

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

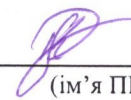
Факультет електроенергетики та електромеханіки
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

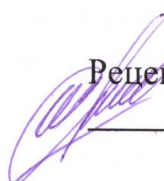
Бакалаврська дипломна робота на тему:

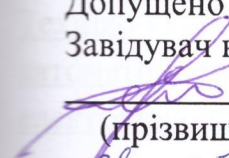
**«АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА ВВЕДЕННЯ РЕЗЕРВУ ЖИВЛЕННЯ
РЕАНІМАЦІЙНОГО БЛОКУ МІСЬКОЇ КЛІНІЧНОЇ ЛІКАРНІ
ШВИДКОЇ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ №2 М. ВІННИЦЯ»**

Виконав: студент 3 курсу, групи ЕМ-22мс
спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

 Денис КОТЕНКО
(ім'я ПРІЗВИЩЕ, підпис)
«28» 05 2024 р.

Керівник  к.т.н., доц. кафедри КЕМСК
Микола МОШНОРИЗ
(ім'я ПРІЗВИЩЕ, підпис)
«28» 05 2024 р.

Рецензент  доц. каф ЕСЕМ.
ЮРІЙ ЛОБОДА
(ім'я ПРІЗВИЩЕ, підпис)
«10» 06 2024 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри КЕМСК
 Микола МОШНОРИЗ
(прізвище та ініціали)
«28» 05 2024 р.

Вінниця – 2024 року

Вінницький національний технічний університет

Факультет Електроенергетики та електромеханіки

Кафедра Комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Галузь знань 14 – Електрична інженерія

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма «Електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КЕМСК

К.Т.Н., доц. Микола МОШНОРИЗ

“11” 03 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Котенку Денису Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Автоматична система введення резерву живлення реанімаційного блоку Міської клінічної лікарні швидкої медичної допомоги №2 м. Вінниця

керівник роботи Мошноріз Микола Миколайович, к.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “11” 03 2024 року № 80

2. Строк подання студентом роботи _____

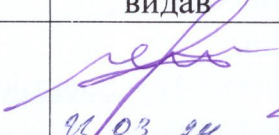
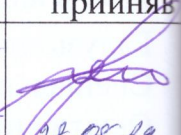
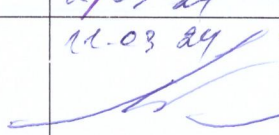
3. Вихідні дані до роботи: Величина потужності генератора – 250кВА. Час перемикання автоматики – 0,02с.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Загальні відомості про електропривод насосних агрегатів. Розрахунок параметрів об'єкта дослідження. Техніко-економічне обґрунтування вибору системи електропривода. Функціональна схема електропривода. Розрахунок і вибір елементів автоматичної системи. Схема електрична принципова електропривода. Охорона праці.

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

Мета та завдання дослідження. Розрахунок параметрів об'єкта дослідження. Техніко-економічне порівняння систем автоматизації. Функціональна схема автоматичного введення резерву. Вибір елементів автоматичної системи. Схема електрична принципова АВР. Висновки.

6. Консультанти розділів роботи

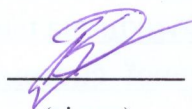
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	Мошноріз М. М., к.т.н., доц. каф. КЕМСК	 11.03.24	 28.05.24
Охорона праці	Кобилянський О.В., д. пед. н., зав. каф. БЖДПБ	 11.03.24	 28.05.24

7. Дата видачі завдання 11.03.24

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Формування та затвердження теми бакалаврської дипломної роботи (БДР)	11.03.2024	
2	Виконання спеціальної частини БДР. Перший рубіжний контроль виконання БДР	21.05.2024	
3	Виконання спеціальної частини БДР. Другий рубіжний контроль виконання БДР	28.05.2024	
4	Виконання розділу «Охорона праці»	28.05.2024	
5	Попередній захист БДР	28.05.2024	
6	Нормоконтроль БДР	28.05.2024	
7	Рецензування БДР	10.06.2024	
8	Захист БДР	14.06.2024	

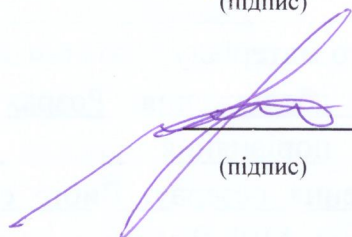
Студент


(підпис)

Д. М. КОТЕНКО

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Микола МОШНОРИЗ

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Бакалаврська дипломна робота складається з 70 сторінок формату А4, на яких є 14 рисунка, 16 таблиць, список використаних джерел містить 38 найменувань.

В бакалаврській дипломній роботі розроблено систему автоматичного введення резерву живлення реанімаційного відділення лікарні. Розраховано потужності генерації, перерізи кабелів. Обрано елементну базу для реалізації автоматичної системи АВР. Розроблено алгоритм роботи та електричну схему системи автоматизації.

Ключові слова: автоматичне введення резерву, електропостачання, генераторна установка, перемикач навантаження, електрична схема, алгоритм роботи.

THE SUMMARY

The bachelor thesis consists of 70 pages of A4 format, on which there are 14 figures, 16 tables, the list of used sources contains 38 items.

In the bachelor's thesis, a system of automatic introduction of the power reserve of the intensive care unit of the hospital was developed. Generation capacity, cable cross-sections are calculated. An element base was selected for the implementation of the automatic automatic control system. The work algorithm and electrical diagram of the automation system have been developed.

Key words: automatic reserve input, power supply, generator set, load switch, electrical circuit, work algorithm.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	7
1.1 Надійність електропостачання	7
1.2 Категорія надійності електропостачання	8
1.3 Вимоги до електропостачання лікарень	11
1.4 Автоматичне увімкнення резерву живлення.....	13
1.5 Постановка завдань дослідження	17
2 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ	18
2.1 Мільська клінічна лікарня швидкої медичної допомоги	18
2.2 Генераторна установка AKSA AK-4150	21
2.3 Розрахунок параметрів генераторної установки.....	23
2.4 Розрахунок перерізу лінії живлення генератора.....	24
2.5 Розрахунок параметрів ДБЖ.....	25
2.6 Розрахунок параметрів заземлення генераторної установки та щитової лікарні.....	27
3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІ	31
4 ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА СИСТЕМИ АВР	35
5 РОЗРАХУНОК І ВИБІР ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ АВР	38
5.1 Вибір місця розташування АВР реанімаційного блоку	38
5.2 Розрахунок місця приєднання АВР	39
5.3 Вибір пристрою перемикачів АВР	42
5.4 Розрахунок і вибір автоматичного вимикача	43
5.5 Розрахунок та вибір контакторів	44
5.6 Перевірка захисту АВР від перевантаження та струмів короткого замикання.....	45
5.7 Вибір реле напруги	47

6	СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНА ПРИНЦИПОВА ВВЕДЕННЯ РЕЗЕРВУ	50
7	ОХОРОНА ПРАЦІ	55
7.1	Технічні рішення з безпечної експлуатації обладнання	55
7.1.1	Вимоги до організації робочих місць монтажного персоналу, який здійснює монтаж обладнання щитової.	55
7.1.2	Електробезпека.....	58
7.2	Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії.	60
7.2.1	Мікроклімат.	60
7.2.2	Склад повітря робочої зони.	60
7.2.3	Виробниче освітлення.	61
7.2.4	Виробничий шум.....	62
7.3	Пожежна безпека.....	63
	ВИСНОВКИ.....	66
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	68
	Додаток А. Технічне завдання	71
	Додаток Б. Ілюстративні матеріали.....	74

ВСТУП

Електропостачання лікарень є критично важливим аспектом забезпечення безперебійної роботи медичних закладів. Безперервне електропостачання необхідне для підтримки функціонування медичного обладнання, освітлення, систем вентиляції, обігріву та кондиціонування, а також інформаційних систем.

Ось основні аспекти електропостачання лікарень [1-6]:

- Основне електропостачання: Лікарні зазвичай підключені до мережі електропостачання з високим рівнем надійності. Це забезпечується через прямі підключення до електричних підстанцій та дублюючі лінії живлення.

- Резервне електропостачання: У разі відключення основного живлення лікарні повинні мати резервні джерела електроенергії. Це може бути досягнуто за допомогою дизель-генераторів, які автоматично запускаються при виявленні збою в основному електропостачанні.

- Безперебійне живлення (UPS): Блоки безперебійного живлення використовуються для критичних систем, які не можуть допустити навіть короткочасного переривання в електропостачанні. UPS забезпечують живлення від батарей до запуску генераторів.

- Автоматизація та моніторинг: Системи автоматизації та моніторингу допомагають швидко виявити та усунути проблеми з електропостачанням, забезпечуючи таким чином безперебійну роботу медичного обладнання.

- Періодичне тестування: Регулярне тестування та технічне обслуговування систем електропостачання, включаючи генератори та UPS, є необхідними для забезпечення їх надійності та готовності до роботи у випадку надзвичайної ситуації.

- Енергозбереження: Використання енергоефективного обладнання та технологій, а також впровадження систем управління енергією, допомагає знизити витрати на електроенергію і підвищити загальну ефективність електропостачання.

- Надійне електропостачання є життєво важливим для функціонування лікарень, і його забезпечення вимагає комплексного підходу та постійного вдосконалення технологій і процедур.

Метою роботи розглянути питання забезпечення підвищення рівня надійності електропостачання реанімаційного блоку Міської клінічної лікарні №2 з використанням засобів автоматизованого керування.

Об'єктом дослідження є процес управління запуском генератора в системі електропостачання реанімаційного блоку лікарні.

Предметом дослідження є математичний апарат та комп'ютерні середовища для розрахунку та програмування автоматичної системи введення резерву живлення реанімаційного блоку лікарні.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Надійність електропостачання

Надійність електропостачання є критичним аспектом для багатьох галузей, зокрема для медичних закладів, де відсутність електроенергії може призвести до небезпечних наслідків. Ось ключові аспекти, що впливають на надійність електропостачання:

Основні аспекти надійності електропостачання:

Дублювання систем живлення:

- Використання резервних ліній електропередачі.
- Встановлення дублюючих трансформаторів.

Резервні джерела живлення:

- Використання дизель-генераторів або газових генераторів для резервного живлення.
- Автоматичний запуск генераторів при втраті основного живлення.

Безперебійні джерела живлення (UPS):

- Використання UPS для критичних систем, що забезпечує короткочасне живлення до запуску резервних генераторів.
- Вибір типу UPS (онлайн, офлайн, лінійно-інтерактивні) залежно від потреб.

Моніторинг і автоматизація:

- Системи моніторингу для виявлення і діагностики проблем з електропостачанням в реальному часі.
- Автоматичні перемикачі живлення (ATS) для миттєвого переключення на резервні джерела.

Технічне обслуговування та тестування:

- Регулярне технічне обслуговування всіх компонентів електропостачання.

- Періодичне тестування генераторів та UPS для забезпечення їх готовності.

Проектування та модернізація систем:

- Врахування надійності при проектуванні нових систем електропостачання.

- Модернізація існуючих систем з використанням нових технологій та обладнання.

Енергозбереження та ефективність:

- Впровадження енергоефективних технологій для зниження навантаження на електромережу.

- Використання систем управління енергією для оптимізації споживання електроенергії.

Забезпечення надійності електропостачання вимагає комплексного підходу, який включає використання передових технологій, регулярне технічне обслуговування та ретельне планування. Це особливо важливо для медичних закладів, де стабільність електропостачання може врятувати життя.

1.2 Категорія надійності електропостачання

Категорія надійності електропостачання визначає ступінь безпеки та резервування електропостачання для різних типів споживачів. Відповідно до цих категорій, проектуються та експлуатуються електричні системи для забезпечення необхідного рівня надійності та безперервності живлення. У контексті медичних закладів, такі категорії особливо важливі, оскільки від них залежить життя і здоров'я пацієнтів.

Категорії надійності електропостачання [1-9]:

I категорія (висока надійність).

Опис: Об'єкти, які не можуть допускати жодних перерв в електропостачанні. Це включає лікарні, відділення інтенсивної терапії, операційні зали, центри керування польотами, пожежні станції тощо.

Особливості:

- Наявність двох незалежних джерел електропостачання.
- Використання автоматичних систем переключення живлення (ATS).
- Використання UPS для забезпечення безперервної роботи критичних систем до запуску резервних генераторів.
- Регулярне тестування та обслуговування всіх компонентів системи.

II категорія (середня надійність).

Опис: Об'єкти, де короточасні перерви в електропостачанні допускаються, але не бажані. Це можуть бути виробничі підприємства, школи, офісні будівлі тощо.

Особливості:

- Наявність резервного живлення, але з менш жорсткими вимогами до швидкості переключення.
- Можливість використання одного основного і одного резервного джерела живлення.
- Використання UPS для забезпечення живлення критичних систем на короткий період.

III категорія (нормальна надійність).

Опис: Об'єкти, де перерви в електропостачанні допустимі і не призводять до значних збитків або небезпеки. Це можуть бути житлові будинки, сільськогосподарські підприємства тощо.

Особливості:

- Одне джерело електропостачання без обов'язкового резервування.
- Відсутність вимог до наявності UPS або інших систем резервування.

Згідно з Правилами улаштування електроустановок (ПУЕ), існують три категорії надійності електропостачання:

I категорія. Об'єкти:

- Медичні заклади (лікарні, реанімаційні відділення, операційні блоки).
- Центри обробки даних.

- Виробництва з безперервним циклом.
- Транспортні вузли (аеропорти, залізничні станції).
- Важливі державні та оборонні об'єкти.

Вимоги:

- Наявність двох незалежних джерел живлення.
- Автоматичне включення резервного живлення (автоматичний ввід резерву, АВР).
- Використання UPS для критичних систем.
- Забезпечення живлення резервними джерелами (генератори) у випадку аварії.

II категорія. Об'єкти:

- Адміністративні будівлі.
- Виробничі підприємства (крім об'єктів з безперервним циклом).
- Торгові центри.
- Освітні заклади.

Вимоги:

- Одне основне джерело живлення і одне резервне джерело.
- Автоматичне або ручне переключення на резервне джерело живлення.
- Наявність дизель-генератора або іншого резервного джерела.

III категорія. Об'єкти:

- Житлові будинки.
- Сільськогосподарські підприємства.
- Офісні будівлі без особливих вимог до безперервності електропостачання.

Вимоги:

- Одне джерело живлення без обов'язкового резервування.
- Допускається перерва в електропостачанні на час усунення аварії або пошкоджень.

Категорії надійності електропостачання є важливим аспектом проектування та експлуатації електричних систем. Вони визначаються на основі критичності об'єктів та потенційних наслідків відключення живлення, з відповідними вимогами до резервування та безперебійного живлення. Дотримання стандартів і нормативних документів забезпечує високу надійність електропостачання та безпеку споживачів.

1.3 Вимоги до електропостачання лікарень

Для лікарень зазвичай встановлюють системи електропостачання I категорії, що включають:

- Основне електропостачання: Постачання електроенергії від мережі.
- Резервне електропостачання: Генератори або альтернативні джерела енергії, які автоматично запускаються у разі відключення основного живлення.
- UPS: Системи безперебійного живлення, що забезпечують живлення протягом коротких періодів, необхідних для запуску генераторів.
- Моніторинг і автоматизація: Системи, які автоматично переключають джерела живлення та сповіщають про будь-які збої в роботі системи.

Електричні споживачі лікарні мають унікальні особливості та вимоги, що обумовлено критичністю їхніх функцій для забезпечення здоров'я та життя пацієнтів. Ось основні особливості роботи електричних споживачів у лікарнях:

Класифікація електричних споживачів лікарні:

1. Життєво важливі системи (критичні системи)

- Системи підтримки життєдіяльності (дихальні апарати, інкубатори, апарати для гемодіалізу).
- Операційні лампи, хірургічне обладнання.
- Системи моніторингу пацієнтів (монітори ЕКГ, пульсоксиметри).

2. Основні медичні системи

- Обладнання для діагностики (рентгенівські апарати, КТ, МРТ).
- Лабораторне обладнання.
- Системи стерилізації інструментів.

3. Системи забезпечення комфортних умов

- Системи вентиляції, кондиціонування та опалення.
- Ліфти та ескалатори.
- Освітлення загальних зон та палат.

4. Інформаційні системи

- Медичні інформаційні системи та сервери.
- Телемедичні системи.
- Телефонні та комунікаційні системи.

Особливості роботи та вимоги до електропостачання:

1. Безперебійність електропостачання
2. Критичні системи повинні мати безперервне електропостачання.
Для цього використовуються системи UPS та резервні генератори.
3. Наявність автоматичних перемикачів живлення (ATS) для швидкого переключення на резервне живлення.
4. Резервування та дублювання
5. Використання двох незалежних джерел живлення для забезпечення надійності електропостачання.
6. Генератори встановлюються для покриття всіх критичних навантажень на випадок відключення основного живлення.
7. Регулярне обслуговування та тестування
8. Регулярне технічне обслуговування UPS, генераторів та іншого критичного обладнання.
9. Періодичні тестування систем резервного живлення для забезпечення їх працездатності.
10. Високі стандарти безпеки

11. Відповідність усіх систем електропостачання медичних закладів національним та міжнародним стандартам (наприклад, NFPA 99, ІЕС 60364).
12. Впровадження систем моніторингу для своєчасного виявлення та усунення несправностей.
13. Енергоефективність: Використання енергоефективних приладів та технологій для зниження навантаження на електромережу.
14. Інтелектуальні системи управління енергією для оптимізації споживання електроенергії.
15. Планування та проектування: Проектування електропостачання з урахуванням можливих аварійних ситуацій та резервування.
16. Врахування майбутніх потреб і можливостей розширення електричних систем.

1.4 Автоматичне увімкнення резерву живлення

Автоматичне увімкнення резервного живлення є ключовою функцією в електричних системах реанімаційних блоків, оскільки воно забезпечує безперебійність життєво важливого обладнання в умовах аварії або відключення основного джерела електроживлення. Ось деякі аспекти автоматичного увімкнення резервного живлення [9-23]:

Автоматичні системи переключення (ATS): ATS - це електричний пристрій, який автоматично вмикатиме резервне живлення у разі відключення основного джерела живлення. Вони можуть працювати на основі сенсорів, які виявляють відсутність електропостачання, або на основі програмного керування.

Перевірка наявності електропостачання: ATS постійно моніторять наявність електричної енергії з основного джерела. Якщо електропостачання з основного джерела відсутнє або некоректне, ATS автоматично переключається на резервне джерело.

Швидкість переключення: Автоматичне увімкнення резервного живлення повинно відбуватися максимально швидко, щоб уникнути втрати електроживлення для медичного обладнання. Ідеальний час переключення зазвичай дуже короткий, зазвичай менше однієї секунди.

Тестування і планування: Системи автоматичного увімкнення резервного живлення повинні регулярно перевірятися та тестуватися для забезпечення їх правильної роботи у критичних ситуаціях. Крім того, важливо мати плани аварійного відновлення, які включають у себе процедури переключення на резервне живлення.

Забезпечення безпеки: Передбачається, що системи автоматичного увімкнення резервного живлення дотримуються вимог безпеки та стандартів, щоб уникнути небезпечних ситуацій під час переключення.

Інтеграція з іншими системами: ATS може бути інтегрований з іншими системами управління електропостачанням, такими як системи UPS (безперебійного живлення), щоб забезпечити безперебійне живлення при відключенні основного джерела.

Ці аспекти допомагають забезпечити ефективне та надійне автоматичне увімкнення резервного живлення в реанімаційних блоках.

Автоматичне відновлення роботи (ABR), чи автоматичне включення резерву, - це пристрій, який автоматично вмикає резервне джерело електроживлення у випадку відмови основного джерела. Це особливо важлива функція у медичних установах, таких як реанімаційні відділення, де безперебійне електроживлення може буквально врятувати життя пацієнтів. Ось як реалізується ABR:

Сенсори відмови живлення: Система ABR моніторить стан основного джерела електропостачання за допомогою спеціальних сенсорів або датчиків. Ці сенсори виявляють відмову або переривання живлення.

Автоматичні перемикачі: При виявленні відмови основного джерела електропостачання система ABR автоматично вмикає резервне джерело

живлення. Це може бути генератор, UPS або інше джерело резервного живлення.

Перевірка стану резервного джерела: Перед включенням резервного джерела електроживлення система АВР може перевірити його готовність до роботи. Це може включати перевірку рівня палива, стану батарей в UPS або інші параметри, що впливають на надійність резервного живлення.

Час переключення: Одним з ключових параметрів в системі АВР є час, необхідний для переключення з основного джерела на резервне. Цей час повинен бути мінімальним, щоб уникнути втрати електроживлення.

Ручне управління: Більшість систем АВР також мають можливість ручного керування. Це дозволяє операторам системи вручну ввімкнути резервне живлення у разі потреби або відключити його після відновлення основного джерела.

Моніторинг та діагностика: Системи АВР часто мають вбудовані засоби моніторингу та діагностики, які відображають стан електропостачання і сповіщають про можливі проблеми або відмови.

Реалізація АВР включає в себе ці компоненти, щоб забезпечити надійну автоматичну роботу системи переключення на резервне живлення в критичних ситуаціях.

