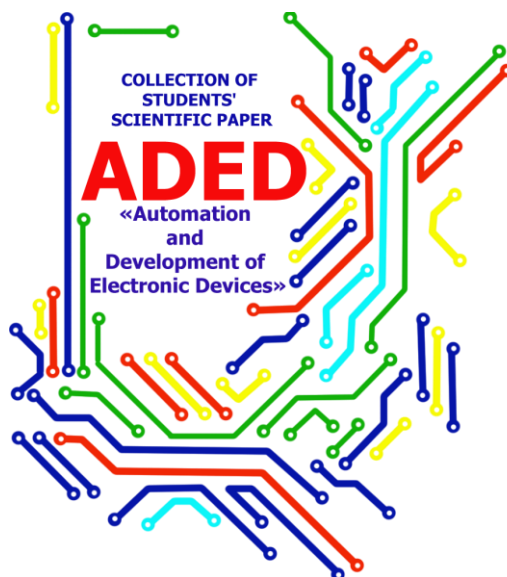


Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки
кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки
(КІТАР)



ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2023

(Випуск 2)

[електронне видання]

Харків 2023

- Головий редактор** **Невлюдов Ігор Шакирович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
- Редакційна колегія:** **Филипенко Олександр Іванович**, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики та комп'ютеризованих технологій, Харківського національного університету радіоелектроніки.
Цимбал Олександр Михайлович, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
Андрусевич Анатолій Олександрович, доктор технічних наук, професор, начальник Криворізького коледжу національного авіаційного університету
Косенко Віктор Васильович, доктор технічних наук, професор, зам. директора Державного підприємства «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості».
Замірець Микола Васильович, доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування.
Свищ Володимир Митрофанович, доктор технічних наук, професор, радник директора Державне науково-виробниче підприємство «Об'єднання Комунар».
Фомовська Олена Владиславівна, кандидат технічних наук, доцент завідувач кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.
Кухаренко Дмитро Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського
Демська Наталія Павлівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
Фурманова Наталія Іванівна, кандидат технічних наук, доцент, в.о. декана факультета Радіоелектроніки і телекомунікацій, Національного університету «Запорізька політехніка».
- Відповідальний редактор:** **Євсєєв Владислав В'ячеславович**, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Автоматизація та Приладобудування («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2023) [Електронний ресурс] : збірник студентських наукових статей / Харківський національний університет радіоелектроніки ; [редкол.: І.Ш. Невлюдов та ін.]. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Вип. 2. – 408с.

Collection of Students' Scientific Paper «Automation and Development Of Electronic Devices» ADED-2023 Part 2 (Key infrastructure 2023) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National University of Radio Elektronik [electronic edition], 2023. – 408p with.

Рекомендовано рішенням
Науково-технічної ради
Харківського національного
університету радіоелектроніки
протокол №6 від 29.11.2018

Рекомендовано рішенням Вченої ради
факультету Автоматики і комп'ютеризованих технологій
Харківського національного
університету радіоелектроніки
протокол № 4 від 30.11.2023

Збірник містить наукові статті здобувачів першого (бакалаврського), другого (магістерського) рівнів вищої освіти кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР) Харківського національного університету радіоелектроніки, кафедри Інформаційних технологій електронних засобів (ІТЕД) Запорізького національного технічного університету та кафедри Електронних апаратів (ЕА) Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського які навчаються за спеціальностями: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 172 Телекомунікації та радіотехніка, 171 Електроніка та 163 Біомедична інженерія. Статті надані в авторській редакції.

