

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему:

**Підвищення енергетичної ефективності
Тернопільської початкової школи №2**

Виконав(ла): студент(ка) VI курсу, групи ЕТМ-62
спеціальності 141

Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

Корчинський С.Д.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Сисак І.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Мовчан Л.Т.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Тарасенко М. Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент Габрусєв Г.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра Електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Тарасенко М. Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«__» _____ 2023 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня _____ магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Корчинський Сергій Дмитрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Підвищення енергетичної ефективності Тернопільської початкової школи №2

Керівник роботи Сисак Іван Михайлович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «10» листопада 2023 року №4/7-1042

2. Термін подання студентом завершеної роботи 15 грудня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи Розрахункова потужність, експлікація приміщень, площі приміщень, генплан

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

1. Аналітичний розділ

2. Розрахунково-дослідницький розділ

3. Проектно-конструкторський розділ

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

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

1. Генплан 1л. ф – А1

2. Розрахункова схема ЩО 1л. ф – А1

3. План електроосвітлення 1л. ф – А1

4. План зовнішнього освітлення території 1л. ф – А1

5. План електроосвітлення укриття 1л. ф – А1

6. Блискавкозахист 1л. ф – А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Гурик О. Я. к.т.н., доцент		
	Клепчик В.М., старший викладач		
Нормоконтроль	Мовчан Л.Т. к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ		
2	Аналітичний розділ		
3	Розрахунково-дослідницький розділ		
4	Проектно-конструкторський розділ		
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
6	Висновки		
7	Оформлення пояснювальної записки		
8	Оформлення графічної частини		

Студент _____
(підпис)

Корчинський С.Д.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Сисак І.М.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Корчинський Сергій Дмитрович. Підвищення енергетичної ефективності Тернопільської початкової школи №2. 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. ТНТУ імені Івана Пулюя. ФПТ. Кафедра ЕІ, група ЕТм-62. – Тернопіль.: ТНТУ, 2023.

Стор. – 73 рис. – 27; табл. – 8; креслень - ; джерел - 26; додатків - 0.

Запропоновано утеплення зовнішніх стін за технологією «вентильований фасад». Розглянуто варіанти утеплення цоколю нижче та вище рівня землі. Запропоновано заміну старих вікон та дверей на енергозберігаючі металопластикові. Розглянуто можливість утеплення плоского даху та горища, а також стелі підвалу. Запропоновано заміну системи опалення зі встановленням індивідуального теплового пункту. Рекомендовано встановлення «теплої підлоги» в ігрових кімнатах на першому поверсі. Проведено реконструкцію систем вентиляції зі встановленням рекуператорів. Проведено заміну світильників з лампами розжарювання та люмінесцентних світильників на енергозберігаючі світлодіодні. Запропоновано улаштування системи енергомоніторингу. Проаналізовано необхідність улаштування системи блискавкозахисту. Рекомендовано здійснити заміну існуючого старого неефективного кухонного електрообладнання на більш сучасніше, запропоновано улаштування приміщення подвійного призначення.

Ключові слова: освітленість, енергоефективність, енергозбереження, енергомоніторинг, блискавкозахист.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Загальні відомості про об'єкт дослідження	8
1.2 Коротка характеристика об'єкту	9
1.3 Експлуатаційні характеристики систем енергопостачання	11
1.3.1 Система теплопостачання	11
1.3.2 Система водопостачання та водовідведення	12
1.3.3 Система вентиляції	12
1.3.4 Система електропостачання	13
1.4 Розробка заходів для забезпечення енергетичної ефективності	14
1.4.1 Перелік робіт для забезпечення енергоефективності	14
1.4.2 Улаштування вентилязованого фасаду	14
1.4.3 Тепла підлога	16
1.4.4 Енергозберігаючі вікна	17
1.4.5 Системи вентиляції (рекуперація)	18
1.5 Висновки до першого розділу	19
1.6 Постановка задач	20
2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	21
2.1 Вибір систем освітлення та джерел світла	21
2.2 Вибір освітлювальних приладів	22
2.2.1 Норми освітленості приміщень	22
2.2.2 Вибір світлових приладів для основних приміщень	23
2.2.3 Вибір світлових приладів для допоміжних приміщень	25
2.2.4 Вибір евакуаційних світлових приладів	26
2.3 Розрахунок освітленості приміщень	27
2.3.1 Розрахунок освітленості приміщень підвалу	27
2.3.2 Розрахунок освітленості приміщень першого поверху	29
2.3.3 Розрахунок освітленості приміщень другого поверху	31
2.4 Заміна кухонного електрообладнання	35

2.5	Улаштування систем вентиляції (рекуператорів)	39
2.6	Улаштування укриття	41
2.7	Висновки до другого розділу	43
	3 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	44
3.1	Улаштування системи блискавкозахисту	44
3.1.1	Загальні відомості	44
3.1.2	Розрахунок необхідності виконання блискавкозахисту	45
3.1.3	Опис об'єкту, для якого проектується блискавкозахист	46
3.1.4	Система блискавкоприймачів	47
3.1.5	Система доземних провідників	49
3.1.6	Система земляного закінчення	50
3.1.7	Захист від імпульсних перенапруг	52
3.1.8	Експлуатація та технічне обслуговування	53
3.2	Зовнішнє освітлення території	54
3.2.1	Загальні відомості	54
3.2.2	Вибір джерел світла та світлових приладів	55
3.2.3	Керування зовнішнім освітленням	59
3.3	Висновки до третього розділу	61
	4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
4.1	Організація будівельних майданчиків, робочих ділянок і робочих місць	62
4.2	Вимоги безпеки до облаштування і утримання будівельних майданчиків, виробничих ділянок і робочих місць	63
4.3	Вимоги безпеки під час складування будівельних матеріалів і конструкцій	66
4.4	Вимоги електробезпеки на будівельних майданчиках	67
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	70
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	72

ВСТУП

Актуальність теми. На даний час енергетична складова є одним з визначальних елементів, що впливає на економічний стан в нашій країні.

Впровадження енергозберігаючих технологій є головною стратегією у розвитку держави та здійснюється практично у всіх галузях економіки. Якщо результатом впровадження енергозберігаючих заходів у промисловому виробництві є зниження собівартості продукції та збільшення доходів, тоді як у бюджетній сфері стимулювання до економії енергоресурсів є складним та тривалим процесом.

Основна частка житлово-комунального фонду України є застарілою, оскільки побудована у 90-х роках ХХ століття, коли чітких вимог до енергоефективності не існувало. Тому такі будівлі є енергозатратними.

Враховуючи постійне збільшення вартості основних видів енергоресурсів, питання впровадження енергозберігаючих заходів є у закладах, які фінансується з усіх видів бюджетів, є особливо актуальним.

Мета і завдання роботи. Метою кваліфікаційної роботи є розроблення енергоефективних заходів та впровадження енергозберігаючих технологій у закладі шкільної освіти.

Завдання

- Розглянути утеплення стін за технологією «вентильований фасад»;
- Розглянути утеплення цоколю нижче та вище рівня землі;
- Запропонувати заміну старих вікон на енергозберігаючі металопластикові;
- Запропонувати заміну старих дверей на нові металопластикові;
- Розглянути утеплення плоского даху та горища, а також стелі підвалу;
- Запропонувати заміну системи опалення із встановленням індивідуального теплового пункту;
- Запропонувати встановлення «теплої підлоги» в ігрових кімнатах на першому поверсі;

- Провести реконструкцію систем вентиляції зі встановленням рекуператорів;
- Провести заміну світильників з лампами розжарювання та люмінесцентних світильників на енергозберігаючі світлодіодні;
- Провести улаштування системи енергомоніторингу;
- Провести улаштування системи блискавкозахисту.

Об'єкт дослідження – системи енергозбереження та енергомоніторингу.

Предмет дослідження – підвищення енергоефективності приміщень закладу освіти.

Наукова новизна отриманих результатів. Отримало подальший розвиток прийняття рішень щодо підвищення енергоефективності державних дошкільних та шкільних закладів.

Практичне значення отриманих результатів. Проведена модернізація системи опалення, вентиляції та освітлення дозволить знизити енергетичні затрати при експлуатації закладу освіти.

Апробація результатів. Результати досліджень Корчинського Сергія Дмитровича за темою кваліфікаційної роботи «Підвищення енергетичної ефективності Тернопільської початкової школи №2» були представлені на XII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (6-7 грудня 2023 року), м. Тернопіль Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 4 розділів, загальних висновків та переліку посилань (26 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини – 73 сторінки, 8 таблиць, 27 рисунків.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальні відомості про об'єкт дослідження

Об'єктом обстеження даної кваліфікаційної роботи магістра є Тернопільська початкова школа №2 (ТПШ №2) [7].

Початкова школа №2 знаходиться у місті Тернополі по вулиці Стуса, 6.

У 1984 році заклад розпочав свою роботу як ясла-садок під назвою «Оріон №1». З 1992 році будівля перебуває на балансі Тернопільської міської ради (Управління освіти та науки).

У 1997 році проведено реорганізацію у навчально-виховний заклад «Школа-дитячий садок №45», а згодом, в 2005 році його перейменовано в «Тернопільський навчально-виховний комплекс №7».

З 2020 року заклад носить назву «Тернопільська початкова школа №2»
Директором ТПШ №2 є Волинець Ліліана Мирославівна (з 1996 року).

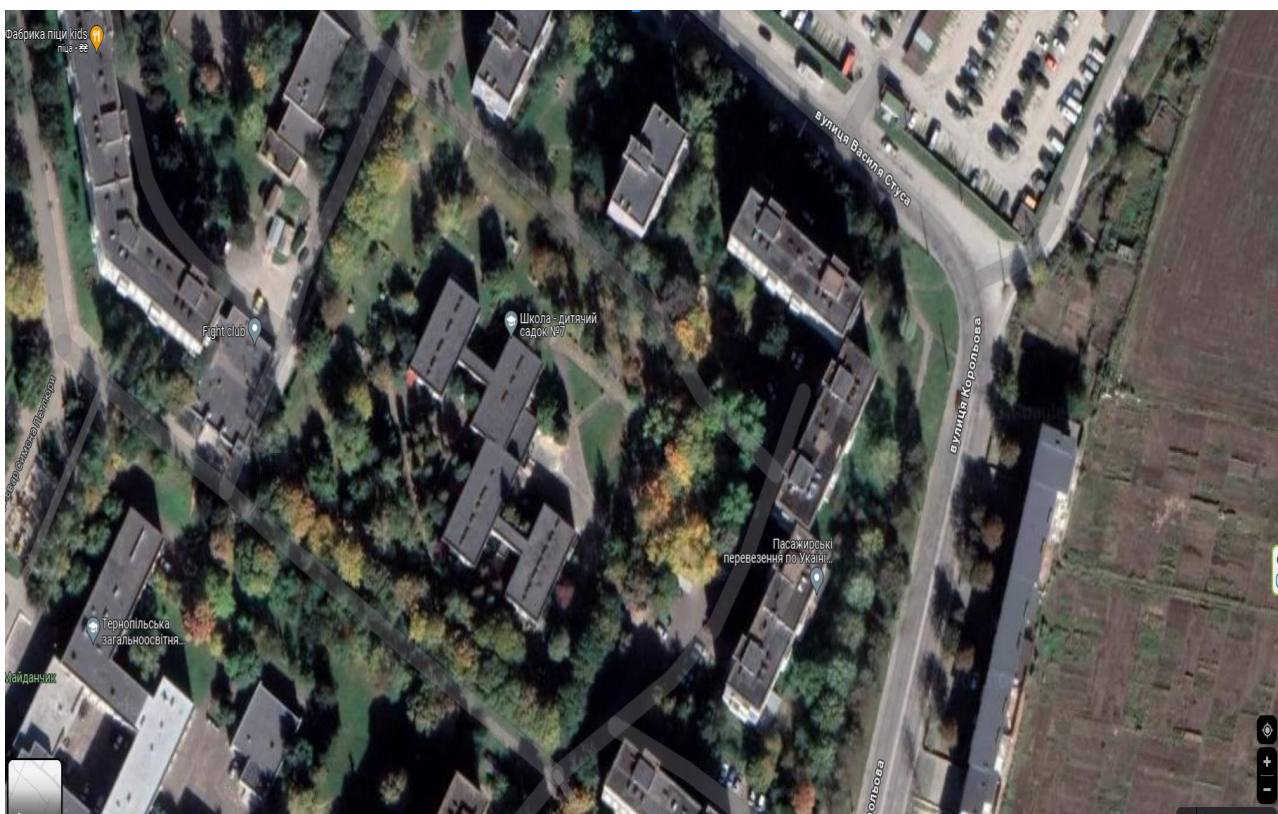


Рисунок 1.1 – Тернопільська початкова школа №2

Тернопільська початкова школа №2 працює за двома основними напрямками [7]:

- Гуманітарний;
- Художньо-естетичний.

У закладі працюють:

- для дітей раннього віку (2 групи);
- молодша (2 групи);
- середня (2 групи);
- старша (1 група).

Загалом у закладі є 7 дошкільних груп.

- Учні навчаються у 8 класах, з них 2 інклюзивних:
- 2 перших класи;
- 2 других класи;
- 2 третіх класи;
- 2 четвертих класи.

У ТППШ №2 працює школа майбутнього першокласника, комп'ютерний клас, створені міні-музеї. Є музичний та спортивний зали. На території закладу функціонують 15 ігрових та 1 спортивний зали.

Тернопільська початкова школа №2 утримується за рахунок коштів бюджету міста, підпорядковується Тернопільській міській раді (Управлінню освіти і науки).

1.2 Коротка характеристика об'єкту

Тернопільська початкова школа №2 знаходиться в північно-західній частині міста в сформованій міській забудові. Будівлю побудовано у 1984 році на основі типового проекту 214-2-57 «Універсальні дитячі ясла-садки на 160 місць», який розроблений і введений в дію ЦНШЕП учбових закладів наказом №67 від 13.06.1974 р. В об'ємно-планувальному рішенні початкова школа є

двоповерховою будівлею, що складається з двох однакових корпусів «Н»-подібної форми.

Під усією будівлею розташовано підвальні приміщення та технічне підпілля.

У підвалі знаходяться комори, де зберігаються овочі та фрукти.

Висота приміщень надземних поверхів – 3,0 м, підвалу – 2,5 м.

Фундаменти даного об'єкта виконані зі збірних залізобетонних подушок.

Згідно [1], стіни підвалу виконані зі збірних бетонних блоків.

Зовнішні і внутрішні стіни виконані з глиняної цегли.

Фасади облицьовані керамічною плиткою, цоколь – плитами колотого каменю піщаника. Над отворами шириною до 500 мм укладаються арматурні стрижні 4Ø10А-II l=1000мм в шарі цементного розчину М100 товщиною 30 мм, над отворами шириною більше 500 мм укладаються перемички збірні залізобетонні.

Перегородки – з глиняної цегли, гіпсобетонні.

Перекрыття – зі збірних залізобетонних панелей з круглими пустотами.

Підлога – лінолеум, керамічна плитка, бетонна.

Сходи – збірні залізобетонні сходові марші ребристої конструкції. Сходові марші ребристої конструкції.

Евакуаційні сходи – залізобетонні сходинок та металеві площадки.

Віконні блоки – дерев'яні блоки зі спареним плетінням, блоки з ПВХ профілю індивідуального виготовлення.

Дверні блоки:

- зовнішні входні – дерев'яні, металеві, блоки з ПВХ профілю індивідуального виготовлення,
- внутрішні – дерев'яні.

Дах – суміщений (вентильований) з організованим внутрішнім водовідведенням.

Покрівля – рулонна з шарів рубероїдного килима по цементно-піщаній стяжці, укладеній на азбестоцементі хвилясті листи. Покрівля над верандою – з

хвилястих азбестоцементних листів, укладених на дерев'яну кроквяну систему. Утеплювач – керамзитовий гравій товщиною 25 см.

Козирки: над головним входом – з оцинкованого профнастилу по гнutoзварному профілю, над входами до підвалу – збірні залізобетонні.

Сходи ганків та до підвалу – з бетонними східцями, влаштованими по суцільній основі.

Орієнтовне значення встановленого терміну експлуатації будівлі – 100 років [2].

Сейсмічність майданчика будівництва – 6 балів [3].

Форма власності існуючих земельних ділянок – державна. Загальна площа земельних ділянок становить 0,65 га. Цільове призначення – для будівництва та обслуговування будівель закладів освіти.

Енергоефективні заходи будуть проводитися в усіх приміщеннях. Також будуть виконуватися й інші роботи, які необхідні для відповідності до діючих в нормативних вимог та правил. Покращення умов перебування персоналу та дітей, зменшення показників використання енергоресурсів є головною метою енергозбереження. Зменшення енергоспоживання зменшить й кількість викидів в навколишнє середовище шкідливих речовин.

1.3 Експлуатаційні характеристики систем енергопостачання

1.3.1 Система теплопостачання

Теплопостачання Тернопільської школи №2 передбачено централізовано згідно договору про надання послуг з централізованого опалення, що укладений з ВАТ «Тернопільміськтеплокомуненерго».

Джерелом теплопостачання є існуюча котельня, - 95/70°C (гріючий контур).

Ввід теплотраси передбачено до індивідуального теплового пункту, що розміщений у підвалі у відокремленому приміщенні, у якому присутнє робоче та ремонтне освітлення. та відповідає вимогам [4].

