

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

На здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

На тему: Розробка системи освітлення та електропостачання

приміщень Милівецької філії Улашківського ОЗЗСО

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи ЕТм-61
спеціальності 141–Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

Білик М.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Осадца Я.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Коваль В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Коваль В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Золотий Р.З.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Загальні висновки кваліфікаційної роботи

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Гурик О. Я. к.т.н. доцент		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Клепчик В.М. проректор з адміністративно-господарської роботи та будівництва		
Нормоконтроль	Коваль В.П. к.т.н. зав.кафедри		

7. Дата видачі завдання 12 жовтня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Білик Максим Володимирович

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Осадца Ярослав Михайлович

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕТм–61.-Т.: ТНТУ, 2024.

Стор.63; рис. 10; табл. 22; джерел 19 ; додатків 3 стор.

Кваліфікаційна робота магістра виконана на підставі завдання на тему: «Розробка системи освітлення та електропостачання приміщень Милівецької філії Улашківського ОЗЗСО ».

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є виконання розрахунків систем освітлення та електропостачання до для закладу освіти.

Взявши за основу електротехнічні та світлотехнічні розрахунки розроблено проєкт систем робочого, аварійного освітлення та електропостачання для навчального закладу.

Ключові слова:

СВІТИЛЬНИК, ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, ПОТУЖНІСТЬ, СПОЖИВАЧ, НАПРУГА, СВІТЛОВИЙ ПОТІК РОБОЧИЙ СТРУМ.

ЗМІСТ

ЗМІСТ	4
ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Освітлення закладів освіти. Методи і вимоги	9
1.2 Загальні вимоги до електропостачання закладів освіти	11
1.2.1 Категорії надійності електропостачання	12
1.2.2 Енергоефективність та сучасні рішення	13
1.2.3 Відомості про надійність електропостачання навчальних закладів	15
1.2.4 Методи підвищення надійності електропостачання	16
1.3 Висновки до розділу 1	18
2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	19
2.1 Аналіз об'єкта проектування	19
2.2 Вибір джерел світла та системи освітлення	22
2.3 Вибір світлотехнічних параметрів системи закладів освіти	24
2.4 Світлові прилади. Їх опис та вибір.	26
2.5 Початкові дані для світлотехнічного розрахунку освітлювальної системи котельні та навчального закладу.	30
2.6 Схема живлення освітлювальних приладів котельні	33
2.7 Висновки до розділу 2	35
3 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	36
3.1 Розрахунок електричної освітлювальної мережі будівлі навчального закладу та котельні	36
3.1.1 Розрахунок освітлювальної мережі вибір захисних пристроїв та визначення струму навантаження	36
3.2 Розрахунок освітлення в котельні за допомогою DiaLux	38

3.3 Розрахунок електричної мережі будівлі навчального закладу та котельні	41
3.3.1 Розрахунок навантаження за коефіцієнтом попиту	47
3.4 Розрахунок електричної мережі за втратою напруги	49
3.5 Висновки до розділу 3	52
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	53
4.1 Надання долікарської допомоги при ураженні електричним струмом. Дія електричного струму на організм людини	53
4.2 Вплив освітлення на організм людини	59
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	62
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	64
ДОДАТКИ	65

ВСТУП

Актуальність теми . Сучасні вимоги до освітніх закладів передбачають не лише забезпечення належного рівня комфорту, але й впровадження енергоефективних та безпечних систем електропостачання і освітлення. Це особливо важливо в контексті енергозбереження та оптимального використання ресурсів. Ефективна робота таких систем позитивно впливає на навчальний процес, створює зручні умови для учнів та персоналу, а також має відповідати вимогам нормативно технічної документації.

Милівецька філія Улашківського (ОЗЗСО) є невід'ємною частиною освітньої мережі громади. Створення сучасної системи електропостачання та освітлення в її приміщеннях сприятиме підвищенню рівня комфорту й безпеки для учасників освітнього процесу, а також забезпечить економію енергії. Проектування цих систем повинно виконуватися з дотриманням діючих будівельних норм та правил, які регламентують всі етапи робіт: від вибору обладнання до технічної реалізації.

Для реалізації поставленої задачі необхідно керуватися Державними будівельними нормами (ДБН), що регулюють проектування електричних систем у громадських та освітніх установах. Так, ДБН В.2.5-23:2010 визначає загальні вимоги до електрообладнання цивільних об'єктів, включаючи основні принципи прокладання електромереж, вибору кабельних систем і забезпечення електробезпеки. Важливою складовою є і якість освітлення, що регулюється ДБН В.2.5-28:2018. У ньому зазначено норми рівнів освітленості, характеристики світлових потоків та вимоги до енергоефективності освітлювальних приладів.

При розробці проекту для Милівецької філії необхідно забезпечити не лише надійне електропостачання, але й сучасне штучне освітлення з енергоефективними технологіями. Використання LED-світильників, систем автоматичного регулювання освітлення та якісної проводки дозволить

мінімізувати енергоспоживання та створити оптимальні умови для навчання. Крім того, особлива увага має бути приділена безпеці електромережі та її стійкості до можливих навантажень.

Таким чином, головне завдання роботи полягає у розробці проекту системи освітлення та електропостачання приміщень Милівецької філії Улашківського ОЗЗСО з дотриманням усіх вимог чинних будівельних норм та стандартів.

Метою магістерської: кваліфікаційної роботи є виконання розрахунків систем освітлення та електропостачання відповідно до вимог ДБН В.2.5-23:2010 та ДБН В.2.5-28:2018 для навчального закладу.

Завдання роботи:

- виконано розрахунок системи освітлення методом коефіцієнта використання, а також із застосуванням програмного комплексу DIALux evo;
- підібрано світильники, які відповідають необхідним світлотехнічним параметрам і забезпечують високу економічну ефективність;
- розроблено та здійснено розрахунок електротехнічної частини для забезпечення живлення приміщень навчального закладу – Милівецької філії.

Об'єктом дослідження: процеси ефективності електропостачання та системи освітлення в навчальному закладі.

Предмет дослідження: система електропостачання приміщень навчальних закладів та система освітлення

Наукова новизна: розробка комплексного підходу до електропостачання та освітлення навчального закладу з урахуванням сучасних енергоефективних технологій. Запропоновано застосування LED-систем освітлення, автоматизованих систем керування освітленням та резервних джерел живлення, що дозволяє підвищити енергоефективність та забезпечити безперебійність

роботи освітніх приміщень. Вперше проведено детальний розрахунок освітлення з використанням спеціалізованого програмного забезпечення, що забезпечує відповідність нормативним вимогам та оптимізацію витрат електроенергії.

Практична цінність: електропостачання та розрахунку освітлення навчального закладу полягає у створенні комфортних і безпечних умов для навчального процесу. Правильно спроектоване освітлення сприяє підвищенню продуктивності учнів та зменшенню втомлюваності зору. Раціональне використання електроенергії дозволяє знизити експлуатаційні витрати та підвищити енергоефективність будівлі, що є важливим аспектом сталого розвитку закладу освіти.

Апробація результатів роботи. Результати представлені на XIII Міжнародній науковій технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій»[19].

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Освітлення закладів освіти. Методи і вимоги

Освітлення у навчальних закладах відіграє ключову роль у створенні комфортного, безпечного та ефективного навчального середовища. Якісне освітлення забезпечує оптимальні умови для зорового сприйняття, підвищує працездатність учнів та допомагає знизити ризик розвитку порушень зору. Проте організація освітлення у навчальних приміщеннях потребує врахування низки технічних, санітарних та енергоефективних вимог, закріплених у державних нормативних документах.

Якість зорового сприйняття суттєво впливає на здатність учнів засвоювати навчальний матеріал. Близько 70% усієї інформації людина отримує через зір, тому недостатній рівень освітлення або його неправильний розподіл може призвести до втоми очей, зниження концентрації уваги та, зрештою, до погіршення здоров'я дітей.

Особливо важливо забезпечити відповідне освітлення, де учні проводять основну частину навчального часу, виконуючи різноманітні завдання. Адекватне освітлення допомагає зменшити навантаження на зорову систему та створює комфортні умови для роботи.

Методи освітлення

У навчальних закладах використовують два основних типи освітлення: природне та штучне. Кожен із них має свої особливості, методи організації та вимоги.

Природне освітлення

Природне світло є найсприятливішим для здоров'я людини завдяки його спектральному складу. У навчальних закладах природне освітлення забезпечується через віконні прорізи.

Основні вимоги до природного освітлення:

- **Орієнтація приміщень:** Навчальні приміщення повинні бути орієнтовані на південь або схід для максимального використання природного світла.
- **Коефіцієнт природної освітленості (КПО):** Для класних кімнат коефіцієнт природного освітлення повинен відповідати нормативним значенням, щоб забезпечити достатній рівень освітленості.
- **Розмір вікон:** Площа вікон повинна складати не менше 1/6 площі підлоги приміщення.
- **Світлопропускання:** Склопакети мають забезпечувати максимальну світлопроникність при мінімальних тепловтратах.

Щоб уникнути надмірної освітленості або теплового перегріву приміщень, у вікнах можуть використовуватися сонцезахисні пристрої – жалюзі, штори або спеціальні покриття на склі.

Штучне освітлення

Штучне освітлення необхідне у вечірній час або в умовах недостатньої природної освітленості. Воно створюється за допомогою електричних світлових приладів і поділяється на такі види:

Локальне освітлення – додатково освітлює робочі місця учнів або дошку.

Аварійне освітлення - забезпечує безпечну евакуацію та мінімальний рівень видимості в разі відключення основного електропостачання.

Комбіноване освітлення – поєднує загальне та локальне освітлення для досягнення оптимальних умов роботи.

Вимоги до штучного освітлення

Штучне освітлення у навчальних закладах регулюється нормативними документами, зокрема ДБН В.2.5-28:2018. Основні вимоги включають:

- **Рівень освітленості:** У класах освітленість на робочих поверхнях має становити не менше 300 лк.

1.2 Загальні вимоги до електропостачання закладів освіти

Електропостачання закладів освіти є важливим елементом їх інфраструктури, що забезпечує безперебійне функціонування систем освітлення, опалення, вентиляції, комп'ютерної техніки та інших електричних приладів. Від якості та надійності електропостачання залежить створення безпечного, комфортного та енергоефективного середовища для навчання учнів і роботи персоналу. У проєктуванні систем електропостачання навчальних закладів необхідно дотримуватися відповідних будівельних норм і правил, що регламентують вимоги до електричних мереж, обладнання та безпеки.

Системи електропостачання в навчальних закладах повинні забезпечувати:

- **Надійність:** Постійне та безперебійне електроживлення для всіх споживачів.
- **Безпеку:** Використання захисних пристроїв для запобігання аварійним ситуаціям і забезпечення електробезпеки учасників освітнього процесу.
- **Енергоефективність:** Раціональне використання енергії шляхом впровадження сучасних технологій та обладнання.
- **Відповідність нормам:** Дотримання вимог Державних будівельних норм (ДБН), Правил улаштування електроустановок (ПУЕ) та інших регламентуючих документів.

Основним нормативним документом, що визначає вимоги до електропостачання будівель і споруд в Україні, є **ДБН В.2.5-23:2010 «Проектування електропостачання будівель і споруд»**. Цей документ регулює проєктування електричних мереж з урахуванням категорій надійності електропостачання, захисту та технічного обслуговування. І він

нам пригодиться в подальших розрахунках. Також він безпосередньо є у списку використаної літератури.

1.2.1 Категорії надійності електропостачання

Залежно від важливості споживачів електроенергії, заклади освіти можуть належати до різних категорій надійності електропостачання:

I категорія – електропостачання повинно бути безперебійним навіть у разі відключення основного джерела живлення. У навчальних закладах до цієї категорії відносять системи аварійного освітлення, пожежної сигналізації, ліфти для маломобільних груп населення та інші критично важливі системи.

II категорія – допускається короткочасне переривання електроживлення, необхідне для автоматичного підключення резервного джерела живлення.

III категорія – короткочасне відключення електропостачання допускається без значної шкоди для роботи систем. До цієї категорії належить більшість освітлювальних і побутових електроспоживачів у навчальних приміщеннях.

Основні норми електропостачання навчальних закладів Розрахунок потужності споживачів проводиться на основі даних про освітлювальні прилади, обладнання в навчальних кабінетах (комп'ютери, проєктори, інтерактивні дошки тощо), системи опалення, вентиляції та інші електропристрої. Загальна потужність споживання визначається з урахуванням коефіцієнтів попиту та одночасності роботи електричних приладів.

Електропостачання повинно забезпечувати стабільне живлення для природного та штучного освітлення приміщень, що регулюється **ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення»**. Основні вимоги включають:

Рівні освітленості: Робочі поверхні в класах повинні мати освітленість не менше 300-500 лк. **Якість електричного світла:** Використання джерел світла з нейтральною колірною температурою (4000-5000 K) і високим коефіцієнтом кольоропередачі ($Ra > 80$).

