

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Боровський Денис Анатолійович

УДК 621.359.4

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Обґрунтування інформаційної системи адаптації вуличного освітлення
(тема роботи)

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Боровський Д.А.

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Гончаренко Юрій Павлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

к.т.н., доцент кафедри електрифікації,
автоматизації виробництва та інженерної екології

(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2023

АНОТАЦІЯ

Боровський Д.А. Обґрунтування інформаційної системи адаптації вуличного освітлення . Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

У роботі виконана розробка системи дистанційного керування, яка забезпечує виключення обслуговуючого персоналу з контуру управління освітленням, з урахуванням мінімізації людського фактору.

Ключові слова: інформаційна система, вуличне освітлення, адаптивна система.

ABSTRACT

Borovsky D.A. Justification of the information system of adaptation of street lighting. Qualifying work for obtaining a bachelor's degree in specialty 141 - Electric power, electrical engineering and electromechanics - Polish National University, Zhytomyr, 2023.

The work includes the development of a remote control system that ensures the exclusion of service personnel from the lighting control circuit, taking into account the minimization of the human factor.

Keywords: information system, street lighting, adaptive system.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯДОВО-АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	6
1.1 Проблеми та актуальність інформаційних систем у вуличному освітленні	6
1.2 Огляд статей в області вуличного освітлення	7
1.3 Огляд існуючих інформаційних продуктів для вуличного освітлення	17
1.3.1 Система управління вуличним освітленням АСУЗО «СВІТЛО»	17
1.3.2 Система АСУЗО «Піраміда»	18
1.3.3 Система АСУЗО «Геліос»	19
Висновки по розділу 1	21
РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ АДАПТАЦІЇ ВУЛИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ	22
2.1 Виявлення функціональних вимог до системи	22
2.2 Формалізація функціональних вимог до системи	23
2.2.1 Діаграма варіантів використання	23
2.2.2 Діаграма діяльності системи адаптації	24
2.2.3 Вимоги до безпеки та якості функціонування	26
Висновки по розділу 2	26
РОЗДІЛ 3 ОБГРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ	27
3.1. Вимоги до структури та функціонуванню інформаційної системи	27
3.2 Створення реляційної бази даних	30
3.3 Технічні засоби та програмне забезпечення	32
3.4 Схема керування системою адаптації вуличного освітлення	33
Висновки за розділом 3	36
ВИСНОВКИ	37
СПИСОК СКОРОЧЕНЬ	37
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	39

ВСТУП

У останнє час велику популярність набирає розробка, автоматизованих систем в різних сферах діяльності. Системи вуличного освітлення є винятком. Вони активно автоматизуються і впроваджуються інформаційні системи (ІС).

На сьогоднішній день існує 3 методи управління вуличним освітленням: ручне керування, дистанційне керування, автоматичне керування.

Затребуваність даної системи на ринку підтверджує актуальність їх розробки та впровадження.

Актуальністю обраною теми є розробка системи дистанційного керування, що забезпечує виключення обслуговуючого персоналу з контуру управління освітленням, а також мінімізування людського фактора.

У том числі актуальність і практичний аспект теми роботи пов'язані з тим, що зараз у Красноярську цього року оновлюють мережі вуличного освітлення майже во всіх районах. Також подібні системи автоматизації допомагають більше ефективно і економічно використовувати енергетичні ресурси.

У рамках даної роботи буде описаний проект інформаційної системи адаптації вуличного освітлення.

Ціль роботи полягає в створенні проекту інформаційної системи адаптації вуличного освітлення.

Інформаційна система призначена для:

- моніторингу показників мереж освітлення;
- можливості відстеження частоти поломок в різні періоди року;
- можливості складання звіту о показниках системи за вказаний диспетчером проміжок часу.

Для досягнення поставленою цілі необхідно вирішити наступні

завдання:

1. Огляд і аналіз предметний області і програмного забезпечення в області вуличного освітлення.
2. Формування вимог до проєктованої системі.
3. Проєктування інформаційної системи адаптації вуличного освітлення.

Перелік публікацій автора за темою дослідження:

Боровський Д.В. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПРОДУКТІВ ДЛЯ ВУЛИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ

Матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики «НАУКОВІ ЧИТАННЯ – 2023», 01.05.2023, Житомир, Україна.
С. 64-68

Гончаренко Ю.П., Боровський Д.В. ОБГРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ВУЛИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ

Матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики «НАУКОВІ ЧИТАННЯ – 2023», 01.05.2023, Житомир, Україна.
С. 77-80

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯДОВО-АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Проблеми та актуальність інформаційних систем у вуличному освітленні

Значний відсоток бюджетних коштів на енергоспоживання будь-якого муніципалітету складають витрати на вуличне освітлення, яке включає у собі: освітлення міських вулиць, автостоянок, архітектурну підсвічування міських об'єктів, світлову рекламу, об'єкти дорожнього господарства (світлофори, дорожні знаки). Основне призначення вуличного освітлення: підтримка безпеки дорожнього руху, комфорт проживання громадян, зниження рівня криміногенної обстановки. Це зумовлює необхідність постійною роботи такого освітлення, що наводить до збільшення витрат і ускладнення способів його економії. Згідно статистика, в містах середніх розмірів приблизно 35-40% від загальної витрати електроенергії витрачається на функціональне освітлення вулиці інших територій [1].

Стоїть відзначити, що по різних джерел на вуличне освітлення припадає від 20 до 40% загального обсягу споживання електроенергії. У цію зв'язку для підвищення енергоефективності вуличного освітлення в умовах безперервного зростання цін на електроенергію стає актуальною завдання розвитку інноваційних технологій в даної сфери.

Питання ефективного використання енергоресурсів у Росії стоїть дуже гостро, і з кожним роком ситуація продовжує посилюватися, що суттєво гальмує Вступ в експлуатацію нових промислових об'єктів, житла і об'єктів інженерної інфраструктури. Кардинальним кроком у напрямі підвищення енергоефективності є прийняття в 2022 році Закону України «Про енергетичну ефективність» [16].

У справжнє час, місця масового перебування населення в муніципальних утвореннях не відповідають сучасним вимогам, що обумовлено фізичним і моральним зносом використовуваного обладнання в значною ступеня випереджаючого темпи його реконструкції та модернізації. Результати

проведеного аналізу стану розподільних мереж зовнішнього освітлення окремих муніципальних утворень показали, що їх знос у середньому становить приблизно 70%. Крім цього во багатьох муніципалітетах наявний парк світильників складається з застарілих конструкцій, використовують низькоефективні лампи розжарювання та ртутні лампи.

Одним із основних факторів підвищення ефективності використання електричної енергії на вуличне освітлення є впровадження сучасних автоматизованих систем диспетчерського управління з перспективою послідовного впровадження нових висоефективних регульованих джерел світла з урахуванням світлодіодів[3].

Згідно вимогам нормативних документів[17] при управлінні вуличним освітленням нічний час допускається зниження рівня інтенсивності вуличного освітлення шляхом виключення до половини світильників, або без відключення світильників з допомогою регуляторів світлового потоку до рівня не нижче 50% від зовнішнього, що нормується освітлення. Також допускається з метою отримання додатковою економії електроенергії в вечірне і ранковий темне час дїб знижувати рівень освітлення: на 30% при зменшенні інтенсивності руху до 1/3 максимальної величини; на 50% при зменшенні інтенсивності до 1/5 максимальної величини.

Оптимальним рішенням проблеми, враховує технічний, економічний та екологічний фактори, є автоматизація системи освітлення шляхом розробки інформаційної системи для управління ліхтарями вуличного освітлення, яка буде підлаштовуватися під поточний попит на інтенсивність вуличного освітлення, то є буде адаптуватися під зовнішні умови

1.2 Огляд статей в області вуличного освітлення

У науковій статті 2010 року «Підхід до побудови адаптивних систем управління вуличним освітленням» представлена двома авторами: Шнайдер Д.А та Крохмальов Є.І, автори розглядають підхід до побудови структури

адаптивних систем вуличного освітлення на основі натрієвих і світлодіодних джерел освітлення в комплексі з автоматизованою системою диспетчерського управління вуличним освітленням.

Автори пропонують принцип, при якому автоматизована система повинна забезпечувати зниження рівня освітленості в нічні години, а також в сутінкове час з обліком інтенсивності руху, визначається на основі статистичних даних або шляхом інтеграції з системами відеоспостереження. Корекція часу увімкнення та відключення освітлення при цьому в залежності від погодних умов повинна проводитися при допомозі групи територіально розподілених фотореле[3].

У системі, пропонованій авторами важливо відзначити наступні позитивні особливості:

- враховується інтенсивність руху на різних ділянках дороги внічний час;
- корекція часу включення та відключення освітлення в залежності від погодних умов;
- автори пропонують досить нову на той момент систему управління освітленням.

Однак серйозною проблемою даного підходу є неточність статистичних даних зібраних для дослідження інтенсивності дорожнього руху на різних ділянках. Якщо не використовуються статистичні дані, то пропонується інтеграція з системами відеоспостереження. У випадку відеоспостереження з'являється інша проблема, а саме юридичні проблеми, пов'язані з інтеграцією подібних систем, а також обмеження, викликані тим, що не на всіх ділянках дороги є системи відеоспостереження.

