

ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

Відділення "Електрифікація та інформаційні системи"

Кафедра "Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка"

До захисту допущено
завідувач кафедру

Інна НЕЗДВЕЦЬКА

“ ____ ” ____ 2024 року

Пояснювальна записка

до дипломного проекту

освітньо-професійний ступінь: фаховий молодший бакалавр

спеціальність: 141 “ Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка ”

на тему: “ Розробка автоматизованої системи забезпечення мікроклімату

квартирного приміщення на базі інфрачервоних технологій та

альтернативною системою резервного живлення ”

Виконав: студент IV курсу, групи Е-41

спеціальності

141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”

_____ Олександр САРДАК

Керівник проекту _____ Богдан АНТИПЧУК

Рецензент _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

м. Житомир – 2024 року

ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

Відділення "Електрифікація та інформаційні системи"
Кафедра "Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка"
галузь знань 14 "Електрична інженерія"
спеціальність 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"
освітньо-професійний ступінь: фаховий молодший бакалавр

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри
Інна НЕЗДВЕЦЬКА

“___” _____ 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Сардаку Олександрову Володимировичу

1. Тема дипломного проекту “ Розробка автоматизованої системи забезпечення мікроклімату квартирному приміщенню на базі інфрачервоних технологій та альтернативною системою резервного живлення ” та керівник дипломного проекту Антипчук Богдан Олександрович, затверджені наказом навчального закладу від 25 жовтня 2023 року, №434у.
2. Строк подання студентом проекту “___” червня 2024 року.
3. Вихідні дані до роботи: план квартирному приміщенню.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
 - Вступ;
 - Аналіз існуючих енергоефективних технічних рішень в системах інфрачервоного опалення;
 - Автоматизована система забезпечення мікроклімату квартирному Приміщенню на базі інфрачервоних технологій;
 - Система резервного живлення інфрачервоної теплої підлоги;
 - Обґрунтування економічної ефективності проекту;
 - Охорона праці;
 - Висновки.
5. Перелік візуального та графічного матеріалу:
 - Схема електрична структурна. Система забезпечення мікроклімату квартирному приміщенню на базі інфрачервоних технологій

- Схема електрична принципова. Система забезпечення мікроклімату квартирному приміщенню на базі інфрачервоних технологій

6. Консультанти розділів проекту:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Завдання прийняв
Вступ	Антипчук Б. О.– викладач спеціальних дисциплін	25 жовтня 2023р.	
Розділ 1	Антипчук Б. О.– викладач спеціальних дисциплін	25 жовтня 2023р.	
Розділ 2	Антипчук Б. О.– викладач спеціальних дисциплін	25 жовтня 2023р.	
Розділ 3	Антипчук Б. О.– викладач спеціальних дисциплін	25 жовтня 2023р.	
Розділ 4	Антипчук Б. О.– викладач спеціальних дисциплін	25 жовтня 2023р.	
Розділ 5	Антипчук Б. О.– викладач спеціальних дисциплін	25 жовтня 2023р.	
Висновки	Антипчук Б. О.– викладач спеціальних дисциплін	25 жовтня 2023р.	
ГЧ та технічна документація.	Антипчук Б. О.– викладач спеціальних дисциплін	25 жовтня 2023р.	

7. Дата видачі завдання “25” жовтня 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Вступ.	9.11.2023р.	
2.	Розділ 1	30.11.2023р.	
3.	Розділ 2	20.12.2023р.	
4.	Розділ 3	29.01.2024р.	
5.	Розділ 4	29.02.2024р.	
6.	Розділ 5	27.03.2024р.	
7.	Висновки	10.04.2024р.	
8.	Графічна частина та технічна документація	29.05.2024р.	

Студент: _____ Олександр САРДАК

Керівник проекту: _____ Богдан АНТИПЧУК

[illegible]

“ Енергозберігаюча система освітлення офісного приміщення з резервним живленням від сонячних панелей ”

РЕФЕРАТ

Дипломний проект складається із 85 листів пояснювальної записки, яка включає п'ять розділів та графічну частину виконану на 2 листах формату А1 креслярського паперу.

У першому розділі даного дипломного проекту було проведено порівняльний аналіз різних типів в система інфрачервоного опалення та розглянуто можливі енергозберігаючі технічні рішення, які можна було б використати під час проектування.

У другому розділі було проведено розрахунок автоматизованої системи забезпечення мікроклімату квартирного приміщення на базі інфрачервоних технологій. В процесі цього розрахунку було визначено необхідну кількість інфрачервоної плівки, а також кількість терморегуляторів для кожної кімнати квартирного приміщення. Також було обґрунтовано вибір типів та моделей всього обладнання, що використовується в розроблюваній системі.

У третьому розділі було проведено розрахунок, вибір кількості, типу та моделі всього обладнання необхідного для реалізації резервного живлення інфрачервоної теплої підлоги.

У четвертому розділі проведено розрахунок економічної ефективності розробленої системи інфрачервоної теплої підлоги: визначено капітальні затрати, експлуатаційні витрати та термін окупності розробленої системи.

У п'ятому розділі описано правила протипожежної безпеки при роботі з електрообладнанням використаним в даному дипломному проекті, заходи безпеки під час виконання електромонтажних робіт, а також правила та дії стосовно надання першої допомоги при ураженні електричним струмом.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 ОСНОВНІ ТИПИ ІНФРАЧЕРВОНОГО ОПАЛЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ	9
1.1 Фізичний зміст інфрачервоного випромінювання	9
1.2 Настельні системи інфрачервоного обігріву приміщень	11
1.3 Настінні системи інфрачервоного обігріву приміщень	13
1.4 Системи інфрачервоного обігріву підлоги приміщень	15
1.5 Обґрунтування вибору електричних системи інфрачервоного квартирного обігрів	17
2 АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ КВАРТИРНОГО ПРИМІЩЕННЯ БАЗІ ІНФРАЧЕРВОНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	18
2.1 Розрахунок теплових втрат квартирного приміщення та визначення електричної потужності інфрачервоної системи опалення	18
2.2 Розрахунок та вибір інфрачервоної електричної теплої підлоги	27
2.3 Особливості монтажу інфрачервоної теплої підлоги	32
2.4 Вибір типу та розрахунок кількості терморегуляторів	36
3 СИСТЕМА РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ ІНФРАЧЕРВОНОЇ ТЕПЛОЇ ПІДЛОГИ	45
3.1 Огляд існуючих технічних рішень	45
3.2 Розрахунок та вибір обладнання резервного живлення інфрачервоної теплої підлоги	58

					<i>ДП.141.041.016.ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ЗМІСТ</i>		
<i>Розробив</i>	<i>Сардак О.В.</i>						
<i>Перевір</i>	<i>Антипчук Б.О.</i>						
<i>Н. Контр.</i>	<i>Антипчук Б.О.</i>						
<i>Затв.</i>	<i>Лавріщев О.О.</i>						
						<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>
						<i>У</i>	<i>6</i>
						<i>ЖАТФК, Гр. Е-41</i>	

4 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

4.1 Розрахунок капітальних затрат на реалізацію інфрачервоної системи опалення 65

4.2 Розрахунок експлуатаційних витрат на реалізацію інфрачервоної системи опалення 68

4.3 Розрахунок терміну окупності розробленої систем інфрачервоного опалення 70

5 ОХОРОНА ПРАЦІ 75

5.1 Охорона праці під час виконання електромонтажних робіт 75

5.2 Перша допомога при ураженні електричним струмом 78

ВИСНОВКИ 80

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ 81

ДОДАТКИ 83

ВСТУП

Опалення - це процес нагрівання приміщень чи об'єктів для забезпечення комфортної температури в середовищі. Це важливий аспект інженерії та будівництва, оскільки тепловий комфорт грає важливу роль у забезпеченні життєвого та робочого простору.

Існує кілька методів опалення, серед яких найпоширеніші:

- центральне опалення: Використовує систему трубопроводів і радіаторів для передачі гарячої води чи пари з центрального джерела тепла до різних кімнат чи приміщень;
- електричне опалення: Використовує електричні обігрівачі, конвектори чи інфрачервоні панелі для створення тепла;
- підлогове опалення: Забезпечує тепло шляхом прогрівання підлоги. Використовується як система центрального чи локального опалення;
- газове опалення: Використовує природний газ або пропан для нагрівання повітря чи води, яка потім передає тепло до приміщень;
- сонячне опалення: Використовує сонячні колектори для збору теплової енергії і подальшого її розподілу.

Інфрачервоне опалення відзначається великою ефективністю у використанні енергії, індивідуалізацією установки, миттєвою тепловою дією, низькими витратами на обслуговування та відсутністю викидів. Розгляд цих переваг дозволить краще зрозуміти важливість та перспективи використання інфрачервоного опалення в сучасних умовах.

Такий підхід дозволяє ефективно задовольняти потреби у теплі, забезпечуючи високий рівень комфорту, при цьому враховуючи сучасні вимоги до енергоефективності та екологічної безпеки.

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Сардак О.В.					Літ.	Арк.
Перевір	Антипчук Б.О.						8
Н. Контр.	Нездвецька І.В.					ЖАТФК, гр. Е-41	
Затв.	Лавріщев О.О.						

ОСНОВНІ ТИПИ ІНФРАЧЕРВОНОГО ОПАЛЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ

1.1 Фізичний зміст інфрачервоного випромінювання

Інфрачервоне випромінювання (від лат. *infra* – нижче, скорочено ІЧ) – оптичне випромінювання з довжиною хвилі більшою, ніж у видимого випромінювання, що відповідає довжині хвилі, більшій від приблизно 750 нм(див. рисунок 1.1).

Людське око не бачить інфрачервоного випромінювання, органи чуття деяких інших тварин, наприклад, змій та кажанів, сприймають інфрачервоне випромінювання, що допомагає їм добре орієнтуватися в темряві.

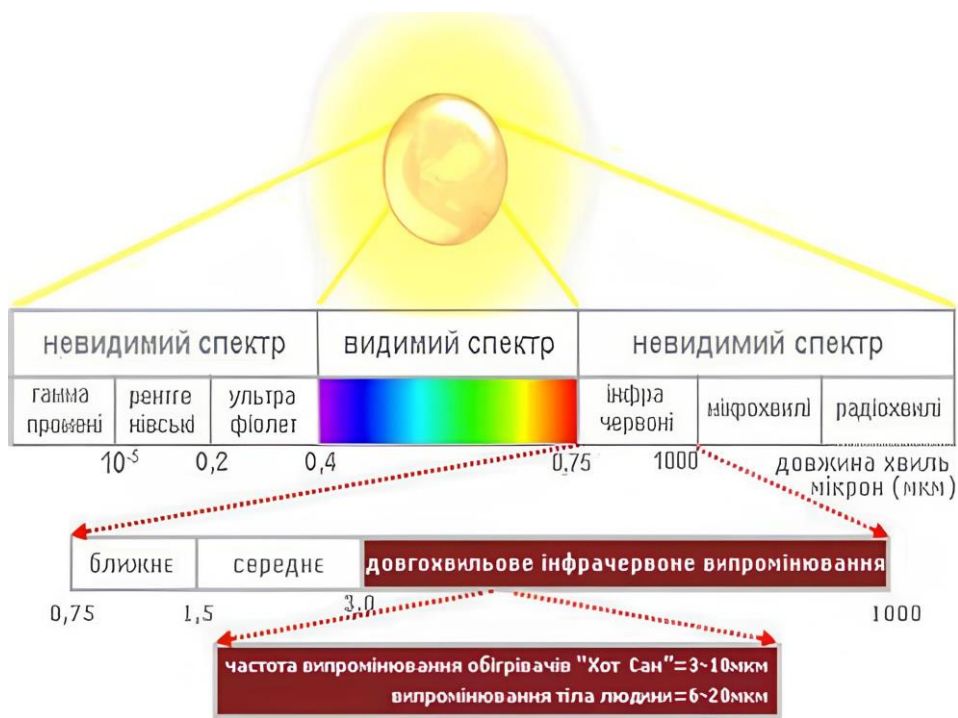


Рисунок 1.1– Спектр електромагнітних хвиль

Зм..	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата					
Розробив	Сардак О.В.							Літ.	Арк.
Перевір	Антипчук Б.О.							9	Аркушів
Н. Контр.	Нездвецька І.В.								
Затв.	Лаврищев О.О.								
					ЖАТФК, гр. Е-41				

Інфрачервоні промені випромінюються всіма тілами, що мають температуру вищу за абсолютний нуль, максимум інтенсивності випромінювання залежить від температури.

При підвищенні температури максимум зміщується в бік коротших хвиль, тобто в напрямку видимого діапазону.

У зв'язку із залежністю спектру та інтенсивності інфрачервоного випромінювання від температури його часто називають тепловим випромінюванням.

Зараз весь діапазон інфрачервоного випромінювання ділять на три складових:

- короткохвильова область: $\lambda = 0,74-2,5$ мкм;
- середньохвильова область: $\lambda = 2,5-50$ мкм;
- довгохвильова область: $\lambda = 50-2000$ мкм;

Згадайте, як сонце прогріває землю своїми променями. Незважаючи на значний простір, тепло проходить через атмосферу, нагріваючи поверхню землі. У спекотний день можна спостерігати, як земля розжарюється до такої міри, що починає виділяти «пару».

Останнім часом інфрачервоне випромінювання дедалі частіше застосовується в якості додаткового або основного опалення у приміщеннях (будинках, квартирах, офісах і т. ін.), а також для локального обігріву вуличного простору (вуличні кафе, альтанки тощо).

Суть роботи інфрачервоного обігрівача така ж: випромінювач направляє тепло в зону обігріву. Крізь повітряну масу промені досягають твердих поверхонь – підлоги, меблів, стін, предметів інтер'єру – і нагрівають їх. Таким чином, всі поверхні «перетворюються» в теплоносії, і самі гріють повітря в приміщенні що не скажеш про традиційні системи опалення які є конвективними. Конвективний спосіб обігріву приміщень полягає в тому, що тепла енергія від згоряння палива нагріває теплоносії, який надходить в радіатори опалювальної системи і нагріває повітря в приміщенні.

За всіма законами фізики тепле повітря спрямовується вгору, а холодне, відповідно, переміщується вниз. Такий рух повітря є ні що інше, як згадана вище конвекція.

Холодне повітря, яке у результаті конвекції перемістилося донизу, якраз і створює, так звані, "холодні підлоги". Якщо приміщення досить високе, то прогрів всього його об'єму триває досить довго, тобто створюється розшарування повітря.

Потоки теплого повітря, які підіймається вгору створюють протяг в приміщенні, крім того, вони збільшуються втрати тепла через дах та стіни, тобто тепло просто виходить з будівлі. Люди, які знаходяться в нижній частині приміщення, стають заручниками зони, так званого, "холодного повітря"(див.рисунок 1.2).

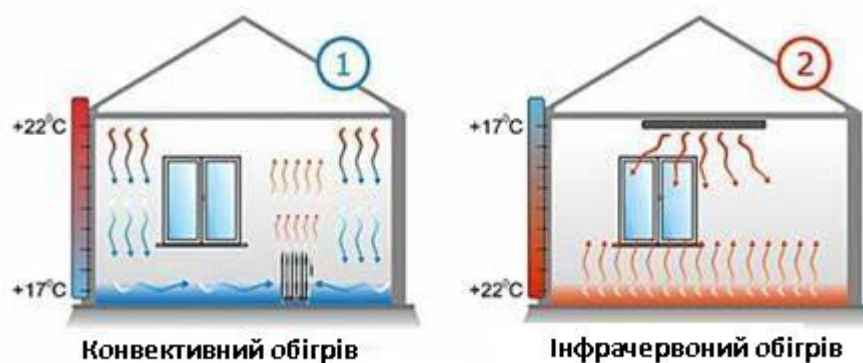


Рисунок 1.2– Розподіл тепла при конвективному та інфрачервоному обігріві

1.2 Настельні системи інфрачервоного обігріву приміщень.

Стельові системи інфрачервоного обігріву(див.рисунок 1.3) приміщень використовуються для створення комфортного мікроклімату, нагріваючи об'єкти та поверхні в приміщенні за допомогою інфрачервоного випромінювання.



Рисунок 1.3 – Загальний вигляд стельового інфрачервоного обігрівача

Ось деякі характеристики і переваги стельових систем інфрачервоного обігріву:

- Рівномірне обігрівання: Стельові системи інфрачервоного обігріву можуть забезпечувати рівномірне тепло в усьому приміщенні. Вони розташовані вгорі, що дозволяє рівномірно нагрівати об'єкти та стіни, уникнувши нерівномірності температур.
- Енергоефективність: Системи інфрачервоного обігріву використовують енергію для прямого нагрівання поверхонь, а не повітря. Це може призводити до ефективнішого використання енергії порівняно з традиційними системами опалення.
- Зональне обігрівання: Стельові інфрачервоні системи дозволяють зонувати області обігріву, створюючи комфортні умови в конкретних зонах приміщення.
- Невидимість теплового джерела: Інфрачервоні обігрівачі, розташовані в стелі, невидимі для людей, що створює естетично приємне середовище та дозволяє ефективно використовувати простір.
- Швидке реагування: Системи інфрачервоного обігріву працюють практично миттєво після включення. Це дозволяє швидко реагувати

на зміни температури та забезпечувати швидке підняття температури в приміщенні.

- Можливість комбінування з іншими системами: Інфрачервоні системи можна комбінувати з іншими системами опалення чи кондиціонування повітря для досягнення оптимального комфортного режиму.
- Малозатратна експлуатація: Інфрачервоні системи вимагають мінімального обслуговування та не потребують періодичного чищення фільтрів, оскільки вони не передають повітря.

Однак важливо враховувати, що стельові системи інфрачервоного обігріву можуть бути встановлені лише там, де немає перешкод для випромінювання (наприклад, невеликі меблі або навіси).