Енергоефективність: Рекомендовано застосовувати світлодіодні світильники з можливістю димування та автоматичного регулювання.

Забезпечення електробезпеки є пріоритетним завданням під час проєктування електропостачання закладів освіти. Основні вимоги включають:

Встановлення автоматичних вимикачів та пристроїв захисного вимкнення (ПЗВ) для захисту від коротких замикань та витоків струму.

Заземлення та занулення всіх електричних установок відповідно до ПУЕ.

Захист електричних мереж від перевантажень і перепадів напруги.

Використання безпечної електричної арматури, особливо у приміщеннях з підвищеною вологістю.

Системи аварійного живлення

Відповідно до ДБН, навчальні заклади повинні мати системи аварійного електропостачання для живлення критично важливих об'єктів, таких як:

- Аварійне освітлення шляхів евакуації.
- Системи пожежної сигналізації та оповіщення.
- Окремі розетки для підключення медичного та рятувального обладнання.

Джерелами резервного живлення можуть бути акумуляторні батареї, дизель-генератори або інші автономні пристрої.

1.2.2 Енергоефективність та сучасні рішення

Сьогодні особлива увага приділяється енергоефективності електропостачання. Використання енергоощадних технологій допомагає зменшити витрати на електроенергію, що є актуальним для освітніх закладів з обмеженим бюджетом.

Сучасні енергоефективні рішення включають:

- Використання LED-освітлення з можливістю димування.
- Впровадження систем автоматичного керування освітленням на основі датчиків руху та освітленості.
- Застосування сучасних трансформаторів з низькими втратами.
- Встановлення систем моніторингу енергоспоживання для оптимізації роботи електромереж.

Електропостачання навчальних закладів має відповідати високим стандартам надійності, безпеки та енергоефективності. Дотримання вимог ДБН та інших нормативних документів дозволяє забезпечити стабільне функціонування всіх систем, створити комфортні умови для навчання та роботи, а також підвищити енергоефективність закладу. Сучасні технології та інноваційні рішення у сфері електропостачання сприяють раціональному використанню енергетичних ресурсів та зниженню експлуатаційних витрат.

- **Однорідність освітлення:** Світло має рівномірно розподілятися по всій площі приміщення, щоб уникати темних зон.
- **Відсутність відблисків:** Світильники повинні бути обладнані антивідблисковими екранами для зниження ймовірності утворення бликів.
- **Колірна:** Оптимальним для навчальних закладів є нейтральне біле світло (4000 K), яке забезпечує комфортні умови для роботи.
- **Енергоефективність:** Використання світлодіодних (LED) світильників дозволяє значно знизити енергоспоживання та забезпечує тривалий термін служби освітлювальних приладів.

Технології для покращення освітлення

Сучасні технології дозволяють автоматизувати системи освітлення та підвищити їх ефективність:

- **Датчики руху:** Вони забезпечують вмикання світла тільки тоді, коли у приміщенні є люди.
- **Димери:** Дозволяють регулювати інтенсивність освітлення залежно від умов у приміщенні.
- **Системи автоматичного керування:** Такі системи можуть адаптувати освітленість відповідно до рівня природного світла у класах.

Правильна організація освітлення у навчальних закладах є надзвичайно важливим завданням, оскільки вона впливає на здоров'я учнів, їхню продуктивність та комфортність перебування у приміщеннях. Дотримання норм та вимог до природного і штучного освітлення, а також впровадження сучасних енергоефективних технологій дозволяє створити оптимальне освітлювальне середовище, яке сприяє успішному навчальному процесу та профілактиці порушень зору серед дітей.

1.2.3 Відомості про надійність електропостачання навчальних закладів

Поняття надійності електропостачання

Надійність електропостачання визначається як здатність електричної мережі забезпечити безперебійне та стабільне постачання електричної енергії споживачам при мінімальних втручаннях або відмовах. Для навчального закладу це означає, що система електропостачання має бути спроектована таким чином, щоб забезпечувати безперервну подачу енергії до всіх важливих об'єктів, таких як навчальні корпуси, кабінети, лабораторії, спортивні зали, системи освітлення та опалення.

Оцінка надійності електропостачання здійснюється за кількома основними параметрами: **Ймовірність безперебійної роботи** – визначається ймовірністю того, що система електропостачання працюватиме без відмов впродовж певного часу.

Тривалість відключень – час, протягом якого споживач залишається без електричної енергії внаслідок аварій або технічних несправностей.

Частота відмов – кількість випадків, коли електрична мережа або обладнання зазнають відмови за певний період часу.

Ці параметри дозволяють оцінити рівень надійності електричної мережі і сприяють вибору оптимальних рішень для забезпечення стабільного постачання електричної енергії в навчальному закладі.

Згідно з НД України, зокрема ДБН В.2.5-23:2018 «Електричні установки», електричні мережі навчальних закладів повинні відповідати певним вимогам до надійності, безпеки та ефективності.

Надійність постачання електричної енергії: Для навчальних закладів передбачено мінімум два джерела живлення (основне і резервне), щоб при відключенні одного з них забезпечити безперервне електропостачання.

Розподіл навантаження: Всі важливі об'єкти (освітлення, опалення, вентиляція, комп'ютерні класи) повинні мати окремі лінії живлення від основного та резервного джерела енергії.

Рівень безпеки: Використання систем автоматичного відключення від мережі при перевантаженнях або коротких замиканнях для забезпечення захисту людей і обладнання.

Стабільність напруги: Виконання вимог щодо стабільності напруги в межах, визначених стандартами для безпечної експлуатації електроприладів.

Автоматизація: Використання автоматизованих систем управління для моніторингу роботи електричних установок і виявлення потенційних проблем до того, як вони стануть серйозною загрозою.

1.2.4 Методи підвищення надійності електропостачання

Для підвищення надійності електропостачання в навчальних закладах використовуються різноманітні методи, які включають удосконалення технічних рішень, використання сучасних технологій та організаційних заходів.

Дублювання джерел живлення: Для забезпечення безперебійного постачання електричної енергії у разі відключення одного джерела живлення доцільно використовувати систему дублювання. Це можуть бути як резервні трансформатори, так і альтернативні джерела енергії (генератори, сонячні панелі).

Використання автоматизованих систем управління: Встановлення автоматичних пристроїв, які можуть швидко виявляти аварійні ситуації і оперативно переключати навантаження на резервні джерела енергії або блокувати несправне обладнання. Це дозволяє мінімізувати час відключень і зменшити ризик аварій.

Технічне обслуговування та перевірки: Постійне обслуговування і перевірка установок допомагає запобігти багатьом відмовам та аваріям. Важливе значення має своєчасне проведення оглядів трансформаторів, ліній живлення та розподільчих пристроїв.

Підвищення ефективності та стабільності мереж: Використання більш ефективних та надійних матеріалів для будівництва електричних мереж, таких як кабелі з поліпшеними ізоляційними властивостями, дозволяє підвищити стабільність роботи системи.

Налагодження системи моніторингу: Встановлення систем моніторингу електричної мережі дає змогу своєчасно виявляти порушення у роботі обладнання, аналізувати причини відмов і приймати оперативні заходи для їх усунення.

Забезпечення надійного електропостачання навчального закладу є основним фактором для організації безперебійної роботи навчального процесу та забезпечення безпеки усього персоналу та учнів. Надійність системи електропостачання повинна відповідати вимогам чинних норм та стандартів, зокрема ДБН, і включати як технічні, так і організаційні заходи. Впровадження сучасних методів підвищення надійності, таких як дублювання джерел живлення, автоматизоване управління, регулярне технічне обслуговування та моніторинг, допомагає значно знизити ризик відключень і аварій у системі електропостачання.

1.3 Висновки до розділу

1. У проектуванні освітлення навчальних приміщень враховані основні вимоги, що визначають специфіку встановлення таких систем на об'єктах.
2. Електропостачання в навчальних закладах повинно відповідати високим стандартам надійності, безпеки та енергоефективності. Дотримання норм ДБН та інших нормативних актів гарантує стабільну роботу всіх систем.
3. Забезпечення надійного електричного постачання в навчальному закладі є критично важливим для безперебійного функціонування навчального процесу та забезпечення безпеки як учнів, так і персоналу.

2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Аналіз об'єкта проектування

Об'єктом проектування в моїй роботі є будівля Милівецької філії яка має два поверхи та приміщення котельні, що розташовані у селі Милівці Тернопільської області Чортківського району. Стельове покриття в більшості навчальних кабінетів виконане у вигляді стандартного бетонного перекриття, що є простим та функціональним рішенням для даного типу споруд. У коридорах, спортивному залі, майстерні та деяких інших приміщеннях застосовано підвісну стелю типу "Армстронг", що дозволило оптимізувати процес встановлення освітлювальних приладів. Зокрема, щоб спростити монтаж та підвищити енергоефективність використовуються LED-панелі «Юпітер», які вбудовуються безпосередньо у стельове покриття.

Особливістю освітлення є розташування вікон: одна частина будівлі орієнтована на південну сторону, інша — на північну, виникає потреба у додатковому освітленні приміщень, що знаходяться на північній стороні, де рівень природного освітлення є недостатнім.

Перший поверх філії . На ньому є 20 кімнат, які включають навчальні класи, кабінети, технічні приміщення та підсобні кімнати. Детальна інформація про приміщення та їх характеристики наведена у таблиці 2.1.

Другий поверх будівлі розміщено 18 кімнат, серед яких також присутні навчальні кабінети, учительська, санітарні приміщення та інші допоміжні кімнати. Характеристики кімнат поверху представлено у таблиці 2.2.

Приміщення котельні є окремою будівлею, де розташовано три кімнати, включаючи основне приміщення котельні та дві кладові. Основне приміщення котельні обладнане системами для теплопостачання навчального закладу. Тут встановлено необхідне обладнання, таке як газові котли. Для забезпечення надійної та безперебійної роботи котельні передбачено додаткове резервне електроживлення. У приміщеннях котельні також враховано особливі вимоги

до вентиляції та освітлення, щоб забезпечити безпечні умови експлуатації обладнання та комфорт для персоналу. Детальна інформація про приміщення котельні наведена у таблиці 1.3.

Таблиця 2.1- Дані приміщень

№	Приміщення	Загальна площа	Довжина	Ширина	Висота
21	Кладова 3	9	6	1,5	2,8
22	Кладова 4	9	6	1,5	2,8
23	Клас 4	36	6	6	2,8
24	Сходи3	3,75	3	1,25	2,8
25	Клас 5	36	6	6	2,8
26	Клас 6	34,2	6	5,7	2,8
27	Клас 7	48	6	8	2,8
28	Клас 8	22,5	5	4,5	2,8
29	Кладова 5	10	5	2	2,8
30	Бібліотека	22,5	5	4,5	2,8
31	Клас 9	17,5	5	3,5	2,8
32	Читальний зал	25	5	5	2,8
33	Клас 10	25	5	5	2,8
34	Міні-музей	20	5	4	2,8
35	Сходи 4	3,75	3	1,25	2,8
36	Кухня	11,375	1,75	6,5	2,8
37	Їдальня	76,05	11,7	6,5	2,8
38	Коридор 2	75,435	32,1	2,35	2,8

Таблиця 2.2- Дані приміщень

№	Приміщення	Загальна площа	Довжина	Ширина	Висота
1	Спортзал	150	17,3	8,65	6
2	Кладова	22,5	5	4,5	2,8
3	Роздягальна	10	5	2	2,8
4	Фойє	10,98	2,4	4,575	2,8
5	Кабінет директора	17,5	5	3,5	2,8
6	Учительська	25	5	5	2,8
7	Чоловічий туалет	9,75	5	1,95	2,8
8	Учительський туалет	1,62	1,8	0,9	2,8
9	Жіночий туалет	9,75	5	1,95	2,8
10	Сходи	3,75	3	1,25	2,8
11	Кладова 2	11,5895	1,783	6,5	2,8
12	Майстерня	76,05	11,7	6,5	2,8
13	Комп'ютерний клас	48	6	8	2,8
14	Клас 1	34,2	6	5,7	2,8
15	Клас 2	36	6	6	2,8
16	Сходи 2	3,75	3	1,25	2,8
17	Клас 3	36	6	6	2,8
18	Жіночий душ	9,9	6	1,65	2,8
19	Чоловічий душ	9,9	6	1,65	2,8
20	Коридор	130	32,1	2,5	2,8

Таблиця 2.3 – Експлікація котельних приміщень

№	Приміщення	Загальна площа	Довжина	Ширина	Висота
1	Кладова	40	5	8	2.8
2	Кладова	40	5	8	2,8
3	Котельня	64	8	8	2,8

2.2 Вибір джерел світла та системи освітлення

Для освітлення всіх приміщень навчального закладу доцільно обрати загальне рівномірне освітлення, яке відповідає вимогам освітлення для закладів освіти [1, 2]:

Навчальне освітлення — основним завданням якого є забезпечення якісної та достатньої освітленості у навчальних класах, аудиторіях та кабінетах.

