

**ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«НІЖИНСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ»**

Відділення технічно-енергетичних систем та засобів автоматизації

Циклова комісія з електроенергетики та систем автоматизації

ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНИЙ
Завідувач відділення технічно-
енергетичних систем та засобів
автоматизації

_____ Олександр ЛАНДИК

«_____» _____ 2025 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проєкту фахового молодшого бакалавра

на тему

**«РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВАРІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ
ОСВІТЛЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ»**

ДП.141.211.015.00 ПЗ

Виконав студент IV курсу, групи ЕН211
спеціальності 141 Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

_____ Артем СТОГНІЙ

Керівник _____ Володимир КІСТЕНЬ

**ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«НІЖИНСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ»**

Відділення технічно-енергетичних систем та засобів автоматизації

Циклова комісія електроенергетики та систем автоматики

Освітньо-професійний ступінь «Фаховий молодший бакалавр»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії

_____ Роман ЗАЛОЗНИЙ

« 24 » лютого 2025 року

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Стогнію Артему Сергійовичу

1. Тема проєкту «Розробка системи аварійного живлення для освітлення виробничих приміщень»

керівник проєкту (роботи) Кістень Володимир Григорович,

затверджені наказом від «10» лютого 2025 року № _____ «С».

2. Строк подання студентом проєкту 24 травня 2025 року

3. Вихідні дані до проєкту. Опис технологічного процесу роботи ремонтно-монтажного цеху, дані про вимоги до рівня освітленості та умов праці персоналу згідно з чинними нормативами, план розміщення світильників, електрощитового обладнання та кабельних трас у приміщенні, технічні характеристики електроспоживачів, схеми електропостачання, а також інформація щодо наявної інфраструктури. Обладнання для реалізації системи аварійного освітлення. Програмне забезпечення для виконання розрахунків, побудови схем і креслень. Нормативно-технічна література.

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

1. Організаційна частина.

2. Технологічна частина.

3. Спеціальна частина.

4. Економічна частина.

5. Охорона праці.

АНОТАЦІЯ

У дипломному проєкті розроблено систему аварійного освітлення для виробничого приміщення з використанням джерела безперебійного живлення (ДБЖ). Основною метою проєкту є забезпечення безпечної евакуації персоналу та підтримання мінімального рівня освітленості в разі аварійного вимкнення основного електропостачання.

У процесі роботи проведено детальні технічні розрахунки, які включають визначення необхідної кількості світильників, розрахунок споживаної потужності, тривалості автономної роботи, а також вибір типу та ємності акумуляторних батарей. Особливу увагу приділено обґрунтуванню вибору обладнання - світлодіодних світильників, інверторів, які відповідають сучасним вимогам до енергоефективності, пожежної безпеки та надійності.

Запропоноване рішення дозволяє знизити експлуатаційні витрати, підвищити енергоефективність та гарантувати стабільну роботу системи аварійного освітлення в будь-яких умовах експлуатації.

ABSTRACT

In this diploma project, an emergency lighting system for an industrial facility was developed using an uninterruptible power supply (UPS). The main goal of the project is to ensure the safe evacuation of personnel and maintain a minimum level of illumination in the event of a power outage of the main supply.

Comprehensive technical calculations were carried out, including determining the required number of luminaires, calculating power consumption, autonomy time, and selecting the type and capacity of the battery units. Special attention was paid to the justification of the equipment selection - LED luminaires, inverters, and lighting control systems - all of which meet modern requirements for energy efficiency, fire safety, and reliability.

The proposed solution helps reduce operating costs, improve energy efficiency, and guarantee stable operation of the emergency lighting system under all operating conditions.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА	6
1.1 Системи резервного електропостачання	6
1.2 Автономні джерела резервного електропостачання	7
1.3 Критерії вибору системи безперебійного резервного електропостачання...	10
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	12
2.1 Основні параметри та властивості джерела безперебійного живлення	12
2.2 Функціональне призначення ДБЖ	13
2.3 Типологія джерел безперебійного живлення з описом їх характеристик.....	14
2.4 Безперебійне джерело живлення з постійною роботою і подвійним перетворенням	19
3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	21
3.1 Розрахунок освітлення виробничого приміщення.....	21
3.2 Розрахунок освітлювальної мережі.....	26
3.3 Розрахунок аварійного (резервного) живлення	27
3.3 Підбір джерела безперебійного живлення.....	29
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	33
4.1 Витрати на комплектуючі та енергетичну систему.....	33
4.2 Витрати на розробку та збірку	36
4.3 Загальна собівартість проєкту	39
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	42
5.1 Система протипожежного захисту	42
5.2 Технічні рішення захисту персоналу від електротравматизму	44
5.3 Організаційні заходи захисту персоналу	46
5.4 Розрахунок і конструктивне виконання заземлюючих пристроїв	47
ВИСНОВКИ.....	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	54

ДП.141.211.015.00ПЗ				
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Стогній А. С.</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Кістень В. Г.</i>		
<i>Реценз.</i>				
<i>Н. Контр.</i>		<i>Залозний Р. В.</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Залозний Р. В.</i>		
<i>Розробка системи аварійного живлення для освітлення виробничих приміщень. Пояснювальна записка</i>				
		<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
			4	55
<i>НФК гр. ЕН-211</i>				

ВСТУП

У сучасних виробничих умовах надійність електропостачання є критично важливою складовою безперебійної роботи підприємств. Особливе значення має система аварійного освітлення, яка забезпечує безпечну евакуацію персоналу, завершення технологічних процесів та попередження аварійних ситуацій у разі знеструмлення.

Враховуючи зростаючі вимоги до безпеки та енергоефективності, актуальним є впровадження систем, які поєднують сучасні джерела світла зі стабільними джерелами безперебійного живлення. Використання ДБЖ із чистою синусоїдою та гелевих акумуляторів дозволяє досягти високого рівня автономності та надійності системи освітлення.

Метою даного дипломного проєкту є розробка автоматизованої системи аварійного освітлення для виробничого приміщення з урахуванням технічних, економічних та нормативних вимог. У роботі виконано розрахунки електричних навантажень, підбрано оптимальні компоненти системи, розроблено схеми живлення, а також проаналізовано заходи з охорони праці та техніки безпеки.

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

1 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

1.1 Системи резервного електропостачання

Системи безперебійного резервного електропостачання застосовуються в таких випадках:

- коли встановлено обмеження на підключену потужність, а наявного ресурсу недостатньо;
- у разі частих перенапруг в електромережі;
- за умов подачі електроенергії низької якості.

Типова система резервного живлення включає інвертор (джерело безперебійного живлення, або ДБЖ) та комплект акумуляторних батарей (АКБ). У нормальному режимі роботи система ДБЖ + АКБ забезпечує заряджання батарей для підтримки їхньої номінальної ємності. Якщо входні параметри електромережі виходять за допустимі межі або відбувається повне відключення електроенергії, система автоматично перемикає живлення на акумулятори, використовуючи інвертор, що дозволяє забезпечити безперебійну роботу підключених споживачів.

Забезпечити резервне живлення можливо за допомогою спеціалізованого обладнання, особливо у випадках, коли:

- у приміщенні встановлено вартісну електрозалежну систему опалення, яка може зазнати пошкоджень через зникнення живлення;
- є потреба знизити витрати на електроенергію.

На рисунку 1.1 зображено типову схему системи безперебійного резервного електропостачання.

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6



Рисунок 1.1 - Система безперебійного резервного електропостачання

1.2 Автономні джерела резервного електропостачання

Джерела автономного електроживлення для житлових будинків можуть бути представлені різними типами обладнання, кожен з яких має свої особливості, переваги та недоліки.

Бензиновий генератор.

Цей тип генератора працює шляхом перетворення енергії згоряння бензину в електричну. Завдяки компактним розмірам його можна встановити навіть на балконі квартири. Він легко запускається як за плюсової, так і за мінусової температури. Проте під час роботи створюється шум рівнем до 70 дБ, що можна частково компенсувати встановленням шумопоглинаючого кожуха [4–9].

Дизельний генератор.

Як і бензиновий, дизельний генератор виробляє електроенергію за рахунок згоряння палива, проте здатен працювати безперервно протягом доби. При цьому витрата пального нижча на 20–50%, а вартість виробленої енергії — меншою, ніж у бензинових аналогів. Основними недоліками дизельних генераторів є вищий рівень шуму, більший негативний вплив на довкілля, складність запуску в холодну погоду та вища ціна [4–9].

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Газовий генератор.

Цей тип обладнання відрізняється низьким рівнем шуму й екологічністю: викиди вуглекислого газу в десятки разів менші, ніж у бензинових або дизельних моделей. Такі генератори надійно працюють за будь-яких погодних умов. Проте їх вартість на приблизно 20% перевищує ціну бензинових аналогів, а газ як паливо не завжди доступний. Вигідне використання газогенератора виправдане лише за частих і тривалих перебоїв з електропостачанням.

Джерело безперебійного живлення (ДБЖ).

