

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до випускної кваліфікаційної роботи магістра на тему:

«Автоматизована система освітлення пішохідних зон»

Завідувач кафедри:

А.С. Опанасюк

Керівник випускної
кваліфікаційної роботи
магістра:

О. М. Кобяков

Консультант з
технічної частини:

Т. О. Протасова

Консультант з
техніко-економічної частини

О. М. Маценко

Виконав студент
гр. ЕС.м-91:

Б. М. Лобуренко

Суми 2020 р.

Сумський державний університет
Кафедра «Електроніки і комп'ютерної техніки»
Спеціальність 8.171.00.10 «Електроніка»
Освітня програма „Електронні системи та компоненти”

Затверджую:
Зав.кафедрою ЕКТ
Опанасюк А.С.
„_____” _____ 2020 г.

ЗАВДАННЯ

до випускної кваліфікаційної роботи магістра
Лобуренку Богдану Миколайовичу

Тема роботи : «Автоматизована система освітлення пішохідних зон»
Затверджена наказом по університету від „6” листопада 2020р. № 1731-III
Термін виконання роботи: 15 .12. 2020 р.

Початкові дані до роботи:

- 1) реалізувати систему на базі мікроконтролера;
- 2) здійснити чергування режимів;
- 3) система працює з постійною напругою 12 В.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

- огляд подібних пристроїв;
- науково-дослідна частина;
- розробка алгоритму та структурної схеми системи;
- розробка функціональної схеми системи;
- розробка та розрахунок принципової схеми системи.
- техніко-економічна частина.

Перелік графічного матеріалу: креслення схеми алгоритму; креслення схеми електричної структурної; креслення схеми електричної функціональної; креслення схеми електричної принципової.

Консультанти з кваліфікаційної роботи

Розділи	Консультанти	Завдання видав	Завдання прийняв
Науково- дослідна частина	Протасова Т. О.		
Техніко- економічна частина	Маценко О. М.		

Дата видачі завдання _____

Керівник роботи _____

Завдання прийняв до виконання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Перелік етапів виконання роботи:

Термін виконання:

- | | |
|--|---------------|
| 1.Огляд літератури та постановка задачі проектування | 10.10.2020 р. |
| 2. Науково-дослідницька частина | 20.10.2020 р. |
| 3. Розробка алгоритму функціонування | 25.10.2020 р. |
| 4. Розробка та обґрунтування структурної схеми | 30.10.2020 р. |
| 5. Розробка функціональної схеми | 05.11.2020 р. |
| 6. Розробка та розрахунок принципової схеми | 15.11.2020 р. |
| 7.Техніко-економічна частина | 25.11.2020 р. |
| 8. Оформлення пояснювальної записки | 30.11.2020 р. |
| 9. Оформлення графічного матеріалу | 10.12.2020 р. |
| 10. Представлення роботи на рецензування | 15.12.2020 р. |

Студент _____

Керівник роботи _____

РЕФЕРАТ

Випускна кваліфікаційна робота магістра містить 83 сторінки тексту, 19 таблиць і 19 рисунків.

Пояснювальна записка має наступну структуру: 83 сторінок тексту, 19, 19 таблиць і сім розділів тексту.

Графічна частина складається з алгоритму роботи та структурної, функціональної і принципової схем.

Перший розділ присвячений огляду існуючих пристроїв по заданому напрямку проектування та постановці завдання до проектування.

В другому розділі проведено експериментальне дослідження, щодо вибору модулів освітлення та бажаного алгоритму їх роботи.

Третій розділ присвячений створенню структурної схеми пристрою та алгоритму роботи за яким вона працює.

Четвертий та п'ятий розділи містять інформацію про розробку схеми підключення самого мікроконтролера та додаткових датчиків. Вони містять інформацію про розробку функціональної та принципової схем. Також виконаний підбір елементної бази.

Шостий розділ містить пояснення до розробки керуючого програмного забезпечення.

Сьомий розділ присвячений техніко-економічним розрахункам розробленої системи. В ній можна побачити детальні затрати на виготовлення, зберігання та реалізацію розроблених виробів. Визначено рекомендовану ціну для системи.

Приведено 15 літературних джерел.

Ключові слова: система, датчик руху, мікроконтролер, сонячна панель, акумулятор.

Keywords: system, motion sensor, microcontroller, solar panel, battery.

ЗМІСТ

ЗМІСТ	5
ВСТУП.....	7
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ	9
1.1 Концепція автоматизованої системи освітлення	9
1.2 Критерії вибору об'єктів для освітлення міських територій	10
1.3 Найпростіша система вуличного освітлення	12
1.4 Світлодіоди	13
1.5 Автономні світлодіодні світильники	14
1.6 На виробництві	15
1.7 В побуті	16
1.8 Види сонячних панелей та їх застосування.....	17
1.9 Види контролерів заряду акумуляторів для сонячних батарей.....	20
1.10 Види акумуляторі для сонячних панелей.....	23
1.11 Розгляд аналога автоматизованої системи освітлення.....	29
1.12 Розгляд інтелектуальних автоматизованих систем освітлення.....	31
1.13 Розгляд аналога системи освітлення пішохідного переходу запропонованих на українському ринку.....	33
1.14 Недоліки експлуатації світильників вуличного освітлення на сонячних батареях.....	35
1.15 Постанова завдання.....	36
2 НАУКОВО -ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	38
2.1 Теоретичні розрахунки	38
2.2 Проведення експерименту.....	41
2.3 Підведення підсумків.....	43
3 РОЗРОБКА СХЕМИ АЛГОРИТМУ ФУНКЦІОНУВАННЯ	44
ТА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ СИСТЕМИ.....	44
3.1 Розробка алгоритму функціонування системи	44
3.2 Розробка структурної схеми системи.....	52

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Лобуренко</i>			Автоматизована система освітлення пішохідних зон Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Кобяков О.М.</i>					5	87
<i>Реценз.</i>						СумДУ, ЕС.м-91		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Гапич В.М.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Опанасюк А.С.</i>						

4 РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ПРИСТРОЮ	56
4.1 Функціональне підключення мікроконтролера	56
4.2 Функціональне підключення фотореле до мікроконтролера	57
4.3 Функціональне підключення датчика руху до мікроконтролера.....	58
4.4 Функціональне підключення димера до мікроконтролера	59
4.5 Функціональне підключення реле до мікроконтролера.....	60
4.6 Функціональне схема системи.....	61
5 РОЗРОБКА І ОПИС ПРИНЦИПОВИХ СХЕМ БЛОКІВ	62
5.1 Вибір елементної бази	62
5.2 Принципова схема підключення фотореле.....	65
5.3 Принципова схема підключення датчика руху	67
5.4 Принципова схема підключення димера	68
5.5 Принципова схема підключення реле	69
5.6 Принципова схема підключення мікроконтролера	70
5.7 Принципова схема автоматизованої системи освітлення пішохідних зон	72
6 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	74
6.1 Команди які повинна виконувати система	74
6.2 Розробка керуючої програми	76
7. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	79
7.1 Обґрунтування і завдання техніко-економічного розрахунку.	79
7.2 Висновок до техніко – економічної частини.....	83
ВИСНОВОК.....	84
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	85
ДОДАТОК 1	86
ДОДАТОК 2.....	88

ВСТУП

Вуличне освітлення в сучасних містах охоплює як функціональну, так і декоративну функції. У даний час, освітлення вулиць становить 53% від зовнішнього використання освітлення в усьому світі. Крім того, ринок рішень в області зовнішнього освітлення продовжує зростати (Сукупні щорічні темпи зростання ринку зовнішньої освітлення оцінюється в 42% в період 2011-2020 років). В умовах зростання цін на енергоносії та зростаючого екологічної свідомості, вищезгадані тенденції вимагають підвищення ефективності вуличного освітлення.

Повсюдний розвиток і впровадження в експлуатацію вбудованих систем на основі мікрокомп'ютерів дозволяє впроваджувати сучасні методи автоматизації і управління в різних технічних системах. Таке застосування знаходить себе в автоматизованих системах освітлення. На відміну від класичних систем освітлення автоматизовані системи освітлення дозволяють добитися зниження споживання електроенергії за рахунок адаптивності системи при зміні зовнішніх умов: інтенсивності руху, погодних факторів, часу доби.

Крім зниження витрат електроенергії за рахунок високої адаптивності автоматизованої системи освітлення ресурсоефективність розробки може бути забезпечена за рахунок використання світлодіодного освітлення.

Важлива складова при розробці автоматизованих систем освітлення - це баланс між енергоефективністю та безпекою для учасників руху, так як освітленість пішохідних зон впливає на загальний рівень злочинності.

Таким чином, об'єктом дослідження є автоматизована система освітлення пішохідних зон.

Метою роботи є проектування автоматизованої системи освітлення пішохідних зон.

Для досягнення необхідно вирішити ряд завдань:

- провести аналіз альтернатив створення автоматизованої системи освітлення пішохідних зон;
- провести аналіз можливих способів комунікації для подальшого впровадження в автоматизованій системі освітлення пішохідних зон;
- розробити алгоритм визначення та контролю зони освітлення для автоматизованої системи освітлення пішохідних зон;

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- провести техніко-економічний аналіз і обґрунтування автоматизованої системи освітлення пішохідних зон.

Розроблена нами система націлена на вирішення проблеми електроспоживання системами освітлення пішохідних зон оптимізації та раціоналізації використання електричної енергії вуличними ліхтарями.

Рішенням проблеми надвеликих енерговитрат є оптимізація використання електроенергії шляхом впровадження автоматизованої системи освітлення пішохідних зон, в якій буде використовуватися сонячна енергія, чергування режимів ранок-вечір-ніч, в якому робота ліхтарів передбачає собою, в разі відсутності рухомого об'єкта роботу ліхтаря в режимі 25% від максимальної потужності світлового потоку, а за появи об'єкту – збільшення потужності до 100% від потужності режиму та подальшим зменшенням після виходу з зони роботи.

Саме дана технологія нашого проекту дозволить ефективно користуватися елементами освітлення, та дозволить економити електроенергію.

Дані технічні рішення можливо використовувати при розробці плану підвищення ефективності міської системи вуличного освітлення.

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						8
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

1.1 Концепція автоматизованої системи освітлення

Автоматизована система освітлення - це концепція ефективного розподілу електроенергії в процесі вуличного освітлення.

Даний напрямок бурхливо розвивається, в даний момент за рахунок орієнтованості суспільства на «зелені» технології, що підтверджується прийняттям важливих регламентуючих документів на державному та міжнародному рівні.

Виділяють автоматизовані системи освітлення двох поколінь.

Перше покоління - це системи освітлення на основі світлодіодів. заміна класичних джерел освітлення на світлодіодні джерела освітлення, дозволяє значно збільшити термін експлуатації, уникнути наслідків забруднення навколишнього середовища при утилізації. Також світлодіоди дозволяють налаштовувати рівень освітленості, що застосовується в даний час в автоматизованих системах освітлення другого покоління, де реалізуються принципи адаптивності та ресурсоефективності.

В даний час проводиться серйозна робота по стандартизації і розвитку концепції автоматизованого вуличного освітлення. Зокрема, робота проводиться в провідних альянсах - IERC, StreetLight Vision, IEEE, OMG, Industrial Internet Consortium і т.д.

Одним із можливих способів зменшення використання електричної енергії, котра використовується для освітлення пішохідних зон, стане запуск по автоматизованих систем освітлення пішохідних зон. Ефективність впровадження даних систем освітленням дозволяється відповідними документами. А сама дозволяється зменшення кількості світла на пішохідних зонах в нічний час на 50%, по при те, дозволяється зменшувати кількість світла на пішохідних зонах і в вечірній чи ранковий час на 30%-50%.

Дослідження в рамках випускної кваліфікаційної магістерської роботи направлено на розробку автоматизованої системи освітлення пішохідних зон для муніципалітетів міста Суми. Зокрема, цільовою пішохідною зоною були обрано парк Чешка.

					<i>ЕлІТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Критерії вибору об'єктів для освітлення міських територій

Міські світильники повинні не тільки забезпечувати безпечне пересування пішоходів, але гармоніювати з навколишньою архітектурою, створюючи особливу міську атмосферу. Світло повинно також сприяти запобіганню злочинності, а так само завчасно виявляти потенційні небезпеки.

Середня горизонтальна освітленість в зонах переміщення пішоходів повинна складати 5 лк. Близько великих магазинів, які приваблюють багато людей, її слід подвоїти. У місцях перетину пішохідних зон і вулиць з помірним автомобільним рухом потрібно освітлення, аналогічне пішохідних переходах (вертикальна освітленість 40 лк).

Світло, що відрізняється кольором від загального вуличного освітлення, володіє додатковим сигнальним дією. Водії найбільш ефективно розрізняють пішоходів, коли ті з'являються в якості світлих предметів на темному фоні (тобто при позитивному контрасті при спостереженні). Це досягається, якщо вуличний ліхтар розташований між водієм і пішоходом, причому його світло падає в напрямку руху автомобіля. Залежно від типу світильників їх необхідно розташовувати на висоті від 50 до 100% стандартної опори.

У парках, садах, скверах і на бульварах перевага віддається освітленню з високими художніми достоїнствами, і йому відводиться головна роль в організації ошатного вечірнього ландшафту, створення для людини умов приємного перебування на озелених територіях.

Відпочинок людини ввечері вимагає особливого світлового клімату, який забезпечував би гуляють вільну орієнтацію і хороше сприйняття архітектурно-декоративних властивостей навколишніх предметів, їх колірні особливості.

При висвітленні територій зелених насаджень розрізняють освітлювальні установки, які виконують утилітарні та декоративні функції. Перші забезпечують рівномірне освітлення шляхів пересування і місць тихого відпочинку такі як, алеї та майданчики, а другі покликані підсвічувати будівлі, споруди, скульптури, малі архітектурні форми, фонтани, дерева, чагарники і квіти з метою підвищення їх виразності.

На розташування ліхтарів впливають загальне архітектурно-планувальне рішення території, прийоми розміщення рослин, кількість. Необхідність забезпе-

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

чення орієнтації відвідувачів в бажаному напрямку, послідовності сприйняття різних за глибиною пейзажів, акцентування уваги з допомогою різних за силою джерел світла або кольорових фільтрів на найбільш цікавих композиціях. З кольорового підсвічуванням треба поводитися дуже обережно, не допускаючи надмірної строкатості. Спокійна одноколірна підсвічування сама по собі декоративна і створює набагато більший ефект, ніж яскраві, різкі фарби.

Таблиця 1.1 – Вимоги до освітлення об'єктів

Освітлювальні об'єкти	Середня освітлюваність, лк не менше	Розподіл освітленості, Емін/Есер не менше
Майданчики перед входами майданчики перед входами культурно-масових, спортивних, розважальних і торговельних об'єктів, спортивних, розважальних і торговельних об'єктів	20	0,3
Головні пішохідні вулиці історичної частини міста і основних громадських центрів адміністративних округів, непроїзні і перед заводські площі, майданчики посадочні, дитячі та відпочинку	10	0,3
Пішохідні вулиці, головні і допоміжні входи парків, санаторіїв, виставок і стадіонів	6	0,2
Тротуари відокремлені від проїжджої частини доріг і вулиць, основні проїзди мікрорайонів, під'їзди, проходи і центральні алеї дитячих, навчальних і лікувально-оздоровчих закладів	4	0,2
Другорядні проїзди на територіях мікрорайонів, господарські майданчики на територіях мікрорайонів, бічні алеї та допоміжні входи загальноміських парків і центральні алеї парків адміністративних округів 2	2	0,1
Бічні алеї та допоміжні входи парків адміністративних округів	1	0,1

Зовнішнє освітлення міст споживає багато енергії, що недоцільно в умовах сучасної енергетичної проблеми. Тому зараз йде масова заміна звичним дугових ламп і ламп розжарювання енергозберігаючими, зокрема, світлодіодними. Такі лампи служать дуже довго, при постійній експлуатації вони можуть безперервно працювати до 6-ти років.

В даний час впроваджуються нові технології, націлені на розвиток зовнішнього освітлення. При цьому увага приділяється питанню енергозбереження та питання відповідності освітлювальних приладів нормам.

1.3 Найпростіша система вуличного освітлення

Сьогодні у нашому місті є найрізноманітніші системи освітлення. Але ці системи використовуються в особистому порядку, наприклад на підході до магазину світло вмикається автоматично коли ви підходите до дверей.

На жаль, на муніципальних територіях нашого міста і країни в цілому використовуються системи освітлення які були розроблені досить таки багато років назад. Система яка складається з вимикача и паралельно підключених світильників є не раціональною відносно споживання електроенергії.

Ці системи є застарілими, але їх можна просто вдосконалити, не демонтуючи основні складові системи.

Комплектуючі системи:

- лампи;
- світильники;
- опори;
- вимикачі;
- кронштейни;
- кабелі підключення.

У даних системах використовують лампи розжарювання. На жаль, вони використовують багато електроенергії, за годину можуть споживати від 300 до 500 Вт електроенергії.

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						12
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Дана застаріла система працює не ефективно, режим роботи день-ніч, коли вдень лампа не працює, а вночі працює на всю потужність є максимально енергозатратним. Це великі енерговитрати, швидке зношування ламп.

1.4 Світлодіоди

Колись найпопулярнішим джерелом світлодіодного освітлення була новорічна гірлянда, але зараз з'явилися інші подібні світильники, що допомагають не тільки прикрасити інтер'єр, але і вирішувати ряд практичних задач. Актуальність світлодіодного освітлення можна пояснити його багатофункціональністю.

Перша функція - це освітлення приміщення. якщо правильно розташувати світлодіоди, можна зробити кімнату дуже світлою.

Друга функція - доповнення. У випадках низької ефективності освітлювальних приладів, наявних в приміщенні, можна додати світлодіоди.

Третя функція - акцентування. За допомогою світлодіодів можна виділити естетично привабливі предмети інтер'єру, наприклад, вази, акваріуми або картини.

Робоче освітлення - четверта функція. світлодіоди можна використовувати в цілях підсвічування місць в приміщенні, де здійснюється будь-яка діяльність. Наприклад, можна встановити такі прилади над плитою або поруч з дзеркалом у ванній кімнаті. можливо освітлення замкових щілин.

П'ята функція - декоративна. За допомогою світлодіодного освітлення можна ввести в звичний інтер'єр цікаві ноти.

Світлодіодне освітлення відрізняє ряд переваг:

- Компактність. Світлодіоди дуже малі за розміром, але ефективні.
- Стійкість до негативного механічного впливу. В світлодіодах відсутні тендітні елементи.
- Відсутність ультрафіолету при світінні. До того ж, інфрачервоне випромінювання дуже слабке.
- Економічність. Світлодіодні прилади витрачають менше електроенергії, ніж стандартні лампи розжарювання.

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Можливість регулювання інтенсивності дії. при бажанні можна встановити світлодіодні прилади так, щоб було реально змінити ступінь освітленості в приміщенні з їх допомогою.

- Безпека. Таке освітлення можна використовувати без страху і сумніву навіть у дитячій.

- Широкий спектр застосування. Світлодіодні модулі можна розмістити в самих різних місцях в житло і розташувати їх практично будь-яким чином.

- Довговічність. Світлодіоди служать у декілька разів довше, ніж інші джерела штучного світла.

- Можливість вибору відтінку освітлення. Можна використовувати самі різні колірні рішення.

- Мале тепловиділення. Від світлодіодів не “пашить жаром”, як від звичайних лампочок.

- Відсутність ртуті. Ртутні пари при світінні не виділяються.

Варто відзначити, що саме світлодіодні модулі вважаються максимально ефективними і практичними. Не виключено, що вони витіснять з сучасного ринку інші освітлювальні прилади, так як мають найбільший ряд переваг. Але, в той же час, у світлодіодного освітлення існує ряд недоліків:

- необхідність в номінальному робочому струмі;
- складність самостійної заміни світлодіода;
- необхідність в блоці живлення (він має значні розміри і чималу вартість);
- смуга спектр випромінювання.

І, тим не менше, всі виявлені переваги цього типу освітлення демонструють його як гідний вибір. Безпека, практичність, краса, комфорт - все це в ньому поєднується. Іншим освітлювальних приладів віддають перевагу тільки через сили звички і дуже низьку ціну.

1.5 Автономні світлодіодні світильники

Завдяки постійному вдосконаленню існуючих технологій людина має можливість підвищувати комфортність свого життя без особливих зусиль. Одним

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

з досягнень, які виводять питання освітлення промислових і побутових об'єктів на новий рівень, є автономні світлодіодні світильники. У першому випадку це обладнання застосовується в складі аварійних систем постійного дії, у другому - для перетворення свого житла на витвір мистецтва. Далі ми розглянемо особливості експлуатації конструкцій в обох випадках.

