

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії
Кафедра обчислювальної техніки

Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи
магістр
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Методи та засоби автоматичного визначення параметрів прозорих
об'єктів

Виконав: студент 5 курсу, групи 2КІ-18м
спеціальності

123 – «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Полторак О.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник доц. каф. ОТ, к.т.н.Крупельницький Л.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент д.т.н., доц каф. МБІС Яремчук Ю.Є.

(прізвище та ініціали)

м. Вінниця - 2019 рік

АНОТАЦІЯ

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена розробці методів та засобів автоматичного визначення параметрів прозорих об'єктів. Метою роботи є створення рішення складної задачі очищення вікон у висотних будівлях, з використанням сучасних технологій, новітнього обладнання та надійного функціоналу.

В проекті були проаналізовані вже існуючі рішення проблеми, на основі отриманої інформації розроблено електричну та логічну структурні схеми моделі, зроблена робота над помилками інших подібних систем, обрано компоненти для реалізації пристрою. Також було проведено моделювання роботи датчика, його відлагодження і тестування в лабораторних умовах, налаштування периферійного обладнання та перевірка працездатності приладу в цілому. SmartWindows був створений на основі існуючих аналогових датчиків, а також використаний для тестового зразка мікроконтролер Arduino.

ANNOTATION

The master's qualification is devoted to the development of methods and tools for the automatic determination of the parameters of transparent objects. The purpose of the work is to create a solution to the complex problem of window cleaning in high-rise buildings, using modern technologies, state-of-the-art equipment and reliable functionality.

The project analyzed the existing solutions to the problem, based on the information obtained, developed electrical and logical circuit diagrams of the model, worked on the errors of other similar systems, selected components for the implementation of the device. Also, the simulation of the encoder operation, its debugging and testing in laboratory conditions, adjustment of the peripheral equipment and checking the performance of the device as a whole were carried out. Smart Windows was created on the basis of existing analog sensors and also used to test the Arduino microcontroller.

ЗМІСТ

ВСТУП 8

1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ 11

1.1 Система очищення вікон в конструкції розумного будинку 11

1.2 Відомі рішення проблеми 13

1.3 Аналоги та їх порівняння з системою , що розробляється 18

2 ОБГРУНТУВАННЯ СТРУКТУРНИХ РІШЕНЬ ТА ПРИНЦИПУ ДІЇ СИСТЕМИ 23

2.1 Аналіз методів вимірювання прозорості 23

2.2 Видимість та її характеристики 26

2.3 Побудова диференційного вимірювача 28

2.4 Програма визначення параметрів 32

2.5 Розробка структурних рішень та загального алгоритму роботи 35

2.6 Розробка алгоритмів роботи електронної підсистеми 36

3 РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ І ПРИНЦИПОВИХ СХЕМ , ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ 51

3.1 Вибір мікроконтролера та елементної бази 53

3.2 Розробка схеми електричної принципової 54

3.3 Розробка алгоритму та програми керування 55

3.4 Виготовлення та дослідження експериментального зразка.....
.64

4 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ СТВОРЕННЯ ПРОГРАМИ ПРИХОВУВАННЯ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ..... 65

4.1 Загальні положення..... 65

4.2 Оцінювання комерційного потенціалу розробки..... 69

4.3 Прогнозування витрат на виконання та впровадження результатів наукової роботи 74

4.4 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки 75

4.5 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності 79

4.6 Висновок до розділу 80

ВИСНОВКИ 81

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 82

Додаток А 84

Додаток Б 87

Додаток В 89

Додаток Г 90

Додаток Д 91

Додаток Л 92

Додаток М 93

Додаток Н 94

ВСТУП

Автоматизація процесів є одним з найважливіших напрямків розвитку сучасного виробництва, тому неухильно зростає значення розробок високоефективних методів і засобів, призначених для автоматизованого високоточного контролю параметрів і характеристик.

Однією з таких найважливіших завдань, що стоять при автоматичному визначенню параметрів прозорих об'єктів, є завдання їх безконтактного контролю за будь яких умов.