У науковій статті 2011 року «Підхід до проведення енергетичної паспортизації систем вуличного освітлення з використанням коштів автоматизації» представленою Крохмальовим Є.І, автор розглядає підхід до проведення енергетичного аудиту і паспортизації систем вуличного

освітлення, а також критерії оцінки енергетичної ефективності. Щодо до системам вуличного освітлення в статті виділяють наступні показники:

- фактичне річне споживання активною енергії освітлювальними установками, кВт · ч;
- нормативне річне споживання, кВт.год(де норма споживання встановлюється окремо для різних типів світильників в відповідно зі ДБН В.2.5-28-2018);
- час напрацювання на відмова;
- рівні освітленості в різних частинах системи освітлення;
- значення температур світлодіодних світильників.

Підсумком порівняльного аналізу фактичних і нормативних показниками є перелік конкретних заходів, спрямованих на підвищення енергетичної ефективності системи освітлення в цілому[2].

У цій статті автор пропонує систему енергетичного аудиту та паспортизації систем вуличного освітлення, що допоможе вибудувати стратегію розвитку систем вуличного освітлення, шляхом отримання статистичних даних про систему.

У статті 2013 року, з матеріалів конференції «Автоматизована система управління вуличним освітленням Харківа», представленою Леонова Ю.В., автор розглядає систему управління вуличним освітленням Новосибірська, яка здійснює передачу інформації о стані обладнання ліній міського освітлення в вигляді GPRS -трафіку. на рисунку 1, представлені рівні функціонування системи управління вуличним освітлення.



Рисунок 1 – Рівні функціонування системи

Система забезпечує:

- виконання річного графіка пофазного увімкнення/вимкнення вуличного освітлення з організацією нічного режиму освітлення;
- можливість встановлення режимів увімкнення/вимкнення вуличного освітлення (автоматичного, ручного - по команді з диспетчерського пульта);
- облік спожитою електроенергії на основі свідчень лічильників;
- функцію охорони обладнання;
- захист від короткого замикання з можливістю установки для кожного об'єкта мінімальних струмів та напруг по кожній фазі для спрацьовування захисту;
- можливість зміни графіків освітлення та параметрів нічного режиму по команді з диспетчерського пункту або на місці з допомогою програматора;
- передачу всією інформації о стані обладнання на центральний диспетчерський пункт;
- збереження отриманих даних в базі даних архіву[4].

У представленою системі управління освітленням Виготовляється за рахунок річного графіка пофазного увімкнення/вимкнення вуличного освітлення. Важливим плюсом є можливість зміни графіків освітлення і параметрів нічного режиму по команді з диспетчерського пункту або на місці з допомогою програматора.

У статті 2014 року «Інтелектуальна система вуличного освітлення», представленою Олексієвим П.П., в зв'язку з низьким якістю міських мереж освітлення, автор пропонує створення інтелектуальної системи для управління ліхтарями вуличного освітлення. на Малюнку 2, представлена схема роботи системи висвітлення.

У перелік основних функцій системи Алексєєв, що розробляється П.П. включає:

- автоматичне прийняття рішень про роботу ламп, ґрунтуючись на показання датчиків;
- віддалене зниження потужності світильника в неінтенсивне час;
- автоматичну діагностику обладнання з передачею даних у диспетчерську;
- передачу сигналів по GSM мережам або супутниковій системі GPRS ;
- можливість гнучкого управління, включаючи кожен окремий світильник в відповідно з аналізом отриманих даних від кожною лампи;
- оперативне оповіщення сервісного центру у разі виникнення позаштатний ситуації на об'єкті.

У поданій автором системі освітлення, економія відбудеться за рахунок:

- використання вдосконалених світильників (датчики дозволять визначати ступінь природного освітлення, і в відповідно з цим регулювати інтенсивність світла світильників.);
- суттєвого зменшення витрат на обслуговування (таке регулювання освітлення не тільки значно знижує витрата енергоспоживання, але й

продовжує термін служби світильників та скорочує витрати на їх ремонт);

- автоматизованою, автономною системи управління(контролювати Усе функції система буде автономно, що скорочує необхідність в періодичному обході ліній освітлення інженерами) [1].

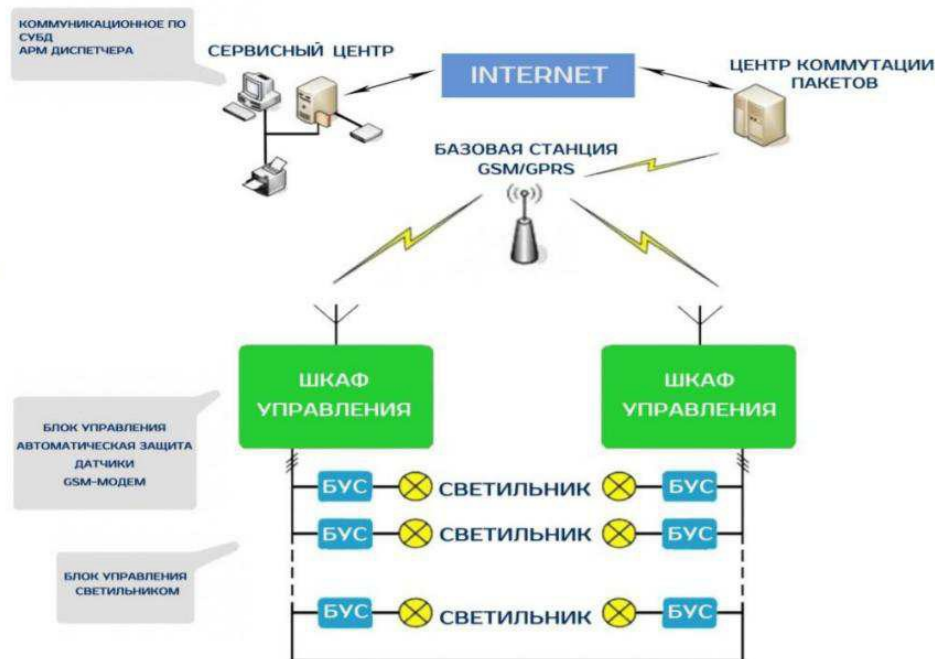


Рисунок 2 - Схема роботи системи освітлення

Важливою перевагою запропонованої системи є автоматична діагностика обладнання з передачею даних в диспетчерську, а як результат оперативне оповіщення сервісного центру в випадку виникнення позаштатної ситуації.

У статті 2017 року, з збірки праць конференції Вологодського державного університету «Адаптивна система управління вуличної світлоцвітним середовищем», представленою чотирма авторами з Волинського державного університету: Андрєєвим О.М. Бурцевим А.В, Водовозовим А.М. і Колесніченка Д.А., автори зазначають, що на сьогодні не створено системи управління вуличним освітленням з можливістю встановлення діапазонів по видимості та за рівнями зорової завдання з обліком розподілу яскравості і кольоровості використовуваних

освітлювальних пристроїв.

Також в статті зазначається, що Основний характеристикою, визначальною якістю системи освітлення, вважається видимість. У зв'язку з цим актуальним на сьогодні завданням є створення адаптивної системи для керування вуличним освітленням, що здійснює зміну спектру кожного світильника таким чином, щоб забезпечити задану видимість об'єктів в зоні дії системи. державного університету

У статті 2017 року, «Адаптивна система управління вуличної світлокольоровим середовищем», представленої: Андрєєвим О.М. Бурцевим А.В, Водовозовим А.М. і Колесніченка Д.А., автори зазначають, що на сьогодні не створено системи управління вуличним освітленням з можливістю встановлення діапазонів по видимості та за рівнями зорової завдання з обліком розподілу яскравості і кольоровості використовуваних освітлювальних пристроїв.

Також в статті зазначається, що Основний характеристикою, визначальною якістю системи освітлення, вважається видимість. У зв'язку з цим актуальним на сьогодні завданням є створення адаптивної системи для керування вуличним освітленням, що здійснює зміну спектру кожного світильника таким чином, щоб забезпечити задану видимість об'єктів в зоні дії системи.

Пропонується створення адаптивної системи управління вуличної світлоцвітє середовище, яке змінює спектр джерела для забезпечення заданою видимості об'єктів в зоні дії системи. У запропонованій системі колір джерела світла формується по критерієм максимуму відбитого світлового потоку. Адаптація кольори джерела світла по названому критерію забезпечує максимальну видимість об'єкта, ніж у зокрема забезпечується підвищення рівня безпеки пішоходів на нерегульованих пішохідних переходах [5].

У цій статті представлений кардинально новий підхід до управління освітленням, а саме керування кольірним спектром кожного світильника

для забезпечення найкращої видимості у заданій зоні дії системи, тим самим забезпечується підвищення рівня безпеки на дороги. Однак не описано, як вплине подібний підхід на витрату енергоресурсу, що може викликати серйозні труднощі для повсюдного впровадження даної системи.

У статті 2018 року, з збірки 17 міжнародною науково-практичній конференції «Інтелектуальна система контролю вуличного освітлення», представленою Бобковим В.Д. з Національного дослідницького університету (МІЕТ), автором описується сучасне освітлення, яке не є оптимальним розв'язанням задачі зниження енергоспоживання, оскільки вони не враховують поточний попит на інтенсивність висвітлення. У зв'язку з цим автор пропонує створення нової системи управління освітленням яка буде мати великі переваги перед сучасними рішеннями. Наприклад, багато переваги будуть викликані з урахуванням погодних умов на даний момент часу, наприклад, туман, дощ і т. д. У разі освітлення яскравого місяця в нічний час, інтенсивність освітлення ламп може бути нижче, що зменшить енергію споживання та витрати.