Це обладнання забезпечує живлення споживачів за рахунок акумуляторних батарей у разі зникнення електроенергії. Його переваги — повна автоматизація роботи, покращення якості електроживлення, екологічна безпечність. Серед недоліків — обмежений час автономної роботи (особливо у моделях потужністю до 20 кВт), поступова втрата ємності акумуляторів (що потребує заміни) та шум вентилятора охолодження, через що ДБЖ слід розміщувати у технічних опалюваних приміщеннях. Вартість таких систем також досить висока.

Інверторне джерело живлення.

Інвертор є компактним пристроєм, який генерує електроенергію з акумуляторів незалежно від параметрів вхідної напруги. Його переваги — безшумна робота, екологічність і можливість встановлення в будь-якому опалюваному приміщенні. Проте, як і у випадку з ДБЖ, акумулятори через 3–5 років експлуатації втрачають ємність, що знижує час автономної роботи, а їх заміна тягне за собою додаткові витрати.

Сонячна електростанція.

СЕС як резервне джерело живлення дозволяє використовувати енергію сонця, яка є невичерпною, безкоштовною та безпечнішою для довкілля. Така станція не має обмежень у часі роботи, а також може допомогти знизити витрати на електроенергію. Однак, за умов невеликого споживання електроенергії економія буде незначною. Крім того, обладнання коштує досить дорого, а в разі переїзду його транспортування може створити певні труднощі (див. рисунок 1.2).

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

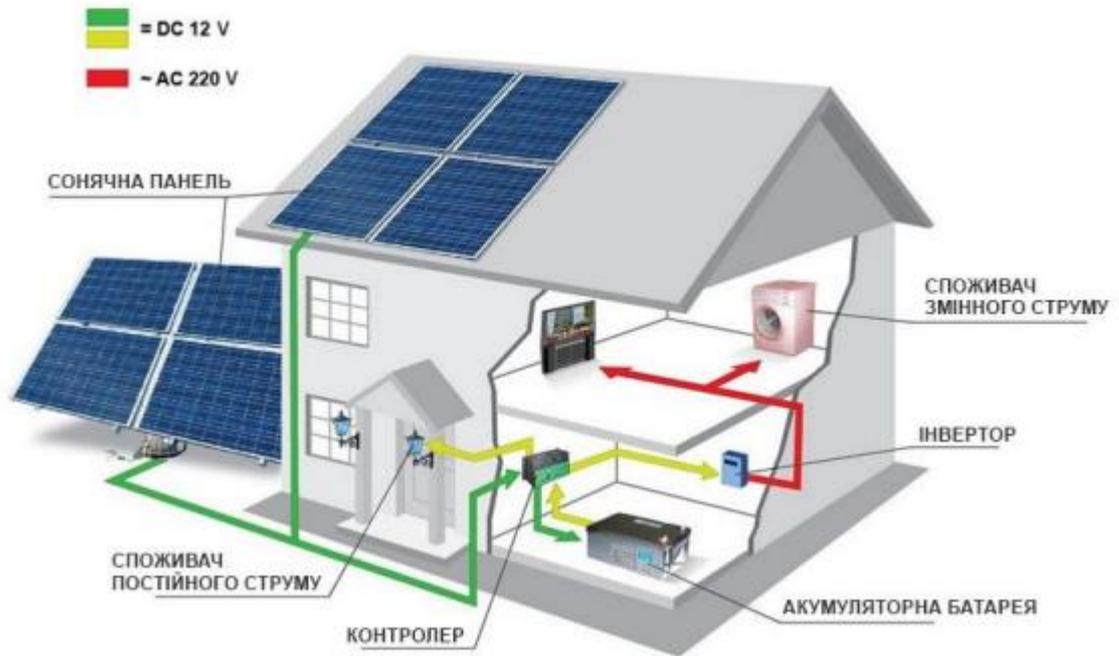


Рисунок 1.2 – Система живлення із сонячною електростанцією

Повербанк.

Цей портативний пристрій із розеткою на 220 В оснащений вбудованою акумуляторною батареєю. На ринку представлені різноманітні модифікації повербанків, які, хоча й не є повноцінними резервними джерелами електропостачання, цілком здатні підтримувати роботу основних побутових приладів у квартирі.

Сучасні моделі оснащуються кількома портами, що дозволяє одночасно заряджати кілька пристроїв. Наприклад, нещодавно в Китаї було презентовано павербанк Miija Outdoor Power Supply 1000 Pro від Xiaomi, який може забезпечувати живлення до 13 приладів одночасно.

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

1.3 Критерії вибору системи безперебійного резервного електропостачання

Якщо відключення електроенергії в мережі трапляються рідко й тривають недовго, проблему можна вирішити за допомогою інвертора або ДБЖ з мінімальним комплектом акумуляторних батарей. У випадку частих і тривалих перебоїв (до 24 годин) доцільно використовувати інвертор разом із резервним комплектом АКБ, підібраним відповідно до необхідного часу автономної роботи. Якщо ж електропостачання може бути відсутнім більше доби, найкращим варіантом буде застосування дизельного або газового генератора. В кожній із цих ситуацій також допустимо використовувати сонячні електростанції як додаткове або альтернативне джерело живлення.

Одним із ключових параметрів при виборі джерела резервного живлення є його потужність, що вимірюється у вольт-амперах (ВА). Від неї безпосередньо залежить тривалість роботи пристрою в автономному режимі. Рекомендується обирати ДБЖ із запасом потужності близько 30% від сумарної потужності підключеного обладнання.

Для забезпечення живлення одного стаціонарного комп'ютера достатньо ДБЖ потужністю до 1 кВт.

Моделі потужністю 1–5 кВт підходять для серверів і локальних мереж.

ДБЖ понад 5 кВт використовують для підтримки роботи великої кількості техніки або серверних приміщень.

Важливо враховувати й термін служби акумуляторних батарей, який зазвичай становить 3–5 років. З часом вони втрачають ємність, тому варто віддавати перевагу моделям ДБЖ зі змінними батареями – це дозволить зекономити, адже заміна АКБ обійдеться дешевше, ніж купівля нового пристрою.

Для правильного вибору джерела резервного живлення для приміщення слід дотриматися кількох кроків:

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Визначити перелік електроприладів, які потрібно підключити до резервного живлення. Це дасть змогу уникнути навантаження з боку потужних приладів, резервування яких нераціональне.

Розрахувати загальну споживану потужність. Для цього можна скористатися вимірювальними приладами, технічною документацією або орієнтуватися на середні значення.

Визначити час автономної роботи та обсяг споживаної енергії, використовуючи один із чотирьох методів:

- зафіксувати показання електролічильника за певний період;
- використати прилад для вимірювання споживання електроенергії;
- розрахувати середнє добове споживання, поділивши щомісячне значення на 30;
- оцінити споживання кожного приладу, помноживши його потужність на тривалість роботи.

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Основні параметри та властивості джерела безперебійного живлення

Джерело безперебійного живлення (ДБЖ) (англ. UPS — Uninterruptible Power Supply) — це автоматизований пристрій, призначений для забезпечення роботи підключеного обладнання в разі зникнення електроенергії або відхилення параметрів живлення за допустимі межі. Завдяки вбудованим акумуляторам, ДБЖ дозволяє техніці працювати автономно протягом певного часу, а також може стабілізувати напругу та частоту. Найчастіше такі пристрої використовуються для підтримки роботи комп'ютерного обладнання й можуть ефективно взаємодіяти з різними типами генераторів електроенергії.

Виділяють три основні типи схем побудови ДБЖ.

Резервне ДБЖ (off-line).

Найпростіший і найдоступніший варіант, який часто застосовується для захисту персональних комп'ютерів та офісної техніки. В умовах стабільної напруги пристрій живить навантаження безпосередньо від електромережі. Якщо ж напруга виходить за межі норми або повністю зникає, ДБЖ автоматично перемикає живлення на вбудовані акумулятори через простий інвертор. Після відновлення нормального живлення перемикання здійснюється у зворотному напрямку. Основними недоліками є несинусоїдальний вихідний сигнал та певна затримка при перемиканні. Водночас резервні моделі мають високий ККД (до 99 %), практично не створюють шуму та майже не нагріваються. Відповідають класифікації VFD за МЕК.

Інтерактивне (лінійно-інтерактивне) ДБЖ.

Це удосконалений варіант резервної схеми, який додатково оснащено вбудованим стабілізатором напруги. Завдяки цьому пристрій здатен вирівнювати вихідну напругу без переходу на батареї. Інвертор таких моделей може

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

забезпечувати як прямокутну, трапецеїдальну, так і синусоїдальну форму вихідного сигналу. Час перемикання коротший, оскільки інвертор синхронізується з вхідною напругою. ККД таких пристроїв дещо нижчий, ніж у резервних. Відповідає класифікації VI за МЕК.

Онлайн ДБЖ (з подвійним перетворенням).

Найдосконаліший тип, призначений для критично важливого обладнання, як-от сервери або медична апаратура. Принцип його роботи полягає в подвійній трансформації: спочатку змінний струм перетворюється у постійний, а потім знову в змінний з необхідними параметрами. Завдяки цьому забезпечується повна ізоляція навантаження від мережі та ідеальна якість електроживлення. Перемикання між джерелами живлення відбувається миттєво (без затримки). Недоліками є нижчий ККД (80–94 %), підвищене тепловиділення та шум. Пристрої цього типу здатні регулювати як напругу, так і частоту. Відповідають класифікації VFI за МЕК

2.2 Функціональне призначення ДБЖ

Основні функції джерела безперебійного живлення (ДБЖ) включають:

- згладжування незначних і короткочасних стрибків напруги;
- фільтрація вхідної напруги та зменшення електричних перешкод (шумів);
- забезпечення резервного живлення для підключеного обладнання на певний період після зникнення напруги в мережі;
- захист системи від перевантажень і коротких замикань.