Також слід враховувати конкретні вимоги та характеристики будівлі для оптимального вибору та встановлення системи.

1.3 Настінні системи інфрачервоного обігріву приміщень.

Настінні системи інфрачервоного обігріву приміщень є передовим та ефективним рішенням для створення комфортного мікроклімату в будь-яких типах приміщень (див. рисунок 1.4). Ці системи використовують інфрачервоне випромінювання для нагрівання об'єктів та поверхонь безпосередньо, тим самим створюючи ефективне теплове випромінювання.



Рисунок 1.4 – Настінні інфрачервоні обігрівачі

Обширний опис настінних систем інфрачервоного обігріву включає такі ключові аспекти:

- **Принцип Роботи:** Настінні системи інфрачервоного обігріву працюють за принципом передачі тепла через інфрачервоне випромінювання. Елементи обігріву, розташовані в системі, генерують інфрачервоне випромінювання, яке нагріває об'єкти та поверхні в приміщенні.
- **Конструкція та Розміщення:** Настінні інфрачервоні обігрівачі зазвичай представляють собою тонкі, компактні панелі, які можуть бути естетично вбудовані в інтер'єр приміщення. Вони монтуються на стіни та включають в себе оптичні компоненти для ефективного випромінювання тепла.
- **Ефективність та Енергозбереження:** Оскільки інфрачервоні системи нагрівають об'єкти безпосередньо, вони дозволяють точково обігрівати конкретні зони, уникаючи непотрібного витрати енергії на обігрів повітря. Це призводить до ефективного використання енергії та зниження витрат на опалення.
- **Локальне Обігрівання:** Настінні системи інфрачервоного обігріву дозволяють точно регулювати температуру в конкретних зонах приміщення, що створює комфортний та індивідуально налаштований мікроклімат.
- **Швидке Реагування:** Дія інфрачервоних систем відзначається швидким відгуком на команди управління, і тепло відчувається практично негайно після їх увімкнення.
- **Естетика та Компактність:** Тонкі та стильні дизайни настінних інфрачервоних обігрівачів дозволяють їм легко інтегруватися в будь-яке інтер'єрне середовище, не займаючи значного простору.
- **Невидимість Теплового Джерела:** Розташовані на стінах, обігрівачі стають практично невидимими для користувачів, що підсилює естетичність та функціональність систем.

- Легка Установка та Обслуговування: Встановлення настінних систем інфрачервоного обігріву зазвичай не потребує значних зусиль, а їх обслуговування визначається мінімальними технічними вимогами.
- Надійність та Тривалість: Інфрачервоні системи мають низьку ймовірність поломок, а їх тривалість служби може бути значною при належному використанні.
- Екологічність: Інфрачервоні системи вважаються екологічно чистими, оскільки вони не використовують шкідливих речовин та не виділяють продукти згоряння.

Настінні системи інфрачервоного обігріву є унікальним та сучасним підходом до створення ефективного, енергоефективного та комфортного опалення в різних типах приміщень

1.4 Системи інфрачервоного обігріву підлоги приміщень.

Інфрачервоне випромінювання широко застосовується при обігріві житлових кімнат. Воно є безпечним з точки зору впливу на людський організм. Це обумовлено тим, що певна кількість тепла людина також випромінює в ІК діапазоні. Якщо використовувати подібний спосіб обігріву, знижуються витрати на опалення.

Крім того, інфрачервоне випромінювання має іонізуючим ефектом. Іонізоване повітря не містить бактерій, що дозволяє уникнути появи неприємних запахів. Такі промені використовуються і в лікувальних цілях. Іншим позитивним моментом є низький показник електромагнітного випромінювання. Істотним недоліком таких систем обігріву є дорожнеча матеріалів, які встановлюються в приміщення, що обігрівається. З цих причин інфрачервоні теплі підлоги слід розглянути більш детально.

Для інфрачервоного обігріву використовуються плівки і стрижневі мати(див.рисунок1.5).



Рисунок 1.5 – Стрижневий мат

Сьогодні такий підігрів виконується з використанням двох видів обігрівачів. Як нагрівальної системи може бути обраний стрижневий інфрачервоний тепла підлога або рулонний. Кожен з них варто розглянути докладніше.

Інфрачервона плівка

Інфрачервона плівка є рулонним матеріалом. У такому виконанні на спеціальній плівці знаходиться карбонова паста. На краю виробу поміщені струмопровідні шини. Їх зазвичай виконують з міді або срібла. (див.рисунок 1.6).



Рисунок 1.6 – Інфрачервона плівка

1.5 Обґрунтування вибору електричної системи інфрачервоного квартирної обігріву.

З моєї точки зору інфрачервоне опалення є найбільш вигідними і коефіцієнт корисної дії набагато більше чим у традиційних типах опалення.

Обґрунтування вибору електричної системи інфрачервоного обігріву квартири порівняно з традиційними методами може включати ряд важливих факторів:

- Енергоефективність
- Швидкість обігріву
- Локальний контроль температури
- Монтаж та Дизайн
- Економія простору
- Екологічна безпека

З урахуванням цих факторів, інфрачервоний обігрів може бути привабливим вибором для квартири, забезпечуючи комфорт та ефективне використання електроенергії. Однак, важливо також враховувати індивідуальні потреби та особливості конкретного житлового простору і типу монтажу перед прийняттям рішення.

2 АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ КВАРТИРНОГО ПРИМІЩЕННЯ НА БАЗІ ІНФРАЧЕРВОНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

2.1 Розрахунок теплових втрат квартирного приміщення та визначення електричної потужності інфрачервоної системи опалення

Розрахунок необхідної теплової енергії приміщення полягає у визначенні його теплових втрат. Від цього залежить вибір типу джерела теплової енергії, їх кількість, потужність і відповідно, економічні витрати на їх реалізацію.

Прийнято вважати, що спосіб опалення немає ніякого впливу на теплотехнічний розрахунок, але при розгляді теплових процесів, які мають місце в опалювальному приміщенні, виявляється, що в разі використання системи інфрачервоного опалення, він має певні відмінності від звичного нам опалення.

Першим етапом розрахунку системи інфрачервоного опалення квартирного приміщення є теплотехнічний розрахунок його огорожувальних конструкцій, після яких визначаються теплові втрати приміщення та необхідна електрична потужність системи.

План квартирного приміщення для якого буде проводитись теплотехнічний розрахунок, та розробка системи інфрачервоного електричного опалення зображено на рисунку 2.1. Дане квартирне приміщення містить наступні кімнати передпокій, ванна кімната, кухня-вітальня, лоджія, кімната, а їх геометричні розміри та площі теж вказано на рисунку 2.1.

Зм..	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Сардак О.В.						
Перевір	Антипчук Б.О.						
Н. Контр.	Нездвецька І.В.						
Затв.	Лавріщев О.О.						
					Літ.	Арк.	Аркушів
						18	
					ЖАТФК, гр. Е-41		

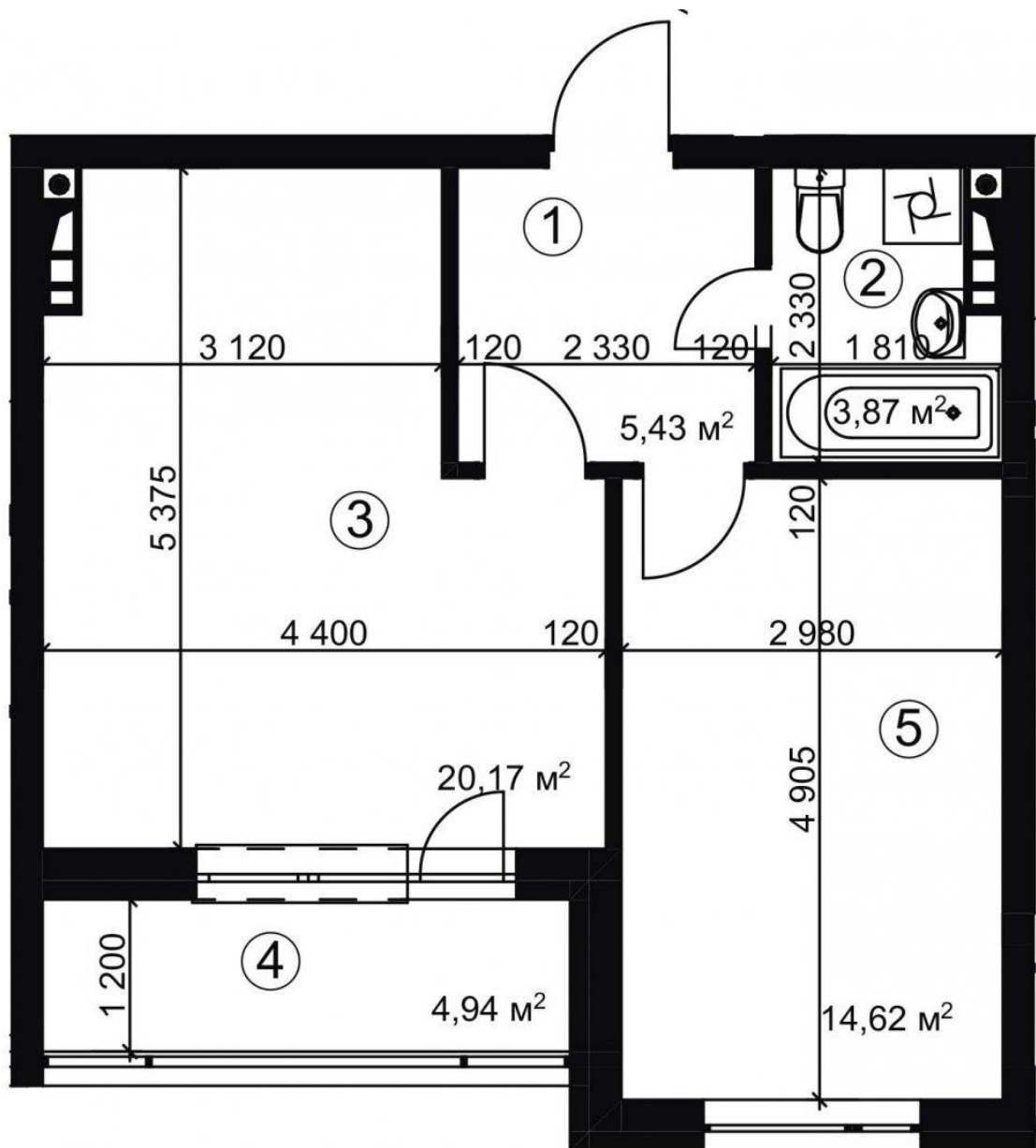


Рисунок 2.1 – План квартирному приміщенню:

1 – передпокій; 2 – ванна кімната; 3 – кухня - вітальня;

4 – лоджія; 5 – кімната

Всі дані приміщення для проведення теплотехнічного розрахунку та визначення електричної потужності системи опалення інфрачервоною теплою підлогою для кожної із кімнат котрі є у нашій квартирі вказано у таблиці 2.1.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 2.1 – Вихідні дані квартирної приміщення

№	Найменування величини	Позначення	Значення	Одиниці виміру
1	2	3	4	5
Передпокій				
1	Площа приміщення	S	5,43	м ²
2	Висота приміщення	h	2,5	м
3	Розрахункова температура в приміщенні	t _в	20	С ⁰
4	Розрахункова температура ззовні в зимовий період	t _н	-15	С ⁰
5	Загальна площа стін, яка контактує з зовн. повітрям	A _к	1.2	м ²
6	Площа вікон	S _в	---	м ²
7	Площа дверей (0,9м x 2м)	S _д	7.2	м ²
8	Характеристика підлоги	бетон		
Ванна кімната				
1	Площа приміщення	S	3,87	м ²
2	Висота приміщення	h	2,5	м
3	Розрахункова температура в приміщенні	t _в	20	С ⁰
4	Розрахункова температура ззовні в зимовий період	t _н	-15	С ⁰
5	Загальна площа стін, яка контактує з зовн. повітрям	A _к	10.3	м ²
6	Площа вікон	S _в	---	м ²
7	Площа дверей (0,9м x 2м)	S _д	1,8	м ²
8	Характеристика підлоги	бетон		
Кухня-вітальня				
1	Площа приміщення	S	20,17	м ²
2	Висота приміщення	h	2,5	м
3	Розрахункова температура в приміщенні	t _в	20	С ⁰
4	Розрахункова температура ззовні в зимовий період	t _н	-15	С ⁰
5	Загальна площа стін, яка контактує з зовн. повітрям	A _к	21.25	м ²
6	Площа вікон (2.4 x 2.1 м)	S _в	5.04	м ²
7	Площа дверей (0,9м x 2м)	S _д	3.6	м ²
8	Характеристика підлоги	бетон		
Лоджія				
1	Площа приміщення	S	2,47	м ²
2	Висота приміщення	h	2,5	м
3	Розрахункова температура в приміщенні	t _в	20	С ⁰
4	Розрахункова температура ззовні в зимовий період	t _н	-15	С ⁰
5	Загальна площа стін, яка контактує з зовн. повітрям	A _к	3	м ²
6	Площа вікон	S _в	5.04	м ²
7	Площа дверей (0,9м x 2м)	S _д	1,8	м ²
8	Характеристика підлоги	бетон		

Продовження таблиці 2.1

Кімната				
1	Площа приміщення	S	14,62	м ²
2	Висота приміщення	h	2,5	м
3	Розрахункова температура в приміщенні	t _в	20	С ⁰
4	Розрахункова температура ззовні в зимовий період	t _н	-15	С ⁰
5	Загальна площа стін, яка контактує з зовн. повітрям	A _k	14.46	м ²
6	Площа вікон	S _w	5.04	м ²
7	Площа дверей (0,9м х 2м)	S _d	1,8	м ²
8	Характеристика підлоги	бетон		

Проведемо теплотехнічний розрахунок кімнат квартирного приміщення визначивши, для початку, втрати теплової енергії через огорожувальні конструкції в кожній із них. Ці теплотехнічні втрати визначаються за формулою:

$$Q_a = \left(\left(\sum \frac{A_k}{R_k} \right) \right) \cdot (t_v - t_n) \cdot (1 + \sum b) \cdot n \cdot 10^{-3}, \quad (2.1)$$

де :

A_k – Загальна площа стін, яка контактує з зовнішнім повітрям в приміщенні, що опалюється (м²);

R_k – опір теплопередачі відповідної огорожуючої конструкції, він дорівнює значенню 1,8 у відповідності із [5];

t_v – розрахункова температура в середині приміщенні (С⁰);

t_н – розрахункова температура ззовні приміщення в зимовий період (С⁰);

∑b – коефіцієнт, який характеризує додаткові втрати тепла і вибирається у відповідності із [5], в нашому випадку він становить 0,05;

n – коефіцієнт, який вибирається згідно із [5] та в нашому випадку становить 0,8.

Отже будемо мати наступні дані по тепловим втратам 0,0294:

$$Q_{a(\text{передпокій})} = \frac{1.2}{1.8} \cdot (20 - (-15)) \cdot (1 + 0,05) \cdot 0,8 \cdot 10^{-3} = 0.0196 \text{ кВт};$$

$$Q_{a(\text{ванна кімн.})} = \frac{10.3}{1.8} \cdot (20 - (-15)) \cdot (1 + 0,05) \cdot 0,8 \cdot 10^{-3} = 0,168 \text{ кВт};$$

$$Q_{a(\text{кух-вітал.})} = \frac{21.25}{1.8} \cdot (20 - (-15)) \cdot (1 + 0,05) \cdot 0,8 \cdot 10^{-3} = 0.347 \text{ кВт};$$

$$Q_{a(\text{лоджія})} = \frac{3}{1.8} \cdot (20 - (-15)) \cdot (1 + 0,05) \cdot 0,8 \cdot 10^{-3} = 0,049 \text{ кВт};$$

$$Q_{a(\text{кімн.})} = \frac{14.46}{1.8} \cdot (20 - (-15)) \cdot (1 + 0,05) \cdot 0,8 \cdot 10^{-3} = 0,236 \text{ кВт}$$

Далі визначаємо теплові втрати які ідуть на нагрівання вентиляційного повітря в кожному із приміщень квартири, вони визначаються за формулою:

$$Q_{B1} = 0,337 \cdot S \cdot h \cdot (t_b - t_n) \cdot K \cdot 10^{-3}, \quad (2.2)$$

де:

S – загальна площа приміщення (м^2);

h – висота приміщення (м);

K – кратність обміну повітря в приміщенні (ч^{-1}).

Так як висота всіх приміщень в квартирі становить 2,5 м, то кратність обміну повітря в кожному приміщенні у відповідності із [5] буде рівною 2 ч^{-1} .
Отже підставивши дані із таблиці 2.1 в формулу 2.2 будемо мати, що:

$$Q_{B1 \text{ (передпокій)}} = 0,337 \cdot 5,43 \cdot 2,5 \cdot (20 - (-15)) \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 0,320 \text{ кВт};$$

$$Q_{B1 \text{ (ванна кімн.)}} = 0,337 \cdot 3,87 \cdot 2,5 \cdot (20 - (-15)) \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 0,228 \text{ кВт};$$

$$Q_{B1 \text{ (кух-віталь.)}} = 0,337 \cdot 20,17 \cdot 2,5 \cdot (20 - (-15)) \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 1,189 \text{ кВт};$$

$$Q_{B1 \text{ (лоджія)}} = 0,337 \cdot 2,47 \cdot 2,5 \cdot (20 - (-15)) \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 0,145 \text{ кВт};$$

$$Q_{B1 \text{ (кімн.)}} = 0,337 \cdot 14,62 \cdot 2,5 \cdot (20 - (-15)) \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 0,862 \text{ кВт};$$

Далі продовжимо розрахунок, визначивши теплові втрати на нагрівання зовнішнього повітря, яке надходить в кімнату через двері за формулою:

$$Q_{B2} = 0,7 \cdot B \cdot (h + 0,8 \cdot p) \cdot (t_b - t_n) \cdot 10^{-3}, \quad (2.3)$$

де:

B – кількість дверних проходів або дверей в приміщенні (див. рис. 2.1);

p – кількість осіб, які знаходяться в приміщенні.