Розробка таких систем також можлива через постійного підвищення ефективності світильників і ламп, особливо в зв'язку з реалізацією електронних пристроїв, які забезпечують адаптивне управління вуличним освітленням для автомобілістів і пішоходів. У результаті повинна з'явитися система управління освітленням, яка працюватиме, враховуючи прогноз погоди, поточну освітленість і поточний попит на освітленість [6].

Головною проблемою в даній статті, є облік прогнозу погоди для управління вуличним освітленням, оскільки часто прогноз метеоцентру не збігається з дійсністю, а в цьому випадку можливе виникнення аварійних ситуацій на дорогах через невідповідності рівня освітлення поточному попиту на нього інтенсивність.

У науковій статті 2018 року, «Основні напрямки інноваційного розвитку в системах вуличного освітлення», представленої Макарової

І.М., автор описує дії, прийняті для розвитку систем вуличного освітлення в містах України. Так, автором зазначається, що нині особливо гостро стоїть питання розвитку малих міст, яких в Росії налічується близько 750 із 15 000 муніципальних утворень. Малий місто являє собою районний центр республіканського, крайового або обласного підпорядкування з чисельністю населення менше ніж п'ятдесят тисяч людина. В умовах переходу країни до нових економічних та соціальних умов у таких міст з'явилося багато проблем, пов'язаних зі спадом виробництва, закриття заводів і т.д. Незважаючи на це, малі та середні міста займають важливе місце у багатьох сферах життя країни.

Перехід на якісно новий рівень енергоефективного освітлення диктується не тільки потребами економіки Росії, але і турботою про екологію та здоров'я жителів нашої країни. Питання покращення енергетичної ефективності визначено Постановою уряду № 898 від 28.08.2015р. "Про придбання ламп з нормами напруги 220В". Серед всіх систем освітлення кращою є світлодіодна система, що обумовлено суттєвою економією електроенергії і відсутністю необхідності в частому проведенні її обслуговування в силу їх надійності і тривалою експлуатації освітлювальних приладів. А при установці системи обліку і контролю вуличного освітлення (АСКУЕ) у Замовника з'являється порожній контроль графіка і споживання енергоресурсів, але ця система є найбільш витратною.

Загальна послідовність дій держави у сфері підтримки мономіст було представлено наприкінці 2009 р., відповідно до якої програма урядових заходів орієнтується на диверсифікацію економіки мономіст та мінімізації їх економічної залежності від містоутворюючих підприємств. Метою модернізації таких міст є формування нових виробництв, підвищення якості та рівня життя його населення.

В даний час, як зазначалося раніше, місця масового перебування населення у муніципальних утвореннях не відповідають сучасним

вимогам, що обумовлено фізичним і моральним зносом використовуваного обладнання значною мірою випереджає темпи його реконструкції і модернізації. Результати проведеного аналізу стану розподільчих мереж зовнішнього освітлення окремих муніципальних утворень показали, що їх знос у середньому становить приблизно 70%, що не відповідає вимогам ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення». Впровадження інноваційних рішень вимагає суттєвих фінансових вкладень, які поточною економіці більшості муніципалітетів складно реалізувати за рахунок власні кошти. Одним із способів вирішення даної проблеми може стати використання державно-приватного партнерства (ГПП). Це партнерство оформляється юридично на певний термін та передбачає об'єднання ресурсів та розподіл ризиків між публічним та приватним партнерами. Починаючи з 2010 року в відповідність зі ст. 24 № 261 державні і муніципальні установи зобов'язані скоротити об'єм споживання води, палива, природного газу, теплової енергії в протягом п'яти років.

Згідно листа Мінфіну від 30.12.2010 № 02-03-06/5448 2011 року ці вимоги поширилися на усі державні (муніципальні) установи: казенні, бюджетні, автономні [7].

У останньої розглянутою статті описані основні заходи держави, вжиті для розвитку в області освітлення. Як показує практика, дані заходи значно підвищують енергоефективність мереж вуличного освітлення, а також підвищують рівень безпеки дорожнього руху.

В результаті розгляду наукових статей, присвячених управлінню вуличним освітленням, можна, можливо зробити висновок, що з 2010 року і до сьогоднішнього дня системи управління вуличним освітленням сильно просунулися вперед в своєму розвитку, однак по цей день залишається безліч регіонів, де за останні 10 років принципи управління освітленням ніяк не змінилися, що призводить до безлічі ДТП, а також великим фінансовим втратам в зв'язку з низькою енергоефективністю

використовуваних систем.

Важливим кроком у розвитку систем управління вуличним освітленням, є поява і розвиток світлодіодного обладнання, а також усвідомлення необхідності створення інформаційних систем у цій сфері. Також почали з'являтися системи враховують поточний попит на інтенсивність освітлення, системи стали враховувати погодні умови і інтенсивність дорожнього руху, поява можливості ведення автоматизованого збору даних о стан системи.

Однак у зв'язку з обширними територіями України постає проблема того, що окремі суб'єкти країни займаються модернізацією мереж вуличного освітлення різними способами і часто не мають достатнього ресурсу для проведення модернізації, у зв'язку з чим управління окремих суб'єктів вимушено залучати сторонні приватні інвестиції.

1.3 Огляд існуючих інформаційних продуктів для вуличного освітлення

Торкаючись теми актуальності рішення завдання ефективного використання енергоресурсів, не можна не взяти до уваги сформовану конкурентну ситуацію на ринку інформаційних технологій систем управління освітленням, орієнтовані на роботу в сфері вуличного освітлення. Нижче представлений огляд інформаційних продуктів представлених на ринку.

1.3.1 Система управління вуличним освітленням АСУЗО «СВІТЛО»

Інформаційна система управління вуличним освітленням яка розроблена компанією « Тайм Системс », використовується різними виробничими компаніями з великими виробничими територіями, а також деякими компаніями, обслуговуючими міські мережі освітлення. Одна з основних завдань виконувана АСУЗО «СВІТЛО» це - підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів.

Система дозволяє отримувати повну картину поточного споживання енергетичних ресурсів. Останнє є ключовою функцією, яка дозволяє розробити стратегію енергетичного менеджменту. Нижче на рисунку 3,

представлений інтерфейс АСУЗО «СВІТЛО».

Управління включенням відключенням ліній освітлення здійснюється в наступних режимах:

- по заданому графіку;
- за обчисленим часом сходу/заходу залежно від географічного місця розташування сегмента освітлення;
- ручний режим [10].

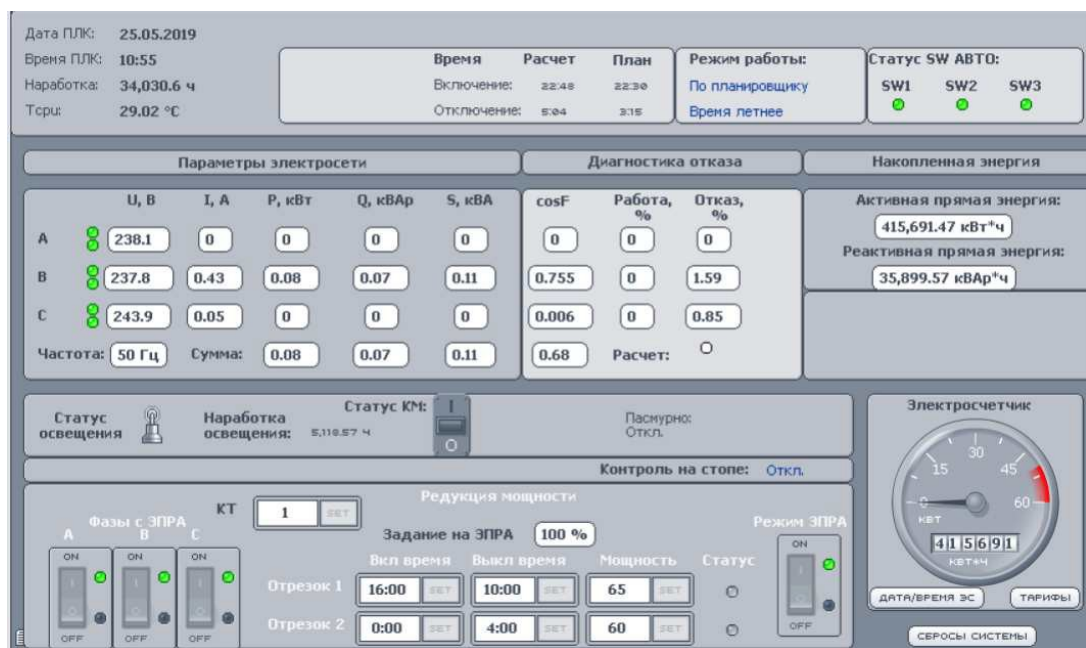


Рисунок 3 – Інтерфейс АСУЗО «СВІТЛО»

1.3.2 Система АСУЗО «Піраміда»

Інформаційна система управління вуличним освітленням АСУЗО «Піраміда» розроблена АТ ДК «Системи та Технології». Система є апаратно-програмним комплексом, основними складовими якого є шафи управління освітленням та програмне забезпечення центру диспетчеризації «Піраміда 2000. АСУЗО». Система використовується різними торговими центрами та виробничими компаніями.

Система дозволяє створити єдиний диспетчерський пункт управління зовнішнім освітленням, виконувати програми енергопостачання та оцінювати їхню ефективність. Нижче на рисунку 4 представлений інтерфейс АСУЗО "Піраміда".