Існуючі трубопроводи - сталеві, ізольовані. Система теплової мережі ТПШ №2 - однострубна, розподіл теплоносія передбачено знизу-вверх по стоякам; приєднання існуючих опалювальних приладів до мережі – нижнє. Магістральні трубопроводи, що прокладені під землею до будівлі під'єднані до головних подавальних трубопроводів у тепловому пункті. В якості опалювальних приладів застосовуються пластинчасті сталеві радіатори. Опалювальні прилади знаходяться під вікнами. Доступ до радіаторів – вільний. На даному об'єкті встановлено старі прилади обігріву, що не забезпечують якісний обігрів приміщень.

1.3.2 Система водопостачання та водовідведення

Початкова школа №2 підключена до системи міського централізованого водопостачання та міської системи водовідведення. Отримання даних про об'єм спожитої води здійснюється за допомогою вузла обліку, який знаходиться в підвальному приміщенні. У даному вузлу обліку встановленні лічильник води, зворотній клапан, фільтри та манометр. На даному об'єкті проектування централізоване гаряче водопостачання відсутнє.

Гаряче водопостачання здійснюється за допомогою електричних водонагрівачів.

Найбільша частка споживання води припадає на власні потреби працівників та відвідувачів закладу, процеси приготування їжі, а також прання.

Водовідведення здійснюється в центральну мережу міської каналізації.

1.3.3 Система вентиляції

У ТПШ №2 присутня природня вентиляція.

На кухні передбачено витяжна та припливна механічна вентиляція (вентиляція знаходиться в задовільному стані). Кількість повітря для кухні по кратності здійснюється згідно [5].

Через вентиляційні канали, що знаходяться в стінах передбачено видалення забрудненого повітря.

На даний час є багато обмежень, що не дозволяють використання природної вентиляції, а саме:

- Неможливість проведення регулярного провітрювання у приміщеннях з дітьми, оскільки протяги викликають розповсюдження респіраторних захворювань та переохолодження;
- Проведення провітрювання у спеку – це підняття температури повітря в приміщеннях, у зимовий період – тепловтрати.

1.3.4 Система електропостачання

Тернопільська початкова школа відноситься до споживачів II категорії надійності електропостачання.

Електроживлення передбачено від електричних мереж, згідно дозволу на приєднання, виданого ВАТ «Тернопільобленерго».

Електропостачання здійснюється двома взаєморезервними лініями від існуючої закритої трансформаторної підстанції ТП-10/0,4кВ до ввідно-розподільчого пристрою (ВРП-0,4кВ), який розташований в електрощитовій. Електропостачання даного об'єкту відповідає усім нормам [9].

До складу ввідно-розподільчого пристрою входять автоматичні вимикачі, запобіжники і пристрої керування, за допомогою яких передбачено відключення окремих ліній.

Комерційний облік електричної енергії здійснюється лічильником, який встановлений в електрощитовій початкової школи.

Живлення електроспоживачів здійснюється на напругу 380/220В.

У ВРП-0,4кВ виконано розподіл електричної енергії до групових щитків, що розташовані на першому та другому поверхах по розподільчих мережах.

Від групових щитів живляться системи освітлення та штепсельні розетки.

1.4 Розробка заходів для забезпечення енергетичної ефективності

1.4.1 Перелік робіт, необхідних для забезпечення енергетичної ефективності

При розробці заходів забезпечення енергетичної ефективності Тернопільської початкової школи №2 виконуються наступні види робіт [22]:

- утеплення стін за технологією «вентильований фасад»;
- утеплення цоколю нижче та вище рівня землі;
- заміна старих вікон на енергозберігаючі металопластикові;
- заміну старих дверей на нові металопластикові;
- утеплення плоского даху та горища, а також стелі підвалу;
- заміна системи опалення із встановленням індивідуального теплового пункту (ІТП);
- в ігрових кімнатах на першому поверсі встановлення «теплої підлоги»;
- реконструкція систем вентиляції зі встановленням рекуператорів;
- заміна світильників з лампами розжарювання та люмінесцентних світильників на енергозберігаючі світлодіодні;
- улаштування системи енергомоніторингу;
- улаштування системи блискавкозахисту.

1.4.2 Улаштування вентильованого фасаду

Навісний вентильований фасад - система конструкцій, яка монтується на зовнішній стіні будинку для захисту від впливу навколишнього середовища, утеплення з метою енергозбереження, а також зміни зовнішнього вигляду будівлі.

Надійність захисту стін від опадів є головною перевагою навісного фасаду [8].

За допомогою вентильованого фасаду здійснюється утеплення стіни, що вимагається будівельними нормами. За допомогою утеплювача, що

встановлюється під облицювання, втрати енергоресурсів через стіну зменшуються в два, інколи навіть у три рази через що значно зменшуються витрати на опалення будівлі. [11]

Крім цього, теплоізовані стіни утворюють мікроклімат, сприятливий для людини. Розміщена ззовні теплоізоляція дозволяє зменшити кількість циклів замерзання (відтавання несучої стіни), що значно збільшує термін служби будівлі. Причому корисна площа після виконання, внаслідок встановлення вентиляваного фасаду не зміниться. При встановленні навісного вентиляваного фасаду не потрібно виконувати пароізоляцію (конструкція фасаду допомагає виводити зі стіни водяну пару, що знаходиться всередині приміщень).

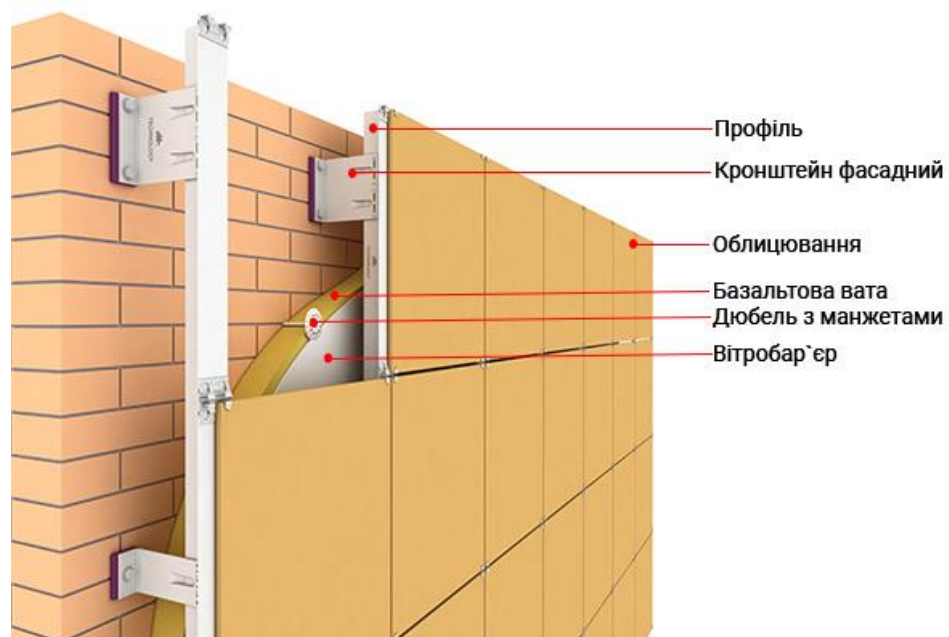


Рисунок 1.2 – Навісний вентиляований фасад

Вартість утеплювача буде становити близько 10% від вартості конструкцій фасаду.

За відсутності «мокрих» процесів, які є необхідними при виконанні штукатурних робіт, вентиляований фасад можна встановлювати при від'ємних температурах. Навісні фасади не потрібно через деякий час оновлювати, таким чином зменшуються витрати на його експлуатацію. Конструкція даного фасаду є ремонтпридатною, облицювальні плити можна знімати та встановлювати назад.

Можливі також комбіновані варіанти фасаду: вентильований та оштукатурений фасади. Такі рішення використовуються для підвищення архітектурної привабливості будівлі.

1.4.3 Тепла підлога

«Тепла підлога» є однією з найважливіших інженерних систем енергоефективних будівель.

В залежності від виду теплоносія системи поділяють на водяну та електричну. Електрична система отримала досить широкий спектр застосування.



Рисунок 1.3 – Тепла підлога

У приміщеннях з ламінатом чи дерев'яними підлогами використовуються плівкові системи, які випускаються у рулонному вигляді. Монтаж може здійснюється на горизонтальній чи вертикальній поверхні.

Економія електроенергії передбачено за допомогою терморегулюючих елементів та становить близько 40%. До недоліків цієї можна віднести невисокий термін служби (15 років).

Перевагами інфрачервоних підлог є відсутність шуму та запаху.

Електрична інфрачервона тепла підлога встановлюється без використання клею та стяжки. Такий обігрів підходить для приміщень, де проводяться поточні ремонти, оскільки її можна встановлювати та одразу користуватися.

Важливою перевагою є й те, що термоплівка підходить для будь-якого покриття підлоги (ламінат, ковролін, лінолеум, керамічна плитка).

1.4.4 Енергозберігаючі вікна

Частка вікон становить близько 20% від загальної площі фасаду будівель, що відображається на загальному балансі витрат на опалення (до 40 %), оскільки через них втрачається велика кількість тепла.

Виробництво сучасних конструкцій намагається забезпечити максимальну герметичність, тепло- та звукоізоляцію за рахунок підвищення коефіцієнтів опору теплопередачі віконної коробки та профілю. Оскільки більша частина вікна є склопакет, коефіцієнт опору теплопередачі повинен бути більше $0,54 \text{ м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$, однокамерного склопакету – $0,32 \text{ м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$, двокамерного – $0,44 \text{ м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$ [10].

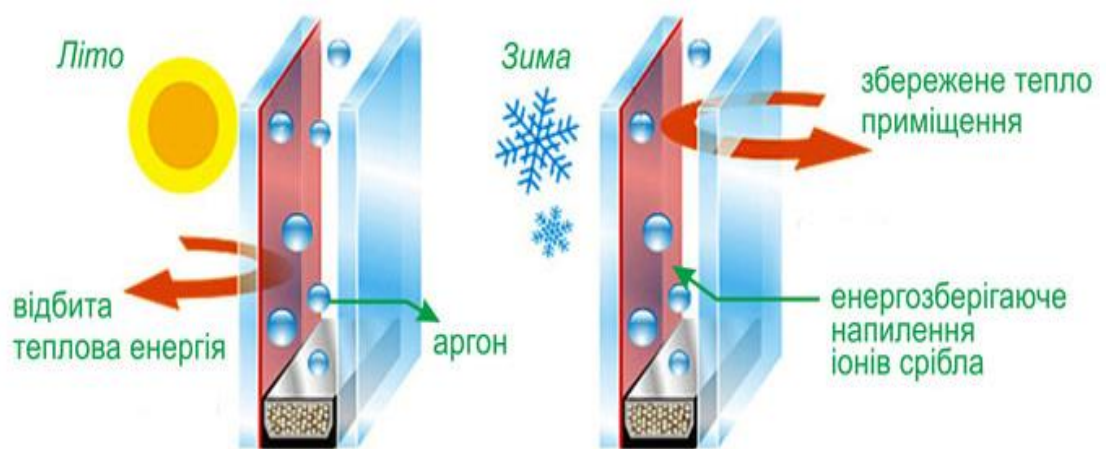


Рисунок 1.4 – Енергозберігаюче вікно. Принцип роботи

Високоєфективні теплозахисні склопакети, які виробляються на даний час, дозволяє збільшити коефіцієнт опору теплопередачі $k > 2$. У склопакетах використовується спеціальне покриття: тверде або м'яке. Тверде покриття відрізняється стійкістю до кліматичних чинників, наноситься у процесі

виробництва високотемпературним піролізом (розчин, який покриває скло, випаровується, після чого на поверхні залишається міцне покриття).

М'яке покриття відрізняється меншою стійкістю до атмосферних чинників, наноситься методом напилення у вакуумних камерах.

Скло з твердим напиленням встановлюють усередині, так і зовні склопакету, з м'яким напиленням – лише всередині склопакета. У порівнянні зі звичайним склопакетом, у склі з покриттям значно менше випромінюється тепло, цим і пояснюють його теплозберігаючі властивості.

За оцінками науковців в найближчий період існуючий коефіцієнт опору теплопередачі вікон може бути підвищено до $0,8-1,0 \text{ м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$, а в перспективі - до $1,5-2,0 \text{ м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$ (за рахунок використання низькоемісійного скла, теплоізолюючих дистанційних рамок та заповнення інертним газом).

Тому, при застосуванні енергозберігаючих вікон можна підвищити тепловий захист будівлі, але й покращити мікроклімат всередині приміщень, оскільки спеціальне покриття забезпечує краще світло пропускання влітку в усі пори року. При цьому необхідно вибирати вікна з можливістю вентиляції за допомогою спеціальних пристроїв.

1.4.5 Системи вентиляції (рекуперація)

Використання сучасних, енергозберігаючих віконних систем приводить за собою виникнення деяких проблем. Застосування таких віконних систем приводить зниження рівня кисню, підвищення вмісту вуглекислого газу, що може негативно позначатися на самопочутті та загальному стані здоров'я.

Окрім цього, застосування таких віконних систем сприяє зростанню вологості в приміщеннях, а як наслідок до появи та розвитку (надалі дуже важко видаляється) плісняви. По-перше, деякі види грибків смертельно небезпечні для людини і, по-друге, всі види плісняви мають руйнівний вплив на будівельні конструкції. Для цього використовують рекуператори тепла.

Рекуператор тепла є пристроєм, що повертає тепло назад в приміщення в холодну пору та перешкоджає попаданню теплого повітря у літній період.

У своєму складі рекуператор містить теплообмінний елемент, зазвичай вентилятори для прокачки через нього потоків витяжного повітря, яке видаляється та свіжого (чистого) повітря, що подається в приміщення.

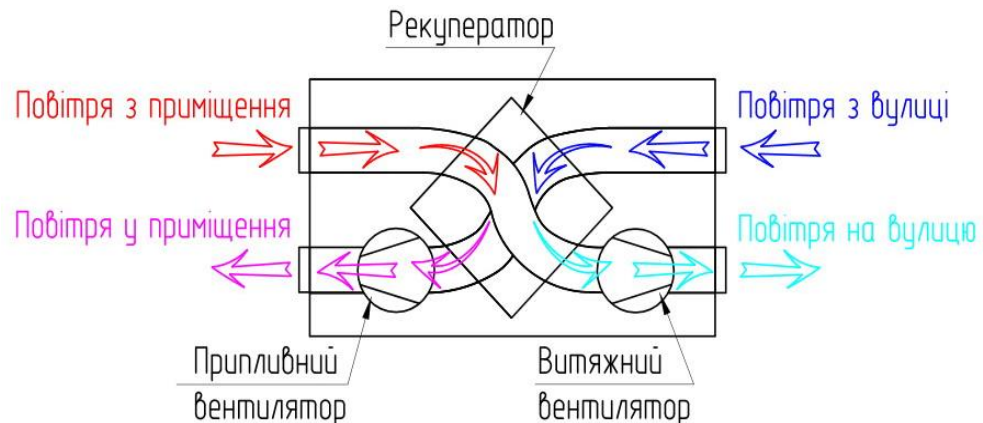


Рисунок 1.5 – Рекуператор. Принципова схема роботи

Таким чином, за допомогою рекуператора можна забезпечити приміщення теплим та свіжим повітрям, оскільки повітря, яке проходить через рекуператор піддається одразу тепловій обробці.

Необхідність застосування рекуператорів виникла відносно недавно і повністю обумовлена застосуванням у будинках сучасних енергозберігаючих віконних систем. Через віконні системи виникає порушення повітрообміну, а встановлення центральної рекуперації є недоцільним.

Єдиним виходом, який розглядається на даний час, є встановлення рекуператорів вентиляційного повітря.

1.5 Висновки до першого розділу

У першому розділі розглянуто фактичний стан огорожувальних конструкцій, систем енергопостачання: теплопостачання, водопостачання та водовідведення, електропостачання та вентиляція. Запропоновано перелік робіт, необхідних для забезпечення енергетичної ефективності та детально описано принцип роботи деяких з них.

1.6. Постановка задач

- Розглянути утеплення стін за технологією «вентильований фасад»;
- Розглянути утеплення цоколю нижче та вище рівня землі;
- Запропонувати заміну старих вікон на енергозберігаючі металопластикові;
- Запропонувати заміну старих дверей на нові металопластикові;
- Розглянути утеплення плоского даху та горища, а також стелі підвалу;
- Запропонувати заміну системи опалення із встановленням ІТП;
- Запропонувати встановлення «теплої підлоги» в ігрових кімнатах на першому поверсі;
- Провести реконструкцію систем вентиляції зі встановленням рекуператорів;
- Провести заміну світильників з лампами розжарювання та люмінесцентних світильників на енергозберігаючі світлодіодні;
- Провести улаштування системи енергомоніторингу;
- Провести улаштування системи блискавкозахисту.

2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вибір систем освітлення та джерел світла

На даний час приміщення початкової школи освітлюються світильниками з люмінесцентними лампами та лампами розжарення загальною потужністю 18,44 кВт, в той час як розрахункова потужність запроєктованої світлодіодної системи освітлення буде більш ніж вдвічі нижчою. Тому модернізація систем електроосвітлення окупиться за декілька років експлуатації.