Розглянемо один з варіантів реалізації АВР [24]. Алгоритм роботи АВР подано на рисунку 1.1.

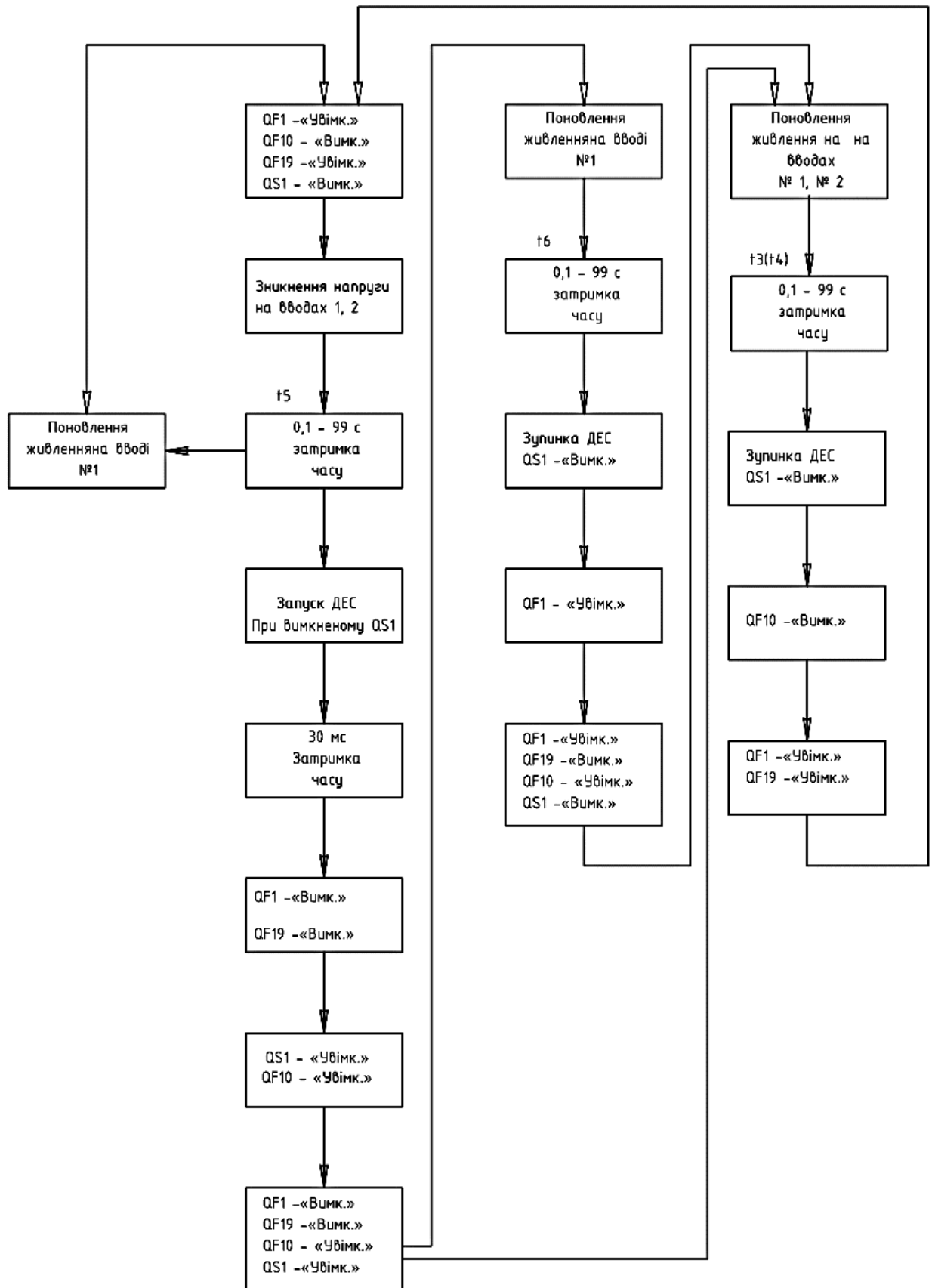


Рисунок 1.1 – Структурна схема алгоритму роботи АВР

Розглянуто режими роботи блоку керування АВР у схемі «Два робочі вводи з секціонуванням» та «Два робочі вводи з секціонуванням + ввід від ДЕС» при порушенні електропостачання.

При відновленні живлення на будь-якому робочому ввіді до необхідного значення, відбувається пуск схеми «відновлення нормального режиму» в блоці АВР, після витримки часу t_6 видається команда на відключення вимикача QF1 і зупинки ДЕС.

При відновленні живлення на обох робочих вводах, видається команда і на відключення секційного автоматичного вимикача QF10.

Якщо живлення відновилося лише на одному з робочих вводів, то команда на відключення секційного вимикача не видається. АВР видає команду на:

- включення автоматичних вимикачів QF1, QF19 за умови:
- наявності необхідного значення напруги на робочих вводах №1 і №2;
- відключенні автоматичні вимикачі QF10, QS1.

1.5 Постановка завдань дослідження

Для досягнення мети необхідно розв'язати такі задачі:

- для заданої потужності генераторної установки розрахувати необхідні елементи, які забезпечать автоматичний запуск та перемикання живлення лікарні;
- побудувати структурну схему та вибрати основні елементи системи автоматизації;
- розробити алгоритм роботи програми автоматизації автоматичного вводу резерву операційного блоку лікарні;
- розробити електричну схему автоматичного вводу резерву лікарні.

2 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Мільська клінічна лікарня швидкої медичної допомоги

Корпус Міської клінічної лікарні швидкої медичної допомоги №2 м. Вінниці знаходиться а адресою: м. Вінниця, вул. Київська, 68.

Поруч біля корпусу лікарні встановлено у стаціонарному виконанні дизель-генераторну установку потужністю 187кВА.

План будівлі лікарні з розташуванням генераторів, подамо на рисунку 2.1.

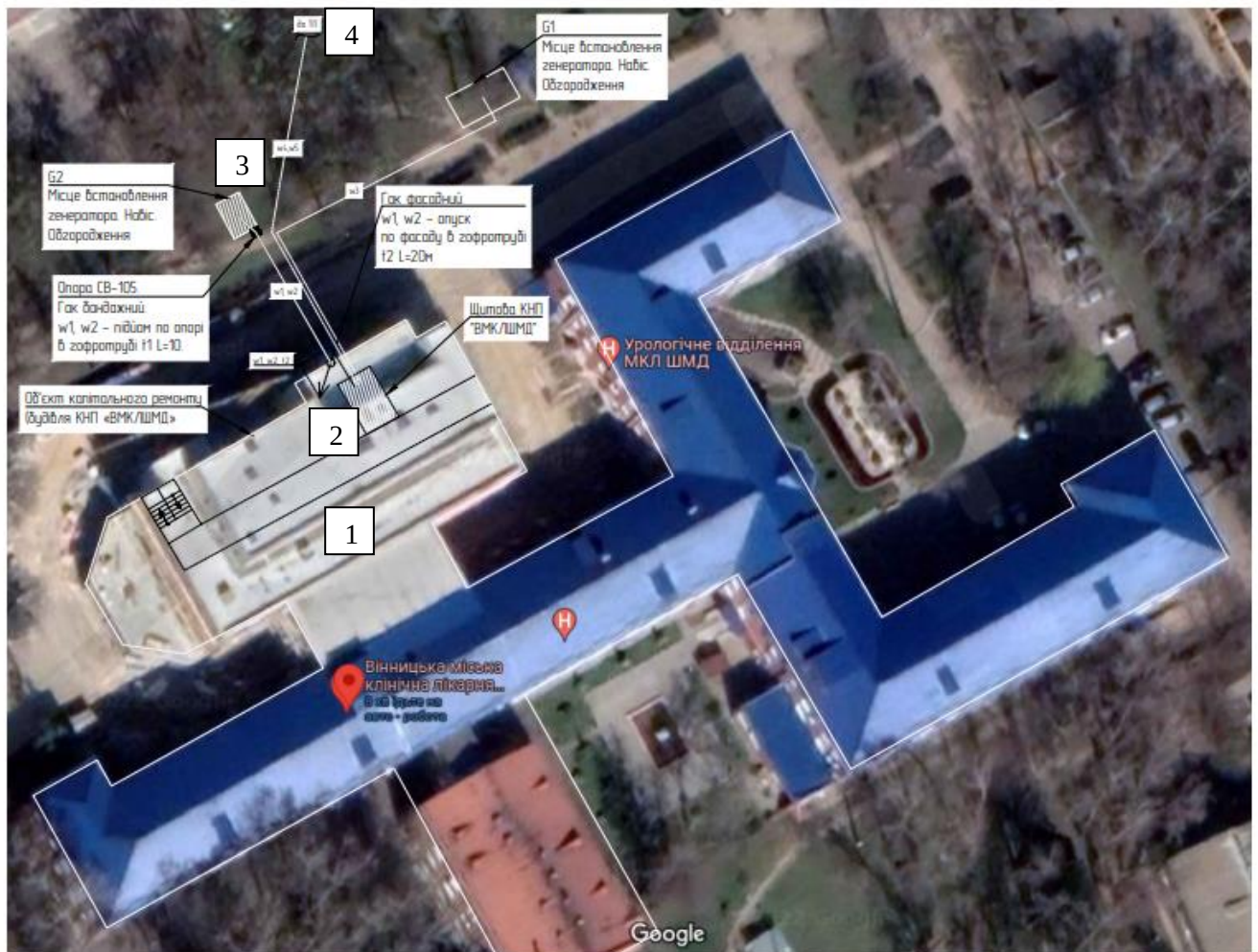


Рисунок 2.1 – План будівлі лікарні з розташуванням генераторів

На плані будівлі позначено: 1 – корпус Міської клінічної лікарні швидкої медичної допомоги; 2 – щитова будівлі; 3 – місце розташування генератора G2, який буде забезпечувати резервування живлення реанімаційного відділення; 4 – трансформаторна підстанція, від якої живиться лікарня .

Від щитової до генератора йде дві кабельні лінії w1 та w2. W1 – це силова лінія для живлення щитової, а w2 – це лінія забезпечення власних потреб генератора і формування керуючих сигналів на пуск та зупинку генератора. Під власними потребами генератора слід розуміти живлення його електронних блоків готовності і діагностики, а також живлення зарядного пристрою акумулятора, від якого забезпечується автозапуск генератора.

Також на плані показано місце розташування трансформаторної підстанції, від якої живиться лікарня, а також місце розташування генератора G1, який призначений для живлення інших споживачів лікарні. До трансформаторної підстанції і генератора G1 йдуть окремі кабельні лінії.

Електрощитова розміщується на рівні підвалу будинку. До щитової передбачено вхід з коридору, що простягається вздовж всього приміщення і має кілька виходів.

Внутрішні мережі об'єкта існуючі. Питання цієї роботи стосуються лише фрагмента щитової, що забезпечує резервування споживачів 1-ї категорії надійності електропостачання (реанімація, комп'ютерний томограф тощо). Для забезпечення резервування живлення споживачів 1-ї категорії надійності електропостачання (окрім реанімації та комп'ютерного томографа) використовується існуючий перемикач (ABP1). що підключений до ВРП1 щитової та генераторної установки G1.

Для забезпечення резервування живлення споживачів 1-ї категорії надійності електропостачання, а саме реанімації та комп'ютерного томографа, використовується проєктований перемикач (ABP2, що підключений до ВРП1 щитової та генераторної установки G2.

Потужність генераторної установки G2 становить 187.5кВА. Генераторна установка розміщується на вулиці на окремому майданчику. Ступінь захисту установки: IP41. Генератор G2 обгороджений і має накриття для унеможливлення непрогнозованого його запуску чи зупинки.

Для забезпечення електропостачання реанімації у момент запуску генераторної установки G2 та виходу на нормальний режим роботи, використовується існуюче джерело безперебійного живлення (ДБЖ) загальною максимальною потужністю 40кВА.

Існуючу електричну схему щитової лікарні подано на рисунку 2.2.

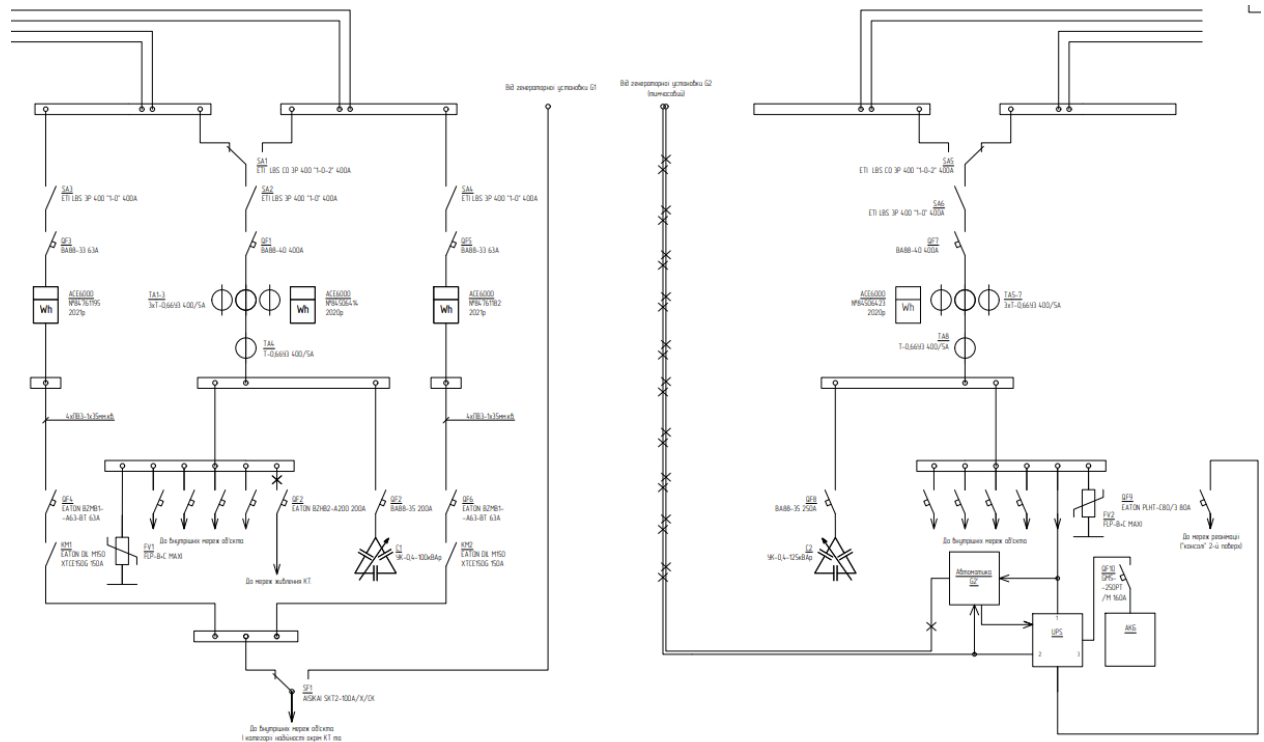


Рисунок 2.2 – Існуюча електрична схема щитової лікарні

На електричній схемі зображено ліву і праву секції шин 0,4кВ. Кожна секція живиться чотирма кабельними лініями. З чотирьох кабельних ліній у якості робочих використовуються дві, а інші дві працюють в резерві. Таким чином, реалізовано повторне резервування мережі живлення споживача.

На кожній секції шин встановлено окремий облік. Від першої секції шин живляться споживачі I категорії надійності електропостачання окрім

комп'ютерного томографа і реанімації. Від цієї секції шин заживлений АВР генератора G1.

Від другої секції шин через ДБЖ живляться комп'ютерний томограф і реанімація. Завданням роботи є розробка системи АВР цих споживачів і забезпечити автоматичну роботу АВР та генератора G2.

На рисунку позначено кабельні лінії живлення генераторів G1 і тимчасова кабельна лінія живлення генератора G2. Кабельна лінія живлення другого генератора зображена закресленою, оскільки вона тимчасова і найближчим часом планується її заміна на стаціонарну кабельну лінію.

Поки що на даний момент другий генератор вмикається в ручному режимі оператором, при цьому попередньо необхідно вимкнути всі перекидні рубильники і лише після прогріву генератора, подається живлення до споживача.

2.2 Генераторна установка AKSA AK-4150

Резервування живлення споживачів реанімаційного відділення забезпечується дизельною генераторною установкою AKSA AK-4150. Зовнішній вигляд генераторної установки подано на рисунку 2.2.

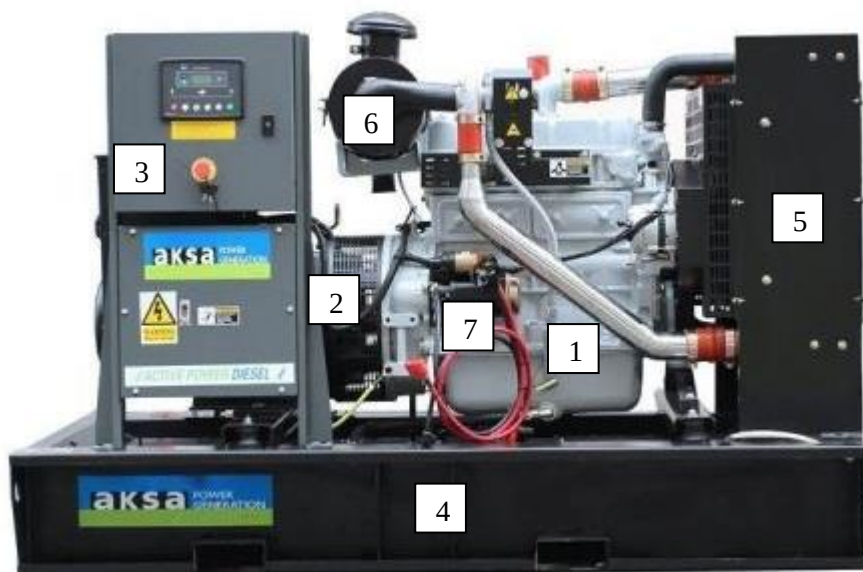


Рисунок 2.3 – Зовнішній вигляд генераторної установки AK-4150

На рисунку 2.2 позначено: 1 – дизельний двигун внутрішнього згорання; 2 – синхронний генератор; 3 – блок керування та захисту; 4 – станина/основа для кріплення елементів генераторної установки; 5 – радіатор охолодження; 6 – пристрій газовідведення відпрацьованих газів; 7 – стартер генератора.

Параметри генераторної установки АК-4150 подано у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Параметри генераторної установки АК-4150

Виробник	Aksa
Потужність номінальна	145.6 кВт
Потужність номінальна	187,5 кВА
Потужність максимальна	160 кВт
Потужність максимальна	200 кВА
Коефіцієнт потужності ($\cos \varphi$)	0.8
Напруга	220/380 В
Виконання	Відкрите
Автозапуск (ABP)	Так
Пуск	Електростартер
Ступінь захисту	IP45
Ступінь автоматизації	Автоматичний запуск
Мобільність	Стационарні
Термін гарантії	12 міс
Країна походження	Туреччина
Система охолодження	
Система охолодження	рідинна
Генератор	
Число фаз	3
Двигун	
Модель двигуна	A6CRX69TI
Частота обертання двигуна	1500 об/хв
Бренд двигуна	AKSA
Кількість циліндрів	6
Паливна система	
Паливо	Дизель
Об'єм паливного бака	271 л
Датчик рівня палива	Так
Глушник	Так
Масо-габаритні характеристики	
Вага	1680 кг
Габарити	2641x1100x1602 мм
Довжина	2641 (мм)
Ширина	1100 (мм)
Висота	1602 (мм)

2.3 Розрахунок параметрів генераторної установки

При заданій повній потужності генераторної установки можна знайти активну потужність за формулою:

$$P_{g,n} = S_{g,n} \cdot \cos \varphi_{g,n}, \quad (2.1)$$

де $S_{g,n}$ – повна номінальна потужність генераторної установки ($S_{g,n} = 187,5 \text{ кВА}$);

$\cos \varphi_{g,n}$ – номінальний коефіцієнт потужності установки ($\cos \varphi_{g,n} = 0,8$).

Отримаємо активну потужність в номінальному режимі роботи:

$$P_{g,n} = 187,5 \cdot 0,8 = 150 \text{ (кВт)}.$$

Струм, який буде розвивати генератор в номінальному режимі роботи, можна знайти за виразом:

$$I_{g,n} = \frac{S_{g,n}}{\sqrt{3} \cdot U_{l,n}}, \quad (2.2)$$

де $U_{l,n}$ – номінальне значення лінійної напруги генератора ($U_{l,n} = 400 \text{ В}$).

Отримаємо струм:

$$I_{g,n} = \frac{187500}{\sqrt{3} \cdot 400} = 270,6 \text{ (А)}.$$

Слід відмітити, що такий струм генераторна установка може генерувати протягом тривалого часу не перегріваючись. Якщо струм буде менший, то меншим буде витрата палива, а якщо струм буде більшим, то генератор може вимкнутися. Допускаються імпульсне збільшення навантаження на 25% протягом кількох секунд. Саме тому, на всіх

генераторних установках додатково зазначається максимальне значення потужності.

2.4 Розрахунок перерізу лінії живлення генератора

Розрахункове навантаження споживача позначимо P_p , розрахунковий струм – I_p , довжину лінії живлення – L .