Основні характеристики та функціональні особливості:

- дистанційне, автоматизоване та автоматичне керування включенням та відключенням ліній освітлення (річний графік з можливістю внесення поправок);
- довготривале зберігання інформації про енергоспоживання та аварії;
- розрахунок обсягу ламп, що перегоріли, у відсотковому та кількісному уявленнях;
- оповіщення про аварійні ситуації на екранних диспетчерських формах з можливістю дублювання повідомлень електронною поштою та SMS [12].

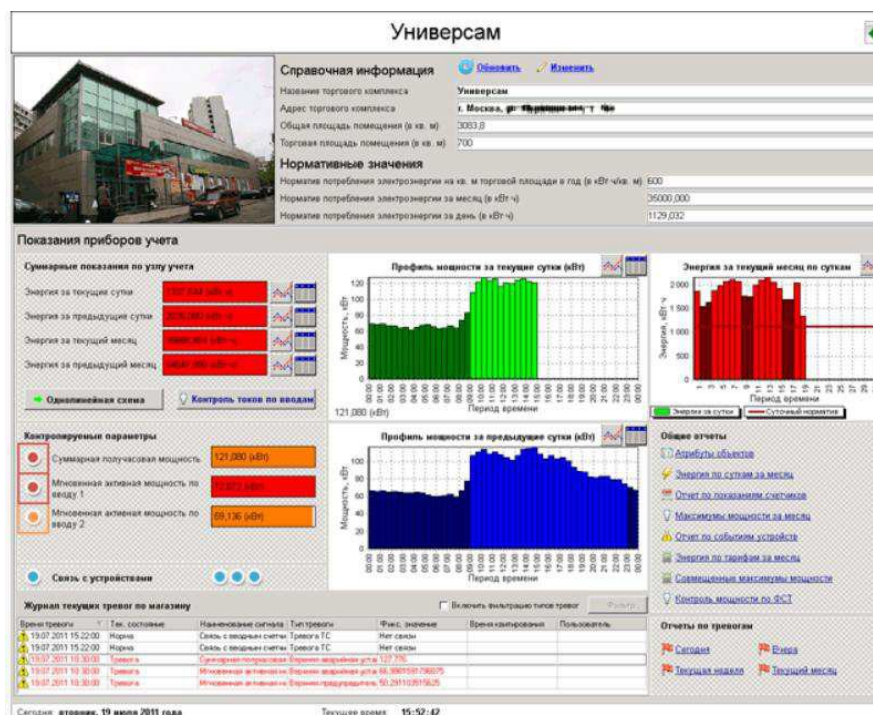


Рисунок 4 – Інтерфейс АСУЗО «Піраміда»

1.3.3 Система АСУЗО «Геліос»

Автоматизована система управління зовнішнім освітленням «Геліос» розроблено на базі технічних рішень Інституту високих технологій Вінницького університету. При створенні «Геліоса» фахівці інституту успішно реалізували технології дистанційного керування зовнішнім освітленням по каналах GSM режими SMS/GPRS або з використанням технології Ethernet. Система представлена у вигляді веб-додатку.

Підприємствам комунальної сфери, електричних мереж, промисловим підприємствам, міським та сільським муніципальним утворенням застосування системи «Геліос» дозволяє організувати автоматичне централізоване керування зовнішнім освітленням. Система забезпечує організацію управління об'єктами зовнішнього освітлення, постійний контроль за станом об'єктів вуличного освітлення та облік енергоспоживання. Нижче рисунку 5 представлений інтерфейс системи.

Функціональні особливості:

- можливість керування об'єктами за розкладом або за командою диспетчера;
- можливість планування включення освітлення згідно із затвердженим графіком, або з прив'язкою до сонячного календаря;
- повне адресне керування режимами увімкнення/вимкнення кожного світильника;
- керування потужністю роботи ламп (димування);
- адресне діагностування стану ламп, вибіркове відключення окремих територій висвітлення з диспетчерського пункту [11].

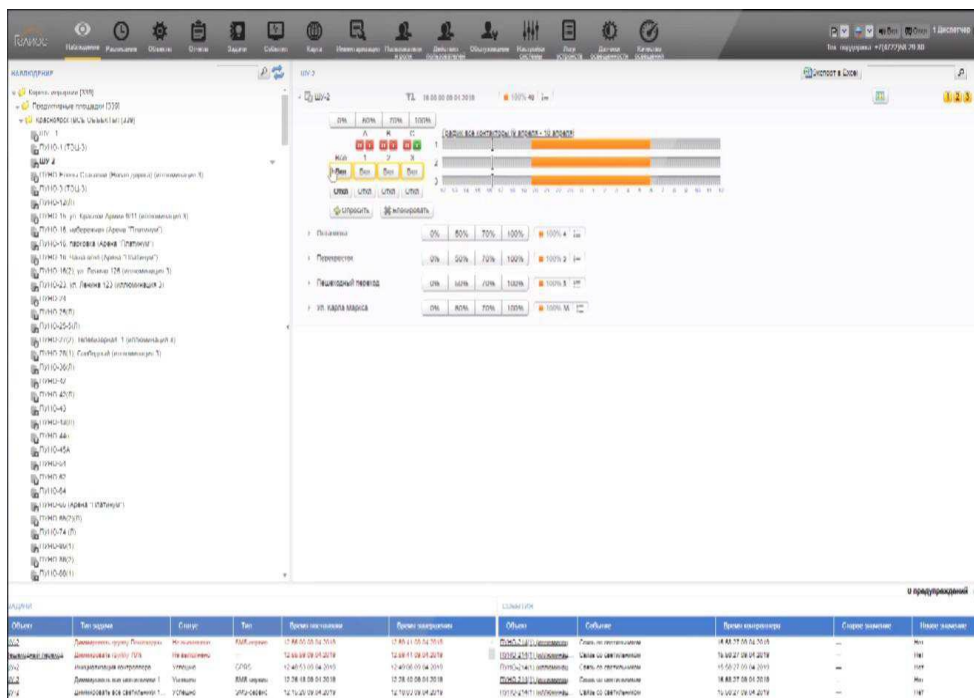


Рисунок 5 – Інтерфейс АСУЗО «Геліос»

Висновок за розділом 1

У цьому розділі було виявлено проблему інформаційних систем вуличного висвітлення, також виявлено показники, які зміняться при своєчасному і грамотному впровадженні інформаційного забезпечення для підприємства.

Розглянувши 3 існуючі інформаційні системи АСУЗО, можна дійти невтішного висновку, що це системи мають одне загальне обмеження: де вони враховують фактичний поточний попит на інтенсивність висвітлення.

Проведено огляд наукових статей, у яких розглянуто різні підходи до вдосконалення систем керування вуличним освітленням. Інформаційні продукти все частіше знаходять застосування у сфері енергопостачання, а підходи до управління освітленням удосконалюються. Цілі та програми Міністерства палива та енергетики України демонструють інтерес до розвитку інформаційних продуктів у галузі вуличного освітлення.

У результаті першого розділу було вирішено перше завдання роботи – огляд та аналіз предметної галузі та програмного забезпечення у галузі вуличного освітлення.

У другому розділі необхідно виявити вимоги до проектованої системи

РОЗДІЛ 2

ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ АДАПТАЦІЇ ВУЛИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ

Для виконання завдання необхідно виявити функціональні вимоги до системи, розробити схему роботи системи адаптації вуличного освітлення, алгоритм роботи димування, алгоритм роботи програмного забезпечення, діаграму варіантів використання, діаграми діяльності, а також розробити модель реляційної бази даних.

Головним користувачем системи управління вуличним освітленням є диспетчер, який відстежує показники системи, складає звіти по роботі системи, а також вживає заходів до оперативного усунення поломок у мережах вуличного освітлення.

2.1 Виявлення функціональних вимог до системи

Функціональні вимоги - положення про фрагмент необхідної функціональності або поведінки, які система проявляє за певних умов.

Під функцією системи мається на увазі сукупність дій, спрямовану на досягнення певної мети чи аспект певного поведінки системи.

Система повинна забезпечувати такі функції:

- відображення карти району, що обслуговується;
- відображення світлодіодного обладнання та шафи керування на карті;

Дані функції дозволять диспетчеру точніше вказувати місця несправності та спрямовувати ремонтну бригаду, що дозволить у найкоротші терміни усувати несправності.

- відображення системного часу;
- відображення встановленого в даний час рівня яскравості;
- відображення кількості спожитої електроенергії за останню годину;
- можливість складання звіту про стан системи за вибраний диспетчером проміжок часу;
- можливість конвертувати отриманий звіт у формат pdf або doc;

- модуль, який описує роботу інформаційної системи;
- система працює як у автоматичному, так і в ручному режимах керування.

2.2 Формалізація функціональних вимог до системи

Центральним елементом діяльності, що веде до створення першокласного програмного забезпечення є моделювання. Моделі дозволяють нам наочно продемонструвати бажану структуру та поведінку системи. Моделі допомагають досягти кращого розуміння створюваної нами системи, що часто призводить до її спрощення та забезпечує можливість повторного використання. Зрештою, моделі потрібні для мінімізації ризику.

Модель – це креслення системи: до неї може входити як детальний план, і більш абстрактне уявлення системи.

В даний час при проектуванні інформаційних систем успішно застосовується візуальне моделювання за допомогою уніфікованої мови моделювання (UML).