Широке застосування визначення параметрів прозорих об'єктів можна застосовувати для капілярів і жорстких шестигранних багатожильних світловодів (БС) в медицині, біології, генної інженерії (об'ємні дозатори), в термометрії (рідинні скляні термометри), в приладобудуванні, в оптичній лазерної техніки й волоконної оптики (порожністі світловоди), в рентгенівської оптики (полікапілярні оптичні системи для передачі і перетворення жорстких випромінювань, в тому числі у-випромінювання), в високошвидкісній фотографії та військової техніки (прилади нічного бачення) вимагає їх виготовлення зі строго певними високоточними геометричними параметрами. Стабільність цих параметрів, підтримувана в результаті контролю в процесі виготовлення, лежить в основі створення високоякісних конкурентноспроможних виробів.

Слід зазначити, що використовуються на підприємствах медичної та оборонної промисловості засоби контролю якості продукції, що випускається, засновані на контактних методах і застосовуються до вже виготовленому виробу, що призводить до великої кількості шлюбу. Ці засоби контролю не задовольняють сучасним вимогам по швидкодії і точності, що веде до практичної відсутності можливості управління гнучкими технологічними процесами. У зв'язку з цим, розробка методів і засобів визначення прозорості об'єктів є актуальною науково-технічною задачею, рішення якої дозволить забезпечити високу якість продукції, що випускається і створення автоматизованих пристроїв виробництва прозорих

трубок, капілярів і шестигранних світлодіодів і вікон з системами зворотного зв'язку для автоматичного управління процесами контролю.

Метою дослідження є вдосконалення методів та засобів автоматичного визначення параметрів прозорих об'єктів, а також розробка приладу для аналізу даних параметрів.

Задачі дослідження:

- опис принципів роботи системи розумного будинку;
- аналіз аналогових систем очищення;
- аналіз методів вимірювання прозорості;
- вдосконалити метод автоматичного визначення параметрів прозорих об'єктів;
- розробити прилад для аналізу отриманих даних.

Об'єктом дослідження є процеси визначення прозорості сучасних віконних систем.

Предметом дослідження є методи і засоби визначення прозорості скляних поверхонь.

Методи дослідження: методи аналізу та обробки інформації, методи дослідження, які ґрунтуються на використанні сучасних технологій та сучасних засобів обробки інформації.

Наукова новизна роботи полягає у вдосконаленні методу визначення прозорості поверхонь на основі диференційного способу порівняння прозорості скляної робочої ділянки поверхні в інтегрованій променях, що дають можливість підвищити достовірність виконання та визначення прозорості скляних поверхонь.

Практична цінність роботи полягає в створенні мікроконтролерному пристрої диференційного визначення прозорості віконних склопакетів і розробці на його основі системи автоматичного очищення вікон.

Апробації результатів роботи здійсненні в рамках стартап-школи SikorskyChallenge ВНТУ 2017р. де автор роботи виборов 1 місце з проектом “Smart Windows”(додаток А). А також проект признаний кращим інженерним рішенням серед проектів зі всієї України у номінації “Інженерія” з зайнятим 1 місцем на Studway Awards.

Публікації [8]: Полторак О. М. Методи та засоби автоматичного визначення параметрів прозорих об'єктів. / Тезидоповіді. Матеріали всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи-2020». / Тезидоповіді. Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції підрозділів «Науково-технічна конференція факультетів інфокомунікації, радіоелектроніки та наносистем».

1 ОГЛЯД І АНАЛІЗ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

У даному розділі планується проаналізувати сферу застосування та актуальність проблеми. Також будуть проаналізовані відомі рішення проблеми. Аналіз рішень дасть можливість вибрати краще з вже наявних та допоможе покращити рішення яке винесено на розробку.

У кінці розділу будуть зроблені висновки щодо використання тих чи інших методів та засобів для створення кращого рішення.