©ХНУРЕ, 2023 рік

ЗМІСТ

<i>Я.І. Халімонов</i> Перспективи: Автоматизації вимірювання умов у житлових та робочих приміщеннях з використанням комп'ютерно-інтегрованих рішень	9
<i>Є.Ю. Гавриков, А.Я. Осман</i> Дослідження технологій виробництва деталей на 3D принтері	12
<i>А.С. Андреев</i> QR-коди в науці та техніці	17
<i>Ф. Куррота</i> Development of Automated Environmental Control System for Portable Greenway Section .	23
<i>К.К. Стеценко</i> Моделювання BEAM-робота в середовищі TINKERCAD	27
<i>О.В. Удовиченко</i> Вплив розвитку штучного інтелекту на комп'ютеризовані та робототехнічні системи ..	30
<i>Б.О. Чеснаков</i> 3D моделювання роботизованої платформи для гуманітарного розмінуванні	33
<i>Є.В. Шевченко</i> Розробка кіберфізичної системи моніторингу технологічних процесів на виробництві .	37
<i>Є.О. Єфімік</i> Розроблення концепт макету малогабаритного мобільного робота підвищеної прохідності	44
<i>М. Манічкін</i> Аналіз кінематики та розробка моделі розрахунків елементів матриці гомогенних перетворень для зооморфного мобільного робота	49
<i>М.М. Моргунов</i> Розробка методу передачі інформації всередині статичного зображення для мобільних роботів	55
<i>Є.С. Ключник</i> Аналіз систем автоматизованого свердління у Industry 4.0	61
<i>О.Д. Юрченко</i> Розроблення системи моніторингу роботи засобів виробництва та персоналу приладобудівного приміщення з використанням ESP32-CAM	66
<i>М.О. Бендеберя</i> Розробка алгоритмічно-функціональної моделі робота маніпулятора на базі ABB Robot Studio	74
<i>І.В. Балабанов</i> Визначення залежності часу та інтенсивності випромінювання на температуру фотополімерної смоли	79
<i>М.Д. Лисун</i> Аналіз кінематик 3D принтерів за технологією FDM/FFF	83
<i>С.В. Шматко</i> Аналіз сучасних роботів телеприсутності, як людського помічника	87
<i>І.С. Коваленко</i> Перспективи розвитку повітряної робототехніки	92
<i>М.С. Лубінець</i> Розроблення методу прокладення траєкторії руху робота-сапера на основі даних від металошукача	97
<i>О.О. Рак</i>	104

Розробка автоматизованого модуля моніторингу параметрів об'єктів критичної інфраструктури	
<i>О.І. Черненко</i>	
Автоматизація процесу сортування деталей на виробництві	109
<i>О.А. Тищенко</i>	
Моделювання пристрою позиціонування вантажного робота	114
<i>В.О. Веснянка</i>	
Розроблення інформаційної системи для оптимізації бізнес-процесів закладу харчування	121
<i>Ю.А. Бердник</i>	
Аналіз сучасних автономних роботизованих платформ	126
<i>М.В. Звєгінцев</i>	
Розробка модуля позиціонування сонячних панелей	133
<i>Д.Д. Лещенко</i>	
Моделювання руху маніпулятора робота з використанням динамічної ланки з прямою та зворотною кінематикою	138
<i>П.М. Савченко</i>	
Огляд датчиків положення для обладнання, що працює в умовах аварійних відключень електроживлення	142
<i>П.М. Савченко</i>	
Створення сучасних систем управління з застосуванням мікропроцесорної техніки та засобів автоматизації	148
<i>Є.Р. Васильченко</i>	
Огляд принципів побудови пожежно-охоронної системи	153
<i>А.Д. Єчевський</i>	
Система моніторингу та управління параметрами мікроклімату в офісних приміщеннях	159
<i>А.І. Конєва</i>	
Перспективи розвитку безпілотних систем	164
<i>В.І. Фомін</i>	
Використання робототехнічних систем з елементами штучного інтелекту в приладобудуванні	171
<i>В.І. Фомін</i>	
Застосування 3D-друку у виробництві та промисловості	177
<i>О.В. Чернишенко</i>	
Оптимізація маршрутів в логістичних мережах виробничого процесу	182
<i>Р.Р. Шаталюк</i>	
Використання віртуальної та доповненої реальності для навчання та симуляцій у робототехніці	188
<i>Р.Р. Шаталюк</i>	
Програмування мікроконтролерів для автоматизації систем	193
<i>Т.А. Лихо</i>	
Вибір обладнання для розробки мобільного робота для відеонагляду	197
<i>В.О. Александров</i>	
Безпілотні літальні апарати. види, технічні особливості, автоматизація	203
<i>С.О. Вінниченко</i>	
Еволюція виробництва: Роль MES-системи у оптимізації та контролі промислових процесів на підприємстві	208
<i>А.В. Готовська</i>	213