У приміщеннях шкільних закладів повинні бути робоче, чергове, ремонтне евакуаційне та аварійне освітлення [11].

Робоче електроосвітлення повинне бути передбачене в усіх приміщеннях. Для приміщень початкової школи пропонується встановлення світильників з кольоровою температурою 4000 К [17].

Чергове електроосвітлення передбачається у коридорах та актовому залі, а також у спальних кімнатах.

Мережі евакуаційного освітлення передбачено у коридорах, сходових клітках та роздягальнях. Аварійне освітлення слід встановлювати в електрощитовій та індивідуальному тепловому пункті (ІТП). В якості ремонтного освітлення використовуються ящики з понижуючим струмом, які розміщуються в електрощитовій та індивідуальному тепловому пункті.

У приміщеннях для занять (класні кімнати) світильники передбачаються з низьким рівнем шуму, регламентованим [12,13].

Вибір зупинимо на світлодіодних світильниках.

Світлова ефективність даних світильників становить більше 100 лм/Вт.

Споживання електроенергії становить на 35% менше у порівнянні з люмінесцентними світильниками та на 12% - з найкращими енергозберігаючими лампами у порівнянні з еквівалентним потоком світла.

До переваг даних світильників необхідно віднести:

- низька вартість експлуатаційних витрати (не вимагають догляду, наприклад регулярних замін ламп);
 - рівномірний потік світла (не втомлюють зір);
 - відсутнє мерехтіння світла;
 - високий коефіцієнт кольоропередачі (спектр джерел світла близький до спектру природнього);
 - відсутність жорсткої ультрафіолетової складової (забезпечення відсутності ефекту старіння, коли світильники швидко жовтіють та виглядають як старі);
 - захист від пилу та комах (герметичний корпус запобігає потраплянню комах та пилу у світильник, що впливає на довготривалу стабільність світлового потоку);
 - відсутність ртуті (не містять ртуті, яка відноситься до I класу небезпеки, а отже не потребують додаткових витрат на утилізацію);
 - стійкість до перепадів напруги (є стійкими до перепадів напруги мережі).
- Дані моделі забезпечують відповідність світлотехнічним параметрам при напрузі 175-276 В, а також витримують довготривалу дію напруги 300 В та короткотермінові імпульси більш високої напруги близького 1 секунди.
- світильники проходять перевірку на електричну міцність;
 - Великий термін експлуатації: (більше 50 000 годин).

2.2 Вибір освітлювальних приладів

2.2.1 Норми освітленості приміщень

Приміщення навчального закладу умовно поділимо на основні та допоміжні [6]. До основних приміщень будемо відносити класні кімнати, кабінети директора та вчителів, роздягальні, ігрові, спальні, гарячі та холодні цехи для приготування їжі, їдальня, актовий зал, коридори. До допоміжних – санвузли, кладові, тамбури, душові кімнати, техпідпілля, підвали.

Освітленість є однією з головних характеристик, яка нормується при розрахунку освітлення.

Значення нормованих показників наведено в табл. 2.1 та табл. 2.2.

Таблиця 2.1 – Нормовані показники освітлення основних приміщень

Назва приміщення	Площина нормування (Г- горизонтальна; В- вертикальна)	Освітленість робочої поверхі, Лк
Роздягальні ясельних груп для дітей 1-3 роки	Г-0,8	200
Роздягальні садових груп	Г-підлога	300
Ігрові, їдальні, зали для занять	Г-підлога	400
Спальні	Г-підлога	150
Палата ізолятора	Г-підлога	150
Класна кімната	Г-0,8	400
Актовий зал	Г-підлога	200
Кабінети і кімнати викладачів	Г-0,8	300
Пральні відділення	Г-підлога	200
Обідні зали	Г-0,8	200
Мийні кухонного посуду	Г-0,8	150
Роздавальні	Г-0,8	300
Головні коридори й проходи	Г-підлога	150

Таблиця 2.2 – Нормовані показники освітлення допоміжних приміщень

Назва приміщення	Площина нормування (Г- горизонтальна; В- вертикальна)	Освітленість робочої поверхі, Лк
Туалетні кімнати	Г-підлога	200
Душові кімнати	Г-0,8	50
Кладові	Г-0,8	75
Тамбури	Г-підлога	75
Завантажувальні комори	Г-0,8	75
Приміщення для зберігання білизни	В-1,0	75
Техпідпілля	Г-0,8	20
Електрощитова	Г-0,8	75

2.2.2 Вибір світлових приладів для основних приміщень

Вибір світлодіодних приладів для електроосвітлення приміщень проектуючого об'єкту будемо виконувати відповідно до вимог щодо їх монтажу. Для систем загального (робочого) електроосвітлення вибираємо світильники, які встановлюються на стелю [19]. Для основних приміщень вибираємо світлодіодні світильники типу В36-3340-V24 [21] та S66-4440-V21[21] (див. рис.2.1 та

рис.2.2). Можливе встановлення іншого електрообладнання з аналогічними технічними характеристиками.

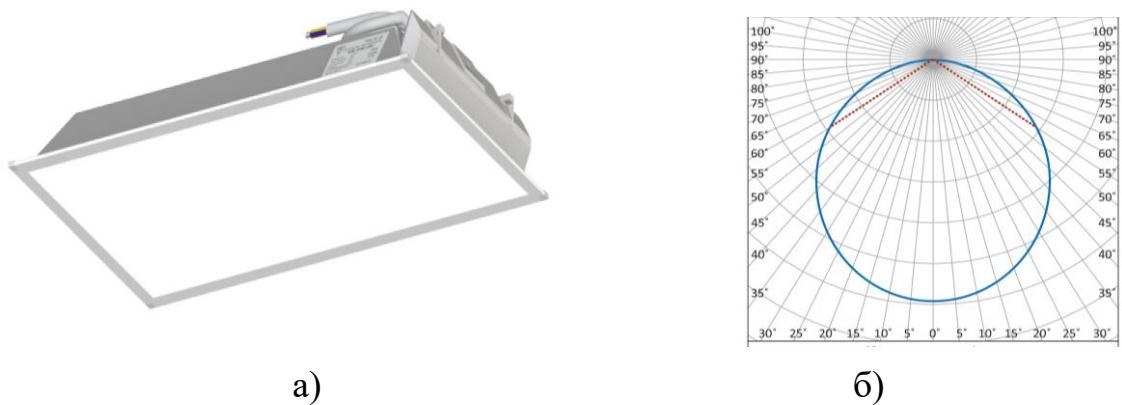


Рисунок 2.1 – Світлодіодний світильник V36-3340-V24.

а) загальний вигляд; б) крива сили світла

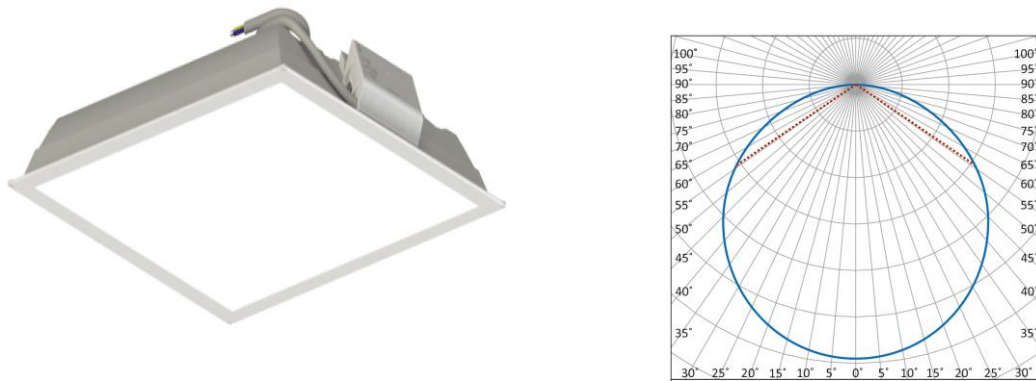


Рисунок 2.2 – Світлодіодний світильник S66-4440-V21

а) загальний вигляд; б) крива сили світла

Технічні характеристики світильників наведені в таблиці 2.1

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики світильників

Технічні характеристики	V36-3340-V24	S66-4440-V21
Світловий потік, лм	3300	4400
Колірна температура, К	4000	4000
Індекс кольоропередачі CRI (Ra)	>80	>80
Коефіцієнт пульсацій, %	<2	<2
Коефіцієнт потужності (Pf)	>90	>90
Потужність, Вт	24	43
Напруга, В	175-276	175-276
Діапазон робочих температур, °С	-10 – +50	-10 – +50
Термін служби, год	не менше 50 000	не менше 50 000
Тип розсіювача	Матовий	Матовий
Ступінь захисту	IP54	IP54
Габаритні розміри (з драйвером), мм	296x595x45	595x595x45
Інсталяційні розміри, мм	300x600	600x600
Маса, кг	1.2	1.2

2.2.3 Вибір світлових приладів для основних приміщень

Для освітлення допоміжних приміщень вибираємо світильники фірми «ЄВРОСВІТ» CL-305 [14] (ступінь захисту IP65) потужністю 8Вт, 12Вт та 18Вт, а також серії LED-SR [15] (накладного виконання) та LED-R [16] (для підвісних стель та стель з гіпсокартону) потужністю 6 Вт, 12Вт, 18Вт та 24Вт. (див. рис. 2.3 – 2.5).

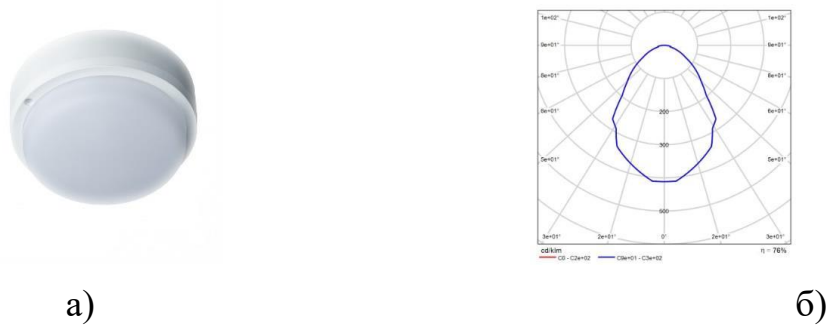


Рисунок 2.3 – Світлодіодний світильник CL305Вт (8Вт,12,18Вт).

а) загальний вигляд; б) крива сили світла

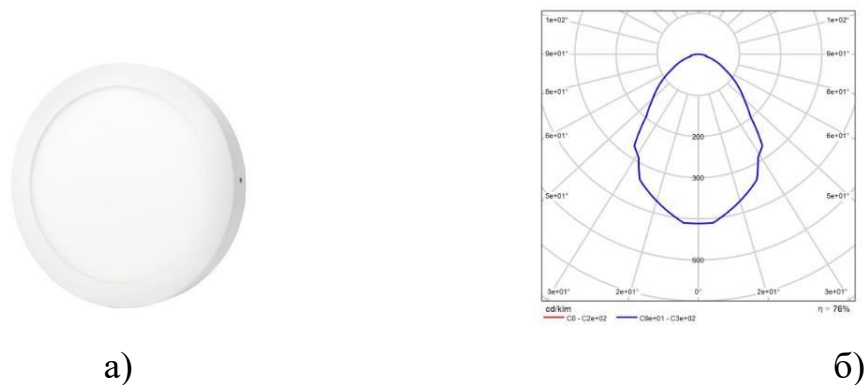


Рисунок 2.4 – Світлодіодний світильник серії LED-SR (8Вт,12,18Вт).

а) загальний вигляд; б) крива сили світла

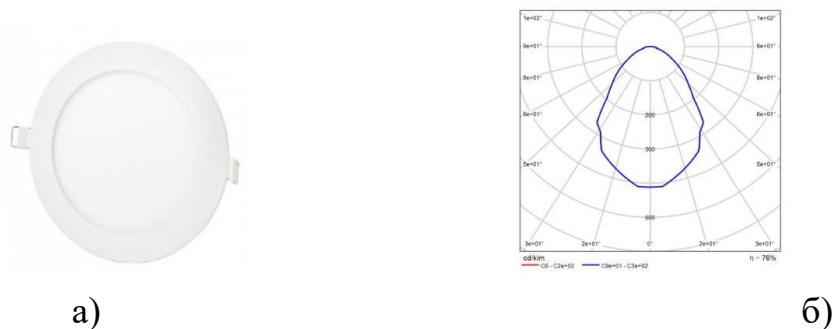


Рисунок 2.5 – Світлодіодний світильник серії LED-R (8Вт,12,18Вт).

а) загальний вигляд; б) крива сили світла

Технічні характеристики для допоміжних приміщень наведено в табл.2.2.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики світильників CL305

Технічні характеристики	CL305-8Вт	CL305-12Вт	LED-R-120-6	LED-R-170-12	LED-R-225-18	LED-R-300-24
Світловий потік, лм	800	1200	600	1200	1800	2400
Колірна температура, К	6400		4200			
Потужність, Вт	8	12	6	12	18	24
Напруга, В	220-240					
Діапазон робочих температур, °С	-20 – +40					
Термін служби, год	Більше 20000					
Ступінь захисту	IP65			IP20		
Габаритні розміри, мм	55x140	55x150	12x120	12x170	12x225	12x300

2.2.4 Вибір евакуаційних світлових приладів

Мережі аварійного (евакуаційного) освітлення передбачено у коридорах, сходових клітках та роздягальнях (на шляхах евакуації) [19]. Для евакуаційного освітлення вибираємо світильник SFT-AF-EX-04 «Вихід» (фірми «ЄВРОСВІТ») [17].

Цей світильник призначений для встановлення у приміщеннях з низьким рівнем вологості та пилу в повітрі.



Рисунок 2.6 – Світильник аварійного освітлення SFT-AF-EX-04 «Вихід»

У разі повного відключення електроенергії світильник автоматично переходить в режим роботи від акумулятора та підсвічує шляхи евакуації. Ємність нікель-кадмієвого акумулятора становить 800 мАг, що забезпечує роботу на 4 год в аварійному режимі. Допустима вхідна напруга — 185-265 В. Термін служби світлодіодів становить 30 000 годин.

2.3 Розрахунок освітленості приміщень

2.3.1 Розрахунок освітленості приміщень підвалу

Проведемо розрахунок освітленості підвалу. Для розрахунку візьмемо одне з приміщень підвалу площею $133,3 \text{ м}^2$;

Згідно технічної документації висота приміщення $H = 2,2 \text{ м}$. Оскільки світильник буде встановлюватися на стелі, приймаємо віддаль світильника від перекриття $h_c = 0,1 \text{ м}$. Згідно [9] площиною для нормування буде підлога.

Отже розрахункова висота від світильника до підлоги:

$$h = h_n - h_p = 2,1 \text{ м}.$$

Світильники монтуємо на стелі в один ряд на $2,8 \text{ м}$ від стін і 5 м між собою. $B = 5,6 \text{ м}$ – ширина приміщення.

$l = 23 \text{ м}$ – довжина механічного відділення;

Згідно таблиці 4.4 [9] техпідпілля $E = 20 \text{ лк}$, коефіцієнт запасу $K_3 = 1,1$.

Плануємо у техпідпіллі встановити 5 світильників.

Індекс приміщення:

$$i_1 = \frac{B \cdot l_1}{h(B + l_1)} = \frac{5,6 \cdot 23,8}{2,1(5,6 + 23,8)} = 2,15.$$

Для визначення необхідного світлового потоку ламп для даного приміщення використаємо за формулою:

$$\Phi_1 = \frac{E \cdot K_3 \cdot S_1 \cdot z}{\eta_1 \cdot N};$$

де E – необхідна освітленість техпідпілля;

K_3 – коефіцієнт запасу;

S_1 – площа техпідпілля, $S = 133,3 \text{ м}^2$;

N – кількість світильників у відділенні;

z – поправка на мінімальну освітленість, у нашому випадку $z = 1,15$;

η_1 – коефіцієнт використання світильника.

Згідно таблиці 5-9 [1] знаходимо $\eta_1 = 0,57$.

$$\Phi = \frac{20 \cdot 1,1 \cdot 133,3 \cdot 1,15}{0,57 \cdot 5} = 1185 \text{ Лм}.$$

Підбираємо світильник зі ступінь захисту IP65 типу **CL-305 12Вт** з технічними даними:

$$P = 12 \text{ Вт}, U_n = 230 \text{ В}, \cos\varphi = 0,95, \text{tg}\varphi = 0,329, \Phi_1 = 1200 \text{ лм}, K_u = 0,9.$$

Розрахункова освітленість даного приміщення:

$$E_p = \frac{\Phi \cdot \eta_1 \cdot N}{K_3 \cdot S_1 \cdot z} = \frac{1200 \cdot 0,57 \cdot 5}{1,1 \cdot 133,3 \cdot 1,15} = 20,28 \text{ Лк},$$

що відповідає нормам освітлення допоміжних приміщень

Визначимо запас світлового потоку для вибраного світильника:

$$\delta = \frac{1200 - 1185,0}{1200} \cdot 100\% = 1,2\%.$$

Аналогічним способом визначаємо світловий потік для інших приміщень підвалу.