Робоче освітлення — призначене для спеціалізованих приміщень, таких як комп'ютерні класи, майстерні та лабораторії, де є підвищені вимоги до освітлення робочих місць.

Евакуаційне освітлення — необхідне для безпечної та швидкої евакуації учнів, працівників та персоналу у випадках надзвичайних ситуацій. Таке освітлення зазвичай розташовується вздовж шляхів евакуації, включаючи коридори, сходові клітки та виходи.

Організаційне освітлення — використовується для підсвічування табличок, планів евакуації, вказівників та інших інформаційних елементів. Воно допомагає орієнтуватися у приміщеннях та сприяє забезпеченню безпеки в навчальному закладі.

Для забезпечення належної освітленості у всіх приміщеннях навчального закладу може застосовуватися система робочого освітлення, яка забезпечує оптимальні умови для учнів і персоналу під час виконання завдань. Для

аварійного освітлення використовується система евакуаційного освітлення, що пролягає через коридори та інші евакуаційні маршрути.

Джерела світла на основі світлодіодних технологій (LED) є оптимальним та сучасним рішенням для освітлення будівель, включно з навчальними закладами. LED-світильники мають значні переваги:

Енергоефективність: Світлодіоди споживають на багато менше електроенергії якщо порівнювати їх з традиційними лампами розжарювання чи люмінесцентними. Вони ефективно перетворюють електричну енергію у світло, що дозволяє зменшити витрати на електропостачання.

Довговічність: Термін служби світлодіодних ламп у декілька разів перевищує показники застарілих джерел світла. LED-лампи здатні працювати до 49999 годин, що сильно знижує витрати на їх обслуговування та заміну.

Екологічність: У конструкції LED-ламп не використовуються токсичні речовини, такі як ртуть, а також вони не будуть виділяти шкідливих парів. Це означає що вони є безпечними для навколишнього середовища.

Миттєва робота: Світлодіодні лампи вмикаються миттєво без затримок, що є важливою перевагою порівняно із традиційними лампами.

Гнучкість у дизайні: LED-освітлювальні прилади доступні у різних формах чи розмірах а також кольорах, що дає можливість легко підібрати їх під будь-який інтер'єр та технічні вимоги приміщень.

Освітлення в котельні має специфічні вимоги, оскільки це технічне приміщення, де встановлене обладнання для теплопостачання навчального закладу. У котельні необхідно забезпечити робоче освітлення з підвищеною рівномірністю, яке дозволить персоналу безпечно обслуговувати обладнання та виконувати роботи з технічного обслуговування. Також важливо передбачити аварійне освітлення у випадку перебоїв з електропостачанням, щоб забезпечити безпечну евакуацію та можливість виконання аварійних робіт. У якості джерел світла доцільно використовувати світлодіодні світильники, які є енергоефективними, довговічними та здатні працювати в умовах технічних приміщень з підвищеними вимогами до безпеки.

Таким чином, застосування світлодіодного освітлення в усіх приміщеннях закладу освіти, включно з котельнею, забезпечить економічність, надійність, довговічність та високу якість освітлення.

2.3 Вибір світлотехнічних параметрів системи освітлення закладу освіти.

Щоб визначити нормовані параметри системи освітлення закладу освіти користуватимемося джерелом [3]. Одне із основних параметрів, яке буде підлягати нормуванню при освітленні це рівень освітленості. До основних приміщень належать: навчальні класи, комп'ютерний клас, читальний зал, мінімузей та майстерня бібліотека,. Допоміжні приміщення для навчального закладу: спортивний зал, кладові, роздягальні, коридори, фойє, учительська кімната, кабінет директора, туалети, душові, їдальня сходи, кухня .

Крім того, важливими є вимоги до освітлення котельних приміщень, які відіграють ключову роль у забезпеченні теплопостачання будівлі. У котельнях необхідно забезпечити належний рівень освітленості для виконання обслуговуючим персоналом технічних робіт та контролю за обладнанням. Згідно з нормами, освітленість у котельнях повинна становити **200 люкс**. Це дозволяє забезпечити безпечні та комфортні умови для працівників, особливо під час виконання завдань, пов'язаних із ремонтом, обслуговуванням та контролем систем опалення.

Нормативні показники рівнів освітленості для всіх зазначених приміщень, включаючи котельні, узагальнено в таблиці, що наведена нижче. У таблиці наведено рекомендовані значення освітленості відповідно до чинних будівельних норм і правил (БНіП), які забезпечують комфортні та безпечні умови для навчання, роботи та перебування в закладі.

Таблиця 2.4 – Світлотехнічні параметри будівлі.

Тип	Номер на плані	Нормована освітленість, лк	Висота татипробочої поверхні
Спортзал	1	1	Г - 0
		75	В - 2
		200	Г - 0
Кладові	1.1, 1.2, 2, 11, 21, 22, 29	100	Г – 0.8
Роздягальня	3	150	Г - 0
Бібліотека	30	200	В-1
Учительська а також кабінет директора	5,6	300	Г – 0.8
Туалет	7, 8, 9	75	Г - 0
Сходи	10, 16, 24, 35	1	Г -0
		100	Г - 0
Клас	14, 15, 17, 23, 25, 26, 27, 28, 31, 33,	500	В - 1.5
		400	Г – 0,8

Продовження для табл. 2.4

Тип	Номер на плані	Нормована освітленість, лк	Висота татип робочої поверхні
Майстерня	12	1	Г - 0
		300	Г – 0.8
Комп'юторний клас	13	200	В - 1
		400	Г – 0.8
Душ	18, 19	50	Г - 0
Коридор	20, 38,	75	Г - 0
Кухня	36	200	Г – 0.8
Читальний зал	32	400	Г- 0.8
Міні музей	34	200	Г – 0.8
Котельня	2.3	75	В- 1.0
Їдальня	37	200	Г – 0.8
Фойє	4	150	Г - 0

2.4 Світлові прилади. Їх опис та вибір.

Обираючи світильники для будівлі, основною орієнтацією будуть вимоги щодо їх правильного монтажу в різних типах приміщень. Окрім цього, важливим фактором є підбір світильників з урахуванням їх колірної

температури. Оскільки в більшості приміщень передбачається встановлення підвісних стель типу «Армстронг», для освітлення буде обрано світлові прилади, які будуть монтуватися в стелю.

Освітлення офісних приміщень роздягалень, кабінету директора приміщення охорони, учительської, комп'ютерних класів та загальних класів навчального призначення вибрано світильники типу ДВО20У Юпітер-LED-панель. [8].

Для котельного приміщення, де також важливо забезпечити належне освітлення для безпечної роботи персоналу, передбачено використання спеціальних світильників з підвищеним рівнем світлової потужності, які відповідають вимогам безпеки та функціональності у таких умовах

Для освітлення таких приміщень, як, кладові приміщення, вибрано ДББ28У Селена – LED – М, Зображення представлено на (рис. 2.2), а основні характеристики наведені у [9]. Клас електрозахисту даного світильника І. Важливим показником є пило та вологозахист. Для цього світильника він дорівнює IP-65. Потужність даного світильника 16 Вт. На рахунок світлового потоку для світового приладу, він коливається від 960 до 2400. Коефіцієнт активної потужності дорівнює 0.95. Колірна температура досить сильна, а саме 4000К. Світлова віддача 120 лм/Вт.



Рисунок 2.1 – ДББ28У Селена-LED-М

Для котельні, основна характеристика це звичайно вибухо захист. Тому було обрано саме такий світильник. Адже він підходить по всіх нормативних документах та НТД. Світильник відповідає I класу електрозахисту, що означає наявність додаткового захисного заземлення для забезпечення безпеки у разі пошкодження ізоляції. Ступінь пило- та вологозахисту IP66 вказує на повну герметичність від потрапляння пилу та захист від водяних струменів з будь-якого напрямку, що дозволяє використовувати пристрій у вологих і запилених середовищах.

Потужність світильника становить 30 Вт, що забезпечує високу енергоефективність при мінімальних витратах електроенергії. Тип кривої сили світла "Д" забезпечує рівномірний розподіл світла у просторі, що підходить для загального освітлення великих площ.

Світловий потік приладу складає 5450 люменів, що гарантує достатню яскравість для освітлення робочих або навчальних зон. Коефіцієнт активної потужності 0,95 свідчить про ефективне використання електричної енергії з мінімальними втратами.

Світлова віддача світильника дорівнює 140 лм/Вт, що є високим показником ефективності, характерним для сучасних світлодіодних технологій. Корельована колірна температура 4000 К відповідає нейтральному білому світлу, яке створює комфортні умови для роботи та навчання без зайвого навантаження на очі.



Рисунок 2.2 - ДСП592Ех

Аварійно евакуаційне освітлення [3] та [12], Освітлення шляхів евакуації має працювати в режимі аварії не менше 1 години. Відповідно до цих вимог було обрано світильник ДБО02ВСП (Аварійний). Його зображення наведено на (рис. 2.6), а основні характеристики представлені нижче.

Світильник відповідає І класу електрозахисту, що передбачає наявність захисного заземлення для безпечної експлуатації пристрою. Ступінь пило- та вологозахисту IP65 забезпечує повну герметичність від потрапляння пилу та захист від водяних струменів під будь-яким кутом, що дозволяє використовувати прилад у складних умовах середовища.

Потужність світильника становить 6 Вт, що вказує на його енергоефективність при виконанні основних функцій. Час безперервної роботи складає 3 години, що є оптимальним для завдань, які потребують стабільного освітлення протягом певного періоду.

Коефіцієнт активної потужності досить високий що, свідчить про високу ефективність приладу з мінімальними енергетичними втратами, що дозволяє використовувати електроенергію максимально продуктивно.

Це робить світильник надійним і ефективним рішенням для освітлення в умовах, що потребують захищених та економічно вигідних пристроїв.



Рисунок 2.3 - ДБО02ВСП (Аварійний)

Для забезпечення більш ефективної та надійної евакуації з приміщень, що мають велику площу, обрано світильник ДПП06У. (рис. 2.7), а технічні характеристики наведено нижче. Світильник ДПП06У (аварійний) має аналогічні технічні характеристики та параметри що і ДБО02ВСП (Аварійний)



Рисунок 2.4 - ДПП06У (Аварійний)

2.5 Початкові дані для світлотехнічного розрахунку освітлювальної системи котельні та навчального закладу.

Для виконання світлотехнічного розрахунку систем освітлення використовуються такі вихідні дані:

- Нормоване значення освітленості;
- Світлотехнічні параметри світильників;
- Розрахункова висота;
- Коефіцієнт запасу.

Оскільки для приміщень, розташованих у будівлі, позначеній на плані як **I**, світлотехнічний розрахунок було виконано заздалегідь, його результати наведено у таблиці 1,5 [18]. Для приміщень котельні, що позначена на плані як **II**, проведемо світлотехнічний розрахунок окремо.

Таблиця 2.5 – Результат розрахунку для будівлі школи

Тип приміщення	Позначення на плані	Тип світлових приладів	h _р м	К _з
Спортзал	1	ДПП27У EFF-CTLED	5,94	1,56
кабінет директора , учительська	5, 6,	ДВО20У Юпітер-LED-панель	1,94	1,56
Майстерня, бібліотека зал, міні музей, їдальня, читальний	30, 12, 34,32		1,94	1,79
Роздягальня,	3,		2,74	1,58
фойє, сходи ,	4, 10,16, 24, 35	ДПО26В	2,74	1,58
Усі класи та компютерний,	33, 31, 25, 26, 17, 13, 14, 28, 15, 23,27,		1,94	1,58
коридор	20, 38		2,74	1,79
Туалети для учнів та душові для учнів	18,9,8,19	ДББ28У Селена – LED – М	2,73	1,56
Кладові, кухня	2,11,21,22,29, 36		1,93	1,79
Учительський туалет	8	ДББ27У Селена LED 1	2,74	1,56

Світлотехнічні параметри світлових приладів, що застосовуються у світлотехнічних розрахунках, включають такі показники, як світловий потік та криву сили світла. Розрахункова висота визначається за допомогою формули, наведеної нижче..

$$h_p = h - h_1 - h_{p.n.}, \quad (2.1)$$

Де h – висота приміщення, яка становить 2,80 м.
 h_1 – відстань від верхньої частини світильника до поверхні стелі.
 $h_{p.n.}$ – висота, на якій розташована розрахункова робоча поверхня відносно рівня підлоги.

Значення h_1 визначається на основі товщини світлових приладів, що використовуються:

- Для світильників ДСП592Ех значення H_1 дорівнює 0,20 м;
- Для світильників ДББ28У Селена – LED – М значення h_1 складає 0,07 м.

Для різних приміщень значення $h_{p.п}$ відрізняється:

- У кладовій висота робочої поверхні становить 0,8 м;
- У приміщенні котельні – 1 м.