Підтримка прийняття рішень в технології проектування роботизованого виробничого процесу	
<i>Я.В. Олінкевич</i>	
Впровадження еgr-системи на виробництві	219
<i>М. Коваленко</i>	
Схема керування транспортними роботами на основі візуальних ознак	223
<i>В.К. Маковєєва</i>	
Контейнеризація та оркестрація: DOCKER та KUBERNETES	228
<i>Д.Р. Придятько</i>	
Огляд методів розпізнавання об'єктів за допомогою систем технічного зору	234
<i>А.А. Большаков</i>	
Розроблення архітектури SCADA-системи гнучкого виробництва та вибір апаратних засобів	239
<i>В.С. Головіна</i>	
Розроблення системи керування мобільним пошуково-рятувальним роботом	244
<i>Д.В. Мілько</i>	
Дослідження програмного методу визначення відстані до об'єкту за допомогою параметрів камери	250
<i>І.А. Манякін</i>	
Аналіз методів автоматичного розпізнавання осіб	254
<i>Ю.С. Візір</i>	
Автоматичне енергоефективне управління освітленістю з використанням кіберфізичних підходів в умовах виробництва	259
<i>В.І. Дульський</i>	
Методи оптимізації керуючих програм для верстатів з ЧПУ	264
<i>М.С. Карпов</i>	
Використання бездротових мереж для організації контролю в промисловості	269
<i>М.А. Пісклов</i>	
Алгоритми створення та оптимізації розкладу для загальноосвітніх навчальних закладів	275
<i>А.Ю. Губарь</i>	
Веб-додаток для моніторингу та управління запасами в 3D-друкарні	281
<i>І.А. Поддубняк</i>	
Аналіз сучасних візуальних SLAM систем в робототехніці	286
<i>Д.П. Редько</i>	
Технології транспортування вибухонебезпечних предметів за допомогою роботизованого пристрою	292
<i>В.О. Заїкін</i>	
Роботизовані системи та їх застосування у інноваційних методах виявлення та знешкодження вибухонебезпечних предметів	296
<i>К.О. Вадурін, А.С. Шандро</i>	
Розробка структури інформаційно-аналітичної система для збору, обробки та аналізу даних щодо використання енергетичних ресурсів багатоповерховою будівлею	302
<i>Є.М. Грищенко</i>	
Аналіз систем контролю виготовлення 3D деталей на потоковому роботизованому виробництві	309
<i>В.А. Савін</i>	
Класифікація роботизованих систем для пошуку вибухонебезпечних предметів	319
<i>М. Збітнєв</i>	329

Аналіз мобільних робототехнічних платформ для гуманітарного розмінування	
<i>В.А.Сторожук В.А., М.А. Вісковатов</i>	
Розробка інтелектуального модуля для моніторингу параметрів на базі ІоТ	334
<i>М.В. Толстий</i>	
Аналіз методів намотування дротів на станках з ЧПУ у роботизованому виробництві .	340
<i>В.В. Цешевський</i>	
Огляд сучасних конструктивних схем роботів для переміщення сходами	354
<i>О.О. Зибенко</i>	
Інновації та досягнення в електророзробній обробці: формування комп'ютерно-інтегрованого виробництва	356
<i>К.О. Левченко</i>	
Моделювання автоматизованого комплексу безтарного сховища сировини	361
<i>О.Д. Нікулін</i>	
Конвеєрні технології та автоматизація у аддативному виробництві	364
<i>Д.В. Пархоменко</i>	
Аналіз систем інжекції з'єднувальної речовини у технології 3D друку 3DP	370
<i>К.Є. Скрипник</i>	
Моделювання та розрахунок дозування пластику у шнековому екструдері	374
<i>С.Ю. Мірошніченко</i>	
Автоматизована система управління для знешкодження вибухонебезпечних предметів	381
<i>В.Є. Тараненко</i>	
технологія екструзійного 3D друк без підтримок	386
<i>Є.О.Зуєв, М.Ю. Лучанінов</i>	
Дослідження методів автономного позиціонування та навігації робототехнічних мобільних платформ	390
<i>О.С. Пащенко, К.О. Зозуля</i>	
Сучасне виробництво з використанням комп'ютерного управління та інформаційних технологій	394
<i>Є.Г. Федосєєв</i>	
Аналіз методів імітаційного моделювання технологічних процесів складання	401
<i>К.С. Редькін</i>	
Локальна навігація мобільного робота в приміщенні	404