Слід зазначити, що квартирне приміщення, для якого розробляється система інфрачервоного електричного опалення, розраховане на постійне проживання в ньому сім'ї, яка складається максимум із трьох чоловік, тому при розрахунку спальної кімнати коефіцієнт p приймається рівний числу 2, вітальної кімнати та кухні – рівний числу 2, а для решти кімнат – рівний 1.

Отже враховуючи вище зазначені особливості, отримаємо такі результати розрахунку за формулою 2.3:

$$Q_{B2 \text{ (передпокій)}} = 0,7 \cdot 4 \cdot (2,5 + 0,8 \cdot 1) \cdot (20 - (-15)) \cdot 10^{-3} = 0,323 \text{ кВт};$$

$$Q_{B2 \text{ (ванна кімн.)}} = 0,7 \cdot 1 \cdot (2,5 + 0,8 \cdot 1) \cdot (20 - (-15)) \cdot 10^{-3} = 0,080 \text{ кВт};$$

$$Q_{B2 \text{ (кух-вітал.)}} = 0,7 \cdot 2 \cdot (2,5 + 0,8 \cdot 2) \cdot (20 - (-15)) \cdot 10^{-3} = 0.200 \text{ кВт};$$

$$Q_{B2 \text{ (лоджія)}} = 0,7 \cdot 1 \cdot (2,5 + 0,8 \cdot 1) \cdot (20 - (-15)) \cdot 10^{-3} = 0.080 \text{ кВт};$$

$$Q_{B2 \text{ (кімн.)}} = 0,7 \cdot 1 \cdot (2,5 + 0,8 \cdot 2) \cdot (20 - (-15)) \cdot 10^{-3} = 0.100 \text{ кВт};$$

Тепер визначимо розрахункові теплові втрати Q_1 для кожної із кімнат квартирного приміщення за формулою:

$$Q_1 = Q_a + Q_{B1} + Q_{B2}, \quad (2.4)$$

де:

Q_a – втрати теплової енергії через огорожувальні конструкції кімнати квартирного приміщення, кВт;

Q_{B1} – теплові втрати на нагрівання вентиляційного повітря кімнати квартирного приміщення, кВт;

Q_{B2} – теплові втрати на нагрівання зовнішнього повітря, яке надходить в кімнату квартирного приміщення через дверні проходи, кВт.

Підставивши у формулу 2.4 отримані результати розрахунків по формулам 2.1, 2.2 та 2.3, будемо мати:

$$Q_1 \text{ (передпокій)} = 0,0196 + 0,320 + 0,323 = 0,839 \text{ кВт};$$

$$Q_1 \text{ (ванна кімн.)} = 0,168 + 0,228 + 0,080 = 0,476 \text{ кВт};$$

$$Q_1 \text{ (кух-вітал.)} = 0,347 + 1,189 + 0,200 = 1,736 \text{ кВт};$$

$$Q_1 \text{ (лоджія)} = 0,049 + 0,145 + 0,080 = 0,274 \text{ кВт};$$

$$Q_1 (\text{кімн.}) = 0,236 + 0,862 + 0,100 = 1,198 \text{ кВт};$$

Тепер розрахуємо потужність теплового потоку, який надходить від систем освітлення та людей, які знаходяться в кімнатах квартирного приміщення за формулою:

$$Q_{\text{тп}} = 0,01 \cdot S, \quad (2.5)$$

де:

$Q_{\text{тп}}$ – потужність теплового потоку (кВт);

S – загальна площа приміщення (м^2).

Підставивши у формулу 2.5 вихідні дані із таблиці 2.1 стосовно загальної площі кожної із кімнат квартирного приміщення будемо мати:

$$Q_{\text{тп (передпокій)}} = 0,01 \cdot 5.43 = 0,0543 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{тп (ванна кімн.)}} = 0,01 \cdot 3.87 = 0,0387 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{тп (кух-вітал.)}} = 0,01 \cdot 20.17 = 0,2017 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{тп (лоджія)}} = 0,01 \cdot 2.47 = 0,0247 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{тп (кімн.)}} = 0,01 \cdot 14.62 = 0,1462 \text{ кВт};$$

Враховуючи результати отримані за формулами 2.4 та 2.5, визначимо сумарні теплові втрати кожної із кімнат квартирного приміщення:

$$Q = Q_1 - Q_{\text{тп}}. \quad (2.6)$$

Отримаємо наступні результати:

$$Q_{(\text{передпокій})} = 0,839 - 0,0543 = 0,7847 \text{ кВт};$$

$$Q_{(\text{ванна кімн.})} = 0,476 - 0,0387 = 0,4373 \text{ кВт};$$

$$Q_{(\text{кух-вітал.})} = 1,736 - 0,2017 = 1,5343 \text{ кВт};$$

$$Q_{(\text{лоджія})} = 0,274 - 0,0247 = 0,2493 \text{ кВт};$$

$$Q_{(\text{кімн.})} = 1,198 - 0,1462 = 1,0518 \text{ кВт};$$

Тепер визначимо електричну потужність системи інфрачервоного опалення в кожній із кімнат квартирного приміщення P , при цьому будемо враховувати результати отримані за формулою 2.6. Формула за якою розрахуємо електричну потужність наведена нижче:

$$P \geq 1,3 \cdot Q . \quad (2.7)$$

Отримаємо наступні результати розрахунку:

$$P_{(\text{передпокій})} \geq 1,3 \cdot 0,7847 \geq 1,02011 \text{ кВт};$$

$$P_{(\text{ванна кімн.})} \geq 1,3 \cdot 0,4373 \geq 0,56849 \text{ кВт};$$

$$P_{(\text{кух-вітал.})} \geq 1,3 \cdot 1,5343 \geq 1,99459 \text{ кВт};$$

$$P_{(\text{лоджія})} \geq 1,3 \cdot 0,2493 \geq 0,32409 \text{ кВт};$$

$$P_{(\text{кімн.})} \geq 1,3 \cdot 1,0518 \geq 1,36734 \text{ кВт};$$

						Аркуш
						26
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальну електричну потужність системи опалення квартири вмонтованими в підлогу інфрачервоною електричною теплою підлогою визначимо за формулою:

$$P_{\text{заг}} = \sum P_i , \quad (2.8)$$

де:

P_i – електрична потужність системи інфрачервоного опалення конкретної кімнати квартирного приміщення, кВт.

Отже в результаті отримаємо:

$$P_{\text{заг}} = 1.02011 + 0.56849 + 1.99459 + 0.32409 + 1.36734 = 5.3 \text{ кВт} .$$

2.2 Розрахунок та вибір інфрачервоної електричної теплої підлоги

На сьогоднішній день існують 2 типи інфрачервоного обігріву підлоги, а саме: стрижнева і плівкова.

Устаткування для облаштування ІЧ-опалення являє собою полімерну плівку завтовшки до 0,5 мм. В її структуру смугами вмонтовані гріючі елементи - карбонові вставки (Див.рисунок 2.2а). У деяких модифікаціях вони розташовуються суцільним шаром. Для подачі струму по краях полотна проходять провідники зі сплаву міді та срібла.

Найважливіші переваги інфрачервоної теплої підлоги полягають в принципах її роботи. Хвилі, що генеруються нею впливають не на навколишній простір, а на непрозорі предмети. Нагріваючись від випромінювання, вони, в свою чергу, стають джерелом тепла в приміщенні. Така схема дозволяє максимально повно використовувати енергію, тому ККД ІЧ-обладнання досягає найвищих показників (95-98%).

						Аркуш
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Крім того, передача енергії без конвекції дозволяє створити оптимальний мікроклімат в приміщенні, коли повітря не пересушене, і пилові частки не циркулюють разом з повітряними потоками.

Плюси плівкового обігріву підлоги

Простий монтаж. Для облаштування системи не потрібно заливати бетонну стяжку, розрівнювати плитковий клей, що істотно полегшує роботи з монтажу.

Безпека для здоров'я. В цьому аспекті плівкова тепла підлога має плюси і мінуси в залежності від думки споживачів. Деякі з них стверджують, що інфрачервоне випромінювання робить негативний вплив на людину. Однак останні дослідження довели, що хвилі крайнього спектру сприяють підвищенню імунітету, загального тону організму. Крім того, в ході роботи обладнання генерується на порядок слабше ЕМ-випромінювання, ніж при експлуатації електричних обігрівачів.

Мінімальна товщина. ІЧ-плівка разом покриттям підлоги і підкладкою займає всього 1-2 см, тому її установка не змінює висоту стель в приміщенні.

Рівномірність розподілу енергії. Так як карбонові гріючі елементи розташовуються смугами на рівній відстані або суцільним шаром, це забезпечує однакову інтенсивність випромінювання на всій поверхні без утворення холодних ділянок.

Низька інерційність. Одна з найважливіших переваг інфрачервоної теплої підлоги, що забезпечує швидкий прогрів приміщення, оперативний відгук на зміну налаштувань терморегулятора.

Можливість експлуатації відразу після закінчення монтажних робіт. Відсутність бетонної стяжки і плиткового клею, які застигають від декількох днів до двох тижнів, дозволяє запустити інфрачервону теплу підлогу в роботу без тривалого очікування.

						Аркуш
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Доступна вартість. Ціна обладнання та комплектуючих для ІЧ-опалення нижче, ніж витрати на облаштування електричних (кабелі, мати) або водяних систем.

Плюси стрижневого обігріву підлоги

Така підлога теж є інфрачервоною, але на відміну від плівкової в неї інший вид випромінювача – карбонова паста, карбон, запаяний над плівку чи кабель, а стрижні. Це ізоляційна обмотка, оснащена струмівниками на кінцях. Стрижні з карбоном збираються на виробництві в мати, які готові до укладання (Див.рисунок 2.2б).

Стрижнева тепла підлога теж випромінює тепло, причому інтенсивно завдяки проходженню електроструму через карбон. На відміну від плівкової інфрачервоної стрижневої підлоги завжди монтується тільки в стяжку або товстий шар клею під керамічну плитку або керамограніт. Регулювання інтенсивності виділення тепла залежить від температури. Коли підлога вже нагріта, тепла вироблятиметься менше. Така саморегуляція дозволяє заощаджувати на опаленні.

У стрижневої теплої підлоги є низка переваг:

Завдяки саморегуляції вона не піддається перегріву. Це відмінна якість з погляду пожежної безпеки.

Побічним ефектом саморегуляції стане економія електрики протягом усього опалювального сезону.

Відсутність електромагнітних променів, екологічна чистота всіх деталей, що забезпечує безпеку всіх мешканців будинку.

Немає прив'язки до розташування меблів. Мати зі стрижнями монтуються у стяжку, їх не можна пошкодити ніжками масивних шаф та диванів.

Поверх стяжки теплої підлоги може розташовуватися будь-яке покриття для підлоги – від плитки до ковrolіну, можна використовувати і ламінат, і лінолеум.

Стрижнева тепла підлога не боїться вологості і може спокійно монтуватися у ванній кімнаті.

Вага матів низька, не буде додаткового навантаження на перекриття.

Монтувати просто своїми руками, потрібні лише базові навички, пов'язані з мокрим стягуванням підлоги або укладанням плитки на клей.



Рисунок 2.2 – Вигляд: А - плівкового обігріву; Б - стрижневого обігріву

З цієї інформації я обираю плівкову інфрачервону теплу підлогу від фірми Енергія. Стандартна її потужність 220Вт. В таблиці 2.2 наведено основні технічні характеристики інфрачервоної плівки.

Таблиця 2.2 – Технічна характеристика інфрачервоної плівки Енергія.

Параметр та ціна	Енергія 200
Загальна потужність	440 Вт
Потужність на квадратний метр	220 Вт
Крок укладання за цієї потужності	0.25 см
Товщина плівки, мм	0.34
Довжина	4
Ширина	0.5
Площа	2
Ціна,грн	1140

Розрахуємо за формулою 2.9 потужність вибраної плівки для реалізації Електричної інфрачервоної підлоги для кожного із приміщень квартири.

$$P_{\text{іч підлоги кімнати}} = S \cdot P_{\text{іч плівки}} \quad (2.9)$$

де:

$P_{\text{іч підлоги кімнати}}$ – необхідна електрична потужність для реалізації системи інфрачервоної теплої підлоги у конкретній кімнаті на базі обраної інфрачервоної плівки Енергія, Вт;

S – загальна площа приміщення, м²;

$P_{\text{іч плівки}}$ – потужність на 1 м² обраної інфрачервоної плівки Енергія, Вт.

Отже отримаємо наступний результат:

$$P_{\text{іч передпокій}} = 5.43 \cdot 220 = 1994.6 \text{ Вт};$$

$$P_{\text{іч ванна кімната}} = 3.87 \cdot 220 = 851.4 \text{ Вт};$$

$$P_{\text{іч кухня-віталь.}} = 20.17 \cdot 220 = 4437.4 \text{ Вт};$$

$$P_{\text{іч лоджія}} = 2.47 \cdot 220 = 543.4 \text{ Вт};$$

$$P_{\text{іч кімн.}} = 14.62 \cdot 220 = 3216.4 \text{ Вт};$$

Отже, використовуючи дані формул 2.7 та 2.9, а також інформацію із таблиці 2.2 отримаємо кінцеві результати по визначенню необхідної площі інфрачервоної плівки у кожній із кімнат квартирного приміщення, які для зручності зведені до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Визначення необхідної площі інфрачервоної плівки

$P_{\text{кімнати}}, \text{кВт}$	Тип ІЧ-плівки	Площа ІЧ-плівки, м^2	$P_{\text{ІЧ-плівки}}, \text{кВт}$	$\sum P_{\text{ІЧ-плівки}}, \text{кВт}$
Передпокій				
1.02011	Енергія EP-305	5.43	220	1994.6
Ванна кімната				
0.56849	Енергія EP-305	3.87	220	851.4
Кухня – вітальня				
1.99459	Енергія EP-305	20.17	220	4437.4
Лоджія				
0.32409	Енергія EP-305	2.47	220	543.4
Кімната				
1.36734	Енергія EP-305	14.62	220	3216.4

2.3 Особливості монтажу інфрачервоної теплої підлоги

Для реалізації обігріву квартири була обрана інфрачервона нагрівна електрична плівка марки Енергія EP-305. Особливості її монтажу мають в собі такі основні пункти:

Визначаємо необхідну кількість матеріалів

Почнемо з термоплівки (Див. рисунок 2.2а). Насамперед визначаємо площу приміщення, в якому буде покладена система. Виробник рекомендує закривати плівкою не всю поверхню, а лише 75-80% статі в тому випадку, якщо конструкція буде використовуватися як єдине джерело опалення, і близько 40% для додаткового обігріву. Потрібно враховувати, що інфрачервона плівка укладається так, щоб по периметру кімнати вона відступала від стін на 10-40 див. Відстань між смугами може бути до 10 див.

Крім того, не рекомендується укладати матеріал під масивними меблями, великою побутовою технікою і т. п.

Краще всього на аркуші міліметрівці з дотриманням реальних пропорцій виконати приблизну схему укладання плівки, так буде простіше робити розрахунки. Слід пам'ятати, що плівкова підлога можна розрізати. На поверхні матеріалу нанесені спеціальні позначки, які показують місця можливого розрізу. Відстань між ними становить близько 25 див. Таким чином можна підрахувати кількість необхідних для укладання секцій і, відповідно, довжину матеріалу.

Так само необхідно прорахувати навантаження по потужності, визначити, чи відповідають вони можливостям електромережі і, виходячи з отриманих даних, підібрати переріз силового і монтажних проводів. Так як потужність, що споживається системою, відома, силу струму легко визначити, розділивши це значення на напругу в мережі. Виходячи з отриманої величини, вибираємо необхідне перетин проводів.

Наприклад, якщо одна секція теплої підлоги при максимальному навантаженні споживає 10 Вт за годину, а таких секцій у квадратному метрі – 20, то споживана потужність на 1 кв. м складе 200 Вт. Далі помножимо отримане значення на площу кімнати і отримуємо потужність, споживану системою. Величину ділимо на 220В і визначаємо силу струму, підбираємо необхідне перетин проводів.

Вибираємо підкладку

Існує думка, що на підкладці під теплу підлогу можна заощадити. На ділі це зовсім не так. Карбонові випромінювачі випромінюють інфрачервоні хвилі як вгору, так і вниз. Тобто обігрівають не тільки підлогове покриття, але і перекриття, на які вони покладені. Таким чином, істотні тепловтрати неминучі. Однак якщо укласти під плівку фольговану підкладку, яка буде відображати теплове випромінювання, воно буде спрямовано тільки вгору. Що запобігти втратам тепла і збільшить ефективність роботи плівкового гріє підлоги.

						Аркуш
						33
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підкладка під плівку може бути різною. Зазвичай використовуються такі варіанти:

- Полімерна металізована плівка. Укладається безпосередньо під термоплівку, відбиває стороною вгору.
- Магнетитова плита або ДВП, укладені на алюмінієву фольгу, якою покритий основний підлогу. Категорично забороняється монтувати інфрачервону плівку поверх алюмінієвої фольги, це неминуче призведе до замикання та повного виходу з ладу всієї системи.

Монтаж інфрачервоної плівки

Тільки після того, як усі матеріали підготовлені, можна приступати до укладання. Вона проводиться в кілька етапів:

Готуємо основу. Гріюча плівка дуже вимоглива до стану поверхні, на яку проводиться укладання. Основу потрібно ретельно очистити від бруду і пилу, перевірити її горизонтальність. Для цього найкраще скористатися рівнем. Перепад висот, який допустимий при монтажі інфрачервоного гріє підлоги, становить 3 мм. Основу при необхідності вирівнюють, ретельно просушують і ще раз очищають від пилу. Краще всього скористатися промисловим або побутовим пилососом.