1.6 На виробництві

У більшості випадків розглядаються вироби застосовуються як одна з складових системи освітлення - загального та аварійного. Монтуються вона на території різних об'єктів:

- адміністративних;
- громадських;
- офісних.

Активация обладнання відбувається в двох випадках:

- евакуація персоналу;
- тривога через виключення подачі електроенергії на об'єкт.

Розрізняють два типи кріплення світильників - накладної та вбудованій. Перехід в аварійний режим з нормального здійснюється в автоматичному режимі. Яким чином забезпечується живлення, якщо раптом подача електроенергії раптово припиняється? За цей аспект роботи відповідає вбудований акумулятор. У нормальному режимі відбувається постійна його підзарядка. При необхідності можна замовити вироби з нанесеними на них евакуаційними знаками. Якщо робота автономних світлодіодних світильників відбувається в нормальному режимі, то їх характеристики мало чим відрізняються від звичайних пристроїв. Але ось в аварійній ситуації вони виглядають наступним чином:

- потужність світлового потоку 150 або 300 лм для виробів, споживаних до 19 Вт і більше відповідно;
- тривалість роботи в аварійному режимі - годину чи три години (Показник залежить від моделі пристрою);
- час, необхідний для зарядки акумулятора - до 24-рьох годин;

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- виконання кліматичне - 0 ... +55 за Цельсієм, УХЛ4 (помірний і холодний клімат, закрите приміщення).

Незалежно від кількості збоїв подачі електроенергії на промисловий або житловий об'єкт, кожні чотири роки необхідна повна заміна акумуляторів.

В даний час виробництво даного обладнання налагоджено на території України. Виробник дає гарантію 24-ри місяці з дати, коли було введено в експлуатацію.

1.7 В побуті

Тут ми будемо говорити про автономні світлодіодні світильники, які використовують в своїй роботі енергію сонця. Протягом дня вони акумулюють за допомогою сонячної батареї. Таким чином, не потрібно набувати і укладати з'єднувальні дроти, що значно економить витрати власника житлового будинку.

З огляду на специфіку обладнання, воно найкращим способом проявляє себе в справі прикраси парку, саду, доріжок, забору приватного будинку.

До складу обладнання крім самого світильника входить також акумулятор і фотоелектрична панель, які між собою уже з'єднані. Енергії, накопиченої протягом дня, цілком вистачає для того, щоб діоди працювали протягом 8-ми годин. При цьому перехід від режиму освітлення в режим зарядки і назад відбувається повністю автоматично.

За зміну режимів відповідають спеціальні датчики, які фіксують зміну ночі і дня тобто, можна говорити про невибагливість обладнання в сенсі систематичного обслуговування.

Автономність - головне і незаперечна перевага обладнання. Для роботи йому не потрібно підключення ні до електромережі, ні до генератора. Отже, економимо електроенергію.

Другий бонус – ефективне використання світла і розширення області використання світильників в цілому. Якщо перед вами стоїть завдання освітлення присадибної ділянки, то більше ефективного і доступного в плані вартості способу, ніж розглянутий нами виробів, вам не знайти.

Залежно від призначення розрізняють такі різновиди обладнання для приватних домоволодінь, які використовуються для створення освітлення:

- доріжок;

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- великих відкритих ділянок;
- акцентувального типу.

На підтвердження своїх слів про доступність вартості наведемо кілька прикладів. Наприклад, модель освітлення на сонячній батареї для домашніх ділянок Solar Motion Sensor Light обійдеться по 85 гривень за штуку.

1.8 Види сонячних панелей та їх застосування

Найбільш поширений і популярний вид сонячних батарей, сонячні батареї з монокристалічного кремнію.

Отримуються литтям кристалів кремнію високої чистоти, при якому розплав твердне при контакті з запалом кристала. У процесі охолодження кремній поступово застигає у формі циліндричної виливки монокристала діаметром 13 - 20 см, довжина якого досягає 200 см. Одержуваний таким чином злиток нарізається листами товщиною 250 - 300 мкм. Такі елементи мають більш високу ефективність у порівнянні з елементами, виробленими іншими способами, ККД досягає 19%, завдяки особливій орієнтації атомів монокристалу, яка сприяє зростанню рухливості електронів. Кремній пронизує сітка з металевих електродів. Традиційно монокристалічні модулі вставлені в алюмінієву рамку і закриті протиударним склом. Колір монокристалічних фото-елементів темно-синій або чорний.

Сонячні батареї надійні, довговічні (термін служби до 50 років) і прості в установці, так як не містять рухомих частин. Сонячні батареї можна використовувати, де погано працює звичайне енергопостачання і велика кількість сонячних днів. Приклади застосування сонячних батарей: на дахах будинків для отримання електрики, на вуличних і садових ліхтарях для освітлення, підзарядка акумуляторів, забезпечення електрикою обладнання на судах, рацій, насосів, сигналізації і т.д.

Сонячні панелі з монокристалічних фотоелектричних елементів більш ефективні, але і дорожчі в перерахунку на ват потужності. Їх ККД, як правило, в діапазоні 14-18%.

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зазвичай монокристалічні елементи мають форму багатокутників, якими важко заповнити всю площу панелі без залишку. В результаті питома потужність сонячної батареї трохи нижче, ніж питома потужність окремого її елемента.

Сонячні батареї з мультикристалічного кремнію

Виготовлення мультикристалічного кремнію набагато легше, ніж монокристалічного. Мультикристалічний кремній як матеріал складається з випадково зібраних різних монокристалічних решіток кремнію (термін служби 25 років, ККД до 15%). Саме тому, мультикристалічні панелі зазвичай пропонують дешевше.

Сонячні батареї з полікристалічного кремнію

Альтернативою монокристалічного кремнію є полікристалічний кремній. У нього більш низька собівартість. Кристали в ньому ще агрегатні, але мають різну форму і орієнтацію. Цей матеріал, в порівнянні з темними монокристалами, відрізняється яскраво синім кольором. Удосконалення процесу виробництва елементів даного типу дозволяє сьогодні отримувати компоненти, характеристики яких лише трохи поступаються по електричним показникам монокристалів.

За допомогою системи сонячних батарей можна:

- освітлювати і забезпечувати електрикою житлові будинки та дачі, школи, лікарні, офіси, господарства, тепличні комплекси та ін;
- освітлювати парки, сади, двори, шосе і вулиці;
- забезпечувати електроживленням телекомунікаційне, медичне обладнання;
- забезпечувати енергією нафто- і газопроводи;
- забезпечувати енергопостачання подачі і опріснення води;
- проводити зарядку мобільних телефонів і ноутбуків

Тонкоплівкові батареї

Тонкоплівкові технології дозволяють робити більш дешеву за собівартістю виробництва панель. Ця обставина робить плівкові панелі більш привабливими для будівництва великих «ферм» з вироблення електрики з сонячного світла, коли «сонячний фермер» обмежений не стільки площею землі, скільки вартістю установки батареї. Можлива установка не тільки на дах, але також на бічні поверхні будівлі.

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тонкоплівкові панелі не вимагають прямих сонячних променів, працюють при розсіяному випромінюванні, завдяки чому сумарна виробляється за рік потужність більше на 10-15%, ніж виробляють традиційні кристалічні сонячні панелі. Тонка плівка є набагато більш рентабельним способом виробництва енергії і може переграти монокристали в областях з туманним, похмурым кліматом або в тих галузях промисловості, яким властива запиленість повітря або високий вміст в ньому інших макрочасток.

Тонкоплівкові панелі в 95% випадків використовуються для «он-грід» систем, що генерують електроенергію безпосередньо в мережу. Для цих панелей необхідно використовувати високовольтні контролери та інвертори, які не стикуються з малопотужними побутовими системами.

Хоча собівартість тонкоплівкових панелей невисока, вони займають значно більшу площу (в 2,5 рази), ніж моно- і полі-кристалічні панелі. Через менше ККД. Тонкоплівкові панелі ефективно використовувати в системах потужністю 10 кВт і більше. Для побудови невеликих автономних або резервних систем електропостачання використовуються монокристалічні і полікристалічні панелі.

Сонячні батареї з аморфного кремнію

Сонячні батареї з аморфного кремнію володіють однією з найбільш низьких ККД. Зазвичай його значення в межах 6-8%. Однак серед усіх кремнієвих технологій фотоелектричних перетворювачів вони виробляють найдешевшу електроенергію.

Сонячні батареї на основі теллуїда кадмію

Сонячні панелі з телуриду кадмію (CdTe) створюються на основі плівкової технології. Напівпровідниковий шар наносять тонким шаром в декілька сотень мікрометрів. Ефективність елементів з телуриду кадмію невелика, ККД близько 11%. Однак, в порівнянні з кремнієвими панелями, ват потужності цих батарей обходиться на кілька десятків відсотків дешевше.

Сонячні батареї на основі CIGS

Сонячні панелі на основі CIGS. CIGS - це напівпровідник, що складається з міді, індію, галію і селену. Цей тип сонячних батарей теж виконаний за плівковою технологією, але в порівнянні з панелями з телуриду кадмію володіє більш високою ефективністю, його ККД доходить до 15%.

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потенційні покупці сонячних батарей часто задають собі питання, чи зможе той чи інший тип фотоелектричних перетворювачів забезпечити необхідну потужність всієї системи. Тут треба розуміти, що ефективність сонячних батарей безпосередньо не впливає на кількість вироблюваної установкою енергії.

Однакову потужність всієї установки можна отримати за допомогою будь-яких типів сонячних батарей, однак більш ефективні фотоелектричні перетворювачі займуть менше місця, для їх розміщення знадобиться менша площа. Наприклад, якщо для отримання одного кіловата електроенергії буде потрібно близько 8 кв.м. поверхні сонячної батареї на основі монокристалічного кремнію, то панелі з аморфного кремнію займуть вже близько 20 кв.м.

Наведений приклад, звичайно ж, не є абсолютним. На вироблення електроенергії фотоелектричними перетворювачами впливає не тільки загальна площа сонячних панелей. Електричні параметри будь-якої сонячної батареї визначаються в так званих стандартних умовах тестування, а саме при інтенсивності сонячного випромінювання 1000 Вт / кв.м. і робочій температурі панелі 25 ° С.

У країнах Центральної та Східної Європи інтенсивності сонячного випромінювання рідко досягає номінального значення, тому навіть в сонячні дні фотоелектричні панелі працюють з недовантаженням. Може здатися, що і температура 25 ° С теж зустрічається не так вже й часто. Однак мова про температуру сонячної панелі, а не про температуру повітря.

В рамках загальної тенденції зниження потужності, що з ростом робочої температури, кожен тип сонячних батарей поводить по-різному. Так у кремнієвих елементів номінальна потужність падає з кожним градусом перевищення номінальної температури на 0,43-0,47% .У той же час елементи з телуриду кадмію втрачають всього 0,25%.

1.9 Види контролерів заряду акумуляторів для сонячних батарей

Контролер заряду - це електронний пристрій, який контролює і управляє процесом зарядки акумуляторної батареї (АКБ). Контролер захистить АКБ від перезарядки, витоку струму на сонячну панель в нічний час, запобіжить зниження напруги і допоможе контролювати стан батареї

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сонячні електростанції, вітряні, приливні і т. д. Є переривчастими за своєю природою, що означає, що ці джерела енергії не виробляють електрику постійно, з незмінною потужністю і протягом усього дня. З цієї причини їм потрібно АКБ для зберігання електроенергії.

Акумулятор не виконує ніякої трансформації електричного струму, він просто його зберігає. Всякий раз, коли електроенергії недоступно, накопичений заряд всередині батареї використовується для забезпечення стабільності харчування навантажень.

Контролери зарядки встановлені для оптимальної та найбільш ефективної роботи акумулятора, а також для захисту акумулятора від перевантаження і підзарядки.

Існують два основних типи контролерів заряду: MPPT і PWM.

Контролер PWM

По суті є комутатором, який з'єднує сонячну батарею з батареєю. В результаті напруга масиву буде зведена до рівня батареї. Контролер заряду PWM є хорошим недорогим рішенням тільки для невеликих систем.

Контролер MPPT є більш складним (і більш дорогим): він буде регулювати вхідну напругу, щоб зібрати максимальну потужність від сонячної батареї, а потім оберне цю потужність для заряду і навантаження. Щоб повністю використовувати потенціал контролера MPPT, напруга масиву має бути значно вище напруги батареї. Контролер MPPT є оптимальним рішенням для більш потужних систем.

Напруга і заряд батареї

Між зарядкою / розрядом батареї і його напругою існує цікава взаємозв'язок. Коли акумулятор починає розряджатися, напруга на виході поступово падає. Це співвідношення використовується при роботі контролера заряду. Контролери заряду мають вбудовані вимірювачі напруги (потенціометри), які визначають вихідну напругу. Залежно від вихідної напруги контролер заряду визначає відсоток заряду батареї. Можна запрограмувати велику кількість параметрів, в залежності від вимог користувача. Сучасний контролер заряду виконує кілька інших корисних функцій (крім основної).

Блокування реверсивного струму.

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ця функція полегшує односпрямований потік струму від сонячних панелей до АКБ і блокує зворотний потік в нічний час. Це допомагає запобігти зайву розрядку батарей і збільшує час роботи батареї.

Захист від недостатнього напруги.

Якщо АКБ розряджається на 80%, тобто залишкова потужність становить 20% від номінальної ємності - контролер відсікає розряджений АКБ від споживача. Таким чином продовжує термін служби.

Запобігання перезарядки акумулятора.

Перезаряд батарей може значно скоротити термін служби батарей - тому не рекомендується. Контролер заряду зупиняє заряд батарей, якщо вони досить заряджені (напруга досягає оптимального значення).

Налаштування контрольних точок заряду.

Іноді потрібне більш тонке налаштування циклів заряду і розряду акумулятора - для забезпечення максимальної ефективності та більш тривалого терміну служби.

Пошук та усунення помилок і історії заряду.

Деякі контролери мають вбудовану пам'ять для збереження подій і аварійних сигналів з інтеграцією дати і часу. Ця історія подій і аварійних сигналів допомагає швидко діагностувати і усунути неполадки.

Попереднє налаштування.

Максимальна напруга.

Це максимально задана напруга. Будь який контролер заряду захищає батарею від перенапруги - перевищує встановлене значення. У момент, коли напруга на АКБ досягає граничного значення - контролер припинить зарядку акумулятора.

Установка низької напруги.

Це мінімальна задана напруга. Будь який контролер не дозволить батареї досягти напруги нижче цієї напруги. Коли напруга на АКБ досягає мінімального встановленого значення - контролер відключить навантаження, щоб запобігти подальшому розряду батареї (при глибоких розрядах зменшується ресурс і термін служби АКБ).

Установка запізнюваного включення при низькій напрузі.

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Встановлюється затримка підключення навантаження після відновлення заряду АКБ. Установка запізнюваного включення при високій напрузі Коли АКБ повністю заряджені і немає споживачів - контролер підтримує акумулятор в оптимальному стані.

Вибір контролера заряду.

Припустимо у нас до контролера заряду підключаються сонячна панель (напругою 12В, потужністю 150Вт) і АКБ (12В ємністю 100Аг). За спрощеною формулою розраховуємо струм, який повинен видати контролер заряду (ділимо потужність панелі на коефіцієнт 13):

$$150/13 = 11,5 \text{ А}$$

Найкраще підбирати обладнання по більшому значенню в модельному ряді. Відповідно нам потрібен контролер заряду 12В, 20А.

1.10 Види акумуляторі для сонячних панелей

Акумуляторна батарея є одним з найважливіших ланок у ланцюзі, що представляє пристрій геліосистеми. Саме тут накопичується енергія, що отримується від сонячних батарей і згодом витрачається на потреби споживача. Від АКБ багато в чому залежить ефективність роботи всієї системи, забезпечення її максимального ККД. Купуючи акумулятор, необхідно враховувати багато параметрів і технічних характеристик в кожному конкретному випадку. Але перший крок, який треба зробити, щоб правильно вибрати акумулятор для сонячних батарей - визначитися з типом АКБ, про що ми і поговоримо в даній статті.

Які акумулятори використовуються в сонячних панелях.

Вибрати будь-який акумулятор для сонячних панелей не вийде. Наприклад, не підійде звичайний автомобільний, який традиційно призначений для короточасних пікових навантажень при старті авто (робота стартера) з подальшим відновленням заряду в міру руху. Допускати розряд такого АКБ нижче 45-50% небажано, що у випадку з сонячними панелями не підходить. Адже вночі акумулятори, встановлені в системах сонячних панелей, починають втрачати заряд до значень, неприпустимих для звичайних АКБ. Для геліосистем необхідно використовувати акумулятори глибокого циклу, тобто такі, які часто розряджаються до

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

значення не менше 50% або навіть 80-90%. Сьогодні таких існує кілька основних типів, розглянемо їх особливості.

Типи акумуляторів

Свинцево-кислотні акумулятори

Це давно існуючий і найпоширеніший тип акумуляторів, який довгий час вважався найкращим для автономних енергосистем через відносно низьку вартість, надійності і терміну служби. Існує кілька різних видів свинцево-кислотних акумуляторних батарей, наприклад, герметичні свинцево-кислотні та заливні свинцево-кислотні.

Основним типом в цій серії є заливна свинцево-кислотна батарея, в якій електроліт (кислота) знаходиться в рідкій формі. Такі акумулятори складаються з елементів, пластини яких повинні перебувати повністю в рідині, щоб вони могли нормально функціонувати. З цієї причини їх називають ще «залитими» або «затопленими». У них необхідно регулярно перевіряти рівень рідини, щоб пластини залишалися зануреними в неї. Ще років 10 тому такі батареї були найпоширенішими АКБ глибокого циклу, і до сих пір вони використовуються в деяких великих автономних системах. Один з їхніх мінусів - необхідність вентиляції в приміщенні, де вони знаходяться, так як під час зарядки і розрядки цих батарей утворюється побічний продукт у вигляді летючих газів, які виходять з батареї для запобігання підвищенню тиску. Через це також знижується рівень електроліту - необхідно постійне обслуговування, за акумулятором потрібно стежити і додавати воду кожні 1-3 місяці, що теж відноситься до недоліків даного типу акумуляторів. Крім того, що АКБ громіздкі і їдкі, вимагають регулярних перевірок, їх необхідно зберігати суворо у вертикальному положенні, щоб уникнути витоків.

Але з іншого боку, при правильній експлуатації, регулярному технічному обслуговуванні і догляді можна підтримувати роботу акумулятора на належному рівні. В результаті такі затоплені АКБ можуть працювати тривалий час (до 20 років або більше), що є плюсом таких батарей. Вони також є найбільш доступною і бюджетною категорією для сонячних батарей. Тому для тих, хто не заперечує проти регулярного технічного обслуговування і моніторингу, такі АКБ можуть стати правильним вибором.

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						24
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Регульований свинцево-кислотний акумулятор з регульованим клапаном

Цей тип свинцево-герметичних акумуляторів відноситься до герметичним і не обслуговуються. АКБ цього виду часто позначають скорочено VRLA (від англ. Valve Regulated Lead Acid - свинцево-кислотні з регульованим клапаном) або ж SLA (від англ. Sealed Lead Acid - герметичні свинцево-кислотні). Герметичність в даному випадку означає, що з акумулятора даного виду електроліт не буде витікати навіть при сильній трясці або падінні на бік. Крім того, горючі пари, які виділяються під час роботи акумулятора, не виходять назовні, а «замкнені», і аварійний клапан може відкритися тільки при сильних порушеннях умов експлуатації. Під поняттям «не обслуговуються» мається на увазі, що в акумуляторах цього виду не потрібно стежити за рівнем електроліту і доливати рідину. Герметичні VRLA або свинцево-кислотні батареї з регульованим клапаном працюють так само, як і залиті батареї, але герметично закриті в герметичному корпусі з електролітом в нерідких формі. В акумуляторах VRLA використовується система рекомбінації газів, яка об'єднує гази, що утворюються в процесі зарядки / розрядки, і направляє їх назад в акумулятор. Це запобігає майже всі втрати (близько 99%) електроліту через виділення газу. Таким чином, ці батареї не потребують технічного обслуговування, а ймовірність розливу кислоти відсутній. Значить, вони набагато безпечніше, простіше в обігу і транспортуванні, ніж затоплені батареї.