АВТОМАТИЧНЕ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ УПРАВЛІННЯ ОСВІТЛЕНІСТЮ З ВИКОРИСТАННЯМ КІБЕРФІЗИЧНИХ ПІДХОДІВ В УМОВАХ ВИРОБНИЦТВА

Візір Ю.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14

E-mail: yurii.vizir@nure.ua

Анотація: У статті розглянуто підхід до автоматичного енергоефективного управління освітленістю, що базується на кіберфізичних підходах. Контур регулювання освітленості у виробничому приміщенні реалізовано на основі сенсорної інтелектуальної системи.

Ключові слова: автоматизація, енергоефективність, освітленість, виробництва, кіберфізичні системи, сенсори, датчики.

AUTOMATIC ENERGY-EFFICIENT LIGHTING CONTROL USING CYBER-PHYSICAL APPROACHES IN PRODUCTION ENVIRONMENTS

Y. Vizir.

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, pr. Nauki, 14

E-mail: yurii.vizir@nure.ua.

Abstract: The article discusses an approach to energy-efficient lighting management based on cyber-physical approaches. The lighting control circuit in the production room is implemented on the basis of a sensor intelligent system.

Keywords: automation, energy efficiency, lighting, production, cyber-physical systems, sensors, sensors.

ВСТУП. Кіберфізична система (КФС) – це механізм, що контролюється або відстежується комп'ютерними алгоритмами і тісно пов'язаний з Інтернетом та його користувачами. В кіберфізичних системах програмне забезпечення тісно пов'язано з фізичними об'єктами. Компоненти КФС взаємодіють на різних часових та просторових рівнях та можуть мати різні, відмінні одна від одної моделі поведінки та взаємодіяти одна з одною різними шляхами, які можуть змінюватися в залежності від контексту.

Прикладами кіберфізичних систем можна вважати розумні енергосистеми, безпілотні автомобільні системи, автоматизовані системи керування, робототехнічні системи, самокеровані літальні апарати [1].

У КФС використовується міждисциплінарний підхід, який поєднує теорію кібернетики, мехатроніку, промисловий дизайн та науковий метод. Контроль процесів часто пов'язують з вбудованими системами, в яких більше уваги приділяють обчислювальним складовим, і менше — інтенсивному прив'язуванню обчислень до фізичних об'єктів. КФС дещо схожі за архітектурою на Інтернет речей, проте вони мають більш високий рівень взаємозв'язку між фізичними та комп'ютерними компонентами [2-3].

В умовах сьогодення актуальними питаннями на виробництві є енергозощадження [4-5]. Було прийнято рішення про розробку автоматичної системи регулювання освітленістю з використанням кіберфізичних підходів на основі датчиків, сенсорів та актюаторів. Розглянуто систему регулювання освітленості в приміщенні з використанням датчика освітленості, димера та мікроконтролера ESP8266. Зазначено, що значення бажаної освітленості оператор може задавати в люксах, а внутрішній фоточутливий елемент датчика конвертує освітленість в

аналоговий сигнал для подальшого регулювання. Далі викладено принципи регулювання через мікроконтролер та димер для зміни потужності джерела світла, що впливає на освітленість приміщення.

Розрахунок передавальних функцій пристроїв.

Всі сенсорні пристроїв, які обрано, може бути застосована концепція об'єднання давачів. Це процес об'єднання декількох різних давачів з метою отримання більшого обсягу інформації, ніж може забезпечити один давач.