Виконаємо обчислення розрахункової висоти для приміщення кладової.

$$h_p = 2,80 - 0,07 - 0,8 = 1,93 \text{ м.}$$

В приміщенні котельні $h_{p.п.} = 1 \text{ м.}$, отримаємо:

$$h_p = 2,80 - 0,20 - 1,00 = 1,60 \text{ м.}$$

Наступним кроком є забезпечення необхідного рівня освітленості на кінець терміну служби світильників або після їх очищення.

Для цього застосовують коефіцієнт запасу, що дозволяє компенсувати зниження освітленості. Він визначається шляхом порівняння параметрів робочих поверхонь з початку і в кінці експлуатації світильників. Значення коефіцієнта запасу K_z розраховують на основі коефіцієнта експлуатації [3].

$$K_z = \frac{1}{MF} \quad (2.2)$$

$$MF = LLMF \cdot LSF \cdot LMF \cdot RSMF, \quad (2.3)$$

де $LLMF$ – враховує зменшення світлового потоку світильників у процесі їх експлуатації, а LSF – це даний коефіцієнт що показує частку джерел світла, що функціонують за визначених умов експлуатації; LMF – це такий коефіцієнт який може характеризувати стан світильника під час його використання; $RSMF$ – коефіцієнт, що враховує стан поверхонь усередині приміщення.

Практично всі приміщення використовують світильники на напівпровідниковій основі, які мають ресурс роботи не менше 50000 годин.

Світловий потік на початковому етапі експлуатації зберігається на рівні 80% від номінального значення, що підтримується протягом усього терміну служби. Частка робочих світлодіодів становить 90%, тому для подальших розрахунків використовуються дані, наведені у таблиці В4 [3].

$$LLMF=(0,85),LSF=1.$$

Проведемо розрахунок

Приміщення класу D розрахунок

$$MF=0,85 \cdot 1 \cdot 0,73 \cdot 0,9=0,56,$$

$$K=\frac{1}{0,56}=1,79.$$

Отже в результаті проведених розрахунків приймемо, що для приміщень кладової коефіцієнт запасу виходить 1,79, а розрахункова висота складатиме 1.93 м. Для котельні враховуємо що коефіцієнт запасу такий же як і вкладовій і складає 1.79, а розрахункова висота буде 1.60м.

2.6 Схема живлення освітлювальних приладів котельні

Як і для попереднього розділу по світлотехнічному розрахунку, розрахунки проведенні та вказані в табл. 1,6. Проведемо розрахунок для приміщень котельні. Живлення приладів, а саме світлових для робочого освітлення виконаємо, будуючи групові лінії від щитка ЩО5 який є щитком освітлення розміщений в приміщенні кладової 1.1 Значить освітлення кладовки становить 50 лк, а освітлення котельні становить 75 лк.

Світильники аварійного освітлення отримуватимуть живлення від щита освітлення. ЩО5 . В табл. 1.7 вкажемо приміщення які живляться від кожного щита освітлення та їхню потужність та струм при одночасному включенні всіх світлових пристроїв.

Таблиця 2.6 - Групи ліній для щитка освітлення

Ділянка мережі	Позначення на плані	Р	І
1,1	1,2,3,4	0,348	1,67
1,2	7,8,9	0,076	0,36
1,3	11,12	0,52	2,49
1,4	4,2	0,3	1,44
Разом ЩО1	2-9,11,12,20	1,244	5,95
2,1	1	0,72	3,44
2,2	13,14,15	1,2	5,74
2,3	17,18,19	0,348	1,67
Разом ЩО2	13-19	2,268	10,85
А1	1	0,051	0,24
А2	10,12,16,20	0,051	0,24
ЩАО1	1,10,12,16,20	0,102	0,49
3,1	35,36,37	0,324	1,55
3,2	32,33,34	0,506	2,42
3,3	27	0,36	1,72
3,4	38	0,16	0,77
Разом ЩО3	27,32-38	1,35	6,46
4,1	28,29,30,31	0,468	2,24
4,2	21,22,23,24	0,372	1,78
4,3	25,26	0,6	2,87
Разом ЩО4	21-26,28-31	1,44	6,89
ЩАО2	24,35,37,38	0,042	0,20

Таблиця 2.7 - Групи ліній для аварійного

Ділянка мережі	Позначення на плані	Р	І
5	1.1, 1.2, 1.3	0,368	1,68
А5(Аварійне)	1.1, 1.2, 1.3	0,036	0,16
ЩО5	1.1, 1.2, 1.3	0,404	1.84

Потужність світильників робочого загального освітлення котельні складає **0,404 кВт**, тоді як потужність системи освітлення для шкільної будівлі становить **6,7 кВт**. Для групових ліній були обрані трьохжильні кабелі марки **ВВГ**.

2.7 Висновки до розділу

1. Для освітлення шкільних приміщень було обрано систему загального та рівномірного освітлення. У проєкті передбачено як штучне, так і природне освітлення для навчальних закладів.

2. Визначено світлотехнічні параметри та норми, які регламентують систему освітлення приміщень і будівлі в цілому. Основним критерієм для всіх приміщень є освітлення горизонтальних поверхонь, водночас у більшості класів реалізовано також вертикальне освітлення. Усі параметри підібрані таким чином, щоб забезпечити максимальний комфорт для перебування в приміщеннях.

3. Обрано світильники, що забезпечують оптимальний рівень освітленості шкільних приміщень. Для освітлення підсобних приміщень використано світильники ДББ28У Селена – LED – М. У котельні встановлено світловий прилад ДСП56У2Ех, який має вибухозахисні властивості, які відповідають вимогам нормативних документів. Вибір цього обладнання продиктований необхідністю дотримання правил безпеки.

4. Розроблено схему живлення освітлювальних приладів для двох поверхів школи та котельні. У цьому розділі детально описано систему електропостачання, проведено розрахунок потужності для приміщень котельні та філії. Розподіл кімнат здійснено за групами ліній відповідно до функціонального призначення.

3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розрахунок електричної освітлювальної мережі будівлі навчального закладу та котельні

Метою розрахунку освітлювальних електричних мереж є визначення необхідного перерізу кабелів і проводів таким чином, щоб під час тривалого проходження струму не виникало їх надмірного нагрівання, а втрати напруги у мережі залишалися в межах допустимих норм. У цьому розділі виконаємо розрахунок освітлювальної електромережі об'єкта, передбаченого у проєкті, беручи за основу втрати напруги та навантаження.

3.1.1 Розрахунок освітлювальної електричної мережі, вибір захисних пристроїв та визначення струму навантаження.

У розрахунку електричних мереж за струмом навантаження використовуються формули, зокрема для трифазної мережі [13]:

$$I_p = \frac{P_p \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_l \cdot \cos \varphi}, \quad (3.1)$$

- однофазна мережа:

$$I_p = \frac{P_p \cdot 10^3}{U_\phi \cdot \cos \varphi}, \quad (3.2)$$

де $U_l = 380$ В – лінійна напруга;

P_p – встановлена потужність обладнання.

$U_\phi = 220$ В – фазна напруга.

$\cos \varphi$ – коефіцієнт активної потужності;

В філії присутня і однофазна так і трьох фазна мережа розрахунок проводимо по двох формулах.

Розрахункова потужність групових ліній гр. 1.1 та гр. 2.2, які підключені до щита освітлення ЩО1 та щитка ЩО2, становить 0,348 кВт та 1,2 кВт відповідно, з коефіцієнтом потужності 0,9. Підставивши це у формули отримаємо розрахунок. [18]

Для прикладу покажемо розрахунок щитка освітлення котельні групи 3,1

Для групи 3,1

$$I_p = \frac{0.41 \cdot 10^3}{220 \cdot 0.9} = 2,7$$

Згідно з довідниковими даними [11], для вибору перерізу проводів кабелю ВВГ:

- для гр. 3.1 обрано переріз кабелю 1,5 мм².

Аналогічні розрахунки виконуються для інших ділянок приміщень.

Результати наведені у таблиці 3.1, яка містить дані для першого та другого поверхів, а також аварійного освітлення. Таблиця 3.2 містить розрахунки для котельного приміщення та кладових.

Таблиця 3.1- Розрахунок освітлювальної електромережі шкільної будівлі першого та другого поверхів за струмом навантаження.

Ділянка мережі	№ на плані	Потужність	Струм	Кабель	Апарат захисту
1,1	2,3,5,6	0,348	1,67	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А
1,2	7,8,9	0,076	0,36	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А
1,3	11,12	0,52	2,49	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 3А
1,4	4,2	0,3	1,44	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А
Загально по ЩО1	2-9,11,12,20	1,244	5,95	ВВГ-3х2,5	ВА-2017/С 1р 10А
2,1	1	0,72	3,44	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 4А
2,2	13,14,15	1,2	5,74	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 6А
2,3	17,18,19	0,348	1,67	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А
Загально по ЩО2	13-19	2,268	10,85	ВВГ-3х2,5	ВА-2017/С 1р 16А
A1	1	0,051	0,24	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А
A2	10,12,16,20	0,051	0,24	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А
ЩАО1	1,10,12,16,20	0,102	0,49	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А
3,1	35,36,37	0,324	1,55	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А
3,2	32,33,34	0,506	2,42	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 3А
3,3	27	0,36	1,72	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А
3,4	38	0,16	0,77	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А
Загально по ЩО3	27,32-38	1,35	6,46	ВВГ-3х2,5	ВА-2017/С 1р 10А
4,1	28,29,30,31	0,468	2,24	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 3А
4,2	21,22,23,24	0,372	1,78	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А
4,3	25,26	0,6	2,87	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 3А
Загально по ЩО4	21-26,28-31	1,44	6,89	ВВГ-3х2,5	ВА-2017/С 1р 10А
ЩАО2	24,35,37,38	0,042	0,20	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А

Таблиця 3.2 - Розрахунок освітлювальної електромережі котельні за струмом навантаження.

Ділянка мережі	Розрахункова потужність	Робочий струм, А	Тип кабелю	Апарат захисту
3,1 - ЩО 3	0,41	2,07	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 3А

На основі отриманих результатів здійснюється вибір апаратів захисту. Для щитків освітлення філії апарати захисту обрані згідно з [18], а для щитка освітлення котельні обрано автоматичні вимикачі серії ВА-2017 [19]. Вибір автоматичних вимикачів проводиться відповідно до нерівності [20].

$$I_p \leq I_n, \quad (3.3)$$

Проводимо вибір типів апаратів захисту.

Для груп 3.1, –3А;

Так само було розраховано для інших приміщень [18] .

Ці дані заносимо в таблицю 3,2

3.2 Розрахунок освітлення в котельні за допомогою програми Dialux

Світлотехнічний розрахунок для освітлювальної установки можемо показати на прикладі приміщення котельні. Розрахунок освітлення в котельні можна виконати за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, такого як Dialux. Це програмне забезпечення дозволяє здійснювати точні розрахунки освітлювальних установок, враховуючи різні фактори, що впливають на ефективність освітлення, зокрема тип приміщення, рівень освітленості та розподіл світла.

Для котельні, де важливо забезпечити достатній рівень освітленості для безпеки та ефективності роботи, програма Dialux дозволяє вибрати відповідні

типи освітлювальних приладів, розрахувати їх кількість і розташування, а також визначити необхідну потужність для досягнення оптимальних умов. Враховуються такі параметри, як розмір приміщення, висота стель, наявність відбиваючих поверхонь і тип робіт, що виконуються в приміщенні.

Завдяки програмі Dialux можна отримати точні результати, що дозволяють не тільки забезпечити комфортне освітлення, але й досягти енергоефективності та економії енергії.