У цьому різновиді АКБ існує два підвиди: акумулятори AGM (Absorbtion Glass Matt) і Gel (Gelled Electrolite).

AGM Герметичні свинцево-кислотні акумулятори

Дана технологія почала набирати популярність з початку 1980-х завдяки герметично свинцево-кислотного АКБ, призначеної для військових транспортних засобів, літаків і ДБЖ. В акумуляторах AGM (Absorbtion Glass Matt - пров. З англ. «Абсорбуючі скляні мати») застосовується система VRLA, але електроліт знаходиться в абсорбується скляному шарі - спеціальної склотканини (скловолоконний мат), просоченої електролітом, і розташовується між свинцево-кальцієвими пластинами. Це найбільш економічний тип акумулятора VRLA, який за останні роки став дуже популярним. Одним з основних переваг батарей AGM є те, що їх внутрішній опір істотно нижче, ніж у заливних. Отже, ці АКБ можуть витримувати більш високі температури, а також повільніше розряджаються. На відміну від заливних, акумулятори AGM герметичні, вимагають менше або взагалі не вимагають

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вентиляції. Вони не є небезпечними, стійкі до низьких температур, відносно легкі по вазі, менш схильні до нагрівання (через низький внутрішній опір), можуть зберігати статичний заряд тривалий час. Однак термін служби батарей цього типу може бути досить низьким у порівнянні із затопленими і гелів батареями, зазвичай 6-10 років. Як правило, є відмінним вибором для автономної сонячної системи.

Гелевий акумулятор

Гелеві акумулятори Gel (від англ. Gelled Electrolite) використовують систему VRLA, але з гелевим електролітом. За фактом, тут використовується кислота, пов'язана спеціальним гелеутворюючим стабілізатором (силикогель - колоїдний діоксид кремнію) для формування густого гелеобразного електроліту. Гель знаходиться між свинцевими пластинами в желеподібному вигляді і займає практично весь простір між ними. За рахунок такого пристрою дані АКБ більш міцні, довговічні, не вимагають технічного обслуговування і мають високу стійкість до вібрацій і ударів, добре працюють при високих і низьких температурах, мають великий життєвий цикл, осушення пластин або їх осипання неможливо. Завдяки в'язкості електроліту елементи стають менш схильними до витоку при пошкодженнях, дуже добре працюють при високих швидкостях розряду і, як правило, служать довше, ніж батареї AGM.

Проте, GEL акумулятори мають більше недоліків, ніж інші типи акумуляторів, що робить їх менш популярними. Ці батареї не мають вентиляції і розряджаються трохи швидше, ніж залиті елементи. Серед інших мінусів - вузькі зарядні профілі, які легко пошкоджуються, якщо зарядка виконана неправильно, недостатня ємність в ампер-годинах, а їх низька зарядна напруга може привести до випадкової перезарядки. Це важливо в застосуванні до сонячних енергетичних систем, де вироблення електроенергії мінлива і може викликати цю перезарядку. На додаток до цих мінусів, гелеві батареї коштують дорожче, ніж залиті свинцево-кислотні батареї.

Свинцево-вуглецевий акумулятор

Свинцево-вуглецеві АКБ - це вдосконалені свинцево-кислотні батареї герметичного типу VRLA, в яких використовується загальна свинцева позитивна пластина (грає роль анода) і вуглецева (композитна) негативна пластина (грає роль катода). Вуглець діє як свого роду «суперконденсатор», який дозволяє шви-

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дше заряджати і розряджати акумулятор, а також продовжує термін служби при частковій зарядці. Подібно звичайним гелевим герметичним АКБ, свинцево-вуглецеві акумулятори теж герметичні, в них, як правило, використовують гелевий електроліт для підвищення безпеки і зниження експлуатаційних витрат. У них більш тривалий період експлуатації, ніж у звичних свинцево-кислотних батарей. Існує кілька компаній, які виробляють свинцево-вуглецеві батареї з вдосконаленими катодними сплавами, що забезпечує більш тривалий термін експлуатації. Серед них, наприклад, японські торгові марки GS Yuasa і YHI Power, також про це заявляє китайський виробник Narada.

Трубчасті гелеві акумулятори OPzV

Один з найбільш популярних і часто експлуатованих видів АКБ з заливних пристроїв - акумулятори OPzV (від нім. Ortsfest PanZerplatte Verschlossen - «стаціонарно закрита трубчаста пластина»). Ці трубчасті гелеві акумулятори з технологією VRLA з'єднані послідовно, утворюючи між собою батареї з глибоким циклом і потужністю 24 В або 48 В. Вони принципово відрізняються від інших батарей схемою складання, і являють собою трубчасті позитивні і плоскі негативні пластини. Деякі елементи таких АКБ зроблені у вигляді корпусів зі спеціального прозорого пластика (матеріалу SAN - стирол-акрилнітрил, надстійкі до механічних пошкоджень, хімічного впливу). Тому рівень електроліту в прозорих корпусах завжди добре видно, відзначені його максимум і мінімум. Трубчасті гелеві акумулятори мають великий термін служби (до 20 років), значну механічну міцність самих пластин і відносяться до малообслуговуваних - доливати воду необхідно приблизно 1 раз в 1-2 року. Також OPzV акумулятори мають один з найбільших циклічних ресурсів серед АКБ: до 5000 циклів (15 років) при 20% глибини розрядки і 3000 циклів при 40% глибини розрядки (при дотриманні певних параметри зарядки і підтримки правильного температурного діапазону, зазвичай 15-30 ° С).

Літій-іонні акумулятор

Літій-іонні акумулятори вважаються сьогодні найкращим типом акумуляторів накопичення сонячної енергії через високої щільності енергії та чудовою ефективності. В останні роки такі АКБ стали більш популярні серед власників сонячних модулів, ніж свинцево-кислотні. Незважаючи на те, що комерційно дана технологія стала доступною тільки років 15-20 назад, літій-іонні акумулятори

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

швидко стали дуже популярними в побутовій електроніці (смартфонах, ноутбуках) завдяки їх відносно невеликій вазі і високій щільності накопичуваної потужності. Ці плюси привели до того, що їх вважають за краще встановлювати в електромобілях і домашніх геліосистемах.

Хоча літєві батареї дорожче, ніж інші типи батарей, вони мають безліч переваг, які компенсують їх ціну. Це більш тривалий термін служби (варіюється від 3000 до 5000 циклів), більш ефективне використання енергії, відсутність необхідності технічного обслуговування, більш глибокі розряди (велика ємність зберігання), відсутність виділення газу і багато іншого. Літій-іонні акумулятори набагато компактніше і легше при тій же ємності, але їх також можна глибоко розряджати на 80-90% від загальної ємності без шкоди для терміну служби акумулятора. Їх висока і ефективна зарядка, розрядка допомагає оптимізувати вироблення енергії від сонячних батарей. До речі, можливість швидкої зарядки є величезною перевагою для використання в електромобілях і автономних системах сонячної енергії, так як повільне час зарядки свинцево-кислотних АКБ - основний недолік для споживачів.

Вважається, що літій-іонні акумулятори сьогодні - кращий вибір для сонячних панелей. Однак окремі літєві елементи мають дуже високу щільність енергії і можуть нагріватися під час використання, тому їм можуть знадобитися складні системи управління для контролю температури і напруги елементів.

Також існують ще деякі малопоширені типи акумуляторів, які можна використовувати в геліоіндустрії. Наприклад, нікель-сульфатні акумулятори, для яких характерні стійкість до перепадів температур, високих і низьких температур, підвищеної вологості. Плюс до цього, вони виготовлені з екологічно чистих матеріалів, які можна легко утилізувати - Fe, Ni, Al, глинозем, солі. Але, не дивлячись на безліч переваг перед свинцево-кислотними пристроями, такі акумулятори - найдорожчі.

Ще один вид - панцирні акумулятори, виготовлені на базі позитивних свинцевих пластин, які перебувають в так званому «панцирі» - чохлі з ебоніту або склотканини. Такі АКБ бувають стаціонарними, тяговими, сонячними. Пристрої такого виду забезпечують надійне електропостачання у важких режимах роботи, при перевантаженнях. Витримують 850-1600 циклів.

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.11 Розгляд аналога автоматизованої системи освітлення

Компанія SPARKLINE представляє нове високотехнологічне рішення для вуличного освітлення - системи на сонячних батареях. Ви, звичайно вже могли зустрічати невеликі світлодіодні світильники на сонячних батареях для підсвічування садів і дачних ділянок. Але дана пропозиція унікальна - компанія пропонує не маленькі тьмяні світильники, вони пропонують справжні вуличні світильники на сонячних батареях.

Світлодіодні вуличні світильники самі по собі є досить економічним варіантом для освітлення, а в комплекті з сонячною батареєю ви більше не залежите від центральних електромереж. Системи освітлення компаній ідеально підходять для освітлення на віддалених від магістралей ділянок. Втім, в місті, де вартість освітлення рекламних щитів дуже значна, світильники на сонячних батареях зайвими не будуть.

Принцип роботи сонячних батарей заснований на використанні енергії сонячного світла. Світлодіодні світильники на сонячних батареях можна поставити навіть в ті місця, де прокладка кабелю неможлива, ускладнена або дуже дорога.

Єдина необхідна умова - спрямованість сонячної панелі під сонячні промені. Тоді, протягом світлого часу доби панель буде накопичувати електрику в акумуляторну батарею, а при наступу сутінків поступово віддавати її світильникам.

При повній зарядці прожектор буде працювати не менше 10 годин. Але за допомогою контролера заряду можна збільшити цей час до 15 годин, або ж зреагувати на неповну зарядку батареї.

Як тільки світла стане досить, панель знову починає заряджатися. У ясний літній день для повноцінної зарядки вистачить і чотирьох годин. Взимку, коли активність сонця нижче - шість годин. При похмурій погоді вісім і десять годин відповідно для літнього і зимового часу.

Основними перевагами даних систем є:

- Гелевий акумулятор 70А * год 12В. Кількість циклів зарядки-розрядки у таких акумуляторів набагато вище, ніж у тих же нікельметаллогідридних батарей. Крім того, такий акумулятор можна зберігати навіть в розрядженому стані і при цьому повернувши його не буде проблем. В випадку ж пошкодження

					ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

батареї можна не побоюватися, що на шкіру потрапить агресивна сірчана кислота, замість неї ви побачите лише білястий гель. Число циклів при 100% -й глибині розряду - 260 .

- Зниження витрат на обслуговування. Системи автономного освітлення не вимагають будь-яких додаткових витрат. Єдина річ, необхідно, час від часу очищати сонячні панелі від пилу, тому що він осідає на поверхні - це, приблизно раз на півроку.

- Контролер заряду. Крім панелі / акумулятора / світильника присутній контролер заряду акумулятора - IP-68 виконання, тимчасово-потужності режими світильника програмуються саме через нього. Величезний плюс цього обладнання в тому, що зарядка акумулятора 4-х ступінчаста (ШИМ), що перешкоджає руйнування акумулятора і підвищує його термін служби.

- Захист від наростання льоду / снігу. Пристрій сонячної панелі передбачає що при попаданні сонячного світла поверхня панель нагрівається, тим самим попереджаючи наростання снігу і льоду.

- Низьковольтні світлодіодні світильники. У комплекті з сонячними батареями поставляються світлодіодні світильники серії SL24 і SL48. Ці світильники мають напруга живлення 12В або 24В, що робить їх ідеальним рішенням для автономних систем освітлення.

За результатами випробувань вуличних світильників на сонячних батареях є такі дані:

Таблиця 1.2 – Результат випробувань системи освітлення компанії SPARKLINE.

Час	Потужність
18.00 - 22.00	100% - 24Вт
22:00 - 02:00	50% - 12Вт
2:00 - 05:00	25% - 6Вт
5:00 - 9:00	100% - 24Вт
09:00 - 18:00	не працює (заряджається)

Випробування проводилися взимку, при несприятливих погодних умовах(холод, заметіль і похмура погода). Світильники непогано себе показали в

умовах похмурої погоди, втративши в заряді близько 40-50%, що, втім, ніяк не відбилося на часі і яскравості освітлення.

Підводячи підсумок, можна сміливо сказати що автономне освітлення – це оптимальне рішення проблем, пов'язаних з відсутністю можливості підключення до центральних електромереж.

Більш того, вуличні світильники на сонячних батареях мають ряд значних переваг:

- Сонце - це поновлюване джерело енергії, який не відчуває потреби в паливно-мастильних матеріалах.
- Простота і надійність.
- Можливість подальшого поліпшення системи з метою підвищення її потужності.

1.12 Розгляд інтелектуальних автоматизованих систем освітлення

В даний час ринок рішень в області інтелектуальних систем освітлення представлений безліччю рішень. Кілька європейських міст повністю замінили міську систему освітлення на користь інтелектуальних систем освітлення. У приклад можна привести систему освітлення Лейпцига в Німеччини, Квебека в Канаді і Санкт-Петербурга в Росії.

Для детального розгляду типових використовуваних рішень були обрані 5 інтелектуальних систем освітлення від виробників: OSRAM, Amko Solara, Lux Monitor, Citenergy, Echelon (Табл. 1.3) .

У розглянутих системах освітлення реалізовано світлодіодне освітлення. При цьому адаптивний контроль реалізований у всіх системах крім Citenergy. Lux Monitor і Echelon використовують бездротову передачу даних з допомогою mesh-мереж і IPv6. У разі бездротової передачі використовується стандарт 6LowPAN. У OSRAM, Amko Solara і Citenergy використовується технологія power line communication (PLC) - передача даних за допомогою лінії електропередачі, яка заснована на стандарті ISO 14908.

Контроль джерелами освітлення здійснюється за допомогою Digital addressable lighting interface (DALI) - інтерфейсу, який був розроблений як інтерфейс між логічним і фізичним рівнями контролю світлодіодними ліхтарями. Без-

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

посередній контроль забезпечується системою програмного керування StreetLight Vision, стандартизованим рішенням, яке може об'єднувати інтелектуальні системи освітлення декількох виробників.

Таблиця 1.3 – Порівняльний аналіз інтелектуальних систем освітлення

Характеристики	Osram	Amko Solar	Lux Monitor	Citenergy	Ehelon
Технологія зв'язку	PLC ISO14908	PLC ISO14908	Wireless mesh IPv6 6LowPAN	PLC	Wireless mesh IPv6
IPv6	Ні	Ні	Так	Ні	Так
Швидкість передачі даних і пропускна здатність	5 кб/с	5 кб/с	10 кб/с	15 кб/с	<5 кб/с
Підтримка динамічного режиму роботи датчика руху	Так	Так	Так	Ні	Так
Підтримка динамічного режиму з врахуванням трафіка	Да, SLV CMS	Да, SLV CMS	Да, SLV CMS	Ні	Так
Інтерфейс для джерела освітлення	1-10 В, DALI	1-10 В	1-10 В, DALI	1-10 В, DALI	1-10 В, DALI
Дані про помилки	Так	Так	Так	Так	Так

- SLV CMS (StreetLight Vision Central Management Software) – система програмного управління StreetLight Vision

Також у всіх системах здійснюється моніторинг на наявність неполадок, що дозволяє оперативно реагувати при їх наявності. Для порівняльного аналізу були обрані зарубіжні виробники, так як комплексні рішення в області інтелектуального освітлення українського походження не були знайдені в ході проведення аналітичного огляду.

Найбільш поширеними в даний час є окремі ліхтарі з датчиками руху, або світлодіодні системи освітлення без адаптивного управління

Таким чином, згідно з аналізом розроблених інтелектуальних систем освітлення, можна виявити такі тренди і ключові особливості розвитку таких систем:

- розробляються системи використовують світлодіодне освітлення, що впливає на енергоефективність всієї системи. В даний час основним інтерфейсом для драйверів управління LED є DALI;
- більшість систем адаптуються під зовнішні умови – наявність руху в зоні контролю, інтенсивність дорожнього руху, погодні умови. Забезпечується максимальна автономність систем, але при цьому виникають неполадки можуть бути оперативно відслідковані і усунені;
- комунікація в інтелектуальних системах освітлення здійснюється на основі mesh-мереж або PLC. В даний момент обидві технології активно розвиваються і уніфікуються, що дозволяє використовувати їх у великих масштабах.

Згідно з наведеними трендам можливе проектування інтелектуальної системи освітлення, що відповідає сучасним вимогам і перевершує аналоги за характеристиками.

1.13 Розгляд аналога системи освітлення пішохідного переходу запропонованих на українському ринку

Автономна система освітлення пішохідного переходу з датчиком руху служить для забезпечення безпеки пішоходів в темний час доби. Світлодіодний ліхтар з лінзами спрямованої дії робить пішохідний перехід на проїжджій частині дороги добре освітленим як для водіїв, так і для пішоходів, що особливо актуально на не висвітлюваних ділянках дороги. Застосування датчика руху дозволяє вмикати освітлення тільки при появі пішохода в зоні пішохідного переходу. Завдяки такому підходу, істотно підвищується пильність водія при активації системи і безпеку пішохода при переході дороги.

Установка автономної світлодіодної системи освітлення пішохідного переходу не вимагає влаштування траншей, закупівлі і захисту кабелю, рекультивациі траншей, підключення до електромережі, оплати за електроенергію.

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Особливістю автономної системи освітлення пішохідного переходу с датчиком руху є комплексне вирішення проблеми підсвічування пішохідного переходу.

Переваги системи:

- не вимагає підключення до електричної мережі і прокладки кабелю;
- повністю автономна система;
- працює в автоматичному режимі, не вимагає регулювання і обслуговування;
- надійна робота в будь-яких кліматичних умовах;
- простота в монтажі;
- відсутність додаткових експлуатаційних витрат;
- оптимальна ціна для наведених характеристик;
- відсутній «ефект звикання» у водія.

Технічні характеристики системи:

- Потужність сонячної батареї - 150 Вт
- Ємність акумуляторної батареї - 40 А * год
- Тип світильника - світлодіодний, SMD технологія
- Потужність основного світильника - 30 Вт
- Потужність світильника для підсвічування знака - 5 Вт
- Світловий потік світильника - 3650 Лм
- Час роботи без підзарядки - 180-360 ч
- Робоча напруга - 12 В
- Температура експлуатації - від -40 до +85 ° С

Склад системи:

- сонячна панель 150Вт;
- акумуляторна батарея з підвищеним ресурсом, термін служби 12 років;
- контролер заряду;
- світлодіодний світильник основний (SMD, спрямовані лінзи);
- світлодіодний світильник для підсвічування знака;
- автоматичний датчик руху;

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- кронштейн світильника;
- кронштейн для сонячної панелі
- комплект кріплення;
- антивандальна шафа для АКБ і контролерів;
- кабель для підключення системи.

За бажанням Замовника система може комплектуватися сонячною батареєю збільшеної потужності, а також світлодіодними світильниками різної потужності.

1.14 Недоліки експлуатації світильників вуличного освітлення на сонячних батареях

Насправді, їх зовсім небагато, адже з кожним роком конструктори сучасних приладів такого типу все більше удосконалюють дані системи, роблячи їх все більш якісним і продуктивними.

До недоліків можна віднести наступні нюанси:

- висока ймовірність збою роботи при низьких температурах;
- неможливість успішно генерувати енергію при відсутності сонячних променів;
- можлива крадіжка обладнання при недостатньо надійному кріпленні пристрою;
- неприпустимість ремонту після поломки (у більшості випадків).

З огляду на дані нюанси можна сміливо сказати, що вуличне освітлення на сонячних батареях має набагато більше «плюсів», ніж «мінусів». Завдяки цьому такі прилади з кожним роком користуються все більшою популярністю серед споживачів, які мріють зробити дизайн своєї прилеглої території більш імпозантним і оригінальним.

Щоб ваші автономні світильники, які ви розмістили на вулиці, успішно виконували свої поточні функції, варто обов'язково дотримуватися елементарних правил їх експлуатації. Необхідно регулярно протирати прилади від пилу і бруду, перевіряти їх справність. У холодну пору року найкраще демонтувати світильники для вуличного освітлення на сонячних батареях і поміщати їх в сухе місце з

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						35
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

кімнатною температурою. Таким чином вони довше зможуть успішно функціонувати.

Щоб перевірити автономний світильник на факт його справності, необхідно помістити його в темне приміщення після підзарядки від сонця. Або ж можна просто закрити долонею ту ділянку, який приймає сонячну енергію. Якщо прилад вуличного освітлення на сонячних батареях справний, то він відразу ж почне світитися.

При необхідності такі пристрої можна органічно доповнити спеціальними сенсорами, що реагують на рух. Це істотно продовжить термін експлуатації вуличного освітлення на сонячних батареях.