Дані розрахунків вносимо у табл.2.3

Таблиця 2.5 - Результати розрахунку освітлення підвалу

№	Назва	$S, \text{м}^2$	$E, \text{лк}$	Назва світильника	$n, \text{шт}$	$\Phi, \text{лм}$	$P_{\text{св}}, \text{Вт}$	$P_{\text{заг}}, \text{Вт}$
01	Техпідпілля	60,13	28,4	CL305-18	2	1745	18	36
02	Техпідпілля	18,35	26,2	CL305-12	1	1165	12	12
03	Техпідпілля	27,69	24,2	CL305-18	1	1622	18	18
04	Техпідпілля	2,79	50,4	CL305-8	1	284	8	8
05	Техпідпілля	2,51	50,8	CL305-8	1	254	8	8
06	Техпідпілля	31,63	24,2	CL305-18	1	1726	18	18
07	Техпідпілля	23,26	22,4	CL305-12	1	746	12	12
08	Техпідпілля	16,31	20,2	CL305-8	1	768	8	8
09	Техпідпілля	10,15	32,4	CL305-8	1	457	8	8
010	Техпідпілля	128,95	22,5	CL305-12	5	1142	12	60
011	Техпідпілля	133,32	20,1	CL305-12	5	1185	12	60
012	Техпідпілля	134,0	20,1	CL305-12	5	1185	12	60
014	Техпідпілля	153,18	24,4	CL305-18	5	1756	18	90
015	Техпідпілля	150,78	24,8	CL305-18	5	1726	18	90
016	Техпідпілля	133,62	20,1	CL305-12	5	1185	12	60
017	Техпідпілля	133,32	20,1	CL305-12	5	1185	12	60
018	Техпідпілля	31,3	24,2	CL305-18	1	1687	18	18
019	Техпідпілля	31,3	24,2	CL305-18	1	1687	18	18
РАЗОМ		1222,89						1744

Електроживлення запропонованих світильників здійснюється від ЩО підвалу, який встановлюємо біля входу у підвал.

Виберемо кабель, який буде живити ЩО підвалу.

Номинальна потужність: $P_{номЩОп} = 1,74 \text{ кВт}$

Значення номінальної напруги: $U_{ном} = 0,22 \text{ кВ}$

Отримаємо:
$$I_{номЩОп} = \frac{P_{ном.ЩОп}}{U_{ном}} = \frac{1,74}{0,22} = 7,9 \text{ А}$$

По таблиці 1.3.6 [9] вибираємо кабель ВВГнг-3х2,5 при $I_{доп.} = 27 \text{ А}$.

Від ЩО підвалу прокладаємо 2 групові лінії для живлення світильників кабелем ВВГнг-3х1,5 [18]. Кабель прокладаємо в металорукаві. В запроєктованому ЩО підвалу встановлюємо ввідний автоматичний вимикач з $I_{ном.} = 16 \text{ А}$ та два групові автоматичні вимикачі з $I_{ном.} = 10 \text{ А}$.

Керування освітленням буде здійснюватися герметичними вимикачами (ступінь захисту IP65) накладного виконання, які встановлюються при вході у приміщення на висоті 1,5 м.

2.3.2 Розрахунок освітленості приміщень першого поверху

Перший поверх початкової школи умовно поділяється на 5 частин приблизно однакової площі, в яких функціонують 5 дошкільних груп, кухня з їдальною, спортивний та актовий зал, а також кабінети директора, методичний кабінет, медичний кабінет та вчительська.

Оскільки приміщення дошкільних груп за площею є аналогічними з приміщеннями що знаходяться на другому поверсі, розрахунок їх освітленості виконаємо в п.2.3.4.

На кухні та їдальні було проведено ремонт систем електроосвітлення, тому розрахунок освітленості цих приміщень виконувати не будемо.

Проведемо розрахунок для освітленості спортивного та актового залів.

Актовий зал

Індекс приміщення:

$$i_1 = \frac{B \cdot l}{h(B + l_1)} = \frac{80}{3,3(10 + 8)} = 1,36;$$

$$\Phi_1 = \frac{E \cdot K_3 \cdot S_1 \cdot z}{\eta_1 \cdot N},$$

де $E=200 \text{ Лк}$ – необхідна освітленість;

$K_3=1,1$ – коефіцієнт запасу;

$S \approx 80 \text{ м}^2$ – площа приміщення;

$N=9$ – кількість світильників;

$z = 1,15$ – поправка на мінімальну освітленість;

$\eta_1 = 0,65$ – коефіцієнт світлового потоку.

Отже

$$\Phi_1 = \frac{200 \cdot 1,1 \cdot 80 \cdot 1,15}{0,65 \cdot 9} = 3459 \text{ лм}.$$

Підбираємо світлодіодну панель S66-3340-V21 з технічними даними:

$P = 30 \text{ Вт}$, $U_n = 230 \text{ В}$, $\cos\varphi = 0,95$, $\text{tg}\varphi = 0,329$, $\Phi_1 = 3300 \text{ лм}$, $K_u = 0,9$.

Розрахункова освітленість даного приміщення:

$$E_p = \frac{\Phi \cdot \eta_1 \cdot N}{K_3 \cdot S_1 \cdot z} = \frac{3300 \cdot 0,65 \cdot 2}{1,1 \cdot 9 \cdot 1,15} = 190,8 \text{ Лк},$$

що відповідає нормам освітлення

Визначимо запас світлового потоку для вибраного світильника:

$$\delta = \frac{3300 - 3459}{3300} \cdot 100\% = -4,8\% .$$

Спортивний зал

Індекс приміщення:

$$i_1 = \frac{B \cdot l}{h(B + l_1)} = \frac{66}{3,3(6 + 11)} = 1,18;$$

$$\Phi_1 = \frac{E \cdot K_3 \cdot S_1 \cdot z}{\eta_1 \cdot N},$$

де $E=200 \text{ Лк}$ – необхідна освітленість

$K_3=1,1$ – коефіцієнт запасу;

$S \approx 66 \text{ м}^2$ – площа приміщення;

$N=8$ – кількість світильників;

$z = 1,15$ – поправка на мінімальну освітленість;

$\eta_1 = 0,65$ – коефіцієнт світлового потоку.

Отже

$$\Phi_1 = \frac{200 \cdot 1,1 \cdot 66 \cdot 1,15}{0,65 \cdot 8} = 3211 \text{ лм}.$$

Підбираємо світлодіодну панель S66-3340-V21 з технічними даними:

$P = 30 \text{ Вт}$, $U_n = 230 \text{ В}$, $\cos\varphi = 0,95$, $\text{tg}\varphi = 0,329$, $\Phi_1 = 3300 \text{ лм}$, $K_u = 0,9$.

Розрахункова освітленість даного приміщення:

$$E_p = \frac{\Phi \cdot \eta_1 \cdot N}{K_3 \cdot S_1 \cdot z} = \frac{3300 \cdot 0,65 \cdot 8}{1,1 \cdot 66 \cdot 1,15} = 205,5 \text{ Лк},$$

що відповідає нормам освітлення

Визначимо запас світлового потоку для вибраного світильника:

$$\delta = \frac{3300 - 3211}{3300} \cdot 100\% = 2,69\%.$$

2.3.3 Розрахунок освітленості приміщень другого поверху

Другий поверх початкової школи умовно поділяється на 8 частин приблизно однакової площі, в яких функціонують 6 початкових класів та 2 дошкільні групи.

Кожна частина складається з наступних приміщень: роздягалка, ігрова (клас для занять), спальня, мийна, умивальна та туалетна кімнати.

Проведемо розрахунок освітленості для кожного приміщення.

Роздягалка (площа $S \approx 15 \text{ м}^2$).

Індекс приміщення:

$$i_1 = \frac{B \cdot l}{h(B + l_1)} = \frac{15}{3,3(5 + 3)} = 0,59.$$

$$\Phi_1 = \frac{E \cdot K_3 \cdot S_1 \cdot z}{\eta_1 \cdot N},$$

де $E = 300 \text{ Лк}$ – необхідна освітленість;

$K_3 = 1,1$ – коефіцієнт запасу;

$S \approx 15 \text{ м}^2$ – площа приміщення;

$N=2$ – кількість світильників;

$z = 1,15$ – поправка на мінімальну освітленість;

$\eta_1 = 0,65$ – коефіцієнт світлового потоку.

$$\Phi_1 = \frac{300 \cdot 1,1 \cdot 15 \cdot 1,15}{0,65 \cdot 2} = 4378 \text{ лм} .$$

Підбираємо світлодіодну панель S66-4440-V21 з технічними даними:

$P = 43 \text{ Вт}$, $U_n = 230 \text{ В}$, $\cos\varphi = 0,95$, $\text{tg}\varphi = 0,329$, $\Phi_1 = 4400 \text{ лм}$, $Ku = 0,9$.

Розрахункова освітленість даного приміщення:

$$E_p = \frac{\Phi \cdot \eta_1 \cdot N}{K_3 \cdot S_1 \cdot z} = \frac{4400 \cdot 0,65 \cdot 2}{1,1 \cdot 15 \cdot 1,15} = 301,44 \text{ Лк} ,$$

що відповідає нормам освітлення

Визначимо запас світлового потоку для вибраного світильника:

$$\delta = \frac{4400 - 4378}{4400} \cdot 100\% = 0,5\% .$$

Ігрова кімната (площа $S \approx 45 \text{ м}^2$).

Індекс приміщення:

$$i_1 = \frac{B \cdot l}{h(B + l_1)} = \frac{45}{3,3(7,5 + 6)} = 1,1.$$

$$\Phi_1 = \frac{E \cdot K_3 \cdot S_1 \cdot z}{\eta_1 \cdot N} ,$$

де $E=400 \text{ Лк}$ – необхідна освітленість;

$K_3=1,1$ – коефіцієнт запасу;

$S \approx 45 \text{ м}^2$ – площа приміщення;

$N=8$ – кількість світильників;

$z = 1,15$ – поправка на мінімальну освітленість;

$\eta_1 = 0,65$ – коефіцієнт світлового потоку.

$$\Phi_1 = \frac{400 \cdot 1,1 \cdot 45 \cdot 1,15}{0,65 \cdot 8} = 4378 \text{ лм} .$$

Підбираємо світлодіодну панель S66-4440-V21 з технічними даними:

$P = 43 \text{ Вт}$, $U_n = 230 \text{ В}$, $\cos\varphi = 0,95$, $\text{tg}\varphi = 0,329$, $\Phi_1 = 4400 \text{ лм}$, $Ku = 0,9$.

Розрахункова освітленість даного приміщення:

$$E_p = \frac{\Phi \cdot \eta_1 \cdot N}{K_3 \cdot S_1 \cdot z} = \frac{4400 \cdot 0,65 \cdot 8}{1,1 \cdot 45 \cdot 1,15} = 401,93 \text{ Лк},$$

що відповідає нормам освітлення

Визначимо запас світлового потоку для вибраного світильника:

$$\delta = \frac{4400 - 4378}{4400} \cdot 100\% = 0,5\% .$$

Спальня (площа $S \approx 48 \text{ м}^2$).

Індекс приміщення:

$$i_1 = \frac{B \cdot l}{h(B + l_1)} = \frac{48}{3,3(8 + 6)} = 1,03.$$

$$\Phi_1 = \frac{E \cdot K_3 \cdot S_1 \cdot z}{\eta_1 \cdot N},$$

де $E = 150 \text{ Лк}$ – необхідна освітленість;

$K_3 = 1,1$ – коефіцієнт запасу;

$S \approx 45 \text{ м}^2$ – площа приміщення;

$N = 2$ – кількість світильників;

$z = 1,15$ – поправка на мінімальну освітленість;

$\eta_1 = 0,7$ – коефіцієнт світлового потоку.

$$\Phi_1 = \frac{150 \cdot 1,1 \cdot 48 \cdot 1,15}{0,7 \cdot 2} = 3252 \text{ лм} .$$

Підбираємо світлодіодну панель S66-3340-V21 з технічними даними:

$P = 30 \text{ Вт}$, $U_n = 230 \text{ В}$, $\cos\varphi = 0,95$, $\text{tg}\varphi = 0,329$, $\Phi_1 = 3300 \text{ лм}$, $K_u = 0,9$.

Розрахункова освітленість даного приміщення:

$$E_p = \frac{\Phi \cdot \eta_1 \cdot N}{K_3 \cdot S_1 \cdot z} = \frac{3300 \cdot 0,7 \cdot 4}{1,1 \cdot 48 \cdot 1,15} = 152,2 \text{ Лк} .$$

Визначимо запас світлового потоку для вибраного світильника:

$$\delta = \frac{3300 - 3252}{3300} \cdot 100\% = 1,45\% .$$

Мийна (площа $S \approx 3 \text{ м}^2$).

Індекс приміщення:

$$i_1 = \frac{B \cdot l}{h(B + l_1)} = \frac{3}{3,3(1,5 + 2)} = 0,29.$$

$$\Phi_1 = \frac{E \cdot K_3 \cdot S_1 \cdot z}{\eta_1 \cdot N},$$

де $E=150$ Лк – необхідна освітленість;

$K_3=1,1$ – коефіцієнт запасу;

$S \approx 3\text{ м}^2$ – площа приміщення;

$N=1$ – кількість світильників;

$z = 1,15$ – поправка на мінімальну освітленість;

$\eta_1 = 0,52$ – коефіцієнт світлового потоку.

Отже,

$$\Phi_1 = \frac{150 \cdot 1,1 \cdot 3 \cdot 1,15}{0,52 \cdot 1} = 1094,2 \text{ лм}.$$

Підбираємо світильник зі ступенем захисту IP65 типу **CL-305 12Вт** з технічними даними:

$$P = 12 \text{ Вт}, U_n = 230 \text{ В}, \cos\varphi = 0,95, \text{tg}\varphi = 0,329, \Phi_1 = 1200 \text{ лм}, K_u = 0,9.$$

Розрахункова освітленість даного приміщення:

$$E_p = \frac{\Phi \cdot \eta_1 \cdot N}{K_3 \cdot S_1 \cdot z} = \frac{800 \cdot 0,52 \cdot 1}{1,1 \cdot 3 \cdot 1,15} = 170,7 \text{ Лк},$$

що відповідає нормам освітлення.

Визначимо запас світлового потоку для вибраного світильника:

$$\delta = \frac{1200 - 1094}{1200} \cdot 100\% = 8,8\%.$$

Дані розрахунків вносимо у табл.2.3.

Таблиця 2.6 - Результати розрахунку освітлення 2-го поверху

№	Назва	S, м ²	E, лк	Назва світильника	n, шт	Φ, лм	P _{св} , Вт	P _{заг} , Вт
1	Роздягалка	15	301,4	S66-4440-V21	2	4378	40	80
2	Ігрова	45	401,9	S66-4440-V21	8	4378	40	320
3	Спальня	48	152,2	S66-3340-V21	4	3252	30	120
4	Мийна	4	170,7	CL305-12Вт	1	1094	12	12
5	Санвузли	15	202,1	CL305-8Вт	4	764	8	32
РАЗОМ		127,5						564

Для освітлення двох коридорів (площа $S \approx 32\text{м}^2$ кожного) підбираємо світлодіодні панелі S66-3340-V21 (3 шт) при нормі освітленості 150Лк [10].

2.4 Заміна кухонного електрообладнання

На даний час розрахункова потужність існуючого електрообладнання, що розташоване на кухні, становить $P_p = 60,0\text{Вт}$.

Даною частиною розділу пропонується замінити старе неефективне кухонне електрообладнання на нове, а саме:

- Плита індукційна КИЙ-В ППЧ-4.2-10 – 2 шт;
- сковорода промислова КИЙ-В –СЕ-40.2 – 1 шт;
- шафа жарова на три секції КИЙ-В ШЖ-3-С; - 1шт;
- електрокип'ятильник безперервної дії КНЕ-60 – 2шт.

Плита індукційна КИЙ-В ППЧ-4.2-10

Габаритні розміри даної плити - 750x820x850мм, має чотири камфорки.

Матеріал поверхні: склокераміка.

Номінальна потужність становить 10кВт, однієї камфорки – 2,5кВт. Значення номінальної напруги – 380В.



Рисунок 2.7 Плита індукційна КИЙ-В ППЧ-4.2-10

$$I_{ном} = \frac{P_{ном.}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{10.0}{1.73 \cdot 0.38 \cdot 0.9} = 18,9\text{А}.$$

По табл. 1.3.4 [9] вибираємо провід ПВЗ-4,0 при $I_{дон} = 30,0\text{А}$.

Тобто, маємо п'ять одножильних проводів (L1+L2+L3+N+PE) напругою до 1кВ, прокладені в сталій тонкостінній трубі Ø25мм [20].

По номінальному струму вибираємо автоматичний вимикач $I_{ном} = 18,9А$.

Вибираємо автоматичний вимикач ВА47-29 3Р з $I_{ном}=25А$.

Сковорода промислова КИЙ-В –СЕ-40.2

Сковорода електрична комплектується перекидною чавунною чашею об'ємом 40 л. Габаритні розміри - 840x850x900мм.

Номінальна потужність - 5 кВт. Значення номінальної напруги – 380В.



Рисунок 2.8 Сковорода промислова КИЙ-В –СЕ-40.2

$$I_{ном} = \frac{P_{ном.}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{5}{1.73 \cdot 0.38 \cdot 0.9} = 8,4А.$$

По табл. 1.3.4 [9] вибираємо провід ПВЗ-1,5 при $I_{дон} = 20,0А$.

Тобто, маємо п'ять одножильних проводів (L1+L2+L3+N+PE) напругою до 1кВ, прокладені в сталій тонкостінній трубі Ø25мм [20].