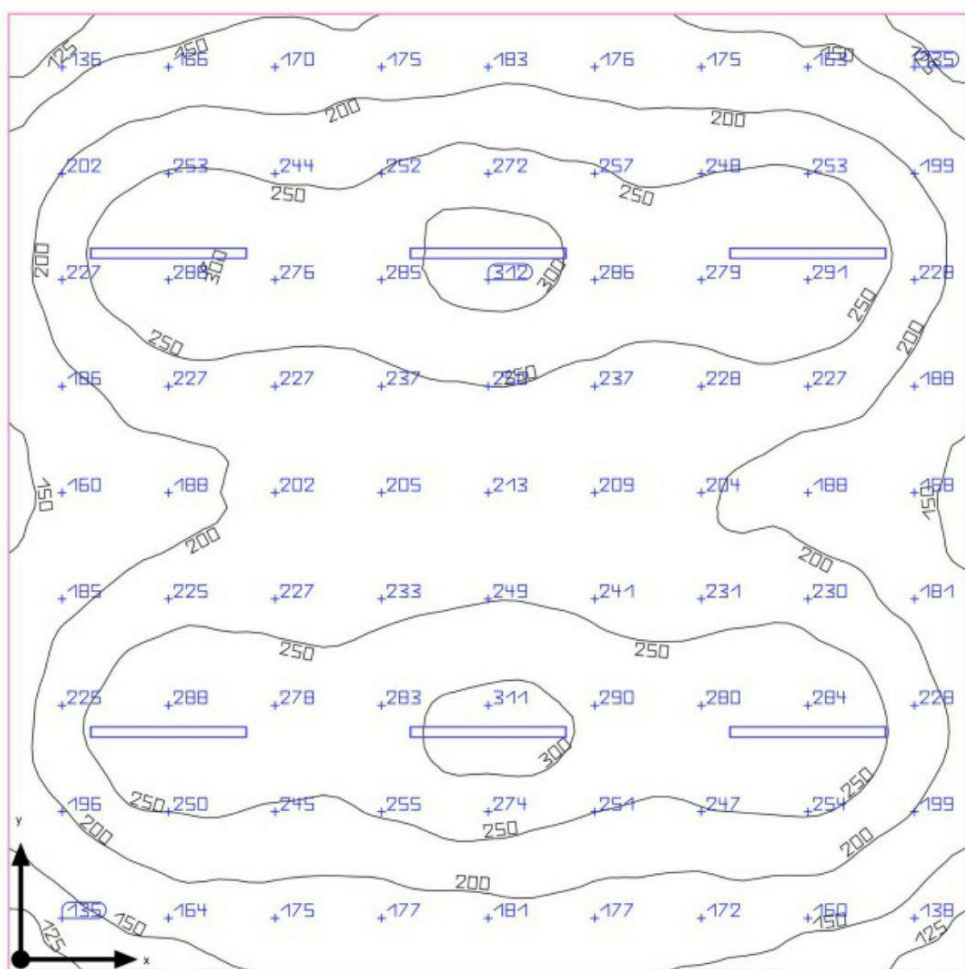


Рисунок 3.1- Освітлення робочої поверхні котельні

В результаті розрахунку освітлення в котельні за допомогою програми Dialux було визначено, що рівень освітленості відповідає встановленим нормам і вимогам для таких типів приміщень. Підібрані освітлювальні прилади та їх розташування забезпечують необхідну яскравість та рівномірність освітлення, що відповідає вимогам безпеки та комфорту для працівників. Крім того,

розрахунок підтвердив енергоефективність системи освітлення, що дозволяє зменшити споживання електричної енергії, дотримуючись усіх нормативів. Отже, проект освітлення котельні відповідає вимогам стандартів і є оптимальним для даного приміщення.

	Параметр	Розраховувано	Норматив	Відповідність	Позначення
Робоча площа	Еперпендикулярний	221 lx	≥ 100 lx	✓	WP3
	Uo (g1)	0.48	≥ 0.40	✓	WP3
Обсяги енергоспоживання ²⁾	Енергоспоживання	414 kWh/a	макс. 2250 kWh/a	✓	
Кімната	Питома споживана потужність	2.88 W/m²	-		
		1.30 W/m²/100 lx	-		

Рисунок 3.2-Звіт норми освітлення котельні

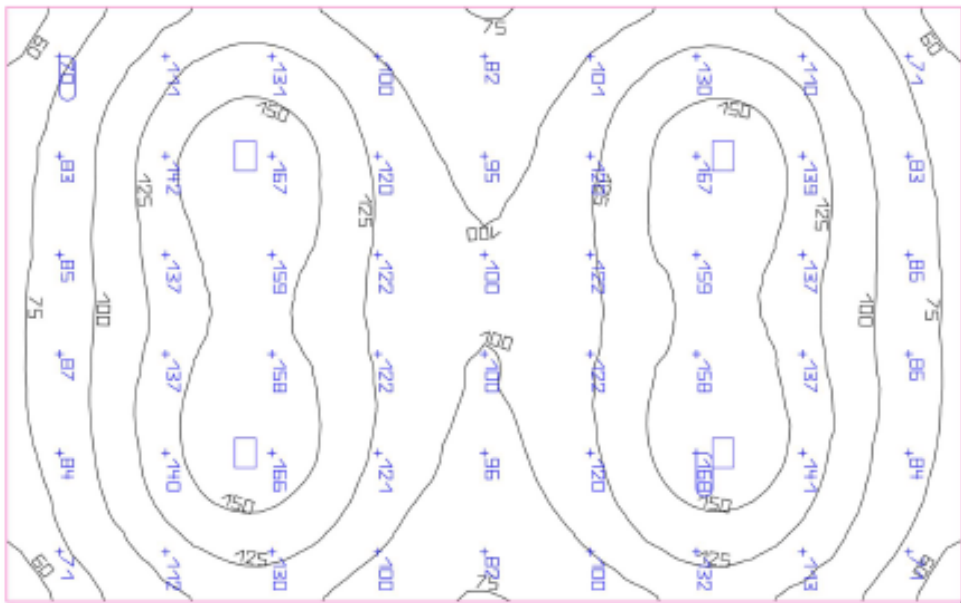


Рисунок 3.3-Освітлення робочої поверхні кладової

Властивості	Е (Норматив)	Е _{мін}	Е _{макс}	Uo (g1) (Норматив)	мін/макс	Позначення
Робоча площа (Кладова 1)	115 lx	52.0 lx	171 lx	0.45	0.30	WP1
Перпендикулярна освітленість (адаптивний)	≥ 100 lx			≥ 0.40		
Висота: 0.800 m, Відступ від стіни: 0.000 m	✓			✓		

Профіль користування: Загальні приміщення всередині будівель - Комори, холодильні камери (12.3 Комора)

Рисунок 3.4-Звіт норми освітлення кладової

В результаті розрахунку освітлення в кладовій за допомогою програми Dialux було встановлено, що рівень освітленості відповідає нормативним вимогам для подібних приміщень. Підбір освітлювальних приладів та їх оптимальне розташування забезпечують необхідний рівень яскравості та рівномірності освітлення, що відповідає вимогам безпеки та зручності для персоналу.

3.3 Розрахунок електричної мережі будівлі навчального закладу та котельні

Для того щоб проводити розрахунки розпишемо потужність приладів для приміщення школи і котельні поверху в табл. 3.3, 3.4 3.5,:

Таблиця 3.3- Номінальна потужність приладів для приміщення школи першого поверху

Номер приміщення	Назва споживача	Кількість, шт	Номінальна потужність, Вт
1	Проектор	1	700
2	Лампа	1	100
3	Сушка для рук	1	1500
4	Автомат з їжею	1	400
5	Кавова машина	1	800
	Комп'ютер	1	400
	Лампа	1	100
	Принтер	1	200
6	Телевізор	1	500
	Комп'ютер	2	400
7	Сушарка для рук	1	1200

Продовження табл. 3.3

Номер приміщення	Назва споживача	Кількість, шт	Номінальна потужність,
8	Сушарка для рук	2	1200
9	Сушарка для рук	1	1200
10	Монітор	1	100
11	Лампа	1	100
12	Інтерактивна дошка	1	300
	Верстат	2	2000
	Станок	1	1400
13	Інтерактивна дошка	1	200
	Комп'ютер	10	400
	Сканер	3	200
	Принтер	1	800
14	Інтерактивна дошка	1	300
	Комп'ютер	1	400
15	Телевізор	1	500
	Комп'ютер	1	400
16	-		
17	Проектор	1	700
	Комп'ютер	1	400
18	Сушка для волосся	2	1000
19	Сушка для одягу	1	1200
20	Телевізор	1	400

Таблиця 3.4- Номінальна потужність приладів для приміщення школи другого поверху

Номер приміщення	Назва споживача	Кількість, шт	Номінальна потужність, Вт
21	Лампа	1	100
22	Лампа	1	100
23	Електричний двигун	1	150
	Інтерактивна дошка	1	300
24			
25	Центрифуга	1	150
	Комп'ютер	1	400
	Проектор	1	600
	Інтерактивна дошка	1	300
26	Ноутбук	1	100
	Комп'ютер	1	400
27	Інтерактивна дошка	1	200
	Комп'ютер	1	400
28	Проектор	1	500
29	Лампа	1	100
30	Принтер	2	200
	Лампа	6	100
	Компютер	4	400
31	Телевізор	1	400
32	Лампа	6	100
	Проектор	1	400
	Компютер	2	400
33	Лампа	4	100
	Комп'ютер	1	400

Продовження табл.3.4

Номер приміщення	Назва споживача	Кількість, шт	Номінальна потужність,
34	Телевізор	1	400
35			
36	Витяжка	1	2000
	Електрична плита	1	6000
	Міксер	1	500
	Електрична піч	1	2500
37	Кавова машина	1	1200
	Мікрохвильова піч	1	1500
38	Телевізор	1	500

Таблиця 3.5- Номінальна потужність приладів для приміщення котельні

Номер приміщення	Назва споживача	Кількість, шт	Номінальна потужність,
			Вт
1,1	Компютер	1	400
	Зарядне для акумулятора безперебійника	1	200
1,2	Електроінструмент для ремонтних робіт	1	1500
1,3	Насос рециркуляційний	2	3000
	Вентилятор димовитяжний	1	150
	Витяжка	1	100
	Автоматика	1	100

Використовуються ті самі формули, що й для розрахунку освітлювальної мережі [13].

Для прикладу розглянемо групи ліній гр. 1.1 та гр. 2.1, які підключені до щита Щ1 та щитка Щ2. Їх розрахункова потужність складає 5 та 4,8 кВт відповідно, коефіцієнт активної потужності – 0,9. Підставляємо ці дані у формули.

Група 1.1

$$I_p = \frac{5 \cdot 10^3}{220 \cdot 0.9} = 25,25$$

Група 2.2

$$I_p = \frac{4,8 \cdot 10^3}{220 \cdot 0.9} = 24,24$$

Для Щ 1 загальне

$$I_p = \frac{22,6 \cdot 10^3}{220 \cdot 0.9} = 114,14$$

Для Щ 2 загальне

$$I_p = \frac{13,5 \cdot 10^3}{220 \cdot 0.95} = 64,5$$

Згідно з довідковими даними [11], для вибору перерізів проводів кабелю ВВГ обираємо:

- для групи 1.1 та інших груп переріз кабелю становить 2,5 мм², для групи 2.1 також вибрано переріз 2,5 мм²;
- для ділянки, що живить щит освітлення Щ1, переріз кабелю складає 4 мм².

Аналогічні розрахунки проведені для інших ділянок першого та другого поверхів. Результати наведено в таблиці 3.6, де вказано як перший, так і другий поверх.

Таблиця 3.6 - Розрахунок електричної мережі шкільної будівлі для першого та другого поверхів за струмом навантаження.

Ділянка мережі	Розрахункова потужність	Робочий струм, А	Тип кабелю	Апарат захисту
1,1	5	25,25	ВВГ-3х4	ВА-2017/С 1р 32А
1,2	6,1	24,95	ВВГ-3х4	ВА-2017/С 1р 32А
1,3	5, 7	23,31	ВВГ-3х4	ВА-2017/С 1р 32А
1,4	5,8	23,7	ВВГ-3х4	ВА-2017/С 1р 32А
Разом Щ1	22,6	114,14	ВВГ-3х4	ВА-2017/С 1р 125А
2,1	4,8	24,24	ВВГ-3х2,5	ВА-2017/С 1р 32А
2,2	4,3	17,5	ВВГ-3х2,5	ВА-2017/С 1р 20А
2,3	4,4	18	ВВГ-3х2,5	ВА-2017/С 1р 20А
Разом Щ2	13,5	64,5	ВВГ-3х4	ВА-2017/С 1р 80А

В приміщеннях такі як кухня та майстерня використаємо трьох фазне живлення. Розраховуємо для майстерні :

$$I_p = \frac{5,7 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,9} = 9,6$$

Так само розраховуємо і для кухні. Усі данні запишемо в таблицю 3,7

Таблиця 3,7- Розрахунки для котельні та майстерні

Позначення на плані	Р	І	Робочий струм, А	Тип кабелю	Апарат захисту
12	5,7	0,015	9,6	ВВГ-3х2,5	ВА-2017/С 3р 10А
36	11	0,028	18,5	ВВГ-3х2,5	ВА-2017/С 3р 20А

На основі отриманих результатів вибираємо апарати захисту. Для загального щитка філії апарати захисту обрані так само, як і для загального щитка котельні. В якості автоматичних вимикачів обрано серію ВА-2017 [19].

Умовою для вибору автоматичних вимикачів є нерівність [20].

$$I_p \leq I_n, \quad (3.3)$$

Для груп 1.1, –32А;

Для груп 2.1, –32А;

Так само розрахуємо для інших приміщень .