Від АВР лікарні до генератора прокладено кабельну лінію. Виконаємо її броньованим алюмінієвим кабелем в гофротрубі. Згідно ПУЕ-2017 таблиці 1.3.4 мінімальний переріз чотирижильного алюмінієвого кабелю у трубі на розрахунковий струм $I_p = 270\text{А}$ становить 185мм.кв. Обираємо кабель АВББШв-4х240. Виконаємо перевірку обраного кабелю за перегрівом і падінням напруги.

Допустимий струм мідного чотирижильного кабелю в трубі перерізом 240 мм.кв. згідно таблиці 1.3.4 ПУЕ-2017, становить: $I_{\text{доп}} = 0,8 \cdot 360 = 288\text{А}$ (коефіцієнт «0,8» враховує пониження допустимого струму в кабелі при кількості жил, більшій за 3). Виконаємо перевірку на перегрів:

$$I_{\text{доп}} = 288\text{А} > 270,6 = I_p \text{ – виконується.} \quad (2.3)$$

Виконаємо перевірку обраного проводу за перегрівом і падінням напруги.

Згідно ПУЕ-2017 допустиме падіння напруги в силових кабельних лініях становить: $\Delta u_{\text{доп}} = 5\%$, а для ліній освітлення – 3% .

Падіння напруги в кабельній лінії трифазного живлення розраховується за формулою:

$$\Delta u = 1,73 \cdot I_p \cdot (R \cdot \cos\varphi \cdot L + X \cdot \sin\varphi \cdot L) / U_{\text{л}} \cdot 100\%, \quad (2.4)$$

де R – активний опір одного метру провідника заданого перерізу, Ом;

X – індуктивний опір одного метру провідника заданого перерізу, Ом;

$\cos\varphi$ – коефіцієнт потужності споживача ($\cos\varphi = 0,8$);

L – довжина лінії живлення, м;

U_L – лінійна напруга живлення споживача, В.

Довжину лінії з врахуванням запасу на підключення кабелів приймемо рівною 50м.

Падіння напруги у кабельній лінії буде дорівнювати:

$$\Delta u = 1,73 \cdot 270,6 \cdot (0,0001 \cdot 0,8 \cdot 50 + 0,00033 \cdot 0,6 \cdot 50) / 380 \cdot 100\% = 1,69\%.$$

Отже, втрати напруги не перевищують 5%, тому кабель вибрано вірно.

Результати розрахунку зведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Розрахунок силового кабелю живлення генератора

Позначення	Переріз, мм.кв.	Матеріал жили	Довжина, м	Напруга, кВ	Кількість жил	Питоме навантаження одного жилла, кВт	Потужність, кВт	Коефіцієнт потужності	Активний опір, Ом/м	Індуктивний опір, Ом/м	Струм, А	Втрати напруги, В	Втрати напруги, %
АВББШв	240	Алюм	50	0,4	1	150	150	0,800	0,0001	0,00033	270,63	6,77	1,69

2.5 Розрахунок параметрів ДБЖ

При заданій повній потужності ДБЖ можна знайти активну потужність за формулою:

$$P_{ups.n} = S_{ups.n} \cdot \cos\varphi_{ups.n}, \quad (2.5)$$

де $S_{ups.n}$ – повна номінальна потужність генераторної установки ($S_{ups.n} = 40\text{кВА}$);

$\cos\varphi_{ups.n}$ – номінальний коефіцієнт потужності установки ($\cos\varphi_{ups.n} = 1$).

Отримаємо активну потужність в номінальному режимі роботи:

$$P_{\text{ups.n}} = 40 \cdot 1 = 40 \text{ (кВт)}.$$

Струм, який буде розвивати ДБЖ в номінальному режимі роботи, можна знайти за виразом:

$$I_{\text{ups.n}} = \frac{S_{\text{ups.n}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{l.n}}}, \quad (2.6)$$

$$I_{\text{ups.n}} = \frac{40000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 57,74 \text{ (А)}.$$

Від щита АВР до ДБЖ прокладено кабельну лінію. Виконаємо її мідним кабелем в гофротрубі. Згідно ПУЕ-2017 таблиці 1.3.4 мінімальний переріз чотирижильного алюмінієвого кабелю у трубі на розрахунковий струм $I_{\text{ups.n}} = 57,74\text{А}$ становить 25мм.кв. Обираємо кабель ВВГнгд-5х25. Виконаємо перевірку обраного кабелю за перегрівом і падінням напруги.

Допустимий струм мідного чотирижильного кабелю в трубі перерізом 25 мм.кв. згідно таблиці 1.3.4 ПУЕ-2017, становить: $I_{\text{доп}} = 0,8 \cdot 85 = 68\text{А}$ (коефіцієнт «0,8» враховує пониження допустимого струму в кабелі при кількості жил, більшій за 3). Виконаємо перевірку на перегрів:

$$I_{\text{доп}} = 68\text{А} > 57,74 = I_{\text{р}} \text{ – виконується.} \quad (2.7)$$

Виконаємо перевірку обраного проводу за перегрівом і падінням напруги.

Довжину лінії з врахуванням запасу на підключення кабелів приймемо рівною 10м.

Падіння напруги у кабельній лінії буде дорівнювати:

$$\Delta u = 1,73 \cdot 57,74 \cdot (0,0007 \cdot 1 \cdot 10 + 0,00033 \cdot 0 \cdot 10) / 380 \cdot 100\% = 0,18\%.$$

Отже, втрати напруги не перевищують 5%, тому кабель вибрано вірно.

Результати розрахунку зведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Розрахунок силового кабелю живлення ДЖБ

Позначення	Переріз, мм.кв.	Матеріал жили	Довжина, м	Напруга, кВ	Кількість жил	Питоме навантаження одного жилу, кВт	Потужність, кВт	Коефіцієнт потужності	Активний опір, Ом/м	Індуктивний опір, Ом/м	Струм, А	Втрати напруги, В	Втрати напруги, %
ВВГнгд	25	Мідь	10	0,4	1	40	40	1,000	0,0007	0,00033	57,74	0,70	0,18

2.6 Розрахунок параметрів заземлення генераторної установки та щитової лікарні

Заземлення електричних установок необхідне для забезпечення потрібного рівня надійності роботи обладнання і безпеки обслуговуючого персоналу.

Заземлення електричних установок є критично важливою складовою для забезпечення безпеки і стабільності роботи електрообладнання. Правильне заземлення захищає від електричних ударів, зменшує ймовірність пожежі і забезпечує належне функціонування захисних пристроїв.

Основні принципи заземлення:

- безпека від ураження електричним струмом (заземлення створює шлях найменшого опору для струму короткого замикання, забезпечуючи безпеку користувачів електроустановки);
- захист електрообладнання (заземлення допомагає уникнути пошкодження обладнання через перенапруги та електричні збої);

- стабільність роботи систем (забезпечення надійного заземлення важливе для стабільної роботи чутливих електронних систем і приладів).

Існують такі типи заземлення:

- Функціональне заземлення - використовується для забезпечення нормальної роботи електрообладнання. Приклади: заземлення нейтралі в трансформаторі або генераторі.

- Захисне заземлення - використовується для захисту людей та тварин від ураження електричним струмом. Приклади: заземлення металевих корпусів електроустановок.

Розрізняють такі компоненти системи заземлення:

- Заземлювач - металева частина, що перебуває в контакті з землею і забезпечує розсіювання струму в ґрунт. Існують такі типи: стрижневі, пластинчасті, стрічкові.

- Заземлювальні провідники - проводять струм від обладнання до заземлювача. Повинні мати достатній переріз для пропускання аварійного струму.

- Заземлювальні пристрої - включають в себе всі елементи заземлювальної системи: заземлювачі, провідники, з'єднувальні елементи.

В електроустановках використовують наступні методи заземлення:

- Природні заземлювачі - використання природних провідних структур, таких як металеві конструкції будівель, трубопроводи.

- Штучні заземлювачі - використання спеціально встановлених металевих заземлювачів.

За чинними вимогами та ПУЕ-2017 опір заземлюючого пристрою діючих електроустановок не повинен перевищувати 4 Ом у будь який час доби будь якої пори року. Для забезпечення такого опору біля генераторної установки G2 необхідно влаштувати контур заземлення. Схема влаштування контуру заземлення зображена на рисунку 2.4.

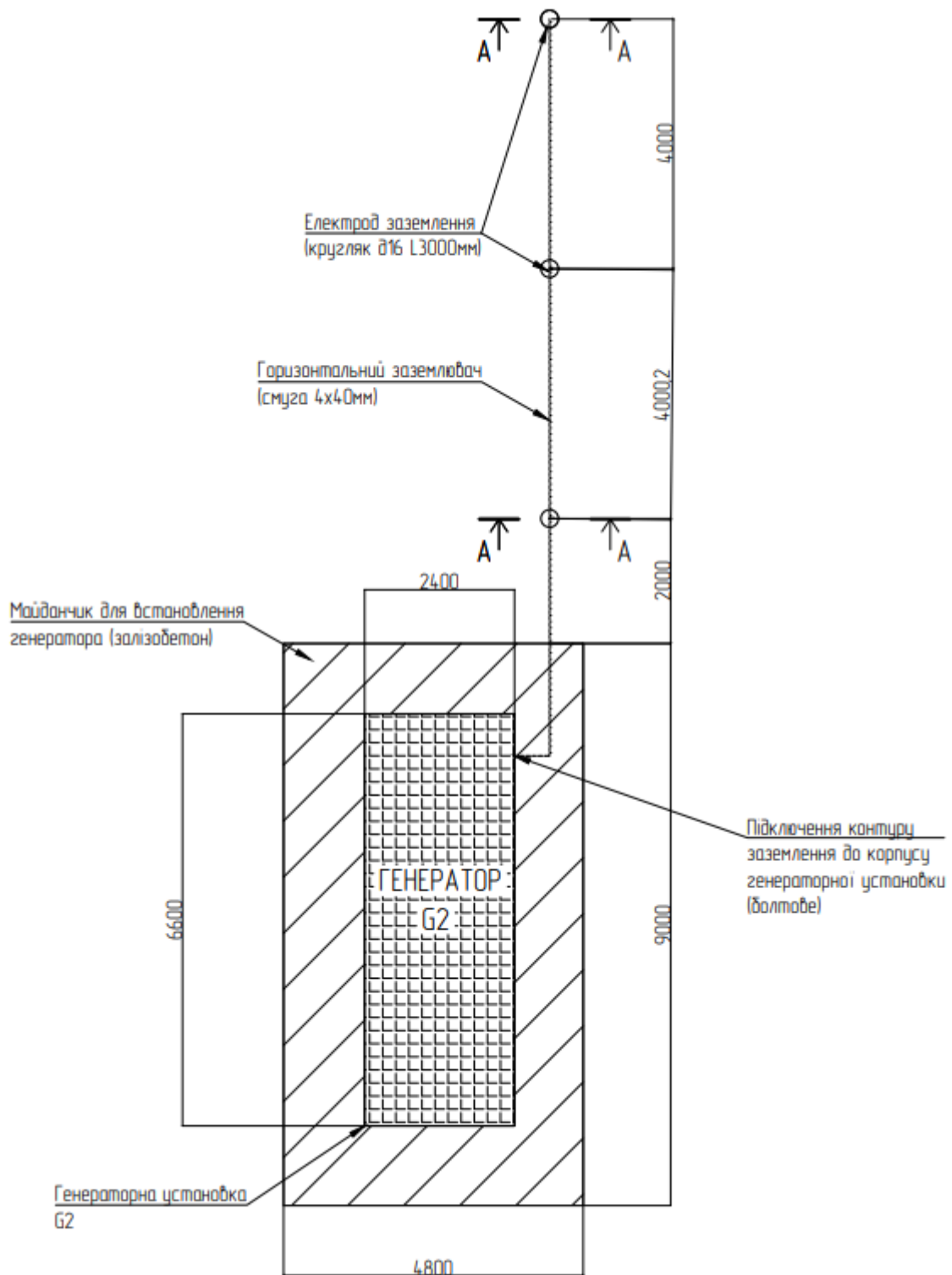


Рисунок 2.4 – Схема влаштування контуру заземлення генераторної установки

У якості заземлювачів використано сталі кругляки діаметром 16мм та сталю смуга прямокутного перерізу розміром 40х4мм.

Влаштування траншеї контуру заземлення зображено на рисунку 2.5.

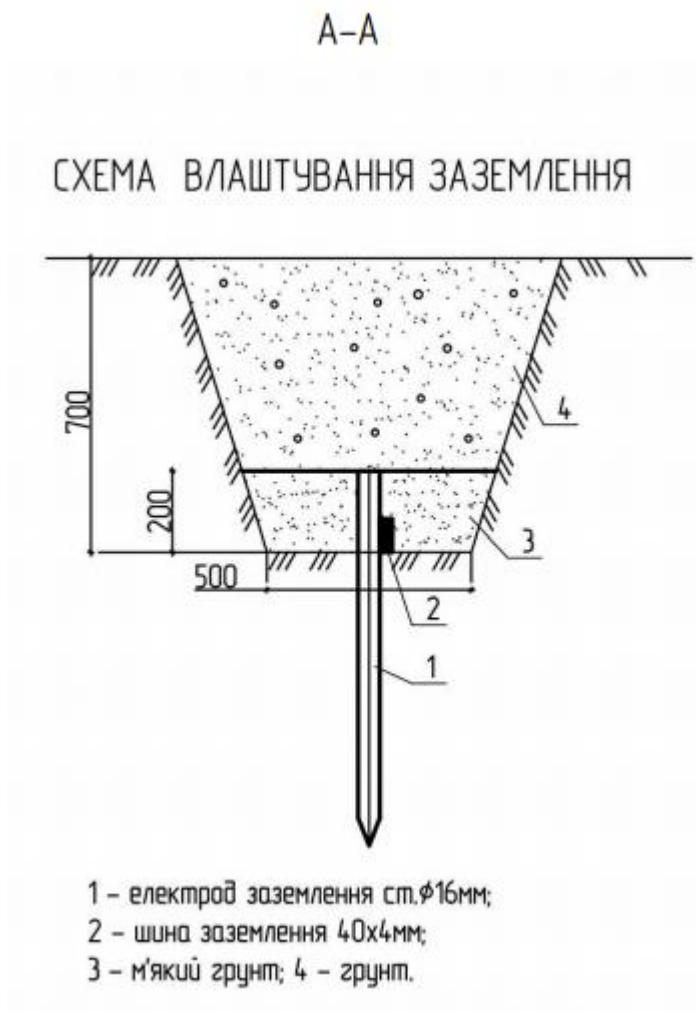


Рисунок 2.5 – Схема улаштування траншеї контуру заземлення генераторної установки

Специфікація матеріалів заземлення зведена у таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Специфікація матеріалів заземлення

N п/п	Найменування	Марка	Один. вимір.	Кіль- кість	Маса, кг		Примітка
					один.	всього	
1	Електрод заземлення	Ст.Ш18,L=3м	шт	3	5	15	
2	Шина заземлення	Ст. 40х4мм	м	7	1,25	8,75	
3	З'єднувач полоси 40х4 мм плашковий		шт	3			

3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІ

Для роботи автоматичної системи введення резерву живлення необхідно встановити щит АВР. Потужність щита повинна відповідати потужності споживачів, заживлених від цього щита. Оскільки точних значень потужності споживачів реанімаційного відділення невідомо, то будемо орієнтуватися на номінальну потужність генератора 150кВт. Отже, АВР повинен забезпечувати живлення споживачів потужністю 150кВт при струмах до 270А.

Для заданих умов виберемо три варіанти реалізації:

1. Щит АВР-300-160 на контакторах виробництва EPICENTR вартістю 97625грн (енергоефективність роботи 98,9%).
2. Щит АВР AI400A IP65 на контакторах виробництва MALCOMSON вартістю 64363грн (енергоефективність роботи 98,5%).
3. Щит АВР на перемикачі ETI 004661552 LBS CO 3P 400 («1-0-2» 400А) власної збірки орієнтовної вартості 2х19780грн (енергоефективність роботи 98,5%; вартість самого перемикача LBS CO 3P 400 19780грн).

Економічне обґрунтування вибору системи електропривода виконаємо за методом приведених затрат.

Для прикладу виконаємо розрахунок системи №1.

Капітальні затрати визначаються за формулою

$$K=D+C, \quad (3.1)$$

де D – вартість додаткового обладнання ($D = 0$ грн, оскільки розглядається готовий комплектний щит);

C – вартість системи АВР ($C=97625$ грн).

Вартість додаткового обладнання складається з вартості щитка і вартості додаткового обладнання для автоматизації процесу з монтажними роботами.

Таким чином, отримаємо

$$K = 0 + 97625 = 97625 \text{ (грн.)}.$$

Річні капітальні затрати:

$$K_p = 0,17 \cdot K, \quad (3.2)$$

$$K_p = 0,17 \cdot 97625 = 16596 \text{ (грн./рік)}.$$

Час роботи механізму за рік

$$t_{\text{рік}} = d \cdot t \cdot T_B, \quad (3.3)$$

де d – кількість робочих днів ($d = 365$);

t – кількість робочих годин в день ($t = 24$ год.);

T_B – тривалість увімкнення механізму (оскільки АВР працює завжди незалежно від наявності напруги в мережі, то $T_B = 100\% = 1$ в. о.).

За рік отримаємо час роботи:

$$t_{\text{рік}} = 365 \cdot 24 \cdot 1 = 8760 \text{ (год./рік)}.$$

Знайдемо затрати електричної енергії на роботу пристроїв. Зрозуміло, що сам АВР не повинен споживати електричної енергії, але він має певну ефективність роботи. Ця ефективність роботи буде показувати коефіцієнт корисної дії обладнання. Найвищу ефективність має система з пеермакачем, оскільки контактори завжди споживатимуть додаткову енергію на втягування котушок. Ефективність роботи розрахункової системи становить 98,9%.

Затрати на енергію від недостатньої ефективності можна розрахувати за формулою:

$$Z_{\text{вст}} = c \cdot P_{\text{вст}} \cdot (1 - \eta_{\text{авт}}) \cdot t_{\text{рік}}, \quad (3.4)$$

де $P_{\text{вст}}$ – встановлена потужність з врахуванням того, що в роботі знаходиться постійно лише один насос ($P_{\text{вст}} = 150$ кВт);

c – вартість електроенергії ($c = 8$ грн./кВт·год);

$\eta_{\text{авт}}$ - коефіцієнт корисної дії АВР.

Отримаємо

$$Z_{\text{вст}} = 8 \cdot 150 \cdot (1 - 0,989) \cdot 8760 = 115632 \text{ (грн/рік)}.$$

Затрати на амортизацію системи електропривода:

$$Z_a = 0,1K, \quad (3.5)$$

$$Z_a = 0,1 \cdot 97625 = 9763 \text{ (грн./рік)}.$$

Затрати на ремонт обладнання можна наближено знайти за виразом

$$Z_p = 0,02K, \quad (3.6)$$

$$Z_p = 0,02 \cdot 97625 = 1953 \text{ (грн./рік)}.$$

Затрати на обслуговування можна наближено знайти за виразом

$$Z_o = 0,05(Z_{\text{ел}} + Z_a + Z_p), \quad (3.7)$$

$$Z_o = 0,05 \cdot (115632 + 9763 + 1953) = 6367 \text{ (грн./рік)}.$$

Приведені затрати на спорудження електропривода

$$З = K_p + З_{ел} + З_a + З_p + З_o, \quad (3.8)$$

$$З = 16596 + 115632 + 9763 + 1953 + 6367 = 150311 \text{ (грн./рік)}.$$

Результати розрахунку інших систем електропривода зведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Техніко-економічне співставлення систем автоматичного введення резерву живлення

	EPICENT R ABP- 300-160	MALCOMSO N ABP AI400A IP65	Власна збірка з ETI LBS CO 3P 400
Вартість додаткового обладнання, грн.	0	0	19780
Вартість АБР, грн.	97625	64363	19780
Капітальні затрати, грн.	97625	64363	39560
Річні кап. затрати, грн./рік	16596	10942	6725
Ефективність роботи системи, %	0,989	0,985	0,990
Затрати на електроен. грн./рік	115632	157680	105120
Затрати на амортиз., грн./рік	9763	6436	3956
Затрати на ремонт, грн./рік	1953	1287	791
Затрати на обслугов., грн./рік	6367	8270	5493
Приведені річні затрати, грн./рік	150311	184615	122086

За результатами розрахунку трьох запропонованих систем АБР найкращою буде система власної збірки з перемикачем LBS CO 3P 400.

4 ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА СИСТЕМИ АВР

Функціональна схема автоматизації процесу введення резерву для реанімаційного відділення лікарні зображена на рисунку 4.1.