Окрім базових можливостей, багато сучасних моделей ДБЖ, керованих спеціалізованим програмним забезпеченням, здатні виконувати й розширені функції, зокрема:

- автоматичне вимкнення обладнання у разі тривалої відсутності електроенергії та його повторний запуск після відновлення живлення;

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

- моніторинг стану системи з веденням журналу (лог-файлу), включно з температурою, рівнем заряду акумуляторів та іншими важливими параметрами;
- відображення інформації про вхідну напругу і частоту змінного струму, вихідну напругу та рівень споживаної потужності;
- виявлення аварійних ситуацій та передача попереджувальних сигналів (звукові сигнали, запуск додаткових програм тощо);
- автоматичне ввімкнення або вимкнення навантаження відповідно до заданого розкладу за допомогою внутрішнього таймера.

2.3 Типологія джерел безперебійного живлення з описом їх характеристик

Залежно від принципу дії, джерела безперебійного живлення (ДБЖ) поділяються на три основні типи .

1) Резервні ДБЖ (off-line).

Ці пристрої призначені для забезпечення живлення навантаження у випадку аварійної ситуації в основній електромережі — наприклад, повного зникнення напруги або її виходу за встановлені межі (знижена чи завищена напруга). У штатному режимі живлення споживачів здійснюється напряму від мережі, зазвичай через фільтр перешкод. Якщо трапляється збій, вбудований перемикач миттєво підключає навантаження до інвертора, який отримує живлення від акумуляторних батарей. Інші назви такого типу ДБЖ — stand-by, backup, in-line.

Переваги:

- проста конструкція, що забезпечує доступну ціну;
- високий коефіцієнт корисної дії (ККД) і низькі експлуатаційні витрати.

Недоліки:

- відсутність стабілізації напруги та частоти в нормальному режимі;

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– порівняно довгий час перемикання (кілька мілісекунд), що може викликати короткочасне зникнення напруги;

– можлива втрата фази при перемиканні.

Узагальнюючи, резервні ДБЖ забезпечують базовий рівень захисту за невисоку вартість. Потужність таких пристроїв зазвичай варіюється від 220 до 2000 ВА.

2) Лінійно-інтерактивні ДБЖ (line-interactive)

У нормальному режимі ці пристрої живлять навантаження безпосередньо від мережі, частково стабілізуючи напругу за допомогою автотрансформатора. У разі аварії система синхронно перемикає навантаження на інвертор, який живиться від батарей.

Принцип дії схожий із резервними ДБЖ, однак є кілька важливих відмінностей. Зокрема, інвертор у таких системах працює паралельно з мережею, постійно контролюючи її параметри. Він може частково стабілізувати вихідну напругу та заряджати акумулятори. Деякі моделі оснащуються додатковими компонентами — ферорезонансними або автотрансформаторами — що дозволяє розширити допустимий діапазон вхідної напруги та уникати частих перемикань на акумулятори.

Переваги:

– вищий рівень захисту порівняно з резервними ДБЖ;
– добрий ККД;
– можливість стабілізації напруги в межах допустимого діапазону без переходу на живлення від батарей.

Недоліки:

– вихідна напруга в нормальному режимі не є ідеально стабільною;
– відсутність регулювання частоти;
– немає повної ізоляції навантаження від мережі;

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

- недостатньо ефективні при живленні обладнання з нелінійним навантаженням;
- можливість проникнення перешкод і імпульсів із мережі до підключеного обладнання;
- низький рівень інформаційної безпеки (можливість втручання через електромережу).

Загалом лінійно-інтерактивні ДБЖ (рис. 2.1) забезпечують добрий компроміс між захистом і ціною, що робить їх доцільними для менш вимогливих навантажень. Потужність таких пристроїв зазвичай становить від 250 до 10 000 ВА.



Рисунок 2.1 – Лінійно-інтерактивний ДБЖ

Переваги лінійно-інтерактивних ДБЖ полягають у високому коефіцієнті корисної дії (ККД) та більш надійному захисті електроживлення підключеного обладнання порівняно з резервними моделями.

Серед недоліків цих ДБЖ - нестабільність вихідної напруги в нормальному режимі роботи, залежність від діапазону вхідної напруги, відсутність стабілізації

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

частоти, а також відсутність повної ізоляції навантаження від мережі. Крім того, вони менш ефективні при роботі з навантаженнями, які мають значну нелінійність, і допускають проникнення імпульсних перешкод і шумів з мережі до споживача. Також до мінусів належить низький рівень інформаційної безпеки - існує ризик несанкціонованого доступу до обладнання через лінії живлення.

В цілому, лінійно-інтерактивні ДБЖ забезпечують достатній рівень захисту і є більш доступною альтернативою складнішим системам, які призначені для живлення дуже чутливих до перебоїв пристроїв. Зазвичай їх потужність варіюється в межах від 250 до 10 000 ВА.

Постійно увімкнені ДБЖ, або ДБЖ з подвійним перетворенням (on-line, double-conversion), забезпечують безперервне живлення навантаження без втрати фази. Принцип їх роботи полягає у тому, що вхідна змінна напруга спочатку перетворюється випрямлячем у постійну, а потім інвертором – знову в змінну. Завдяки цьому навіть при значних коливаннях вхідної напруги ДБЖ подає на навантаження чисту, стабільну синусоїдальну напругу з відхиленнями не більше 5% від встановленого номіналу, навіть при роботі з нелінійними навантаженнями.

Головна особливість таких ДБЖ – інвертор працює послідовно з основним джерелом живлення і постійно увімкнений. У разі зникнення вхідної напруги живлення переходить на батареї без будь-якого часу перемикавання, який у цих пристроїв фактично відсутній.

До переваг ДБЖ з подвійним перетворенням належать постійна стабілізація напруги і частоти, безперервність фази вихідної напруги в усіх режимах роботи, відсутність впливу навантаження на основну мережу, повне усунення імпульсних перешкод і шумів з мережі, а також високий рівень інформаційної безпеки.

Серед недоліків – складна конструкція, що обумовлює високу вартість пристрою, а також відносно низький ККД, що призводить до більших експлуатаційних витрат, зокрема в плані енергоспоживання та тепловиділення.

ДБЖ цього типу забезпечують найвищий рівень захисту підключеного обладнання від проблем з електроживленням, що виправдовує їхню ціну та

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

монтаж. Потужність таких пристроїв дуже різноманітна – від 600 ВА до кількох сотень кіловольт-ампер.

За конструкцією ДБЖ можуть бути настільними (часто з розетковим підключенням), підлоговими або стійковими (19-дюймові). Один або кілька ДБЖ разом із додатковим комутаційним обладнанням і кабелями формують систему безперебійного живлення (СБЖ).

Основні характеристики ДБЖ включають:

- вихідну потужність, що вимірюється у вольт-амперах (ВА) або ватах (Вт);
- час перемикання на живлення від акумуляторів (в мілісекундах);
- час автономної роботи, що залежить від ємності батарей і потужності підключеного обладнання (у хвилинах);
- діапазон вхідної напруги, у межах якого ДБЖ здатен стабілізувати живлення без переходу на батареї (у вольтах);
- термін служби акумуляторів, зазвичай 5–10 років.

Головним параметром ДБЖ (рисунк. 2.2) є потужність, яку зазвичай вимірюють у вольт-амперах (ВА). Щоб перевести ВА у вати, потужність у ВА потрібно поділити на 1,4 або помножити на 0,7. Потужність, що споживається навантаженням, обчислюється як добуток вихідної потужності ДБЖ (у ВА) на коефіцієнт потужності (Power Factor, PF).

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18



Рисунок 2.2 – UPS — Uninterruptible Power Supply

2.4 Безперебійне джерело живлення з постійною роботою і подвійним перетворенням

Джерела безперебійного живлення (ДБЖ) типу «on-line» працюють інакше, ніж системи «off-line» або «line-interactive». Вони забезпечують безперервне живлення навіть при повній відсутності напруги в мережі.

Це досягається завдяки подвійного перетворенню електроенергії: змінний струм із мережі спочатку перетворюється на постійний (для зарядки батареї), а потім знову перетворюється інвертором у стабільний змінний струм для живлення пристроїв. Завдяки цьому немає часу переключення при пропажі напруги, а також компенсуються падіння напруги, з якими не справляються «off-line» системи.

Живлення навантаження від батареї відбувається миттєво і без перебоїв, тому комп'ютер або інше обладнання не помічають збоїв. Вихідна напруга має стабільну синусоїдальну форму, що забезпечує надійність роботи.

Деякі ДБЖ із подвійним перетворенням застосовують перемикачі або реле для підключення батареї, що може викликати короткочасні перепади напруги.

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Проте в якісних «on-line» ДБЖ батарея постійно підключена до шини постійного струму, що виключає такі проблеми.