Укладаємо ізоляцію. В цілях захисту гріючої плівки від згубного впливу вологи, першим на підставу монтується шар гідроізоляції. На нього – теплоізоляція. Матеріал укладається рівно, без зазорів. Стики полотнищ обов'язково проклеюються скотчем.

Визначаємо місце для терморегулятора. У тому випадку, якщо не потрібно монтаж окремої проводки для системи, краще всього встановлювати його близько існуючої електропроводки. Терморегулятор монтується на стіні, поряд з розетками, щоб не заважати надалі розстановці меблів або побутової техніки. Прилад може бути встановлений стаціонарно з прихованою

						Аркуш
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

проводкою, або підключений за допомогою шнура в діючу розетку. В цьому випадку повинні бути враховані всі пристрої, які будуть підключені через цей прилад. Фахівці рекомендують підключати через терморегулятор окремий автомат, якщо потужність системи перевищує 2 кВт.

Укладання термоплівки. Згідно з складеною схемою монтажу розрізаємо матеріал на смуги. При цьому враховуємо, що максимальна довжина полотнища не повинна перевищувати 8 м, інакше система не зможе нормально функціонувати. Плівка розкладається лицьовою стороною вгору, так, щоб виступаючі мідні контакти опинилися внизу. Відстань між смугами не повинно бути менше 0,5 більше 10 див. Категорично забороняється укладання внапуск. Розкладена у відповідності зі схемою плівка закріплюється на основі скотчем. Всі маніпуляції слід виконувати дуже обережно, щоб не наступити на матеріал або не допустити падіння на нього інструментів.

З'єднання мідних контактів-шин. Для цього зачищаємо кінець дроту довжиною близько 1 см і вставляємо в хвостовик контактної затискача. Його, у свою чергу, встановлюємо однією стороною на мідну шину, а інший – всередину плівки. Добре притискаємо затискач пасатижами, щоб не допустити іскріння. Кріпимо елемент до мідної муфти. Всі місця підключень і лінії відрізу гріючої плівки обов'язково ізолюють спеціальним вініл-мастичним скотчем, який йде в комплекті з системою. Після того, як всі секції гріючої плівки з'єднані, обов'язково вимірюємо опір схеми на кінцях проводів, які будуть підключатися до термостата. Розраховуємо отриману навантаження і порівнюємо її з тією, яка максимально припустима для обраної моделі термостата. Якщо розрахункова величина менше як мінімум на 20%, можна приступати до підключення.

Підключення полотнищ до термостата. Підключення проводиться паралельно. Проводячи цю операцію краще всього по можливості прибирати дроти під плінтус. Окремі ділянки можна укладати під теплоізоляцію. Встановлюємо датчик для контролю температури підлогового покриття, який повинен входити в комплект термостата. Датчик монтується під карбонову

						Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

смужку. При виборі місця для нього враховується підлогове покриття, якщо воно м'яке, то елемент встановлюється на ділянці з найменшим навантаженням. Підключаємо термостат.

Тестування системи. Конструкцію включаємо, уважно оглядаємо на предмет можливого іскріння або сильне нагрівання контактів. Поступово піднімаємо температуру до робочих значень, систему ще раз оглядаємо.

2.4 Вибір типу та розрахунок кількості терморегуляторів

Незалежно від того, яка система поверхневого опалення встановлена: кабель, мати або ІЧ-плівка, терморегулятор для теплої підлоги є її найважливішою складовою. Він оберігає обладнання від перегріву, виключаючи можливість займання, продовжує термін його експлуатації за рахунок забезпечення гармонійної злагодженої роботи, підтримує комфортний мікроклімат у приміщенні. Одна з найважливіших переваг пристрою – можливість заощаджувати електроенергію. Найбільш просунуті моделі з функцією програмування за умови грамотного налаштування знижують споживання до 70%.

Вибір терморегулятора для теплої підлоги

Сучасні виробники пропонують споживачеві масу варіантів термостатів, які різняться за низкою критеріїв:

- виду (Див.рисунок 2.3);
- потужності;
- типу датчика;
- способу встановлення;
- функціоналу;
- дизайну;
- вартості тощо.

						Аркуш
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

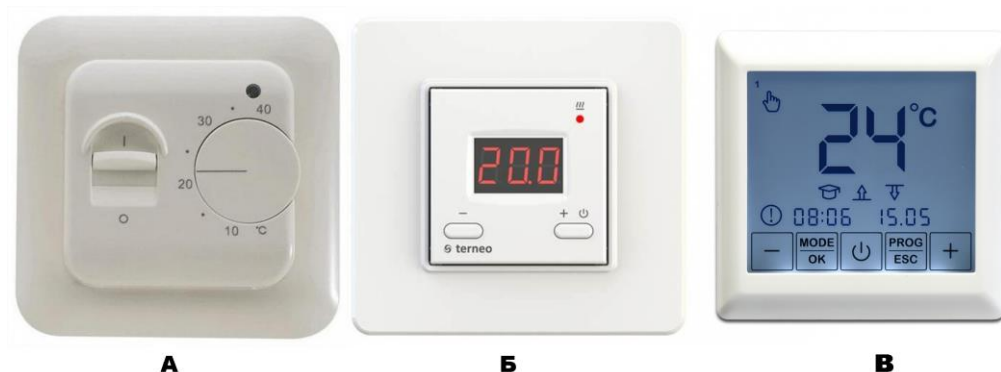


Рисунок 2.3 – Вигляд А-механічного; Б-цифрового; В-програмованого терморегулятора

Це надає величезні можливості вибору, але й суттєво ускладнює відповідь на питання, який терморегулятор є кращим для теплої підлоги. Насамперед необхідно зрозуміти, які завдання має вирішувати прилад у системі опалення. Чи достатньо користувачеві мінімального набору опцій чи потрібен різноманітний розширений функціонал, де буде встановлено блок управління, який бюджет передбачається витратити. Також важливо розуміти: якщо підключена модель не влаштовує за якимись параметрами, її можна без проблем замінити іншою, оскільки більшість пристроїв універсальні.

Основна класифікація здійснюється за типом, що визначає функціонал приладу.

Механічні

Найпростіший за конструкцією терморегулятор для теплої підлоги, на панелі управління якого є тільки колірний індикатор увімкнення, важіль вкл/викл і коліщатко для встановлення температури. Основне завдання – розмикання електромережі в момент досягнення заданого користувачем рівня нагріву та відновлення її роботи в міру остигання обладнання. Інші функції прилад не підтримує.

Механічний терморегулятор гранично простий в експлуатації та відрізняється доступною вартістю.

Його нескладна конструкція відрізняється надійністю і довговічністю, тому що в ній відсутні електронні схеми, а як чутливий елемент застосовується біметалічна пластина або газонаповнений сильфон. Вибираючи, який терморегулятор кращий, варто врахувати недоліки механічних моделей:

- низька точність вимірювань, яка може коливатися в межах 3°C ;
- обмежений функціонал;
- можливість заощадити не більше 30% електроенергії.

Цифрові

У таких пристроях, які називаються ще електронними, замість сильфона або пластини є мікросхема. Вона забезпечує набагато вищу точність виміру проти попереднім видом. Гістерезис становить 0,2-0,5 C, в деяких випадках може налаштовуватись користувачем. Додаткові переваги, що багато в чому визначають вибір терморегулятора для цифрової підлоги:

1. Наявність інформативного екрана, на якому відображаються дані про налаштування, режими, параметри поточного функціонування системи.
2. Можливість самодіагностики помилок з виведенням їх кодів на дисплей, що суттєво полегшує користувачу вирішення можливих проблем із роботою поверхневого опалення.
3. Сучасний стильний дизайн, що вдало доповнює інтер'єр приміщення.

Цифровий терморегулятор може бути оснащений кнопковою або сенсорною панеллю керування. У першому випадку – це стандартна модель з набором кнопок, важелів, клавіш, у другому – більш просунута та зручна в експлуатації. Сенсорний дисплей, виконаний за типом смартфона, дозволяє задавати температуру одним натисканням.

Електронний термостат для теплої підлоги коштує дорожче за механічну, проте на порядок комфортніше в експлуатації. Головний його

						Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

недолік у тому, що він не може працювати без втручання користувача. У разі відсутності господарів будинку або вночі необхідно самостійно зменшувати температуру нагріву, щоб уникнути перевитрати.

Програмовані

Нівелювати вищезгаданий недолік покликані найбільш просунуті пристрої, які самостійно регулюють своє функціонування відповідно до встановленого режиму. Це найкращий регулятор для теплої підлоги в плані економічності, тому що дозволяє скоротити споживання енергії системою опалення до 70%. Такий ефект досягається за рахунок раціонального витрачання електрики тільки в ті періоди, коли це дійсно необхідно.

Програмований терморегулятор оснащується таймером, завдяки якому можна задавати добові та тижневі режими роботи. Таким чином, можна скоротити енергоспоживання вночі або під час перебування мешканців на роботі, коли повноцінний обігрів кімнат не потрібен. При цьому мікроклімат будинку чи квартири залишається максимально комфортним. Додаткові опції, якими оснащуються багато програмованих моделей:

- автоматичне блокування. Не знаючи, який терморегулятор вибрати для сім'ї з маленькими дітьми, варто віддати перевагу подібним моделям. Вони гарантовано захистять блок керування від дій дитини;
- самодіагностика із запам'ятовуванням кодів помилок;
- можливість роботи без датчика, коли той вийшов із ладу. В цьому випадку задається режим поперемінної роботи та відключення (30/30 або 20/40 хвилин), завдяки якому зберігається комфортний мікроклімат за мінімальної витрати;
- дистанційне керування. WIFI терморегулятор підключається до Інтернету і може керуватися користувачем з будь-якої точки світу за допомогою смартфона або іншого гаджета, на якому встановлено відповідну програму.

Єдиний недолік програмованих пристроїв – найвища ціна.

Підбір датчика температури

Цей елемент необхідний для постійного вимірювання та передачі інформації до блоку керування. Залежно від його функціоналу та розташування розрізняють термостат для теплої підлоги:

1. З вбудованим датчиком повітря. Він вимірює температуру у приміщенні. Такий терморегулятор для теплої підлоги повинен розміщуватися далеко від протягів, прямих сонячних променів, інших джерел тепла, оскільки вплив цих факторів може призвести до спотворення вимірювань. У будь-якому випадку повітряний датчик відрізняється меншою точністю, ніж виносний. Це пов'язано з тим, що повністю виключити вплив зовнішніх умов досить складно.
2. З виносним датчиком підлоги. У цьому випадку вимірювальний елемент розміщується під покриттям між витками кабелю, що гріє, але не на перетині з ними. Він фіксує температуру самої системи опалення, що забезпечує більшу точність вимірювань. Сумніваючись у тому, який терморегулятор вибрати для теплої підлоги, варто віддати перевагу моделі з виносним датчиком, яку рекомендують багато фахівців.

У деяких виробників є пристрої з двома типами датчиків, вони максимально точні в роботі, проте й коштують дорожче.

Способи монтажу терморегуляторів для теплої підлоги

Залежно від типу розміщення блоку керування розрізняють термостати:

- Накладні(Див.Рисунок 2.4). Вибираючи терморегулятор для теплої підлоги, який краще в плані установки, віддають перевагу цим моделям. Вони гранично компактні, фіксуються на поверхні стіни шурупами, болтами або іншим кріпленням. Єдиний їхній недолік: вони виступають

						Аркуш
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

від поверхні на кілька сантиметрів, що не завжди органічно виглядає в інтер'єрі приміщення;



Рисунок 2.4 – Терморегулятор-накладний

- врізні(Див.рисунок 2.5). Їхня фронтальна панель розташовується практично врівень зі стіною, так як більша частина корпусу втоплена в стіну. Для монтажу цих термостатів необхідно зробити поглиблення, а також проштробити в стіні і підлозі канавки для прокладки проводів, що живлять;



Рисунок 2.5 – Терморегулятор-врізний

- на DIN-рейку(Див.рисунок 2.6). Такий прилад розміщується на електрощитку і кріпиться на спеціальній монтажній пластині шурупами. Він прихований від очей більшість часу, тому виробники зазвичай не акцентують увагу на його зовнішньому оформленні.

Також на ринку представлені настільні моделі, які не потребують монтажу. Вони отримують сигнал від виносного датчика по радіохвилі, тому є бездротовими. Оскільки вибрати терморегулятор для теплої підлоги бездротової стоїть для розміщення на увазі (на полиці, столі, підставці), його корпус найчастіше відрізняється стильним дизайном.



Рисунок 2.6 – Терморегулятор на DIN-рейку

Для нашої системи інфрачервоного електричного опалення квартирному приміщення, терморегулятор настінного монтажу – це ідеальний вибір, а от механічним він буде або цифровим вже не так важливо.

Тому для реалізації та вдосконалення нашої електричної системи інфрачервоного опалення оберемо настінний механічний терморегулятор італійського виробництва CEWAL RQ01 16A. (див. рис. 2.7) На Українському ринку він зарекомендував себе як відносно недорогий, якісний варіант серед безлічі моделей і різновидів настінних механічних терморегуляторів.

Ця модель є однією з найбільш економічно вигідних та ефективних у порівнянні з цифровими моделями, хоча і поступається за деякими функціями. Необхідна температура в приміщенні для обраної моделі термостата встановлюється поворотом ручки до тих пір, поки позначка налаштування не збігатиметься з необхідним значенням температури, показаним на шкалі.



Рисунок 2.7 – Терморегулятор CEWAL RQ01 16A

Тепер визначимо необхідну кількість терморегуляторів для вдосконалення нашої системи інфрачервоного опалення. Для цього використаємо наступне співвідношення:

$$n_{\text{терморег.}} = n_{\text{кімнат}}, \quad (2.10)$$

Де

$n_{\text{терморег.}}$ – кількість терморегуляторів;

$n_{\text{кімнат}}$ – кількість кімнат із елементами системи інфрачервоного опалення.

Отже у відповідності до співвідношення 2.10 та враховуючи, що кількість кімнат із елементами системи інфрачервоного опалення $n_{\text{кімнат}} = 5$, будемо мати:

$$n_{\text{терморег.}} = n_{\text{кімнат}} = 5 \text{ штук}$$

Данні терморегулятори будуть підключатись напряму до інфрачервоної електричної теплої підлоги кожної кімнати квартири у відповідності до схеми наведеної на малюнку 2.8.

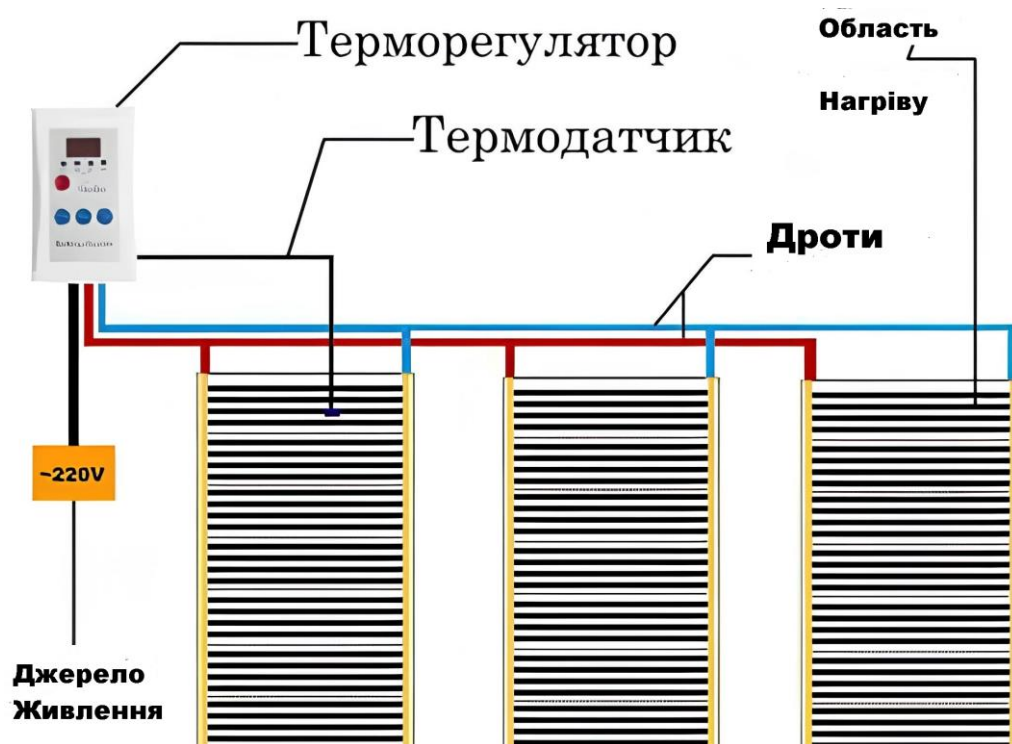


Рисунок 2.8 – Схема підключення терморегулятора до теплої підлоги

3. СИСТЕМА РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ ІНФРАЧЕРВОНОЇ ТЕПЛОЇ ПІДЛОГИ

3.1 Огляд існуючих технічних рішень

Мешканці багатоповерхівок, на превелику радість, зараз поступово починають забувати, що таке відключення електрики на тривалий термін. Сьогодні електричні мережі на порядок стабільніші, ніж були ще якихось двадцять років тому, оскільки технічний прогрес не стоїть на місці, і в квартирах почали з'являтися системи резервного живлення (див. рисунок 3.1).

Мабуть, основним фактором, який впливає на саму структуру резервного електроживлення, можна назвати наперед відому тривалість та частоту відключення енергії у районі. Відштовхуючись від неї, до проекту резерв-системи можна буде закласти необхідні потужності з урахуванням необхідної кількості світильників, базової побутової техніки, а також різних інших електроприладів та електроінструментів, які можуть потенційно стати необхідні господарям за час відсутності електроживлення.