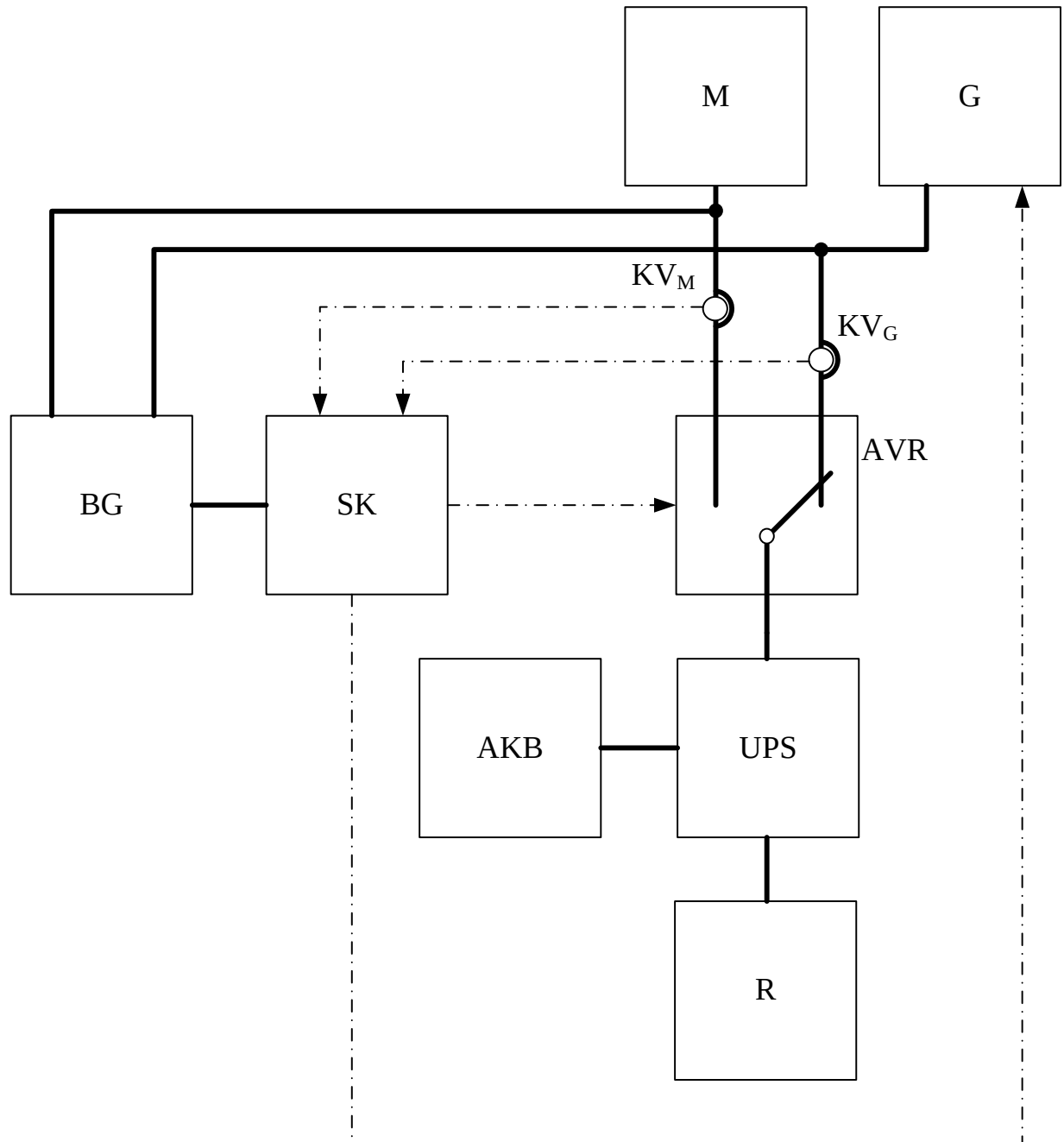


Рисунок 4.1 – Функціональна схема автоматизації процесу введення резерву для реанімаційного відділення лікарні

На функціональній схемі використано такі позначення: AVR – блок автоматичного введення резерву на основі перемикача; SK – система керування роботою перемикача; BG – блок живлення системи керування та перемикача; М – мережа живлення; G – генераторна установка G2; KV_M – сенсор наявності напруги мережі живлення; KV_G – сенсор наявності напруги на виході генератора; UPS – джерело безперебійного живлення; АКВ – акумуляторні батареї; R – споживачі реанімаційного відділення.

На схемі суцільними товстими лініями позначено силові лінії живлення пристроїв та апаратів, а штрих-пунктирною лінією – лінії керування. Лінії керування, зазвичай, мають спрямованість, тому напрям протікання сигналу позначено стрілкою.

Система автоматизації працює наступним чином: коли у мережі живлення є напруга і вона відповідає встановленим нормам, перемикач АВР перемикається на живлення від мережі і послідовно через ДБЖ живлення з мережі подається до споживачів реанімаційного відділення. У той момент, коли напруга в мережі зникає, або вона перестала відповідати встановленим нормам, блок керування SK подає сигнал на запуск генератора. Генератор запускається і працює деякий час, необхідний для його прогріву. Цей час може становити хвилини або десятки хвилин.

Протягом того часу, коли генератор прогрівається, живлення до споживачів надходить від акумуляторних батарей АКВ через ДБЖ, де постійна напруга перетворюється на трифазну змінну.

Після проходження часу прогріву генератора, якщо напруга на кабельній лінії живлення генератора відповідатиме встановленим нормам, АВР перемикає лінію споживачів на генератор. Внаслідок цього ДБЖ перестає працювати від АКВ і починає пропускати змінну напругу генератора до споживача, паралельно заряджаючи акумулятори.

У момент, коли напруга в мережі з'являється, відбувається раптове перемикавання АВР на мережу і запускається відлік часу вимкнення генератора. Під час цього генератор продовжує працювати без навантаження. Цей час необхідний для охолодження генератора і також для того, щоб якщо напруга в мережі знову раптово зникне, генератор не потрібно буде повторно запускати. Після закінчення відліку часу вимкнення генератора, подається команда на зупинку генератора.

На функціональній схемі використано блок живлення ВГ, оскільки для перемикавання AVR в автоматичному режимі необхідно забезпечити його живлення однофазною напругою, від якої працює мотор-привод перемикача. Якщо напруга в мережі зникла, то живлення АВР отримує від кабельної лінії генератора, навіть якщо він ще не прогрівся. І навпаки, якщо при роботі від генератора з'явилася напруга в мережі, то моторпривод перемикача відразу перемикається на мережу.

5 РОЗРАХУНОК І ВИБІР ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ АВР

5.1 Вибір місця розташування АВР реанімаційного блоку

Електрична щитова будівлі швидкої медичної допомоги Міської клінічної лікарні №2 м. Вінниця розташована у підвальному приміщенні корпусу, який зображено на рисунку 2.1 (позиція 2). Приміщення щитової має розмір 5000х3000мм. Висота приміщення 2700мм. У приміщенні щитової знаходяться ввідні шафи подачі живлення на лікарню та інші шафи керування. План розташування обладнання щитової подамо на рисунку 5.1.

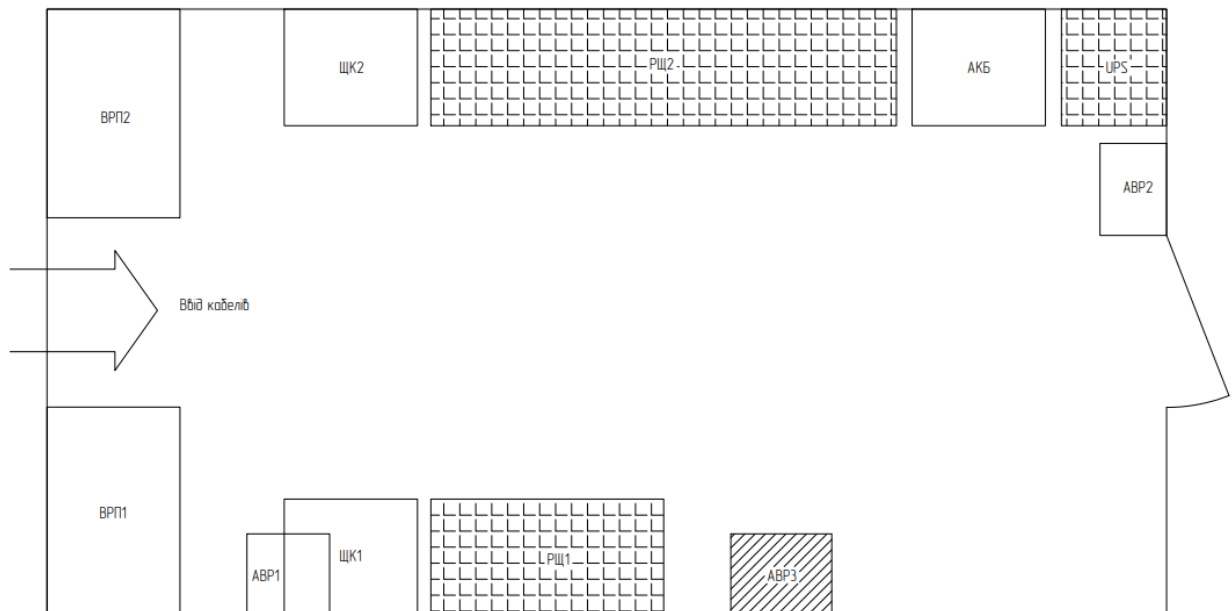


Рисунок 5.1 – План розташування обладнання щитової

На рисунку позначено: ВРП1,2 – ввідні розподільчі пристрої першої та другої секції шин; ЩК1,2 – шафи компенсації реактивної потужності першої та другої секції шин; РЩ1,2 – розподільчі щити першої та другої секції шин; АВР1 – шафа АВР генератора G1; АВР2 – шафа АВР увімкнення ДБЖ; UPS – ДБЖ; АКБ – стійка з акумуляторними батареями; АВР3 – місце розташування АВР реанімаційного блоку.

На рисунку щитової приміщення штриховою лінією позначено обладнання, що розглядається у роботі, а іншими видами штрихування – те обладнання, у якому передбачаються зміни.

Як бачимо шафа АВР3 розташовується з лівого боку щитової і доступ до неї не обмежений. За вимогами нормативних документів всі електротехнічні шафи, у яких відбуваються оперативні перемикання, розташовуються на висоті 1,5-1,7м від рівня підлоги.

Ввід кабелів живлення будівлі відбувається з-під землі і далі кабельні лінії розосереджуються на кабельних тримачах і лотках та кабельних каналах, які прокладені відкрито під стелею приміщення.

5.2 Розрахунок місця приєднання АВР

На рисунку 2.2 подано існуючу електричну схему живлення лікарні. Розглянемо її фрагмент, який приєднано до другої (правої) секції шин 0,4кВ. Фрагмент схеми живлення щитової лікарні, від якого живляться мережі реанімаційного відділення, зображено на рисунку 5.2.

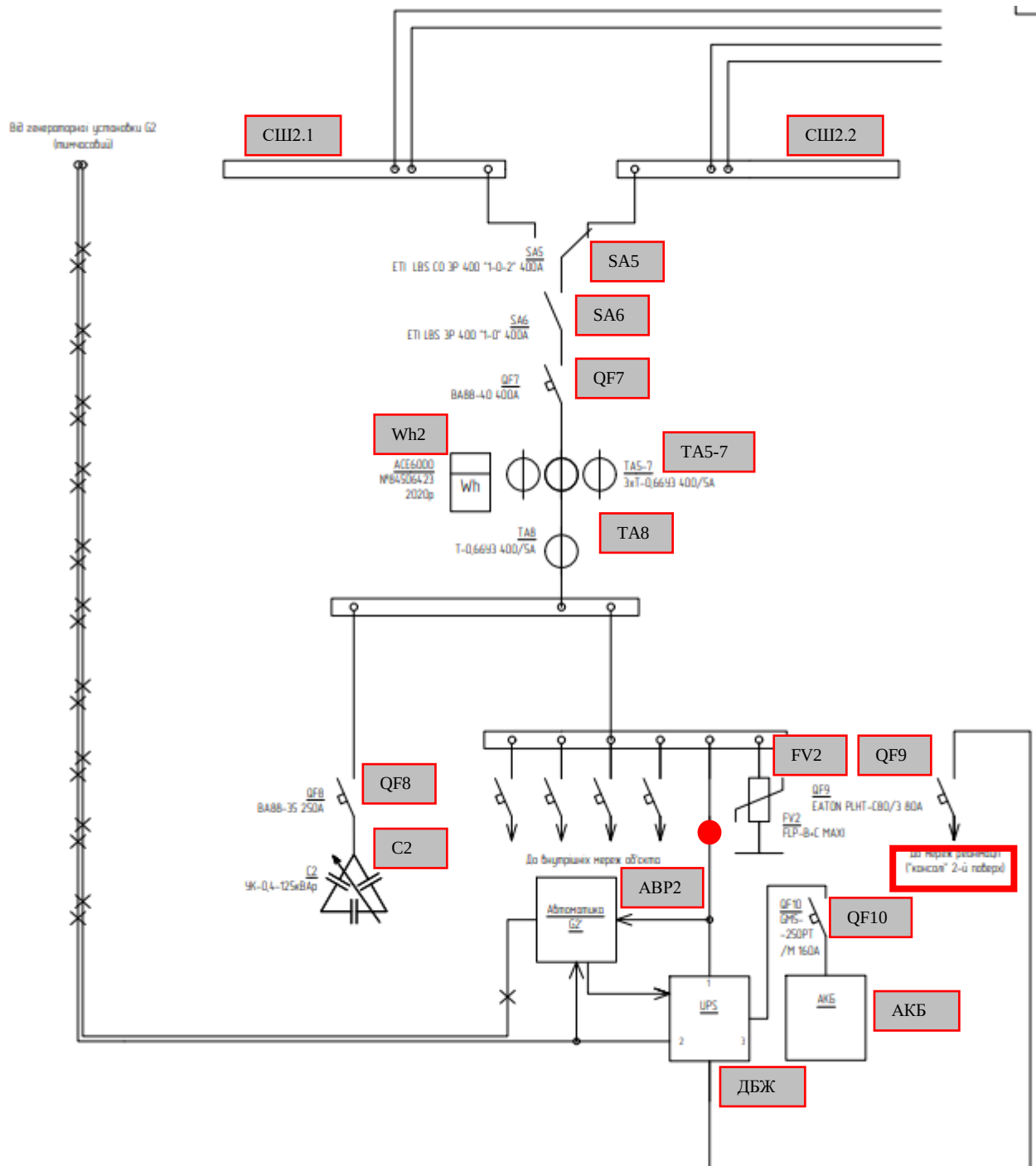


Рисунок 5.2 – Фрагмент схеми живлення щитової лікарні, від якого живляться мережі реанімаційного відділення

На рисунку позначено: CШ2.1 – перша секція шин другого вводу живлення лікарні; CШ2.2 – друга секція шин другого вводу живлення лікарні; SA5 – ручний перемикач лінії живлення (перекидний рубильник); SA6 – рубильник подачі живлення від другого вводу; QF7 – автоматичний вимикач обмеження потужності другого вводу живлення; TA5-7 –

вимірювальні трансформатори струму 0,4кВ на вводі №2; Wh2 – лічильник електричної енергії на другому вводі живлення; ТА8 – вимірювальний трансформатор струму для роботи компенсаційної установки; QF8 – автоматичний вимикач живлення компенсаційної установки; С2 – компенсаційна установка (існуюча); FV2 – обмежувачі імпульсних перенапруг на шинах 0,4кВ другого вводу; QF10 – автоматичний вимикач живлення АКБ; QF9 – автоматичний вимикач живлення споживачів реанімаційного відділення.

Принцип реалізації схеми живлення по другому вводу побудовано таким чином, щоб була можливість перемикання живлення між лініями, обмеження потужності, облік, компенсація реактивної потужності, захисту від імпульсних перенапруг і робота через ДБЖ.

Другий ввід живлення виконано двома кабельними лініями по дві вітки кожна. Тобто, одночасно потужність до споживача передається через одну кабельну лінію, яка складається з двох паралельних кабелів. Паралельне прокладання кабелів забезпечує покращення надійності роботи системи шляхом резервування і диктується фізичними можливостями пропускання певної величини потужності через певний переріз лінії.

Дві кабельні лінії живлення забезпечують 2-гу категорію надійності електропостачання, а наявність генератора та ДБЖ – 3-тю. Відповідно має бути перемикач між двома лініями живлення і перемикач між живленням від мережі і генератором. Функцію першого перемикача виконує SA5, а функцію другого – АВР3, який і планується розробити.

Живлення на споживачів реанімаційного відділення подається через автоматичний вимикач QF9.

Місце приєднання АВР3 на схемі відмічено великою крапкою.

5.3 Вибір пристрою перемикання АВР

Згідно техніко-економічних розрахунків у якості перемикаючого пристрою АВР3 використовується перемикач ETI LBS CO 3P 400. Зовнішній вигляд перемикача подано на рисунку 5.3.



Рисунок 5.3 – Зовнішній вигляд перемикача ETI LBS CO 3P 400

Технічні характеристики перемикача подано у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Технічні характеристики перемикача ETI LBS CO 3P 400

Артикул:	004661552
Назва:	LBS 400 3P CO
Категорія:	Перемикач навантаження
Кількість полюсів:	3
Тепловий струм I _{th} (A):	400
Номинальний робочий струм I _e AC-21 A/B при 415V (A):	400
Номинальна напруга ізоляції (V):	1000
Максимальна номінальна робоча напруга (V AC):	690
Кріплення:	На панелі

5.4 Розрахунок і вибір автоматичного вимикача

Потужність споживачів реанімаційного відділення приймемо рівною потужності ДБЖ, яка становить $P_p = P_{ups.n} = 40 \text{ кВт}$. Струм споживачів відповідно буде дорівнювати $I_p = I_{ups.n} = 57,74 \text{ А}$.

Пусковий струм споживачів реанімаційного відділення

$$I_{пуск} = k_{ip} I_p, \quad (5.1)$$

де k_{ip} – кратність пускового струму (приймемо $k_{ip} = 1,4$);

I_p – номінальний струм споживача ($I_p = 57,74 \text{ А}$).

Отримаємо пусковий струм

$$I_{пуск} = 1,4 \cdot 57,74 = 80,83 \text{ (А)}.$$

Умова вибору автоматичного вимикача для полегшених умов пуску має вигляд

$$I_{авт} \geq I_{пуск} = 80,83 \text{ (А)}.$$

Оскільки кратність пускового струму двигуна становить 1,4, то сам автоматичний вимикач повинен мати характеристику електромагнітного розчіплювача В.

Вибираємо автоматичний вимикач ЕТІ ЕВ2S 160/3LA 100А 3Р, технічні характеристики якого зведемо у таблиці 5.1.

Таблиця 5.2 – Технічні характеристики автоматичного вимикача ЕПІ
EB2S 160/3LA 100A 3P

Артикул:	004671883
Назва:	EB2S 160/3LA 100A 3p
Категорія:	Автоматичний вимикач
Призначення:	МССВ
Номінальний струм (А):	100
Кількість полюсів:	3
Тип з'єднання:	переднє підключення
Стандарт:	60947
Номінальна імпульсна напруга U_{imp} (kV):	8
Номінальна вимикаюча здатність при короткому замиканні при 415V leu /Ics (kA):	16/8
Номінальна робоча напруга (V AC):	690V
Номінальна робоча напруга (V DC):	250V
Номінальна напруга ізоляції (V):	800
Регулювання теплового захисту:	0,63-1
Регулювання електромагнітного захисту:	fixed
Регульований або фіксований:	регульований

5.5 Розрахунок та вибір контакторів.

Для забезпечення перемикачів всередині кіл керування АВР обираємо контактори. Контактори обираються за такими параметрами:

- кількість контактів;
- величина струму, що протікає через контакти;
- величина напруги живлення котушки керування контакторів.

Для стандартного максимального струму для кіл керування 25 А обираємо контактор Nager ESC440 з паспортними даними, зведеними до таблиці 5.4.

Таблиця 5.3 – Технічні дані контактора ETI RA-40 25F

Назва параметру	Значення
Кількість та тип контактів	4/4НВ
Номінальна робоча напруга, В	400
Операційна напруга змінного струму, В	230
Номінальний струм головного кола, А	25

5.6 Перевірка захисту АВР від перевантаження та струмів короткого замикання

Автоматичний вимикач призначений для живлення індивідуального електропривода, а тому має забезпечувати його захист від короткого замикання та перевантаження. Оскільки, автоматичний вимикач обраний за умовою пропускання пускових струмів, то його тепловий розщиплювач не забезпечить захисту споживачів від перевантаження. Тому встановлюється автоматичний вимикач з регульованим тепловим розщиплювачем (теплове реле).

Для перевірки надійності спрацювання захисту споживача від струмів короткого замикання розрахуємо струм короткого замикання вкінці кабельної лінії. Знайдемо повний опір однієї фази лінії, що з'єднує силовий трансформатор та споживача:

$$z_{kz} = z_{f-0} + z_t / 3, \quad (5.2)$$

де z_{f-0} - повний опір петлі «фаза-нуль», Ом;

z_t - повний опір обмоток трансформатора, Ом.