У просторі IoT це важливо, оскільки, наприклад, одиничний давач поняття не має про те, що саме викликає швидку зміну освітленості.

Але в поєднанні з іншими давачами, наприклад, давачами PIR, що фіксують рух і інтенсивність освітленості, система IoT може зрозуміти, що на певному місці зібралася велика кількість людей і яскраво світить сонце, на цій підставі вона може прийняти рішення про посилення циркуляції повітря та зменшення освітленості [6].

А один термодавач просто зафіксує поточне значення параметру без будь-якого усвідомлення того, що значення параметра зростає через те, що зібралися люди і світить сонце. На основі більшої кількості даних від більшої кількості давачів, відповідно корельованих у часі, система може приймати більш зважені рішення.

Це одна з причин того, що кількість давачів, що розміщуються в хмару IoT, зростає, викликаючи зростання обсягів даних.

Давачі стають дешевшими, легше інтегруються, і на прикладі давача DHT11 легко бачити, як комбінація давачів полегшує спільне бачення.

Існує два режими об'єднання здавачів [7-8]:

– централізований: дані передаються в центральний офіс, де і відбувається їх об'єднання (приклад хмарні технології);

– децентралізований: кореляція даних безпосередньо в давачі (або поруч з ним).

В основі кореляції даних давача лежить центральна гранична теорема, на підставі якої два незалежних вимірювання x_1 і x_2 об'єднуються з урахуванням їх дисперсій (відхилень від норми), щоб отримати третє значення x_3 .

Тобто, це просто розрахунок середньозваженого значення перших двох величин [9-10]:

$$x_3 = \left[(\sigma_1^{-2} + \sigma_2^{-2}) \right]^{-1} (\sigma_1^{-2} x_1 + \sigma_2^{-2} x_2),$$

де σ_i – дисперсія i -ої величини; x_i – i -та величина.

Іншими методами об'єднання інформації давачів є фільтри Калмана і Байєсовські мережі.

Контур регулювання освітленості у приміщенні за допомогою давача освітленості, димера та мікроконтролера ESP8266.

Бажаний рівень освітленості (E_k) може бути заданим оператором модуля в люкс. Значення E_k за замовчуванням дорівнює 600 люкс. В загальному випадку освітленість (e) у приміщенні створюється штучними джерелами світла (e_C) і сонячним світлом (e_0), формуючи зорове сприйняття світла в людини.

Загальна освітленість e перетворюється внутрішнім фоточутливим елементом датчика ВН1750 в сигнал 0 - 3.3 В (УДО), який надходить на внутрішній аналоговий вхід контролера датчика і нормується до значення в діапазоні 0 - 65535 люкс (ЕДО). Величина з датчика освітленості ЕДО порівнюється із заданим значенням E_k освітленості.

Сигнал неузгодженості ΔE надходить на мікроконтролер ESP8266, де перетворюється відповідним регулятором у частоту сигналу, що подається на димер.

Димер, в свою чергу, в залежності від частоту керуючого сигналу, формує який перетворюється димером у вихідну ширину імпульсу напруги УД, що надходить на джерело

світла, і таким чином змінює вихідну потужність джерела світла, що впливає на потужність світлового потоку на виході.

Давач освітленості ВН1750 є модулем що складається з фоточутливого компоненту та мікропроцесору, що оброблює дані з фоточутливого елементу певним чином.

Оскільки внутрішня реалізація, а відповідно й передавальна функція пристрою, є комерційною таємницею виробника давача, а також можливі відхилення показників з давача не є критичним чинником для модуля що розроблюється, то даний вузол контуру регулювання був прийнятий за безінерційну ланку з коефіцієнтом підсилення 1.

Для мікроконтролеру має бути підібрана відповідна функція регулятора. Він має виконувати перетворення значення неузгодженості освітленості в частоту сигналу що подається на вхід димера [11-12].

Діапазон неузгодженості в люкс, на який має реагувати регулятор був знайдений експериментально і становить 75 - 740 лк.