Також такі ДБЖ мають режим Ву-pass («обхід»), який дозволяє жити навантаження безпосередньо від мережі, наприклад, при перевантаженні, відмові самого ДБЖ або під час ремонту. Існують автоматичний і ручний Ву-pass.

Батареї складають приблизно 40–50% вартості ДБЖ цього класу, а їхній ресурс залежить від кількості циклів заряджання-розряджання, температури навколишнього середовища та правильного режиму зарядки.

Якісні «on-line» ДБЖ мають інтелектуальне управління акумуляторами, що продовжує їхній термін служби, зменшуючи негативні процеси всередині батарей.

Такі ДБЖ також надійно захищають обладнання від цілеспрямованих електричних атак і не допускають несанкціонованого доступу через живлення.

Основні переваги «on-line» ДБЖ:

- максимальна фільтрація перешкод і шумів мережі;
- стабільна і чиста синусоїдальна напруга на виході в будь-яких умовах;
- відсутність часу перемикавання при переході на батарею.

Отже, для подальшої розробки обрана система безперебійного живлення з подвійним перетворенням.

Мета роботи – створити аварійну систему живлення для освітлення приміщень.

Для цього потрібно:

- проаналізувати існуючі системи безперебійного живлення і вибрати найкращу для освітлення;
- розробити структурну схему аварійного живлення для освітлювачів;
- проаналізувати роботу основних частин обраної системи;
- провести моделювання цих частин у сучасних САД-програмах;
- розробити заходи з охорони праці та техніки безпеки під час виконання робіт.

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок освітлення виробничого приміщення

Раціонально організоване освітлення сприяє підвищенню продуктивності праці, покращенню якості продукції та створенню безпечних умов для обслуговуючого персоналу. При проектуванні освітлення виробничих приміщень необхідно враховувати низку важливих вимог:

- забезпечення достатнього рівня освітлення для досягнення оптимальної яскравості на робочій поверхні;
- мінімізація ризиків ураження електричним струмом, виникнення пожежі або вибуху;
- гарантування надійної та безперервної роботи освітлення;
- забезпечення зручності та безпеки експлуатації системи.

При створенні системи загального освітлення особливу увагу слід приділяти правильному розміщенню світильників, що дозволяє досягти рівномірного освітлення всієї площі приміщення. Такий підхід не лише створює комфортні умови роботи, а й сприяє економічності освітлювальної системи.

Системи освітлення на основі світлодіодних світильників забезпечують вищу освітленість, мають сприятливий спектральний склад випромінювання та хорошу передачу кольорів за належних умов.

Для прикладу виконаємо розрахунок освітлення ремонтно-монтажного цеху. Розміри приміщення становлять: ширина $A = 8$ м, довжина $B = 59$ м, висота до стелі $H_p = 7$ м, площа $S = 472$ м².

Розрахунок освітлення виконується за методом світлового потоку.

Першим етапом є вибір світильника.

Далі визначаємо висоту його підвісу.

$$n = H_p - n_p \cdot n - n_{св}, \quad (3.1)$$

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

де, H_p – висота підвісу світильника, м;

n_p – робоча поверхня, м;

св. – відстань від стелі до світильника, м.

$$n = 7 - 1 - 1 = 5 \text{ м.}$$

Визначаємо найбільш вигідну відстань між світильниками:

$$L = \lambda \times n, \quad (3.2)$$

де, λ – коефіцієнт відносної відстані;

$$\lambda = 1 \quad L = 1 \times 5 = 5 \text{ м.}$$

Визначаємо кількість рядів світильників: де, A – ширина приміщення, м:

$$m = \frac{A}{L}; \quad (3.3)$$

$$m = \frac{8}{5} = 1.6$$

Відповідно, кількість рядів буде – 2.

Визначаємо кількість світильників в одному ряді:

$$n_{св} = \frac{B}{L}, \quad (3.4)$$

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

$$n_{св} = \frac{59}{5} = 11.8$$

Кількість світильників в одному ряді, відповідно буде –12шт.

Визначаємо загальну кількість світильників:

$$n_{зсв} = n_{св} \times m, \quad (3.5)$$

$$n_{зсв} = 12 \times 2 = 24$$

Загальна кількість світильників, відповідно буде – 24шт.

Визначаємо індекс приміщення:

$$i = \frac{A \times B}{n \times (A + B)}, \quad (3.6)$$

$$i = \frac{8 \times 59}{5 \times (8 + 59)} = 1.4$$

Визначаємо коефіцієнт відбивання стін, стелі і підлоги ρ стін = 0,3, ρ стелі = 0,5, ρ підлоги = 0,1.

Визначаємо коефіцієнт використання освітлювальних установок

$$\eta = 0,52.$$

Визначаємо норму освітленості:

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$E_n = 300 \text{Лк.}$$

Коефіцієнт нерівномірності потоку:

$$Z = 1.1.$$

Визначаємо розрахунковий світловий потік одного світильника:

$$\Phi_p = \frac{E_n \times S \times K_z \times Z}{n_{зсв} \times \eta}, \quad (3.7)$$

де, S – площа приміщення: S=472м² K_з – коефіцієнт запасу: K_з=1,5.

$$\Phi_p = \frac{300 \times 472 \times 1.5 \times 1.1}{24 \times 0.52} = 18721.15 \text{Лл}$$

Обираємо світильник HIGH-BAY 200W IP65 з світловим потоком 19000 Лм (рисунок 3.1).

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24



Рисунок 3.1 – Світильник HIGH-BAY 200W

Обчислюємо фактичну освітленість:

$$E_{\text{факт}} = \frac{\Phi_{\text{л}}}{\Phi_{\text{р}}} \times E_{\text{н}}, \quad (3.8)$$

$$E_{\text{факт}} = \frac{19000}{18721,15} \times 300 = 304 \text{ Лк}$$

Визначаємо різницю між фактичною і нормованою освітленістю:

$$\Delta E = \frac{E_{\text{факт}} - E_{\text{н}}}{E_{\text{н}}} \times 100, \quad (3.9)$$

$$\Delta E = \frac{304 - 300}{300} \times 100 = 1,3\%$$

Отже, світильник ми обрали вірно.

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

3.2 Розрахунок освітлювальної мережі

1) Розрахунок сили струму (формула 3.10). Для визначення навантаження на електричну мережу виробничого приміщення необхідно обчислити силу струму, що споживається світлодіодними світильниками. Оскільки джерело живлення однофазне з напругою 220 В, а світлодіодні пристрої мають високий коефіцієнт потужності, приймаємо $\cos\varphi = 0.95$.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} \quad (3.10)$$

$$I = \frac{4800}{220 \cdot 0.95} \approx \frac{4800}{209} \approx 22.97 \text{ А}$$

Сила струму: приблизно 23 А

2) Вибір перерізу кабелю живлення. Переріз кабелю підбирається залежно від розрахованої сили струму та типу прокладки. Для мідного кабелю в умовах відкритої або гофрованої прокладки, допустиме навантаження для перерізу 4 мм² – до 30–32 А, що з запасом покриває обчислений струм у 23 А. Отже обираємо кабель: ВВГнг(д)–LS3×4 мм²

3) Вибір автоматичного вимикача. Автоматичний вимикач підбирається з урахуванням сили струму навантаження з запасом приблизно 10–20% (формула 3.11). Для струму 23 А підійде автомат номіналом 25–32 А. Оскільки йдеться про освітлення без великих пускових струмів, достатньо автомата типу С.

$$I_{\text{авт}} \geq I_{\text{роб}} \cdot 1.1 \quad (3.11)$$

$$I_{\text{авт}} \geq 23 \cdot 1.1 = 25.3 \text{ А}$$

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

4) Вибір гофри або кабель-каналу. Для захисту кабелю та зручності монтажу в умовах виробничого приміщення використовуються гофротруби або кабель-канали відповідного розміру. Розрахунок здійснюється на основі зовнішнього діаметра кабелю ($3 \times 4 \text{ мм}^2 \approx 10\text{--}12 \text{ мм}$). ахисна система: гофротруба $\varnothing 20 \text{ мм}$ або кабель-канал $25 \times 16 \text{ мм}$.

У таблиці 3.1 представлено ключові параметри мережі живлення освітлення.

Таблиця 3.1 Ключові параметри мережі живлення освітлення

Параметр	Значення
Загальна потужність освітлення	4800 Вт
Струм навантаження	$\sim 23 \text{ А}$
Коефіцієнт потужності	0.95
Напруга	220 В
Кабель	ВВГнг(д)-LS $3 \times 4 \text{ мм}^2$
Автоматичний вимикач	32 А, тип С
Гофра або кабель-канал	$\varnothing 20 \text{ мм}$ або $25 \times 16 \text{ мм}$

3.3 Розрахунок аварійного (резервного) живлення

Аварійне живлення повинно забезпечувати роботу мінімально необхідної кількості світильників для безпечного завершення робіт і евакуації. Зазвичай це 30–50% загальної потужності. Прийmemo 30% як мінімально необхідне освітлення.

$$P_{\text{авар}} = P_{\text{заг}} \cdot 0.3 \quad (3.12)$$

$$P_{\text{авар}} = 4800 \cdot 0.3 = 1440 \text{ Вт}$$

Необхідна потужність аварійного джерела: 1440 Вт.