1.1 Система очищення вікон в концепції розумного будинку

Очищення прозорих поверхонь вікон є непростю задачею і зустрічається у повсякденному житті людини від роботи до дому в якому мешкає людина. Системи Smart Windows також можна застосовувати у автомобілях, будинках, в офісах, житлових багатоповерхівках, а також інтегрувати в розумні будинки. Розумний дім – будинок, установа або частина приміщення яка має вмонтовану систему з функціоналом. Одним з таких є операційка multi-room, функції якої полягають у з'єднанні в одну (окрему) мережу всіх електроприладів у доступному радіусі. Керування такої мережі електроприладів здійснюється за допомогою спеціального пульта. Якщо техніка буде підключена до комп'ютерної мережі, то керувати нею можна буде через персональний комп'ютер. У такому разі можливо навіть керування віддалено, через інтернет.

Приміщення яке можна вважати високо-технологічним, має такі назви: smart-house, digitalhome, intelligentbuilding. Інтеграція інформаційних технологій в приміщенні підтримує неперервну комунікацію між собою для того щоб в будь-який момент часу скоординувати між собою реалізацію функцій, при тому паралельно порівнювати зовнішні показники обстановки [1]. Проектуванням та програмуванням digitalhouse виконують цілі компанії, розробляючи саму систему та алгоритми їх роботи.

Алгоритми на яких базується робота multi-room для smart-house налічують певний набір функціоналу, який може бути виконано при

необхідності або в разі потреби мешканців. Мається на увазі різка зміна навколишнього середовища, яка може загрожувати безпеці людини чи для вдоволення потреб.

Основа функціоналу intelligent building:

- система безпеки, яка полягає в охороні об'єкту та постійним відео-наглядом;
- надійність системи і інтуїтивно зрозуміле керування, що свідчить про просте використання;
- автоматичне регулювання освітлення приміщення, яке залежить від години доби і руху в середині приміщення;
- побутові задачі, наприклад відчинення дверей або полив саду. Це саме ті випадки, коли відбувається процес координування між системами, так як беруться до уваги різні фактори. У першому випадку час доби, щоб домашні тварини могли вийти на подвір'я без втручання людини. В іншому – вимір погодних умов та зіставлення показників для прийняття рішення чи буде виконання поливу доцільним;
- smart-house є енергозатратною системою;
- домашня автоматика дозволяє покращити умови життя у будинку та спростити повсякденні задачі для користування людьми похилого віку та з обмеженими можливостями;
- постійна перевірка від протікання газу або води;
- здатність керування приладами та системи в цілому за допомогою інтернету, телефонної лінії, мобільного зв'язку або напряму через інтерфейс;
- виконання всіх функцій відбувається через один пульт-дисплей.

На рисунку 1.1 представлений узагальнений вигляд дисплею керування digitalhouse і регулятор температури.



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд пульта керування розумним будинком та температурою

1.2 Відомі рішення проблеми

Першим винаходом який і досі користується попитом є склоочисник. Інша його назва двірники – робота яких полягає в усунення наявності вологи і частин бруду з лобового скла транспортного засобу. Будь-який транспортний засіб повинен мати такий пристрій і підтримувати його в робочому стані, тому що це є нормативною вимогою. Механізм двірників складається з важіля (для забезпечення рухової частини процесу) та гумової щітки (безпосередньо для очищення), які розміщуються на різних кінцях склоочисника.

На рисунку 1.2 зображено схему руху машинного склоочисника.