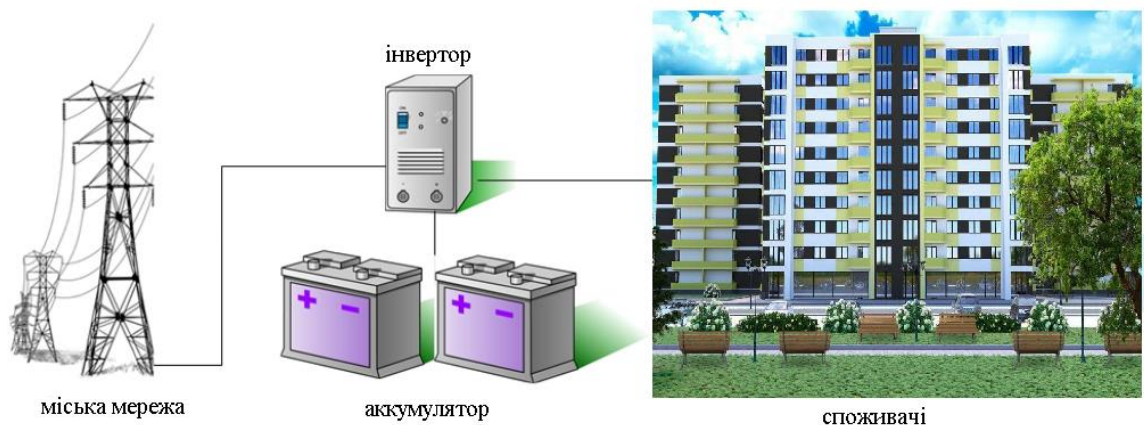


Рисунок 3.1– Схема резервного живлення

Як відомо, надійність будь-якого пристрою прямо пропорційна його простоті. Тому для резервування, яке усе ж покликане служити аварійною мірою, вкрай важливою є безвідмовність.

Зм..	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Сардак О.В.					
Перевір		Антипчук Б.О.					
Н. Контр.		Нездвєцька І.В.					
Затв.		Лавріщев О.О.					
					Лім.	Арк.	Аркушів
						45	
					ЖАТФК, Гр. Е-41		

Сучасна інженерна думка зуміла звести таку систему усього до двох блоків:

Акумуляторного (одна велика цільна батарея або комплект з декількох малих акумуляторних вузлів, які формують на виході напругу 12 В, 24 В, 36 В або 48 В);

Інверторного (підвищувальний трансформатор, завдяки якому можна вихідний струм акумулятора перетворити з постійного на змінний, підвищивши його вольтаж до необхідної для техніки величини 220 В).

Важлива відмінність сучасних резерв-систем від усіх дотеперішніх полягає у тому, що саме резервування живлення сьогодні виконується у повністю автоматичному режимі, без участі людини. Ця, здавалося б, звична багатьом функція насправді істотно спрощує життя споживачам, адже відключення енергії у період їх відсутності здатне було призвести до неприємних наслідків. Тепер же, навіть якщо нікого немає вдома, холодильник не розморозиться та не потече, на іншій стаціонарно підключеної техніці не зіб'ються годинники та таймери.

З функціональної точки зору нинішні системи резервного живлення у цілому виконують три задачі. Перша – постійний фоновий контроль стану первинної електромережі, який нерідко також припускає фільтрацію стрибків вольтажу та електромагнітних перешкод. Друга функція – зарядка акумуляторів у режимі очікування та підтримання заряду на рівні, близькому до максимального. Нарешті, третя – стабільна та рівномірна за обсягом «видача» електрики, коли автоматика перемикається на живлення від резервної системи.

Слід зазначити дуже важливу річ: сьогодні застосування подібних комплексів резервування не завжди пов'язане тільки з відключеннями електроенергії. Такі вузли цілком можуть працювати нарівні з іншою захисною автоматикою, включаючись до ланцюгу, коли параметри струму у зовнішній мережі живлення виходять за якісь граничні значення. Наприклад, якщо у оселі не встановлено стабілізатор або напруга скаче більше, ніж на 10% у будь-

який з боків, система сама може перейти на резервне джерело живлення, поки ситуація не нормалізується.

Принцип дії розглянутих систем досить простий: як тільки параметри струму основної електромережі виходять за допустимі рамки або ж напруга пропадає зовсім, контролер переводить споживачі на живлення від акумуляторного комплексу. Тепер навантаження проходить через побутовий трансформатор, який отримує живлення від акумуляторів та видає у мережу струм з необхідними характеристиками. У багатьох сучасних установках резервного живлення автоматика може бути незалежно включена відразу у кілька вузлів або бути багаторівневою. Також сьогодні не є великою рідкістю спосіб підключення споживачів енергії з розбивкою їх на групи: з прямою комутацією, з електродвигунами та з блоками живлення, які, в сутності, здійснюють зворотну трансформацію до низьких значень вольтажу.

Установки, які здійснюють постійний моніторинг стану мережі, називають активними. До їх задачі входить відстеження параметрів вхідного живлення та перепідключення джерела за виникнення необхідності. До недоліків даної конструкції можна віднести тільки те, що будь-який, навіть найбільш сучасній автоматиці, потрібен якийсь (нехай і вкрай малий) час для аналізу показників та здійснення підключень. У такі моменти формується струмова пауза, що часом здатна негативно позначитися на побутовій електроніці. Позбутися від подібного ефекту ніяк не вийде, адже мить перемикання усе одно залишатиметься при будь-якому наступному технічному удосконаленні конструкції системи резервування. Разом з тим, не варто лякатися цього явища – воно не настільки критично, як здається. Наприклад, пристрої з електродвигунами, ротор яких обертався до моменту перемикання, не відчують різниці, адже у рухомої частини є елемент інерції, якого вистачить, щоб повністю погасити паузу без електрики, не зупиняючись. Якщо ж казати про ту техніку, яка використовує мікропроцесори, то у принципах роботи її самої використовуються ті самі алгоритми підключення живлення, що й у резерв-системах, а тому короткострокова затримка взагалі

						Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

ніяк не повинна позначитися на їх функціонуванні за наявності справних конденсаторів. Таким чином, ймовірність пошкодження електрозалежного майна у моменти перемикання живлення є вкрай малою та статистично оцінюється у 0,85-1%, але усе ж існує, а тому про це необхідно знати.

Отже, оптимізацію навантаження на електромережу можна назвати одним з найбільш важливих функціоналів систем резервування. До того ж, вкрай важливо відзначити, що правильно налаштовані режими перемикання здатні продовжити ресурс служби самих акумуляторних батарей. Пріоритетів для оптимізації зазвичай декілька – це підтримка деякого мінімально комфортного для життя рівня освітленості приміщень та стабільність функціонування техніки, необхідної для побуту та роботи. Найпростіше оцінювати реальний стан речей за паспортною потужністю виробів, але при цьому завжди необхідно робити поправку на те, що далеко не кожен з пристроїв призначений для тривалого використання.

Фахівці рекомендують починати з питань освітлення. По-перше, це пов'язано з тим, що сучасні світлодіодні лампи споживають вкрай мало енергії, а тому даний об'єм можна заздалегідь оцінити з високою точністю та виключити з подальших розрахунків. По-друге, необхідність освітлення у тій чи іншій зоні житла часто є більш очевидною мешканцям, а тому й краще передбачуваною у порівнянні з застосуванням абсолютної більшості одиниць техніки.

Перехід на енергозберігаючі технології – перший крок до того, щоб зробити домашню електромережу менш витратною за потужністю. Відмовившись від лампочок розжарювання на користь світлодіодів, на одному лише освітленні можна заощадити до 90% потужності. Навіть за умови використання найбільш бюджетних LED-ламп та світлодіодних світильників, ваша економія становитиме не менше 70%, при тому, що кожен кіловат є пропорційним тим самим цифрам у фінансовому еквіваленті.

Незалежно від того, чи будуть застосовуватися енергозберігаючі джерела світла, усі прилади такого роду має сенс розділити на дві категорії:

						Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

регулярного першорядного використання та другорядного (а іноді – й чергового). Як зрозуміло з назв, до перших слід віднести усі ті прилади, без яких життя буде вкрай некомфортним: люстри у вітальні та на кухні, світильник у ванній кімнаті, біля спального місця. До другої категорії включають освітлення у коридорах, у коморах, сараях та інших технічних приміщеннях, просто невикористовуваних зонах. Набагато раціональніше у умовно постійному режимі задіяти тільки невелику кількість джерел світла, а ті, що залишилися, застосовувати лише у міру виникнення необхідності у них.

Сьогодні велика частина побутової техніки, а особливо – електроніка, гаджети та комп'ютери – хоч і живляться від загальної мережі з вольтажем у 220 В, перетворюють її до зниженої напруги. Як зрозуміло зі сказаного раніше, у ланцюзі резервного електропостачання буде відбуватися подвійне перетворення: низькі величини, отримані від акумулятора, інвертор трансформує у 220 В, а блок живлення потім знову випрямляє синусоїду струму та знижує його напругу до 12 В. Сама собою напрошується ідея виключити зайві процедури, але зробити це можна далеко не завжди. Для того, щоб здійснити задуманий альтернативний спосіб живлення, у житлі має бути присутньою дублююча система дротів та кабелів, які підключаються безпосередньо до акумуляторів. У деяких будинках такі комунікації є, але їх усе ж можна назвати рідкістю на сьогоднішній день. Більший сенс навіть має такий підхід, при якому до проекту електропроводки житла спочатку закладаються розетки, що підключаються до акумуляторів стаціонарно. Навіть у штатному режимі гаджети, зарядні пристрої та ноутбуки працюють тільки через них, а у «сховищі» заряд заповнюється від зовнішньої мережі. Безумовно, загальний ресурс акумуляторної станції при цьому дещо знижується, але у цілому таке рішення набагато економічніше альтернативних комунікацій у стінах. Єдиним значущим недоліком можна назвати лише те, що до такої низьковольтної розетки не можна буде підключити звичайну техніку, навіть якщо роз'єми у ній розраховані на цілком звичайну вилку, а не USB-штекер.

При поділі усіх комунікацій на живлення від низьковольтних та звичайних ланцюгів, також знижується навантаження на сам інвертор: це означає, що він буде служити довше, а також зможе жити тільки ті вузли, які потребують вольтажу 220 В. З огляду на те, що переважна більшість таких пристроїв – це різні вироби з електродвигунами та нагрівальними елементами, струмова пауза для них не є дуже страшною, й загальна стабільність мережі підвищиться.

Нижче подано загальний огляд, а також переваги (плюси) та недоліки (мінуси) кожного рішення.

Акумуляторні батареї (див.рисунок 3.2):

Плюси:

Швидке включення: Забезпечують негайне живлення під час відключення електромережі.

Безшумність: Робота акумуляторів не супроводжується шумом.

Ефективність: Деякі сучасні технології акумуляторів мають високий коефіцієнт ефективності.

Мінуси:

Обмежений час автономної роботи: Акумулятори мають обмежений час роботи, особливо для великих споживачів енергії.

Вартість: Сучасні технології літій-іонних або літій-полімерних акумуляторів можуть бути дорогими.



Б-10000

Рисунок 3.1–Акумуляторна батарея

Дизельні або бензинові генератори (див.рисунок 3.3):

Плюси:

Висока потужність: Здатні жити великі споживачі енергії.

Довгий термін служби: Можуть працювати тривалий час при наявності пального.

Мінуси:

Екологічні проблеми: Викиди вуглекислого газу та інших шкідливих речовин будуть мати дуже негативні наслідки при встановленні у багатоповерхівках.

Потреба в обслуговуванні: Вимагають регулярного обслуговування.

						Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51



Рисунок 3.3– бензиновий та дизельний генератор

Сонячні батареї (див.рисунок 3.4):

Плюси:

Екологічно чисті: Використовують сонячну енергію, що є відновлюваною.

Низькі експлуатаційні витрати: Після встановлення сонячних батарей витрати на електроенергію знижуються.

Мінуси:

Вартість установки: Початкові витрати на сонячні панелі та батареї можуть бути великими.

Залежність від погодних умов: Ефективність залежить від доступності сонячного світла.



Рисунок 3.4–Сонячна батарея

ДБЖ (джерело безперебійного живлення) (див.Рисунок 3.5):

Плюси:

Невеликі габарити: Можуть бути компактними та легкими.

Безперервне живлення: Забезпечують безперервне живлення при відключенні основного джерела.

Мінуси:

Обмежений час автономної роботи: Зазвичай можуть забезпечувати електропостачання лише на короткий період.

Потужність: Можуть бути неефективними для великих споживачів енергії.

									Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					53



Рисунок 3.5—Джерело безперебійного живлення

Технології енергозбереження:

Плюси:

Оптимізація використання: Допмагають зменшити витрати енергії та оптимізувати її використання.

Економія: Дозволяють зменшити рахунки за електроенергію.

Мінуси:

Витрати на встановлення: Можуть вимагати значних витрат на встановлення та налаштування.

Гібридні системи(див.Рисунок 3.6):

Плюси:

Гнучкість: Забезпечують можливість комбінувати переваги різних джерел енергії.

						Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Надійність: Зменшують ризик відмови системи внаслідок одного джерела.

Мінуси:

Вартість: Великі системи можуть бути дорогими.

Складність: Може вимагати більше управління та технічних навичок.



Рисунок 3.6—гібридна система резервного живлення

Інвертори з функцією зарядки(див. Рисунок 3.7):

Плюси:

Гнучкість використання: Інвертор може працювати як зарядний пристрій та конвертер напруги.

Ефективність: Деякі сучасні інвертори мають високий коефіцієнт ефективності.

Мінуси:

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Обмежена потужність: Може бути неефективним для великих споживачів енергії.

Залежність від джерела енергії: Потребує наявності джерела енергії для заряджання.

Важливо враховувати, що вибір конкретного рішення повинен враховувати конкретні потреби, умови експлуатації та бюджет користувача. Також рекомендується консультуватися з фахівцями в галузі електроенергетики для отримання найкращого варіанту для конкретного випадку.



Рисунок 3.7–Інвертор з функцією зарядки

Мій вибір припав на системи резервного живлення у вигляді акумуляторів. Вона має свої переваги, особливо у порівнянні з іншими технічними рішеннями. Нижче перераховано деякі з плюсів систем резервного живлення на основі акумуляторів:

Швидке включення:

Акумулятори забезпечують миттєве живлення при відключенні основного джерела електропостачання. Це важливо для тих сфер, де неперервність живлення є критичною, таких як деякі медичні обладнання чи інші важливі системи.

Безшумність:

Робота акумуляторів є безшумною, що може бути важливим аспектом в робочих або житлових середовищах, де важливо уникати додаткового шуму, особливо у порівнянні з дизельними або бензиновими генераторами.

Ефективність:

Сучасні технології літій-іонних або літій-полімерних акумуляторів мають високий коефіцієнт ефективності. Вони можуть надавати стабільне живлення і мати високий рівень перетворення енергії, що робить їх ефективними для використання.

Можливість розширення:

Системи на основі акумуляторів можуть бути легко розширені, додаванням додаткових акумуляторів, що робить їх гнучкими для зміни потужності в майбутньому в залежності від потреб користувача.

Екологічна чистота:

В порівнянні з генераторами, які працюють на пальному, акумулятори є більш екологічно чистим варіантом. Вони не викидають шкідливі гази або інші забруднюючі речовини під час роботи.

Можливість інтеграції з альтернативними джерелами енергії:

Акумуляторні системи легко інтегруються з альтернативними джерелами енергії, такими як сонячні панелі. Це може дозволити використовувати відновлювані джерела енергії для заряджання акумуляторів і подовження їхнього часу автономної роботи.

						Аркуш
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мінімальні обслуговування:

У порівнянні з іншими рішеннями, такими як дизельні генератори, акумулятори мають менше елементів, які вимагають обслуговування, і тому їхні експлуатаційні витрати можуть бути меншими.

Тиха робота:

Відсутність внутрішнього горіння в акумуляторах призводить до тихої роботи, що може бути важливим у житлових або офісних приміщеннях.

Вибираючи з усіх вище перелічених систем резервного живлення, саме система з акумуляторними батареями є найбільш вигідною у економічному плані, та безпечною системою для встановлення в квартирах.

3.2 Розрахунок та вибір обладнання резервного живлення інфрачервоної теплої підлоги

Основною проблемою нашої розробленої системи інфрачервоного опалення є її безпосередня залежність від наявності електричної енергії. Оскільки, наша інфрачервона система опалення буде ще й повністю замінювати традиційну систему опалення, то ця проблема стає ще більш вагомою, тому слід прийняти відповідні технічні рішення, які дадуть можливість, якщо не повного, то хоча б часткового її вирішення.

Звісно, можна розробити систему резервного живлення на базі нетрадиційних джерел електричної енергії, однак це негативно вплине на термін окупності розробленої системи дипломного проекту в цілому, до того ж

						Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

наша система інфрачервоного електричного опалення встановлюється в квартирному приміщенні, а тому місця для встановлення сонячних панелей або вітрогенератора у нас, вкрай, мало. Тому в якості резервного живлення інфрачервоної системи опалення ми поставимо блок акумуляторних батарей разом з інвертором, який зможе забезпечити електроживленням нашу систему опалення на протязі трьох годин роботи без електричного постачання з основної електричної мережі, але це при умові, що система інфрачервоного опалення буде працювати безперервно, однак в нашій системі вже стоять терморегулятори, тому час роботи її від резервного живлення буде значно більшим, оскільки вона буде вмикатися лише при пониженні температури в конкретній кімнаті, а потім знову вимикатися, коли температура досягне значення встановленого на терморегуляторах. Акумуляторна батарея є джерелом струму багаторазового використання. Її особливість полягає в циклічності: зарядивши батарею, її можна використовувати певну кількість годин встановлену виробником. Розряджену батарею легко зарядити за допомогою спеціального зарядного пристрою. Час заряду пов'язаний з параметрами джерела, а кількість циклів "заряд-розряд" безпосередньо залежить від типу і особливостей самої батареї.