1.15 Постанова завдання

У кваліфікаційній роботі магістра необхідно розробити автоматизовану систему освітлення пішохідних зон. Дана система повинна працювати надійно, забезпечувати безпечну для пересування громадян кількість світла у відповідних зонах руху людей, парках, скверах, дитячих майданчиках інших пішохідних зонах в вечірній, нічний і ранковий час.

Головною метою нашої випускної кваліфікаційної роботи магістра, є розроблення автоматизованої системи освітлення пішохідних зон яка зможе відмовитися від споживання електроенергії на використання освітлення відповідних зон де повинно бути освітлення для населення в вечірній, нічний та ранковий час.

Дана система повинна бути спроектована враховуючи вище вказані переваги та недолік аналогічних систем освітлення, складатися з відносно недорогих та якісних складових.

Електроенергію на освітлення система буде виробляти за рахунок сонячних панелей. На протязі світлового дня за допомогою сонячної панелі і контролера, який слідкує за зарядом акумулятора, йде заряд гелевого акумулятора. При надходженні сутінок, за допомогою фотореле, система перемикається в режим “вечір”, що викликає собою запуск роботи датчика руху і вмикання освітлювальних приборів на 25% від максимальної їх потужності, в разі відсутності об’єктів руху даною пішохідною зоною. У разі виявлення датчиком руху об’єкта, що рухається пішохідною системою, яскравість освітлювальних приборів перемикається

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на 100%. Коли ж об'єкт виходить із зони дії датчика руху, система переводить освітлювальні прилади в режим вечір, тобто перемикає їх на 25% від загальної потужності. При надходженні більш пізнього часу, ночі, система переходить в режим "ніч". Даний режим в системі передбачає, що освітлювальні прилади переходять, при відсутності об'єкта в полі зору датчика руху, на 50% від загальної потужності освітлювальних приборів, а при потраплянні об'єкта в поле зору датчика руху система переводить освітлювальні прилади на 100% від їх потужності. Коли ж об'єкт виходить із зони дії датчика руху, система переводить освітлювальні прилади в режим "ніч", тобто перемикає їх на 50% від загальної потужності. Режим "ніч" буде працювати до надходження ранку. При надходженні даного часу система автоматично перемикається на режим "вечір". Для спрощення роботи, вводимо тотожність, кількості освітлення ввечері і зранку є однаковою. Дане спрощення дозволене відповідними нормативними документами. Система працює до тих пір, доки природного освітлення не буде достатньо для безпечного пересування громадян відповідними пішохідними зонами.

Відповідно при досягненні достатньої кількості природного світла, система автоматично починає заряджатися.

Автоматизована система освітлення пішохідних зон повинна працювати надійно і забезпечувати безпечне пересування громадян відповідними пішохідними зонами. За допомогою розробленою нами система можна скоротити використання електроенергії на освітлення пішохідних зон, так як використання електроенергії на освітлення є великою проблемою більшості міст.

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						37
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2 НАУКОВО -ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1 Теоретичні розрахунки

Експеримент призначений для виявлення доцільності використання нашої системи, порівняння освітлювальних елементів. Експериментальна система складається з лампи розжарювання, люмінесцентної лампи, світлодіодної лампи та вуличного LED ліхтаря Solar Motion Sensor Light на сонячній батареї.

Так як наша система розробляється для міста Суми, потрібно врахувати географічне положення міста. А саме кількість годин на протязі доби коли ми маємо природне освітлення і потребу в штучному освітленні. За статистичними даними і положенням нашого міста в середньому світловий день триває 12 годин. Влітку – це 16 годин дня, і 8 годин ночі, а взимку та весною 8 годин дня, і 16 годин ночі.

Спираючись на вищевказані дані, в рамках експерименту припустимо, що в місті Суми, необхідно 12 годин для штучного освітлення пішохідних зон.

Наведемо характеристики кожної ламп.

Характеристика лампи розжарювання:

- матеріал колби – скло;
- температура світіння – 2700 К;
- потужність - 25 Вт;
- світловий потік – 220 Лм;
- напруга живлення 210-230 В;
- тип цоколя – E27.
- вартість 10 грн.

Даний вид ламп є найдешевшими із всіх присутніх для експерименту. Проте даний вид ламп, у порівнянні з іншими, на жаль, має найменший термін роботи.

Характеристика люмінесцентної лампи:

- матеріал колби – скло;
- температура світіння - 2700 К;
- потужність - 25 Вт;

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- світловий потік 1250 Лм;
- напруга живлення 230 В;
- тип цоколя – E27.
- вартість 80 грн.

Даний вид ламп є найдорожчим по ціні із всіх присутніх для експерименту. Але як ми бачимо з характеристики потребує напругу живлення 230 В, тобто встановлення додаткового обладнання.

Характеристики світлодіодних ламп:

- матеріал колби – скло;
- температура світіння – 6500 К;
- потужність 20 Вт;
- світловий потік 8000 Лм;
- напруга живлення 210-230 В;
- тип цоколя – E27.
- 40 грн.

Даний вид ламп є середнім по ціні із всіх присутніх для експерименту. Але як ми бачимо з технічних характеристик, дана лампа є найбільш яскравішою, і має найменшу потужність..

На протязі року лампа повинна пропрацювати:

$$\text{Час роботи за рік} = \text{Час роботи} * 365 = 12 * 365 = 4380 \text{ годин} \quad (2.1)$$

Таблиця 2.1 – Термін служби кожної лампи згідно її паспортних даних

Види лампи	Термін роботи, (годин)
Розжарювання	1000
Люмінесцентна	5000
Світлодіодна	<15000

Розрахуємо споживану теоретичну кількість електроенергії для кожної лампи спожитої за рік, при роботі щодня 12 годин:

$$\begin{aligned} \text{Кількість спожитої електроенергії (кВт * год)} &= \\ &= \text{Потужність(кВт)} * 12(\text{годин}) * 365(\text{днів}) \end{aligned} \quad (2.2)$$

Результат розрахунку наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Кількість спожитої електроенергії кожної лампи присутньої в експерименті за рік.

Види лампи	Кількість спожитої електроенергії за рік, (кВт*год)
Розжарювання	109,5
Люмінесцентна	109,5
Світлодіодна	87,6

На даний момент вартість електроенергії складає 1,68 гривень за 1 кВт*год.

Отже, на оплату електроенергії кожної лампи необхідно, результати запишемо до таблиці 2.3:

$$\text{Вартість (грн)} = \text{Кількість спожитої електроенергії (кВт * год)} * 1,68 \quad (2.3)$$

Таблиця 2.3 – Затрати на електроенергію для кожної лампи.

Види лампи	Затрати на електроенергію,(грн)
Розжарювання	183,96
Люмінесцентна	183,96
Світлодіодна	147,17

Підведемо підсумок стосовно теоретичних розрахунків ламп котрі ми будемо використовувати в експерименті.

Відразу стає зрозуміло, що застарілі лампи розжарювання є неефективними на наш час. У них малий ресурс роботи вони є ефективно не вигідними. Люмінесцентні лампи мають кращі характеристики, але також є мало ефективними, так як споживають електроенергію так само як і лампи розжарювання. Ефективнішими та найнадійнішими згідно статистичних даних стали світлодіодні лампи.

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Проведення експерименту

Згідно теоретичних розрахунків стає зрозуміло що найдоцільнішим використанням для розроблювальної нами системи є використання світлодіодних ламп.

Спираючись на це в експериментальному порядку порівнюємо дві системи освітлення, а саме найпростішу систему освітлення, коли на протязі 12 годин буде в стандартному режимі освітлювати зону світлодіодна лампа та система освітлення вуличного LED ліхтаря Solar Motion Sensor Light на сонячній батареї, яка працює в автономному режимі і освітлює певну зону лише при наявності певного об'єкту. Експеримент проводиться на вулиці на протязі 10 днів.

Експеримент проводиться в домашніх умовах з застосування вимірювального приладу, який вимірює кількість спожитої електроенергії

Метою експерименту буде встановлення доцільності використання чергування освітлення певної зони.

Результатами експерименту буде кількість використаної електроенергії, достатня кількість світла при знаходженні в полі освітлення системи освітлення.

Кількість використаної електроенергії запишемо до таблиці 2.4:

Таблиця 2.4 – Результати дослідження

День №п/п	Світлодіодна лампа	Solar Motion Sensor Ligh
1	0,24 кВт	0
2	0,2 кВт	0
3	0,21 кВт	0
4	0,25 кВт	0
5	0,24 кВт	0
6	0,23 кВт	0
7	0,26 кВт	0
8	0,23 кВт	0
9	0,19 кВт	0
10	0,21 кВт	0

Було зрозуміло, що система яка самостійно виробляє для себе електроенергію не буде споживати електроенергію з мережі.

Порівняємо на візуальній основі, чи буде достатньої кількості світла від кожної с систем.

Результати запишемо до таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Результати досліду

День №п/п	Світлодіодна лампа	Solar Motion Sensor Ligh
1	+	+
2	+	+
3	+	+
4	+	-
5	+	+
6	+	+
7	+	+
8	+	-
9	+	-
10	+	+

Після проведення даного експерименту, стає зрозуміло, що коли ми маємо хмарний день сонячна панель не встигає повністю зарядити акумулятор системи освітлення Solar Motion Sensor Light. Так як було наглядно помітно, наприкінці проходження досліду світлодіодна панель системи Solar Motion Sensor Light починала затухати, і не освічувала зону в необхідній кількості світла.

Також хотілось би відмітити, що під час розряду батареї датчик руху також починав не коректно працювати.

В період світлового дня, коли не було пасмурно, сонячна панель достатньо заряджала батарею, відповідно система працювала в штатному режимі.

Хотілось би відмітити, що система працюючі в штатному режимі не поступалася в кількості світла звичайній світлодіодній лампі.

Проблему можна вирішити використовуючи більшу сонячну панель та більший акумулятор.

2.3 Підведення підсумків

Провівши теоретичні розрахунки було визначено які лампи потрібно використовувати для проектування автоматизованої системи освітлення. Використання світлодіодних ламп дозволяє зменшити використання електроенергії до 50%.

Провівши експеримент було наглядним способом виявлено всі дефекти системи автоматичного освітлення та прийняті рішення стосовно ліквідації даних проблем. Хочеться зауважити, що автономна система котра розглядалася в експерименті була лише аналогом розроблюваної нами системи. Саме за допомогою даного експерименту було знайдено слабкі місця даної системи та взяті до уваги при розробці автоматизованої системи освітлення пішохідних зон.

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						43
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3 РОЗРОБКА СХЕМИ АЛГОРИТМУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ СИСТЕМИ

3.1 Розробка алгоритму функціонування системи

Для більш точного уявлення роботи розроблювальної автоматизованої системи освітлення пішохідних зон потрібно зрозуміти принцип роботи даної системи. Для цього нами було розроблено схему алгоритму функціонування даної системи.

Система, котру ми розробляємо повинна автоматизовано виконувати наступні функції:

- виробляти електроенергію для освітлювальних приборів;
- контролювати заряд акумуляторів;
- вмикати освітлення, при кількості природного світла, що відповідає режиму “вечір”;
- вмикати світлові прибори на 100% потужності, якщо в полі зору датчика руху з’являється об’єкт;
- повертати в попередній стан, якщо об’єкт вийшов с поля дій датчика руху;
- перемикає освітлення при кількості природного світла, що відповідає режиму “ніч”;
- вимикати систему освітлення при достатній кількості природного освітлення.

Для достовірної впевненості в правильності роботи системи побудуємо блок – схеми кожному основному процесу які буде виконувати автоматизована система освітлення пішохідних зон.

Розберемо пункт вироблення електроенергії. Згідно даного завдання ми розробимо систему з сонячної панелі, контролера, гелевого акумулятора та фотореле.

Спираючись на вказані нами функції нами було розроблено блок - схему роботи сонячної панелі, яка зображена на рисунку 3.1:

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

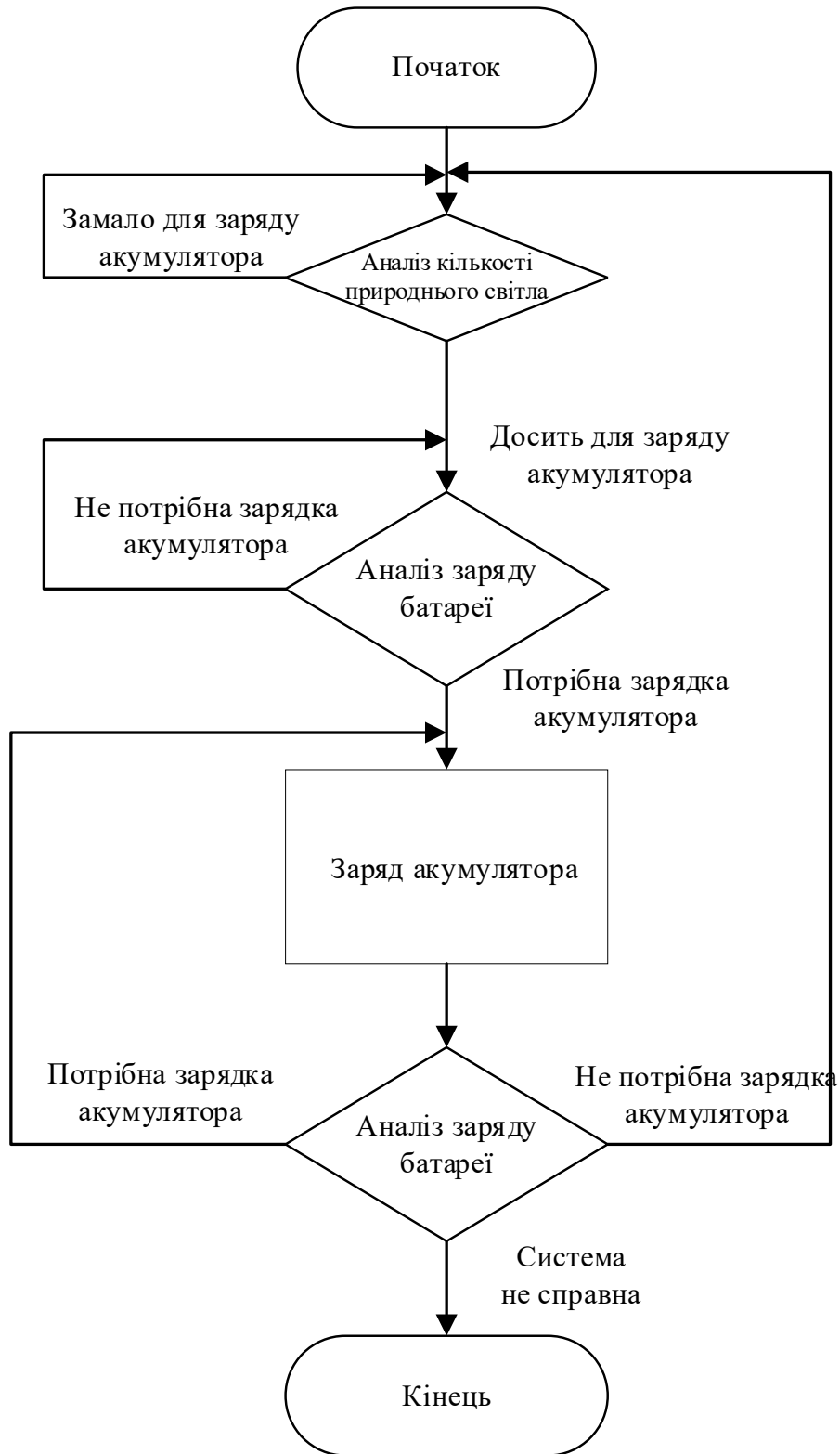


Рисунок 3.1 – Блок – схема роботи сонячної панелі.

Принцип роботи за поданою блок схемою на рисунку 3.1 полягає в наступному. При настанні світлового дня, фотореле фіксує достатню кількість сонячно-

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

го світла для початку заряду акумулятора, якщо те необхідне. Сонячна панель виробляє електроенергію тим самим заряджає акумулятор. За допомогою контролера ми можемо контролювати заряд батареї. Заряд батареї проводиться до тих пір доки акумулятор не буде повністю заряджений, або до певної кількості природного освітлення, коли сонячна панель не в змозі виробляти електроенергію. Система працює цілком автономно.

Наступними кроком побудуємо блок – схему роботи режиму “вечір”.

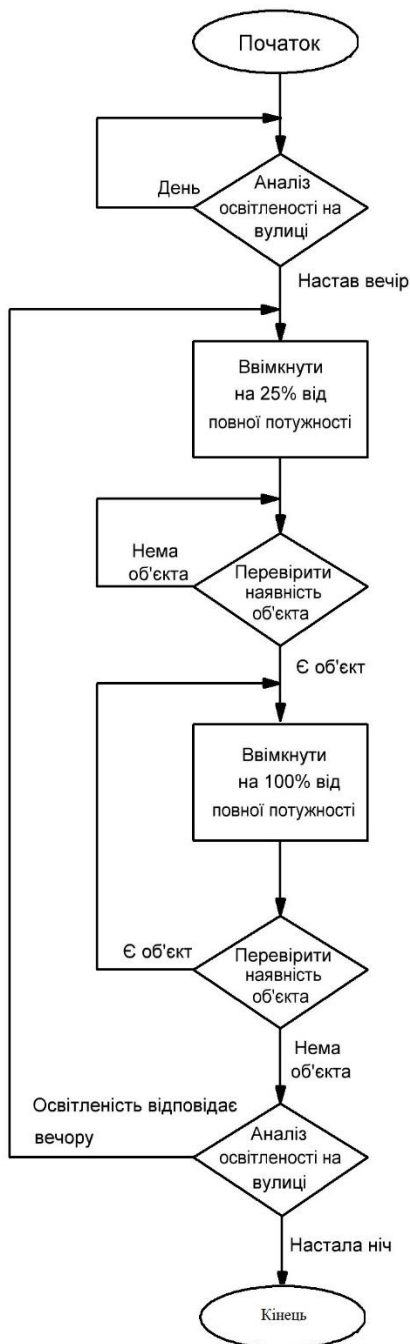


Рисунок 3.2 – Блок – схема роботи режиму “вечір”.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Принцип роботи за поданою блок схемою на рисунку 3.2 полягає в наступному. При зменшенні кількості природного освітлення, що відповідає сутінкам, яке ми фіксуємо за допомогою фотоелемента, система вмикається в режим “вечір”.

Згідно даного режиму освітлювальні прилади вмикаються на 25% від своєї потужності. Зменшення потужності проходить за рахунок використання димера, саме за допомогою даного пристрою ми можемо обрізати світловий потік і при цьому використовувати меншу кількість електроенергії на освітлення певної зони. Якщо в полі зору датчика руху з’являється об’єкт, то система перемикає освітлювальні прилади на повну їх потужність. Це відбувається за рахунок датчика руху, який спостерігає за наявністю об’єкта в його полі зору, мікроконтролера який запрограмований, що в разі отримання сигналу від датчика руху перемикає реле на пряме коло живлення. Таким чином коли об’єкт виходить з поля зору датчика руху, датчик руху передає сигнал мікроконтролеру, який в свою чергу перемикає реле на коло, в якому присутній димер. Таким чином система переходить знову в початкове положення режиму “вечір”. Система працює в даному режимі до тих пір, доки навколо не зменшиться кількість природного світла, за яким спостерігає фотоелемент.

Наступними кроком побудуємо блок – схему роботи режиму “вечір”.

Дана блок-схема зображена на рисунку 3.3.

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						47
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



Рисунок 3.3 – Блок-схема роботи режиму “ніч”.

Принцип роботи за поданою блок схемою на рисунку 3.3 полягає в наступному. При зменшенні кількості природного освітлення, що відповідає ночі, яке ми фіксуємо за допомогою фотоелемента, система перемикається в режим “ніч”.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Згідно даного режиму освітлювальні прилади вмикаються на 50% від своєї потужності. Зменшення потужності проходить за рахунок використання димера, саме за допомогою даного пристрою ми можемо обрізати світловий потік і при цьому використовувати меншу кількість електроенергії на освітлення певної зони. Якщо в полі зору датчика руху з'являється об'єкт, то система перемикає освітлювальні прилади на повну їх потужність. Це відбувається за рахунок датчика руху, який спостерігає за наявністю об'єкта в його полі зору, мікроконтролера який запрограмований, що в разі отримання сигналу від датчика руху перемикає реле на пряме коло живлення. Таким чином коли об'єкт виходить з поля зору датчика руху, датчик руху передає сигнал мікроконтролеру, який в свою чергу перемикає реле на коло, в якому присутній димер. Таким чином система переходить знову в початкове положення режиму "ніч". Система працює в даному режимі до тих пір, доки навколо не збільшиться кількість природного світла, за яким спостерігає фотоелемент.