Уніфікована мова моделювання (Unified Modeling Language – UML) – це стандартний інструмент розробки «креслень» програмного забезпечення. Його можна використовувати для візуалізації, специфікації, конструювання та документування артефактів програмних систем [9].

2.2.1 Діаграма варіантів використання

На першому етапі розробки інформаційної системи (розділ 2.2) було сформульовано функціональні вимоги. У мові UML для формалізації функціональних вимог використовуються діаграми варіантів використання. Діаграма варіантів використання – це вихідна концептуальна модель системи у процесі її проектування. Вона демонструє та показує набір варіантів використання та дійових осіб, а також їх зв'язки. Ця діаграма важлива для організації та моделювання поведінки системи (рисунок 6).

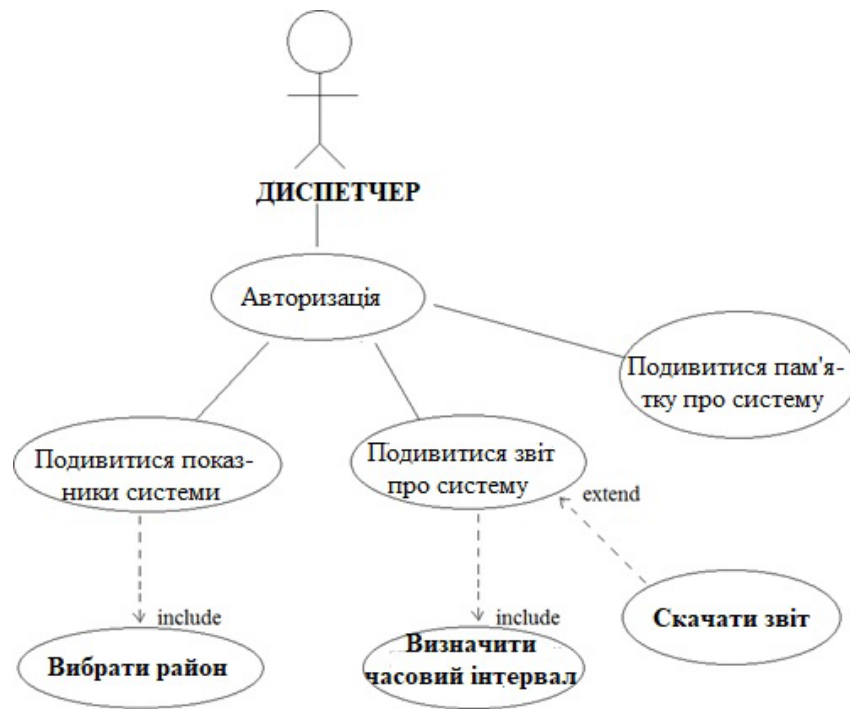


Рисунок 6 – Діаграма варіантів використання системи

Діаграма варіантів використання інформаційної системи адаптації вуличного освітлення представлені рисунку 1. Діючі особи представлені як фігурок. Варіанти використання (ВВ) зображуються як еліпсів. Діючі особи з'єднуються з ВВ, із якими взаємодіють, з допомогою ліній. З цією системою взаємодіє один тип користувачів: диспетчер. Диспетчеру доступні всі варіанти використання системи. Диспетчер є ініціатором варіантів використання «Авторизуватися», «Подивитися показники системи», «Подивитися звіт про систему» та «Подивитися пам'ятку про систему».

2.2.2 Діаграма діяльності системи адаптації

Для наочності аналізу потоку подій у конкретному варіанті використання задіюється діаграма діяльності. Діаграма діяльності (activity diagram) показує структуру процесу чи інших обчислень як покроковий потік управління та даних [9].

Потік подій починається, коли система відображає перший у списку район, що обслуговується. Користувач натискає на список районів, що випадає. Система виводить список усіх доступних районів, які обслуговує компанія. Система надає карту обраного району за його показниками.

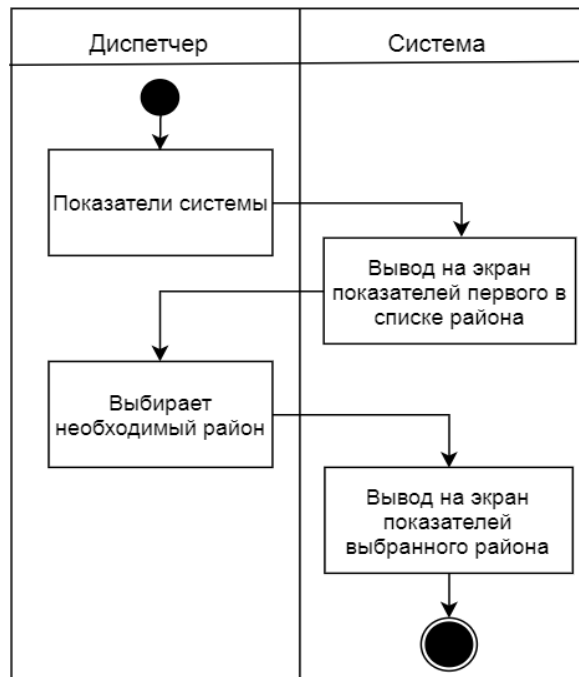


Рисунок 7 – Діаграма діяльності «Перегляд показників системи»

Діаграма діяльності, зображена на рисунку 3, визначає потік подій «Звіт про систему». Внаслідок виконання послідовності станів система виведе на екран дані про систему за вказаний проміжок часу. Надалі сформує звіт та збереже його у форматі doc. Об'єктами є диспетчер та система.

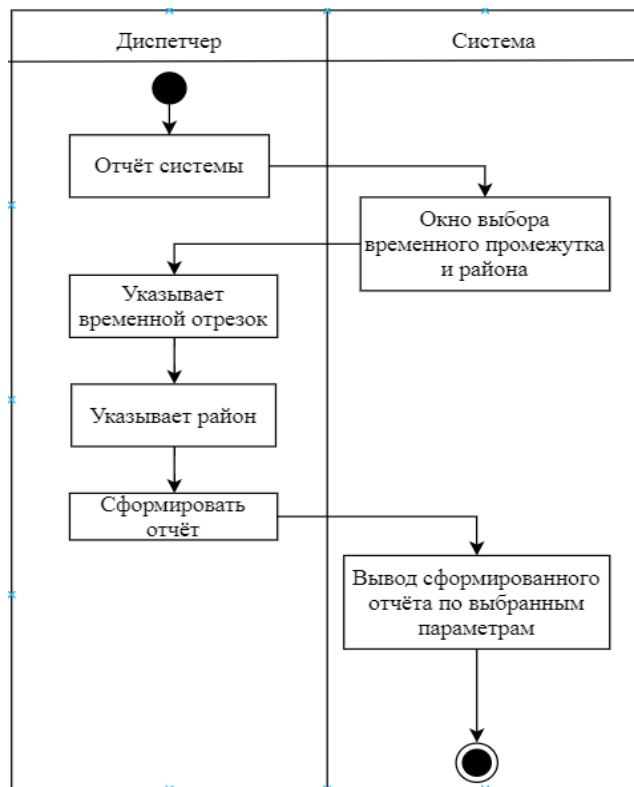


Рисунок 8 – Діаграма діяльності «Звіт системи»

2.2.3 Вимоги до безпеки та якості функціонування

Функціонал системи безпеки повинен забезпечувати:

- ідентифікацію користувача;
- блокування вибору паролів.

Вимоги якості:

- Система має стійко функціонувати за наявності помилок у вхідних даних.
- Система повинна контролювати повноту, коректність і несуперечність вхідних даних.
- В систему передбачена реалізація короткої анотації, що описує роботу системи та інтерфейсу.

Усі дані в системі описуються відповідно до ДСТУ 2709-94.

2.2.4 Вимоги до лінгвістичного забезпечення

Для реалізації програмного продукту використовується об'єктно-орієнтована мова програмування C++.

Все прикладне програмне забезпечення системи для взаємодії з користувачем використовує російську мову.

Введення/виведення даних здійснюється як російською, так і англійською мовою.

Висновки за розділом 2

У другому розділі були описані процеси проектування для системи адаптації вуличного освітлення .

Сформульовано функціональні вимоги. Виявлені функціональні вимоги широко використовуються в системах, що належать до різних сфер діяльності і склалися з урахуванням аналізу вивчених наукових статей у сфері управління вуличним освітленням.

Побудовано діаграми варіантів використання та діаграми діяльності, створено модель реляційної бази даних, на основі виявлених функціональних вимог.

Виявлено вимоги якості, визначено географія використання, визначено структуру, також виявлено вимоги якості.

РОЗДІЛ 3

ОБГРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

3.1. Вимоги до структури та функціонуванню інформаційної системи

Інформаційна система складається з таких компонентів: авторизація, головна сторінка, звіт про систему за вказаний період часу, формування звіту у форматах doc та pdf, інструкція, яка описує роботу програми «Про програму»

Головна сторінка показує поточний стан системи і призначена для моніторингу показників зазначеного району. Нижче на рисунку 9 схематично представлений інтерфейс цього вікна.