Ємність акумуляторної батареї – це характеристика, яка відображає час, протягом якого батарея буде повноцінно жити відповідний пристрій і забезпечувати його автономну роботу при заданому навантаженні. Іншими словами, ємність акумуляторної батареї – це максимальна кількість електричної енергії, яку батарея здатна накопичувати за один повний цикл заряду. Вона впливає на вартість пристрою, область застосування, термін

служби. Одиниця виміру ємності акумуляторної батареї – ампер на годину (А·год), а для акумуляторів значної ємності – міліампер на годину (мА·год).

Для того, щоб визначити ємність акумуляторних батарей, яка необхідна для реалізації резервного живлення нашої системи інфрачервоного опалення, використаємо стандартну формулу:

$$C_{\text{АБ заг.}} = \frac{P_{\text{заг.}} \cdot t}{U \cdot k}, \quad (3.14)$$

де:

$C_{\text{АБ заг.}}$ – загальна ємність акумуляторних батарей резервного живлення, А·год;

$P_{\text{заг.}}$ – загальна електрична потужність системи інфрачервоного опалення, кВт;

t – час роботи акумуляторних батарей резервного живлення, год;

k – коефіцієнт, який відображає, яка частина ємності акумуляторних батарей використовується;

U – напруга акумуляторних батарей резервного живлення, В.

Значення коефіцієнта k , який компенсує ситуацію неповного заряду батареї за часту приймають 0,95, тобто 95 %.

Отже враховуючи отриманий результат за формулою 3.8, а також, що час роботи акумуляторних батарей резервного живлення $t = 3$ год., $k = 0,95$, а напруга акумуляторних батарей $U = 12$ В, будемо мати:

$$C_{\text{АБ заг.}} = \frac{5.3 \cdot 10^3 \cdot 3}{12 \cdot 0,95} = 1395 \text{ А} \cdot \text{год.}$$

На сьогоднішній день існує досить великий вибір акумуляторних батарей на ринку України, але дуже велику кількість їх в квартирі ми не зможемо розмістити, тому потрібно вибирати батареї з великою ємністю, однак чим більша ємність тим дорожча батарея.

Для реалізації резервного живлення в своєму дипломному проекті я обрав, на мою думку, оптимальний варіант стосовно ємності та ціни – це акумуляторна батарея від фірми AUTOPART VOYAGER DEEP CYCLE (Див.рисунок 3.8). ємністю 230 А·год, середня вартість якої становить 13300 грн.



Рисунок 3.8–Акумуляторна батарея AUTOPART VOYAGER DEEP CYCLE

Визначимо необхідну кількість таких батарей для реалізації резервного живлення інфрачервоної системи опалення квартири за формулою:

$$n_{AB} = \frac{C_{AB \text{ заг.}}}{C_{AB}}, \quad (3.15)$$

де:

n_{AB} – кількість акумуляторних батарей для реалізації резервного живлення;

$C_{AB \text{ заг.}}$ – загальна ємність акумуляторних батарей резервного живлення, А·год;

C_{AB} – ємність обраної акумуляторної батареї для реалізації резервного живлення, А·год.

Отже будемо мати:

$$n_{AB} = \frac{1395}{230} = 6 \text{ штук.}$$

Так як наші акумулятори будуть з'єднані паралельно для підвищення ємності, то розрахуємо їх сумарну ємність за формулою:

$$C_{AB\text{заг}} = C_{AB} \cdot n_{AB}$$

Отже будемо мати:

$$C_{AB\text{заг}} = 230 \cdot 6 = 1380 \text{ А} \cdot \text{год}$$

Для заряджання акумуляторів резервного живлення від основної електричної мережі оберемо зарядну станцію виходячи із їх загальної ємності, яка визначена за формулою 3.14 та становить 1395 А·год.

Знову ж, виробників таких зарядних станцій безліч, а нас цікавить в першу чергу ціна та якість, тому оберемо оптимальний варіант – це зарядний пристрій СТЕК MXTS 70 (Див рисунок 3.9), яка дозволяє підключати акумуляторні батареї загальною ємністю до 1500 А·год та має середню ринкову вартість порядку 45000 грн, що цілком задовольняє наші вимоги у порівнянні із іншими варіантами таких станцій.



Рисунок 3.8— зарядний пристрій СТЕК MXTS 70

Назва	СТЕК
Модель	MXTS 70
Тип пристрою	зарядний пристрій
Тип	імпульсне
Напруга акумулятора	12 В, 24 В
Макс. сила струму при зарядці	50А
Регулювання сили струму	Плавне регулювання
Ємність акумулятора, що заряджається 12В	20 – 1500 Агод
Джерело живлення	230В

В якості інвертора ми використовуємо значення загальної потужності, розраховане згідно з рівнянням 2.8, для реалізації аварійного живлення системи інфрачервоного опалення, він становить 5.3 кВт. З огляду на те, що ця потужність досить висока, буде важко знайти дешевий інвертор, який задовольняє наші умови, тому що чим більша потужність інвертора, тим він дорожчий, і ми не можемо від нього повністю відмовитися, тому що панелі інфрачервона тепла підлога працює від змінного струму. Тому оберемо інвертор компанії-виробника TATALIKEN (Див.рисунок 3.9) номінальною потужністю 6 кВт. середня ціна якого становить 10000 грн.



Рисунок 3.9 – Інвертор TATALIKEN 6000 W

Марка	TATALIKEN
Ефективність перетворення	0.9
Вихідна частота	50 Гц
Вихідна напруга	220 В±10%
Вхідна напруга	12 В

4 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

4.1 Розрахунок капітальних затрат на реалізацію інфрачервоної системи опалення

У даній роботі розроблена система забезпечення контролю температури в квартирах на основі інфрачервоної технології. У зв'язку з цим необхідно визначити капітальні та експлуатаційні витрати на впровадження такої системи та розрахувати термін її окупності.

Нам треба оцінити, наскільки ця система економічна. Важливо оцінити вартість обладнання, яке використовується в системі. Він також враховує витрати на обслуговування елементів системи та витрати на заміну елементів протягом терміну служби системи (15 років).

Наші системи оснащені аварійними джерелами живлення, тому це потрібно враховувати. Заміна батареї відбувається через 10 років використання системи. Витрати на технічне обслуговування елементів системи становитимуть 1% від вартості обладнання.

При аналізі витрат спочатку потрібно розрахувати загальну річну вартість системи - TAS (Total Annual Cost) - відповідно до такого співвідношення:

$$TAC = \frac{TLCC}{CPWF}, \quad (4.1)$$

де:

TLCC (Total Life Cycle Cost) – загальна вартість системи за період її експлуатації;

CPWF (Cumulative Present Worth Factor) – сукупний фактор реальної вартості.

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Сардак О.В.					
Перевір		Антупчук Б.О.					
Н. Контр.		Нездвецька І.В.					
Затв.		Лавріщев О.О.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						65	
					ЖАТФК, гр. Е-41		

В таблиці 4.1 наведено всі капітальні витрати для реалізації розробленої системи в даному дипломному проекті.

Таблиця 4.1 – Капітальні витрати проекту

№	Назва технічних матеріалів	кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Система інфрачервоного опалення				
1	Інфрачервона плівка Enerpia	46,56м ²	1140 грн	53078 грн
3	Терморегулятор CEWAL RQ01	5	320 грн	1600 грн
Всього по системі:				54678 грн
Система резервного живлення				
4	Акумуляторна батарея AUTOPART VOYAGER DEEP CYCLE	6	13300 грн	79800 грн
5	Акумуляторна зарядна станція СТЕК MXTS 70	1	45000 грн	45000 грн
6	Інвертор TATALIKEN	1	10000 грн	10000 грн
Всього по системі:				134800 грн
Всього загальна вартість				189478 грн

Капітальні витрати – це кошти, спрямовані на створення та придбання основних засобів і нематеріальних активів, які підлягають амортизації.

Впровадження запропонованої системи потребує капіталовкладень, а капіталовкладення є одним із найважливіших показників економічної оцінки ефективності системи.

Вартість монтажно-налагоджувальних робіт визначимо за формулою:

$$K_{MH} = \sum (C_i \cdot a \cdot t_i) \cdot K_d \cdot K_{CM} \cdot K_{PP}, \quad (4.2)$$

C_i – чисельність працівників і-го розряду, необхідних для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних) робіт;

a – годинна тарифна ставка і-го розряду, грн;

t_i – час, необхідний для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних) робіт, год.;

$K_d = 1,1 \dots 1,5$ – коефіцієнт, що враховує розмір доплат;

$K_{CM} = 1,22$ – коефіцієнт, що враховує відрахування на соціальні заходи;

$K_{ПР} = 1,1 \dots 1,5$ – коефіцієнт, що враховує інші витрати на здійснення монтажних (налагоджувальних) робіт.

Вартість монтажно-налагоджувальних робіт варіюється в залежності від початкової ціни договору та ціни галузевої організації «Гранд Аква», що займається монтажем та налагодженням систем електричного інфрачервоного опалення.

Отже:

$$K_{MH} = (2 \cdot 50 \cdot 20 + 2 \cdot 50 \cdot 10) \cdot 1,1 \cdot 1,22 \cdot 1,1 = 4428,6 \text{ грн.}$$

Вартість транспортування залежить від тарифів транспортної компанії ТОВ «Нова Пошта», ваги вантажу та відстані до складу постачальника.

За підрахунками перевізника, доставка 3 вантажних місць загальною вагою до 500 кг коштує 83,842.00 грн.

Отже, визначимо капітальні витрати на систему інфрачервоного опалення та її систему резервного живлення за формулою:

$$K = K_{OB} + K_{TP} + K_{MH}, \quad (4.3)$$

де:

K_{OB} – вартість устаткування по зведенню витрат (без ПДВ), грн.;

K_{TP} – транспортно-заготівельні й складські витрати, грн.;

K_{MH} – витрати на монтаж і налагодження встаткування, грн.

Отримаємо, що:

$$K_{\text{заг.}} = 189478 + 4428,6 + 83842 = 277748,6 \text{ грн.}$$

Отже бачимо, що капітальні витрати на систему інфрачервоного опалення та її систему резервного живлення сумарно становлять 277748,6 грн.

						Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

4.2 Розрахунок експлуатаційних витрат на реалізацію інфрачервоної системи опалення

Експлуатаційні витрати - це поточні витрати на експлуатацію та підтримку проектної цілі протягом певного періоду часу, які виражаються в грошовій формі.

До основних статей експлуатаційних витрат по електротехнічному устаткуванню відносять:

- а) амортизаційні відрахування (C_a);
- б) вартість спожитої електроенергії (C_e);
- в) основна й додаткова заробітна плата обслуговуючого персоналу та відрахування на соціальні заходи (C_z);
- г) витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування (C_T);
- д) інші витрати ($C_{ін}$).

У такий спосіб річні експлуатаційні витрати по об'єкті проектування становлять:

$$C = C_a + C_e + C_z + C_T + C_{ін} . \quad (4.4)$$

Розроблена в даному проекті система інфрачервоного опалення є повністю автономною і не вимагає постійної присутності оператора або обслуговуючого персоналу, тому всі планові роботи з обслуговування будуть проводитися господарем квартири. Таким чином статті витрат C_z та $C_{ін}$ дорівнюють нулю.

Амортизаційні відрахування нараховується виходячи із тривалості часу використання розробленої системи, очікуваного економічного прибутку, її якісних технічних характеристик, фізичного зносу, а також інших факторів, які можуть вплинути на можливість використання. Термін якісного використання впроваджуваного обладнання становить 15 років. Норма амортизації при прямолінійному методі, постійна протягом всього амортизаційного періоду і рівна:

						Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

$$H_a = \frac{\Phi_n}{\Phi_n \cdot T_n} \cdot 100\% , \quad (4.5)$$

де:

T_n – час якісного використання системи (амортизаційний період);

Φ_n – початкова ціна системи, грн.;

Отже матимемо:

$$H_{a \text{ заг.}} = \frac{277748,6}{277748,6 \cdot 15} \cdot 100\% = 0,06 \% .$$

Тоді річні амортизаційні відрахування для розробленої системи визначимо за формулою:

$$C_a = \frac{\Phi_n \cdot H_a}{100} , \quad (4.6)$$

де:

Φ_n – початкова ціна системи, грн.;

H_a – норма амортизації, %.

Будемо мати, що:

$$C_{a \text{ заг.}} = \frac{277748,6 \cdot 0,06}{100} = 166.64 \text{ грн ;}$$

Тепер визначимо річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт. Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт обладнання включають витрати на матеріали, запасні частини, заробітну плату ремонтним працівникам та складають 1% від величини капітальних витрат:

						Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

$$C_T = 0,01 \cdot K , \quad (4.7)$$

де:

C_T – витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування, грн.;

K – капітальні витрати на систему інфрачервоного опалення та її систему резервного, грн.

Отримаємо:

$$C_{T \text{ заг.}} = 0,01 \cdot 277748,6 = 2777.48 \text{ грн. ;}$$

Річні експлуатаційні витрати по об'єкту проектування розраховуємо за формулою 4.4, вони становлять :

$$C_{\text{заг.}} = 166.64 + 2777.48 = 2944.12 \text{ грн. ;}$$

4.3 Розрахунок терміну окупності розробленої системи інфрачервоного опалення

В даному підрозділі ми маємо провести оцінку доцільності використання розробленої система опалення визначивши її термін окупності. Для того, щоб це зробити, порівняємо ціну на опалення нашого квартирного приміщення, план якого зображеного на рисунку 3.1, за допомогою системи традиційного опалення з ціною на електроенергію яку споживатиме розроблена система опалення з використанням інфрачервоних настінних панелей.

На сьогодні тарифи на централізоване опалення квартирних приміщень без встановлених приладі обліку теплової енергії становлять 44.66 грн. за один $\text{м}^2/\text{міс}$.

						Аркуш
						70
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахуємо загальну площу нашого квартирної приміщення у відповідності до формули:

$$S_{\text{кв.заг.}} = S_{\text{пр.}} + S_{\text{в.к.}} + S_{\text{віт.}} + S_{\text{сп.к.}} + S_{\text{кух.}} + S_{\text{л.}}, \quad (4.8)$$

де:

$S_{\text{кв.заг.}}$ – загальна площа квартирної приміщення, м^2 ;

$S_{\text{пр.}}$ – площа приміщення передпокою, м^2 ;

$S_{\text{в.к.}}$ – площа приміщення ванної кімнати, м^2 ;

$S_{\text{кімн.}}$ – площа приміщення кімнати, м^2 ;

$S_{\text{кух.вітальн.}}$ – площа приміщення кухні-вітальні, м^2 ;

$S_{\text{л.}}$ – площа лоджії, м^2 .

Всі необхідні дані для визначення загальної площі квартири візьмемо із таблиці 3.1 розділу 3 даного дипломного проекту. Отже матимемо, що:

$$S_{\text{кв.заг.}} = 5.43 + 3.87 + 14.62 + 2.47 + 20.17 = 46,56 \text{ м}^2.$$

Далі визначимо суму в грн. за місяць, яку необхідно сплати опалюючи квартиру традиційною системою опалення:

$$M_{\text{т.с.о.}} = E_{\text{о.п.}} \cdot S_{\text{кв.заг.}}, \quad (4.9)$$

Де:

$M_{\text{т.с.о.}}$ – місячні витрати на опалення традиційною системою опалення, грн.;

$E_{\text{о.п.}}$ – тарифна ставка традиційної системи опалення, грн.;

$S_{\text{кв.заг.}}$ – загальна площа квартирної приміщення, м^2

Отримаємо, що:

$$M_{\text{т.с.о.}} = 75.96 \cdot 46,56 = 3537 \text{ грн.} \quad (4.9)$$

Загальна електрична потужність розробленої в даному дипломному проекті інфрачервоної системи опалення становить 5300 Вт, тому за годину своєї роботи вона споживає 5,3 кВт·год електроенергії. В залежності якості рівня утеплення приміщення, наявності терморегуляторів та рекуператорів повітря така система може працюватиме від 4 до 8 годин на добу. Оскільки в нашій системі інфрачервоного опалення присутні терморегулятори, то приймемо час роботи нашої системи інфрачервоного опалення рівний 4 години, враховуючи, що приміщення має високі показники додаткового утеплення, адже перед монтажем будь-якої опалювальної системи – це є першочерговим завданням, в противному випадку, якщо в приміщення не будуть проведені заходи по його утепленню, жодна система опалення не зможе його ефективно обігріти.

Отже, визначимо суму в грн. за місяць, яку необхідно сплати опалюючи квартиру розробленою системою інфрачервоного опалення:

$$M_{\text{ІЧ с.о.}} = P_{\text{заг.}} \cdot t \cdot n_{\text{днів}} \cdot E_{\text{ІЧ о.п.}}, \quad (4.10)$$

де:

$M_{\text{ІЧ с.о.}}$ – місячні витрати на опалення розробленою інфрачервоною системою опалення, грн.;

$P_{\text{заг.}}$ – загальна електрична потужність розробленої системи інфрачервоного опалення, кВт;

t – час роботи системи, год./добу;

						Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

$n_{в.заг.}$ – кількість робочих днів системи за місяць (приймаємо 30 днів);

$E_{ІЧ\text{ о.п.}}$ – тарифна ставка за електроенергію, яка споживається розробленою інфрачервоною системою опалення, вона на сьогодні становить 2.64 грн/кВт·год.

