,09	4	5	0,36	0,45
2. Плавність регулювання	0,12	5	1	0,60	0,12
3. Перешкодостійкість	0,17	5	4	0,85	0,68
4. Енергоекономічність	0,15	3	2	0,45	0,30
5. Надійність	0,09	4	4	0,36	0,36
6. Рівень шуму	0,08	5	5	0,40	0,40
7. Безпека	0,12	4	4	0,48	0,48
Економічні показники оцінки ефективності					
1. Сервіс	0,05	4	3	0,20	0,15
2. Ціна	0,09	2	4	0,18	0,36
3. Конкурентоспроможність продукту	0,04	4	2	0,16	0,08
Разом	1	39	29	4,04	3,38

Аналіз конкурентних технічних рішень визначається наступним чином:

$$K = \sum V_i * B_i \quad (5.1)$$

Де: K – конкурентоспроможність наукової розробки чи конкурента;

V_i – вага показника (у частках одиниці) ;

B_i – бал i -го показника.

Приклад розрахунку:

$$K_f = \sum V_i * B_f = 0,09*4 + 0,12*5 + \dots + 0,04*4 = 4,04$$

Результати показують, що конкурентоспроможність проекту склала 4,04, у той час як у лінійно-інтегрованого ДБЖ 3,38 відповідно. Звідси випливає, що досліджувана наукова розробка, основі якої лежить ДБЖ активного типу з подвійним перетворенням, є конкурентоспроможною і має ряд переваг з технічних та економічних показників ресурсоефективності, а значить помітно високим рівнем якості, в якому зацікавлені покупці.

5.1.3. SWOT-аналіз

SWOT – аналіз проводять для того, щоб дослідити зовнішнє та внутрішнє середовище проекту.

Проведення аналізу здійснюється у кілька етапів:

- опис сильних (Strengths) та слабких (Weaknesses) сторін проекту, виявлення можливостей (Opportunities) та загроз (Threats), які можуть з'явитися у зовнішньому середовищі проекту;

- виявлення відповідності зовнішнім умовам середовища сильних і слабких сторін дослідницького проекту;

- складання підсумкової матриці SWOT-аналізу.

SWOT-аналіз проводимо для дослідження ДБЖ активного типу з подвійним перетворенням.

Результати SWOT-аналізу представлені у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Матриця SWOT

	Сильні сторони (S) S1. Простота та зручність у експлуатації; S2. Безпека; S3. Висока якість; S4. Час дослідження	Слабкі сторони (W) W1. Результати вимагають експериментального підтвердження; W2. Висока вартість виробництва; W3. Не достатня точність результатів на даному етапі дослідження
Можливості (O) O1. Дослідження	O1S4. Завдяки низьким тимчасовим витратам,	O1W1. Завдяки можливості проводити дослідження для

<p>зразків з різних матеріалів без витрат; O2. Відсутність руйнування зразка; O3. Державна підтримка дослідження; O4. Проведення досліджень на будь-якому комп'ютері</p>	<p>можна досліджувати великий теоретичний пласт інформації для підбору найбільш підходящих характеристик та умов експерименту; O3S1S2S3. Зручність у експлуатації, безпека, висока якість сприяють отриманню державної підтримки; O4S1. За рахунок простоти та зручності в експлуатації, дослідження можна проводити на будь-якому комп'ютері, без спеціального обладнання.</p>	<p>різних матеріалів, розширюється коло наявних експериментальних даних, з якими можна зробити порівняння; O1O4W2. За рахунок того, що дослідження можна проводити для великого кількості матеріалів та на будь-якому комп'ютері, а інформації про метод не достатньо, є можливість публікації актуальних статей у наукових журналах.</p>
<p>Загрози (Т) T1. Виникнення конкурентів; T2. Технічні збої, які можуть спричинити за собою втрату напрацьованої інформації</p>	<p>T1S3S4. За рахунок скорочення матеріальних та тимчасових витрат на дослідження, забезпечується перевага перед можливими конкурентними розробками; T2S1. Проста технологія дозволить досить швидко відтворити втрачені результати.</p>	<p>T1W1W3. Недостатня точність результатів, досягнута на даному етапі дослідження, може призвести до випереджальних активних досліджень зі сторони можливих конкурентів, але простота та доступність даного методу, допоможуть зменшити ризики.</p>

Застосування ДБЖ активного типу з подвійним перетворенням доцільно. Переваги перевершують недоліки, до того ж є можливості щодо покращення проекту.