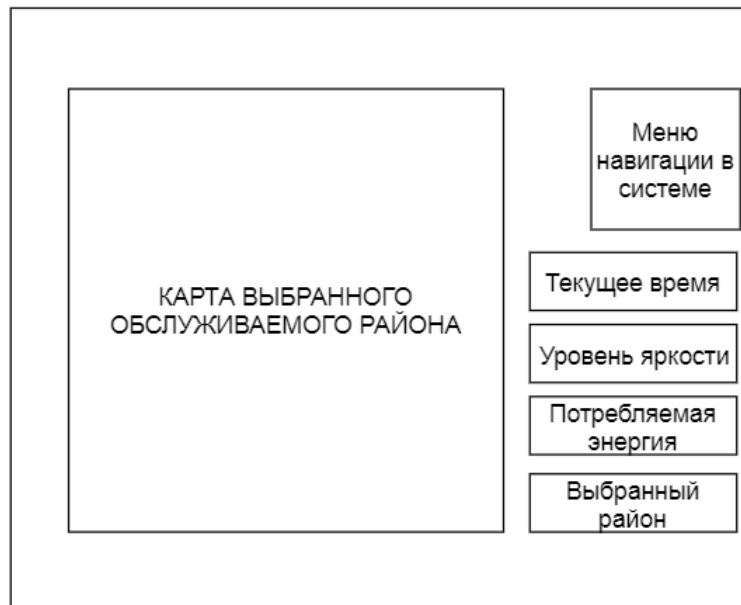


Рисунок 9 – Модель інтерфейсу модуля головної сторінки

Авторизація

Диспетчер вводить логін (номер телефону) та пароль, після чого натискає кнопку увійти. Нижче малюнку 10 схематично представлений інтерфейс даного вікна. Модуль авторизації в системі необхідний для обмеження доступу до системи та забезпечення захисту від несанкціонованого доступу.



Рисунок 10 - Модель інтерфейсу модуля авторизації

Звіт про систему за вказаний період часу

Диспетчер вводить дати і район, що обслуговується, в результаті чого система формує і виводить на екран запитовану інформацію про систему. Нижче малюнку 11 схематично представлений інтерфейс даного вікна.

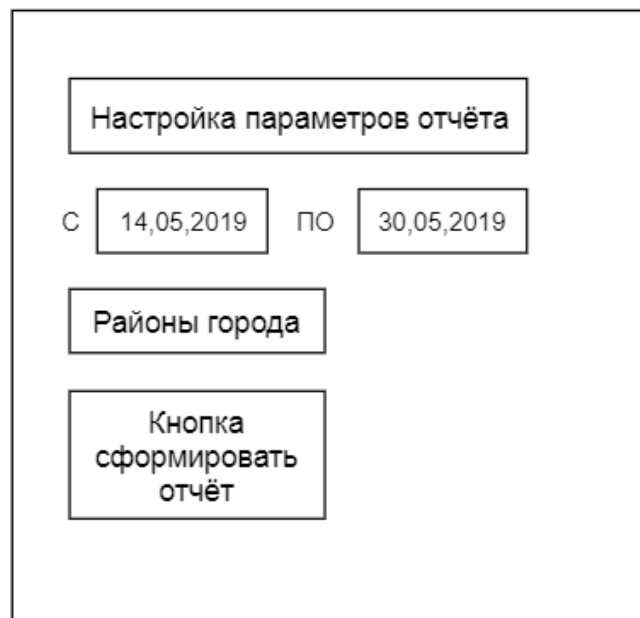


Рисунок 11 - Модель інтерфейсу модуля налаштування параметрів звіту

Формування звіту у форматах doc та pdf

Диспетчер має можливість завантажити автоматично сформований звіт у форматах doc та pdf. Нижче малюнку 12 схематично представлений інтерфейс даного вікна.



Рисунок 12 – Модель інтерфейсу модуля формування звіту

Інструкція, що описує роботу програми «Про програму»

Диспетчер має змогу отримати коротку довідку про роботу інформаційної системи. Нижче малюнку 13 схематично представлений інтерфейс даного вікна.

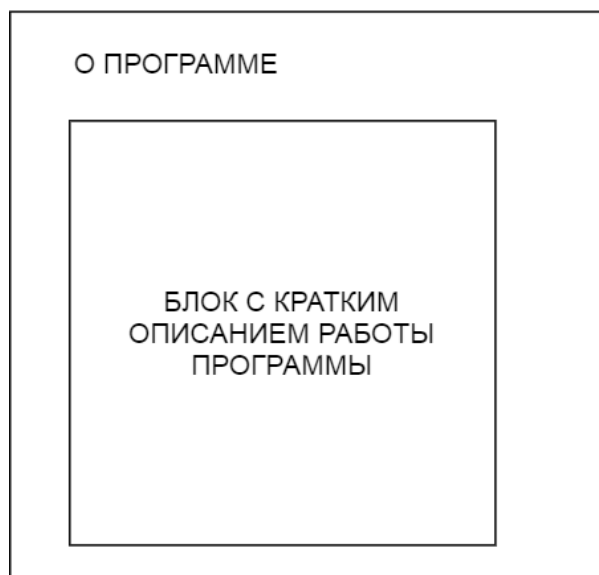


Рисунок 13 – Модель інтерфейсу модуля опису роботи програми

Вимоги до надійності

Рівень надійності досягається узгодженим застосуванням організаційних, організаційно-технічних заходів та програмно- апаратних засобів.

За наявності помилок у вхідних даних система виводить оповіщення з

вимогою про зміну вхідних даних.

При введенні користувачем не повної інформації виводиться повідомлення з вимогою доповнити вхідні дані.

Імовірність безвідмовної роботи становить: 0.9

3.2 Створення реляційної бази даних

Логічна модель є модель бази даних, яка прив'язана до конкретної СУБД. У ній виділяють основні об'єкти БД та визначають зв'язки між цими об'єктами. Іноді визначаються типи даних окремих об'єктів. Ця модель побудована шляхом Сутність-зв'язок (Entity Relationship). База даних - сукупність пов'язаних даних, що зберігаються відповідно до схеми даних, організованих за певними правилами, що передбачають загальні принципи опису, зберігання та маніпулювання, незалежно від прикладних програм. При неправильно спроектованій схемі БД може виникнути зміна даних, яка зумовлена відсутністю засобів явного представлення типів множинних зв'язків між об'єктами та нерозвиненістю засобів опису обмежень цілісності на рівні моделі даних.

Mysql – це реляційна система управління базами даних. Тобто дані у її базах зберігаються у вигляді логічно пов'язаних між собою таблиць, доступ до яких здійснюється за допомогою мови запитів SQL. SQL – загальна стандартизована мова доступу до баз даних.

Побудова реляційної бази даних починається із створення сутностей, зв'язків між ними та їх властивостей (атрибути). Під сутністю розуміється деякий об'єкт, який виділяється (ідентифікується) користувачем у предметній області. Кожна сутність містить атрибути - це названі характеристики сутності (властивість типу сутності), значуща з погляду користувача. Також у кожній сутності є атрибути, які є ключем. Ключ – мінімальний набір атрибутів, за значеннями яких можна однозначно знайти потрібний екземпляр сутності. Мінімальність означає, що виняток із набору будь-якого атрибуту не дозволяє ідентифікувати сутність по решті. Виділяють унікальні ключі (потенційні ключі) та неунікальні.

Значення унікального ключа не може зустрітися у двох екземплярів сутності. Воно вказує на один і лише один екземпляр. Значення унікального ключа вказує на безліч екземплярів. В останню чергу відображаються характеристики відносин між двома або більше сутностями – зв'язки, відзначені ступенем.

У представленій схемі реляційної бази даних (рисунок 9), виділено такі таблиці:

1. User (Користувач)
2. Areas (Обслуговуються райони)
3. Statistic (Статистика)
4. Day (дні)

Розглянемо таблицю "statistic" більш детально. Можна відзначити, що вона має 5 атрибутів із певними типами. Два атрибути є ключами (statid - первинний ключ, areaid - унікальний). Зв'язки сутності

«areas» та сутності «statistic» мають зв'язок «один до одного» за атрибутом "areaid". У свою чергу, сутність «statistic» з сутністю «day» за атрибутом "statid" і мають зв'язок того ж типу.

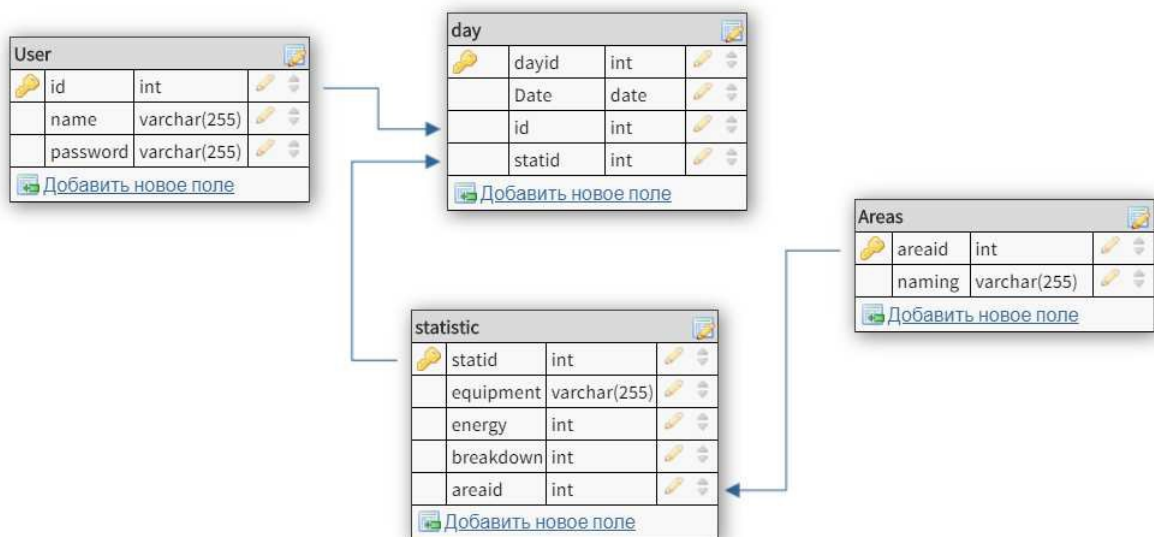


Рисунок 14 - Модель реляційної бази даних

Звернімо увагу на атрибути таблиці "user". Атрибут "id" є первинним ключем. Атрибут "name" містить ім'я користувача. Використовується

диспетчером як логін для входу до системи. Атрибут «password» містить пароль користувача. Використовується диспетчером як пароль для входу в систему. Таким чином, використання логіну та пароля для аутентифікації в системі підвищує рівень безпеки системи та перешкоджає несанкціонованому доступу до системи сторонніми особами.