Дані записуємо в таблицю 3,2

Для груп 3.1, - 32А;

Для котельні дані запишемо в таблицю 3.7

Таблиця 3.8

Ділянка мережі	Розрахункова потужність	Робочий струм, А	Тип кабелю	Апарат захисту
3,1- Щ 3	5,45	22,29	ВВГ-3х4	ВА-2017/С 1р 32А

3.3.1 Розрахунок навантаження за коефіцієнтом попиту

Розрахункове навантаження освітлення для громадських та адміністративних приміщень визначається за формулою

$$P_{oc.p} = P_{oc.P ус} \cdot K_{поп oc.p}$$

Коефіцієнт попиту для розрахунку беремо з таблиці 3.7 [19]. З цієї таблиці коефіцієнт попиту дорівнює 0,95;

Проводимо розрахунки для щитків освітлення:

$$\text{Щ01} = 1,24 \cdot 0,95 = 1,178$$

$$\text{Щ02} = 2,26 \cdot 0,95 = 2,147$$

$$\text{Щ03} = 1,35 \cdot 0,95 = 1,282$$

$$\text{Щ04} = 1,44 \cdot 0,95 = 1,368$$

Коефіцієнт попиту групової мережі освітлення для аварійного освітлення слід приймати 1;

$$P_{\text{мережі}} = K_{\text{попиту}}$$

Проводимо розрахунки для щитків аварійного освітлення:

$$\text{ЩОА1} = 0,102 \cdot 1 = 0,102$$

$$\text{ЩОА2} = 0,042 \cdot 1 = 0,042$$

Розрахунок для споживачів за коефіцієнтом попиту. Розрахунковий коефіцієнт беремо з таблиці 3.8 [19].

$$\text{Щ1} = 22,6 \cdot 1 = 22,6$$

$$\text{Щ2} = 13,5 \cdot 1 = 13,5$$

$$\text{Щ3} = 8,4 \cdot 1 = 8,4$$

Для прикладу покажемо розрахунок для кожного споживача котельного приміщення.

Таблиця 3.9 – Розрахунок для кожного споживача котельні

Група спожив	Споживачі	Номінальна потужність	Kп	cos f	tg f	Розрахункова активна	Розрахункова реактивна
1	Насос	3	0,6	0,8	0,75	1,8	1,35
2	Насос	3	0,6	0,8	0,75	1,8	1,35
3	Вентилятор	0,15	0,8	0,8	0,75	0,12	0,09
4	Витяжка	0,1	0,4	0,8	0,75	0,04	0,03
5	Автоматика	0,1	0,2	0,95	0,33	0,02	0,006573682

Розрахунок для навантаження ліній електричних мереж за коефіцієнтом попиту. Розрахунковий коефіцієнт беремо з таблиці 3.9 та 3,10 [19].

Оскільки в майстерні є встановлено 3 прилади енергоспоживання то в таблиці обираємо значення 0,5, потужність 5,7 кВт

$$P_{\text{сил}} = 5,7 \cdot 0,5 = 2,85$$

Для кухні встановлено 4 прилади енергоспоживання то в таблиці обираємо значення 0,5 а загальна потужність 11 кВт;

$$P_{\text{сил}} = 11 \cdot 0,85 = 9,35$$

3.4 Розрахунок електричної мережі за втратою напруги

Розрахунок електричної мережі по втраті напруг для груп з найбільшою потужністю та довжиною. Втрати напруги визначаємо за формулою [13].

$$\Delta U \% = \frac{\sum_{k=1}^{k=n} M_k}{c \cdot S}, \quad (3,5)$$

коефіцієнт, визначається від, матеріалу проводів і прикладеної напруги, і має значення 72 для трифазної мережі та 12 однофазна, за умови використання мідних проводів та кабелів.

Обчислюємо потужність окремої лінії кожної групи таким чином визначимо довжину від Щ до останнього елемента на лінії. Оскільки розрахунок для системи освітлення вже виконано [18], розраховуємо для загальної мережі. Дані наведено в таблиці 3.8.

Таблиця 3.10 – довжина від щита до останнього елемента

Група	Загальна потужність	Відстань до елемента
1,1	5	54,5
1,2	6,1	32,1
1,3	5, 7	17, 4
1,4	5,8	24,8
Загально по Щ 1	22,6	92,6
2,1	4,8	40,5
2,2	4,3	56,5
2,3	4,4	33,7
Загально по Щ 2	13,5	130,7

Маючи таблицю 3.8 бачимо що , група 1.2 це найбільша потужність, а 2.2 характеризується найбільшою довжиною. Розрахунок здійснюємо для ліній 1.1 та 2.2.

Схема звідки живиться група 1.2 представлена на рисунку 3.5. Ця групова лінія підключена до щитка Щ1. В таблиці 3.8 також зазначено довжину та потужність всіх ділянок групової лінії.

Розрахункова схема живлення групи 1.2, яка відображена на рисунку 3.5, демонструє підключення та параметри, необхідні для подальших розрахунків. Схема живлення електромережі показує взаємозв'язок між елементами електричної мережі, зокрема джерелом живлення, розподільними щитами, освітлювальними приладами та іншими споживачами. Вона дозволяє визначити необхідні параметри для забезпечення належного рівня живлення та ефективності роботи системи.

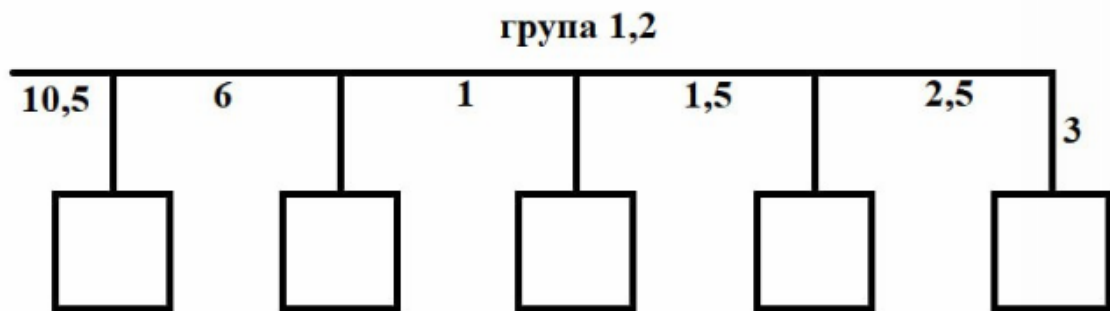


Рисунок 3,5 - розрахункова схема живлення

Для ділянки 1.2 суму електричних моментів навантаження визначаємо за формулою: $\sum M_1$:

$$\sum M_1 = P_{p1} \cdot l_1 \quad (3.4)$$

l_1 – довжина ділянки.

P_{p1} – розрахункова потужність споживачів;

Для всіх інших приміщень робимо аналогічно.

Таблиця 3.11- Результат ділянки гр – 1.2

Для 1,2, найпотужніша мережа			
Довжина	Потужність	Момент	Спад
10,5	6,2	65,1	1,352
6	4,9	29,4	0,611
1	3,7	3,7	0,073
1,5	1,3	1,95	0,042
2,5	0,1	0,25	0,005
3	0,1	0,3	0,006
На останньому елементі			0,006

Так само проводимо розрахунки для 2.2.

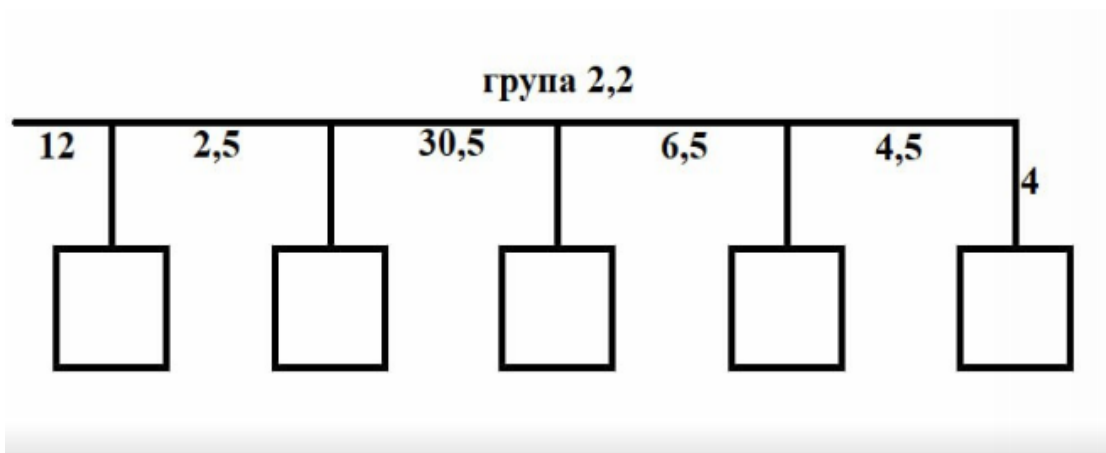


Рисунок 3.6 - розрахункова схема живлення

Таблиця 3.12 – Розрахунок електричної мережі ділки гр. 2.2

Довжина	Розрахункова Потужність	Момент	Спад
Найдовша лінія для 2,2,			
12	4,3	51,6	1,72
2,5	3,8	9,5	0,31
30,5	3,2	97,6	3,25
6,5	2,7	17,55	0,58
4,5	22,6	11,7	0,39
4	0,4	1,6	0,05
Останній елемент			0,05

Як показано в таблицях 3.11 та 3.12, використовуючи кабель з перерізом 2,5 мм², максимальні втрати складають 0,006 та 0,05. Допустимо для спаду становить 3%, отже, розрахунки виконано вірно. Розрахунок спаду напруги для

котельні та майстерні проводити не потрібно, оскільки лінія є короткою і не сильно навантаженою. Аналогічно будуть виконані розрахунки для решти приміщень.

3.5 Висновки до розділу

1. Проведено розрахунок освітлювальної електричної мережі, та вибір захисних пристроїв, а також визначення струму навантаження. Для прикладу показано розрахунок щитка освітлення котельні групи 3,1. Дані занесли в таблицю 3.1. Також було обрано січення кабелю для кожної із груп.

2. В результаті розрахунку освітлення в котельні та кладовій за допомогою програми Dialux було визначено, що рівень освітленості відповідає встановленим нормам і вимогам для таких типів приміщень. Підібрані освітлювальні прилади та їх розташування забезпечують необхідну яскравість та рівномірність освітлення, що відповідає вимогам безпеки та комфорту для працівників.

3. Проведено розрахунок електричної мережі, та вибір захисних пристроїв, а також визначення струму навантаження для філії та котельного приміщення. Також було обрано січення кабелю для кожної із груп. Був проведений розрахунок навантаження за коефіцієнтом попиту

4. Проведено розрахунок електричної мережі за втратою напруги. В результаті використовуючи кабель з перерізом $2,5 \text{ мм}^2$, максимальні втрати складають 0,006 та 0,05. Допустимо для спаду становить 3%, отже, розрахунки виконано вірно. Розрахунок спаду напруги для котельні та майстерні проводити не потрібно, оскільки лінія є короткою і не сильно навантаженою.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ. БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Надання долікарської допомоги при ураженні електричним струмом

Дія електричного струму на організм людини.

Протікання струму через тіло людини супроводжується термічним, електролітичним та біологічним ефектами.

Термічна дія струму полягає в нагріванні тканини, випаровуванні вологи, що викликає опіки, обвуглювання тканин та їх розриви парою. Тяжкість термічної дії струму залежить від величини струму, опору проходження струму та часу проходження. При короточасній дії струму термічна складова може бути визначальною в характері і тяжкості ураження.

Електролітична дія струму проявляється в розкладі органічної рідини (її електролізі), в тому числі і крові, що призводить до зміни їх фізико-хімічних і біохімічних властивостей. Останнє, в свою чергу, призводить до порушення біохімічних процесів в тканинах і органах, які є основою забезпечення життєдіяльності організму.

Біологічна дія струму проявляється у подразненні і збуренні живих тканин організму, в тому числі і на клітинному рівні. При цьому порушуються внутрішні біоелектричні процеси, що протікають в нормально функціонуючому організмі і пов'язані з його життєвими функціями. Збурення, спричинене подразнюючою дією струму, може проявитися як мимовільне непередбачуванескорочення м'язів, що може призвести до серйозних порушень діяльності життєво важливих органів, у тому числі серця та легенів, навіть коли ці органи не лежать на шляху струму.

Сукупний результат термічної, електролітичної та біологічної дії електричного струму на живий організм призводить до його ушкодження, яке зветься електротравмою. Розрізняють три види електротравм: місцеві, загальні і змішані.