По номінальному струму вибираємо автоматичний вимикач $I_{ном} = 8,4А$.

Вибираємо автоматичний вимикач ВА47-29 3Р з $I_{ном}=10А$.

Шафа жарова КИЙ-В ШЖ-3-С

Шафа жарова має в своєму складі має три секції.

Габаритні розміри - 910x710x1785мм. Номінальна потужність – 14,4 кВт, значення номінальної напруги – 380В.



Рисунок 2.9-Шафа жарова КИЙ-В ШЖ-3-С

$$I_{ном} = \frac{P_{ном.}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{14,4}{1,73 \cdot 0,38 \cdot 0,9} = 24,3 А.$$

По табл. 1.3.4 [9] вибираємо провід ПВЗ-6 при $I_{дон} = 40,0 А$.

Тобто, маємо п'ять одножильних проводів (L1+L2+L3+N+PE) напругою до 1кВ, прокладені в сталевій тонкостінній трубі Ø32мм [20].

По номінальному струму вибираємо автоматичних вимикач $I_{ном} = 24,3 А$.

Вибираємо автоматичний вимикач ВА47-29 3Р з $I_{ном}=32 А$.

Електрокип'ятильник КПЕ-60

Габаритні розміри - 700x700x900мм. Номінальна потужність – 10,5 кВт, значення номінальної напруги – 380В.



Рисунок 2.10- Електрокип'ятильник КПЕ-60

$$I_{ном} = \frac{P_{ном.}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{10.5}{1.73 \cdot 0.38 \cdot 0.9} = 19,5 A.$$

По табл. 1.3.4 [9] вибираємо провід ПВЗ-4,0 при $I_{дон} = 30,0 A$.

Тобто, маємо п'ять одножильних проводів (L1+L2+L3+N+PE) напругою до 1кВ, прокладені в сталій тонкостінній трубі Ø25мм [20].

По номінальному струму вибираємо автоматичний вимикач $I_{ном} = 19,5 A$.

Вибираємо автоматичний вимикач ВА47-29 3Р з $I_{ном} = 25 A$.

Вибір силового розподільчого щита кухні

Для розподілу електроенергії вибираємо силовий розподільчий щит на 48 модулів навісного виконання e.mbox.pro.n.48

Загальна активна потужність:

$$P_{заг.} = 2P_{плит} + P_{сковороди} + 2P_{жар.шафн} + P_{кипят} + P_{розеток} = 20 + 10 + 14,4 + 10,5 + 3 = 57,9 кВт$$

Номінальний струм становить:

$$I_{ном.} = \frac{P_{заг.}}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot \cos \varphi} = 97,8 A.$$

За [9] вибираємо автоматичний вимикач ВА47-100 з $I_{ном.} = 125 A$.

Враховуючи коефіцієнт одночасності (приймаємо $k = 0,7$), розрахункова потужність:

$$P_{розрах.} = k \cdot P_{заг.} = 0,7 \cdot 57,9 = 40,5 кВт.$$

Підключення силового розподільчого щита виконати від існуючого ВРП, що знаходиться в електрощитовій початкової школи кабелем ВВГнг-4х35 [18,20]. Необхідно також виконати контур захисного заземлення запроєктованого силового розподільчого щита кухні.

Протягом року загальна економія буде становити:

$$\Delta P = (P_{існ.} - P_{впр.}) \cdot n \cdot z = (60 - 40,5) \cdot 4 \cdot 176 = 13728 кВт,$$

де $n = 176$ днів - загальна к-сть робочих днів;

$z = 4 год$ - тривалість роботи кухонного обладнання протягом доби.

2.5 Улаштування систем вентиляції (рекуператорів)

Оскільки нормована кратність повітрообміну $n = 1(1/год)$, потрібна продуктивність припливної вентиляції буде дорівнювати об'єму приміщень, які потребують вентиляції.

Для прикладу візьмемо ігрову кімнату ($S \approx 45 м^2$).

$$V = S \cdot h = 45 \cdot 3,3 = 148,5 м^3.$$

Визначаємо теплове навантаження:

$$Q_{вен} = 0,337 \cdot V_{вн} \cdot (t_{вн} - t_{c.o.}),$$

де $t_{вн} = 20^\circ C$ – внутрішня температура у приміщенні;

$t_{c.o.} = -0,1^\circ C$ – середня температура в опалювальний період;

$$Q_{вен} = 0,337 \cdot 148,5 \cdot (20 - (-0,1)) = 1005,89 кВт.$$

Визначаємо вентиляційні втрати теплоти до встановлення систем вентиляції:

$$Q_{річ}^{вент} = 0,337 \cdot V_{вн} \cdot (t_{вн} - t_{c.o.}) \cdot n \cdot z,$$

де $n = 176 днів$ - загальна к-сть робочих днів;

$z = 9 год$ - кількість робочих годин за добу.

Отримаємо:

$$Q_{вен} = 0,337 \cdot 148,5 \cdot (20 - (-0,1)) \cdot 176 \cdot 9 = 1593 кВт \cdot год.$$

Відповідно до санітарних норм, об'єм зовнішнього повітря на одну людину повинен становити $16 м^3 / год$.

Орієнтовна кількість дітей в одній групі: 20.

Тоді, об'єм повітря, необхідний для вентиляції:

$$V_{вн} = 16 \cdot 20 = 320 м^3.$$

Теплове навантаження системи вентиляції:

$$Q_{вент} = 0,337 \cdot V_{вн} \cdot (t_{вн} - t_{c.o.}) = 0,337 \cdot 320 \cdot (20 - (-0,1)) = 2167,6 кВт.$$

Вентиляційні втрати будуть встановити:

$$Q_{річ}^{вент} = 0,337 \cdot V_{вн} \cdot (t_{вн} - t_{c.o.}) \cdot n \cdot z = 0,337 \cdot 320 \cdot (20 - (-0,1)) \cdot 176 \cdot 9 = 3433 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 2,95 \text{ Гкал}$$

Необхідна кількість рекуператорів буде розраховуватися по кількості дітей в групі.

Після огляду існуючих моделей рекуператорів та аналізу їх характеристик вибираємо PRANA-200C (рис.2.13)



Рисунок 2.11. Рекуператор PRANA-200C

Таблиця 2.7 – Технічні характеристики рекуператора PRANA-200C

Приплив повітря, м3/ год	235
Витяжка повітря, м3/ год	220
Довжина робочого модуля, мм	500
ККД, %	67
Споживана потужність, Вт	12-54
Рівень шуму, dB(A)	38

Виконаємо розрахунок систем вентиляції після встановлення запропонованого рекуператора.

Розрахунок системи вентиляції після установки децентралізованої системи вентиляції, розраховується за формулою:

$$Q_{річ}^{рек} = 0,337 \cdot V_{вн} \cdot (t_{вн} - t_{пр.}) \cdot n \cdot z ,$$

де $t_{пр.}$ - температура приливногo повітря

$$t_{np} = t_{c.o.} + \frac{G_1 \cdot (t_{вн} - t_{зв})}{G_2} = (-0.1) + \frac{220 \cdot (20 - (-0.1))}{235} = 18.72 \text{ } ^\circ\text{C},$$

де $G_1 = 220 \text{ м}^3 / \text{год}$ - об'єм витяжного повітря;

$G_2 = 220 \text{ м}^3 / \text{год}$ - об'єм припливного повітря.

Підставивши дані, отримаємо:

$$Q_{річ}^{рек} = 0,337 \cdot 320 \cdot (20 - 18,72) \cdot 176 \cdot 9 = 218,6 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 0,188 \text{ Гкал}.$$

Для забезпечення необхідних умов потрібно встановити 2 (два) таких рекуператори в кожній ігровій (класній кімнаті) та спальній кімнаті.

Економія в кожному приміщенні буде становити:

$$\Delta Q = 2.95 - 0.188 = 2.762 \text{ Гкал}.$$

Оскільки в початковій школі є 13 ігрових/класних кімнат та 13 спалень, загальна економія:

$$\Delta Q_{заг} = 2.762 \cdot 26 = 71,812 \text{ Гкал}.$$

2.6 Влаштування укриття

Даним розділом пропонується в підвалі початкової школи №2 облаштувати приміщення подвійного призначення. На даний час воно може використовуватися як укриття, у мирний час – для проведення дитячого дозвілля.

Водопостачання приміщень передбачається від існуючої внутрішньої водопровідної мережі школи.

Розрахункова витрата води - 1,6 м³/добу, 530 м³/рік.

Водовідведення (каналізація) – побутові стоки від санвузлів будуть відводитися зовнішньою мережею каналізації в існуючу каналізаційну мережу.

Розрахункова кількість побутових стоків - 1,6 м³/добу.

Опалення приміщень пропонується здійснювати за допомогою електроконвекторів «ТЕРМІЯ» марки ЕВНА.

Розрахункова температура зовнішнього повітря у приміщеннях в зимовий період має становити 20° С.

Вентиляція – припливно-витяжна з примусовим рухом повітря.

Для основного електроживлення пропонується прокладання окремої лінії від існуючого головного розподільчого щита, що знаходиться в електрощитовій кабелю ВВГнг-4х16мм [20], для резервного електропостачання – встановлення дизельної електростанції.

Для вводу і розподілу потужності для приміщень укриття встановлюємо у відособленому приміщенні пункту керування розподільчого щита ШМР-А-Н-36. Групові мережі виконуємо кабелями марки ВВГнгд [18,20].

Управління вентиляційним обладнанням буде здійснюватися за допомогою постів управління.

У приміщенні укриття необхідно влаштувати робоче, ремонтне і аварійне (резервного і антипанічного) електроосвітлення [19].

У приміщеннях для населення встановлюємо світильники типу SP66-3350-V21- 12(1,5-7)SW [21]. Світильники мають вбудовані літій-іонні акумуляторні батареї, завдяки яким при відсутності електропостачання, автоматично можуть вмикатися і працювати в резервному режимі до відновлення електропостачання або до розрядки акумулятора. При появі напруги світильники автоматично вимикають аварійне (резервне) освітлення, заряджають акумуляторні батареї та підтримують її рівень заряду, при чому будь-яке технічне обслуговування чи нагляд не потрібні.

Світильники мають захист від повного розряду та перезаряду акумуляторної батареї.

Світильники випускаються для монтажу в рамку монтажну 600х600 мм.

На всіх шляхах евакуації передбачаємо встановлення світлових вказівників "ВИХІД" в комплекті з незалежним джерелом живлення, яке спрацьовує при відсутності електроживлення в основній мережі живлення. В якості аварійного освітлення пункту керування і венткамери використовується переносний акумуляторний ліхтар ЛАУ-4.

Групові мережі прокладаємо в коробах по стінах.

Мережі електроосвітлення здійснюємо кабелями марки ВВГнгд [18], резервне і антипанічне - кабелем FE 180/E90.

Металічні неструмоведучі частини електрообладнання підлягають заземленню шляхом приєднання до нульової жили кабеля живлення. Для заземлення використовується система TN-S- система.

2.7 Висновки до другого розділу

Після проведення обстеження приміщень Тернопільської початковою школи, виявлено використання світильників з лампами розжарення та люмінесцентними лампами. Тому, запропоновано замінити існуючі світильники на світлодіодні, зроблено розрахунок освітленості підвалу, приміщень першого та другого поверхів.

У кухні рекомендовано здійснити заміну існуючого старого неефективного кухонного електрообладнання на більш сучасніше.

Впровадження цих енергоефективних заходів дозволить економити 13728кВт електроенергії протягом року.

У приміщеннях спалень та ігрових/класних кімнат запропоновано встановити рекуператори PRANA-200С. Після впровадження цього заходу можна зекономити близько 72 Гкал теплової енергії.

Також розглянута можливість улаштування в підвалі приміщення подвійного призначення, яке на даний час може використовуватися як укриття, а у мирний час – для проведення дитячого дозвілля.

3. РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Улаштування системи блискавкозахисту

3.1.1 Загальні відомості

Відсоток виникнення пожеж внаслідок удару блискавки є відносно невеликим (становить до 1% від загальної кількості пожеж).

Небезпека впливу блискавки розглядається у 3 аспектах:

- небезпека, яка може виникнути для життя людини;
- небезпека для будівель та споруд;
- небезпека для тварин.

Блискавка — це гігантський іскровий розряд. Він виникає в електричному полі атмосфери. Виникнення блискавки є складним комплексом фізичних процесів. У ХХ-ХХІ столітті блискавка стала предметом експериментального вивчення. На даний час накопичено велику кількість експериментального матеріалу і створено теоретичне представлення про процеси виникнення блискавки.

Отже, блискавка — це електричний розряд довжина якого сягає декількох кілометрів, який утворюється між грозовою хмарою та землею чи наземною спорудою. Для блискавкозахисту розглядаються лише лінійні блискавки. Вони утворюються між хмарами та землею та є головною причиною пошкодження наземних будівель та споруд.

Щільність ударів блискавки на одиницю земної поверхні є головною характеристикою грозової діяльності. Вона коливається в залежності від розташування регіону на земній кулі. Існує тенденція до збільшення щільності ударів блискавки від полюсу до екватора.

Щільність ударів стрімко зменшується у пустелях та зростає в тропіках, де може досягати значень 20÷30 розрядів на 1 км²/рік. Щільність ударів блискавки також збільшується у гірській місцевості.

В Україні розроблена карта середньої тривалості гроз (рис.3.1).

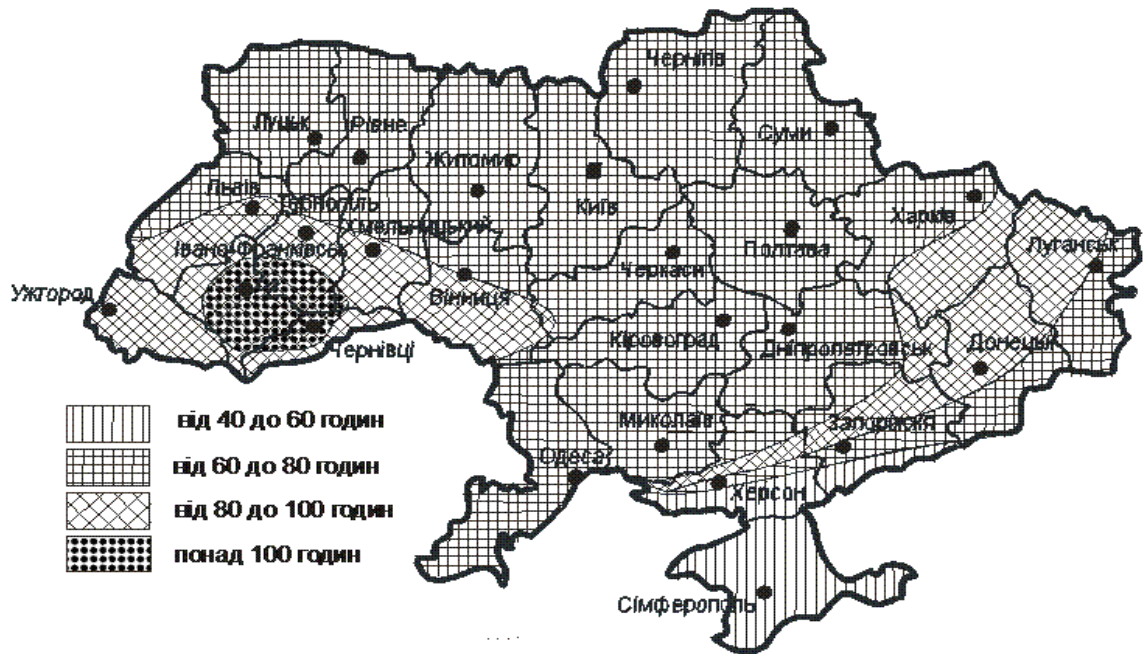


Рисунок 3.1 – Середня тривалість гроз в Україні протягом року

3.1.2 Розрахунок необхідності виконання блискавкозахисту

Необхідність влаштування блискавкозахисту від первинних ударів блискавки та рівня блискавкозахисту визначаємо за [22] в залежності від можливої очікуваної кількості уражень початкової школи блискавкою протягом року N .

Кількість уражень блискавкою протягом року N для будівель і споруд, які мають прямокутну форму, визначаємо за формулою:

$$N = [(S + 6 \cdot h_{об}) \cdot (L + 6 \cdot h_{об}) - 7.7 \cdot h_{об}^2] \cdot n \cdot 10^{-6},$$

де $S=55$ м – ширина найменшого прямокутника, в який вписується будівля на плані;

$L=66$ м – довжина найменшого прямокутника, в який вписується школа на плані;

$h_{об}=8.0$ м – найбільша висота будівлі;

n – щільність ударів блискавки на 1км^2 земної поверхні протягом року.

Щільність ударів блискавки розраховуємо за формулою:

$$n = \frac{(6.7 \cdot T_{gp})}{100},$$

де T_{gp} - середня тривалість гроз, визначається за допомогою карт інтенсивності грозової діяльності (визначаємо згідно Додатку Б [22]).

Для Тернопільської області $T_{gp} = 80$ год.