При збільшенні кількості світла, система автоматично перейде в режим "вечір". Тобто, можна сказати, що режим "вечір" і "ранок" є цілком однаковими. Єдиною різницею між цими режимами є те, що при настанні ранку, коли кількість природного світла є безпечною для пересування громадян, система освітлення вимкне освітлювальні прилади і буде очікувати настання сутінків.

Спираючись на вищевказані завдання та факти до системи, нами була розроблена блок-схема алгоритму функціонування автоматизованої системи освітлення пішохідних зон, яка наведена на рис. 3.4.

Саме даний алгоритм за нашими підрахунками буде забезпечувати надійне освітлення пішохідних зон населених пунктів, забезпечить безпечне пересування осіб в вечірній, нічний та ранковий час. За розробленим нами алгоритмом, за попередніми підрахунками, можливо повністю відмовитися від централізованого електроспоживання освітлення парків, алей та інших пішохідних зон.

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

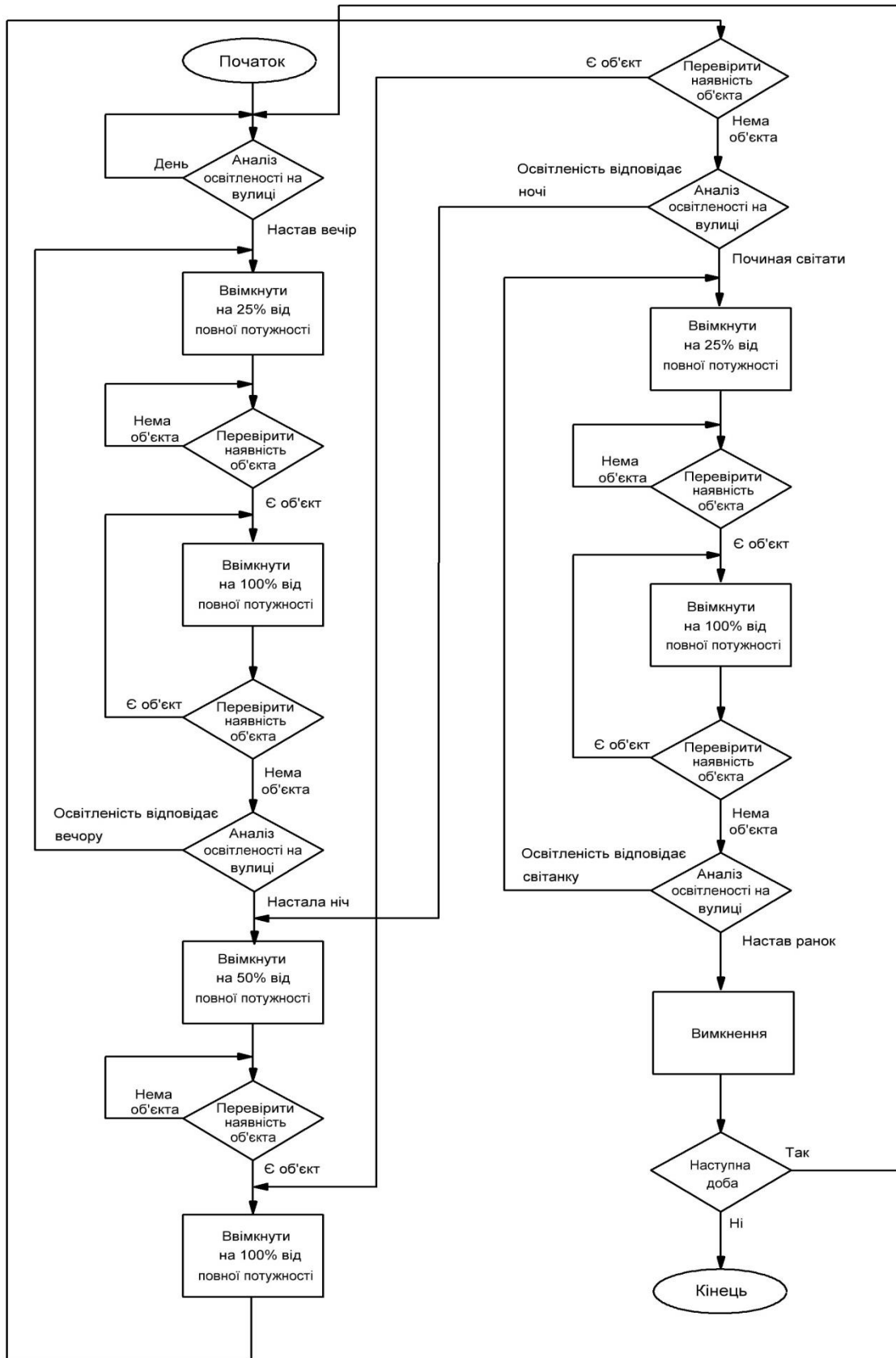


Рисунок 3.4 – Алгоритм функціонування автоматизованої системи освітлення пішохідних зон

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Розглянемо більш детально принцип роботи даного алгоритму.

Першим пунктом роботи даного алгоритму є перевірка рівня освітленості на вулиці за рахунок фотоелемента. Якщо рівень освітленості відповідає сутінкам, то ми переводимо систему освітлення в режим "вечір", і вмикаємо лампи на 25% від їхньої повної потужності. Після вмикання системи, перевіряємо датчиками руху, чи є об'єкти в полі роботи датчика руху, якщо об'єкт наявний, то переводимо лампу, яка відповідає даному датчику руху, в режим повної потужності, це дозволить громадянам безпечно пересуватися пішохідними зонами населеного пункту. Коли об'єкт виходить з поля зору датчика руху, то переводимо систему освітлення в режим "вечір". Даний режим "вечір" буде працювати до тих пір, доки на рівень освітленості не буде відповідати режимові "ніч".

При настанні рівня освітленості режиму "ніч", який ми зафіксуємо за допомогою фотоелемента, переводимо за допомогою мікроконтролера та реле освітлювальні прибори на 50% від повної їх потужності. Якщо в полі роботи датчика руху з'являється об'єкт, освітлювальний прибор який відповідає даному датчику руху, спрацює на повну потужність, до тих пір, доки об'єкт не покине робочу зону датчика руху.

При світанні, тобто рівень природного світла буде збільшуватися, система переведеться автоматично в режим "вечір", даний режим є цілком задовільний для світанку. Тобто режими "вечір" і "світанок" є цілком однакові, саме це дозволить нам зменшити навантаження на мікроконтролер і дозволить спростити принцип роботи пристрою.

При достатній освітленості, яка буде комфортною і безпечною, автоматизована система освітлення вимкне освітлювальні прибори і запустить в роботу сонячну панель для зарядки батареї.

Таким чином автоматизована система освітлення пішохідних зон буде працювати в цілком в автономному режимі і не буде потребувати будь-яких людських ресурсів.

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Розробка структурної схеми системи

Згідно завдання яке поставлено перед нами, а саме розробка структурної схеми системи яка повинна самостійно виробляти електроенергію і забезпечувати безпечне пересування громадян в вечірній, нічній та ранковий час нам необхідно для стабільної роботи автоматизованої системи освітлення пішохідних зон додати до переліку основних елементів ОЗП та ПЗП, а також тактовий генератор.

Враховуючи вище сказане автоматизована система освітлення пішохідних зон має містити наступні блоки структурної схеми системи:

- ПЗП – постійно запам'ятовуючий пристрій
- ОЗП – оперативно запам'ятовуючий пристрій
- МК – мікроконтролер
- Тактовий генератор
- Сонячну панель
- Акумулятор
- Контролер
- Фотоелемент
- Димер
- Датчик руху
- Реле
- Освітлювальні прилади

Для більшого розуміння необхідності вищевказаних елементів, розглянемо короткий опис кожного з них.

Мікроконтролер – мікросхема, призначена для керування електронними пристроями. Типовий мікроконтролер поєднує в собі функції процесора і периферійних пристроїв, може містити ОЗП і ПЗП. Основне призначення мікроконтролерів – це керування різноманітними електронними пристроями. Таким чином, їхньою основною сферою використання є не тільки персональні комп'ютери, а й майже вся побутова техніка, електронні системи автомобілей, промислових робіт.

ОЗП – енергозалежна пам'ять, призначена для зберігання програм, початкових та проміжних даних, з якими працює процесор, та вихідних результатів. За

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

допомогою неї можливо не лише зчитувати дані, які в ній зберігаються, але і записувати їх. Від постійних запам'ятовуючих пристроїв оперативна пам'ять відрізняється високою швидкістю обробки даних, завдяки малому часу доступу до них (2-10 наносекунд і менше). Недоліком оперативної пам'яті є її енергозалежність, оскільки при кожному відключенні живлення вона цілком очищується, що призводить до видалення всіх даних, які в ній зберігалися. Після видалення дані неможливо відновити.

ПЗП – енергонезалежна пам'ять, призначена для зберігання програм та іншої незмінної інформації. Дані які в ній зберігаються доступні лише для зчитування. Біт інформації, що зберігається в ПЗП, може бути майже на порядок нижче, ніж в ОЗП. Постійно запам'ятовуючий пристрій може бути реалізований на основі різних фізичних принципів і елементів. Зазвичай, вони відрізняються способом занесення інформації, кратністю занесення, способом видалення.

Тактовий генератор - електронний генератор, призначений для генерації електричних тактових імпульсів заданої частоти (зазвичай прямокутної форми) для синхронізації сигналів та процесів в цифрових пристроях — ЕОМ, електронних годинниках і таймерах, в мікропроцесорній та іншій цифровій техніці. Він виробляє електричні імпульси (зазвичай прямокутної форми) заданої частоти, яка часто використовується як еталонна. У мікропроцесорній техніці один тактовий імпульс, як правило, відповідає одній операції, яка або виконується цілком, або не виконується зовсім. Обробка однієї інструкції може проводитися за один або кілька тактів роботи мікропроцесора, в залежності від архітектури і типу інструкції. Тактова частота мікропроцесора визначає швидкість його роботи.

Сонячна батарея - об'єднання фотоелектричних перетворювачів (фотоелементів) - напівпровідникових пристроїв, прямо перетворюють сонячну енергію в постійний електричний струм, на відміну від сонячних колекторів, які виробляють нагрівання матеріалу-теплоносія.

Різні пристрої, що дозволяють перетворювати сонячне випромінювання в теплову та електричну енергію, є об'єктом дослідження геліоенергетики. Сонячні батареї бувають різного розміру: від вбудованих в мікрокалькулятори до займають даху автомобілів і будинків.

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Контролер заряду акумуляторної батареї - це одна з найважливіших частин сонячної електростанції, що відповідає за контроль зарядного напруги акумулятора, режиму зарядки, температури і інших параметрів.

Акумулятор для сонячних батарей - це прилад багаторазового використання, що володіє можливістю зворотного виконання хімічних процесів. Проведення багаторазових циклів зарядки, мається на увазі пропускання електричних струмів в напрямку зворотному руху елементарних частинок при заряді

Фотоелемент – призначений для визначення рівню освітленості сонячним світлом. В залежності від сили освітлення відбувається зміна внутрішнього опору фоторезистора, який в свою чергу передає сигнали мікроконтролеру.

Димер — пристрій, що дозволяє плавно або східчасто регулювати потужність, напругу або струм, що подається на пристрій, зменшуючи або збільшуючи яскравість лампи, температуру нагрівання праски, електричного обігрівача, електроплити, паяльника. У схемах димерів можуть використовуватись діоди, потенціометри, реостати, трансформатори та інші електронні компоненти.

Датчик руху - пристрій, що фіксує переміщення об'єктів і використовується для контролю за навколишній оточенням або автоматичного запуску необхідних дій у відповідь на переміщення об'єктів.

Реле — електричний комутаційний апарат, який автоматично виконує певні перемикання контрольованого ним електричного кола.

Освітлення — це набір освітлювальних елементів (ламп), які надають задану кількість світла.

Саме з даною структурною схемою пристрою керування вуличним освітленням, і такими елементами, можна забезпечити стабільну роботу системи освітлення вулиць.

Вище вказані елементи є недорогими, простими у використанні, з можливими подальшими покращеннями.

Дана структурна схема роботи пристрою керування вуличним освітленням дозволяє виконувати освітлення вулиць автономно цілком не залежати від людського фактора. Є можливість не замінювати уже існуючі системи освітлення, а лише допрацювати їх даною структурною схемою, використовувати уже встановлені опори, лампи.

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

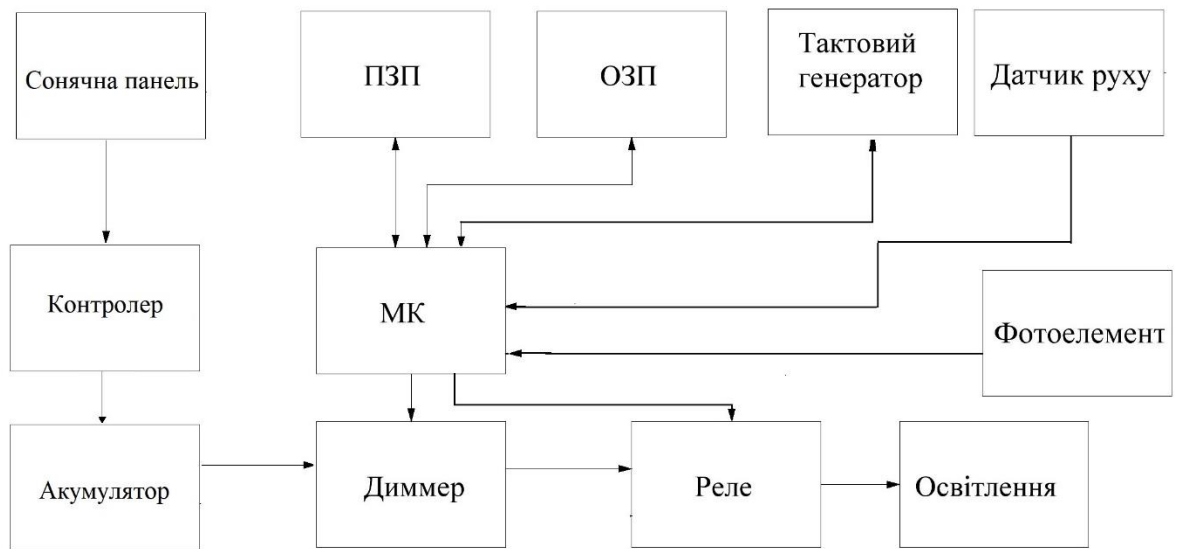


Рисунок 3.5 – Структурна схема пристрою керування вуличним освітленням

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

4 РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ПРИСТРОЮ

4.1 Функціональне підключення мікроконтролера

Для коректної роботи автоматизованої системи освітлення пішохідних зон в проектованій системі буде використано мікроконтролер Atmega328P. Згідно технічного завдання нам потрібно привести функціональну схему нашої системи. на рисунку 4.1 зображене функціональне підключення мікроконтролера Atmega328P з ПЗП,ОЗП та тактовим генератором.

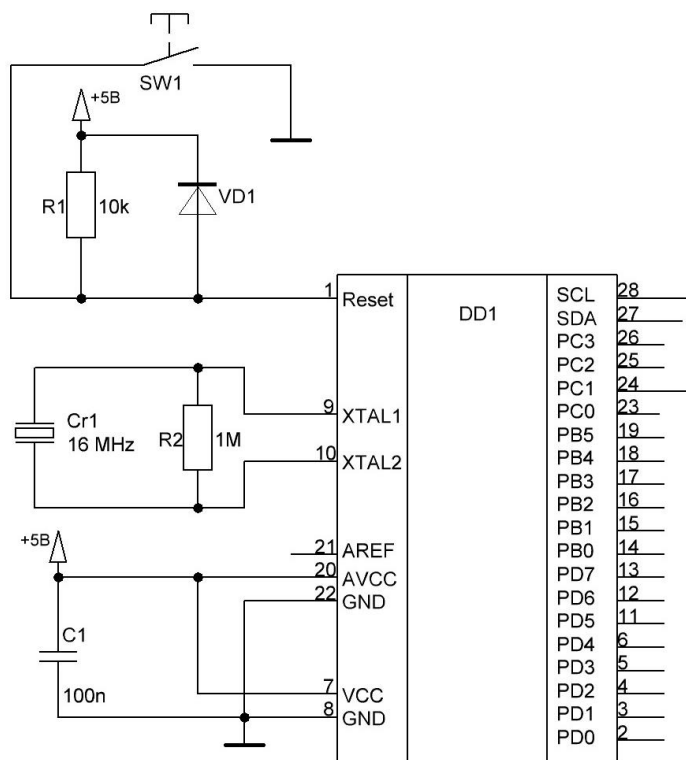


Рисунок 4.1 – Функціональне підключення мікроконтролера Atmega328P

Дане підключення є загальнозастосованим і найчастіше використовується в електроніці. Дане підключення відповідає всім вимогам роботи мікроконтролера і технічного завдання.

Підключення ОЗП, ПЗП і тактового генератора є обов'язковою умовою стабільної роботи мікроконтролера. Доцільно зауважити, що генератор тактових імпульсів потребує додаткового налаштування.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

4.2 Функціональне підключення фотореле до мікроконтролера

Для коректної роботи автоматизованої системи освітлення пішохідних зон нам потрібне фотореле. Даний пристрій виконує одну із найголовніших ролей, а саме запускає систему освітлення, за допомогою фотореле змінюються режими роботи системи і відповідно система вимикається. Саме за допомогою фотореле система дізнається кількість природнього освітлення в певний час доби, що є ключовою складовою вірності зміни режимів “вечір”, “ніч”.

На рисунку 4.2 зображено функціональне підключення фотореле до мікроконтролера.

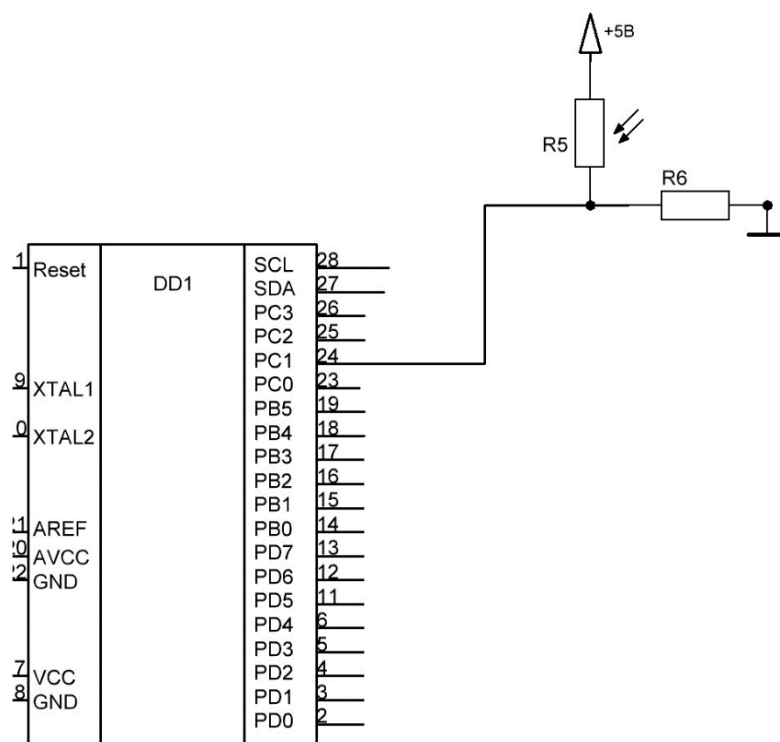


Рисунок 4.2 – Функціональне підключення фотореле до мікроконтролера

Дане підключення є загальноприйнятим в електроніці. Дане підключення відповідає всім вимогам роботи мікроконтролера і технічного завдання.

Вірне підключення фотореле до мікроконтролера є запорукою правильного чередування режимів “вечір”, “ніч”.

Фотореле буде чередувати режими за встановленими додатковими налаштуваннями, а саме кількості світла природнього освітлення відповідного кожній годині доби.

4.3 Функціональне підключення датчика руху до мікроконтролера

Для коректної роботи автоматизованої системи освітлення пішохідних зон нам потрібний датчик руху. Даний пристрій виконує одну із найголовніших ролей, а саме дає команду на мікроконтролер, що в полі його зору з'явився об'єкт, і необхідно вмикати освітлювальні прибори на повну потужність в кожному з режимів “вечір”, “ніч”.