Границі цього діапазону є фактичним показником освітленості від використаного під час розробки макету джерела світла, при мінімальній та максимальній ширині імпульсу напруги, що формується димером на приміщення площею 4 м², в якому відбувалося проведення експериментів із розробленим макетом.

Діапазон частот керуючого сигналу був також встановлений експериментально і становить 500 - 4350 Гц, що обумовлено мінімальною та максимальною можливою потужністю для використаного у макеті джерела освітлення, що становить 25 - 200 Вт.

Також треба відмітити, що якщо сигнал неузгодженості менший на 50 лк, то частота вихідного сигналу має бути встановлена в значення 0.

Якщо сигнал неузгодженості більший за 740 лк, то це значення може бути проігнороване і частота вихідного сигналу має дорівнювати 4350 Гц, що є максимальною можливою частотою у випадку макета, що розроблюється.

Таким чином було з'ясовано, що повинно відбуватися перетворення значень з діапазону 75 - 740 у значення з діапазону 500 - 4350. Для такого перетворення були підібрані відповідні коефіцієнти та складена передавальна функція:

$$WП(s) = k \cdot s + b,$$

де $k = 5,79$;

$b = 65,79$.

Також, послідовно до передавальної функції, має бути доданий пропорційно інтегральний регулятор, що допомагає усунути постійну помилку системи та значно підвищити її стійкість. Підбір коефіцієнтів регулятора буде проведений після того як буде виведена передавальна функція для димера.

Далі необхідно підібрати передавальні функції для димера, що перетворює частоту вхідного сигналу в вихідну потужність, та передавальна функція джерела світла.

Передавальна функція димера:

$$WД(s) = kД \cdot s + bД,$$

де $kД = 0,05$;

$bД = 2,27$.

На виході перетворення передавальною функцією димера маємо потужність в діапазоні 25 – 200 Вт, що подається на джерело освітлення.

При $s < 500$ маємо $W_d(s) = 0$. При $s > 4350$ маємо $W_d(s) = k_d \cdot 4350 + b_d$.

Передавальна функція джерела освітлення перетворює споживану потужність на потужність світлового потоку. Для обраного для створення макета джерела освітлення діапазон потужностей світлового потоку 300 - 2950 лм відповідає споживаній потужності в діапазоні 25 - 200 Вт. Таким чином маємо наступну передавальну функцію:

$$W_{ДС}(s) = k_{ДС} \cdot s + b_{ДС},$$

де $k_{ДС} = 13,93$;

$b_{ДС} = 47,14$.

Потужність світлового потоку може бути переведена в освітленість для конкретного приміщення, якщо відома його площа. Приміщення, в якому відбувалося проведення експериментів із розробленим макетом має площу 4 м². Маємо наступну формулу для знаходження освітленості:

$$E = \Phi / A,$$

де E – освітленість (лк);

Φ – потужність світлового потоку (лм);

A – площа приміщення (м²).

Після виведення передавальних функцій наведених вище можна розпочинати підбір коефіцієнтів ПІ-регулятора. Регулятор буде додано у контур послідовно після мікроконтролеру та перед димером, тому для розрахунку необхідних коефіцієнтів треба об'єднати передавальні функції цих блоків.

$$W(s) = W_{МК}(s) \cdot W_d(s) \cdot W_{ПІ}(s),$$

$$W(s) = (5,79s + 65,79) \cdot (0,05s + 2,27) \cdot W_{ПІ}(s),$$

$$W(s) = (0,29s^2 + 16,43s + 149,34) \cdot W_{ПІ}(s).$$

ВИСНОВКИ.

Розглянуто один з багатьох підходів регулювання освітленості у приміщенні через давач освітленості, димер та мікроконтролер ESP8266 виявляє їх важливість у досягненні бажаного рівня освітлення, що відповідає куберфізичним підходам для заощадливого виробництва.

Експериментально визначені діапазони реакції системи та розробка передавальних функцій для кожного елемента дозволяють точно налаштувати систему для регулювання потужності та частоти сигналу, впливаючи на якість освітлення.