Підставивши дані, отримаємо:

$$n = \frac{(6.7 \cdot 80)}{100} = 5,36 \left(\frac{1}{\text{км}^2 \cdot \text{рік}} \right),$$

тоді

$$N = [(55 + 6 \cdot 8) \cdot (66 + 6 \cdot 8) - 7.7 \cdot 8^2] \cdot 5,36 \cdot 10^{-6} = 0,6$$

Відповідно до таблиці Додатка А, пункт 7 [22], вибираємо необхідний рівень блискавкозахисту, при $0.1 < N < 2$, приймаємо **ТРЕТІЙ (III) рівень блискавкозахисту**.

3.1.3 Опис об'єкту, для якого проектується блискавкозахист

Системою блискавкозахисту називають комплекс заходів, які спрямовані захищати від ударів блискавки будівлю та людей. Метою даної системи є зменшення матеріальних збитків та пожеж, які можуть виникнути після попадання блискавки у будівлю чи будівельні конструкції.

Зовнішньою системою блискавкозахисту пропонується облаштувати будівлю Тернопільської початкової школи №2.

Дану будівлю можна вписати у прямокутник, найменші розміри якого будуть 66x55 м.

Найбільша висота будівлі становить 8,0 м. Покрівля покрита полімерною мембраною, матеріалом стін є глиняна цегла.

Після проведення аналізу результатів можливих ризиків і втрат після удару блискавки в будівлю, відповідно до [23] потрібно виконати блискавкозахист від прямих попадань блискавки.

Для такого типу будівлі присутні два види втрат:

- загибель людей;
- економічні втрати через пошкодження будівлі.

Зовнішня система блискавозахисту складається з трьох систем [24]:

- блискавкоприймачів,
- доземних провідників
- земляних закінчень.

Пропонується також влаштування пристроїв захисту від імпульсних перенапруг для захисту електрообладнання від вторинних проявів удару блискавки.

3.1.4 Система блискавкоприймачів

Відповідно до р. 5.2 та додатку Е.5.2 [25], систему блискавкоприймачів прийнято використовувати за допомогою методів захисного кута та блискавкоприймальної сітки.

Методом блискавкоприймальної сітки буде захищатися сама покрівля. За допомогою вертикальних блискавкоприймачів ($h=1.5\text{м}$) методом захисного кута захищаються вентиляційні канали.

По покрівлі початкової школи прокладають блискавкоприймальна сітка, яка складається з провідників, що кріпляться на тримачах з кроком чарунки не більше $15\times 15\text{м}$ (табл. 2 [25]).

Сітка виконується з алюмінієвого чи сталевого дроту $\text{Ø}8\text{мм}$.

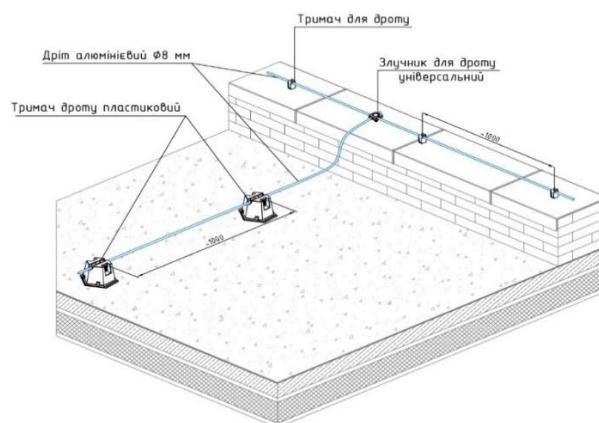


Рисунок 3.2 – Прокладання провідників по плоскій покрівлі

Прокладання провідників по покрівлі здійснюється за допомогою пластикових тримачів (прокладання по плоскій покрівлі) та тримачів NIRO (прокладання по парапету) з кроком не більше 1 м. З'єднання провідників між собою здійснюється за допомогою хрестових злучників.

Зазвичай метод захисного кута використовується на невеликих споруд чи маленьких частинах великих будівель. Усі частини споруди повинні знаходитися в зоні захисту, що утворена стрижневими блискавкоприймачами під кутами до вертикалі.

Вентиляційні канали будуть захищатися за допомогою методу захисного кута, який утворений від вертикальних блискавкоприймачів, які необхідно встановити на покрівлі.

Згідно графіку [25] для III рівня блискавкозахисту буде складати 76° при загальній висоті блискавкоприймача $h=1,6\text{м}$ (захист вентиляційних каналів).

Радіус захисту блискавкоприймача :

$$R_x = (H_{БП} - h_x) \cdot \tan(76^\circ) = (1,6 - 0,6) \cdot 4,01 = 4,01\text{м},$$

$H_{БП}$ – загальна висота блискавкоприймача, $H_{БП} = 1,6\text{м}$;

h_x - верх вентиляційного каналу $h_x = 0,6\text{м}$;

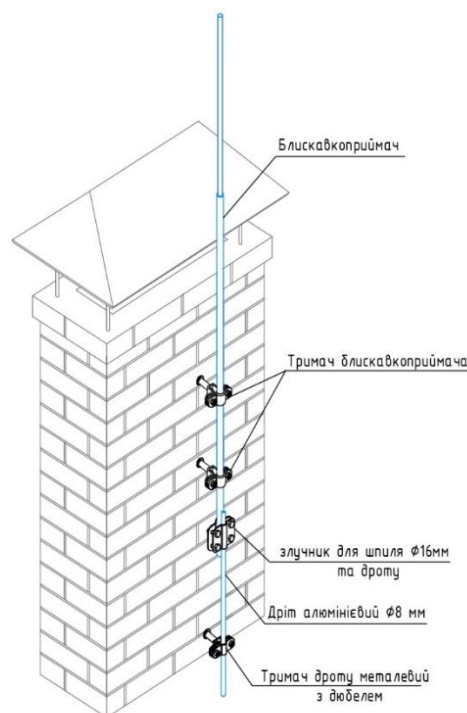


Рисунок 3.3 –Влаштування вертикального блискавкоприймача

3.1.5. Система доземних провідників

Згідно [25] доземні провідники розміщуються по периметру початкової школи зі середньою відстанню не більше 15 м між струмовідводами.

Розрахуємо загальну кількість доземних провідників, необхідних для ТПШ №2:

$$n = \frac{P}{l} = \frac{310}{15} = 20.6,$$

де P - периметр будівлі; $P=310$ м;

l - середня відстань між доземними провідниками.

Отже необхідно влаштувати 21 доземний провідник

Прокладання доземних провідників (дріт алюмінієвий Ø8мм) здійснюється по фасадних стінах будівлі із кріпленням за допомогою металевих тримачів найкоротшими шляхами, при можливості, по виступаючих кутах школи.

Струмовідводи слід розміщувати на відстані неменше 3 м від вхідних дверей, для захисту людей від ураження струмом, які перебувають під час грози ззовні будівлі.

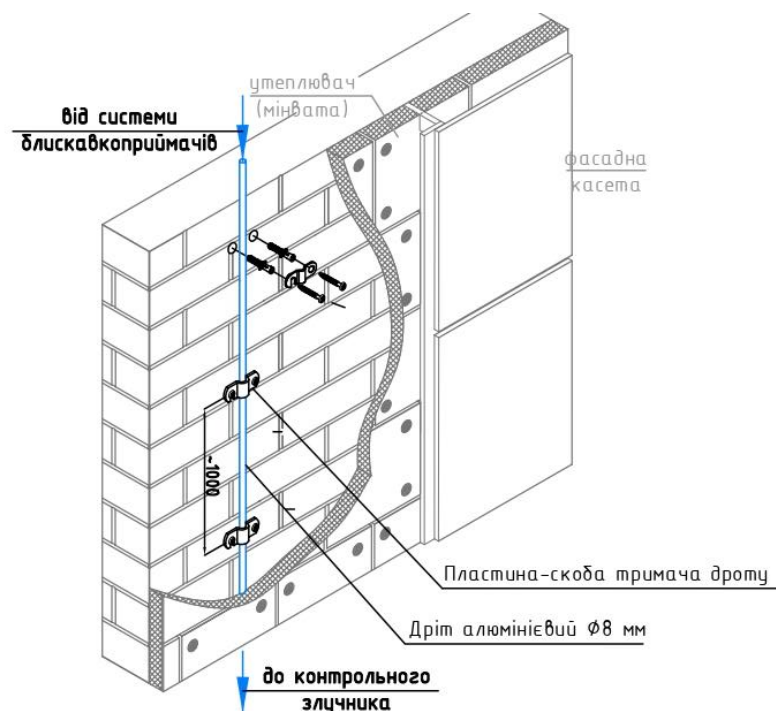


Рисунок 3.4 –Прокладання доземних провідників

Додатковий захист від ураження струмом, які перебувають під час грози ззовні будівлі, здійснюється за допомогою пластикової термостійкої трубки довжиною 2 м та товщиною стінки більше 3 мм, в якій прокладається доземний провідник.

Дріт струмовідводу з'єднується завдяки контрольним злучникам дріт-смуги зі смугою уземлення). З'єднання виконується у пластиковому корпусі (для контрольного фасадного з'єднання).

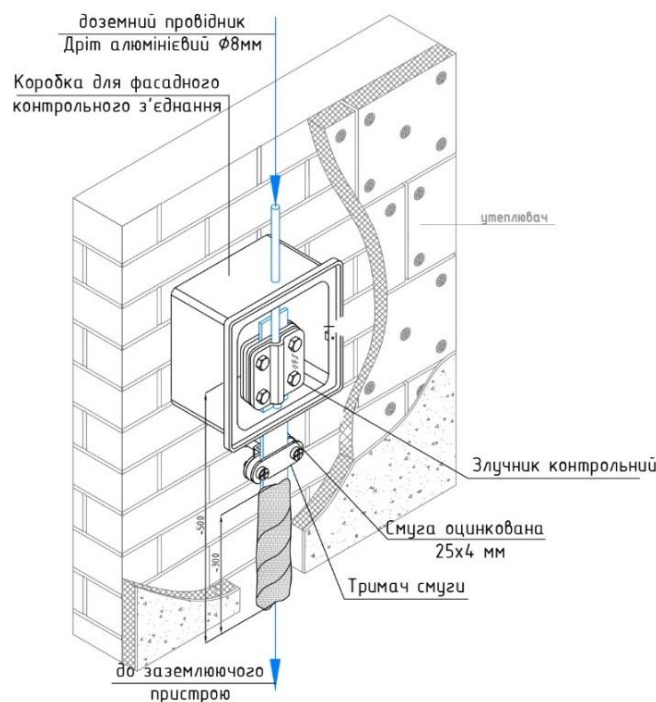


Рисунок 3.5 Контрольне з'єднання

3.1.6 Система земляного закінчення

Улаштування системи земляного закінчення виконується згідно [25]. Розміщення заземлюючих пристроїв буде виконуватися за **типом А**. Він буде включати вертикальні уземлювачі, які встановлюються ззовні початкової школи та з'єднуються з кожним доземним провідником.

Відповідно [25], дана система земляного закінчення підходить для невисоких будівель.

Величина опору даних уземлюючих пристроїв блискавкозахисту не повинна бути більшим 10 Ом у будь-яку пору року.

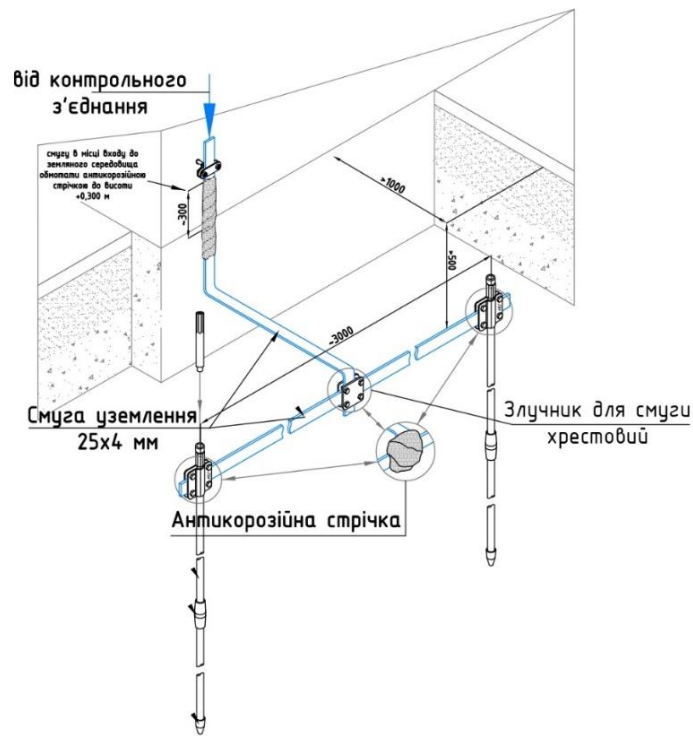


Рисунок 3.6 – Система земляного закінчення (Тип А)

Виконаємо розрахунок опору заземлюючого пристрою. Заземлюючий пристрій буде складатися з двох вертикальних електродів (сталь кругла $\varnothing 16\text{мм}$ довжиною 3 м), які з'єднанні між собою горизонтальним провідником (смуга оцинкована розм. $25 \times 4\text{ мм}$)

Повний опір заземлюючого пристрою:

$$R_{зп} = \frac{1}{(\eta_e \cdot n_B / R_B) + (\eta_c \cdot n_G / R_G)},$$

$\eta_e = \eta_G = 0,85$ – коефіцієнти групових заземлень;

R_G - опір запроєктованого горизонтального електрода;

R_B - опір запроєктованого вертикальних електродів;

$n_B = 2$ - кількість необхідних вертикальних електродів.

$n_G = 1$ - кількість необхідних горизонтальних електродів;

Знайдемо опір горизонтальних електродів:

$$R_G = \frac{\rho_{екв}}{2\pi \cdot L_G} \cdot \ln \frac{2L_G^2}{b \cdot h} = \frac{64,97}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \cdot \ln \frac{2 \cdot 9}{0,025 \cdot 0,7} = 20,97 \text{ Ом}$$

$\rho_{екв} = 64,97$ – питомий опір ґрунту;

$b=0,025$ м – ширина оцинкованої полоси горизонтального електрода;

$h=0,7$ м – глибина, на якій монтується горизонтальний електрод;

$L_T=3$ м – довжина запроєктованого горизонтального електрода;

Опір вертикального електрода:

$$R_T = \frac{\rho_{екв}}{2\pi \cdot L_B} \cdot \left(\ln \frac{2L_B}{d} + 0,5 \cdot \ln \frac{4T+L}{4T-L} \right) = \frac{64,97}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,016} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot 2 + 3}{4 \cdot 2 - 3} \right) = 24,14 \text{ Ом}$$

$T=2$ м – заглиблення;

$L_B=3$ м – довжина запроєктованого вертикального електрода;

$d=0,016$ м – діаметр запроєктованого вертикального електрода;

Таким чином

$$R_{зп} = \frac{1}{(\eta_6 \cdot n_B / R_B) + (\eta_c \cdot n_T / R_T)} = \frac{1}{(0,85 \cdot 2 / 24,14) + (0,85 \cdot 1 / 20,29)} = 8,904 \text{ Ом}$$

Відповідно до розрахунків, для типу ґрунту в зоні розташування початкової школи №2, достатня кількість заземлюючих пристроїв для одного доземного провідника при умові $R_{зп} < 10$ Ом, становить:

- 2 вертикальних електрода (сталь кругла Ø16мм) довжиною 3 м;
- горизонтальний провідник (оцинкована смуга розм.25x4 мм) довжиною 3м.

Уземлювачі необхідно влаштувати на відстані більше 1 м від стін школи та на глибині не 0,7м. Для захисту оцинкованої смуги в місці виходу зі землі до повітряного середовища та із бетону до земляного середовища необхідно її обмотати антикорозійною стрічкою близько ніж 30-40 см від місця виходу.

З'єднання струмовідводів з уземлювачами здійснюється за допомогою контрольних з'єднань, згідно вимог [25].

3.1.7 Захист від імпульсних перенапруг

Захист від вторинних проявів блискавки передбачується влаштуванням пристроїв захисту від імпульсних перенапруг (ПЗП). ПЗП встановлюється в головному розподільчому щиті (ГРЩ) [26].

Для трьохфазної мережі з TN-C системою електроживлення вибираємо ПЗІП FLP-B+C MAXI V/3, який встановлюється на DIN-рейку після ввідного автоматичного вимикача.

Фазний провід з виходу ввідного автоматичного вимикача (нижня клемма) необхідно під'єднати до клемми "L1" ПЗІП (верхня частина). Таким самим чином підключаються інші фази.

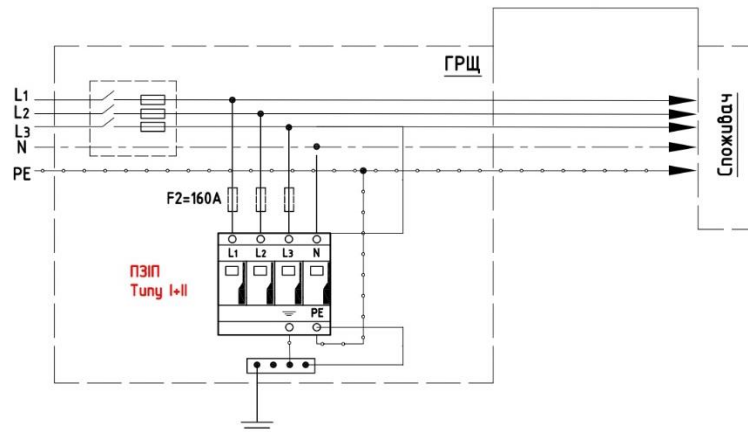


Рисунок 3.7 – ПЗІП. Електрична схема підключення

Після завершення монтажу необхідно провести перевірку змонтованої системи відповідно до вимог Е.7.2 [25].