На рисунку 4.3 зображено функціональне підключення датчика руху до мікроконтролера.

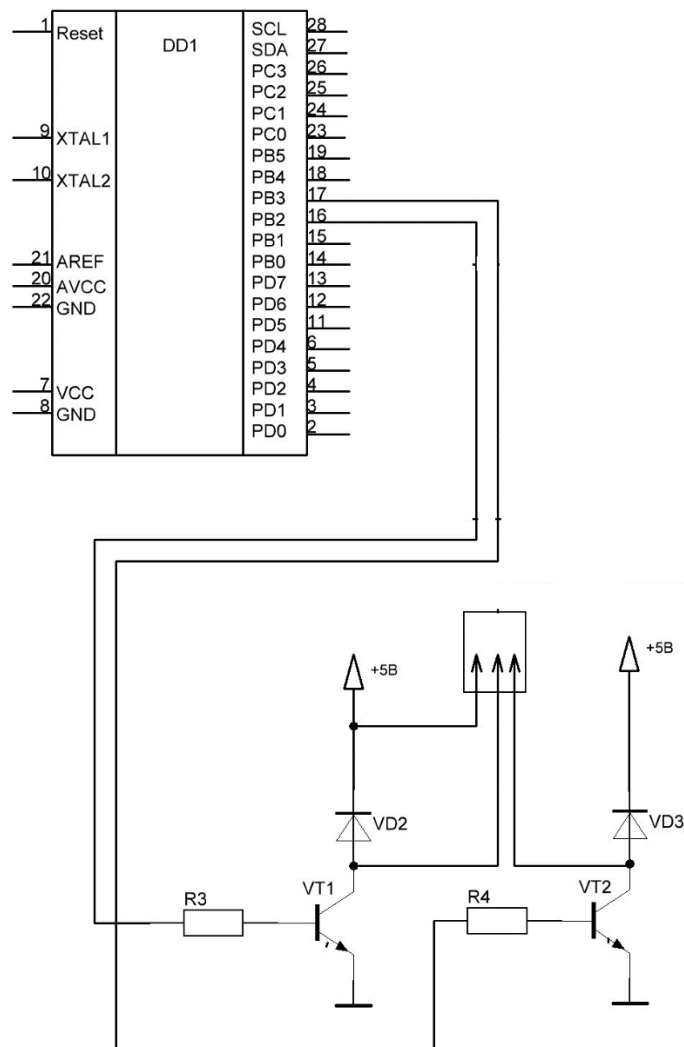


Рисунок 4.3 – Функціональне підключення датчика руху до мікроконтролера

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

4.4 Функціональне підключення димера до мікроконтролера

Для коректної роботи автоматизованої системи освітлення пішохідних зон нам потрібний димер. За допомогою даного пристрою ми будемо економити електроенергію на освітлення пішохідних зон. Електронний димер потребує додаткового налаштування, а саме налаштування кількості обрізаної потужності. Саме за рахунок даного пристрою освітлювальні прибори в нашій системі будуть світити 25% чи 50 % від повної потужності освітлювальних приборів в залежності від режимів “вечір”, “ніч” відповідно.

На рисунку 4.4 зображено функціональне підключення димера до мікроконтролера.

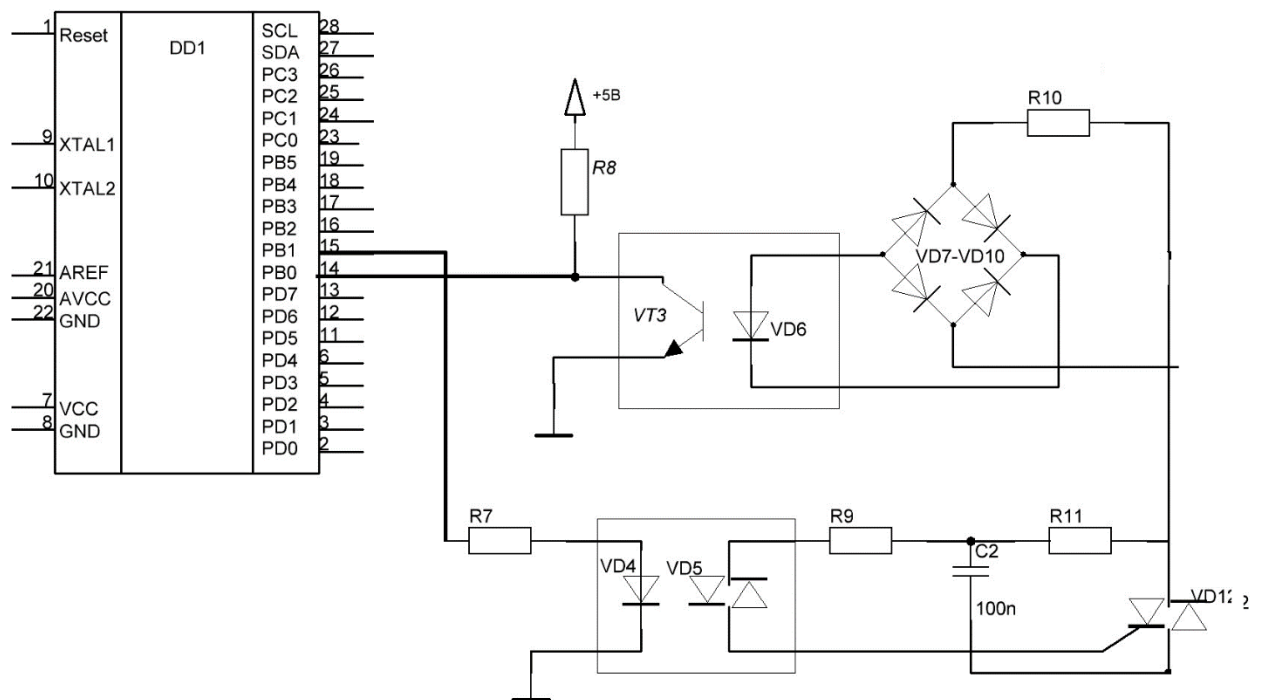


Рисунок 4.4 – Функціональне підключення димера до мікроконтролера

Головним завданням димера є зменшення подачі потужності на освітлювальні прибори системи. Саме за рахунок даного ефекту, наша система матиме змогу економити до 40% електроенергії.

4.5 Функціональне підключення реле до мікроконтролера

За допомогою реле наша система буде вмикати освітлювальні прибори на 100%. Це відбуватиметься, коли датчик руху передасть сигнал на мікроконтролер, що в полі його зору знаходиться об'єкт. Тим самим мікроконтролер подає імпульс на реле, яке в свою чергу переводить живлення освітлювальних приборів на пряме коло, що і дорівнює повній потужності освітлювальних приборів. Відповідно дія відбувається і при поверненні в один із режимів “вечір”, “ніч”. Датчик руху дає сигнал на мікроконтролер, що об'єкта немає в полі його зору. Тим самим мікроконтролер дає імпульс на реле, яке в свою чергу перемикає на коло де присутній димер і пропускає через уже обрізану потужність.

На рисунку 4.5 зображено функціональне підключення реле.

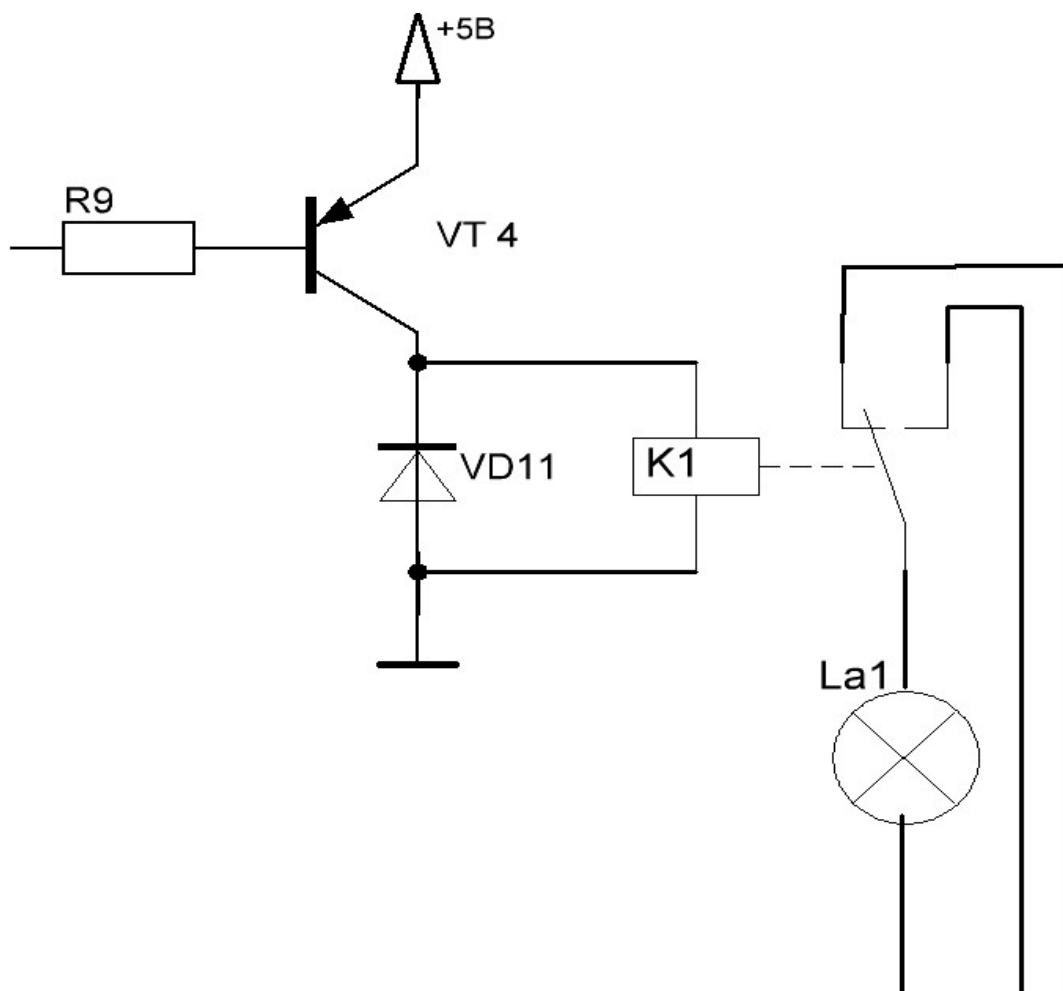


Рисунок 4.5 – Функціональне підключення реле

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

4.6 Функціональне схема системи

Згідно завдання випускної кваліфікаційної роботи магістра нами була побудова функціональна схема автоматизованої системи освітлення пішохідних зон.

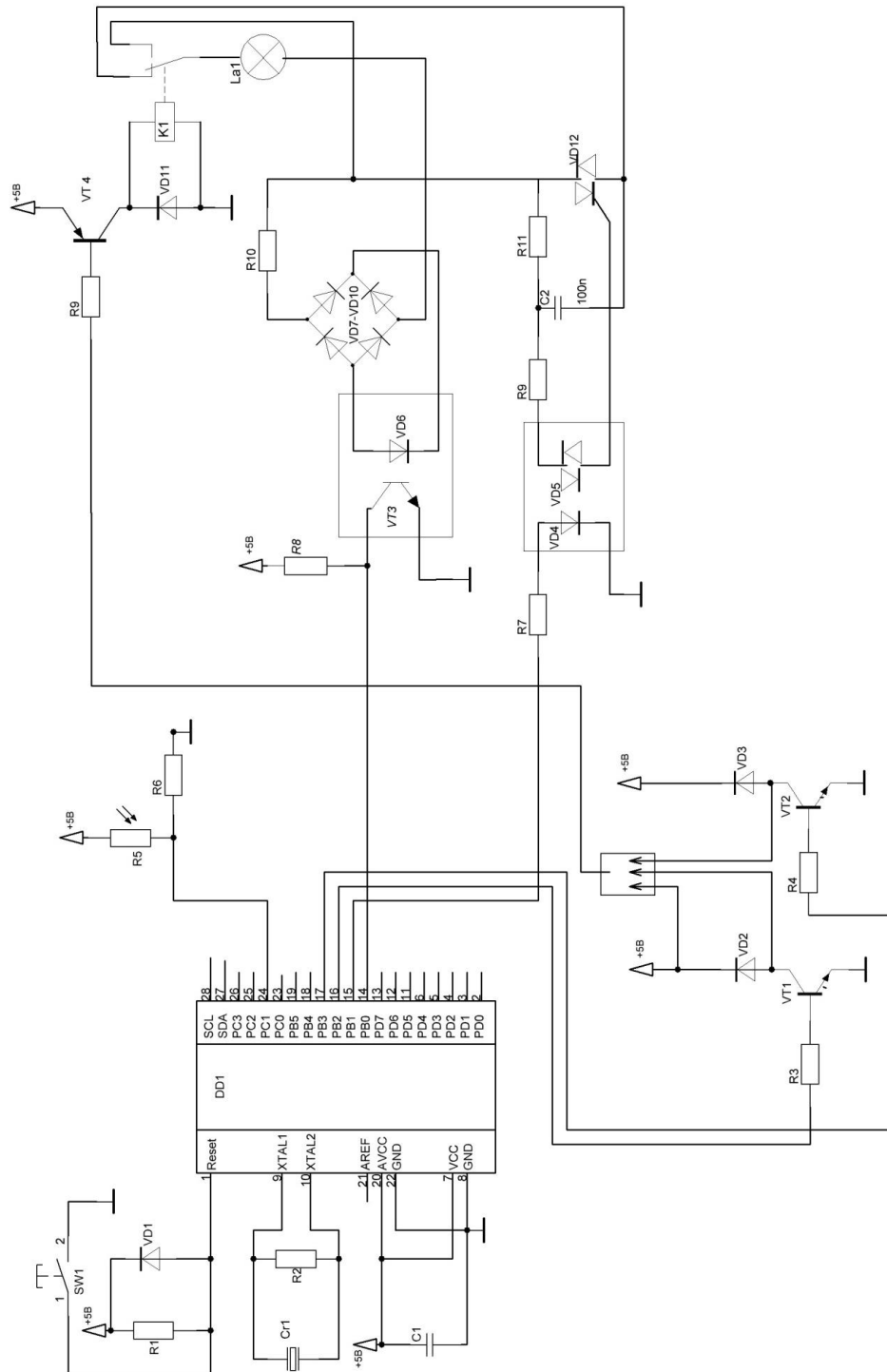


Рисунок 4.6 – Функціональна схема автоматизованої системи освітлення пішохідних зон

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

5 РОЗРОБКА І ОПИС ПРИНЦИПОВИХ СХЕМ БЛОКІВ

5.1 Вибір елементної бази

У даній роботі використовували резистори типу МЛТ – 0.25. Резистори з металодіелектричним провідним шаром призначені для роботи в ланцюгах постійного, змінного та імпульсного струму в якості елементів навісного монтажу. Резистори відносяться до неізольованих.

Таблиця 5.1 – Технічні характеристики МЛТ-0,25

Параметр	Значення
Термін зберігання	25 років
Допустимі відхилення	±5
Номінальна потужність	0,25 Вт
Діапазон температур	-60 – +70 °С
Мінімальна експлуатація	30000 годин
Максимальна напруга	250 В

Даний вид резисторів є недорогим і стійким до температурних відхилень, є поширеним на ринку електроніки в Україні.

Для підсилення вихідного сигналу з мікроконтролера використовували транзистор р-п-р типу S8550 у корпусі ТО-92.

Таблиця 5.2 – Технічні характеристики S8550

Параметр	Значення
Напруга К-Е, не більше	-25 В
Напруга К-Б, не більше	-40 В
Напруга Е-Б, не більше	-5 В

Струм колектора, не більше	0,5 А
Коефіцієнт підсилення	85 – 300
Діапазон температур	-60 – +70 °С

Для нашої системи освітленням, даний транзистор є одним із найбільш підходящим. Саме даний транзистор дозволить нам забезпечити стійку роботу мікроконтролера, а також його коефіцієнту підсилення вистачить для майбутніх вдосконалень нашого пристрою, і забезпечить стабільну роботу мікроконтролера з більшою кількістю завдань.

Транзистори даної моделі є стійкими до різниці температур, корпус дозволить захиститися від вологи.

Для вироблення електроенергії згідно наших потреб, вартості, надійності, нами було обрано сонячну панель АХІОМА energy X-150М.

Таблиця 5.3 – характеристики АХІОМА energy X-150М

Розмір, мм	140x680x30
Потужність, Вт	150
U _{хх} , В	22,3
I _{кз} , А	8,81
U _р , В	18,3
I _р , А	8,2
Вага, кг	11

Дана сонячна панель є монокристалічною. Дана панель була обрана тому, що вона має не високу ціну, має механічно стійку конструкцію і є підходящою під клімат України та Європи, має довготривалий термін служби та гарантійний термін обслуговування. Дана панель має всі сертифікати якості. Потужності даної панелі нам буде достатньо для заряду акумулятора для освітлення певної зони.

Для накопичення енергії згідно вимог роботи нами було обрано акумулятор CSB GP12400.

Таблиця 5.4 – характеристики CSB GP12400

Номінальна ємність, А/г	40
Внутрішній опір, мОм	8,5
Максимальний струм розряду, А	380
Напруга заряду, В	13,5 – 13,8
Напруга, 12 В	18,3
Максимальний зарядний струм, А	10,2
Тип акумулятора	AGM
Вага, кг	12,6

Даний акумулятор є доступним на українському ринку за невеликою ціною. Серед користувачів зарекомендував себе як довготривалий і невибагливий серед акумуляторів. Обслуговування такі акумулятори не потребують. Встановлювати можна в будь-якому положенні, окрім повністю перевернутого.

Для контролю стану акумулятора нами було обрано контролер KW1230.

Таблиця 5.5 – характеристики KW1230

Робоча напруга, В	12 (24)
Робочій струм зарядки, А	30
Максимальна вхідна напруга, В	18 (36)
Максимальна потужність, Вт	390 (780)
Власний струм споживання, мА	10
Робоча температура, °С	35-60
Вага, г	135

Даний контролер повністю задовольняє параметри сонячної панелі та акумулятора. Має не високу ціну і гарантійний термін 5 років. Добре себе зарекомендував в українській геліоенергетиці. Є популярним на ринку, що є гарною можливістю в разі виходу його зі строю, для заміни.

Для освітлення певної зони нами було обрано світловий прибор прожектор світлодіодний SL-30Lens 30W 6400K IP65.

Таблиця 5.6 – характеристики SL-30Lens 30W 6400K IP65

Робоча напруга, В	12 (24)
Потужність, Вт	30
Кут світіння, °	60
Температура світіння, К	6400
Світловий потік, Лм	3000
Степінь захисту, IP	65
Температура роботи, °С	-40...+60

Даний освітлювальний прибор задовольняє всі наші потреби згідно поставленого завдання. Даний прожектор має лінзу, що додатково впливає на якість освітлювання зони. Він є недорогим, має ступінь захисту який може перебувати на вулиці.

5.2 Принципова схема підключення фотореле

В якості фотореле для реагування на світло було використано ФР-601 2200ВА IP44 ІЕК. Так як воно стало найбільш популярним і доступним варіантом датчика на ринку. Фотореле, має пряме відношення до резисторів, які часто зустрічаються практично в будь-яких електронних схемах. Основною характеристикою звичайного резистора є величина його опору. На відміну від звичайного резистора, фотореле може змінювати свій опір в залежності від рівня зовнішньої освітленості. Це означає, що в електронній схемі будуть постійно змінюватися пара-

метри. Фотореле достатньо активно використовується в самих різноманітних системах.