Опір петлі «фаза-нуль» можна знайти за формулою:

$$z_{f-0} = 2 \cdot \sqrt{(R \cdot L)^2 + (X \cdot L)^2}, \quad (5.3)$$

$$z_{f-0} = 2 \cdot \sqrt{(0,0018 \cdot 30)^2 + (0,00033 \cdot 30)^2} = 0,107 \text{ (Ом)}.$$

Опір трансформатора можна знайти за формулою:

$$z_t = \frac{U_f}{I_n} \cdot U_{kz}, \quad (5.4)$$

де U_f - фазна напруга трансформатора, В;

I_n - номінальний струм споживання, А;

ΔU_{kz} - напруга трансформатора при короткому замиканні ($\Delta U_{kz} = 4\%$).

Отримаємо:

$$z_t = \frac{220}{28,6} \cdot 0,04 = 0,348 (\text{Ом}).$$

Струм короткого замикання у кінці лінії буде дорівнювати:

$$I_{kz} = \frac{U_f}{z_{kz}} = \frac{U_f}{z_{f-0} + z_t / 3}, \quad (5.5)$$

$$I_{kz} = \frac{220}{0,107 + 0,348 / 3} = 988,109 (\text{А}).$$

Максимальний струм спрацювання електромагнітного розщиплювача автоматичного вимикача буде дорівнювати:

$$I_{kz,avt} = k_i \cdot I_{avt,n}, \quad (5.6)$$

де k_i - кратність струму спрацювання електромагнітного розщиплювача;

$I_{avt,n}$ - номінальний струм автоматичного вимикача, А.

Отримаємо значення струму:

$$I_{kz,avt} = 5 \cdot 100 = 500 (\text{А}).$$

Умова спрацювання захисту від короткого замикання має вигляд:

$$I_{kz} = 988,109(A) > 500(A) = I_{kz.avt} - \text{виконується.} \quad (5.7)$$

Отже, захист електропривода від короткого замикання та перегріву вибрано вірно.

5.7 Вибір реле напруги

Для роботи АВРЗ необхідно оцінювати наявність напруги в мережі та у лінії від генератора. Це виконується за допомогою реле напруги. З досвіду встановлення систем АВР і для підтримання вітчизняного виробництва обираємо реле напруги НОВАТЕК-ЕЛЕКТРО РНПП-311. Зовнішній вигляд реле НОВАТЕК-ЕЛЕКТРО РНПП-311 подано на рисунку 5.4, а технічні характеристики – у таблиці 5.4.



Рисунок 5.4 – Зовнішній вигляд реле НОВАТЕК-ЕЛЕКТРО РНПП-311

Таблиця 5.4 – Параметри реле НОВАТЕК-ЕЛЕКТРО РНПП-311

Найменування	Значення
Номинальна лінійна / фазна напруга живлення мережі, В	400/230,415/240
Частота мережі, Гц	45-65
Гармонійний склад (несинусоїдність) напруги живлення	ДСТУ EN 50160:2014
Діапазон регулювання порогу спрацьовування за максимальною / мінімальною напругою живлення, у відсотках від номінальної напруги	5-50
Діапазон регулювання часу спрацьовування захисту, с	0-10
Діапазон регулювання часу АПВ, с	0-600
Фіксована затримка спрацьовування за мінімальною напругою, с	12*
Час спрацьовування при обриві однієї з фаз, с, не більше	0,2
Час готовності під час подання напруги живлення, с, не більше	0,2**
Величина визначення перекосу фаз, В	30
Гістерезис за напругою, В	5-6
Гістерезис за перекосом фаз, В	5-6
Точність визначення порогу спрацьовування за напругою, В, не більше	3
Точність визначення перекосу фаз, %, не більше	2
Напруга, за якої зберігається працездатність:	
- за однією фазою, В	140-450
- за трьома фазами, В	95 - 450
Споживана потужність (під навантаженням), Вт, не більше	1,2
Максимальний комутуючий струм вихідних контактів, А	5
Комутуючий ресурс вихідних контактів:	
- під навантаженням 5 А ($\cos \phi = 1,0$), раз, не менше	
- під навантаженням 1 А ($\cos \phi = 1,0$), раз, не менше	100 тис. 1 млн.
Призначення виробу	Апаратура керування і розподілу

РНПП-311М призначене:

- для контролю допустимого рівня напруги;
- для контролю правильного чергування і відсутності злипання фаз;

- для контролю повнофазності і симетричності напруги мережі (перекосу фаз);
- для вимкнення навантаження при неякісній нарузі мережі;
- для контролю напруги мережі після вимкнення навантаження і автоматичного увімкнення її після відновлення параметрів напруги;
- для відображення аварії при виникненні аварійної ситуації і відображення наявності напруги на кожній фазі.

РНПП-311М здійснює контроль нуля непрямым методом. У виробі передбачені можливості регулювання параметрів (порогу спрацьовування за напругою, часу АПВ і часу затримки спрацьовування захисту), вибору напруги мережі, що контролюється (400 В або 415 В) і набору захисних функцій. Після відновлення параметрів напруги мережі виріб знову вмикає навантаження через час АПВ.

РНПП-311М працює в різних режимах:

- Контроль мінімальної / максимальної напруги;
- Контроль мінімальної напруги;
- Контроль максимальної напруги;
- Контроль наявності фаз;
- Контроль неправильного чергування і наявності злипання фаз;
- Контроль перекосу фаз.

Контроль наявності фаз зберігається в будь-якому режимі роботи. В усіх режимах роботи виріб спрацьовує при обриві фаз або зниженні напруги нижче 100 В на одній або декількох фазах за фіксований час 0,2 с.

Виріб на виході має дві групи незалежних вихідних перекидних контактів (1-2-3, 4-5-6). В «ХОЛОДНОМУ СТАНІ» (виріб без напруги, не підключений) контакти 1-2 (4-5) замкнені, а контакти 2-3 (5-6) розімкнені. Коли реле навантаження спрацьовує, вимкнення навантаження відбувається шляхом розриву ланцюга живлення котушки МП через контакти 1-2 (4-5), за виключенням режиму «Контроль максимальної напруги», в якому виріб працює із зворотною логікою увімкнення.

6 СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНА ПРИНЦИПОВА ВВЕДЕННЯ РЕЗЕРВУ

Електричну схему живлення МКЛ швидкої медичної допомоги №2 м. Вінниця подано на рисунку 6.1.

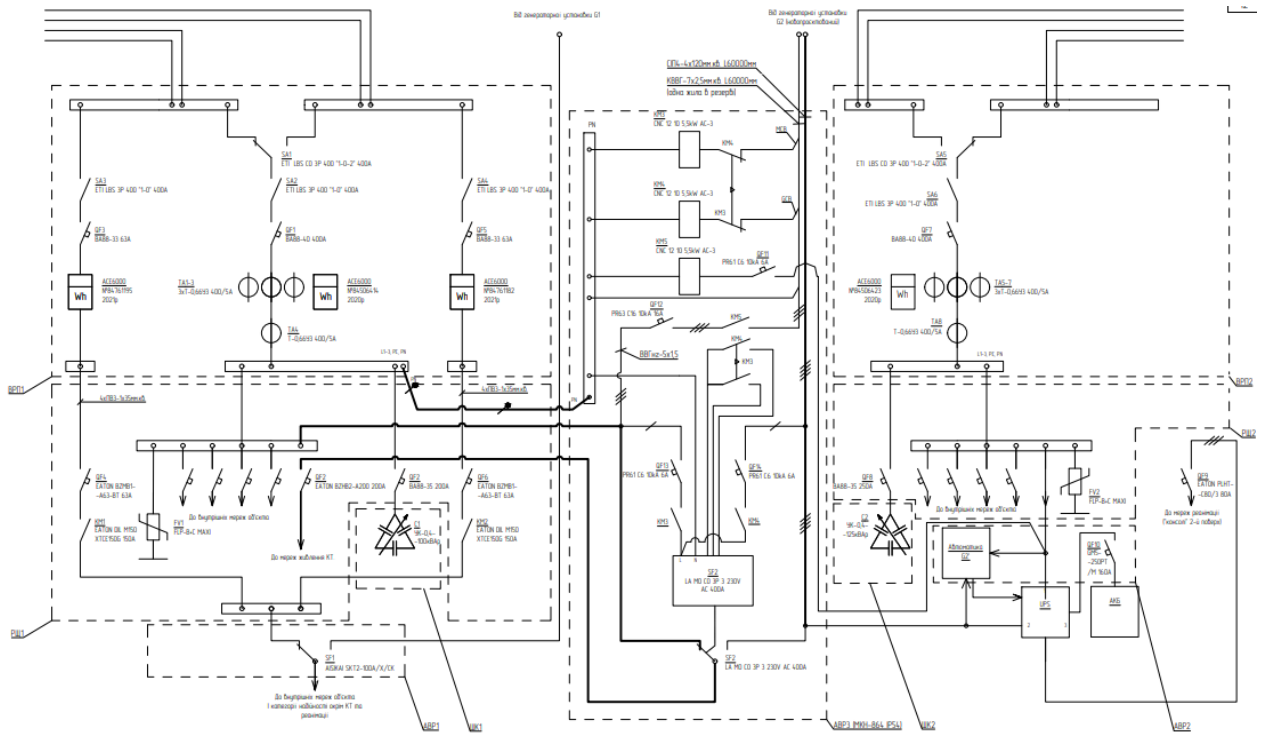


Рисунок 6.1 – Електрична схема живлення МКЛ швидкої медичної допомоги №2 м. Вінниця

Для кращого розуміння принципу роботи схеми внесемо деякі пояснюючі написи і позначення. На рисунку 6.2 подано загальну електричну схему з поясненнями. Серед пояснень позначимо область щита АВР3 і точки приєднання ліній живлення АВР3.

Прямокутниками обведемо щит АВР3 та споживачів реанімаційного відділення. Великими крапками позначимо точки приєднання АВР3. Буквенними надписами позначимо задіяне в АВР3 обладнання.

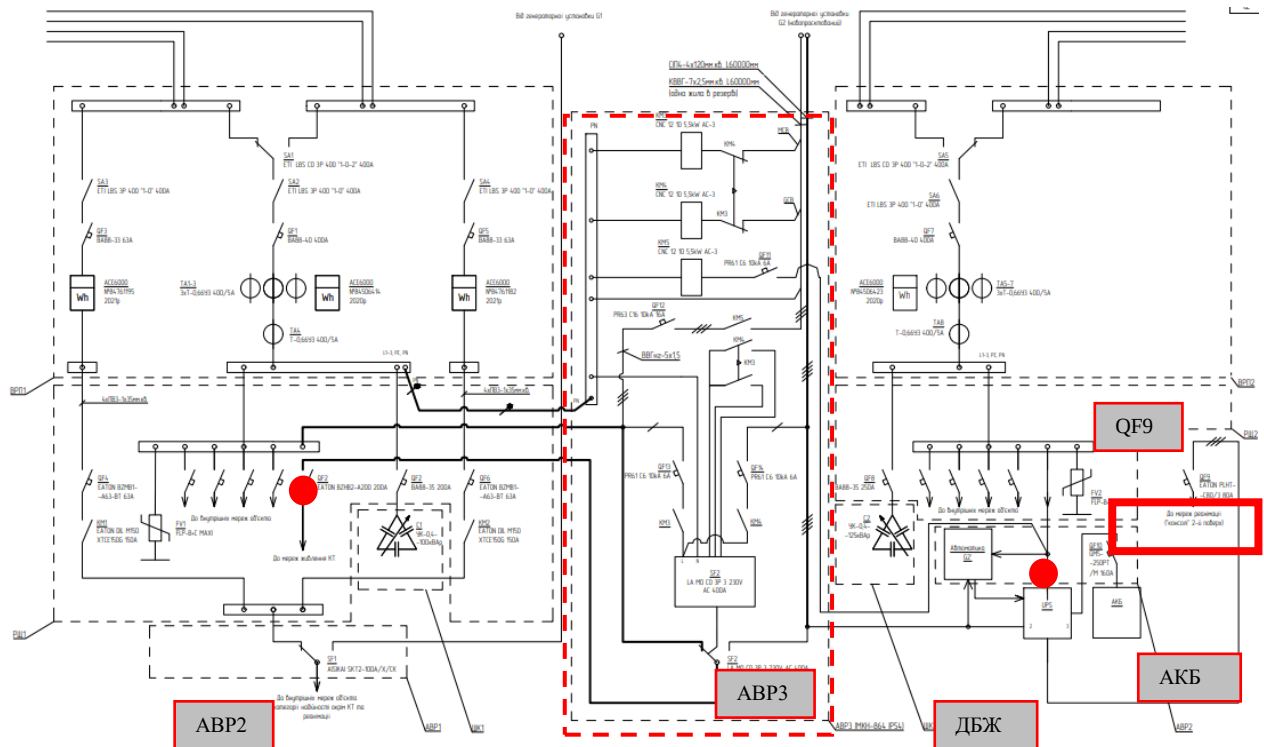


Рисунок 6.2 – Електрична схема живлення МКЛ швидкої медичної допомоги №2 м. Вінниця з пояснюючим надписами і позначеннями

На електричній схемі використано ті ж самі позначення, що на схемах у окремих розділах роботи. Для зручності точки приєднання АВР3 виділено великими крапками і виділено обладнання, що входить до АВР3.

Таким чином, виходить, що АВР3 одним входом приєднується до першого вводу лікарні, а іншим – до генератора G2. Вихід АВР3 підключено до ДБЖ. Мережі живлення реанімації приєднуються через ДБЖ до генератора G2 та другого вводу щитової.

Виходить, що АВР3 забезпечує живлення мереж реанімації і забезпечує автоматичний запуск генератора G2, який вже резервує живлення реанімації. До моменту, поки G2 вийде на достатню потужність для живлення підключених споживачів, споживачі реанімації будуть отримувати живлення від акумуляторних батарей через ДБЖ.

Для розуміння логіки роботи АВР3 подамо фрагмент електричної схеми з його обладнанням. Зобразимо щит АВР3 на рисунку 6.3.

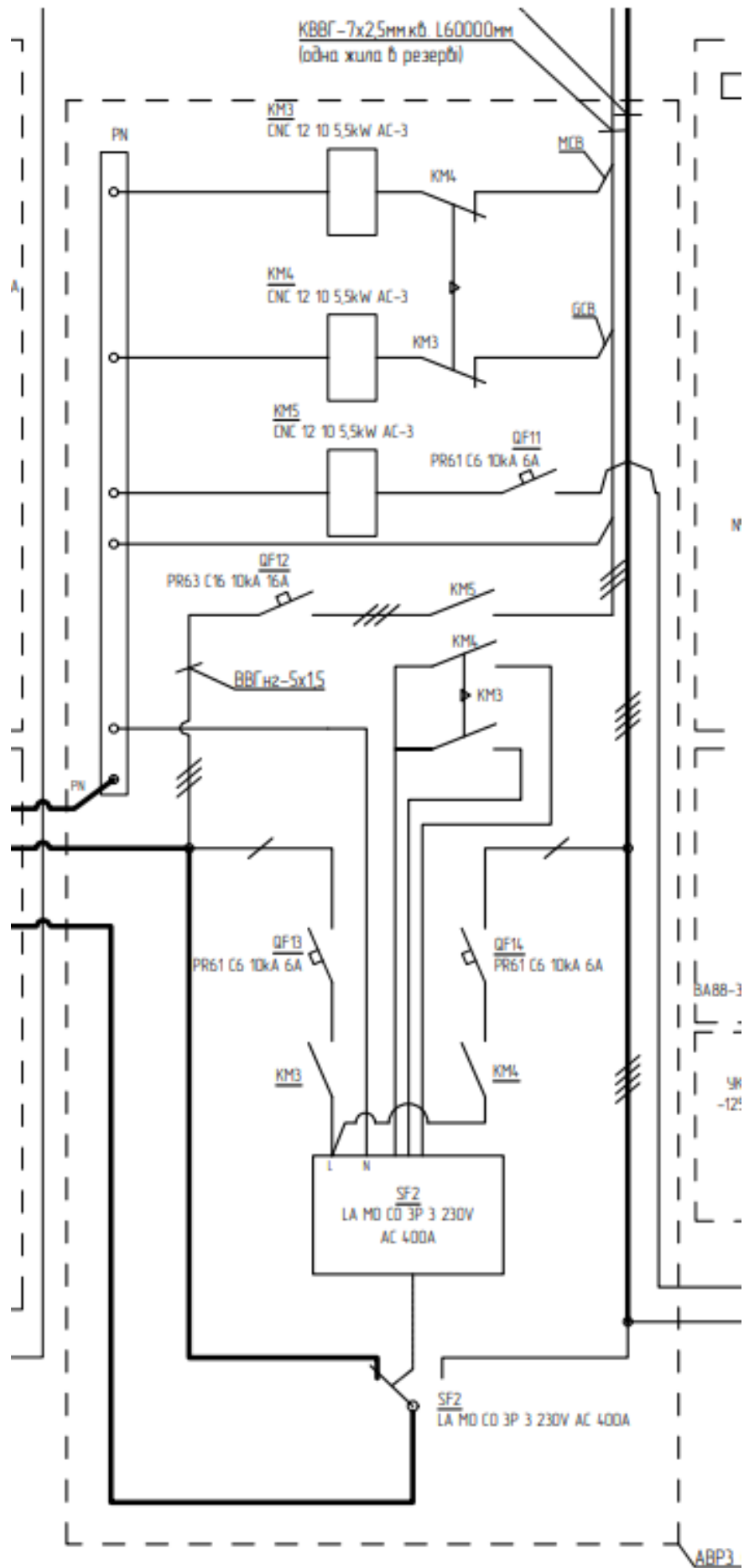


Рисунок 6.3 – Фрагмент електричної схеми з обладнанням щита АВРЗ

На електричній схемі позначено: SF2 – перемикач навантаження АВР3 з моторприводом; QF11 та KM5 – автоматичний вимикач та контактор наявності живлення на другому вводі щитової; KM3 та KM4 – контактори живлення схеми керування від мережі «МСВ» та від генератора «GCB»; QF13, QF14 – автоматичні вимикачі захисту живлення власних потреб SF2.

Схема працює наступним чином.

Якщо присутнє живлення на першому і другому вводі лікарні, то генератор зупинений і перемикач SF2 знаходиться в положенні живлення від вводу №1. Мережі реанімації живляться від вводу №2 через ДБЖ, які працює в режимі «байпасу» напряду від мережі.

Якщо зникає живлення на вводі №2, зникне живлення контактора KM5 і він обезживить лінію живлення власних потреб генератора G2. На борту генератора встановлено реле напруги на цій лінії і на силовій лінії, яка йде від генератора до споживача. Таким чином, спрацює реле напруги наявності живлення мережі (на схемі не позначено, бо воно знаходиться у схемі самого генератора).

За командою реле напруги мережі живлення генератор автоматично запусниться від акумулятора власних потреб, який встановлено на його борту. Через деякий час роботи (виставляється програмним чином у системі керування генератора) після прогріву генератор перемкне свій контакт «GCB» і подасть живлення на контактор KM4. Він у свою чергу подасть живлення на перемикач SF2 і додатковим контактом KM4 перемкне перемикач у положення живлення від генератора. При цьому мережі реанімації будуть житися від генератора. Протягом часу прогріву генератора реанімація жила від акумуляторних батарей ДБЖ.

Коли живлення в мережі другого вводу з'явиться, контактор KM5 отримає живлення і підключить кабель живлення власних потреб генератора до вводу №1. Якщо на ньому є живлення, то генератор видає команду «МСВ», замикається контактор KM3 (KM4 при цьому розмикається) і перемикач SF2 переводиться у положення живлення від мережі. Якщо ж на

вводі №1 також немає живлення, то генератор буде продовжувати працювати, поки воно не з'явиться.

Генератор після появи живлення на вводі №1 і перемикання на цей ввід пропрацює певний час, достатній для повного охолодження і автоматично зупиниться і перейде в режим очікування.

Таким чином, система АВРЗ працює за сигналами наявності живлення на обох вводах лікарні і пріоритетним рахується ввід №1. Це обумовлено тим, що від генератора через АВРЗ живиться також комп'ютерний томограф, який підключено до вводу №1. І, оскільки генератор має забезпечувати живлення критично важливих споживачів лікарні, то прийнято рішення саме такої реалізації.

Як бачимо, розроблена схема має недолік, який полягає у тому, що якщо на вводі №2 з'являється живлення, то генератор продовжує працювати, поки живлення не з'явиться на вводі №1. Але така особливість обумовлена саме специфікою розподілу споживачів лікарні між різними вводами живлення.

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

У цьому розділі бакалаврської роботи розробляються заходи з охорони праці під час монтажу та обслуговування обладнання автоматичного введення резерву живлення лікарні. На оперативно-ремонтний персонал, що здійснює монтаж і експлуатацію електричного обладнання щитової, впливають такі шкідливі виробничі фактори [24-25]: фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо); хімічні фактори: речовини хімічного походження, аерозолі фіброгенної дії (пил); фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням. Напруженість праці характеризують: сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

7.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації обладнання

7.1.1 Вимоги до організації робочих місць монтажного персоналу, який здійснює монтаж обладнання щитової.

Живлення силового обладнання підприємства та системи освітлення здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 х 220В (фазна напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В). Категорія умов по небезпеці електротравматизму – з підвищеною небезпекою, у зв'язку з наявністю у цехах струмопровідної підлоги.