Матимемо, що:

$$M_{ІЧ\text{ с.о.}} = 5,3 \cdot 3 \cdot 30 \cdot 2,64 = 1259 \text{ грн.}$$

Обидві системи опалення, що традиційна, що інфрачервона, призначені для роботи в холодні місяці, як правило, це шість місяців (середина жовтня – по середню квітня), тому визначимо суму в грн. за шість місяців, яку необхідно сплати опалюючи квартирне приміщення традиційною системою опалення та розробленою системою інфрачервоного опалення, тобто визначимо річні витрати за формулою:

$$M_{с.о.\text{ рік}} = n_{\text{місяці}} \cdot M_{с.о.}, \quad (4.11)$$

де:

$M_{с.о.}$ – місячні витрати на опалення системою опалення, грн.;

$N_{\text{місяців}}$ – кількість робочих місяців системи опалення.

Отже, отримаємо:

$$M_{т.с.о.\text{рік}} = 6 \cdot 3537 = 21222 \text{ грн.};$$

$$M_{ІЧ.с.о.\text{рік}} = 6 \cdot 1259 = 7554 \text{ грн.}$$

Тобто бачимо, що система інфрачервоного опалення економічно вигідніша ніж традиційна, а заощадження становлять суму рівну 13668 грн.

Отже визначимо термін окупності нашої розробленої системи інфрачервоного опалення та її системи резервного живлення за формулою:

$$T = K_{\text{сис.}}/Y, \quad (4.12)$$

Де:

$K_{\text{сис.}}$ – капітальні витрати на систему, грн.;

Y – річний прибуток системи, грн.

Отже матимемо, що:

$$T_{\text{ІЧ сист.оп.}} = 54678/13668 = 4 \text{ років};$$

$$T_{\text{сист.рез.жив.}} = 189478/13668 = 14 \text{ років};$$

$$T_{\text{ІЧ сист.оп+рез.жив.}} = 244156/13668 = 18 \text{ роки.}$$

Як бачимо з отриманого розрахунку, термін окупності системи інфрачервоного опалення становить 4 років, однак разом із системою резервного живлення він зростає аж до 18, тобто система резервного живлення є економічно не вигідною із точки зору її монтажу, це в першу чергу пов'язано із тим, що обладнання для її реалізації доволі дороге, тому як вихід: можна обмежитись меншою кількістю акумуляторних батарей, від чого вартість системи вразі зменшиться та використовувати резервне живлення у разі відключення електричної енергії не для всієї системи інфрачервоного опалення, а лише для певної її частини, яка, наприклад, обігріватиме спальну кімнату або вітальню, тобто на час відключення електропостачання зробити теплу зону із якогось одного або двох приміщень квартири.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Охорони праці під час виконання електромонтажних робіт

Травматизм під час виконання електромонтажних робіт – явище поширене. Ні великий стаж роботи, ні висока кваліфікація фахівців не гарантують стовідсоткового уникнення травм. Навпаки, статистика свідчить, що в 65% нещасних випадків, що відбуваються під час монтажу, налагодження електрообладнання, страждають саме висококваліфіковані фахівці.

На даний час ураження електричним струмом зі смертельним наслідком становить до 3% від загального числа нещасних випадків. Широке використання електричної енергії в усіх галузях промисловості і побуті обумовлює значну небезпеку ураження людини електричним струмом. Аналіз показує, що кількість електротравм в промисловості становить 0,5-1%, проте, дуже високий відсоток летального результату – 15-20%, при чому, до 80-85% електротравм зі смертельними наслідками відбувається в мережах з напругою до 1000 В. До найбільш травмонебезпечних галузей відноситься: легка промисловість, де травматизм становить 17% від числа смертельних нещасних випадків, електротехнічна промисловість – 14%, хімічна – 13%, будівництво, сільське господарство – по 40%, побут – приблизно 40%.

До основних видів можливих травм під час електромонтажних робіт належать:

- удари, пошкодження тканин обертовими деталями приладів;
- електричні опіки в результаті прямого або дугового контакту тіла з джерелом струму;

Зм..	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Сардак О.В.					
Перевір		Антипчук Б.О.					
Н. Контр.		Нездвецька І.В.					
Затв.		Лавріщев О.О.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						75	
					ЖАТФК, зр. Е-41		

- травми слизової оболонки очей від попадання пилу і дрібної стружки під час свердління;
- проблеми з легеннями при попаданні в них пилу від деяких композитних матеріалів (МДФ, склопластики і т.д.).

Уникнути перерахованого можна тільки завдяки неухильному дотриманню правил охорони праці. Нижче наведені основні правила, при дотриманні яких монтаж, заміна, наладка електроприладів будь-якої складності пройде без неприємних ексцесів.

В першу чергу звернемо увагу на вимоги до робочого одягу:

- одяг не повинен бути занадто вільним, щоб не торкатися частин механізмів, що рухаються;
- обов'язково використання захисних окулярів з небитким склом і рукавиць;
- при необхідності використання респіраторів і засобів захисту органів слуху;
- при роботі без зняття напруги в електроустановках напругою до 1000 В або поблизу них необхідні діелектричні калоші.

При виконанні пусконаладжувальних та монтажних робіт будь-якої складності дозволено застосовувати тільки справний інструмент. Ручний інструмент не повинен мати відколів, тріщин, вибоїн, задирок і щербин в місці захоплення рукою і на потиличній частині ручок. Рукоятки кувалд і молотків мають бути заклинені клинами.

Роботи під напругою до 1000 В дозволено проводити інструментом з ізольованими рукоятками, виконаними у вигляді чохлів або незнімного покриття з волого та масло-бензостійкого електроізоляційного матеріалу. Довжина ізоляції рукояток повинна бути не менше 100 мм, а ізоляція викруток закінчуватися на відстані не більше 10 мм від кінця леза.

Перед початком роботи з електроінструментом необхідно упевнитись в тому, що:

						Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

- гвинти, які кріплять його деталі, добре затягнуті;
- редуктор справний (вимкніть електродвигун і поверніть рукою шпindel інструменту);
- ізоляція електроінструменту не має пошкоджень і зламів;
- заземлення та вимикачі справні (інструменту з подвійною ізоляцією заземлення не потрібне).

Пробивати борозни і отвори в стінах, перекриттях з прихованою електропроводкою, виконувати інші роботи, з імовірним пошкодженням ізоляційного покриття кабелів, можна тільки після відключення їх від джерел живлення.

Використовувати несправний електроінструмент заборонено.

Якщо в роботі використовується паяльник, стежте, щоб в робочому стані він постійно знаходився в зоні дії витяжки. Струшувати припій під час паяння не можна, його надлишки знімаються на спеціальній підставці. При коротких перервах в роботі електропаяльник кладуть на підставку з металевими скобами. У приміщенні, де проходить пайка, не можна приймати їжу.

При виконанні монтажних робіт використовуються паяльники, які підключено до напруги не вище 42 В. Допускається використання електричних паяльників на 220 В, якщо підключення їх до напруги походить від розділового трансформатора або через прилад захисного відключення.

При випробуванні вже встановленого обладнання приймають такі запобіжні заходи:

- пробне включення виконують за умов відсутності людей біля струмоведучих частин установки;
- пробне включення проводять тільки після ретельної перевірки відповідності схеми монтажу проектної документації та надійності контактних з'єднань в усіх елементах схеми.

5.2 Перша допомога при ураженні електричним струмом

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

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

Перша допомога при ураженні електричним струмом виконується в два етапи: це звільнення потерпілого від дії струму та надання першої медичної допомоги.

Отже, в першу чергу необхідно знеструмити обладнання або провід, які стали причиною ураження людини струмом. Підходять для цього всі способи: вимкнути рубильник, вивернути або вимкнути пробки на електричному щитку, припинити подачу живлення роз'єднанням найближчого штепсельного роз'єму.

У разі неможливості припинення подачі електричного струму штатними засобами, необхідно перерубати окремо кабелі живлення, використовуючи будь-які ріжучі предмети з ізольованими рукоятками.

Якщо ж і це зробити немає можливості, потерпілого необхідно відтягнути від електричної установки або скинути з нього провід за допомогою будь-якого предмету, який не проводить струм. При цьому важливо захистити себе від впливу електричного струму, надівши на руки гумові рукавички або обмотавши їх сухою тканиною. На ноги бажано одягнути гумове взуття, у разі його відсутності підкласти під ноги гумовий килимок, суху дошку або згорнутий сухий одяг. Відтягувати потерпілого слід за краї одягу, уникаючи контакту з відкритими ділянками його тіла. Після цього потібно надати потерпілому першу медичну допомогу.

						Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

Відразу ж, протягом 10-20 секунд, необхідно визначити ступінь ураження людини електричним струмом. Поклавши потерпілого на спину і розстебнувши одяг, що утруднює дихання, потрібно перевірити наявність у нього пульсу на шиї в районі сонної артерії або на променевій артерії в області зап'ястя, переконавшись у присутності дихання з підйому і опускання грудної клітини, перевірити кровообіг мозку по наявності рефлекторної реакції звуження зіниці ока при попаданні на нього яскравого світла.

Якщо потерпілий перебуває у свідомості, однак тривалий час піддавався впливу електричного струму або ж отямився після непритомності, йому потрібно забезпечити спокій з подальшим спостереженням за ним на протязі 3 – 4 годин, але все ж таки краще викликати бригаду швидкої медичної допомоги. Можна дати йому теплий чай, 20 крапель валеріанової настоянки і тепло вкрити ковдрою.

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

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

ВИСНОВКИ

В даному дипломному проекті було розроблено систему забезпечення температурного режиму квартирного приміщення на базі інфрачервоних технологій.

В ході виконання даного дипломного проекту було проведено порівняльний аналіз різних типів сучасних систем опалення та обґрунтовано вибір саме електричних інфрачервоних нагрівних ІЧ плівок в якості основи для нашої розробленої системи опалення, розраховано необхідну електричну потужність для забезпечення якісного опалення квартирного приміщення кількість у відповідності до якої було розраховано необхідну кількість ІЧ плівки, терморегуляторів, обґрунтовано вибір їх типів та виробників.

Враховуючи те, що інфрачервона система опалення розроблялася з метою повноцінної заміни традиційної системи опалення квартирного приміщення, то було прийнято рішення щодо розрахунку та розробки системи резервного живлення для неї, так як, її робота цілком і повністю залежить від наявності електроенергії в мережі її живлення.

З точки зору розрахованої економічної ефективності розробленої системи можна зробити висновок, що термін окупності системи інфрачервоного опалення без резервного живлення становить 4 років, однак разом із системою резервного живлення він зростає аж до 18 років, тобто система резервного живлення є економічно не вигідною, і це в першу чергу пов'язано із тим, що обладнання для її реалізації доволі дороге, тому, щоб повністю не відмовлятися від неї, то в якості альтернативи можна скористатися рекомендаціями наведеними у підрозділі 4.3 даного дипломного проекту.

Зм..	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Сардак О.В.					
Перевір		Антипчук Б.О.					
Н. Контр.		Нездвецька І.В.					
Затв.		Лавріщев О.О.					
					Літ.	Арк.	Аркуші
						80	
					ЖАТФК, гр. Е-41		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 – [Чинний від 2011-11-01]. / Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України).
2. Боженко, М. Ф. Джерела теплопостачання та споживачі теплоти: практикум для студентів напряму підготовки «Теплоенергетика» / М. Ф. Боженко, Ю. В. Шовкалюк ; НТУУ «КПІ». – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 130 с.
3. Веремійчук Ю. А., Опришко В.П., Притискач І.В., Ярмолюк О. С. Оптимізація функціонування інтегрованих систем енергозабезпечення споживачів. Київ, Видавничий дім «Кий», 2020. 186 с. ISBN 987-617-7177-12-7.
4. Вибір акумуляторної батареї для сонячної електростанції URL: <https://prel.prom.ua/a257262-vibir-akumulyatornoyi-batareyi.html> // (дата звернення 05.04.20).
5. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель. – Чинні від 2007-04-01. – К. Мінбуд України, 206. – 119 с.
6. ДСТУ-Н Б В.1.1- 27:2010. Будівельна кліматологія. – Чинні від 2011–11–01. – К. Мінбуд України, 2010. – 119 с.
7. ДСН 3.3.6.042-13. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень – К., 1999. – 98 с.
8. НПАОП 40.1-1.07-01. Правила експлуатації електрозахисних засобів – К., 2001. – 41 с.
9. Клімов Р. О. Опалення. Вентиляція. Кондиціонування повітря / Р. О. Клімов, І. С. Долгополов – К. ДДТУ, 2016 – 102 с.

Зм..	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		Літ.	Арк.	Аркуші
Розробив		Сардак О.В.						
Перевір		Антипчук Б.О.					81	
Н. Контр.		Нездвецька І.В.						
Затв.		Лавріщев О.О.						
						ЖАТФК, гр. Е-41		

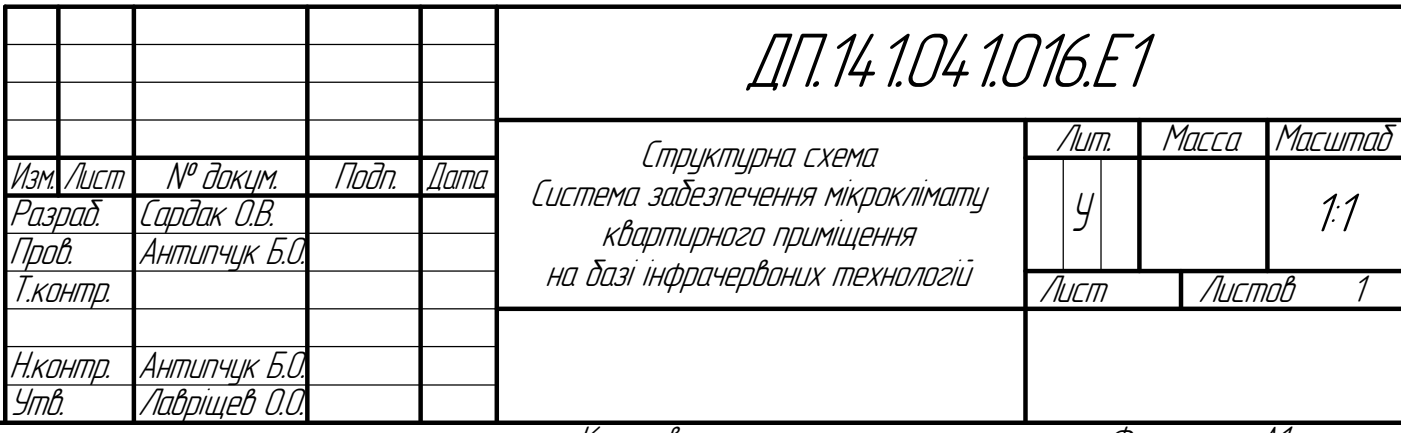
10. Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. зі Зміною №1 від 1 липня 2013 року. – [Чинний від 01.04.2007]. - К.: Мінбуд України, 2006. – 70 с. – (Державні будівельні норми України).
11. Савченко О. О. Електричне обладнання будівель – навч. посібник / О. О. Савченко, Б. І. Щербатюк – К. Львівської політехніки, 2014 – 160 с.
12. Korado. Опалення. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://korado.com.ua/>
13. Оформлення конструкторської документації: навч. посіб. / В. В. Ванін, А. В. Бліок, Г. О. Гнітецька.– К. : Каравелла, 2003.– 160 с.
14. Шульга М. О. Теплопостачання та вентиляція: навч. посібник / М. О. Шульга, О. О. Алексахін, Д. О. Шушляков; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х. : ХНУМГ, 2014. – 191 с.

Познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
	<i>Напівпровідникові елементи</i>		
VD2-VD4	1N4148	3	діод
VD1,VD5	KC156 Г	2	стабілітрон
VS1,VS2	T142-80	2	теристор
VD8,VD17	світлодіод «LED»	2	зелений
VD26,VD35	світлодіод «LED»	2	зелений
VD44	світлодіод «LED»	1	зелений
VD15,VD24	світлодіод «LED»	2	червоний
VD33,VD42	світлодіод «LED»	2	червоний
VD51	світлодіод «LED»	1	червоний
VS3-VS7	T112	2	теристор
VS4,VS5	T112	2	теристор
VS6,VS7	T112	2	теристор
VD6,VD7	1N4007		діод
VD9-VD13	MB10M		Діодний міст
VD18-VD22	MB10M		Діодний міст
VD27-VD31	MB10M		Діодний міст
VD36-VD40	MB10M		Діодний міст
VD45-VD49	MB10M		Діодний міст
VD14,VD16	1N4736		стабілітрон
VD23,VD25	1N4736		стабілітрон
VD32,VD34	1N4736		стабілітрон
VD41,VD43	1N4736		стабілітрон
VD50,VD52	1N4736		стабілітрон
U1-U5	Збірка теристорно-діодна		
VT3-VT6	IRLR3705Z		Польові транзистори
VT1	IRLR3705Z		Польові транзистори
VT2	IRLR3705Z		Польові транзистори

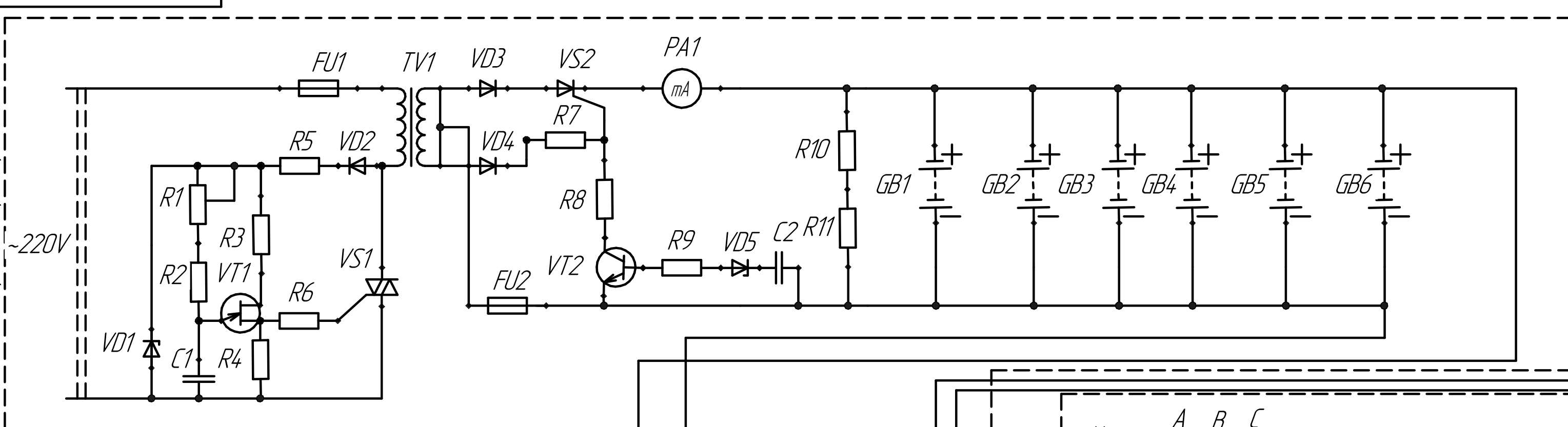
					ДП.141.041.016.ПЗ					
Зм..	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата						
Розробив	Сардак О.В.				Перелік елементів.Схема електрична принципова. Система забезпечення мікроклімату Квартирного приміщення На базі інфрачервоних технологій (ДОДАТОК А)			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір	Антипчук Б.О.							У	83	
								ЖАТФК, Гр. Е-41		
Н. Контр.	Антипчук Б.О.									
Затв.	Лавріщев О.О.									

Познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
	<i>Резистори</i>		
R1-R9	680 кОм	9	резистор
R10-R18	270 Ом	9	резистор
R19-R26	1 МОм	8	резистор
R31-R35	1 МОм	8	резистор
R39-R44	1МОм	8	резистор
R48-R53	1 МОм	8	резистор
R58-R62	1 МОм	8	резистор
R36-R45	MF58 B10K	5	терморезистор
	<i>Інтегральні мікросхеми та операційні підсилювачі</i>		
DA1,DA2	NSI6602AD	2	
DA3	PMS150C-U06	1	
	<i>Конденсатори</i>		
C1,C2	0,33мкФ	2	конденсатор
C3,C4,C5	100 мкФ	3	конденсатор
C6-C10	2,2мкФ	5	конденсатор
C11-C15	2,2 мкФ	5	конденсатор
C16-C20	2,2 мкФ	5	конденсатор
C21-C25	2,2 мкФ	5	конденсатор
C26-C30	2,2 мкФ	5	конденсатор
	<i>Трансформатори</i>		
TV1,TV2	ОСМ3		понижуючий
	<i>Автоматичний трьох полюсний вимикач</i>		
QF1,QF2	5SP4392-7	2	
QF3	MVA41-3-016-B	1	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис
			Дата
			ДП.141.041.016.ПЗ
			Аркуш
			84

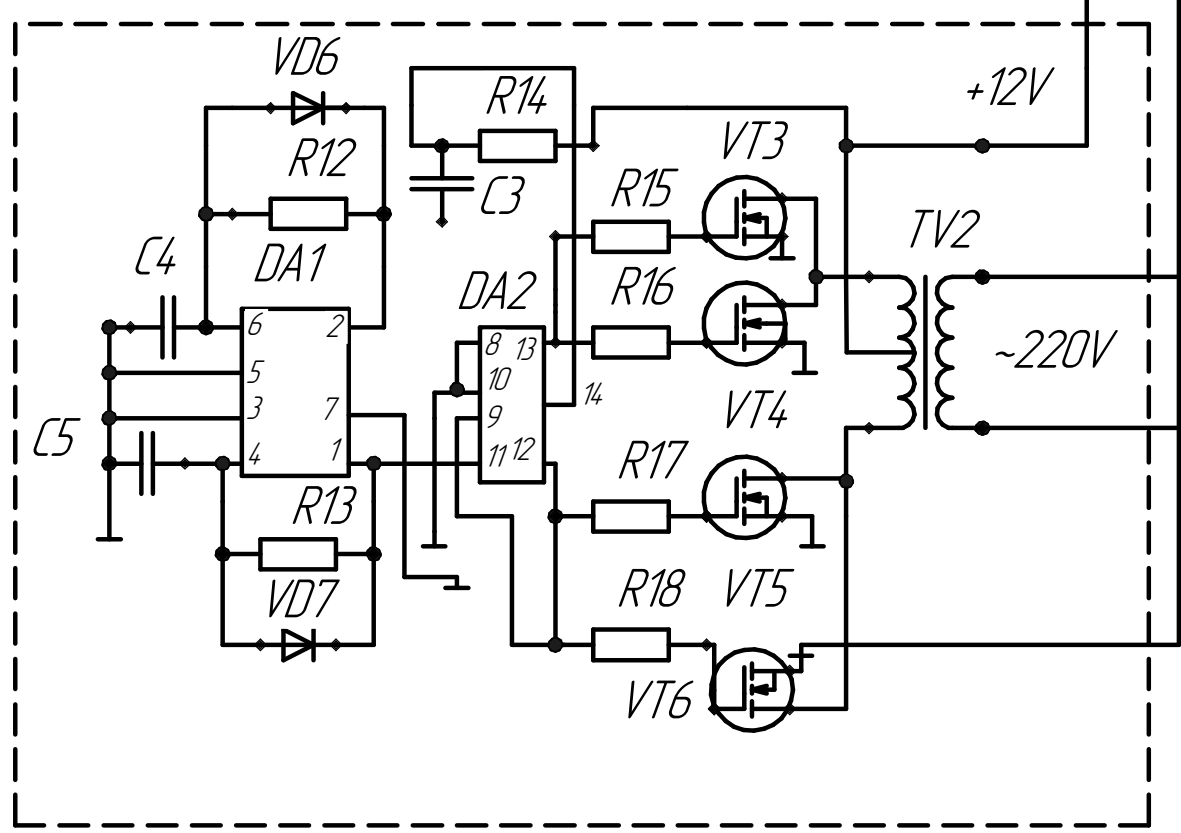
[illegible]



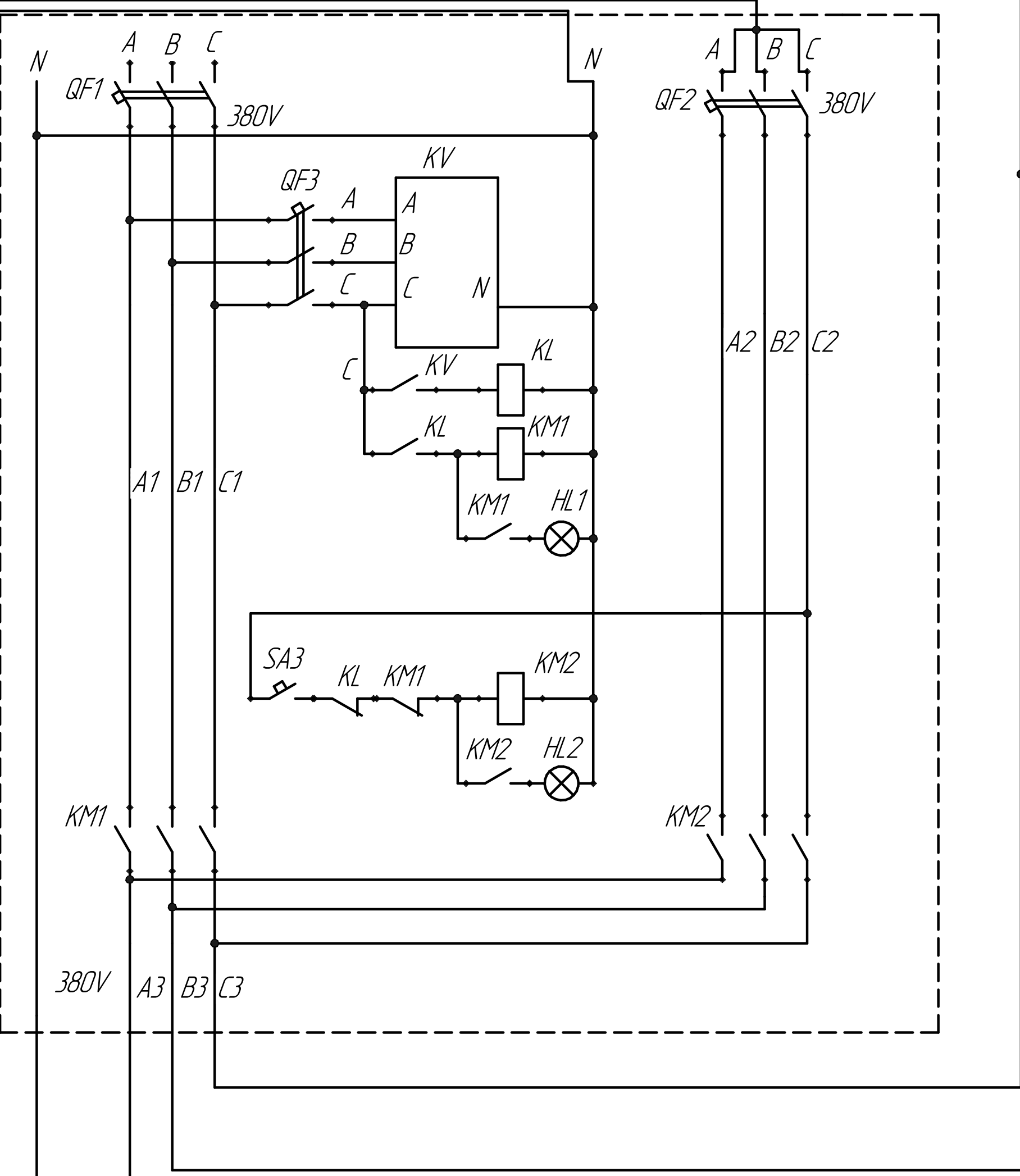
Зарядний пристрій



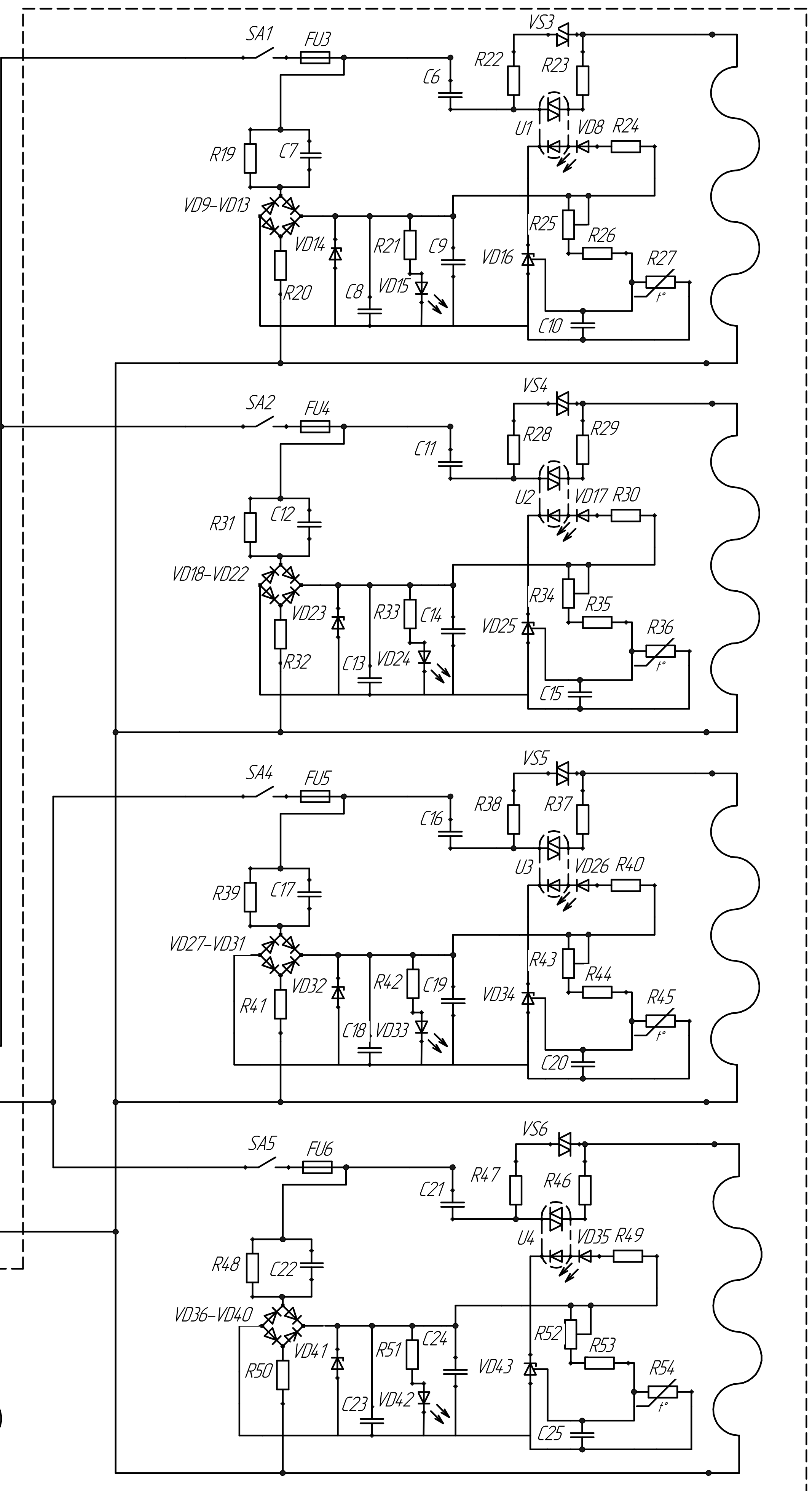
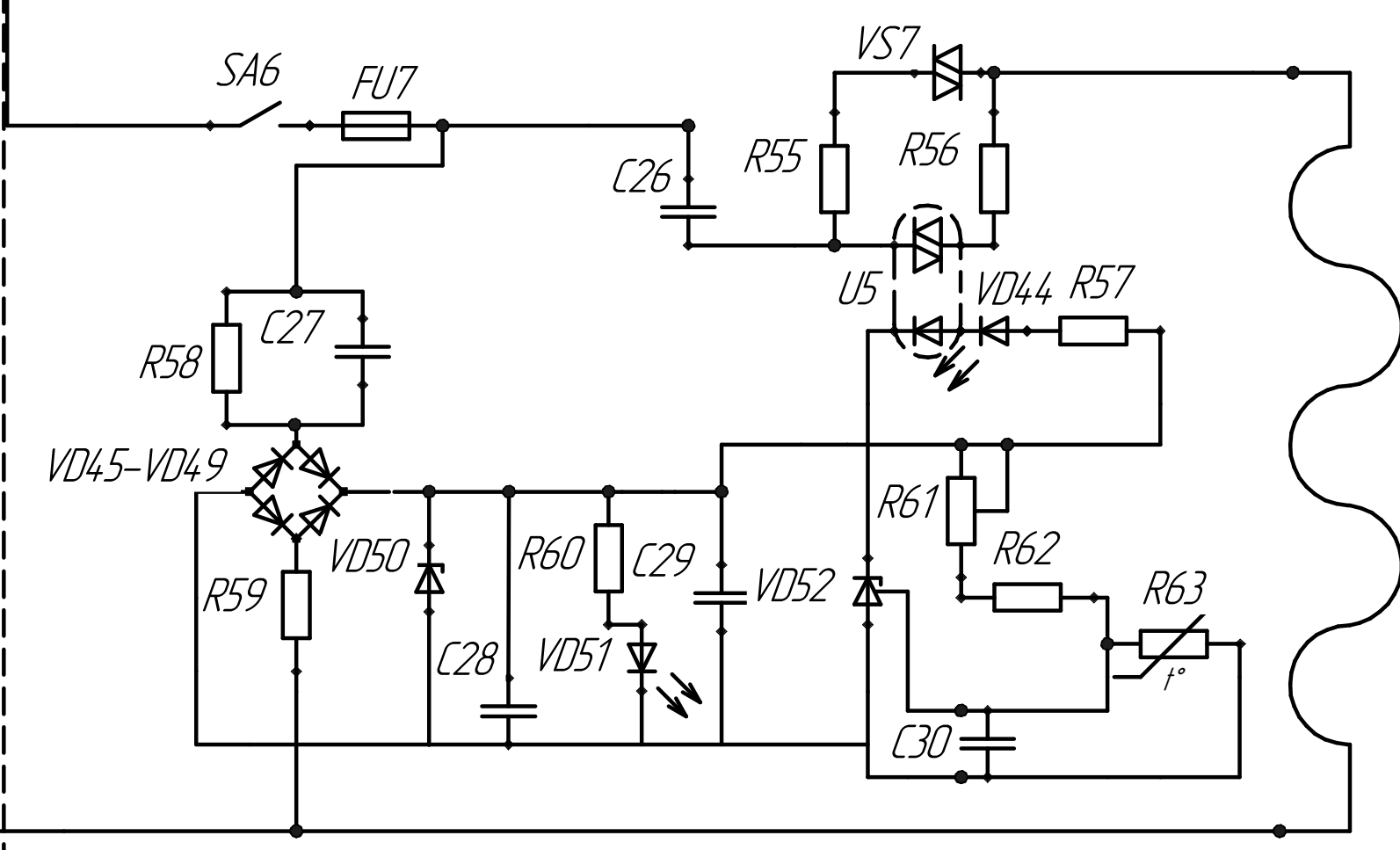
Інвертор



Щит ABP



Терморегулятор



ДП.14.104.1016.E3				Схема електрична принципова Система забезпечення мікроклімату квартирного приміщення на базі інфрачервоних технологій			Лист	Масштаб	Масштаб
Ізм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	у		1:1		
Разраб.	Сарадж О.О.	Антипчук Б.О.			Лист	Листов	1		
Проб.	Антипчук Б.О.	Лабрищев О.О.							
Т.контр.									
Н.контр.									
Утв.									