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Після визначення потужності аварійного навантаження, обчислюємо струм, який буде споживати резервна частина освітлення (формула 3.13). Знову використовуємо $\cos\varphi = 0.95$ і $U = 220$ В.

$$I = \frac{P_{\text{авар}}}{U \cdot \cos\varphi}, \quad (3.13)$$

$$I = \frac{1440}{220 \cdot 0.95} \approx \frac{1440}{209} \approx 6.89 \text{ А}$$

Струм аварійного навантаження: приблизно 7 А.

Для навантаження до 7 А цілком достатньо мідного кабелю перерізом 1.5 мм². Такий кабель витримує струм до 16–18 А, що з запасом покриває розраховане навантаження. Кабель аварійної мережі: ВВГнг(д)-LS 3×1.5 мм² (рисунок 3.2).

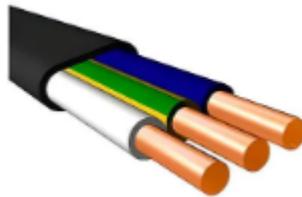


Рисунок 3.2 – Кабель аварійної мережі: ВВГнг(д)-LS 3×1.5 мм²

Автоматичний вимикач має відповідати струму навантаження з запасом 10–20%. Для струму 7 А підходить автомат номіналом 10 А, типу С.

$$I_{\text{авт}} \geq I \cdot 1.2 = 7 \cdot 1.2 = 8.4 \text{ А}$$

Автомат аварійного кола: 10 А, тип С. (рисунок 3.3).

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28



Рисунок 3.3 – Автомат аварійного кола: 10 А, тип С

Для захисту кабелю рекомендується використовувати гофровану трубу або кабель-канал: Труба гофрована ДКС ПВХ гнучка стандартна з протяжкою УФ-стійка D 16 мм Чорний (91916A).

3.3 Підбір джерела безперебійного живлення

Для забезпечення аварійного живлення потужністю 1440 Вт рекомендується використовувати ДБЖ з номінальною потужністю не менше 1500 Вт. Обираємо ДБЖ LogicPower LPY-PSW-1500VA+ 22872. Потужність 1500 Вт, чиста синусоїда, підходить для критичних навантажень. Зовнішній вигляд на рисунку 3.4.

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29



Рисунок 3.4 – ДБЖ LogicPower LPY-PSW-1500VA+ 22872

Для даного пристрою необхідно обрати акумуляторну батарею. Час роботи аварійного живлення обираємо – 30 хв. Щоб забезпечити роботу навантаження 1440 Вт протягом 30 хв, спершу обчислимо потрібну енергію (формула 3.14).

$$E = P \cdot t, \quad (3.14)$$

де: E – енергія, Вт·год, P – потужність, Вт, t – час, год.

$$E = 1440 \cdot 0.5 = 720 \text{ Вт*год}$$

Більшість ДБЖ такого класу працюють на 12 В або 24 В. Ми обираємо ДБЖ на 24 В , 1500 Вт. Для цього потрібно 2 акумулятори по 12 В, з'єднані послідовно.

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Визначимо ємність в ампер-годинах (Ah), яку мають забезпечити акумулятори при напрузі 24 В (формула 3.15).

$$C = \frac{E}{U \cdot \eta}, \quad (3.15)$$

де: C – ємність АКБ, Ah, E – потрібна енергія, Вт·год, U – напруга системи, В, η – ККД інвертора (приблизно 0.85 для побутових ДБЖ)

$$C = \frac{720}{24 \cdot 0.85} \approx 35.3 \text{ Ah}$$

Оскільки потрібна загальна ємність $\sim 35\text{--}40$ Ah, обираємо 2 шт. 12 В 40 А·год або один 24 В 40 А·год (рідко зустрічається). Бажано використовувати гелеві або AGM акумулятори, які підходять для ДБЖ. Обираємо гелевий акумулятор 12 В 45 Ah LogicPower LPM-GL 12V-45Ah. Перевага GEL – краща робота при глибокому розряді, довший термін служби. Зовнішній вигляд представлено на рисунку 3.5. Технічні характеристики у таблиці 3.2.

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31



Рисунок 3.5 - Гелевий акумулятор 12 В 45 Ah LogicPower LPM-GL 12V-45Ah

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики гелевого акумулятора 12 В 45 Ah LogicPower LPM-GL 12V-45Ah

Параметр	Значення
Аварійна потужність	1440 Вт
Час резервування	30 хв (0,5 год)
Загальна потрібна енергія	720 Вт·год
Напруга системи	24 В
Необхідна ємність	≥ 35 Ah
Обрана конфігурація АКБ	2 × 12 В, 40–45 Ah

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Витрати на комплектуючі та енергетичну систему

Для реалізації системи аварійного освітлення виробничого приміщення було підбрано перелік технічних засобів, які забезпечують стабільну роботу в умовах зникнення напруги основної електромережі. Обрана конфігурація передбачає використання енергоефективних світильників, якісної кабельно-провідникової продукції, пристроїв автоматичного захисту, а також надійної системи безперебійного живлення з гелевими акумуляторними батареями.

Усі комплектуючі підбиралися на основі технічних вимог, розрахунків освітлення, струмонавантажень, а також з урахуванням умов експлуатації (висока стеля, промислове середовище, необхідність безперервного освітлення). Ціни наведені за середньоринковими позиціями в Україні станом на 2025 рік.

На основі технічного проекту розраховано потребу в матеріалах та обладнанні для реалізації системи аварійного освітлення. Загальні витрати на придбання комплектуючих обчислюються за формулою 4.1:

$$C_o = \sum(N_i \times P_i), \quad (4.1)$$

де:

C_o – загальна вартість обладнання, грн;

N_i – кількість одиниць i -го виду обладнання;

P_i – ціна за одиницю i -го виду обладнання, грн.

Результати розрахунків наведено у таблиці 4.1:

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

$$C_o = 1700 \cdot 24 + 4000 + 2200 + 350 + 250 + 400 + 300 + 3000 \cdot 2 = 62100 \text{ (грн)}$$

Таблиця 4.1 – Витрати на обладнання

№	Найменування обладнання	Кількість	Ціна за одиницю, грн (2025)	Загальна вартість, грн
1	Світильник HIGH-BAY 200W IP65 (19000 Лм)	24 шт.	1 700	40 800
2	Кабель ВВГнг(д)-LS 3×4 мм ² (100 м бухта)	1 бухта	4 000	4 000
3	Кабель ВВГнг(д)-LS 3×1.5 мм ² (100 м бухта)	1 бухта	2 200	2 200
4	Автоматичний вимикач 32 А, тип С	1 шт.	350	350
5	Автоматичний вимикач 10 А, тип С	1 шт.	250	250
6	Гофра Ø20 мм (50 м)	1 бухта	400	400
7	Гофра Ø16 мм (50 м)	1 бухта	300	300
8	ДБЖ LogicPower LPY-PSW-1500VA+ (1500 Вт, синусоїда)	1 шт.	7 800	7 800
9	Акумулятор GEL LogicPower LPM-GL 12V 45Ah	2 шт.	3 000	6 000
–	Разом витрати на обладнання	–	–	62 100 грн

1) Світильники HIGH-BAY 200W IP65.

Ці світильники призначені для промислових приміщень із високими стелями (від 5 м), таких як ремонтно-монтажні цехи. Модель забезпечує потужність 200 Вт і світловий потік 19 000 лм, що дозволяє досягти нормативного рівня освітленості (300 Лк) при оптимальній кількості пристроїв. Ступінь захисту IP65 забезпечує пилонепроникність та захист від вологи.

Обрано 24 одиниці, виходячи з розрахунків освітленості (див. розділ 3.1).

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вартість одиниці взята на основі даних із торговельних платформ (Prom.ua, Rozetka, Luxon).

2–3) Кабель ВВГнг(д)-LS.

Кабелі ВВГнг(д)-LS використовуються для підключення світильників та аварійного освітлення.

3×4 мм² – для основної лінії, яка має струм навантаження ~23 А.

3×1.5 мм² – для аварійної лінії, розрахованої на струм до 7 А.

Кабелі мають оболонку, що не підтримує горіння (нг), і знижене димовиділення (LS), що відповідає вимогам пожежної безпеки.

4–5) Автоматичні вимикачі.

32 А – для захисту основної мережі освітлення.

10 А – для аварійної лінії.

Обидва вимикачі мають характеристику тип С, що дозволяє витримувати короточасні пускові струми без помилкових спрацювань.

6–7) Гофра Ø20 мм і Ø16 мм.

Гофровані труби використовуються для прокладання кабелю по поверхнях або в технічних каналах. Діаметр підбирається відповідно до перерізу кабелю. Матеріал – ПВХ із УФ-захистом, стійкий до деформації.

Ø20 мм – для кабелю з перерізом 3×4 мм²

Ø16 мм – для кабелю 3×1.5 мм²

8) Джерело безперебійного живлення (ДБЖ) LogicPower LPY-PSW-1500VA+.

Інвертор потужністю 1500 Вт із правильною (чистою) синусоїдою, що є критично важливим для стабільної роботи освітлення. Модель підтримує підключення зовнішніх акумуляторів на 24 В, автоматично перемикається на живлення від батарей у разі зникнення мережі.