Оперативно-ремонтний персонал, який здійснює монтаж обладнання щитової, під час використання електрифікованого інструменту повинен дотримуватися таких правил з охорони праці. Електрифікований інструмент

за умовами безпеки поділяється на такі класи: I – електроінструмент, у якого всі деталі, що перебувають під напругою, ізольовані і штепсельна вилка має заземлювальний контакт. У електроінструмента класу I всі деталі, що перебувають під напругою, можуть бути з основною, а окремі деталі – з подвійною або посиленою ізоляцією; II – електроінструмент, у якого всі деталі, що перебувають під напругою, мають подвійну або посилену ізоляцію, Цей електроінструмент не має пристроїв для заземлення. Номінальна напруга для електроінструмента класів I і II має бути не більше 220 В для електроінструмента постійного струму; 380 В – для електроінструмента змінного струму; III – електроінструмент на номінальну напругу не вище 42 В, у якого ні внутрішні, ні зовнішні кола не перебувають під іншою напругою. Електроінструмент класу III призначений для живлення від безпечної наднизької напруги.

Якщо безпечну наднизьку напругу одержують перетворенням вищої напруги, то це слід здійснювати за допомогою безпечного ізолювального трансформатора, далі за текстом – "розподільчий трансформатор безпеки", або перетворювача з окремими обмотками. Електроінструмент, який живиться від електромережі, слід обладнувати незнімним гнучким кабелем (шнуром) зі штепсельною вилкою. Незнімний гнучкий кабель електроінструмента класу I повинен мати жилу, яка з'єднує заземлювальний затискач електроінструмента із заземлювальним контактом штепсельної вилки.

Кабель в місці введення до електроінструмента класу I слід захищати від стирань і перегинів еластичною трубкою з ізоляційного матеріалу. Трубку слід закріплювати в корпусних деталях електроінструмента, вона повинна виступати з них на довжину не менше п'яти діаметрів кабелю. Закріплення трубки на кабелі поза інструментом забороняється. Для приєднання однофазного електроінструмента шланговий кабель повинен мати три жили: дві – для живлення, одну – для заземлення. Для приєднання трифазного електроінструмента застосовується чотирижильний кабель, одна

жила якого слугує для заземлення. Ці вимоги стосуються тільки електроінструмента із таким корпусом, який слід заземлювати.

Доступні для доторкання металеві деталі електроінструмента класу I, які можуть опинитись під напругою, у випадку пошкодження ізоляції, повинні бути з'єднані із заземлювальним затискачем. Електроінструмент класів II і III не заземлюють. Заземлення корпусу електроінструмента слід здійснювати спеціальною жилою живильного кабелю, яка не може одночасно бути провідником робочого струму. Використовувати з цією метою нульовий робочий провід забороняється. Штепсельна вилка повинна мати відповідну кількість робочих і один заземлювальний контакт. Конструкція вилки повинна забезпечувати випереджальне замикання заземлювального контакту під час ввімкнення та більш запізнене розмикання його під час вимикання. Конструкція штепсельних вилок електроінструмента класу III повинна унеможливлувати з'єднання їх з розетками на напругу понад 42 В.

Працівники, допущені до роботи з електроінструментом, повинні спочатку пройти навчання і перевірку знань щодо безпечного виконання робіт з застосуванням електроінструменту. До роботи з електроінструментом класу I в приміщеннях з підвищеною небезпекою та поза приміщеннями допускаються працівники з II групою електробезпеки. До роботи з електроінструментом II і III класу достатньо I групи з електробезпеки.

У електроінструмента класу I, крім того, має бути перевірена справність кола заземлення між його корпусом і заземлювальним контактом штепсельної вилки. Працівнику мають бути видані засоби індивідуального захисту (діелектричні рукавички, калоші, килими) або розподільчий трансформатор, чи перетворювач із окремими обмотками, чи захисно вимикальне устаткування. Забороняється видавати для роботи електроінструмент, який не відповідає хоча б одній із перелічених вимог або електроінструмент з протермінованою датою періодичної чергової перевірки.

У приміщеннях без підвищеної небезпеки ураження працівників електричним струмом достатньо застосувати діелектричні рукавиці, а в

приміщеннях зі струмопровідними підлогами – також і діелектричні калосі або килими. Електроінструментом класів II і III дозволяється працювати без застосування індивідуальних засобів захисту в приміщеннях без підвищеної небезпеки ураження працівників електричним струмом.

У посудинах, апаратах та інших металевих спорудах в умовах обмеженої можливості переміщення і виходу з них дозволяється працювати електроінструментом класів I та II за умови, якщо тільки один електроінструмент одержує живлення від автономної двигун-генераторної установки, розподільчого трансформатора безпеки або перетворювача частоти із роздільними обмотками, а також електроінструментом класу III. В цьому разі джерело живлення (трансформатор, перетворювач тощо) слід розміщувати поза вказаними посудинами, а вторинне коло джерела не слід заземлювати. Забороняється підключати електроінструмент напругою до 12 В до електричної мережі загального користування через автотрансформатор, резистор або потенціометр.

7.1.2 Електробезпека.

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

Категорія умов по небезпеці електротравматизму – підвищеної небезпеки, у зв'язку з наявністю у цехах струмопровідної підлоги. Технічні рішення щодо запобігання електротравмам:

- 1) Для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмопровідними елементами електроустаткування, необхідно: розміщувати неізольовані 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 в закритих конструкціях підлоги;

- 2) При живленні однофазних споживачів струму від трипровідної 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.

3) Електрозахисні засоби захисту.

Персонал, 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, які 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.

Обладнання повинно бути надійно заземлене. Справність і опір контуру заземлення один раз на рік перевіряється. Всі обертові частини механізму повинні мати добре закріплену огорожу. Забороняється виконувати всі види ремонту під час роботи установки.

7.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії.

7.2.1 Мікроклімат.

Нормуються параметри мікроклімату в виробничих приміщеннях та гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони. Тяжкість роботи розділяється на категорії залежно від загальних енерговитрат організму, ккал/с (Вт). Параметри мікроклімату під час виконання персоналом електромонтажних робіт наведено в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Нормування параметрів мікроклімату на непостійних робочих місцях

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість	Швидкість руху
Теплий	Пб	15-29	70 при 25°С	0,2-0,5
Холодний	Пб	13-23	не більш 75	не більш 0,4

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату на робочих місцях оперативно-ремонтного персоналу передбачається:

- в холодну пору року – використання калорифера;
- в літню пору – застосування кондиціонерів та вентиляторів обдуву.

7.2.2 Склад повітря робочої зони.

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м³. В умовах роботи на граничнодопустимих концентраціях можливими забруднювачами повітря робочої зони можуть бути пил та шкідливі гази, їх ГДК наведено в таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони оперативного персоналу

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Вуглецю оксид (CO)	3	1	4
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

Для підтримки допустимих значень мікроклімату та концентрації шкідливих речовин необхідно передбачати установки або прилади зволоження та/або штучної іонізації, кондиціонування повітря.

7.2.3 Виробниче освітлення.

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018, роботи з монтажу електрообладнання, потребують освітлення, яке характеризується розрядом зорової роботи III, підрозряд «в». Нормовані значення штучного, природного та суміщеного освітлення наведені в таблиці 7.3.

Таблиця 7.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Харак-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природнє Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Високої точності	Від 0,3 до 0,5 включно	III	в	малий середній великий	світлий середній темний	600	200	-	3,0

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітлення, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 2,5 метра.

7.2.4 Виробничий шум.

Шум вище гранично допустимих рівнів несприятливо діє на людину. Шум у приміщенні широкосмуговий. Нормуємо шум на робочому місці. Рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях мають відповідати вимогам СН 3223-85, ГОСТ 12.1.003-85, ГР 2411-81 і наведені в табл. 7.4.

Таблиця 7.4 – Допустимі рівні звуку, еквівалентні рівні звуку і рівні звукового тиску в октавних смугах частот

Вид трудової діяльності, робочі місця	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах із середньогометричними частотами, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Виконання усіх видів робіт на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях та на території підприємства	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Устаткування, що є джерелом шуму (вентилятори, електроінструмент, технологічне обладнання з переробки деревини), слід розташовувати поза межами приміщень, де встановлені ПК.

Звукопоглинаючі облицювання розміщують на стелі і в верхніх частинах стін при висоті приміщення не більше 6-8 м таким чином, щоб акустично оброблена поверхня складала не менше 60 % від загальної площі обмежуючих приміщення поверхонь.

У вузьких і дуже високих приміщеннях доцільно облицювання розміщувати на стінах, залишаючи нижні частини стін (до 2 м висотою) не облицьованими, або проектувати конструкцію звукопоглинаючої підвісної стелі.

7.3 Пожежна безпека.

Пожежну безпеку промислових і інших об'єктів регламентують «Правила пожежної безпеки в Україні» та інші правила пожежної безпеки для промислових підприємств і окремих об'єктів. Визначення пожежовибухонебезпечності речовин і матеріалів здійснюється за рекомендаціями, а, відповідно, категорії приміщень, будинків та зовнішніх установок, де вони використовуються, зберігаються тощо.

Приміщення підприємства за вибухонебезпекою та пожежонебезпекою відноситься до категорії В, в яких знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) легкозайmistі, горючі і/або важко горючі рідини, а також речовини і/або матеріали (для виготовлення різноманітної продукції з дерева), як здатні вибухати та горіти або тільки горіти під час взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним; тверді горючі і/або важко горючі речовини та матеріали (включно горючий пи́л і/або волокна), за умови, що приміщення, не відносяться до категорій А або Б і питома пожежна навантага для твердих і рідких легко-зайmistих, горючих та важко горючих речовин і/або матеріалів на окремих ділянках площею не менше 10 м² кожна перевищує 180 МДж•м².

Відповідно електричне обладнання встановлюється в пожежонебезпечних зонах П-П – зони в приміщеннях, де виділяється горючий пи́л чи волокна з нижньою концентраційною границею (НКТ) спалахування $> 65 \text{ г/м}^3$ до об'єму повітря, а також в зонах П-Іа – зони в приміщеннях, де є тверді горючі речовини чи матеріали.

Будівля, в якій розташовані ці приміщення, характеризується II ступенем вогнестійкості.

До II ступеня вогнестійкості відносяться будівлі з несучими і огорожувальними конструкціями з природних та штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону із застосуванням листових та плиткових негорючих матеріалів. В покриттях будівель допускається застосовувати незахищені сталеві конструкції. Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) та максимальні межі поширення вогню по них (см) за ДБН В.1.1.7-2002 наведено в таблиці 7.5.

Таблиця 7.5 – Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій та максимальні межі поширення вогню по них

Ступінь вогнестійкості і будинків	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) і максимальні межі поширення вогню по них (см)								
	стіни				коло-ни	сходові площадки, костури, сходи, балки, марші сходових кліток	пере-криття між поверхові (у т.ч. горищні та над підвалами)	елементи суміщених покриттів	
	несучі та сходових кліток	само-несучі	зовнішні не-несучі	внутрішні не-несучі (перегородки)				плити, насти-ли, прого-ни	балки , ферми, арки, рами
II	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	E1 15 M0	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M0	RE 15 M0	R 30 M0

Протипожежні перешкоди і мінімальні межі їх вогнестійкості за ДБН В.1.1.7-2002 наведено в таблиці 7.6.

Таблиця 7.6 – Протипожежні перешкоди та мінімальні межі їх вогнестійкості

Протипожежні перешкоди	Типи проти-пожежних перешкод або їх елементів	Мінімальна межа вогнестійкості протипожежної перешкоди (у хвиликах)	Тип заповненн я прорізів, не нижче	Тип протипожежного тамбур-шлюзу, не нижче
Стіни	2	REI 60	2	1
Перегородки	2	EI 15	3	2
Перекриття	2	REI 60	2	1

Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами слід приймати за таблицею 7.7 (чисельник). В умовах забудови, що склалася, протипожежні відстані між житловими будинками та від житлових будинків до будівель і споруд іншого призначення слід визначати згідно з протипожежними вимогами даних норм, наведеними у таблиці 7.7. Протипожежні відстані від житлових, громадських, адміністративно-побутових будинків промислових підприємств, гаражів до виробничих, складських споруд слід приймати за таблицею 7.7 (знаменник).

Таблиця 7.7 – Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами, а також до виробничих будинків, сільськогосподарських будівель і споруд

Ступінь вогнестійкості будинку	Відстані при ступені вогнестійкості будинків, м		
	I, II	III	IIIa, IIIб, IV, IVa, V
II	6/9	8/9	10/12

На території підприємства встановлені вогнегасники ВП-5, ВВП-5, а також аналогічні ємністю 9 л.

ВИСНОВКИ

В бакалаврській дипломній роботі розроблено систему автоматичного вводу резерву реанімаційного відділення лікарні швидкої медичної допомоги №2 м. Вінниця.

У якості вихідних даних було отримано електричну схему мереж живлення лікарні з одним генератором і ДБЖ для живлення реанімації. Проблема полягала у тому, що існуючий генератор не міг забезпечити резервування живлення мереж реанімації. Більше того, мережа живлення лікарні побудована таким чином, що всі споживачі підключені до двох вводів і разом з реанімацією були споживачі іншого вводу, які також потрібно було зарезервувати. У власності лікарні був наявний генератор потужністю 187кВА, який можна було використати для вирішення цих проблем.

Для такого завдання було опрацьовано доступний матеріал, існуючу систему електропостачання, технічні дані наявного генератора.

Для відомої потужності генератора 187кВА було розраховано кабельну лінію живлення. Обрано кабель АВББШв-4х240мм² протяжністю 50м. Для роботи кіл керування та власних потреб генератора обрано кабель КВВГ-7х1,5мм². Кабелі перевірено на пропускну спроможність та падіння напруги.

Під потужність генератора обрано три можливі системи АВР, а саме: щит АВР-300-160 на контакторах виробництва EPICENTR вартістю 97625грн (енергоефективність роботи 98,9%); щит АВР AI400A IP65 на контакторах виробництва MALCOMSON вартістю 64363грн (енергоефективність роботи 98,5%); щит АВР на перемикачі ETI 004661552 LBS CO 3P 400 («1-0-2» 400A) власної збірки орієнтовної вартості 2х19780грн (енергоефективність роботи 98,5%; вартість самого перемикача LBS CO 3P 400 19780грн). Виконано техніко-економічне співставлення цих реалізацій і отримано результат, що найбільш економічно доцільною є система на перемикачі ETI 004661552 LBS CO 3P 400 («1-0-2» 400A) власної збірки. Її приведені річні затрати склали 122086тис.грн.

Для обраної системи АВР було розроблено функціональну схему, яка складається з таких блоків: AVR – блок автоматичного введення резерву на основі перемикача; SK – система керування роботою перемикача; BG – блок живлення системи керування та перемикача; М – мережа живлення; G – генераторна установка G2; KV_M – сенсор наявності напруги мережі живлення; KV_G – сенсор наявності напруги на виході генератора; UPS – джерело безперебійного живлення; АКВ – акумуляторні батареї; R – споживачі реанімаційного відділення.

У наступних розділах роботи було обрано всі елементи АВР, а саме місце приєднання АВР; перемикач ETI LBS CO 3P 400 на струм 400А з можливістю ручного та автоматичного перемикачання; автоматичний вимикач ETI EB2S 160/3LA 100A 3P (з функцією регулювання теплового розщиплювача) для захисту мереж споживачів реанімаційного відділення від короткого замикання та перевантаження; контактори ETI RA-40 25F на струм 25А для кіл керування; реле напруги НОВАТЕК-ЕЛЕКТРО РНПП-311 для сигналізації наявності та пропадання напруги в мережі та у лінії живлення генератора.

Також у роботі визначено місце розташування обладнання у щитовій будівлі і розроблено електричну принципову схему щитової і АВР. Дано пояснення до принципу роботи схеми АВР і вказано на основні особливості, а саме, розроблена схема має недолік, який полягає у тому, що якщо на вводі №2 з'являється живлення, то генератор продовжує працювати, поки живлення не з'явиться на вводі №1. Але така особливість обумовлена саме специфікою розподілу споживачів лікарні між різними вводами живлення.

Також у роботі досліджено питання безпечної експлуатації дизельних генеруючих установок та електротехнічного персоналу під час оперативних перемикачів в електротехнічній щитовій споживача.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Enright, B. (2018). Handbook of Electrical Systems Design for Hospitals. CRC Press.
2. National Fire Protection Association (2020). Health Care Facilities Code Handbook. NFPA.
3. Miller, R. L., & Swensson, E. S. (2012). Hospital and Healthcare Facility Design. W.W. Norton & Company.
4. Agarwal, A. (2010). Electrical Systems for Medical Facilities. McGraw-Hill Education.
5. Silowash, B. F. (2016). Emergency Power Systems at Health Care Facilities. ASHE (American Society for Healthcare Engineering).
6. Trost, J., & Herron, J. (2013). Design of Mechanical and Electrical Systems in Buildings. Prentice Hall.
7. ПУЕ (Правила улаштування електроустановок) 2017р.
8. IEC 60364-5-52 "Electrical Installations of Buildings – Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment – Wiring Systems".
9. NFPA 99 "Health Care Facilities Code".
10. Steinberg, D. (2019). Healthcare Design and Construction Standards: What Architects, Contractors, and Healthcare Providers Need to Know. Wiley.
11. NFPA 110: Standard for Emergency and Standby Power Systems (2022 Edition). National Fire Protection Association.
12. NFPA 70: National Electrical Code (2022 Edition). National Fire Protection Association.
13. CEN/TS 17342:2018 Medical electrical equipment - Part 1-1: General requirements for basic safety and essential performance - Collateral Standard: Electromagnetic disturbances - Requirements and tests.
14. ANSI/AAMI EQ56:2013/(R)2018 Recommended practice for a medical equipment management program.

15. Pinsky, L. E., & Emer, M. F. (2012). Introduction to Biomedical Equipment Technology. Pearson.
16. Poirier, T. J., & Boyer, M. P. (2007). HVAC Design Manual for Hospitals and Clinics. ASHRAE.
17. Grigsby, L. L. (2006). The Clinical Engineering Handbook. Elsevier Academic Press.
18. NEMA MG 1: Motors and Generators (2022 Edition). National Electrical Manufacturers Association.
19. NFPA 99: Health Care Facilities Code. National Fire Protection Association.
20. Steinberg, D. (2019). Healthcare Design and Construction Standards: What Architects, Contractors, and Healthcare Providers Need to Know. Wiley.
21. NFPA 110: Standard for Emergency and Standby Power Systems. National Fire Protection Association.
22. Fitzgerald, A. E., Kingsley Jr, C., & Umans, S. D. (2016). Electric Machinery. McGraw-Hill Education.
23. Ogata, K. (2010). Modern Control Engineering. Prentice Hall.
24. Герасимів В. Я. (2018). Дослідження та аналіз схем електропостачання споживачів в аварійних ситуаціях. Автореферат дипломної роботи на здобуття освітнього ступеню «магістр». Тернопільський національний університет імені Івана Пулюя.
25. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014.
26. ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007 Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->.

27. НПАОП 40.1-1.21-98 (ДНАОП 0.00-1.21-98) Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=48644.

28. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.

29. НПАОП 40.1-1.32-01 (ДНАОП 0.00-1.32-01) Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.

30. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.

31. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.

32. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885

33. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.

34. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.

35. НАПБ А.01.001-14. Правила пожежної безпеки в Україні. К. : МВС України, 2014. 47 с.

36. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. URL: <https://dwg.ru/dnl/15125>.

37. ДСТУ 8829:2019 Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація. URL: <https://www.alutal.com.ua/wp-content/uploads/2021/02/dstu-8829-2019-1.pdf>.

38. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759.

Додаток А

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри КЕМСК

к.т.н., доц. Микола МОШНОРІЗ

“02” 04 2024 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на бакалаврську дипломну роботу

**АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА ВВЕДЕННЯ РЕЗЕРВУ ЖИВЛЕННЯ
РЕАНІМАЦІЙНОГО БЛОКУ МІСЬКОЇ КЛІНІЧНОЇ ЛІКАРНІ
ШВИДКОЇ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ №2 М. ВІННИЦЯ**

08-24.БДР.023.00.000 ТЗ

Керівник роботи

доцент

Микола МОШНОРІЗ

“02” 04 2024 р.

Виконавець: ст. гр. ЕМ-22мс

Денис КОТЕНКО

“02” 04 2024 р.

Вінниця ВНТУ 2024

1 Загальні відомості

Повне найменування розробки – «Автоматична система введення резерву живлення реанімаційного блоку Міської клінічної лікарні швидкої медичної допомоги №2 м. Вінниця».

Скорочене найменування розробки – «АВР лікарні».

Замовник – кафедра Комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів Вінницького національного технічного університету.

2 Підстави для розробки

Індивідуальне завдання та наказ ректора Вінницького національного технічного університету про затвердження тем бакалаврських дипломних робіт.

3 Призначення розробки і галузь використання

Величина потужності генератора – 187кВА. Час перемикання автоматики – 0,02с

4 Вимоги до розробки

АВР повинен забезпечувати автоматичне перемикання споживачів III-категорії надійності електропостачання на роботу від генератора.

5 Комплектація розробки

АВР складається з силового перемикача навантаження та системи його живлення і керування.