Результати вказують на важливість вибору оптимальних параметрів для забезпечення необхідного рівня освітленості у приміщенні

ЛІТЕРАТУРА

1. Євсєєв В. В. Методи та моделі кібер-фізичного керування процесами в організаційно-технічних виробничих об'єктах: автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.13.07 "Автоматизація процесів керування" / В. В. Євсєєв ; М-во освіти і науки України, Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. – Харків, 2021. – 45 с.
2. Automated Monitoring and Visualization System in Production / Lyashenko V., Abu-Jassar A. T., Yevsieiev V., Maksymova S. // *Int. Res. J. Multidiscip. Technovation*, 5(6), 09-18.
3. Yevsieiev, V. ., & Gurin, D. . (2023). COMPARATIVE ANALYSIS OF THE BASIC METHODS USED IN INDUSTRY 4.0 AND INDUSTRY 5.0. *Collection of Scientific Papers «ΛΟΓΟΣ»*, (September 29, 2023; Bologna, Italy), 113–115. <https://doi.org/10.36074/logos-29.09.2023.31>
4. Iryna Zharikova, Igor Nevliudov, Svitlana Maksymova, & Olena Chala. (2023). AUTOMATIC MACHINE OF PLASTIC BOTTLES AND ALUMINUM CANS COLLECTION FOR RECYCLING. *Journal of Universal Science Research*, 1(11), 169–178. Retrieved from <https://universalpublishings.com/index.php/jusr/article/view/2601>
5. Чала, О. О., et al. "РОЗРОБКА АВТОНОМНОГО ЗАРЯДНОГО ПРИСТРОЮ ВІД СОНЯЧНОГО СВІТЛА." *МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького Черкаський інститут банківської справи Чорноморський державний університет імені Петра Могили*: 53.
6. Чала, О., Сливка, А. (2023) Рівні засобів ІоТ в інформаційних технологіях. *Виробництво & Мехатронні Системи: матеріали VII Міжнародної конференції* , Харків, С. 51-60.
7. Гіль, А., Чала, О., Филипенко, О. (2021). Промислові інтерфейси та протоколи передачі даних інтегрованих систем для автоматизованого управління в умовах Industry 4.0. *Виробництво & Мехатронні Системи 2021: матеріали V-ої Міжнародної конференції*, Харків, 127-30.
8. Dmytro Buts, Olena Chala, & Svitlana Maksymova. (2023). SIGNALS COLLISIONS DETECTION IN WIRELESS NETWORKS . *Journal of Universal Science Research*, 1(11), 156–168. Retrieved from <https://universalpublishings.com/~nivertal/index.php/jusr/article/view/2600>
9. Vladyslav Basiuk, Svitlana Maksymova, Olena Chala, & Olha Miliutina. (2023). Mobile Robot Position Determining Using Odometry Method. *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 3(3), 227–234. Retrieved from <https://mjstjournal.com/index.php/mjst/article/view/224>
10. . Шостенко С. С. Архітектура програмного забезпечення для супроводження автоматизованих систем оповіщення на виробництві / С. С. Шостенко, О. О. Чала // *Виробництво & Мехатронні Системи 2022 : зб. тез. доп. VI-ої Міжнародної конференції*, 21-22 жовтня 2022 р. – Харків, 2022. – С. 115-117.
11. Невлюдов І.Ш., Демська Н.П., Чала О.О., Демська А.І. / *Групове управління гнучкими виробничими системами у виготовленні МЕМС виробів. Міжнародна науково-практична конференція «Математичне моделювання процесів в економіці та управлінні проектами і програмами (ММП-2018)»*, Коблево, 10-14 вересня 2018 р. Харків: ХНУРЕ, 2018. С. 101–103
12. Igor Nevliudov, Iryna Botsman, Olena Chala, Kirill Khrustalev. Automated System Development for the Printed Circuit Boards Optical Inspection Using Machine Learning Methods // *Proceedings of the 10-th International Scientific and Technical Conference «INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES (IST-2021)»*. – Odessa, September 13-19, 2021. – PP. 234-238