5.2 Планування науково-дослідних робіт

5.2.1. Контрольні події проекту

При організації проекту необхідно оптимально планувати термін проведення робіт. У таблиці 5.3 визначено ключові події проекту, їх дати та результати.

Таблиця 5.3 – Контрольні події проекту

№ п/п	Контрольна подія	Дата	Результат (підтверджуючий документ)
1	Вибір напрямку досліджень	15.11.2022	Звіт
2	Розробка технічного завдання	04.02.2023	Бланк завдання
3	Розробка календарного плану	06.02.2023	Календарний план-графік
4	Теоретичні дослідження	21.02.2023	Літературний огляд
5	Практичні дослідження та розробки	27.03.2023	Графіки, розрахунки
6	Узагальнення та оцінка результатів	24.04.2023	Звіт про результати досліджень
7	Оформлення розрахунково-пояснювальної записки	30.05.2023	Розрахунково-пояснювальна записка

5.2.2. Планування НДР

На даному етапі складається повний перелік робіт, що проводяться, визначаються їх виконавці та оптимальна тривалість. Результатом планування робіт є календарний план, поданий у таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Календарний план проекту

№	Назва	Тривалість, дні	Дата початку робіт	Дата закінчення робіт	Виконавці
1	Складання та затвердження технічного завдання	2	03.02.2023	04.02.2023	НК
2	Розробка календарного плану	2	05.02.2023	06.02.2023	НК, В
3	Підбір та вивчення літературних та патентних джерел	15	07.02.2023	21.02.2023	В
4	Постановка завдань дослідження	5	22.02.2023	26.02.2023	В,НК
5	Проведення теоретичних розрахунків та обґрунтувань	30	27.02.2023	27.03.2023	В

6	Побудова макетів (моделей) та проведення експериментів	25	28.03.2023	24.04.2023	В
7	Розробка технічної документації	15	25.04.2023	09.05.2023	В
8	Розгляд питань з охорони праці	6	10.05.2023	15.05.2023	В
9	Оцінка економічної ефективності досліджуваної технології	10	16.05.2023	25.05.2023	В
10	Оформлення пояснювальної записки	5	26.05.2023	30.05.2023	В

де НК – науковий керівник, В – виконавець робіт з проекту.

5.3. Бюджет наукового дослідження

Оскільки ця науково-дослідна робота була виконана без спеціального обладнання та використання певних матеріалів, для розрахунку бюджету НДР необхідно враховувати:

- витрати на амортизацію;
- основна заробітна плата виконавців теми;
- відрахування до єдиного фонду;
- накладні витрати.

У зв'язку з наведеним вище списком працівників для виду робіт, в таблицю 5.5 зводяться всі необхідні співробітники з кількістю робочих днів участі в проекті.

Таблиця 5.5– Співробітники проекту

Найменування	Кількість співробітників людей	Кількість робочих днів участі в розробці, роб. дні	К-ть часу, витраченого на участь в проекті, ч
Науковий керівник – головний інженер проекту	1	9	72

Виконавець – ведучий інженер-електронік	1	115	920
---	---	-----	-----

5.3.1 Розрахунок заробітної плати

Заробітна плата кожного співробітника нараховується виходячи з годинної тарифної ставки. Вони представлені в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Тарифні ставки співробітників

Найменування співробітника	Тариф Тсер, грн./год.
Науковий керівник – головний інженер проекту	62,12
Виконавець – ведучий інженер-електронік	49,96

Заробітна плата кожного співробітника визначається по формулі:

$$ЗП = N_{роб} * T_{сер} * В \quad (5.2)$$

де ЗП – заробітна плата, грн.;

Тсер – ставка кожного співробітника, грн./год;

$N_{роб}$ – кількість працівників, людей;

В – кількість годин, витрачених на роботу над проектом, год.