6 Технічні характеристики

Величина потужності генератора – 250кВА. Час перемикання автоматики – 0,02с

7 Джерела розробки

1. Герасимів В. Я. (2018). Дослідження та аналіз схем електропостачання споживачів в аварійних ситуаціях. Автореферат дипломної роботи на здобуття освітнього ступеню «магістр». Тернопільський національний університет імені Івана Пулюя.

8 Елементна база

Двигун, апаратура керування і захисту, провідники, кабелі і т.п. виробництва України чи країн близького зарубіжжя.

9 Конструктивне виконання

Електропривод виготовляється окремими блоками, що реалізуються у відповідності до вимог електробезпеки у брызгозахищеному виконанні.

10 Показники технологічності

Обладнання виконується на сучасній елементній базі. Його монтаж, заземлення, струмопровід повинні відповідати правилам улаштування електроустановок.

11 Стадії і етапи розробки

Стадії і етапи розробки	Термін виконання
Основна частина пояснювальної записки	
Графічна частина	

12 Технічне обслуговування і ремонт

Технічне обслуговування здійснюється слюсарями-електромонтажниками відповідної кваліфікації. Технічний огляд пристрою здійснюється мінімум один раз на місяць. Ремонт здійснюється електромеханіками, фахівцями з електромеханічних систем автоматизації та електропривода.

13 Живлення електропривода

Живлення системи АВР виконується трифазною напругою 0,4 кВ промислової частоти 50Гц.

Додаток Б

ІЛЮСТРАТИВНІ МАТЕРІАЛИ

**АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА ВВЕДЕННЯ РЕЗЕРВУ ЖИВЛЕННЯ
РЕАНІМАЦІЙНОГО БЛОКУ МІСЬКОЇ КЛІНІЧНОЇ ЛІКАРНІ ШВИДКОЇ
МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ №2 М. ВІННИЦЯ**

Мета, предмет, об'єкт та завдання дослідження

Метою роботи розглянути питання забезпечення підвищення рівня надійності електропостачання реанімаційного блоку Міської клінічної лікарні №2 з використанням засобів автоматизованого керування.

Об'єктом дослідження є процес управління запуском генератора в системі електропостачання реанімаційного блоку лікарні.

Предметом дослідження є математичний апарат та комп'ютерні середовища для розрахунку та програмування автоматичної системи введення резерву живлення реанімаційного блоку лікарні.

Для досягнення мети необхідно розв'язати такі задачі:

- для заданої потужності генераторної установки розрахувати необхідні елементи, які забезпечать автоматичний запуск та перемикання живлення лікарні;
- побудувати структурну схему та вибрати основні елементи системи автоматизації;
- розробити алгоритм роботи програми автоматизації автоматичного вводу резерву операційного блоку лікарні;
- розробити електричну схему автоматичного вводу резерву лікарні.

Опис об'єкта дослідження



На плані будівлі
позначено:

1 – корпус Міської
клінічної лікарні
швидкої
медичної
допомоги;

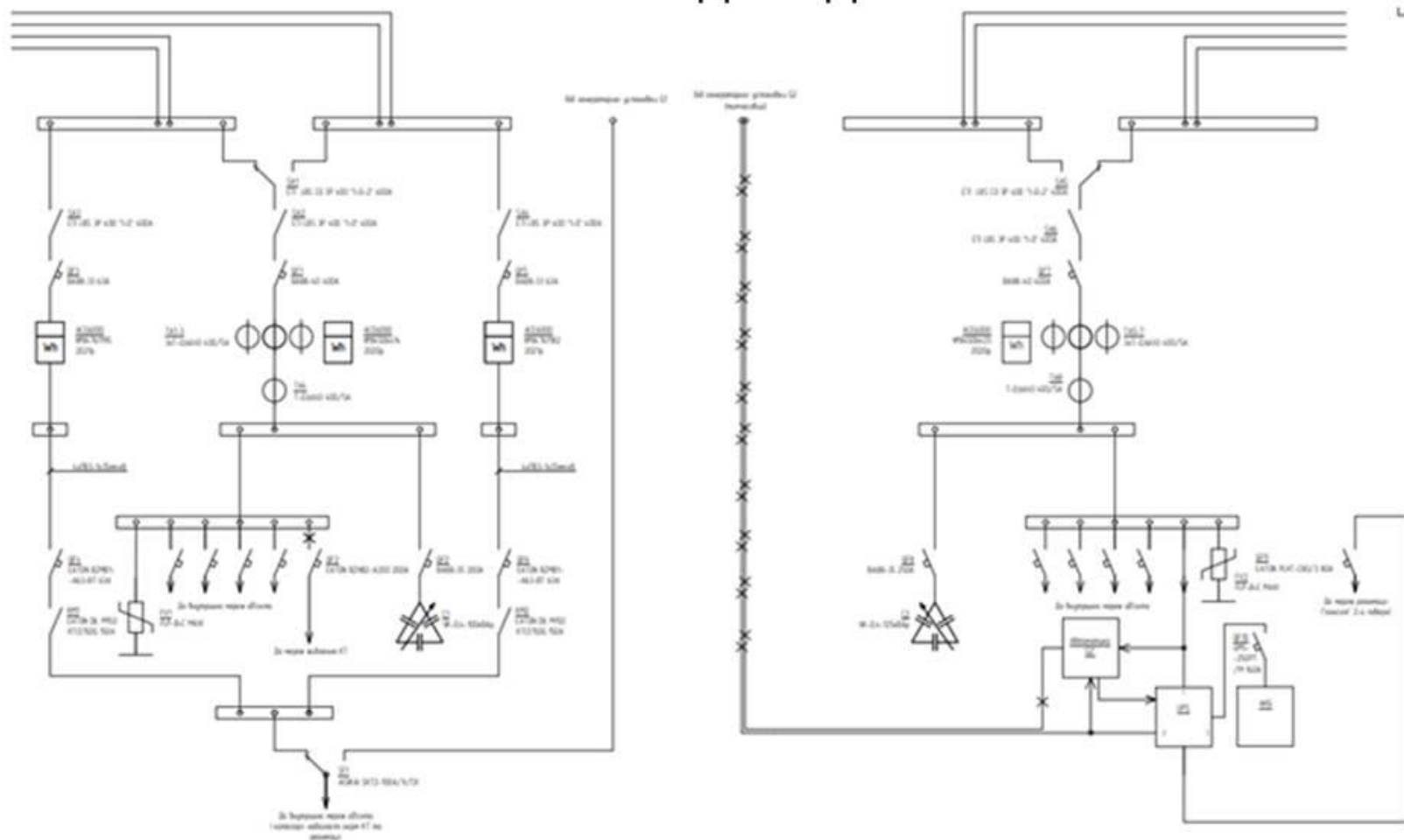
2 – щитова
будівлі;

3 – місце розташування генератора G2, який буде забезпечувати резервування живлення реанімаційного відділення;

4 –
трансформаторна
підстанція, від
якої живиться
лікарня .

План будівлі лікарні з розташуванням генераторів

Опис об'єкта дослідження



Існуюча електрична схема щитової лікарні

[illegible]

На рисунку позначено: СШ2.1 – перша секція шин другого вводу живлення лікарні; СШ2.2 – друга секція шин другого вводу живлення лікарні; SA5 – ручний перемикач лінії живлення (перекидний рубильник); SA6 – рубильник подачі живлення від другого вводу; QF7 – автоматичний вимикач обмеження потужності другого вводу живлення; TA5-7 – вимірювальні трансформатори струму 0,4кВ на вводі №2; Wh2 – лічильник електричної енергії на другому вводі живлення; TA8 – вимірювальний трансформатор струму для роботи компенсаційної установки; QF8 – автоматичний вимикач живлення компенсаційної установки; C2 – компенсаційна установка (існуюча); FV2 – обмежувачі імпульсних перенапруг на шинах 0,4кВ другого вводу; QF10 – автоматичний вимикач живлення АКБ; QF9 – автоматичний вимикач живлення споживачів реанімаційного відділення.

Опис об'єкта дослідження



Зовнішній вигляд генераторної установки АК-4150

На рисунку позначено: 1 – дизельний двигун внутрішнього згорання; 2 – синхронний генератор; 3 – блок керування та захисту; 4 – станина/основа для кріплення елементів генераторної установки; 5 – радіатор охолодження; 6 – пристрій газовідведення відпрацьованих газів; 7 – стартер генератора.

Параметри генераторної установки АК-4150

Виробник	Akxa
Потужність номінальна	145.6 кВт
Потужність номінальна	187.5 кВА
Потужність максимальна	160 кВт
Потужність максимальна	200 кВА
Коефіцієнт потужності (cos φ)	0.8
Напруга	220/380 В
Виконання	Відкрите
Автозапуск (ABP)	Так
Пуск	Електростартер
Ступінь захисту	IP43
Ступінь автоматизації	Автоматичний запуск
Мобільність	Стационарні
Термін гарантії	12 міс
Країна походження	Гуреччина
Система охолодження	
Система охолодження	рідиною
Генератор	
Число фаз	3
Двигун	
Модель двигуна	A6CRX69PI
Частота обертання двигуна	1500 об/хв
Бренд двигуна	AKSA
Кількість циліндрів	6
Паливна система	
Паливо	Дизель
Об'єм паливного бака	271 л
Датчик рівня палива	Так
Глушник	Так

Розрахунок об'єкта дослідження

При заданій повній потужності генераторної установки можна знайти активну потужність за формулою:

$$P_{г.н} = S_{г.н} \cdot \cos \varphi_{г.н},$$

де $S_{г.н}$ – повна номінальна потужність генераторної установки ($S_{г.н} = 187,5 \text{ кВА}$);

$\cos \varphi_{г.н}$ – номінальний коефіцієнт потужності установки ($\cos \varphi_{г.н} = 0,8$).

Отримаємо активну потужність в номінальному режимі роботи:

$$P_{г.н} = 187,5 \cdot 0,8 = 150 \text{ (кВт)}.$$

Струм, який буде розвивати ДБЖ в номінальному режимі роботи, можна знайти за виразом:

$$I_{г.н} = \frac{S_{г.н}}{\sqrt{3} \cdot U_{л.н}},$$

$$I_{г.н} = \frac{40000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 57,74 \text{ (А)}.$$

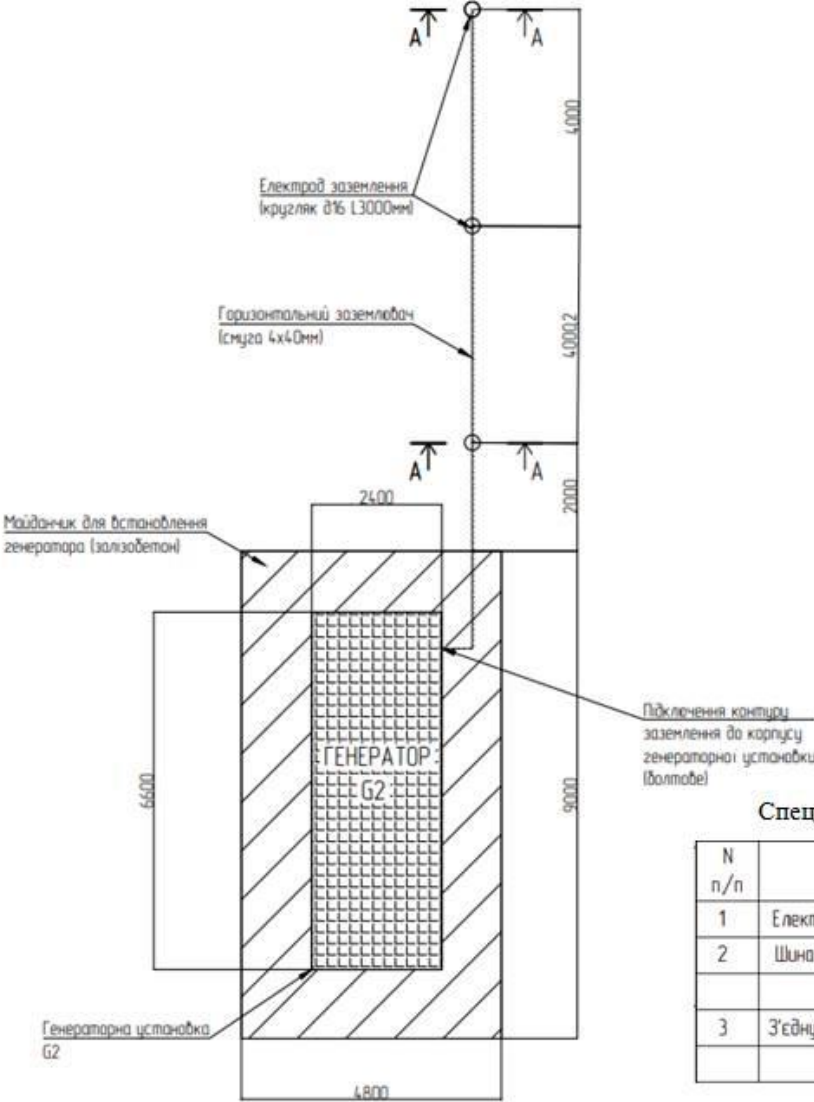
Розрахунок силового кабелю живлення генератора

Позначення	Переріз, мм.кв.	Матеріал жили	Довжина, м	Напруга, кВ	Кількість жил	Питоме навантаження одного жилла, кВт	Потужність, кВт	Коефіцієнт потужності	Активний опір, Ом/м	Індуктивний опір, Ом/м	Струм, А	Втрати напруги, В	Втрати напруги, %
AB6БШв	240	Алюм	50	0,4	1	150	150	0,800	0,0001	0,00033	270,63	6,77	1,69

Розрахунок силового кабелю живлення ДЖБ

Позначення	Переріз, мм.кв.	Матеріал жили	Довжина, м	Напруга, кВ	Кількість жил	Питоме навантаження одного жилла, кВт	Потужність, кВт	Коефіцієнт потужності	Активний опір, Ом/м	Індуктивний опір, Ом/м	Струм, А	Втрати напруги, В	Втрати напруги, %
ВВГнгд	25	Мідь	10	0,4	1	40	40	1,000	0,0007	0,00033	57,74	0,70	0,18

Влаштування заземлення генераторної установки



Специфікація матеріалів заземлення

N п/п	Найменування	Марка	Один вимір	Кіль-кість	Маса, кг	Примітка
1	Електрод заземлення	Ст.Ш18, L=3м	шт	3	5	15
2	Шина заземлення	Ст. 40x4мм	м	7	1,25	8,75
3	З'єднувач полоси 40x4 мм плашковий		шт	3		

Техніко-економічне обґрунтування вибору АВР

Для роботи автоматичної системи введення резерву живлення необхідно встановити щит АВР. Потужність щита повинна відповідати потужності споживачів, заживлених від цього щита. Оскільки точних значень потужності споживачів реанімаційного відділення невідомо, то будемо орієнтуватися на номінальну потужність генератора 150кВт. Отже, АВР повинен забезпечувати живлення споживачів потужністю 150кВт при струмах до 270А.

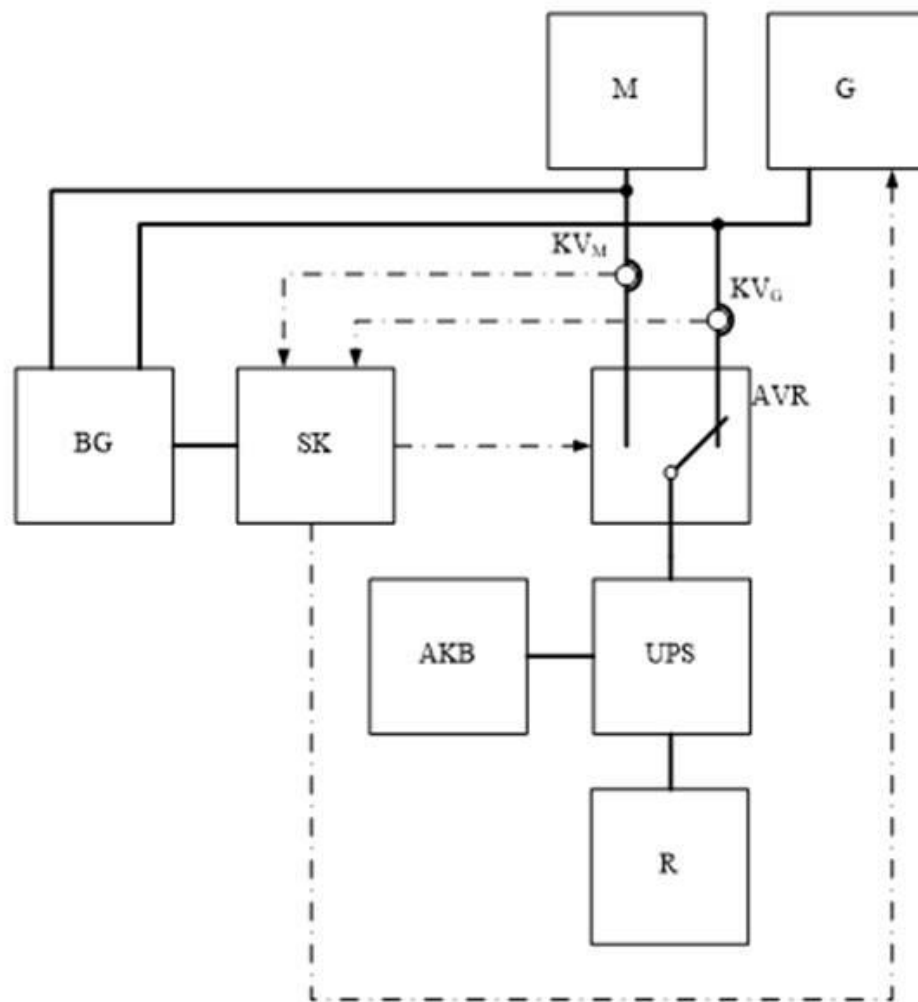
Для заданих умов виберемо три варіанти реалізації:

1. Щит АВР-300-160 на контакторах виробництва EPICENTR вартістю 97625грн (енергоефективність роботи 98,9%).
2. Щит АВР AI400A IP65 на контакторах виробництва MALCOMSON вартістю 64363грн (енергоефективність роботи 98,5%).
3. Щит АВР на перемикачі ETI 004661552 LBS CO 3P 400 («1-0-2» 400А) власної збірки орієнтовної вартості 2х19780грн (енергоефективність роботи 98,5%; вартість самого перемикача LBS CO 3P 400 19780грн).

Техніко-економічне співставлення систем автоматичного введення резерву живлення

	EPICENT R ABP- 300-160	MALCOMSON N ABP AI400A IP65	Власна збірка з ETI LBS CO 3P 400
Вартість додаткового обладнання, грн.	0	0	19780
Вартість АВР, грн.	97625	64363	19780
Капітальні затрати, грн.	97625	64363	39560
Річні кап. затрати, грн./рік	16596	10942	6725
Ефективність роботи системи, %	0,989	0,985	0,990
Затрати на електроен. грн./рік	115632	157680	105120
Затрати на амортиз., грн./рік	9763	6436	3956
Затрати на ремонт, грн./рік	1953	1287	791
Затрати на обслугов., грн./рік	6367	8270	5493
Приведені річні затрати, грн./рік	150311	184615	122086

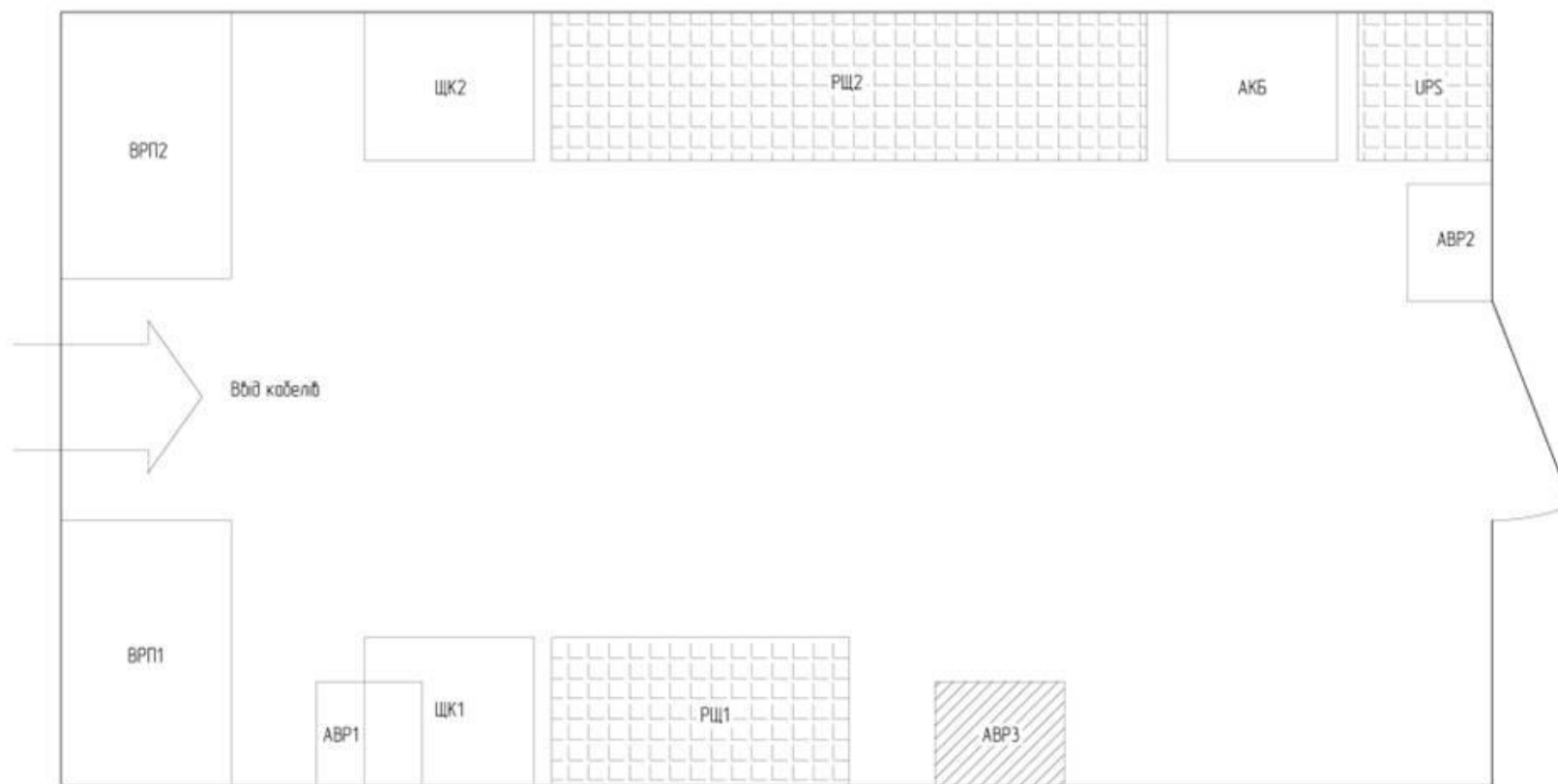
За результатами розрахунку трьох запропонованих систем АВР найкращою буде система власної збірки з перемикачем LBS CO 3P 400.