Перейдемо до розгляду таблиці areas. Атрибут "areaid" є первинним ключем. Атрибут «naming» містить назву району міста, що обслуговується компанією. За даним атрибутом користувач (диспетчер) зможе вибрати район міста, що відображається.

Розглянемо таблицю "day" яка містить наступні атрибути. Атрибут "dayid" є первинним ключем. Атрибут «id» є унікальним та містить ідентифікатор користувача. Атрибут "statid" також є унікальним. І нарешті атрибут «date» він містить у собі інформацію про минулі дати.

3.3 Технічні засоби та програмне забезпечення

Нижче описані розглянуті технічні засоби, а також програмне забезпечення, необхідне для виконання поставлених завдань.

1) MySQL – вільна реляційна система управління базами даних. У реляційній базі даних дані зберігаються в повному обсязі скопом, а окремих таблицях, завдяки чому досягається вираш у швидкості і гнучкості. Таблиці зв'язуються між собою за допомогою відносин, завдяки чому забезпечується можливість об'єднувати при виконанні запиту дані кількох таблиць.

2) C++ - компіювана строго типізована мова програмування загального призначення. Підтримує різні парадигми програмування: процедурну, узагальнену, функціональну; Найбільшу увагу приділено підтримці об'єктно-орієнтованого програмування.

3) Visual Studio – інтегроване середовище розробки. Visual Studio включає редактор вихідного коду з підтримкою технології IntelliSense і можливістю найпростішого рефакторингу коду. Вбудований налагоджувач може працювати як відладчик рівня вихідного коду, так і відладчик машинного рівня. Інші вбудовані інструменти включають редактор форм для спрощення

створення графічного інтерфейсу програми, веб-редактор, дизайнер класів і дизайнер схеми бази даних.

4) Arduino IDE – Програмна оболонка з текстовим редактором для програмування мікроконтролерів. Вбудований компілятор AVR-GCC для програмування мовою C++. Також вбудовані бібліотечні функції для спрощення програмування основних блоків, що повторюються.

3.4 Схема керування системою адаптації вуличного освітлення

Схема системи адаптації вуличного освітлення представлена малюнку 15. Система складається з таких функціональних елементів: Програмований контролер, GPRS Shield, фоторезистор, Діммер.

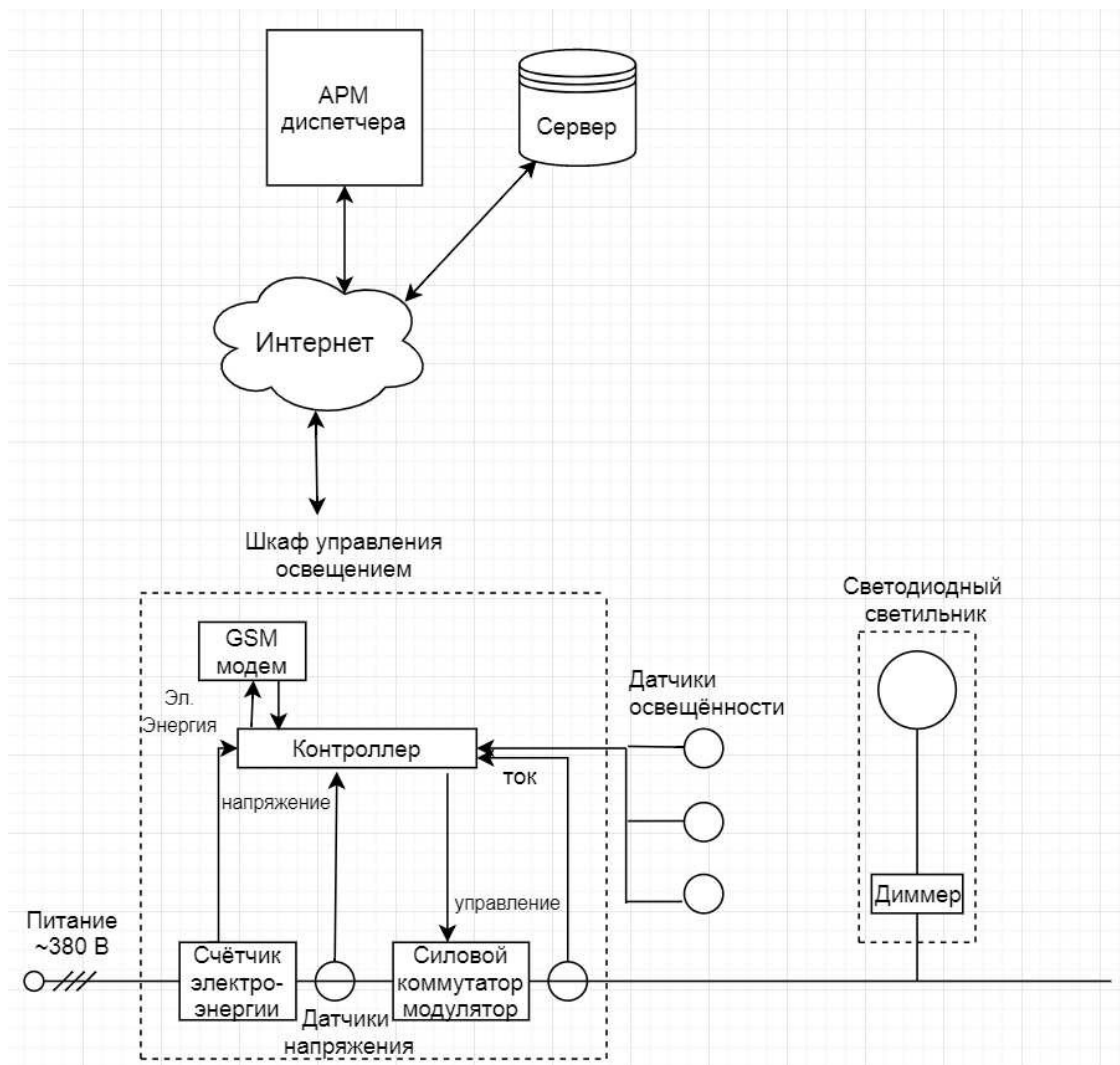


Рисунок 15 – Схема роботи системи адаптації вуличного освітлення

3.4.1 Розробка граф – схеми алгоритму функціонування прототипу системи адаптації вуличного освітлення

Для створення системи керування вуличним освітленням необхідно спочатку створити загальний опис роботи системи. Робота системи починається з перевірки наявності сигналу від датчиків освітленості, після чого аналоговий сигнал, що отримується від датчиків, перетворюється на цифровий формат. Після отримання цифрового сигналу він обробляється і на підставі показників датчиків формується зворотний сигнал про виставлення необхідного рівня освітленості. На малюнку 16 представлено граф-схему алгоритму димування вуличного освітлення.



Рисунок 16 - Граф-схема алгоритму димування вуличного освітлення

Робота програмного забезпечення на АРМ диспетчера починається з перевірки наявності сигналу з шафи керування вуличним освітленням, після одержання інформації з шафи управління, отримана інформація сортується за категоріями для подальшого використання, потім розсортована інформація зберігається у базі даних системи. На заключному етапі інформація, яку запитує диспетчер, виводиться на екран. На малюнку 17 представлено граф-схему алгоритму роботи програмного забезпечення диспетчера.