Результати розрахунків представлені в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 – Заробітна плата працівників задіяних у проекті

Найменування співробітника	Заробітна плата, грн.
Науковий керівник – головний інженер проекту	4 472,64
Виконавець – ведучий інженер-електронік	45 963,2
РАЗОМ	50 435, 84

5.3.2 Розрахунок кошторису витрат

Кошторис витрат складається виходячи з таких показників: основні засоби (комп'ютер з програмним забезпеченням), заробітна плата, відрахування до єдиного фонду – 37%; накладні витрати, які включають різні господарські та адміністративні витрати.

Далі наводиться вартість устаткування і програмного забезпечення, представлені в таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 – Вартість устаткування і програмного забезпечення

Найменування	Ед.вим.	К-ть	Ціна, грн.	Вартість, грн.
Комп'ютер	шт	1	20000,00	20000,00
Програмне забезпечення	шт	1	5000	5000
РАЗОМ				25000

5.3.3 Амортизація основних засобів (комп'ютер)

У цьому пункті буде розрахована амортизація комп'ютера, необхідного у роботі над проектом.

Нехай термін експлуатації комп'ютера 5 років. Звідси випливає, що норма амортизації за місяць дорівнює:

$$K = \frac{1}{n} * 100\% \quad (5.3)$$

$$K = \frac{1}{5} * 100\% = 20\%$$

де: n - термін корисного використання у роках.

Амортизація дорівнюватиме:

$$A = \frac{K*S}{12*30} * m_p \quad (5.4)$$

$$A = \frac{0,2*20000}{12*30} * 115 = 1277,78 \text{ грн.}$$

де: S - підсумкова сума в тис. грн.;

m – час використання у днях.

5.3.4 Витрати на електроенергію (машинний час)

Електроенергія, що витрачається при роботі інженера електронної техніки:

$$S_e = \text{тариф} \times \text{потужність} \times N \times T_{\text{вик}} \quad (5.5)$$

де N – кількість комп'ютерів, осцилографів, мультиметрів

$$S_e = 2,64 \times 0,5 \times 1 \times 920 = 1214.4 \text{ грн.}$$

5.3.5 Повний кошторис витрат

На підставі отриманих даних за окремими статтями витрат складається калькуляція планової собівартості НТІ. Повний кошторис витрат наведено у таблиці 5.9.

Таблиця 5.9 – Повний кошторис витрат

№ з/п	Найменування статті	Витрати, грн.
1	Вартість програмного забезпечення	5 000
2	Основні засоби	20 000
3	Амортизаційні відрахування	1 277,78
4	Витрати на електроенергію (машинний час)	1 214.4
5	Заробітна плата	50 435,84
6	Відрахування 37%	18 661,26
	Бюджет проекту	96 589,28

Таким чином, у цьому розділі роботи проведено техніко-економічне дослідження:

- складено структуру роботи та на її основі проведено розрахунки складності НДР, і також її бюджет;
- розрахований бюджет витрат на НДР, який склав 96 589, 28 гривень.

5.4. Визначення ресурсної та економічної ефективності дослідження

Ресурсоефективність - це інтегральний критерій ресурсоефективності та визначається за формулою:

$$I_{pi} = \sum a_i * b_i \quad (5.6)$$

де: I_{pi} – інтегральний показник ресурсоефективності;

a_i - ваговий коефіцієнт проекту;

b_i - бальна оцінка проекту, встановлюється експертним шляхом обраної шкалою оцінювання.