Забезпечує 30 хвилин роботи при навантаженні 1440 Вт.

Може розширюватися до тривалих резервних періодів.

9) Акумулятори LogicPower LPM-GL 12V 45Ah (GEL).

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Для інвертора на 24 В необхідно 2 акумулятори по 12 В, з'єднані послідовно.
Обрана гелева технологія (GEL) забезпечує:

- кращу стійкість до глибоких розрядів;
- довший термін служби (6–8 років);
- високу ефективність при резервному освітленні;
- сумарна ємність системи дозволяє забезпечити резервне живлення потужністю 1440 Вт протягом 30 хв.

4.2 Витрати на розробку та збірку

Після визначення складу основного обладнання та комплектуючих елементів системи резервного освітлення, наступним етапом є розробка документації, монтаж, підключення та налаштування системи. Цей підрозділ розраховано з урахуванням витрат на виконання проєктно-монтажних і пусконаладжувальних робіт, що є обов'язковими для введення в експлуатацію систем електроживлення.

До розрахунку включено базові етапи робіт: інженерне проєктування електромережі, встановлення світильників, монтаж джерела безперебійного живлення (ДБЖ) та акумуляторів, а також технічне тестування системи після монтажу.

До вартості впровадження системи входять також витрати на проєктування, встановлення, підключення та налагодження. Загальна сума цих витрат визначається за формулою (4.2):

$$C_m = \sum(W_j), \quad (4.2)$$

де:

C_m – витрати на роботи, грн;

W_j – вартість j-го виду робіт, грн.

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$C_m = 5000 + 8000 + 2500 + 1500 = 17000 \text{ (грн)}.$$

Витрати на розробку, монтаж та пусконаладжувальні роботи системи аварійного освітлення наведені у таблиці 4.2

Таблиця 4.2 – Витрати на розробку, монтаж та пусконаладжувальні роботи системи аварійного освітлення

№	Вид робіт	Вартість, грн
1	Розробка технічної документації та схеми електропостачання	5 000
2	Монтаж світильників (24 шт) з підключенням до мережі	8 000
3	Монтаж і підключення ДБЖ та акумуляторів	2 500
4	Проведення пусконаладжувальних робіт і тестування системи	1 500
–	Разом витрати на збірку та роботи	17 000 грн

1) Розробка технічної документації та схеми електропостачання (5 000 грн)

Включає в себе створення пакету технічної документації:

- принципова електрична схема освітлення і живлення;
- схема підключення ДБЖ та аварійного навантаження;
- розрахунок навантаження на електромережу;
- вибір перерізів кабелів, номіналів автоматів та засобів захисту;
- схеми розміщення світильників на плані цеху.

Виконується інженером-проектувальником згідно з чинними нормами (ДБН, ПУЕ, ПУЕЕ).

2) Монтаж світильників (8 000 грн)

Включає:

- установку 24 світильників HIGH-BAY на висоті 5 м;

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– підключення до електричної мережі за допомогою кабелю ВВГнг(д)-LS 3×4 мм²;

- закріплення та прокладку кабелю в гофрованих трубах Ø20 мм;
- установку автоматичного вимикача 32 А в розподільному щиті;
- маркування кабелів та контроль правильності фазування.

Розраховано виходячи з розцінок на монтаж електроосвітлення промислового типу в 2025 році (≈330 грн/точка + монтаж на висоті).

3) Монтаж і підключення ДБЖ та акумуляторів (2 500 грн).

Передбачає:

– монтаж інвертора LogicPower LPY-PSW-1500VA+ у технічному приміщенні або електрощитовій;

– підключення двох акумуляторних батарей 12V/45Ah у послідовну схему (24 В);

– захист лінії резервного живлення автоматом 10 А;

– прокладання кабелю 3×1.5 мм² до аварійних світильників;

– закріплення гофротруби Ø16 мм, підключення кабелю до клем інвертора та батарей.

Роботи виконуються з дотриманням техніки безпеки при роботі з електрообладнанням постійного та змінного струму.

4) Пусконаладжувальні роботи і тестування системи (1 500 грн)

На цьому етапі виконується:

- перевірка електричних з'єднань;
- тестовий запуск системи;
- вимірювання напруги на виході ДБЖ;
- перевірка режимів переходу живлення з мережі на резерв;
- перевірка часу автономної роботи освітлення;
- імітація зникнення живлення та реакції системи.

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Пусконаладження проводиться з оформленням відповідного акту введення в експлуатацію.

4.3 Загальна собівартість проєкту

На основі проведених розрахунків у попередніх розділах визначено повну вартість впровадження автоматизованої системи аварійного освітлення для ремонтно-монтажного цеху. У цю суму входять витрати як на матеріально-технічне забезпечення, так і на розробку, монтаж і введення системи в експлуатацію. Наведена нижче таблиця узагальнює всі витрати.

Сумарна собівартість реалізації системи аварійного освітлення визначається як сума витрат на обладнання та на виконання робіт (формула 4.3):

$$C_s = C_o + C_m, \quad (4.3)$$

де:

C_s – загальна собівартість проєкту, грн;

C_o – витрати на обладнання (формула 4.1);

C_m – витрати на розробку та монтажні роботи (формула 4.2).

$$C_s = 62100 + 17000 = 79100 \text{ (грн).}$$

У таблиці 4.3 наведено розрахунок собівартості проєкту.

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Таблиця 4.3 – Розрахунок собівартості проєкту

Стаття витрат	Сума, грн
Обладнання та комплектуючі	62 100
Розробка, монтаж і пусконалагодження	17 000
Загальна собівартість	79 100 грн

1) Обладнання та комплектуючі (62 100 грн)

Цей блок витрат охоплює всі технічні засоби, необхідні для реалізації проєкту:

- світлодіодні промислові світильники;
- кабельну продукцію та гофротруби;
- пристрої автоматичного захисту;
- інвертор (ДБЖ) із чистою синусоїдою;
- гелеві акумулятори, які забезпечують резервне живлення системи.

Комплектуючі підбрано з урахуванням специфіки приміщення, навантаження, умов експлуатації та нормативних вимог. Вартість формувалась на основі актуальних ринкових цін в Україні у 2025 році. Забезпечується повна сумісність компонентів, необхідна потужність та надійність.

2) Розробка, монтаж і пусконалагодження (17 000 грн)

Сюди входить повний цикл проєктно-монтажних робіт:

- розробка електротехнічної документації, схем, технічних рішень;
- монтаж світильників, прокладання кабелю, підключення захисної автоматики;
- встановлення джерела безперебійного живлення, акумуляторів;
- тестування та перевірка роботи системи в умовах зникнення напруги.

Ці витрати є критично важливими для якісної реалізації та подальшої експлуатації системи, оскільки без професійного монтажу та перевірки система може не відповідати вимогам безпеки.

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз результатів.

Отримана собівартість – 79 100 грн – є цілком обґрунтованою з техніко-економічної точки зору для автоматизованої системи аварійного освітлення промислового об'єкта. Основну частку становлять витрати на обладнання – близько 78,5% від загального бюджету, що відповідає логіці інвестицій у якісні та надійні технічні рішення. Решта – 21,5% – припадає на послуги зі встановлення, проєктування та налагодження, які забезпечують коректне функціонування системи.

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Система протипожежного захисту

Основними ризиками пожежі на підприємстві є процеси, що відбуваються на заводах, що використовують легкозаймисті матеріали, надзвичайно ризиковані без належних запобіжних заходів, і навіть тоді несправність машин може спричинити пожежу. Електричне обладнання, яке експлуатується, може спричинити пожежу через неправильне використання або несправності.

На складах, де зберігається велика кількість обладнання, присутні легкозаймисті матеріали, а неналежний догляд або неправильне використання може призвести до пожежі. Часто великий обсяг предметів, що зберігаються, означає, що внаслідок пожежі він може швидко поширитися.

Для уникнення пожежі на підприємстві потрібно дотримуватися системи протипожежного захисту. Система протипожежного захисту - це сукупність організаційних заходів а також технічних засобів, спрямованих на запобігання впливу на людей небезпечних чинників пожежі та обмеження матеріальних збитків від неї.

Протипожежний (захист об'єкта здійснюється за такими чотирма напрямками:

- 1) Обмеження розмірів та поширення по:
 - розміщення будівель та споруд на території об'єкта із дотриманням протипожежних розривів та інших вимог пожежної безпеки;
 - дотримання обмежень стосовно кількості поверхів будівель та площі поверху;
 - правильне планування та розміщення виробничих цехів, приміщень, діляниць у межах будівлі;
 - розміщення пожежонебезпечних процесів та устаткування в ізольованих приміщеннях, відсіках, камерах;

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

- вибір будівельних конструкцій необхідних ступенів вогнестійкості;
- встановлювання протипожежних перешкод у будівлях, системах вентиляції, паливних та кабельних комунікаціях;
- обмеження витікання та розтікання легкозаймистих та горючих рідин при пожежі;
- влаштування систем автоматичної пожежної сигналізації та пожежогасіння.