На місцеві електротравми припадає біля 20% всіх електротравм. Місцеві електротравми – це чітко виражені ураження окремого органу чи системи тіла. Видами місцевих електротравм є:

- Електричні опіки – найбільш розповсюджені електротравми, біля 85% яких припадає на електромонтерів, що обслуговують електроустановки і в залежності від умов виникнення поділяються на контактні та дугові;

- Електричні знаки (знаки струму або електричні мітки) спостерігаються у вигляді різко окреслених плям сірого чи блідо-жовтого кольору на поверхні тіла людини в місці контакту зі струмовідними елементами. Зазвичай, знаки мають круглу чи овальну форму, або форму струмовідного елементу, до якого доторкнулася людина, розмірами до 10 мм з поглибленням в центрі. Іноді електричні знаки мають форму блискавки, що контрастно спостерігається на поверхні тіла. Електричні знаки можуть виникати як в момент проходження струму через тіло людини, так і через деякий час після контакту зі струмовідними елементами електроустановки. Особливого больового відчуття електричні знаки не спричиняють і з часом безслідно зникають;

- Металізація шкіри – це проникнення у верхні шари шкіри дрібних часток металу, який розплавився під дією електричної дуги. На ураженій ділянці тіла при цьому відчувається біль від опіку за рахунок тепла занесеного в шкіру металу і напруження шкіри від присутності в ній сторонньої твердої речовини – часток металу. З часом уражена ділянка шкіри

набуває нормального вигляду, і зникають больові відчуття. Особливо небезпечна електро-металізація, пов'язана з виникненням електричної дуги, для органів зору. При електро-металізації очей лікування може бути досить тривалим, а в окремих випадках – безрезультатним. Тому при виконанні робіт в умовах вірогідного виникнення електричної дуги необхідно користуватись захисними окулярами;

- Електроофтальмія — запалення зовнішніх оболонок очей, спричинене надмірною дією ультрафіолетового випромінювання електричної дуги. Електроофтальмія, зазвичай, розвивається через 2 – 6 годин після опромінення (залежно від інтенсивності опромінення) і проявляється у формі почервоніння і запалення шкіри та слизових оболонок повік, гнійних виділень, світлоболях і світлобоязні. Тривалість захворювання 3...5 днів.

Механічні ушкодження, пов'язані з дією електричного струму на організм людини, спричиняються непередбачуваним судомним скороченням м'язів в ре-

зультаті подразнюючої дії струму. Внаслідок таких судомних скорочень м'язів можливі розриви сухожиль, шкіри, кровоносних судин, нервових тканин, вивихи суглобів, переломи кісток .

Загальні електротравми (або електричні удари, виникають у 25 % всіх електротравм) – це реакція центральної нервової системи на дію електричного струму, що супроводжується порушенням діяльності життєво важливих органів чи всього організму. Результат негативної дії на організм цього явища може бути різний: від судомного скорочення окремих м'язів до повної зупинки дихання і кровообігу. При цьому зовнішні місцеві пошкодження можуть бути відсутні.

Залежно від наслідків ураження електричні удари діляться на чотири групи:

I – судомні скорочення м'язів без втрати свідомості;

II – судомні скорочення м'язів із втратою свідомості без порушень дихання і кровообігу;

III – втрата свідомості з порушенням серцевої діяльності чи дихання, або серцевої діяльності і дихання разом;

IV – клінічна смерть, тобто відсутність дихання і кровообігу.

Крім електричних ударів, одним із різновидів загальних електротравм є електричний шок – тяжка нервово-рефлекторна реакція організму на подразнення електричним струмом. При шоку виникають значні розлади нервової системи і, як наслідок цього, розлади систем дихання, кровообігу, обміну речовин, функціонування організму в цілому, а життєві функції організму поступово згасають. Такий стан організму може тривати від десятків хвилин до доби і закінчитись або одужанням при активному лікуванні, або смертю потерпілого.

Широке застосування електроенергії вимагає правильного поводження з нею, оскільки порушення правил електробезпеки може призвести до важкої і навіть смертельної травми. Установлено, що при напрузі 42 В електричний струм, який проходить через тіло людини, є безпечним. Напруга вище 50 В викликає тепловий і електролітичний ефект.[21]

Найчастіше ураження виникає внаслідок невиконання техніки безпеки при роботі з електричними приладами як у побуті, так і на виробництві.

При ураженні електричним струмом необхідно якомога швидше звільнити потерпілого від струмопровідних частин обладнання. Дотик до струмопрові

дних частин (мережі під напругою) у більшості випадків призводить до судом м'язів, тобто людина самотійно не в змозі відірватися від провідника. Тому необхідно швидко відключити ту частину електрообладнання, до якої доторкається людина. Будь-яке зволікання при наданні допомоги, а також невміння того, хто допомагає, надати кваліфіковану допомогу, призводить до загибелі людини, яка знаходиться під дією струму.

При звільненні потерпілих від струмопровідних частин або проводу в електроустановках напругою до 1000 В відключають струм, використовуючи сухий одяг, палицю, дошку, шапку, сухі рукавиці, рукав одягу, діелектричні рукавиці. Провідники перерізають інструментом з ізольованими ручками, перерубують сокирою з дерев'яним сухим топорищем. Потерпілого можна також відтягнути від струмопровідних частин за одяг, уникаючи дотику до навколишніх металевих предметів та до відкритих частин тіла потерпілого. Відтягуючи потерпілого за ноги, не можна торкатися його взуття, оскільки воно може бути сирим і стає провідником електричного струму. Той, хто надає допомогу, повинен одягнути діелектричні рукавиці або обмотати їх шарфом, натягнути на них рукав піджака або пальта. Можна також ізолювати себе, ставши на гумовий килимок, суху дошку тощо.

Після звільнення потерпілого від дії струму потрібно відразу ж надати йому необхідну медичну допомогу.

Виділяють три стани людського організму внаслідок дії електроструму: – I стан – потерпілий при свідомості. Слід забезпечити повний спокій, 2-3 годинне спостереження, виклик лікаря.

- II стан – потерпілий непритомний, але дихає. Людину покласти горизонтально, розстебнути комір і пасок, дати нюхати нашатирний спирт, лікаря викликати.
- III стан – потерпілий не дихає або дихає з перервами, уривчасто. Роблять штучне дихання і непрямий масаж серця.

У разі погіршення стану потерпілого, при появі серцевої недостатності, частому переривчастому диханні, зблідненні шкірних покривів, необхідно без зволікання приступати до виконання штучного дихання і масажу серця.

У разі відсутності в потерпілого ознак життя не можна вважати його померлим. Якщо в такому стані потерпілому не буде надано негайну першу допомогу у вигляді штучного дихання і зовнішнього масажу серця, то настане смерть. Оживлення організму, ураженого електричним струмом, може бути проведено кількома способами. Всі вони базуються на штучному диханні. Починати штучне дихання слід негайно після вивільнення потерпілого від електричного струму і проводити безперервно до досягнення позитивного результату. Штучне дихання необхідно робити безперервно, до прибуття лікаря.

Заборонено припиняти виконання реанімаційних заходів до прибуття лікаря, їх необхідно продовжувати і в тому випадку, коли у постраждалого геть відсутні всі ознаки життя.

Якщо потерпілий після звільнення від дії електричного струму і надання медичної допомоги прийшов до тями, його не слід одного відправляти додому або допускати до роботи. Такого потерпілого слід доставити в лікувальний заклад, де за ним буде встановлено спостереження, так як наслідки від впливу електричного струму можуть проявитися через кілька годин і привести до більш важких наслідків.

4.2 Вплив освітлення на організм людини

Світло – один з суттєвих чинників виробничого середовища, завдяки якому забезпечується зоровий зв'язок працівника з його оточенням. Відомо, що біля 80% всієї інформації про надходить до людини через очі – наш зоровий апарат. Правильно організоване освітлення позитивно впливає на діяльність центральної нервової системи, знижує енерговитрати організму на виконання певної роботи, що сприяє підвищенню працездатності людини, продуктивності праці і якості продукції, зниженню виробничого травматизму тощо. Так збільшення освітленості від 100 до 1000 люкс при напруженій зоровій роботі приводить до підвищення продуктивності праці на 10-20%, зменшення браку на 20%, зниження кількості нещасних випадків на 30%. До 5% травм можуть спричинюватись такою професійною хворобою як робоча міопія (короткозорість) [21]. При недостатній чи швидко змінюваній освітленості органам зору приходить пристосовуватись, це можливо завдяки властивостям очей – аккомодатії, адаптації та конвергенції.

Адаптація – здатність ока пристосовуватися до різної освітленості звуженням і розширенням зіниці в діапазоні 2 - 8 мм .

Акомодація – пристосування ока до зрозумілого бачення предметів, що знаходяться від нього на різній відстані, за рахунок зміни кривизни кришталика.

Конвергенція – здатність ока при розгляданні близьких предметів займати положення, при якому зорові осі обох очей перетинаються на предметі.

Для створення оптимальних умов зорової роботи слідкількість та якість освітлення пов'язувати з кольоровим оточенням, якщо інтер'єр зафарбовано у темні кольори, то для створення гарної освітленості необхідно використовувати

більш потужні джерела світла, оскільки темні поверхні поглинають значну частину світлового потоку та створюють контрастні світлотіні, що втомлюють очі. Причиною втомлюваності може служити також надмірна блискучість поверхней оточуючих конструкцій. Блискучі поверхні створюють світлові блики, які викликають тимчасове осліплення. Нерівномірність освітлення та різна блискучість оточуючих предметів приводить до частої переадаптації очей під час роботи та внаслідок цього - до швидких втомлень органів зору. Тому добре освітлені поверхні, що знаходяться в колі зору, краще зафарбовувати у кольори середньої освітленості.

Залежно від спектрального складу світлових потоків випромінюваних джерелами світла, по різному сприймаються кольори поверхней оточуючих предметів. Тому при створенні комфортного кольорового клімату у приміщеннях поруч з правильним рішенням кольорового оточення велике значення має вибір найбільш раціональних джерел світла [22].

Для ока людини найбільш відчутним є жовто-зелене випромінювання із довжиною хвилі 555 нм. Спектральний склад світла впливає на продуктивність праці та психічний стан людини. Так, якщо продуктивність людини при природному освітленні прийняти за 100%, то при червоному та оранжевому освітленні (довжина хвилі 600 ... 780 нм) вона становить лише 76%. При надмірній яскравості джерел світла та оточуючих предметів може відбутись засліплення робітника. Нерівномірність освітлення та неоднакова яскравість оточуючих предметів призводять до частої переадаптації очей під час виконання роботи і, як наслідок цього, – до швидкого втомлення органів зору. Тому поверхні, що добре освітлюються, краще фарбувати в кольори з коефіцієнтом відбивання 0,4 – 0,6, і, бажано, щоб вони мали матову або напівматову поверхню.

Природне освітлення відіграє надзвичайно важливу роль у життєдіяльності людини, особливо завдяки своїй ультрафіолетовій складовій. Сонячне світло активізує біохімічні процеси в організмі, сприяє зміцненню імунної системи, прискорює обмін речовин, позитивно впливає на нервову систему та має виражену бактерицидну дію. Під впливом ультрафіолету в організмі виробляється вітамін D, що необхідний для здоров'я кісток та профілактики багатьох захворювань.

В умовах недостатнього природного освітлення, особливо у виробничих приміщеннях або навчальних закладах з обмеженим доступом до сонячного світла, санітарно-гігієнічні нормативи вимагають впровадження у системи штучного освітлення джерел світла з підвищеним вмістом ультрафіолетового випромінювання. Такі джерела, відомі як еритемні лампи, імітують дію сонячного світла та сприяють збереженню здоров'я персоналу і учнів.

Використання еритемних джерел світла в навчальних закладах дозволяє створити сприятливе середовище для підвищення працездатності, зменшення втоми та профілактики сезонних захворювань, що особливо актуально у зимовий період. Це забезпечує не тільки комфортні умови для роботи та навчання, а й сприяє загальному оздоровленню організму.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. У проектуванні освітлення навчальних приміщень враховані основні вимоги, що визначають специфіку встановлення таких систем на об'єктах.

2. Електропостачання в навчальних закладах повинно відповідати високим стандартам надійності, безпеки та енергоефективності. Дотримання норм ДБН та інших нормативних актів гарантує стабільну роботу всіх систем.

3. Забезпечення надійного електричного постачання в навчальному закладі є критично важливим для безперебійного функціонування навчального процесу та забезпечення безпеки як учнів, так і персоналу.

4. Для освітлення шкільних приміщень було обрано систему загального та рівномірного освітлення. У проєкті передбачено як штучне, так і природне освітлення для навчальних закладів.

5. Визначено світлотехнічні параметри та норми, які регламентують систему освітлення приміщень і будівлі в цілому. Основним критерієм для всіх приміщень є освітлення горизонтальних поверхонь, водночас у більшості класів реалізовано також вертикальне освітлення. Усі параметри підібрані таким чином, щоб забезпечити максимальний комфорт для перебування в приміщеннях.

6. Обрано світильники, що забезпечують оптимальний рівень освітленості шкільних приміщень. Для освітлення підсобних приміщень використано світильники ДББ28У Селена – LED – М. У котельні встановлено світловий прилад ДСП56У2Ех, який має вибухозахисні властивості, які відповідають вимогам нормативних документів. Вибір цього обладнання продиктований необхідністю дотримання правил безпеки.

7. Розроблено схему живлення освітлювальних приладів для двох поверхів школи та котельні. У цьому розділі детально описано систему електропостачання, проведено розрахунок потужності для приміщень котельні та філії. Розподіл кімнат здійснено за групами ліній відповідно до функціонального призначення.