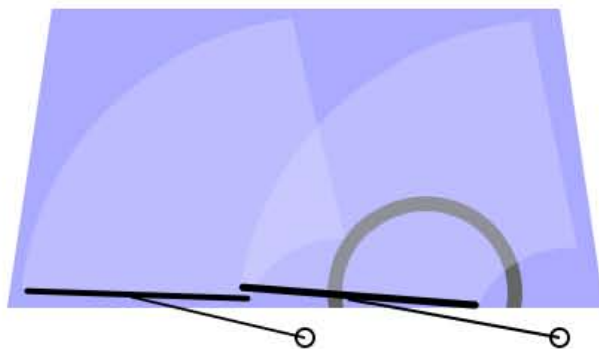


Рисунок 1.2 – Загальний вигляд розміщення щіток та схема руху

Лезо щітки зміщується з сторони в сторону усуваючи крапельки води з скла. Швидкість очищення можна регулювати, для цього існує кілька рівнів неперервного руху і як правило кілька рівнів з певними затримками. В переважній більшості транспортних засобів використовують два синхронізованих між собою важелі, які належать до радіального типу. На відміну від деяких комерційних транспортних засобів, в яких встановлений один або кілька окремих важелів. В перше систему монолезо було застосовано компанією Mercedes-Benz. Працював такий склоочисник не в парі, а як окремий елемент і рухався по "W"-образній траєкторії. Щітка у такому варіанті була впритик до кутів і повністю повторює контур скла. Деякі великі машини обладнані "прихованими" склоочисниками. Коли склоочисники вимкнені, склоочисники рухаються вниз за механізмом або схемою паркування, недалеко від дна лобового скла, але все ще видно. Для маскуванню склоочисників лобове скло знаходиться під краєм капота, а склоочисники «хапаються» під зоною скрабу на нижній стороні лобового скла і зникають з виду [2]. Лопатки склоочисника можна керувати різними способами, хоча в більшості сучасних випадків потужність двигуна є послідовною або паралельною через низку механічних компонентів. Транспортні засоби з пневматичними гальмами іноді використовують пневматичні склоочисники, розташовані в малому обсязі повітря гальмівної системи. Такі невеликі пневматичні системи встановлюються безпосередньо над лобовим склом і працюють при відкриванні клапана.

Раніше склоочисники приводили в рух руками (повертаючи ручку в салоні), тросом від двигуна. Часто склоочисник управлявся вакуумним колектором, але це був проміжок: склоочисники могли сповільнюватися або навіть зупинятися. Ця проблема певною мірою була подолана за рахунок використання комбінованих підсиловачів паливно-вакуумного насоса. Деякі машини мали гідравлічні склоочисники в 1960-х та 1970-х роках.

У 1903 році винахідник (Дж. Е. Ап'юн) винайшов метод переміщення двох щіток вгору і вниз по вертикальному диску. До 1916 року всі американські машини були обладнані склоочисниками.

У 1964 році американський винахідник Роберт Кернс (1927-2005) запропонував, запатентував і реалізував ідею "затримки" або "інтервалу часу" при роботі з склоочисником скла. Ця ідея зацікавила компанію Ford, яка представила винахід для своїх автомобілів, а згодом і для інших виробників.

Принципово інший метод очищення вікон. Магнітна щітка

Він складається з двох пластикових щіток, в які вставляються різні магніти полярності. Кисті підтягуються одна до одної. На його поверхні всередині конструкції розташовані пінопластові вставки та повстяні поверхні. Різні фактури матеріалу дозволяють оптимально мити вікна. Обидві магнітні щітки мають гумові смужки, які збирають воду. Один призначений для миття скла всередині, інший для миття на відкритому повітрі. Зроблені з пластикових щіток. На внутрішній робочій поверхні кожної кисті розташовується мочалка з м'яким ворсом, який ідеально вбирає пил і бруд [3]. На рисунку 1.3 зображено щітку на вікні в роботі.

Послідовність використання щіток для миття вікон
CleaningDoubleSideGlassCleane:

- змочити скло з обох сторін;
- побризкати склоочисним засобом;
- притулити до скла щітку з ручкою з внутрішньої сторони вікна, а щітку без ручки з зовнішньої;
- водити по склу, тримаючи внутрішню щітку за ручку.

Хоча сила тяжіння кистей досить велика, для додаткової безпеки до кисті кріпиться мотузка, яку можна використовувати зовні. Поки ви

очищаєте скло, ви можете покласти його на зап'ястя і не боятися, що кисть випадково відвалиться.



Рисунок 1.3 – Вигляд щітки на вікні

Самоочисне напилення PilkingtonActiv

Коли скло піддається денному світлу, покриття робиться в два етапи:

Він руйнує органічні домішки і виступає каталізатором фотокаталітичної реакції між киснем та органічними сполуками, що відбувається під впливом сонячного світла. В результаті органічні сполуки окислюються до водорозчинних продуктів, і таким чином скло краще миється.