2) Обмеження розвитку пожежі:

- обмеження кількості горючих речовин, що одночасно знаходяться в приміщенні;
- використання (оздоблювальних (будівельних та матеріалів з нормативними показниками вибухопожежонебезпечності;
- аварійне стравлювання горючих рідин та газів;
- своєчасне звільнення приміщень від залишків горючих матеріалів;
- застосування для пожежонебезпечних речовин спеціального устаткування із посиленням захистом від пошкоджень.

3) Забезпечення безпечної евакуації людей та майна:

- вибір такого об'ємно-планувального та конструктивного виконання будівлі, щоб евакуація людей була завершена до настання гранично допустимих рівнів чинників пожежі;
- застосування будівельних конструкцій будівель та споруд відповідних ступенів вогнестійкості, щоб вони зберігали несучі та огорожувальні функції протягом всього часу евакуації;
- вибір відповідних засобів колективного та індивідуального захисту;
- застосування аварійного вимкнення устаткування та комунікацій;
- влаштування систем протидимового захисту, які запобігають задимленню шляхів евакуації;
- влаштування необхідних шляхів евакуації (коридорів, сходових кліток, зовнішніх пожежних драбин), раціональне їх розміщення та належне утримання.

					ДП.141.211.015.00ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		43

4) Створення умов для успішного гасіння пожежі:

- встановлення у будівлях та приміщеннях установок пожежної автоматики;
- забезпечення приміщень нормованою кількістю первинних засобів пожежогасіння;
- влаштування та утримання в належному стані території підприємства, під'їздів до будівельних споруд, пожежних водоймищ, гідрантів.

5.2 Технічні рішення захисту персоналу від електротравматизму

Живлення силового обладнання та системи освітлення здійснюється від чотирьохпроводної трифазної мережі 380х220В (фазна напруга (фаза – "0") 220В, а міжфазна лінійна (фаза - фаза) - 380В).

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам.

1) Для запобігання електротравм від контакту з нормальнострумопровідними елементами електроустаткування, необхідно:

- розміщувати неізолювані (струмопровідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах;
- використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні - написи, таблички, попереджувальні знаки;
- підвід кабелів до споживачів здійснювати у закритих конструкціях підлоги;

2) При живленні однофазних споживачів струму від трипроводної мережі при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі.

Згідно з вимогами нормативів, повинна бути забезпечена необхідна кратність струму К.З. залежно від типу запобіжного пристрою, повинна бути забезпечена цілісність нульового захисного провідника.

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

3) Електрозахисні засоби захисту персоналу, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний (перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється.

Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками. Додатковими електрозахисними засобами (називаються засоби, як захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

При роботі, яка зв'язана з доторканням до струмоведучих частин електродвигуна або до обертових частин електродвигуна, який приводить в рух механізм, необхідно зупинити електродвигун та на його пусі або ключі керування повісити плакат "НЕ ВМИКАТИ, ПРАЦЮЮТЬ ЛЮДИ".

При роботах за межами КРУ на відхідних ПЛ або КЛ на підключеному до них обладнанні візок з вимикачем необхідно викотити з шафи; верхню заслінку або дверці закрити на замок та вивісити плакати "НЕ ВМИКАТИ"" або "НЕ ВМИКАТИ! РОБОТА НА ЛІНІЇ".

При накладенні заземлювачів у шафах КРУ у випадку роботи на відходячих ПЛ необхідно враховувати слідуєчі вимоги: ПЛ напругою вище 1000 В заземлюються в усіх РУ і у секційних комутаційних апаратах, де відключена лінія.

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

5.3 Організаційні заходи захисту персоналу

Керування охороною праці на виробничих об'єднаннях і енергетичних підприємствах, організаціях здійснюється такими категоріями працівників: першими керівниками у цілому, їхніми заступниками (головним інженерами) безпосередньо; відділами (службами старшого інженера, інженерами) охорони праці, на які покладається організаційно-методична робота з керування охороною праці і підготовка управлінських рішень (накази, розпорядження, інформаційні листи, вказівки), а також здійснення контролю за їхньою реалізацією; посадовими особами відділів, служб, відповідальними за виконання задач керування охороною праці (відділи: виробничо-експлуатаційний, технічний, капітального будівництва, організації праці і заробітної плати, матеріально-технічний, планово-економічний, фінансовий, бухгалтерія); у підрозділах енергетичних підприємств, організацій (цехах, службах, виробничих ділянках) - керівниками відповідних підрозділів, а також старшими майстрами, майстрами, бригадирами і виконавцями робіт (керівниками робіт) при провадженні робіт в енергоустановках за нарядами допусками.

Пропаганда питань охорони праці включає:

- проведення вступних інструктажів працівників, що поступають на роботу;
- навчання безпечним методам праці людей, що надходять на роботу з підвищеними вимогами безпеки праці;
- первинна перевірка знань з охорони праці й техніки безпеки експлуатації електроустановок, інструкцій, знань безпечних методів праці;
- проведення первинних інструктажів на робочому місці;
- дублювання повторних (планових) інструктажів, протиаварійних, протипожежних тренувань, планового навчання персоналу безпечним методам праці, періодичну (чергову) перевірку знань з охорони праці й техніки безпеки експлуатації електроустановок, інструкцій, знань безпечних методів праці.

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Вимоги до персоналу: робітникам, що обслуговують електроустановки, повинна бути присвоєна група з електробезпеки, видане посвідчення установленої форми, яке вони зобов'язані мати при собі при провадженні робіт; в електроустановках вище 1000 В робітники з числа чергового чи оперативно-ремонтного персоналу, одноосібно обслуговуючі електроустановки, і старші по зміні повинні мати групу IV, інші - групу III. Цивільний захист організують на всіх підприємствах, в установах та організаціях незалежно від форм власності й підпорядкування.

Завдання й обов'язки суб'єктів господарювання у сфері ЦЗ визначені в статті 20 КЦЗ. Так, до обов'язків суб'єктів господарювання належать, зокрема, такі:

- забезпечити працівників засобами індивідуального й колективного захисту;
- розмістити інформацію про заходи безпеки та відповідну поведінку у разі аварії;
- забезпечити працівників засобами індивідуального й колективного захисту;
- розмістити інформацію про заходи безпеки та відповідну поведінку у разі аварії;
- організувати і здійснити під час надзвичайних ситуацій евакуаційні заходи щодо працівників та майна;
- створити об'єктові формування ЦЗ, необхідну для їх функціонування матеріально-технічну базу та забезпечити готовність цих формувань до дій за призначенням тощо.

5.4 Розрахунок і конструктивне виконання заземлюючих пристроїв

Заземлювальний пристрій – сукупність заземлювача і заземлюючих провідників. При захисному заземленні здійснюється навмисне заземлення частин

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

електроустановки, тобто електричне з'єднання цієї частини з заземлюючим пристроєм.

Часто застосовують заземлювачі виконані зі сталі круглої форми діаметром від 12 мм до 14 мм, а довжина приблизно до 5 м для стрижней, ввертають у землю за допомогою такого пристосування, ручний електрифікований заглиблювач.

При забиванні електродів у землю з високою вологістю, знижується питомий опір. Поглиблені пруткові заземлювачі знижують витрату металу і витрати праці на роботу з влаштування заземлення і тому повинні застосовуватися в першу чергу.

В якості природних заземлювачів використовують: прокладені в землі сталеві водопровідні труби, з'єднані в стиках газо- або електросваркою; труби артезіанських свердловин, сталева броня силових кабелів, прокладених у землі, при числі їх не менше двох; металеві конструкції і фундаменти будівель та споруд, що мають надійне з'єднання з землею;

В установках до 1000 В з глухозаземленою нейтраллю трансформатора опір заземлюючого пристрою, до якого приєднують нейтраль трансформатора та генератора має бути не більше 4 Ом згідно ПУЕ.

Використовуємо спрощену формулу для знаходження опору одиночного стрижня довжиною 1,5м для кутка 50×50×50 м, Ом · м:

$$R_0 = 0,318 \cdot \rho \cdot K_M, \quad (5.1)$$

$$R_0 = 0,318 \cdot 20 \cdot 1,65 = 10,5$$

Опір горизонтальних заземлювачів розтікання зарядів визначається за формулою, Ом:

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$R'_{ГП} = (0,366 / l) \cdot \rho \cdot K_M \cdot \lg(l^2 / d \cdot t), \quad (5.2)$$

$$R'_{ГП} = (0,366 / 4) \cdot 20 \cdot 1,65 \cdot \lg(4^2 / 16 \cdot 0,8) = 0,3$$

Опір розтікання зарядів вертикальних заземлювачів з урахуванням їх екрануючого впливу визначаємо з виразу, Ом:

$$R_B = R_O / n \cdot \eta_B, \quad (5.3)$$

$$R_B = 10,5 / 20 \cdot 0,62 = 0,85$$

Загальний опір штучних заземлювачів розтікання зарядів дорівнює, Ом:

$$R_3 = R_B \cdot R'_{ГП} / (R_B + R'_{ГП}), \quad (5.4)$$

$$R_3 = 0,85 \cdot 0,3 / (0,85 + 0,3) = 0,22$$

Висновок: даний заземлюючий контур, який складається із 28 вертикально вбитих електродів у формі кутка, цілком доцільно використовувати для виконання заземлення даного цеху, який розташований у певних кліматичних умовах і встановлений на ґрунті чорнозем, оскільки його загальний опір розтікання зарядів дорівнює 0,22 Ом, що не перевищує допустиме значення згідно ПУЕ 4 Ом.