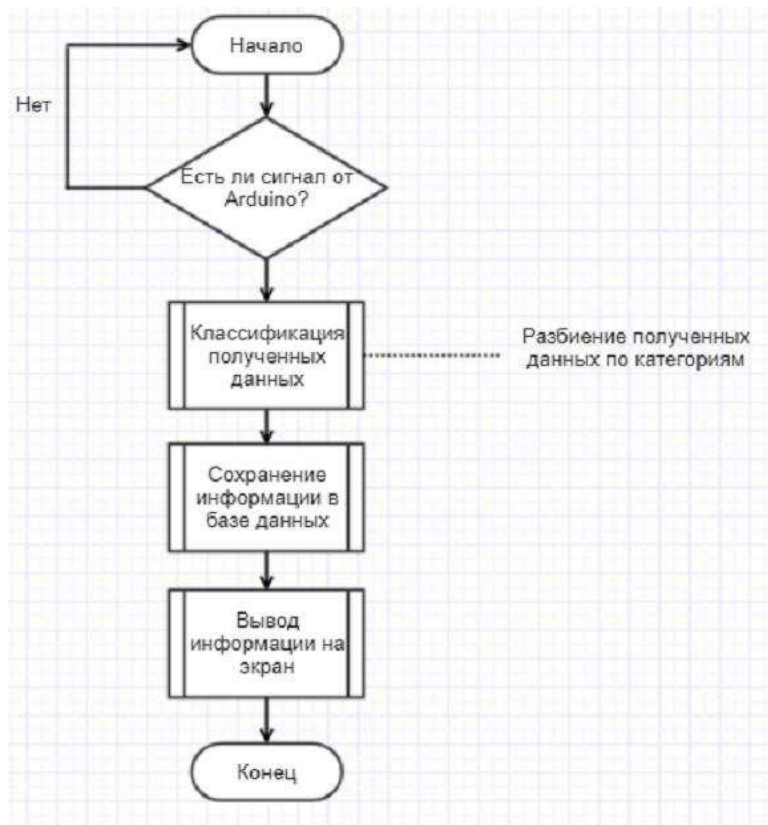


Рисунок 17 - Граф-схема алгоритму роботи програмного забезпечення диспетчера

3.4.2 Опис складу обладнання

Перелік обладнання, що використовується в системі, визначений замовником. Нижче наведено склад компонентів системи:

- мікроконтролер ATmega328
- GPRS Shield v3
- фоторезистор VT93N2
- arduino dimmer

Мікроконтролер необхідний управління всією системою. У цій роботі використовується Atmega328 сімейства Atmel AVR. У цій системі мікроконтролер Atmega328P вбудований в апаратну платформу Arduino Uno. GPRS Shield – це плата розширення, що дозволяє працювати в мережах стільникового зв'язку за технологіями GSM/GPRS для прийому та передачі даних, SMS та голосового зв'язку.

Фоторезистор – це датчик, електричний опір якого змінюється залежно від інтенсивності світла, що падає на нього. Чим інтенсивніше світло, тим більше

створюється вільних носіїв зарядів і тим меншим стає опір елемента. Нижче наведено графік зміни опору в залежності від світла, що падає на фоторезистор (рисунок 18).

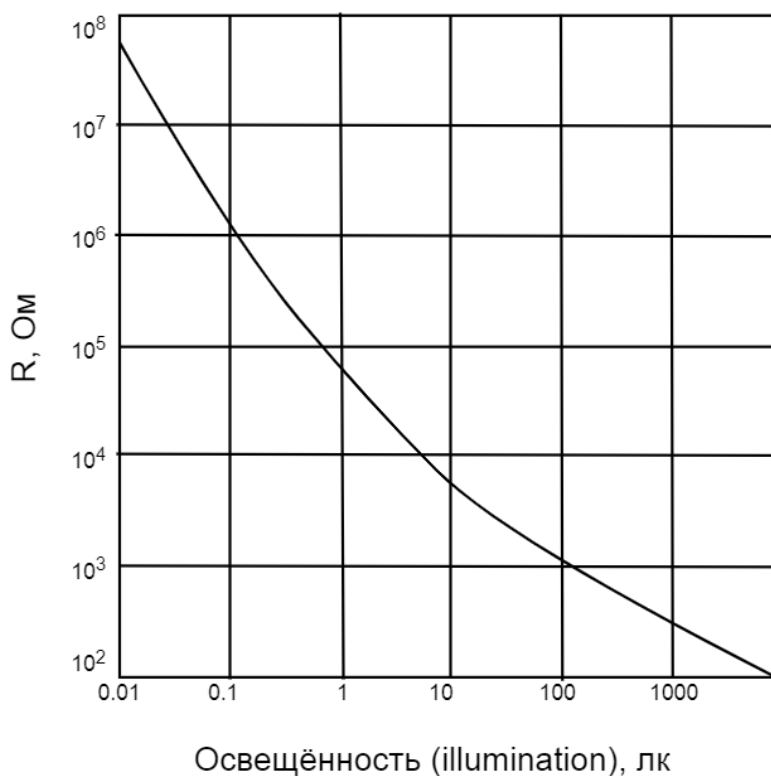


Рисунок 18 – Графік зміни опору

Arduino Dimmer - це електронний пристрій, призначений для зміни електричної потужності в навантаженні. Використовується для регулювання яскравості світла, що випромінюється освітлювальним обладнанням.

Висновки за розділом 3

Побудовано схему роботи системи адаптації вуличного освітлення, також побудовано граф-схеми алгоритму димування вуличного освітлення та роботи ПЗ.

ВИСНОВОК

У рамках випускної кваліфікаційної роботи поставленої мети було досягнуто. Виявлено функціональні вимоги, вимоги безпеки та якості. Розроблено діаграми варіантів використання та діяльності, спроектовано модель реляційної бази даних. Побудовано схему роботи системи адаптації вуличного освітлення, також побудовано граф-схеми алгоритму димування вуличного освітлення та роботи ПЗ. Також створено моделі інтерфейсу системи.

При написанні випускної кваліфікаційної роботи вивчено літературу, яка описує роботу різних АСУЗО. Розглянуто наукові статті, присвячені розвитку систем керування вуличним освітленням. Вивчено наявні на ринку програмні продукти, які активно використовуються у різних компаніях.

Надалі планується реалізація ІВ, її тестування та впровадження, а також за необхідністю додавання нових функціональних можливостей.

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

БД - База даних

ІС – Інформаційна система

UML – Unified Modeling Language

АСУЗО - Автоматизовані системи керування зовнішнім освітленням

GSM – Global System for Mobile

АТ ГК - Акціонерне товариство Група компаній СУБД - Система управління базами даних GPRS - General Packet Radio Service

ДТП – Дорожньо-транспортна пригода

ДПП - державно-приватне партнерство

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алексеев, П.П. Интеллектуальная система вуличного освітлення/Олексеев П.П. // стаття у збірнику праць конференції – видавництво: Нижньоволзький екоцентр, 2014. – С. 12 – 13.
2. Крохмальов, Є.І. Підхід до проведення енергетичної паспортизації систем вуличного освітлення з використанням засобів автоматизації/Крохмалев О.І. // Стаття в журналі – видавництво: «Енергетика», 2001. - С. 85-87.
3. Шнайдер, Д.А. Підхід до побудови адаптивних систем керування вуличним освітленням/Шнайдер Д.А, Крохмальов О.І. // Стаття в журналі - видавництво: «Енергетика» , 2010. - С. 62 - 63.
4. Леонова, Ю.В. Автоматизована система управління вуличним освітленням Новосибірська/Леонова Ю.В. // Стаття в журналі - видавництво: «Енергетика», 2013. - С. 163 - 169.
5. Андреев, А.М. Адаптивна система управління вуличною світлоколірною середовищем / Андреев А.М, Бурцев А.В, Водовозов А.М, Колесниченко Д.А. // стаття зі збірки праць конференції – видавництво: «Енергетика», 2017. – С. 23 – 26.
6. Бобков, В.Д. Интеллектуальная система контролю вуличного освітлення/Бобков В.Д. // стаття у збірнику праць конференції – видавництво: Наука та Просвітництво, Дніпро, 2018. – С. 60 – 62.
7. Макарова, І.М. Основні напрями інноваційного розвитку у системах вуличного освітлення / І.М. Макарова // Стаття в журналі - видавництво: «Енергетика», 2018. - С. 54 - 57.
8. Бондар, В.В. Эффективные решения у галузі управління та енергозбереження на прикладі АСУЗО «Геліос» / Бондар В.В, Полунін А.А, Аветян Е.В, Духанін С.А. // стаття у журналі – видавництво: Харків, 2016. – С. 64 – 67.
9. Граді, Б. Мова UML / Граді Б, Рамбо Д, Якобсон І. // Посібник користувача - видавництво: ДМК, Москва, 2006 - 493 с.

10. АСУЗО «СВІТЛО» [Електронний ресурс]: інформаційний ресурс – Режим доступу: <http://time-systems.ru/asuno.php>
11. АСУЗО «Геліос» [Електронний ресурс]: інформаційний ресурс – Режим доступу: <https://ivt.su/products/helios/>
12. АСУЗО «Піраміда» [Електронний ресурс]: інформаційний ресурс – Режим доступу: <http://www.sicon.ru/prod/asuno/>
13. Жданов, А.А. Автономний штучний інтелект/Жданов А.А.
// Навчальний посібник - видавництво: Біном. Лабораторія знань, 2012. - 413 с.
14. Сучасні системи енергоефективного управління зовнішнім освітленням / Салова Є.О, Горемикін С.А, Сітніков Н.В. // стаття у збірнику праць конференції - видавництво: Воронежський державний технічний університет, 2012, - С. 111 - 114.
15. Ульман, Л. MySQL / Ульман Л. // Навчальний посібник - видавництво: ДМК прес, 2004. - 352 с.
16. Закон України «Про енергетичну ефективність» - Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2022, № 2: інформаційний ресурс –Режим доступу: <https://www.gp.gov.ua/ua/posts/energoefektivnist-ta-energozberezhennya>
17. ДБН В.2.5-28-2018 "Природне і штучне освітлення" Джерело: <https://sbk.ltd.ua/uk/kreslennja/179-normy-osveschenija-dorog-trebovanija-k-osveschennosti-ulits-ploschadej.html>, -Київ, 2018. - 24 с.
18. ДСТУ 2709-94 Державна система забезпечення єдності вимірювань. Автоматизовані системи керування технологічними процесами. Метрологічне забезпечення. Основні положення - Київ, 1994. - 124 с.