Таблиця 5.10 – Ресурсоефективність

Критерії	Ваговий коефіцієнт	Бальна оцінка розробки
1. Безпека	0,2	4
2. Надійність	0,2	4
3. Зручність у експлуатації	0,25	5
4. Передбачуваний термін експлуатації	0,2	4
5. Енергоекономічність	0,15	3
Разом:	1	20

Тоді інтегральний показник ресурсоефективності для нашого проекту дорівнює:

$$I_{pi} = 0,2*4+0,2*4+0,25*5+0,2*4+0,15*3 = 4,1$$

У цьому пункті ми провели оцінку ресурсоефективності досліджуваного проекту, в результаті отримали оцінку (4,1 з 5), що говорить про ефективність його реалізації.

Таким чином, ДБЖ активного типу з подвійним перетворенням зараз залишається ефективним, і продовжується розвиватися в таких напрямках як, поліпшення енергетичних, та експлуатаційних показників, зменшення вартості. Завдяки прискореному розвитку силової напівпровідникової перетворювальної

техніки, відкрилися нові можливості застосування ДБЖ активного типу з подвійним перетворенням у реструктуризації виробництва, або у тих виробничих процесах, де раніше використання інших типів ДБЖ було недоцільно.

У цій роботі була поставлена мета, яка передбачала розв'язання певних завдань. У результаті можна зробити такі висновки:

1) За допомогою аналізу конкурентних технічних рішень був обраний ДБЖ активного типу з подвійним перетворенням, при порівнянні його з ДБЖ лінійно-інтегрованого типу, оскільки він виявився найбільш кращим варіантом за підсумками розрахунків.

2) Оцінивши фактори, що впливають на проект, за допомогою SWOT аналізу було зроблено висновок про доцільність здійснення проекту застосування подвійного перетворення;

3) Було складено календарний план – графік виконання роботи кожного з учасників: наукового керівника та інженера-дипломника.

4) Розрахований бюджет НДР, необхідний реалізації цього проекту. Він склав 96 589, 28 гривень.

5) Інтегральний показник ресурсоефективності, що дорівнює 4,1 по 5-бальній шкалі. Такий результат говорить про те, що цей проект буде ефективним.

За підсумками розділу було встановлено, що проект відповідає необхідним вимогам у сфері ресурсоефективності. Є конкурентоспроможним та привабливим з економічної точки зору.

ВИСНОВКИ

У даній роботі було розглянуто джерела безперебійного живлення, їх типи, характеристики, структура, області застосування, а також їх конструктивні відмінності, переваги та недоліки кожного типу. Проведено аналіз схемотехнічних рішень. Проаналізовано проблеми та фактори, що впливають на роботу ДБЖ в умовах ПрАТ «Укрграфіт».

Проведено математичне дослідження процесів у ДБЖ. Розробили функціональну схему ДБЖ за системою ВБМ. За методологією візуально-блочного моделювання побудували структуру енергетичного тракту – СЕТ. Поповнили бібліотеку ВБМ новим елементом ВБМ – це ключовий елемент. Побудували всю модель джерела безперебійного живлення по системі візуально-блокового моделювання.

У конструкторсько-технологічній частині розглянули конструкцію і розташування блоків ДБЖ з урахуванням шкідливих факторів на ПрАТ «Укрграфіт» (струмопровідний пил). Також розглянуто питання щодо охорони праці, а саме: інструкції з експлуатації ДБЖ, а також питання пов'язані з утилізацією кислотно-свинцевих АБ, пожежна безпека та електробезпека.

У економічному розділі були розраховані витрати на покупку програмного забезпечення, зарплату інженерному персоналу, проведення моделювання. Крім того, здійснено планування на створення імітаційної моделі ДБЖ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1 Промислова електроніка: Напівпровідникові перетворювачі змінної напруги в постійну навч. посіб. для студ. спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" М.Я. Островерхов, В.І. Сенько, В.І. Чибеліс. - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. - 341 с.