8. Проведено розрахунок освітлювальної електричної мережі, та вибір захисних пристроїв, а також визначення струму навантаження. Для прикладу показано розрахунок щитка освітлення котельні групи 3,1. Дані занесли в табличку 3.1. Також було обрано січення кабелю для кожної із груп.

9. В результаті розрахунку освітлення в котельні та кладовій за допомогою програми Dialux було визначено, що рівень освітленості відповідає встановленим нормам і вимогам для таких типів приміщень. Підібрані освітлювальні прилади та їх розташування забезпечують необхідну яскравість та рівномірність освітлення, що відповідає вимогам безпеки та комфорту для працівників.

10 Проведено розрахунок електричної мережі, та вибір захисних пристроїв, а також визначення струму навантаження для філії та котельного приміщення. Також було обрано січення кабелю для кожної із груп. Був проведений розрахунок навантаження за коефіцієнтом попиту

11. Проведено розрахунок електричної мережі за втратою напруги. В результаті використовуючи кабель з перерізом 2,5 мм², максимальні втрати складають 0,006 та 0,05. Допустимо для спаду становить 3%, отже, розрахунки виконано вірно. Розрахунок спаду напруги для котельні та майстерні проводити не потрібно, оскільки лінія є короткою і не сильно навантаженою.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Курс лекцій з дисципліни “Світлотехнічні установки та системи” для студентів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / Уклад.: Я.М. Осадца. – Тернопіль: ТНТУ 2020 – 146 с.
2. Апроксимація залежностей коефіцієнта використання світлового потоку.
URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/40675/2/MNPK_2022_Kozar_R_O-The_approximation_of_the_light_96.pdf
3. УФ випромінювання в освітленні.URL: <https://vinsvit.ua/ua/articles/uv-in-light/>
4. ДБН В.2.5 – 28 – 2018. Природне і штучне освітлення.– К.: Мінрегіон України, 2018.– 137 с.
5. ДВО20У, ДПО20У, ДСО20У Юпітер-LED-панель.URL: [http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/office/VATRA-2021-UKR_DVO20U-DPO20U-DSO20U_\(Jupiter-LED-panel\).pdf](http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/office/VATRA-2021-UKR_DVO20U-DPO20U-DSO20U_(Jupiter-LED-panel).pdf)
6. ДСП65В URL: http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DSP65V.pdf
7. ДББ28У СЕЛЕНА-LED-M.URL: [http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-2018-UKR_DBB28U\(SELENA-LED-M\).pdf](http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-2018-UKR_DBB28U(SELENA-LED-M).pdf)
8. ДВО27У Юпітер-LED-2.URL: [http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/office/VATRA-2018-UKR_DVO27U_\(Jupiter-LED-2\).pdf](http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/office/VATRA-2018-UKR_DVO27U_(Jupiter-LED-2).pdf)
9. ДБО02ВСП URL: http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DBO02VSP.pdf
10. ДБН В.2.2-9:2018. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення – К.: Мінрегіон України, 2018.– 49 с.
11. Правила улаштування електроустановок. – К.: Мінрегіонвугілля України, 2017. – 617 с.

12. Модульне обладнання. Автоматичні вимикачі серії УКРЕМ ВА-2017.
URL:
<https://www.acko.ua/upload/uf/311/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96%20%D0%B2%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%87%D1%96%20%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%96%D1%97%20%D0%A3%D0%9A%D0%A0%D0%95%D0%9C%20%D0%92%D0%90-2017.pdf>

13. Циліндрична освітленість URL:
http://ni.biz.ua/5/5_14/5_14611_tsilindricheskaya-osveshchennost.html

14. ДКУ41У URL: http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/street/VATRA-UKR_DKU41U.pdf

15. ДСТУ EN 12464-1:2016 Світло та освітлення. Освітлення робочих місць. Частина 1. Внутрішні робочі місця (EN 12464-1:2011, IDT)– К.: Мінрегіон України, 2016.– 47 с

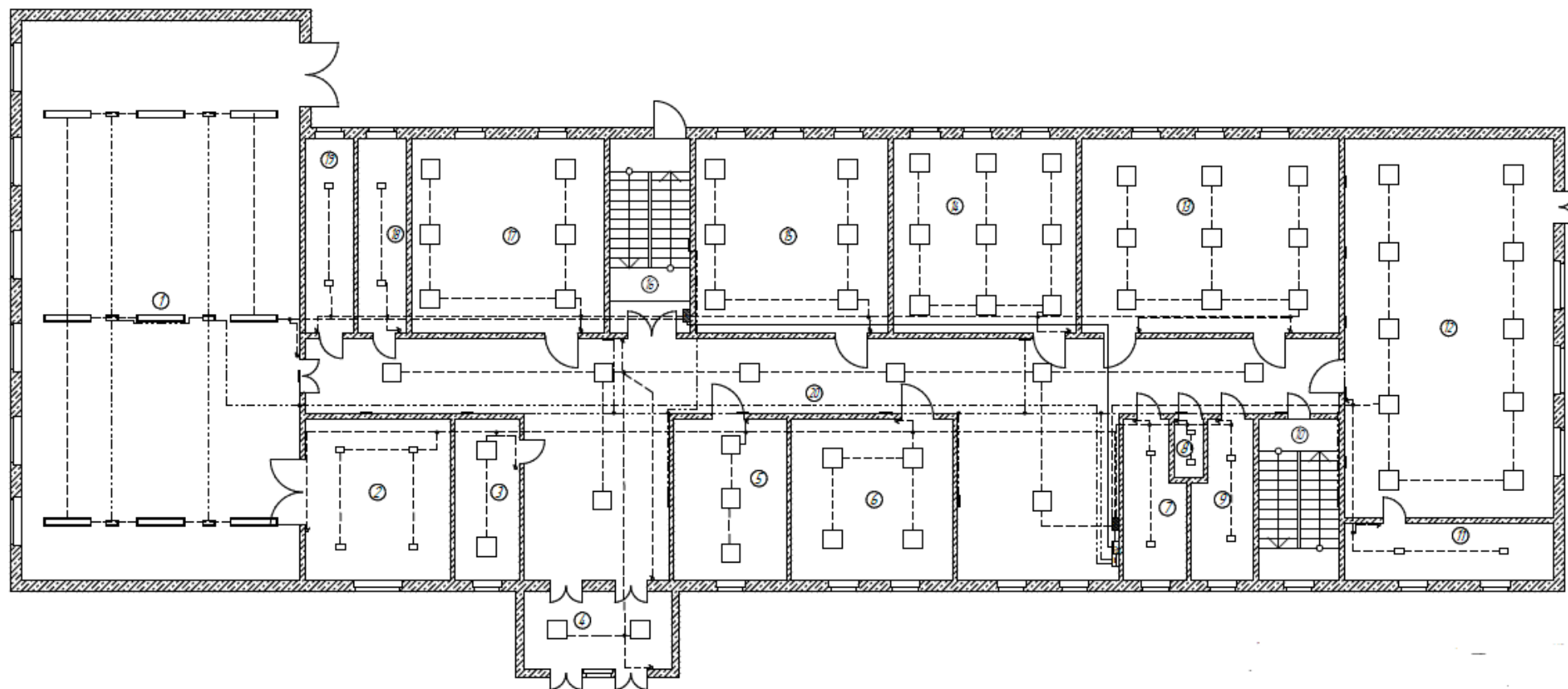
16. Освітлення чистих приміщень. Амбулаторії та архіви.URL:
<https://5watt.ua/uk/blog/statti/osvitlennya-chistikh-primisshen-ambulatoriyi-ta-arkhivi>

17. <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/41626>
https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/41626/2/%D0%A0%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0_%D0%91%D1%96%D0%BB%D0%B8%D0%BA%20%D0%9C.%D0%92..pdf

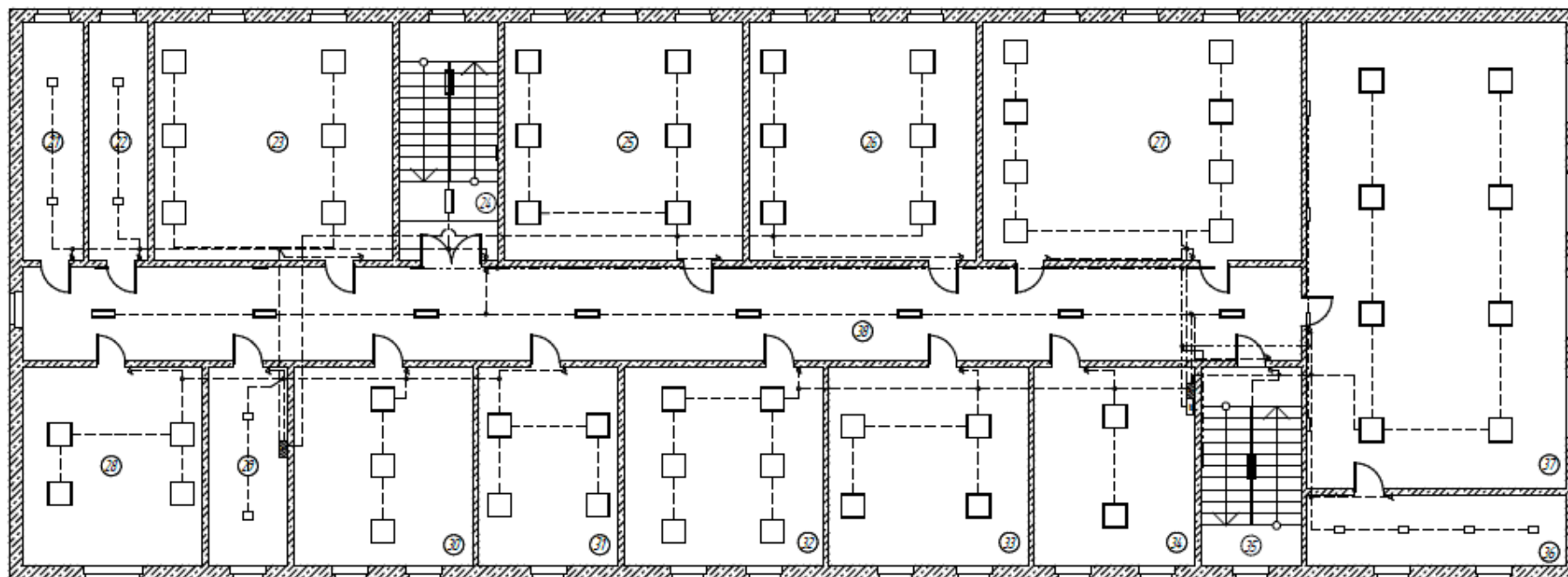
18. ДБН В.2.5-23:2010 "Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення"https://econstruction.gov.ua/laws_detail/3084989669637621022?doc_type=2

19. https://tntu.edu.ua/storage/pages/00001070/TNTU_Aktualni_zadachi_suchasnyh_tehnologiy_2024.pdf

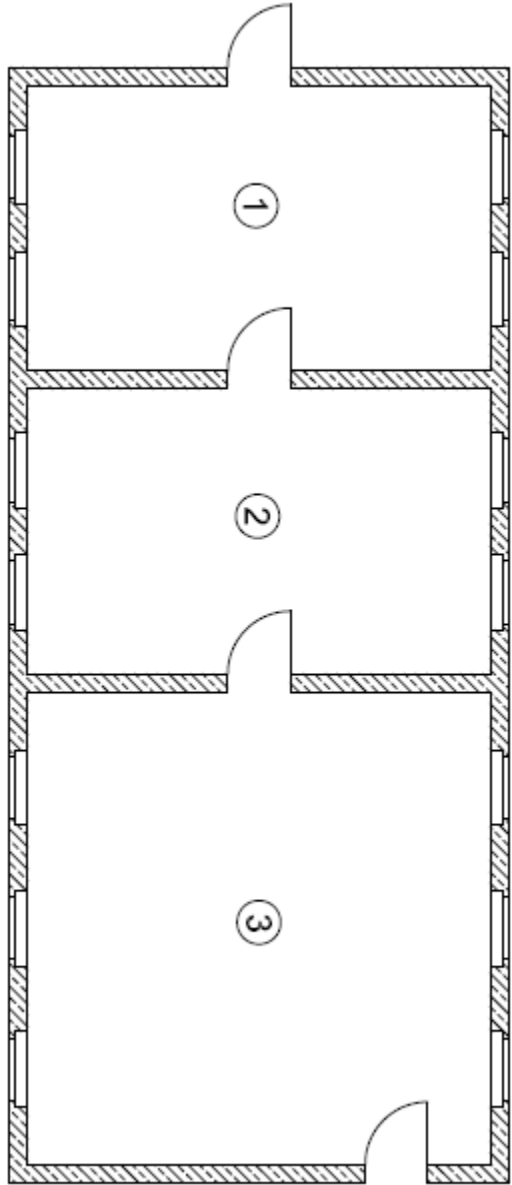
Додаток 1 - Перший поверх.



Додаток 2 – Другий поверх



Додаток 3 Приміщення котельні та територія філії



Котельня