3.1.8 Експлуатація та технічне обслуговування

Експлуатація пристроїв блискавкозахисту, а також їх технічне обслуговування необхідно виконувати згідно діючих вимог [25].

Для забезпечення надійності роботи систем блискавкозахисту необхідно виконувати перевірку у наступних випадках:

- під час встановлення систем блискавкозахисту. Особливу увагу слід звернути під час встановлення елементів, які стануть недоступними для огляду;
- після завершення монтажу систем блискавкозахисту.

Відповідно до [25], максимальний проміжок між перевітками для III рівня блискавкозахисту повинен становити:

- візуальна перевірка – не менше одного разу на два роки, рекомендовано - один раз на рік;

- технічне обслуговування (повна перевірка системи) – один раз на 4 роки.

Візуальний огляд необхідно виконувати для огляду:

- відсутності послаблених з'єднань та випадкових розривів у системі блискавкозахисту;

- відсутності уражень елементів системи корозією, особливо на рівні землі;

- в проектуючій будівлі, відсутні доповнення або зміни, що вимагають улаштування додаткового захисту.

Повна перевірка включає в себе візуальний огляд та виконується з наступними діями:

- виконання безперервності тих частин систем блискавкозахисту, які не можна візуально оглянути;

- огляд та підтягування елементів болтових з'єднань, тримачів та злучників, а також оброблення антикорозійними пастами;

- перевірка опору заземлення системи земляних закінчень.

Для проведення перевірки опору заземлення системи заземлення потрібно виконувати комбіновані та ізольовані вимірювання опору землі. Результати необхідно зафіксувати у звіті про проведення перевірки систем блискавкозахисту. Кожен заземлюючий електрод необхідно вимірювати ізольовано. Коли перевірка дотримання вимог неможлива чи системи земляних закінчень не відповідають нормам, вони повинні бути удосконалені за допомогою монтажу додаткових електродів чи встановленням додаткових систем земляних закінчень.

3.2 Зовнішнє освітлення території

3.2.1 Загальні відомості

Вибір зовнішнього освітлення території є досить актуальним. Правильно вибране освітлення має не тільки функціональне, але й естетичне призначення.

Освітлення зовнішньої території може виконувати наступні функції:

- технічну - передбачає освітлення території у темну пору доби. Зазвичай використовуються галогенні чи світлодіодні світильники, які встановлюються уздовж доріжок. Технічне освітлення також розміщується біля воріт, терас та альтанок.

- декоративну – завдяки освітленню будівлі надається унікальний вигляд. Найчастіше світильниками підкреслюється рослинний світ, басейни або ж виконується архітектурне підсвічування будівлі. Для декоративного освітлення використовуються навісні та кольорові ліхтарики, а також гірлянди.

- функцію безпеки - світильники з датчиками руху можуть виконувати роль візуальної сигналізації. Для охоронних цілей їх монтують по периметру вздовж огорожі. Для охоронного освітлення використовуються прожектори, а також лампи, які мають спрямовані промені та потужне біле світло.

При плануванні зовнішнього освітлення необхідно схематично зобразити план освітлення території.

Для зниження споживання електроенергії хорошим варіантом буде вибір прожекторів з датчиками руху та рівнем освітленості. Хорошим і економічним рішенням буде використання світильників на сонячних батареях.

Світильники, які використовуються для освітлення території, повинні бути максимально захищені від негоди, а також стійкими від пилу та вологи.

3.2.2 Вибір джерел світла та світлових приладів

Для освітлення об'єктів, які мають «теплий» колір фасаду (пунктом 8.6.9 [10]), рекомендовано використовувати напівпровідникові чи розрядні джерела світла, при цьому колірна температура не повинна перевищувати 5000 К.

До ламп з розрядними джерелами світла відносять [30]:

- ртутні лампи високого та низького тиску. До них відносяться також і люмінесцентні лампи, які застосовуються при внутрішньому освітленні

приміщень та дугові ртутні лампи, які використовуються для зовнішнього освітлення);

– металогалогенні лампи – застосовуються в системах загального освітлення майданчиків для заняття спортом, виставкових павільйонів тощо);

– лампи тліючого світіння та дугового розряду (використовують в системах індикації і сигналізації).

– ксенонові лампи – типу ДКсТ (застосовують при освітленні великих відкритих просторів та зовнішнього архітектурного освітлення);

– натрієві лампи низького і високого тиску - застосовують в системах зовнішнього освітлення і освітлення великих за площею приміщень);

Характеристики напівпровідникових джерел світла (світлодіоди):

Висока світлова віддача – становить від 80 Лм/Вт;

Широкий діапазон колірної температури – від 2400 К до 7000 К;

Тривалий термін служби – 10 -50 тис. год.

У порівнянні із розрядними джерелами світла, світлодіоди мають ряд переваг, а саме:

- відсутність ртуті (не потрібно застосовувати спеціальні додаткові методи утилізації відпрацьованих ламп)

- низький коефіцієнт пульсації;

- миттєве перезапалювання (у порівнянні з розрядними лампами високого тиску);

Враховуючі усі переваги та недоліки, джерелами світла вибираємо світлодіоди.

Для освітлення території пропонуються поворотні консольні світильники VidexVL-SLe14-505 50Вт 5000lm IP67.

Згідно з [31] запропонований вуличний світильник VIDEX IP65 50W 5000Lm 5000K, який використовується для вуличного освітлення прибудинкових територій, а також зон відпочинку та дитячих майданчиків

Його можна використовувати як за високих, так і за низьких температурах завдяки широкому діапазону робочої температури. Ліхтар має високий захист від

ударів (IK07), а також високий ступінь захисту від вологи та пилу (IP65). Захисне покриття зберігає його від подряпин у процесі експлуатації та під час монтажу. Після встановлення йому не потрібне додаткового обслуговування під час експлуатації.

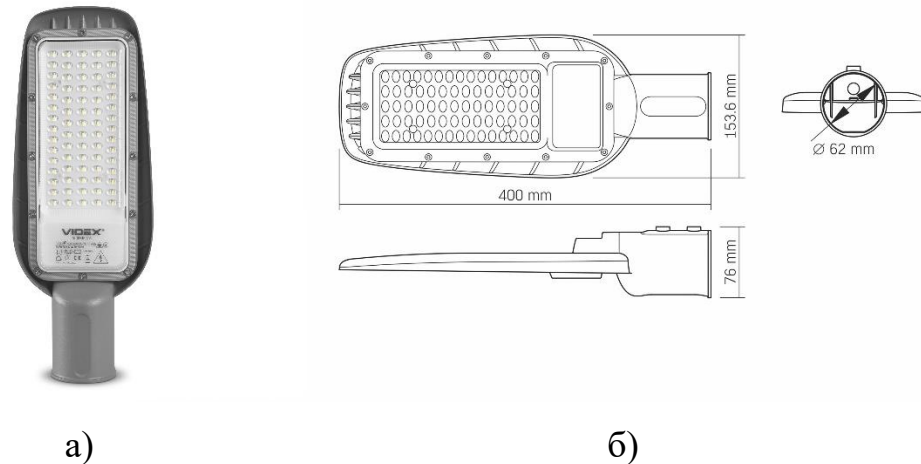


Рисунок 3.8 – Videx VL-SLe14-505 50Вт 5000lm IP67

а) – загальний вигляд; б) – габаритні розміри

Колірна температура становить 5000К (денне світло), світловіддача - 100Лм/Вт. Загальна сила світлового потоку - 5000Лм.

Джерело світла – світлодіоди. Вони забезпечують рівномірне, якісне та спрямоване світло.

Термін служби світильника не залежить від кількості вмикань та вимикань.

Забезпечує стійку стабільну роботу при перепадах напруги (номінальна напруга становить 180-265В).

Оптимальна висота встановлення – 6м.

Проведемо розрахунок для даного світильника. Згідно технічних характеристик на 1 Вт потужності виробляється 100 Люмен. Пучок світла відкривається на 130 градусів, створюючи перед собою світлову пляму.

Розрахунок радіуса освітленості від прожектора з пучком світла на 120град обчислюємо за такою формулою:

$$R = 5.65 \cdot \frac{W}{L}$$

де $W = 50Вт$ - потужність освітленості;

$R = 10Лк$ - освітленість (у нічний час освітленість проектуючого об'єкта повинна бути не менше $10Лк/1м^2$).

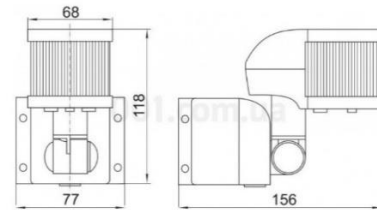
Підставивши дані, отримаємо:

$$R = 5.65 \cdot \frac{50}{10} = 12,6м$$

Для економії електроенергії під кожним запроектованим світильником встановлюємо датчики руху ДД 018В на висоті 2,5-3 м, дальність дії - 12м, кут огляду - 270° .



а)



б)

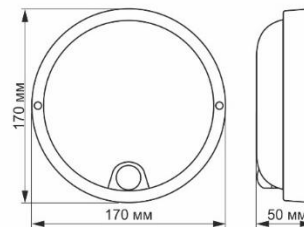
Рисунок 3.9 – Датчик руху ДД 018В

а) – загальний вигляд; б) – габаритні розміри

Над входами у приміщення встановлюємо настінні світильники з інфрачервоним датчиком руху та освітленості VL-BHR-125W-SP потужністю 12Вт.



а)



б)

Рисунок 3.10 – VL-BHR-125W-SP

а) – загальний вигляд; б) – габаритні розміри

Для підключення світильників зовнішнього освітлення буде використовуватися кабель типу ВВГнг [31].

Згідно з пунктом 1.7.61 [9] у житлових, адміністративних та громадських будівлях використовується TN-C-S система заземлення, тому для групових ліній використовуємо трьожильні кабелі.

Згідно з таблицею 2.1.1 [9] в мінімальна площа перерізу жил кабелів буде становити $1,5 \text{ мм}^2$.

Тому для підключення вибираємо кабель ВВГнг-3х1,5 мм^2 .

3.2.3 Керування зовнішнім освітленням

Для забезпечення можливості управління роботою системи зовнішнього освітлення Початкової школи №2 запропоновано систему (див.рис.3.13).

Для заданої схеми передбачено можливість увімкнення та вимкнення світильників в ручному та автоматичному режимах. Перемикач між цими режимами передбачено перемикачем SA, який може знаходитись у 3 положеннях.

При встановленні перемикача у положення ручного керування («Р»), напруга подається на кнопки «СТОП» та «ПУСК».

Натискання кнопки «ПУСК» приводить до спрацювання котушки контактора КМ, внаслідок відбувається замикання його силових контактів, що забезпечує включення освітлювальних приладів.

Електричне коло розривається після натискання кнопки «СТОП», відбувається вимкнення освітлювальних приладів.

В автоматичному режимі (положення «А») напруга потрапляє до змонтованого датчика освітленості ВL, здійснюється замикання контактів. Напруга потрапляє на котушку електромагнітного пускача КМ і відбувається замикання його силові контактів. Внаслідок цього відбувається живлення ліній зовнішнього освітлення території. При збільшенні рівня освітленості відбувається розмикання контактів на датчику ВL, тому відбувається

припинення подачі напруги на котушку контактора КМ, тому силові контакти розмикаються.

При встановленні перемикача у центральне положення, напруга не подається, тому контакти не замикаються.

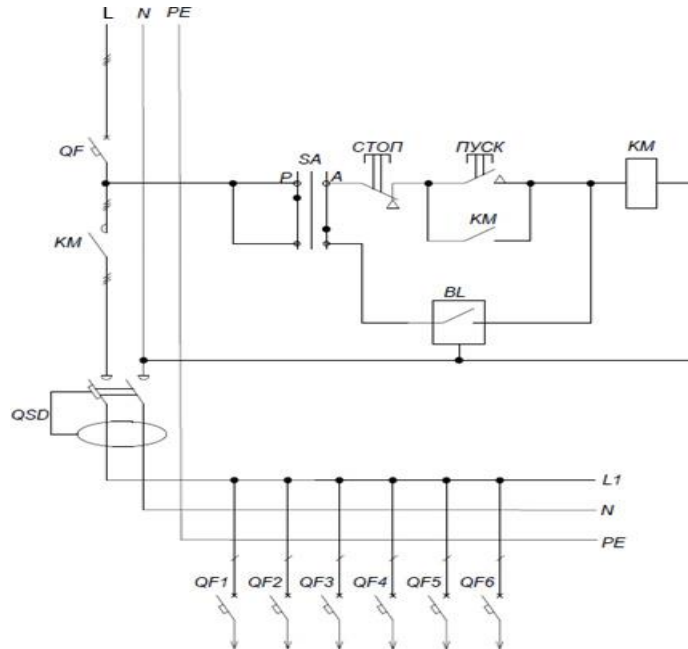


Рисунок 3.11 – Схема управління зовнішнім електроосвітленням

Таблиця 3.1 – Вибір електрообладнання

Умовне позначення	Назва	Тип
КМ	Контактор однополюсний 10 А	TeSys E 3P 25A, 1NO, 220V, AC Schneider Electric
BL	Сутінкове реле	ДР-303, 25А Аско-Укрем
SA	Перемикач пакетний	ПКП SBI 25A/1.831 (1-0-2 1 полюс) АСКО-УКРЕМ
QSD	Пристрій захисного відключення	ПЗВ-2001 2р/25А/30мА АСКО-УКРЕМ
ПУСК	Кнопка керування без фіксації	Кнопка без фіксації (1НВ) зелена ХВ2-ВА31, АСКО-УКРЕМ
СТОП	Кнопка керування без фіксації	Кнопка без фіксації (1НЗ) червона ХВ2-ВА42, АСКО-УКРЕМ
QF	Ввідний автоматичний вимикач 2-полюсний	ВА-2017/С 2р 25А АСКО
Q1	Вимикач автоматичний 1-п	ВА-2017/В 1р 10А АСКО
Q2	Вимикач автоматичний 1-п	ВА-2017/В 1р 10А АСКО
Q3	Вимикач автоматичний 1-ф	резерв

Для керування роботою зовнішнім освітленням початкової школи №2 вибираємо наступне обладнання (див табл. 3.1). Можливе встановлення іншого електрообладнання з аналогічними технічними характеристиками.

3.3 Висновки до третього розділу

У даному розділі проведено аналіз можливих ризиків і втрат після удару блискавки в будівлю, запропоновано схему улаштування систем блискавкозахисту від прямих попадань блискавки, яка складається з блискавкоприймачів, доземних провідників та земляних закінчень, а також схему влаштування пристроїв захисту від імпульсних перенапруг для захисту електрообладнання від вторинних проявів удару блискавки.

Розроблено план зовнішнього освітлення території за допомогою поворотних консольних світильників VidexVL-SLe14-505 50Вт 5000lm IP67, які встановлюються на фасаді будівлі. Для економії електроенергії запропоновано встановити під кожним прожектором датчиків руху ДД 018В.

Розглянуто систему управління зовнішнім освітленням території, яка передбачає можливість включення та вимкнення зовнішнього освітлення в ручному та автоматичному режимах.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Організація будівельних майданчиків, робочих ділянок і робочих місць

Будівельні майданчики (площадки будівельних і промислових підприємств з об'єктами будівництва, що знаходяться на них, виробничими і санітарно-побутовими приміщеннями і спорудами), ділянки робіт і робочі місця мають бути підготовлені для безпечного виконання робіт.

Під час виконання робіт на будівельному майданчику роботодавець повинен забезпечити працівників санітарно-побутовими приміщеннями (гардеробними, душовими, умивальними, сушильними для одягу і взуття, приміщеннями для обігрівання, для вживання їжі та відпочинку, для особистої гігієни жінок, туалетами тощо), питною водою і медичним обслуговуванням згідно з чинними нормативами і колективним договором (угодою).

Санітарно-побутові приміщення і обладнання мають бути введені в експлуатацію до початку виконання робіт.

Під час реконструкції діючих підприємств санітарно-побутові приміщення необхідно улаштувати з урахуванням вимог, додержання яких обов'язкове під час виробничих процесів на об'єктах, які реконструюються. У санітарно-побутових приміщеннях необхідно мати достатню кількість шаф, столів та стільців.

На будівельних об'єктах необхідно мати аптечки з медикаментами, ноші, фіксуєчі шини та інші засоби надання першої долікарської допомоги.

Приміщення (установки) для вживання питної води мають бути облаштовані на відстані не більше ніж 75 м по горизонталі і не більше ніж 10 м по вертикалі від робочих місць.

Виробничі та санітарно-побутові приміщення, місця відпочинку, проходи для людей, робочі місця на будівельних майданчиках слід розташовувати за

межами небезпечних зон. Якщо виробничі та санітарно-побутові приміщення розміщено в небезпечних зонах, необхідно розробити графіки безпечного перебування людей у цих приміщеннях. Проїзди, проходи на будівельних майданчиках, а також проходи до робочих місць і на робочих місцях не повинні мати вибоїн і утримуватись у чистоті та порядку, очищуватися від сміття, снігу, не захарашуватися матеріалами та виробами, а також бути не ковзкими.