2 Що потрібно знати про джерела безперебійного живлення (ДБЖ) [електронний ресурс]. – Режим доступу: sven.fi/ua/support/techsupport/service-article.php?id=16806

3 Вибираємо акумулятор для ДБЖ [електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://brain.com.ua>

4 Топ 15 джерел безперебійного живлення – рейтинг 2022 року [електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://brain.com.ua>

5 Service Manual for the American Power Conversion Smart-UPS UPS 750/1000/1500/2200/3000 VA torony 120/230 VAC Uninterruptible Power Supply Document # 991-0258

6 Service Manual for the American Power Conversion Back-UPS BK250I, BK400I, BK600I 120/230 VAC Uninterruptible Power Supply Document # 996-0356

7 Закон України «Про охорону праці»

8 ДСТУ-НБА.3.2-1:2007 Система стандартів безпеки праці. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві.

9 EN 62040-1:2008 Системи безперервного живлення (UPS). Загальні вимоги та вимоги безпеки для UPS

10 EN 62040-2:2006 Системи безперервного живлення (UPS). Вимоги до електромагнітної сумісності (EMC)

11 EN 62040-3:2011 Системи безперервного живлення (UPS). Метод визначення характеристик і вимог до випробувань

12 EN 62040-4:2013 Системи безперервного живлення (UPS). Екологічні чинники. Вимоги та звітність

13 ДБН В.2.2-18-2007 Будинки і споруди. Природне та штучне освітлення

14 Вимоги до приміщення акумуляторної (п. 2.10.5, 2.10.6, 2.10,7) [електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://um.co.ua>

15 ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

16 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів (ПБЕЕС)

17 Закон України «Про хімічні джерела струму» Статті 17, 18, 19, 20

18 Правила пожежної безпеки в Україні, затверджені наказом МВС від 30.12.2014 № 1417 (редакція від 08.04.2022)

19 Попова В.Д. Методичні вказівки до виконання економічної й організаційної частини дипломної роботи – Запоріжжя, 2005, - 36с.

Перше застосування		Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл	Примітка
						Документація		
		A1			EICПЗ M.22201.00.00.00.00.E2	Дослідження безперервних джерел живлення в умовах ПрАТ «Укрграфіт»		
						Функціональна схема ДБЖ за системою ВБМ		
		A1			EICПЗ M.22201.00.00.00.00.E1	Дослідження безперервних джерел живлення в умовах ПрАТ «Укрграфіт»		
						Структура енергетичного тракту (СЕТ)		
		A1			EICПЗ M.22201.00.00.00.00.D1	Дослідження безперервних джерел живлення в умовах ПрАТ «Укрграфіт»		
						Структура ключового елемента		
		A1			EICПЗ M.22201.00.00.00.00.D2	Дослідження безперервних джерел живлення в умовах ПрАТ «Укрграфіт»		
						Схема ключового елемента		
		A1			EICПЗ M.22201.00.00.00.00.D3	Дослідження безперервних джерел живлення в умовах ПрАТ «Укрграфіт»		
						Модель джерела безперервного живлення по системі візуально-блокового моделювання		
		A1			EICПЗ M.22201.00.00.00.00.D4	Дослідження безперервних джерел живлення в умовах ПрАТ «Укрграфіт»		
						Результати моделювання		
		A1			EICПЗ M.22201.00.00.00.00.D5	Дослідження безперервних джерел живлення в умовах ПрАТ «Укрграфіт»		
						Охорона праці		
		A1			EICПЗ M.22201.00.00.00.00.D6	Дослідження безперервних джерел живлення в умовах ПрАТ «Укрграфіт»		
						Економічні показники		

Підпис і дата		Інв. № дубл.		Інв. №		Зам. інв. №		Підпис і дата	

				EICПЗ M.22201.00.00.00.00					
Зн. Арк.	№ док.	Підп.	Дата	Дослідження безперервних джерел живлення в умовах ПрАТ «Укрграфіт»			Літ.	Аркцш	Аркцшів
Розробив	Галущко	<i>Gal</i>	3.12.23						1
Перевірив	Шмаліу	<i>Shmal</i>	3.12.23						
Т. контр.									
Н. контр.	Туришев	<i>Tur</i>	03.12.23						
Затвердив	Критська	<i>Krit</i>					ІННІ ім. Ю.М. Потебні ЗНУ 8.1712		

Копіював

Формат А4