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Даний дипломний проєкт присвячений розробці системи аварійного живлення для освітлення виробничих приміщень, що має надзвичайно важливе значення для забезпечення безпеки працівників, безперервності виробничих процесів та дотримання нормативних вимог. У сучасних умовах стабільність електропостачання є критичним фактором, особливо в промисловості, де навіть короткочасне знеструмлення може призвести до аварій, пошкодження обладнання або загрози для персоналу.

У рамках проєкту було виконано повний цикл робіт – від аналізу існуючих джерел резервного живлення до вибору оптимального обладнання, технічного моделювання, економічного обґрунтування та розробки заходів з охорони праці. Реалізована система базується на сучасному онлайн-джерелі безперебійного живлення з гелевими акумуляторами та світлодіодними світильниками, що забезпечують необхідний рівень освітленості навіть у разі повного зникнення напруги в мережі.

Проєкт має чітку технічну структуру, відповідає чинним стандартам і нормам, а також демонструє економічну ефективність і високий рівень безпеки. Отримані результати підтверджують доцільність впровадження подібних систем на об'єктах промислового призначення для підвищення рівня енергетичної незалежності та техногенної безпеки.

У першому розділі детально проаналізовано сучасні підходи до організації резервного та аварійного електроживлення у виробничих приміщеннях. Розгляд різних типів автономних джерел живлення (бензинові, дизельні, газові генератори, сонячні електростанції, ДБЖ, інвертори, павербанки) дозволив оцінити їх ефективність, надійність, експлуатаційні особливості та доцільність застосування в конкретних умовах.

У результаті аналізу було визначено, що для системи аварійного освітлення найбільш ефективним рішенням є використання джерела безперебійного

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

живлення (ДБЖ) типу on-line з гелевими акумуляторами, що забезпечує безперервність енергопостачання, стабільну напругу та захист обладнання. Ретельно визначено критерії вибору обладнання: потужність, час автономної роботи, наявність чистої синусоїди, експлуатаційна безпека та сумісність з освітлювальним навантаженням. Визначено базові принципи проєктування систем резервного живлення – з урахуванням тривалості перебоїв, вартості та типу споживачів.

У цьому розділі здійснено ґрунтовне теоретичне опрацювання принципів функціонування ДБЖ різних типів. Визначено три основні схеми: резервні (off-line), лінійно-інтерактивні (line-interactive) та постійно активні (on-line), які відрізняються рівнем захисту, ефективністю та ціною. Встановлено, що система з подвійним перетворенням енергії (on-line) є найбільш надійною, оскільки забезпечує повну ізоляцію навантаження від перепадів мережевої напруги, відсутність часу перемикавання та якісне живлення з постійною синусоїдою.

Також наведено технічні характеристики ДБЖ: коефіцієнт потужності, ККД, час автономної роботи, допустимий діапазон вхідної напруги, тип інтерфейсу керування. Розглянуто розширені функції сучасних ДБЖ, включаючи моніторинг, програмне керування, віддалене адміністрування. Це дозволяє не лише підтримувати роботу освітлення, але й ефективно керувати станом системи у режимі реального часу, що є особливо важливим на виробництві.

У третьому розділі проведено повномасштабні технічні розрахунки параметрів освітлення, освітлювальної мережі та резервного живлення. Виконано розрахунок кількості світильників на основі площі та висоти приміщення із застосуванням методу світлового потоку. Визначено тип світильників (HIGH-BAY 200W), що забезпечують нормативну освітленість (300 лк) для виробничих умов. Встановлено оптимальну кількість (24 шт), їхню схему розташування та крок монтажу.

Проведено електротехнічний розрахунок: визначено силу струму, переріз кабелю, тип автоматичного вимикача, гофри або кабель-каналу для основної та

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

аварійної мережі. Для аварійного освітлення обрано потужність у 30% від основного навантаження, що забезпечує достатню яскравість для безпечної евакуації. Ретельно підібрано ДБЖ LogicPower на 1500 Вт із чистою синусоїдою та два гелеві акумулятори на 12В 45А·год, які забезпечують 30 хвилин автономної роботи при навантаженні 1440 Вт. Це забезпечує виконання нормативних вимог та гарантує безпеку в умовах аварійного знеструмлення.

Четвертий розділ охоплює економічне обґрунтування запропонованої системи. Детально розраховано витрати на придбання обладнання (62 100 грн) та на проектно-монтажні роботи (17 000 грн), що становить загальну собівартість проекту – 79 100 грн. Основну частку витрат (понад 78%) становить вартість обладнання, що свідчить про орієнтацію проекту на якісні технічні рішення. Усі комплектуючі підібрані з урахуванням технічних, безпекових та енергоефективних вимог.

Витрати на розробку та реалізацію охоплюють розробку документації, монтаж світильників і ДБЖ, підключення, тестування та введення системи в експлуатацію. Такий комплексний підхід забезпечує безпеку, надійність та ефективність системи аварійного освітлення, а також економічну доцільність її впровадження у виробничих умовах. Аналіз собівартості підтвердив, що витрати є обґрунтованими та конкурентоспроможними у порівнянні з іншими аналогічними рішеннями на ринку.

У п'ятому розділі розглянуто важливі аспекти забезпечення безпеки працівників у процесі експлуатації систем електроживлення. Розроблено заходи з протипожежного захисту, які охоплюють обмеження поширення полум'я, створення умов для евакуації, обмеження обсягів легкозаймистих речовин, установку протипожежної автоматики.

Особливу увагу приділено електробезпеці персоналу, включаючи технічні та організаційні заходи. Це – правильне розміщення обладнання, використання ізоляційних матеріалів, застосування захисних заземлюючих пристроїв та електрозахисних засобів (діелектричні рукавиці, килимки, інструменти з

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

ізоляцією). Розглянуто вимоги до організації інструктажів, періодичної перевірки стану обладнання та засобів захисту.

Таким чином, у проєкті реалізовано повний комплекс заходів, що дозволяє гарантувати безпечну експлуатацію системи, запобігти травмам, нещасним випадкам та іншим ризикам для персоналу.

Розроблений у межах дипломного проєкту комплекс аварійного живлення для освітлення виробничого приміщення є сучасним, технологічно обґрунтованим та ефективним рішенням, що відповідає вимогам нормативних документів з електробезпеки, енергоефективності та надійності. Він забезпечує високий рівень автономності, швидке перемикання у разі аварії, стабільну якість електроживлення, а також безпечні умови праці для персоналу.

Усі етапи проєктування – від технічного аналізу та вибору компонентів до економічної оцінки та заходів безпеки – були виконані комплексно та з урахуванням сучасних стандартів. Реалізація проєкту в умовах реального виробництва дозволить зменшити ризики аварій, покращити умови праці та забезпечити стабільну роботу освітлення навіть за умов повного знеструмлення основної електромережі.

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Войцицький А.П. Промислова електроніка: навч. посідник/ А. П. Войцицький. Житомир: ЖНАЕУ, 2017. 187с.
2. Войцицький А.П., Войцицький М.А. Технічні засоби обліку витрат енергоносіїв: Навч. посібник/ А.П. Войцицький, М.А. Войцицький. Житомир: ЖНАЕУ, 2016. 160с.
3. Войцицький А.П., Шубенко В.О., Войцицький М.А. Електроніка і мікросхемотехніка: Навч. посібник / А.П. Войцицький, В.О. Шубенко, М.А. Войцицький. Житомир: ЖНАЕУ, 2014. 212 с.
4. Клименко Л. П. Техноекоелогія: Навчальний посібник. Одеса: «ФондЕкопринт» , 2000. 542 с.
5. Мельничук М. Д. Альтернативна енергетика : навч. посіб. для студентів с.-г. вузів / М. Д. Мельничук, В. О. Дубровін, С. М. Кухарець [та ін.]. К. : «Аграр Медіа Груп», 2012. 612 с.
6. Мережеві сонячні електростанції [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://hifidom.com.ua/statti/solarpower/solarpowerstation>
7. Основи охорони праці/ під ред. Бедрія Я. І. – 3-тє вид., переробл. і доп. Львів: " Магнолія плюс ", видавець СПД ФО В.М. Піча, 2004. 240 с.
8. Сонячна енергетика [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://www.npblog.com.ua/index.php/ekologiya/sonjachna-energetika>
9. Трифазний послідовний інвертор [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://findpatent.com.ua/patent/225/2251202.html>
10. Ципльонков М. С., Сокіл А.М. Організація і планування електрифікації сільськогосподарського виробництва К.: Вища школа, Головне вид-во, 1980. 248 с.
11. Шарамок І.І., Марченко О.С., Гоцуляк П.М. Довідник по монтажу і налагодженню електрообладнання в сільському господарстві. К.: Урожай, 1987. 232 с.

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

12. Яцун М. А. Експлуатація та діагностування електричних машин і трансформаторів - Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2003. 180 с.

					ДП.141.211.015.00ПЗ	Арк.
						55
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		