4.2 Вимоги безпеки до облаштування і утримання будівельних майданчиків, виробничих ділянок і робочих місць

Будівельні майданчики та виробничі ділянки повинні бути огорожені згідно з ГОСТ 23407.

Конструкція захисних огорож повинна задовольняти таким вимогам:

- огорожі, що прилягають до місць проходу людей за межами будівельного майданчика, повинні мати висоту не менше ніж 2,0 м і бути обладнані суцільним захисним козирком із несучою здатністю витримувати снігове навантаження, а також навантаження від падіння дрібних предметів; ці огорожі повинні бути без прорізів, крім воріт і хвірток, які охороняються протягом робочого часу і замикаються після закінчення робіт.

Огорожі слід доставити на об'єкт будівництва до початку виконання робіт та негайно установити після утворення зазначеного перепаду по висоті, а демонтувати безпосередньо перед улаштуванням проектних огорожувальних конструкцій.

Проходи на робочих місцях і до робочих місць повинні відповідати таким вимогам:

— ширина одиночних проходів до робочих місць і на робочих місцях повинна бути не менше ніж 0,6 м, а висота таких проходів у проясненні - не менше ніж 1,8 м;

— драбини або скоби, що передбачені для піднімання чи спускання працівників на робочі місця, які розташовані на висоті (глибині) більше ніж 5 м,

необхідно обладнувати пристроями для закріплення фала запобіжного пояса (канатами з уловлювачами тощо), а також обладнані дуговою огорожею.

Прорізи у стінах за одностороннього прилягання до них настилу (перекриття) повинні бути огорожені, якщо відстань від рівня настилу до низу прорізу менше ніж 0,7 м.

Козирки необхідно зберігати до вводу будинку в експлуатацію. Кут, що виникає між козирком та розташованою вище стіною, повинен бути 70° - 75° . За довжини козирка понад 2 м допускається встановлювати під зазначеним кутом тільки частину козирка безпосередньо над входом під козирок.

Біля в'їзду на будівельний майданчик необхідно встановити схему руху автотранспорту.

Транспортні засоби та пішоходи повинні потрапляти на об'єкт будівництва і покидати його через різні проходи і проїзди, що призначені для транспортних засобів і пішоходів. Для доступу в основні робочі зони тимчасові автомобільні шляхи повинні бути обладнані пішохідними переходами з відповідними знаками.

Внутрішні автомобільні шляхи на будівельних майданчиках повинні відповідати вимогам ДБН А.3.1-5, бути обладнані відповідними дорожніми знаками, що регламентують порядок руху транспортних засобів і будівельних машин відповідно до Правил дорожнього руху України.

Швидкість руху автотранспорту поблизу місць виконання робіт не може перевищувати 10 км/год на прямих ділянках і 5 км/год - на поворотах. Для зміни на період будівництва існуючої схеми дорожнього руху на під'їзних шляхах до будівельного майданчика або для вжиття спеціальних заходів із забезпечення безпеки руху у складі ПОБ розробляється схема дорожнього руху, яка узгоджується з Державтоінспекцією МВС України, місцевими органами влади та організацією, що обслуговує ці шляхи.

У разі зведення тимчасових споруд, огорож, складів і риштувань необхідно брати до уваги відстані до засобів транспорту, що рухаються.

У місцях перехрещення на будівельному майданчику автомобільних доріг із рейковими шляхами повинні бути улаштовані суцільні настили (переїзди) з

контррейками, що укладені врівень з головками рейок. Переїзди необхідно облаштувати світовою сигналізацією та відповідними знаками.

Будівельні майданчики, ділянки робіт і робочі місця, проїзди та підходи до них у темний час доби, а також закриті приміщення повинні бути освітлені відповідно до вимог ДБН В.2.5-28, ГОСТ 12.1.046 для запобігання засліплювальній дії освітлювальних приладів на працюючих. Обладнання систем освітлення конструктивно не повинно створювати ризик ураження електрострумом.

Виконання робіт у місцях, рівень освітленості яких не відповідає вимогам ГОСТ 12.1.046, не допускається. Для працюючих на відкритому повітрі повинні бути облаштовані інвентарні приміщення для захисту від атмосферних опадів та для обігрівання, максимальна відстань до яких не повинна перевищувати 50 м.

Всі замкнені простори, в яких виконуються будь-які роботи, повинні бути обладнані вентиляцією та освітленням.

Для забезпечення безпеки робіт матеріали, будівельні конструкції та вузли обладнання необхідно подавати на робочі місця в технологічній послідовності, щоб попередня операція не була джерелом виробничої небезпеки під час виконання наступної. Опалубка перекриттів повинна бути огорожена вздовж всього периметра. Всі отвори в робочій підлозі опалубки повинні бути закриті щитами.

Під час виконання робіт на висоті знизу під місцем виконання робіт необхідно визначити та огородити небезпечні зони. У разі суміщення робіт по одній вертикалі всі робочі місця повинні бути обладнані захисними пристроями (настилами, сітками, козирками), встановленими на відстані не більше ніж 6,0 м по вертикалі від розміщеного нижче робочого місця.

Робочі місця, на яких застосовується устаткування, пуск якого здійснюється ззовні, повинні бути обладнані сигналізацією, що попереджує про пуск цього обладнання; за необхідності треба забезпечити двосторонній зв'язок з оператором.

4.3 Вимоги безпеки під час складування будівельних матеріалів і конструкцій

Складувати матеріали, вироби, конструкції, устаткування на будівельному майданчику і робочих місцях необхідно так:

- цеглу у пакетах на піддонах - не більше ніж у два яруси, у контейнерах - в один ярус, без контейнерів - висотою не більше ніж 1,7 м;
- дрібносортовий метал - у стелаж висотою не більше ніж 1,5 м;
- великогабаритне і великовагове устаткування та його частини - в один ярус на підкладках;
- скло в ящиках і рулонні матеріали - вертикально в один ряд на підкладках;
- чорні прокатні метали (листова сталь, швелери, двотаврові балки, сортова сталь) - у штабель висотою до 1,5 м на підкладках із прокладками;
- так, щоб не створювалась небезпека під час виконання робіт і не звужувались проходи.

Підкладки та прокладки в штабелях матеріалів та конструкцій необхідно розміщувати в одній вертикальній площині; їх товщина під час штабелювання панелей, блоків тощо має перевищувати висоту монтажних петель, що виступають, не менше ніж на 20 мм.

Пилоподібні матеріали необхідно зберігати у закритих ємностях, вживаючи заходів, що запобігають розпорошенню у процесі завантаження та розвантаження.

Завантажувальні отвори ємностей повинні закриватися захисними ґратами, а люки - затворами.

Бункери та інші ємності глибиною більше ніж 2 м для зберігання сипких та пилоподібних матеріалів повинні бути обладнані засобами для запобігання утворенню склепінь та зависань матеріалів або для примусового їх обвалення. Матеріали, які містять шкідливі або вибухонебезпечні речовини, необхідно зберігати у герметично закритій тарі.

Між штабелями (стелажами) на складах слід передбачити проходи шириною не менше ніж 1 м і проїзди, ширина яких залежить від габаритів транспортних засобів і вантажно-розвантажувальних механізмів, що обслуговують склад.

Притуляти (спирати) матеріали і конструкції до огорож, елементів тимчасових і капітальних споруд тощо не допускається.

4.4 Вимоги електробезпеки на будівельних майданчиках

Улаштування та експлуатація електроустановок повинні здійснюватися відповідно до Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів (наказ від 25.07.2006 № 258 Мінпаливенерго України), Правил улаштування електроустановок (наказ від 28.08.2006 № 305 Мінпаливенерго України), НПАОП 0.00-1.29, НПАОП 40.1-1.01, НПАОП 40.1- 1.07, НПАОП 40.1-1.21, НПАОП 40.1-1.32.

Електробезпека на будівельному майданчику повинна забезпечуватися відповідно до вимог ГОСТ 12.1.013.

Улаштування і технічне обслуговування тимчасових і постійних електричних мереж на виробничій території повинен здійснювати персонал, що має відповідну кваліфікаційну групу з електробезпеки.

Розведення тимчасових електромереж напругою до 1000 В, що використовуються для електрозабезпечення об'єктів будівництва, необхідно виконати ізольованими проводами чи кабелями на опорах або конструкціях, розрахованих на відповідну механічну міцність під час прокладання по них проводів і кабелів на висоті над рівнем землі та настилу не менше ніж, м:

- 2,5 - над робочими місцями;
- 3,5 - над проходами;
- 6,0 - над проїздами.

Світильники загального освітлення напругою і 220 В необхідно встановлювати на висоті не менше ніж 2,5 м від рівня землі, підлоги, настилу. За

висоти підвішування менше ніж 2,5 м необхідно згідно з ПУЕ (наказ Мінпаливенерго України від 28.08.06 № 305) використовувати напругу не вище ніж 25 В.

Живлення світильників напругою до 25 В повинно здійснюватися від знижувальних трансформаторів, машинних перетворювачів, акумуляторних батарей. Застосовувати для зазначених цілей автотрансформатори, дроселі та реостати забороняється. Корпуси знижувальних трансформаторів і їх вторинні обмотки слід заземлити. Переносні світильники мають бути тільки промислового виготовлення. Інші світильники застосовувати в якості переносних забороняється.

Вимикачі, рубильники та інші комутаційні електричні апарати, що застосовуються на відкритому повітрі або у вологих цехах, повинні бути у пожежо-вибухозахищеному виконанні. Усі електропускові пристрої слід розміщувати так, щоб унеможлиблювався пуск машин, механізмів і устаткування сторонніми особами. Забороняється вмикання декількох струмоприймачів одним пусковим пристроєм.

Розподільні щити і рубильники необхідно закривати на замок. Штепсельні розетки на номінальні струми до 20 А, призначені для живлення переносного електроустаткування і ручного електроінструменту, що застосовуються поза приміщеннями, повинні бути обладнані пристроями захисного відключення (ПЗВ) зі струмом спрацьовування не більше ніж 30 мА або кожна розетка повинна живитися від індивідуального розподільного трансформатора з напругою не більше ніж 25 В.

Металеві будівельні риштування, металеві огорожі місць, де виконуються роботи, полиці та лотки для прокладання кабелів і проводів, рейкові колії вантажопідіймальних кранів і транспортних засобів з електричним приводом, корпуси устаткування, машин і механізмів з електроприводом необхідно заземлювати відповідно до Правил улаштування електроустановок одразу після їх встановлення на місце до початку виконання будь-яких робіт.

Струмівідні частини електроустановок повинні бути ізольовані, огорожені чи розміщені в місцях, недоступних для випадкового дотику до них.

Захист електричних мереж і електроустановок від несанкціонованого втручання на виробничій території необхідно забезпечити за допомогою запобіжників з каліброваними плавкими вставками або автоматичних вимикачів відповідно до НПАОП 40.1- 1.32.

Допуск персоналу будівельно-монтажних організацій до робіт у діючих установках і охоронній зоні ліній електропередачі повинен здійснюватися відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.29, НПАОП 40.1-1.01, НПАОП 40.1-1.07, НПАОП 40.1-1.21, НПАОП 40.1-1.32 а також наказів Мінпаливенерго України від 25.07.2006 № 258 та від 28.08.2006 № 305.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі магістра «Підвищення заходів енергетичної ефективності Тернопільської початкової школи №2» розроблено енергоефективні заходи та впроваджено енергозберігаючі технології, а саме:

- Запропоновано утеплення зовнішніх стін за технологією «вентильований фасад»;
- Розглянуто варіанти утеплення цоколю нижче та вище рівня землі;
- Запропоновано заміну старих вікон та дверей на енергозберігаючі металопластикові;
- Розглянуто можливість утеплення плоского даху та горища, а також стелі підвалу;
- Запропоновано заміну системи опалення зі встановленням індивідуального теплового пункту;
- Рекомендовано встановлення «теплої підлоги» в ігрових кімнатах на першому поверсі;
- Проведено реконструкцію систем вентиляції зі встановленням рекуператорів;
- Проведено заміну світильників з лампами розжарювання та люмінесцентних світильників на енергозберігаючі світлодіодні;
- Запропоновано улаштування системи енергомоніторингу;
- Проаналізовано необхідність улаштування системи блискавкозахисту.
- Рекомендовано здійснити заміну існуючого старого неефективного кухонного електрообладнання на більш сучасніше.

Впровадження цих енергоефективних заходів дадуть можливість знизити споживання паливно-енергетичних ресурсів.

Після утеплення фасаду, даху та горища, а також стелі підвалу, заміни старих вікон та дверей на енергозберігаючі дозволить зменшити тепловтрати більш ніж на 30%.

Після заміни старих світильників на світлодіодні споживання мережі електроосвітлення знизиться більш ніж у 2 рази, економія протягом року становитиме близько 7400 кВт.

Встановлення більш сучасного кухонного електрообладнання дозволить економити близько 13700 кВт електроенергії протягом року.

Після монтажу рекуператорів у приміщеннях спалень, ігрових та класних кімнат протягом року можна зекономити близько 72 Гкал теплової енергії.

Проведено аналіз можливих ризиків і втрат після удару блискавки в будівлю, запропоновано схему улаштування систем блискавкозахисту від прямих попадань блискавки, яка складається з блискавкоприймачів, доземних провідників та земляних закінчень, а також схему влаштування пристроїв захисту від імпульсних перенапруг для захисту електрообладнання від вторинних проявів удару блискавки.

Розроблено план зовнішнього освітлення території за допомогою поворотних консольних світильників VidexVL-SLe14-505 50Вт 5000lm IP67, які встановлюються на фасаді будівлі. Для економії електроенергії запропоновано встановити під кожним прожектором датчиків руху ДД 018В.

Розглянуто систему управління зовнішнім освітленням території, яка передбачає можливість включення та вимкнення зовнішнього освітлення в ручному та автоматичному режимах.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ Б В.2.6-108:2010 . Конструкції будинків і споруд. Блоки бетонні для стін підвалів. Технічні умови.- К.: Мінрегіонбуд України, 2011.– 27 с
2. ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд.- К.: Мінрегіонбуд України, 2018.– 36 с
3. ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України - К.: Мінрегіонбуд України, 2018.– 118 с
4. Правила технічної експлуатації теплових установок і мереж.- Наказ № 71 від 14.02.2007
5. ДБН В.2.2-25:2009.Підприємства харчування К.: Мінрегіонбуд України, 2018.– 85 с
6. ДБН В.2-2-4-97 «Будинки та споруди дитячих дошкільних закладів»;
7. <https://tps2.e-schools.info/>
8. Технології утеплення фасадів будівель: підручник / О. В. Гайдук, Т. М. Герлянд, Н. В. Кулалаєва, Н. В. Півторацька, Т. В. Пятничук ; Національна академія педагогічних наук України.- Житомир,2021- 362с.
9. Правила улаштування електроустановок. – К.: Мінрегіонвугілля України, 2017.–617 с.ДБН В.2.5 – 28 – 2018. Природне і штучне світлення.– К.: Мінрегіон України, 2018.– 137 с.
10. Енергозберігаючі технології в будівництві. Навчальний посібник / М. А. Саницький, О. Р. Позняк, У. Д. Марущак // Друге видання, виправлене. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. 236 с.
11. ДБН В 2.2-3:2018 Заклади освіти.-: Мінрегіонвугілля України, 2018. – 75 с.
12. ДСанПіН 5.5.2.008-01 Державні санітарні правила і норми влаштування, утримання загальноосвітніх навчальних закладів та організації навчально-виховного процесу.
13. <https://001.com.ua/uk/svitylnyky-zagalnogo-zastosuvannya-evrosvet>

14. <https://001.com.ua/uk/svitylnyk-tochkovyy-nakladnyy-12vt-kolo>
15. <https://001.com.ua/uk/svitylnyk-tochkovyy-vriznyy-18vt-kolo>
16. Джерела світла : навч. посібник / К. І. Суворова, Л. Д. Гуракова ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 110 с.
17. Кабельний завод «Тумен». Каталог кабельно-провідникової продукції). URL: <https://www.twomen.odessa.ua/downloads/catalogue.pdf> (дата звернення: 05.06.2023).
18. Осадца Я.М. Курс лекцій з дисципліни “Світлотехнічні установки та системи” для студентів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Тернопіль: ТНТУ, 2020. 58 с
19. Сисак І.М. Електричні системи та мережі [електронний ресурс]: //Інституційний репозитарій Atutor (код дисципліни ID 1747): офіційний сайт Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя – Тернопіль, 2011.
20. <https://vtnled.com/products/>
21. Тарасенко, М.Г., Козак, К.М., Бурмака В.О. (2017). Шляхи підвищення якості та енергоощадності освітлення житлових і нежитлових будівель. Матеріали XX наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя, 17-18 травня 2017 року.
22. ДСТУ Б В.2.5-38:2008 Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд.
23. ДСТУ EN 62305-1:2012 Блискавкозахист-Частина 1. Загальні положення.
24. ДСТУ EN 62305-2:2012 Блискавкозахист-Частина 2. Порядкування ризиками.
25. ДСТУ EN 62305-3:2012 Блискавкозахист-Частина 3. Фізичні руйнування будівель (споруд) та небезпека для життя.
26. ДСТУ EN 62305-4:2012 Блискавкозахист-Частина 4. Електричні та електронні системи всередині будівель.