На функціональній схемі використано такі позначення: AVR – блок автоматичного введення резерву на основі перемикача; SK – система керування роботою перемикача; BG – блок живлення системи керування та перемикача; M – мережа живлення; G – генераторна установка G2; KV_M – сенсор наявності напруги мережі живлення; KV_G – сенсор наявності напруги на виході генератора; UPS – джерело безперебійного живлення; AKB – акумуляторні батареї; R – споживачі реанімаційного відділення.

Функціональна схема автоматизації процесу введення резерву для реанімаційного відділення лікарні

План розташування обладнання у щитовій



На рисунку позначено: ВРП1,2 – ввідні розподільчі пристрої першої та другої секції шин; ЩК1,2 – шафи компенсації реактивної потужності першої та другої секції шин; РЩ1,2 – розподільчі щити першої та другої секції шин; АВР1 – шафа АВР генератора G1; АВР2 – шафа АВР увімкнення ДБЖ; UPS – ДБЖ; АКБ – стійка з акумуляторними батареями; АВР3 – місце розташування АВР реанімаційного блоку.

Вибір обладнання автоматизації

Згідно техніко-економічних розрахунків у якості пеермикаючого пристрою АВРЗ використовується перемикач ETI LBS CO 3P 400. Зовнішній вигляд перемикача подано на рисунку



Зовнішній вигляд перемикача ETI LBS CO 3P 400

Технічні характеристики перемикача ETI LBS CO 3P 400

Артикул:	004661552
Назва:	LBS 400 3P CO
Категорія:	Перемикач навантаження
Кількість полюсів:	3
Тепловий струм I _{th} (A):	400
Номинальний робочий струм I _e AC-21 A/B при 415V (A):	400
Номинальна напруга ізоляції (V):	1000
Максимальна номінальна робоча напруга (V AC):	690
Кріплення:	На панелі

Потужність споживачів реанімаційного відділення приймемо рівною потужності ДБЖ, яка становить $P_f = P_{\text{мр.з}} = 40 \text{ кВт}$. Струм споживачів відповідно буде дорівнювати $I_f = I_{\text{мр.з}} = 57,74 \text{ А}$.

Пусковий струм споживачів реанімаційного відділення

$$I_{\text{пк}} = k_{\text{п}} I_f,$$

де $k_{\text{п}}$ – кратність пускового струму (приймемо $k_{\text{п}} = 1,4$);

I_f – номінальний струм споживача ($I_f = 57,74 \text{ А}$).

Отримаємо пусковий струм

$$I_{\text{пк}} = 1,4 \cdot 57,74 = 80,83 \text{ (А)}.$$

Умова вибору автоматичного вимикача для полегшених умов пуску має вигляд

$$I_{\text{н}} \geq I_{\text{пк}} = 80,83 \text{ (А)}.$$

Технічні характеристики автоматичного вимикача ETI EB2S 160/3LA 100A 3P

Артикул:	004671883
Назва:	EB2S 160/3LA 100A 3p
Категорія:	Автоматичний вимикач
Призначення:	МССВ
Номинальний струм (A):	100
Кількість полюсів:	3
Тип з'єднання:	переднє підключення
Стандарт:	60947
Номинальна імпульсна напруга U _{imp} (kV):	8
Номинальна вимикаюча здатність при короткому замиканні при 415V I _{cu} / I _{cs} (kA):	16/8
Номинальна робоча напруга (V AC):	690V
Номинальна робоча напруга (V DC):	250V
Номинальна напруга ізоляції (V):	800
Регулювання теплового захисту:	0,63-1
Регулювання електромагнітного захисту:	fixed
Регульований або фіксований:	регульований

Вибір обладнання автоматизації

Для роботи АВР3 необхідно оцінювати наявність напруги в мережі та у лінії від генератора. Це виконується за допомогою реле напруги. З досвіду встановлення систем АВР і для підтримання вітчизняного виробництва обираємо реле напруги НОВАТЕК-ЕЛЕКТРО РНПП-311. Зовнішній вигляд реле НОВАТЕК-ЕЛЕКТРО РНПП-311 подано на рисунку, а технічні характеристики – у таблиці.



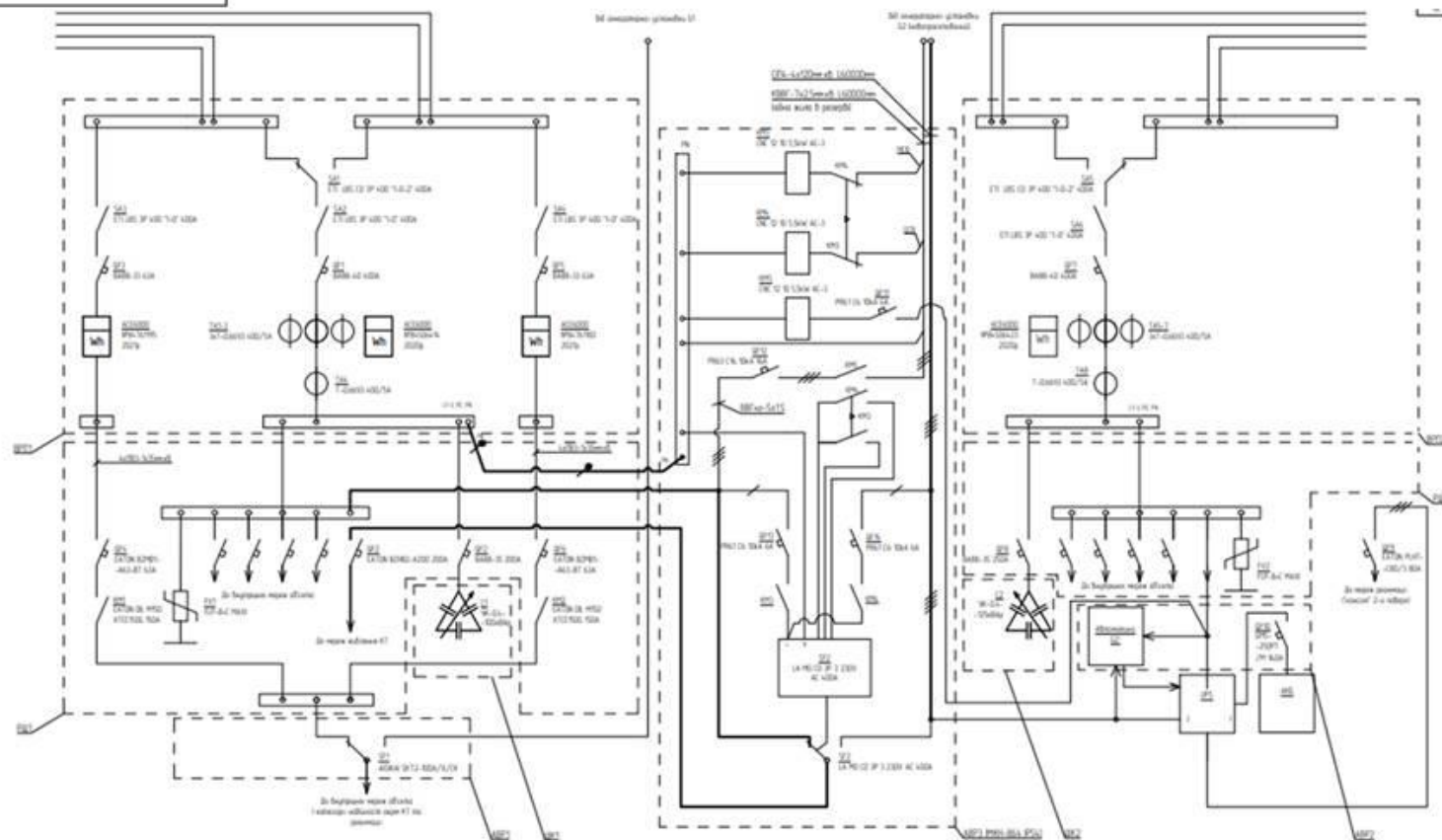
Зовнішній вигляд реле НОВАТЕК-ЕЛЕКТРО РНПП-311

Технічні дані контактора ETI RA-40 25F

Назва параметру	Значення
Кількість та тип контактів	4/4НВ
Номинальна робоча напруга, В	400
Операційна напруга змінного струму, В	230
Номинальний струм головного кола, А	25

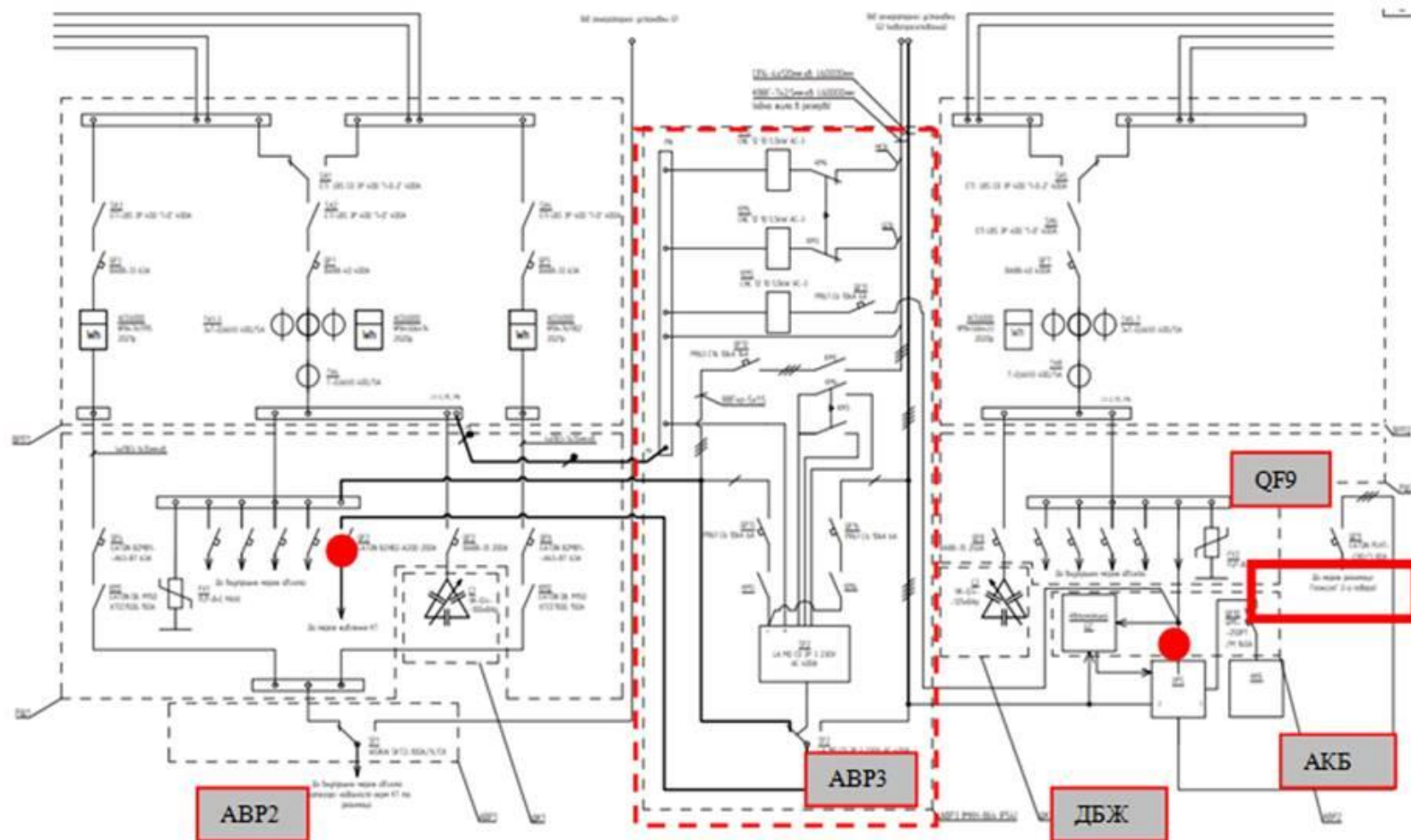
Параметри реле НОВАТЕК-ЕЛЕКТРО РНПП-311

Найменування	Значення
Номинальна лінійна / фазна напруга живлення мережі, В	400/230,415/240
Частота мережі, Гц	45-65
Гармонійний склад (несинусоїдність) напруги живлення	ДСТУ EN 50160:2014
Діапазон регулювання порогу спрацювання за максимальною / мінімальною напругою живлення, у відсотках від номінальної напруги	5-50
Діапазон регулювання часу спрацювання захисту, с	0-10
Діапазон регулювання часу АПВ, с	0-600
Фіксована затримка спрацювання за мінімальною напругою, с	12*
Час спрацювання при обриві однієї з фаз, с, не більше	0,2
Час готовності під час подання напруги живлення, с, не більше	0,2**
Величина визначення перекосу фаз, В	30
Гістерезис за напругою, В	5-6
Гістерезис за перекосом фаз, В	5-6
Точність визначення порогу спрацювання за напругою, В, не більше	3
Точність визначення перекосу фаз, %, не більше	2
Напруга, за якої зберігається працездатність:	
- за однією фазою, В	140-450
- за трьома фазами, В	95 - 450
Споживана потужність (під навантаженням), Вт, не більше	1,2
Максимальний комутуючий струм вихідних контактів, А	5
Комутуючий ресурс вихідних контактів:	
- під навантаженням 5 А ($\cos \phi = 1,0$), раз, не менше	100 тис.
- під навантаженням 1 А ($\cos \phi = 1,0$), раз, не менше	1 млн.



						08-24.БДР.023.00.000 Е3		
						АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА ВВЕДЕННЯ РЕЗЕРВУ ЖИВЛЕННЯ РЕАНІМАЦІЙНОГО БЛОКУ МІСЬКОЇ КЛІНІЧНОЇ ЛІКАРНІ ШВИДКОЇ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ №2 М. ВІННИЦЯ		
						Літера	Маса	Масштаб
						у		
						Арауш		Арауш
						Схема електрична принципова		
						ВНТУ. ЕМ-22мс		

Електрична принципова схема



Електрична схема живлення МКЛ швидкої медичної допомоги №2
м. Вінниця з пояснюючим надписами і позначеннями

Висновки

В бакалаврській дипломній роботі розроблено систему автоматичного вводу резерву реанімаційного відділення лікарні швидкої медичної допомоги №2 м. Вінниця.

У якості вихідних даних було отримано електричну схему мереж живлення лікарні з одним генератором і ДБЖ для живлення реанімації. Проблема полягала у тому, що існуючий генератор не міг забезпечити резервування живлення мереж реанімації. Більше того, мережа живлення лікарні побудована таким чином, що всі споживачі підключені до двох вводів і разом з реанімацією були споживачі іншого вводу, які також потрібно було зарезервувати. У власності лікарні був наявний генератор потужністю 187кВА, який можна було використати для вирішення цих проблем.

Для такого завдання було опрацьовано доступний матеріал, існуючу систему електропостачання, технічні дані наявного генератора.

Для відомої потужності генератора 187кВА було розраховано кабельну лінію живлення. Обрано кабель АВБШв-4х240мм² протяжністю 50м. Для роботи кін керування та власних потреб генератора обрано кабель КВВГ-7х1,5мм². Кабелі перевірено на пропускну спроможність та падіння напруги.

Під потужність генератора обрано три можливі системи АВР, а саме: шит АВР-300-160 на контакторах виробництва EPICENTR вартістю 97625грн (енергоефективність роботи 98,9%); шит АВР AI400A IP65 на контакторах виробництва MALCOMSON вартістю 64363грн (енергоефективність роботи 98,5%); шит АВР на перемикачі ETI 004661552 LBS CO 3P 400 («1-0-2» 400A) власної збірки орієнтовної вартості 2х19780грн (енергоефективність роботи 98,5%; вартість самого перемикача LBS CO 3P 400 19780грн). Виконано техніко-економічне співставлення цих реалізацій і отримано результат, що найбільш економічно доцільною є система на перемикачі ETI 004661552 LBS CO 3P 400 («1-0-2» 400A) власної збірки. Її приведені річні затрати склали 122086тис.грн.

Для обраної системи АВР було розроблено функціональну схему, яка складається з таких блоків: AVR – блок автоматичного введення резерву на основі перемикача; SK – система керування роботою перемикача; BG – блок живлення системи керування та перемикача; M – мережа живлення; G – генераторна установка G2; KV_M – сенсор наявності напруги мережі живлення; KV_G – сенсор наявності напруги на виході генератора; UPS – джерело безперебійного живлення; АКБ – акумуляторні батареї; R – споживачі реанімаційного відділення.

У наступних розділах роботи було обрано всі елементи АВР, а саме місце приєднання АВР; перемикач ETI LBS CO 3P 400 на струм 400A з можливістю ручного та автоматичного перемикання; автоматичний викидач ETI EB2S 160/3LA 100A 3P (з функцією регулювання теплового розшиплювача) для захисту мереж споживачів реанімаційного відділення від короткого замикання та перевантаження; контактори ETI RA-40 25F на струм 25A для кін керування; реле напруги НОВАТЕК-ЕЛЕКТРО РНПП-311 для сигналізації наявності та пропадання напруги в мережі та у лінії живлення генератора.

Також у роботі визначено місце розташування обладнання у щитовій будівлі і розроблено електричну принципову схему щитової і АВР. Дано пояснення до принципу роботи схеми АВР і вказано на основні особливості, а саме, розроблена схема має недолік, який полягає у тому, що якщо на ввіді №2 з'являється живлення, то генератор продовжує працювати, поки живлення не з'явиться на вводі №1. Але така особливість обумовлена саме специфікою розподілу споживачів лікарні між різними вводами живлення.

Також у роботі досліджено питання безпечної експлуатації дизельних генеруючих установок та електротехнічного персоналу під час оперативних перемикачів в електротехнічній щитовій споживача.

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Автоматична система введення резерву живлення реанімаційного блоку Міської клінічної лікарні швидкої медичної допомоги №2 м. Вінниця

Тип роботи: бакалаврська дипломна робота

Підрозділ: кафедра КЕМСК, ФЕЕЕМ, гр. ЕМ-22мс

Науковий керівник: к.т.н., доц. Мошноріз М. М.
(прізвище, ініціали, посада)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність	93,9 %
Схожість	6,1 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне)

☐ Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

☐ Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її автора. Роботу направити на доопрацювання.

☐ Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ☐ ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку

(підпис)

Паянок О.А.

(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи

(підпис)

Котенко Д.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Мошноріз М.
(прізвище, ініціали)

Масштаб

Архив

4-22мс

Назва
блоку 1

Тип р

Підро

Наука

Ан

☐ !

плагі

☐

надм

само

☐

плагі

на сп

Ос

систем

					08-24.БДР.023.00.000 ЕЗ				
					АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА ВВЕДЕННЯ РЕЗЕРВУ ЖИВЛЕННЯ РЕАНІМАЦІЙНОГО БЛОКУ МІСЬКОЇ КЛІНІЧНОЇ ЛІКАРНІ ШВИДКОЇ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ №2 М. ВІННИЦЯ	Літера		Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		у			
Розробив	Котенко Д.			28.05					
Перевірів	Мошноріз М.			28.05					
Т. контр.									
Рецензент	Лобода Ю.			10.06	Схема електрична принципова	Аркуш		Аркушів	
Н.контр.	Бомбик В.			28.06		ВНТУ, ЕМ-22мс			
Затв.	Мошноріз М.			28.06					