Таблиця 5.7 – Технічні характеристики фоторезистора

Параметр	Значення
Потужність ввімкненого приладу	0.2 Вт
Фотоелемент	Вбудований
Тип струму	Постійний
Максимальна комутаційна потужність	220 Вт
Поріг спрацювання	5. .50 лк

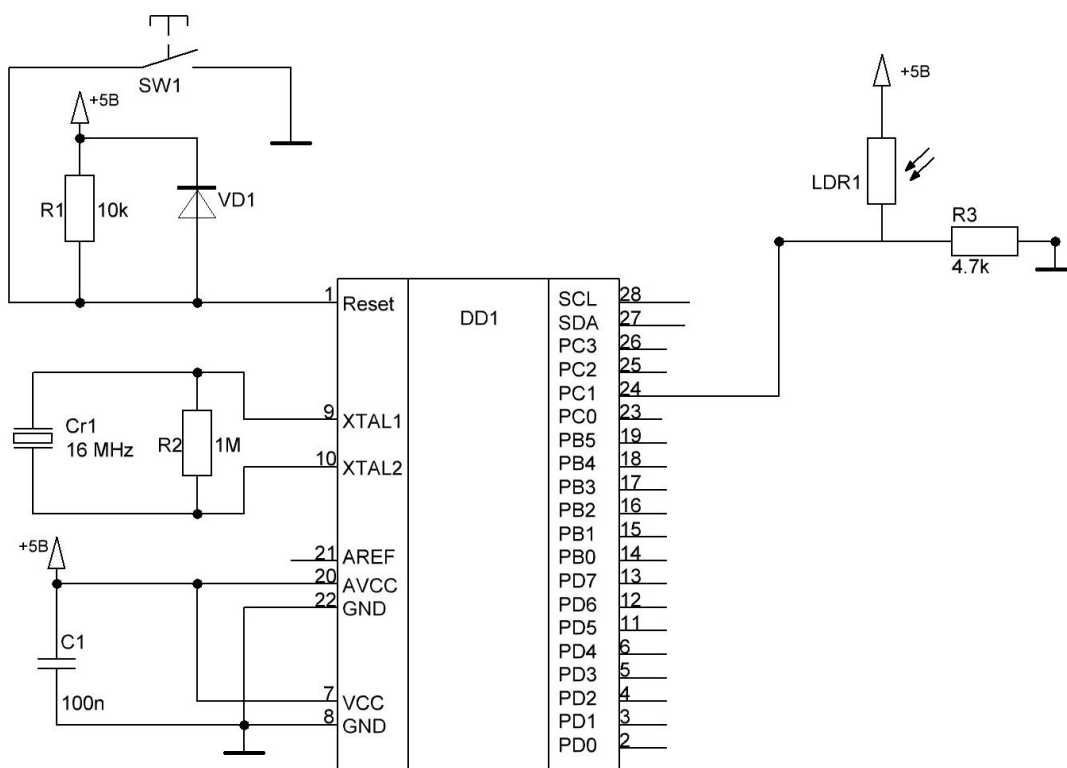


Рисунок 5.1 – Принципова схема підключення фотореле

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

5.3 Принципова схема підключення датчика руху

Одним із головних елементів нашого пристрою управління вуличним освітленням, є датчик руху.

Головними критеріями під час вибору датчика руху були наступні фактори:

- вартість;
- можливість витримувати різниці температур;
- стійкість до вологи;
- кут огляду;
- потужність;
- мінімальний робочий стан;
- мінімальна затримка контролю.

Враховуючі вище вказані фактори було обрано датчик руху Delux ST10A.

Таблиця 5.8 – Технічні характеристики датчик руху

Потужність	16 Вт
Напруга	12(24)
Рівень захисту	IP 44
Температурний режим експлуатації	от -25 до +40°C
Кут виявлення	180 градусів

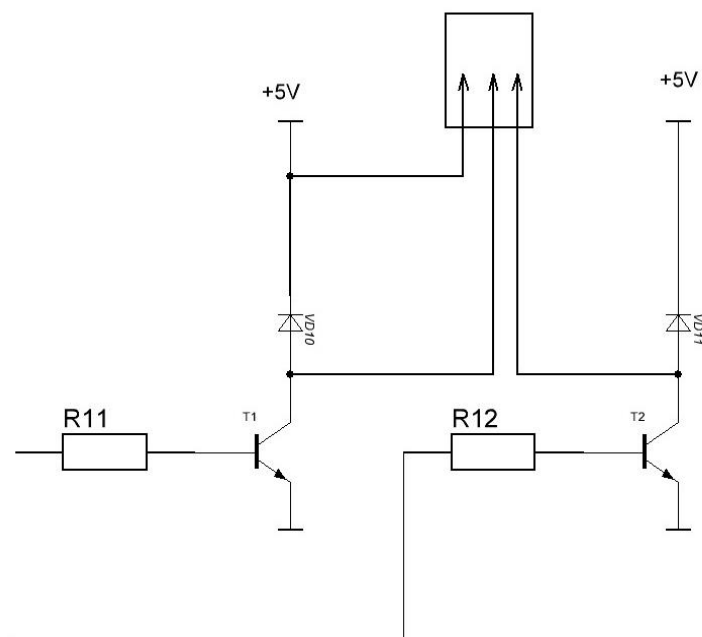


Рисунок 5.2 – Принципова схема датчик руху Delux ST10A

5.4 Принципова схема підключення димера

Економія електроенергії відбувається за рахунок зменшення подачі напруги на лампи. Для цієї мети ми використали електронний димер, який виконаний на семісторах. Саме даний вид димерів дозволяє надлишкову напругу повертати назад до мережі.

Головними критеріями під час вибору димера були наступні фактори:

- вартість;
- можливість підключення до мікроконтролеру;
- можливість безперебійно працювати на вулиці.

Нами було обрано вуличний димер

Таблиця 5.9 – Технічні характеристики димера

Захист (IP)	IP20
Напруга живлення	12 В/24 В
Потужність	14 Вт

Розмір	124x38x23 мм
Сила струму	12А

Згідно даних технічних характеристик даний димер зможе повністю задовільнити наші потреби стосовно енергоефективності, захисту від вологи.

Даний вид димерів є легко встановлюваними і простими у використанні.

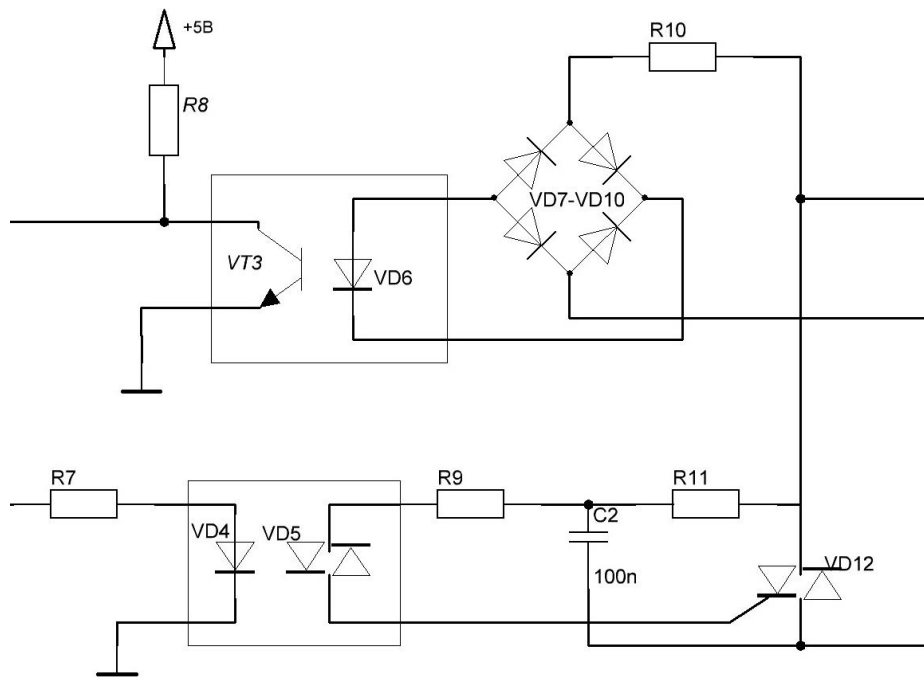


Рисунок 5.3 – Принципова схема димера

5.5 Принципова схема підключення реле

Для ввімкнення світла на 100%, при знаходженні об'єкта в полі роботи датчика руху, потужності лампи, на кожному стовпі буде використовуватися реле.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

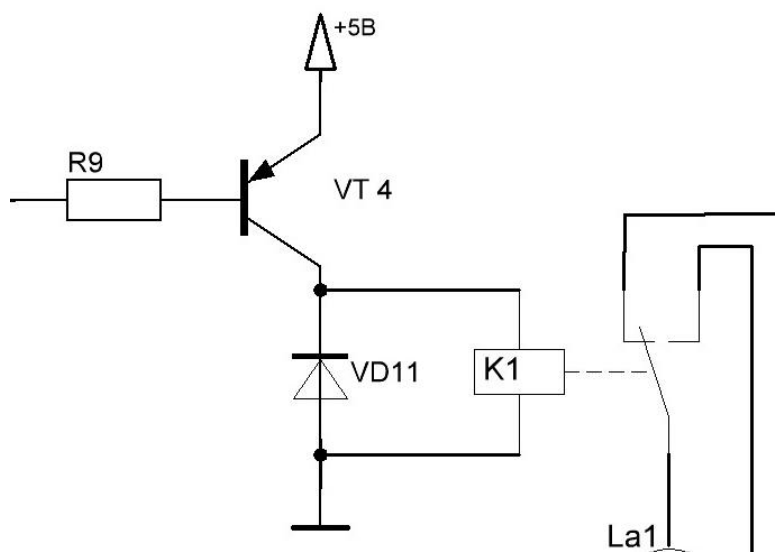


Рисунок 5.4 – Принципова схема реле

Даний тип реле є зручним при використанні у нашій системі, так-як його номіналу потужності буде вистачати. Також даний тип реле є легкозамінний, що дозволить в майбутньому швидко і просто вдосконалювати систему освітлення.

5.6 Принципова схема підключення мікроконтролера

Одним із найголовніших елементів пристрою керування вуличним освітленням є мікропроцесор.

Розрізняють два види мікроконтролерів даного виду це Atmega328 та Atmega328P. Їх відмінність полягає в енергоефективності. Atmega328P менше споживає енергії для роботи. При живленні мікропроцесора від акумулятора більш раціонально використовувати саме Atmega328P, з спеціальними режимами керування живленням

Враховуючи вимоги до логічної частини пристрою було обрано мікроконтролер Atmega328P від виробника компанії Atmel. На рисунку 3.11 зображено схему виводів мікроконтролера. Даний мікроконтролер має всі виводи, за допомогою якого можливо сформувати сигнал методом широтно – імпульсної модуляції.

- Пам'ять :
- 32 kB Flash (пам'ять програм, що має можливість самопрограмування)

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 2 кВ ОЗУ
- 1 кВ EEPROM (постійна пам'ять даних)

Напруга живлення і швидкість процесора:

- 1.8 - 5.5 В при частоті до 4 МГц
- 2.7 - 5.5 В при частоті до 10 МГц
- 4.5 - 5.5 В при частоті до 20 МГц
- Тактова частота 16 МГц

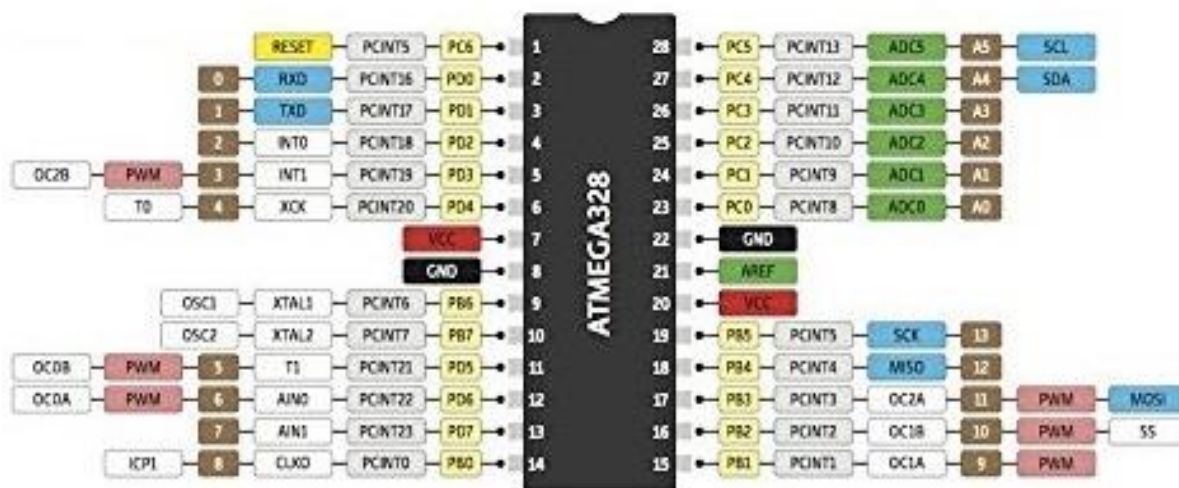


Рисунок 5.5 – Схема виводів мікроконтролера Atmega328P

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

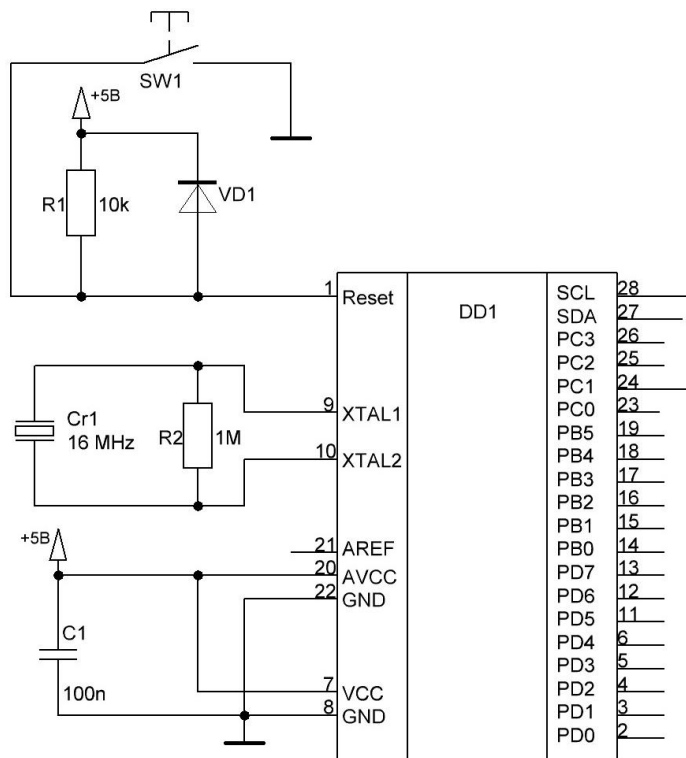


Рисунок 5.6 – Принципова схема виводів мікроконтролера Atmega328P

Підібравши елементи пристрою керування, враховуючи їх підключення було побудовано принципову схему пристрою керування вуличним освітленням.

5.7 Принципова схема автоматизованої системи освітлення пішохідних зон

Дана схема є простою в підключенні, легко модернізуючою і простою у виконанні.

Схема розроблена для одного елемента освітлення. Для захисту мікроконтролера, димера та всіх блоків їх з'єднання доцільне вставлення додатково щитка керування, який буде захищати дані елементи від вологи. Також це дозволить більш зручний доступ для встановлення програмного забезпечення на мікроконтролер.

Недоліком даної схеми є те, що потрібно окремо налаштовувати датчики руху на кожному стовпі освітлення. Потрібно враховувати його положення відносно площини поверхні ділянки освітлення. Необхідне попереднє налаштування його чутливості та часу затримки роботи освітлення.

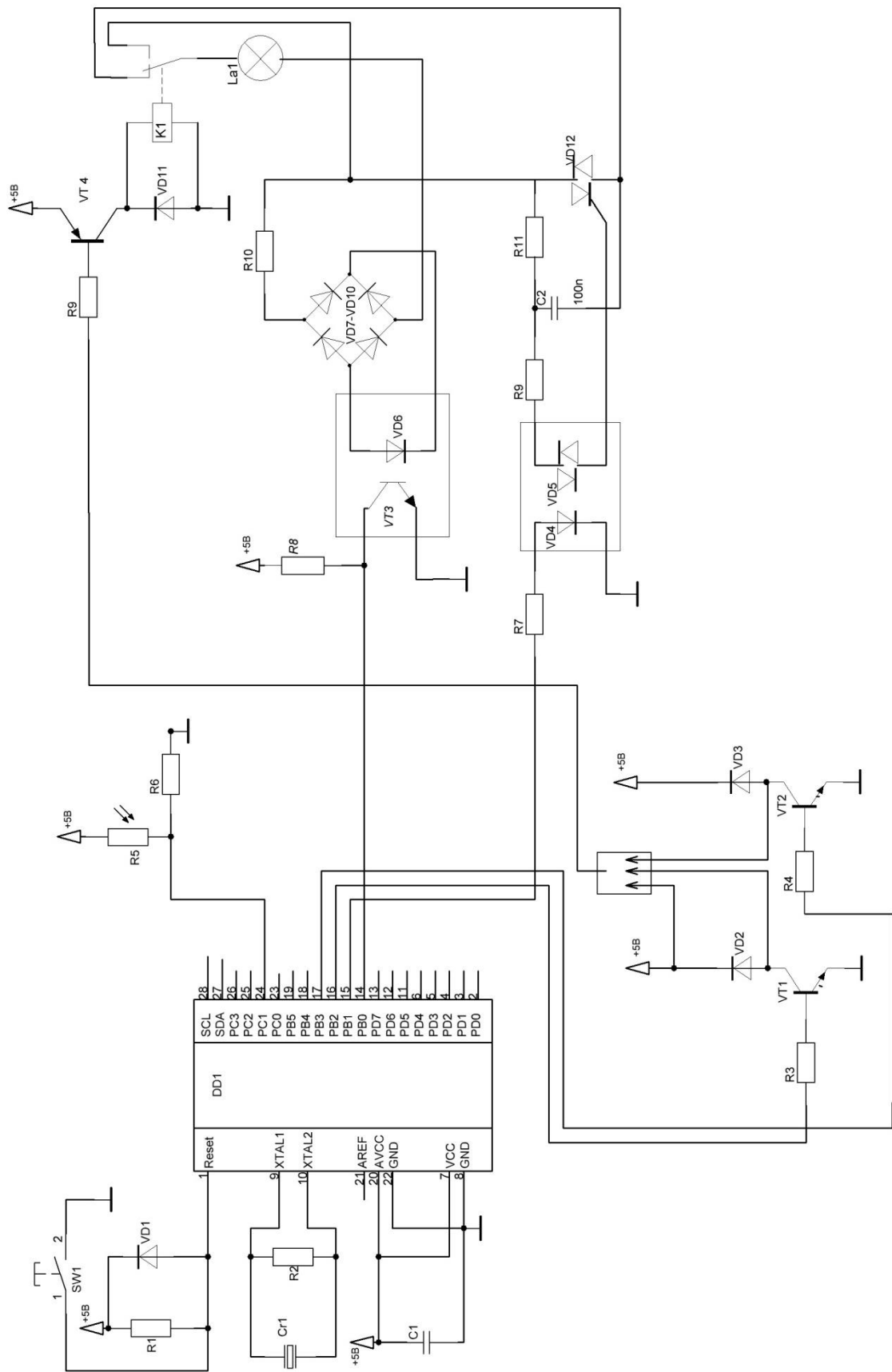


Рисунок 5.7 – Принципова схема автоматизованої системи освітлення пішохідних зон

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

ЕЛІТ 8.171.00.10.190 ПЗ

Арк.

73

6 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

6.1 Команди які повинна виконувати система

Відповідно до розробленого нами алгоритму роботи автоматизованої системи освітлення пішохідних зон нам потрібно розробити програму, щоб вибраний нами мікроконтролер коректно керував роботою нашої системи. Отже, розроблена нами програма повинна виконувати наступні функції системи:

- вмикати освітлення, при кількості природного світла, що відповідає режиму “вечір”;
- вмикати світлові прибори на 100% потужності, якщо в полі зору датчика руху з’являється об’єкт;
- повертати в попередній стан, якщо об’єкт вийшов с поля дій датчика руху;
- перемикає освітлення при кількості природного світла, що відповідає режиму “ніч”;
- вимикати систему освітлення при достатній кількості природного освітлення.

Отже маючи на увазі дані завдання було розроблено блок-схему роботи програми. Дана блок-схема зображена на рисунку 6.1.

Для коректної роботи мікроконтролера необхідно написану нами програмний код завантажити на сам мікроконтролер. Так як ми обрали мікроконтролер Atmega328, то мова програмування для даного мікроконтролера C++, де мовою фреймворку є IDE.

Відповідно після написання програмного коду та перевірки його на помилки потрібно завантажити даний код на мікроконтролер.

Для розробки програмного забезпечення на сьогодні існує досить велика кількість програм для його написання. Вибраний нами мікроконтролер уже має можливість написання у власному середовищі розробки. Дане середовище має назву Arduino IDE. Головною перевагою для нас є особливість, те що дане середовище розробки програмного забезпечення має можливість напряму завантажувати програмне забезпечення на мікроконтролер з своїм складанням прошивки.

					ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

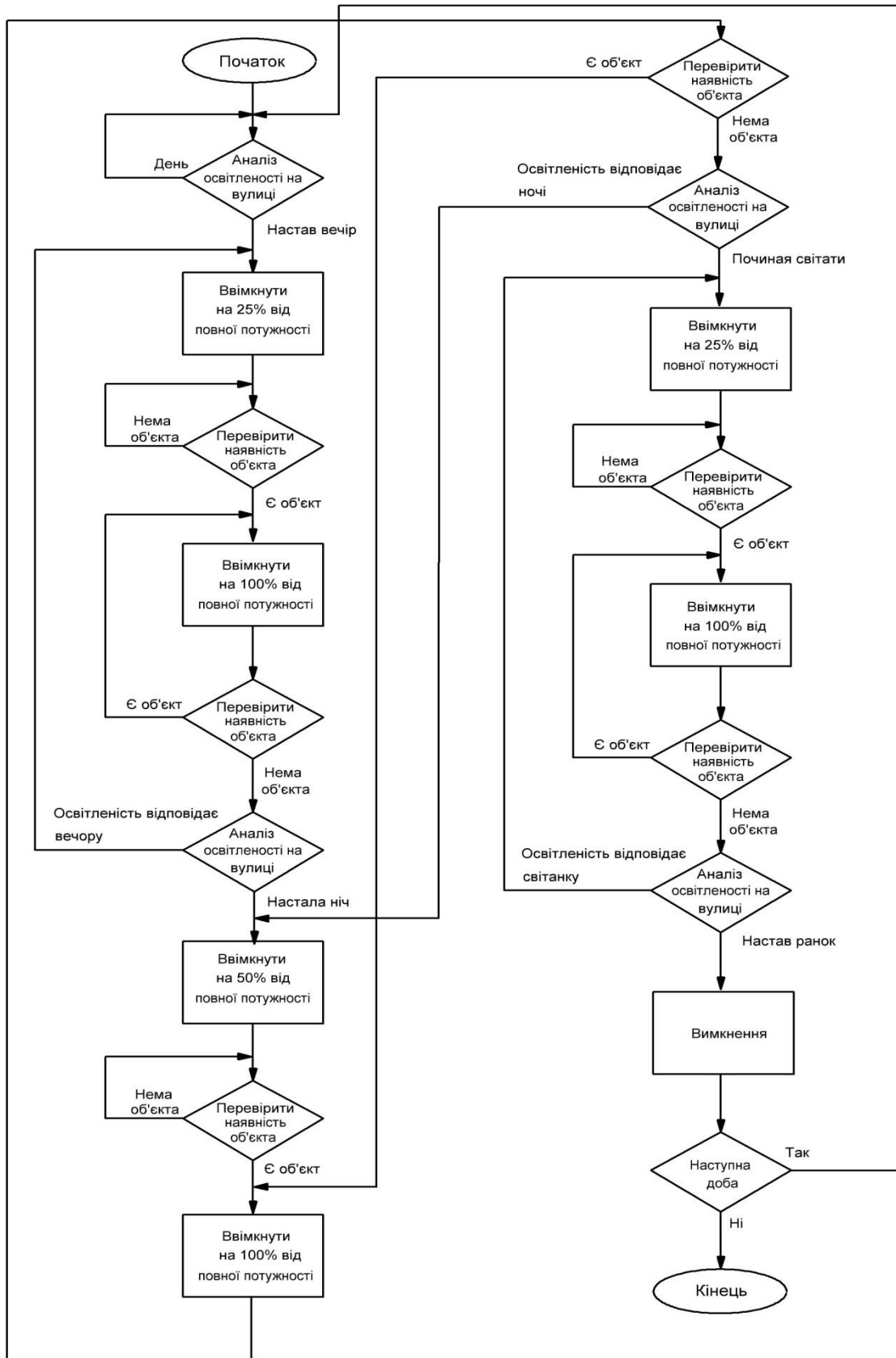


Рисунок 6.1 – Блок-схема функціонування програми автоматизованої системи освітлення пішохідних зон

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6.2 Розробка керуючої програми

Для коректної роботи системи потрібно вірно запрограмувати роботу мікроконтролера. Так як, ми обрали для роботи мікроконтролеру Atmega328P його програмування відбувається за допомогою мови програмування C++. Дана мова програмування є поширеною і досить не складною за своєю побудовою.

Нам потрібно досягти результату, щоб фотореле передавало інформацію на мікроконтролер, за допомогою цього ми зможемо визначити який час доби на вулиці. При настанні сутінок мікроконтролеру передасть інформацію на димер, а саме сигнал, яку потужність потрібно подати на елементи освітлення. Паралельно при вмиканні елементів освітлення, потрібно перевірити наявність об'єкту в кожній ділянці роботи датчика руху. При наявності об'єкта реле перемкнеться на коло яке йде напряму від джерела живлення, тим самим прилад освітлення, який закріплений за датчиком руху певної ділянки, ввімкнеться на 100% своєї потужності. Відповідні дії виконуються циклічно до настання ранку, з врахуванням всіх режимів "вечір", "ніч" та "світанок". З настанням ранку, фотоелемент повідомить мікроконтролер, що природнього освітлення достатньо, і потреби у використанні системи освітлення нема, мікроконтролер подасть на димер напругу 0, що і відімкне освітлення.

```
int photo;  
//В цій змінній зберігатиметься значення з фоторезистора  
int evening_photo = 800;  
//Значення фоторезистора ввечері  
int night_photo = 200;  
//Значення фоторезистора вночі  
int evening_dimmer = 64;  
//Значення димера в режимі "вечір"  
int night_dimmer = 128;  
//Значення димера в режимі "ніч"  
int dimmer_0percent = 0;  
//Значення димера в режимі "день"  
bool evening_state, night_state, sun_state ;
```

					ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

void setup() {
  DDRD = 0B11111111; //Налаштування пінів 0-7 на вихід (0-4 реле)
  DDRB = 0B111;      //Налаштування пінів 8-9 на вихід (5-9 датчики руху,
10 - димер)
}
void analyzing () {
  //Дана функція визначає який період доби
  photo = analogRead(A0);
  if (evening_photo * 0.9 > photo < evening_photo * 1.1) {
    evening_state = true;
    night_state = false;
    sun_state = false;
  } else if (night_photo * 0.8 > photo < night_photo * 1.2) {
    evening_state = false;
    night_state = true;
    sun_state = false;
  } else {
    evening_state = false;
    night_state = false;
    sun_state = true;
  }
}
//Кінець функція аналізу
void dimmer_state() {
  //Дана функція визначає яку потужність потрібно надати на освітлення
через димер
  if (evening_state) {
    analogWrite(10, evening_dimmer);
  }
  if (night_state) {
    analogWrite(10, night_dimmer);
  }
  if (sun_state) {

```

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

    analogWrite(10, dimmer_0percent);
  }
}
//Кінець функції аналізу потрібної потужності для димера
void check_subject() {
//Дана функція визначає наявність об'єкта в полі зору датчика руху
for (int sensor = 5; sensor <= 9; sensor++) {
  if (digitalRead(sensor)) {
    digitalWrite(sensor-5, HIGH);
  }
}
for (int sensor = 5; sensor <= 9; sensor++) {
  if (!digitalRead(sensor)) {
    digitalWrite(sensor-5, LOW);
  }
}
}
//Кінець функція аналізу
void loop() {
  analyzing();
  dimmer_state();
  check_subject();
}

```

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

7. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.

7.1 Обґрунтування і завдання техніко-економічного розрахунку.

У випускній кваліфікаційній роботі магістра поставлено завдання висунути і обґрунтувати конструкцію системи автоматизованого освітлення пішохідних зон. Окрім проектування, підбору деталей, створення структурної, функціональної та принципової схем, в даній роботі є важливим пунктом розрахунок техніко-економічної частина випускної магістерської роботи. Одним із головних завдання всієї роботи є скорочення використання електроенергії, що в свою чергу має вплинути на зменшення використання фінансів на освітлення пішохідних зон. Якщо запропонована нами автоматизована система освітлення пішохідних зон є економічно не вигідною, то і запроваджувати її буде недоцільно, так як не виконано одне із головних завдань всієї роботи.

Запровадження розробленої нами автоматичної системи освітлення пішохідних зон надасть нам можливість використовувати енергію сонця і повністю відмовитися від використання мережевої електроенергії.

У техніко-економічній частині перед нами було поставлено завдання, в першу чергу порахувати вартість складання нашої системи з урахуванням ціни кожного елемента та порахувати вартість монтажу нашої системи в одному екземплярі.

Для збору автоматизованої системи освітлення пішохідних зон потрібно залучати співробітників підприємств, розрахунок проводиться за їх заробітною платою відносно їхньої спеціальності за кожну відпрацьовану годину.

Відповідно збору нашої системи, також розрахуємо монтаж даної конструкції відповідно ринковій ціні.

Розрахунок коштів на збір системи позначимо буквою Z .

$$Z=(E+O)+Z_0+Z_d+ECB+I_n$$

Розрахунок на збір системи проводимо на основі калькуляції, яка включає елементи:

- $(E+O)$ – елементи та обладнання необхідне для збору системи;

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Зо – основна заробітна плата;
- Зд – додаткова заробітна плата;
- ЕСВ – єдиний соціальний внесок;
- Ін – інші витрати.

Приведемо вартість основних елементів та витратних матеріалів, які необхідні для проведення робіт по збору автоматизованої системи управління освітлення вуличних зон, найменування та ціна в гривнях вказана в таблиці 1:

Таблиця 7.1 – Відомості щодо вартості елементів системи і необхідних матеріалів.

Назва елементів	Ціна, грн
1. Сонячна панель	3000
2. Контролер	300
3. Акумулятор	2800
4. Датчик руху	250
5. Димер	200
6. Мікроконтролер	150
7. Фотореле	100
8. Реле	50
9. Прожектор	300
10. Кріплення	1000
11. Дроти	500
12. Антивандальний ящик	500
13. Опора	1000
Всього	10150

Отже вартість елементів автоматизованої системи освітлення пішохідних зон, складає $(E+O) = 10150$ гривень.

Розрахуємо вартість робіт необхідних для монтажу нашої системи . Для встановлення нашої системи необхідні наступні спеціальності: інженер - електронщик, програміст, слюсар, вантажник. Заробітна плата буде розрахована для кожного спеціаліста за одну годину його роботи, відносно середньої заробітної плати за місяць. Порахуємо скільки буде коштувати година праці кожного спеціаліста і напишемо до таблиці 2.

Заробітна плата розраховується за формулою:

$$Z_o = T_j * V_{год}$$

- $V_{год}$ – вартість години роботи;
- T_j – час роботи.

Вартість години роботи визначається виразом:

$$V_{год} = \text{Оклад} / 8 * 22$$

Для інженера $10000 / (8 * 22) = 56,82$ (грн/час)

Для програміста $15000 / (8 * 22) = 85,2$ (грн/час)

Для слюсара $8000 / (8 * 22) = 45,46$ (грн/час)

Для вантажника $6000 / (8 * 22) = 34,10$ (грн/час)

Таблиця 7.2 – Заробітна плата кожного спеціаліста за встановлення одного екземпляру автоматизованої системи освітлення пішохідних зон

Виконана робота	Спеціаліст	Час роботи (год)	Заробітна плата
Встановлення	Інженер	2	113,64
Написання програмного забезпечення	Програміст	1	85,2
Допоміжні роботи	Слюсар	2	90,92
Розвантажувальні роботи	Вантажник	1	34,10

Отже, заробітна плата спеціалістам на встановлення одного екземпляру автоматичної системи освітлення пішохідних складає $Z_o = 323,86$ гривень.

Додаткова заробітна плата:

$$Зд = 0,1 * З_0 = 0,1 * 323,86 = 32,39 \text{ гривень}$$

Єдиний соціальний внесок:

$$ЕСВ = 0,22 * (З_0 + Зд) = 0,22 * (323,86 + 32,39) = 356,25 \text{ гривень}$$

Інші витрати:

$$Ін = 1,5(Зд + З_0) = 1,5 * (323,86 + 32,39) = 534,38 \text{ гривень}$$

Отже, згідно наших розрахунків для збору та монтажу одного екземпляра автоматизованої системи освітлення пішохідної зони необхідно:

$$З = 10150 + 323,86 + 32,39 + 356,25 + 534,38 = 11396,88 \text{ гривень}$$

Далі розрахуємо також річну економію електроенергії:

Якщо 1 лампа розжарювання з потужністю 500 Вт працює в середньому за рік 10 годин щодня, то ми от отримуємо наступне:

$$0,5 * 10 * 365 = 1825 \text{ кВт – год за рік}$$

Отже, одна стандартна вулична лампа розжарювання щороку використовує 1825 кВт – год, якщо враховувати вартість електроенергії на даний момент ми отримаємо:

$$1825 * 1,68 = 3066 \text{ гривень}$$

А розроблена нами автоматизована система освітлення пішохідних зон є повністю автономною, і не використовує жодного кВт-год за рік.

Якщо не враховувати затрати такі як заміна лампи, амортизацій роботи та додаткові витрати то ми отримуємо:

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11396,88/3066=3,7 року

За даний термін розроблена нами система повністю окупиться.

7.2 Висновок до техніко – економічної частини.

У даній частині нами було розраховано вартість автоматизованої системи освітлення пішохідних зон, а саме її комплектація та монтаж, з урахуванням можливих затрат на заробітну плату спеціалістам за їх роботу та витрати на додаткові затрати, склала 11396,88 гривень.

Крім цього нами було розраховано термін окупності нашої системи при повному автономному режимі, який склав 3,7 року.

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						83
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВИСНОВОК

В ході виконання кваліфікаційної роботи магістра була розроблена автоматизована система освітлення пішохідними зонами. Завдяки даній системі можливо відмовитися від централізованого електропостачання на освітлення парків, алей та інших пішохідних зон. Дана система самостійно виробляє електроенергію на освітлення відповідних пішохідних зон і розроблена нами система режимів освітлення дозволить збільшити термін придатності її елементів. Режими які використовуються в системі, а саме кількість штучного освітлення повністю відповідають нормативним актам щодо вуличного освітлення. Розроблена система відповідає технічному завданню.

В ході аналіз, проектуванні та розробки даної системи було проведено експеримент та визначено якими приборами освітлення є найдоцільніше використання. Також було доведено, що автоматизована система з чергуванням режимів є доцільною для економії електроенергії, що є доцільним в зимовий період коли світловий день найменший.

В техніко-економічній частині було розраховано собівартість системи враховуючи її збирання, реалізації, монтаж та податки. Саме за допомогою цього нами було доведено, що дана система має доволі не високу ціну в порівнянні з конкурентами. Підрахунок закупівлі елементів був в роздріб, якщо займатися даною системою на юридичному рівні, а саме за допомогою підприємства і налагоджувати масове виробництво при закупівлі великими об'ємами складових ціна системи знижується.

Дана система працює повністю автоматично і автономно за розробленим нами алгоритмом. Відповідно до завдання в випускній кваліфікаційній роботі магістра було спроектовано та розроблено структурну, функціональну та принципову схему автоматизованої системи освітлення пішохідних зон. Також відповідно завданню було підібрано елементну базу та всі складові системи які є легкокодос-тупними на українському ринку.

Враховуючи все вище сказане, можна з впевненістю сказати, що розроблена нами автоматизована система освітлення пішохідних зон цілком задовольняє всі поставлені перед нами завдання в випускній кваліфікаційній роботі магістра.

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Фізика, електроніка, електротехніка ФЕЕ::2019. Матеріали та програма науково-технічної конференції. Наукове видання — Суми, Сумський державний університет, 2019.
2. Лобуренко Б.М., Випускна робота бакалавра на тему: «Пристрій керування вуличними освітленням» СумДУ 2019р.
3. Учебное пособие СІЕ и 4-й Симпозиум СІЕ по цвету и внешнему виду, 5-7 сентября 2016 г., Прага, Чешская Республика.
4. D.A. Shnayder, E.I. Krakhmalyov. STREET ILLUMINATION CONTROL SYSTEMS OF FLEXIBLE STRUCTURE: Стаття / Випуск 12, 2016
5. Освітлення міст: Навч. посібник. — Харків: ХНАМГ, 2018.— 221 с.
6. Международный светотехнический словарь (International lighting vocabulary). / Публикация МКО (СІЕ) 1.1.N17-(1970 Д. Н. Лазарева. — 3 изд. — М. : 1979. — 280 с.
7. Броне Д. А. Лесли Р. П. Интегрированные фонари верхнего света: комбинация естественного и искусственного освещения с целью энергосбережения// Свето-техника. - 2002. - №6. 137с.
8. Дж. Фрайден, Современные датчики. Справочник , МОСКВА, 2015, 587с
9. Philips, светодиодные освещение, справочник, принцип работы, преимущества и области применения / Philips— Solid-State Lighting Solutions, Inc, 2017. 156 стр.
10. А.Г.Дашковский. Расчет искусственного освещения. Томск: Изд-во ТПУ, 2008, 36 стр.
11. <http://norma.org.ua/document/legislation/law40/22.php>
12. <http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/27834/1/TPU167033.pdf>
13. <http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/41116/1/TPU415704.pdf>
14. <https://ledidea.com.ua/p219614443-avtonomnaya-sistema-osvescheniya.html>
15. <https://stolb.com.ua/ru/avtonomne-osvitlennya/>

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.190 ПЗ</i>	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК 1

```
int photo;
int evening_photo = 800;
int night_photo = 200;
int evening_dimmer = 64;
int night_dimmer = 128;
int dimmer_0percent = 0;
bool evening_state, night_state, sun_state ;
void setup() {
  DDRD = 0B11111111;
  DDRB = 0B111;
}
void analyzing () {
  photo = analogRead(A0);
  if (evening_photo * 0.9 > photo < evening_photo * 1.1) {
    evening_state = true;
    night_state = false;
    sun_state = false;
  } else if (night_photo * 0.8 > photo < night_photo * 1.2) {
    evening_state = false;
    night_state = true;
    sun_state = false;
  } else {
    evening_state = false;
    night_state = false;
    sun_state = true;
  }
}
void dimmer_state() {
  if (evening_state) {
    analogWrite(10, evening_dimmer);
  }
  if (night_state) {
```

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

```

    analogWrite(10, night_dimmer);
}
if (sun_state) {
    analogWrite(10, dimmer_0percent);
}
}
void check_subject() {
    for (int sensor = 5; sensor <= 9; sensor++) {
        if (digitalRead(sensor)) {
            digitalWrite(sensor-5, HIGH);
        }
    }
    for (int sensor = 5; sensor <= 9; sensor++) {
        if (!digitalRead(sensor)) {
            digitalWrite(sensor-5, LOW);
        }
    }
}
void loop() {
    analyzing();
    dimmer_state();
    check_subject();
}

```

ДОДАТОК 2

Автоматизація вуличного освітлення

Лобуренко Б.М., *студент*

Сумський державний університет, м. Суми

Зростання швидкості урбанізації міст викликає в свою чергу проблему освітлення вулиць, внаслідок чого виникають складнощі з кількістю використаної електроенергією. З року в рік використання енергії мегаполісами та звичайними містами становиться все більшим. На сьогодні проблема економії електроенергії є однією з найактуальніших у світі. Найбільш витратним в плані використання електроенергії в сучасних мегаполісах та містах є системи освітлення вулиць, доріг, житлових та нежитлових приміщень.

Розроблений нами проект націлений на вирішення проблеми електроспоживання системами освітлення вулиць та доріг шляхом оптимізації та раціоналізації використання електричної енергії вуличними ліхтарями.

Рішенням проблеми надвеликих енерговитрат є оптимізація використання електроенергії шляхом впровадження автоматизованої системи чергування режимів ранок-вечір-ніч в авторежимі в людних місцях, а в малолюдних, - робота ліхтаря в режимі 25% від максимальної потужності світлового потоку режиму ранок-вечір-ніч в разі відсутності рухомих об'єктів поблизу, а за появою об'єкту – збільшення потужності до 100% від потужності режиму та подальшим зменшенням після виходу з зони роботи.

Впровадження даної системи за попередніми підрахунками буде здатне зменшити енергоспоживання більше ніж на 30% порівняно з режимною роботою ліхтарів день-ніч, а також значного зменшення сумарних витрат на обслуговування та підтримку роботи освітлювальних систем.

Керівник: Протасова Т.О., старший викладач

					ЕлІТ 8.171.00.10.190 ПЗ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		