Допомагає вимити бруд. Покриття гідрофільне, так що вода не поширюється як краплі на поверхні, і органічні та неорганічні забруднення можуть легко змиватися. На відміну від звичайного скла, вода швидко сохне і не залишає протікань. Це унікальне покриття не зношується і не зношується - воно має таку ж тривалість життя, як і саме скління [4,5]. Він здатний руйнувати навіть важкі ґрунти і працює в похмурі дні і вночі. На рисунку 1.4 зображено за яким саме принципом працює самоочисне напилення.

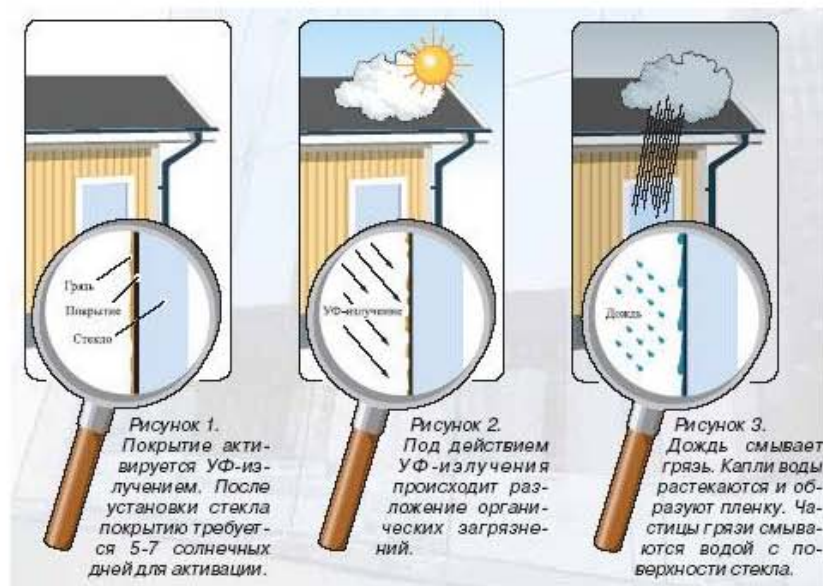


Рисунок 1.4 – принцип роботи самоочисного напилення

Покриття нерозривно скріплене зі склом і може бути пошкоджене лише при пошкодженні самого скла, наприклад, як і гострими предметами, абразивами або сталевими дисками. Тести показали, що він не розшаровується і не вицвітає. Покриття PilkingtonActiv™ не впливає на міцність скла, але знижує пропускання світла лише на 56% порівняно зі звичайним прозорим склом. У деяких кутах скло має трохи більше, ніж звичайне скло, дзеркальний ефект з легким синюватим відтінком, завдяки чому він виглядає більш чистим і привабливим. Покриття містить нешкідливі хімічні речовини, які вже є в нашому середовищі, такі як зубна паста та олія для ванни. Оскільки миючий засіб PilkingtonActiv™ вимагає лише невеликої кількості миючого засобу, він є більш екологічним, ніж звичайне скло. Зазвичай цю склянку не потрібно регулярно мити [6]. Більш тривалий посушливий період, однак, може призвести до утворення бруду на поверхні, що покривається. У таких випадках налейте склянку водою і дайте їй висохнути природним шляхом. PilkingtonActiv™ слід встановлювати у важкодоступних місцях (скляні фасади в хмарочосах, zenітні ліхтарі, скляні дахи). Його можна комбінувати з іншими продуктами Pilkington, щоб забезпечити додаткові властивості - теплоізоляцію, зниження шуму, захист

від сонця та пожежі. Її можна використовувати як одинарне скління, так і вставляти у скло, щоб самоочисне покриття знаходилося на зовнішній стороні будівлі.

1.1 Аналоги та їх порівняння з системою , що розробляється

Найвідомішою аналогічною системою очищення є Nobot-188, що складається з вакуумного насоса і пари обертових дисків. Робот черзі створює розрідження повітря під дисками. Диск, з-під якого відкачано повітря, надійно утримує машинку на вертикальному склі. [7].

Вчепившись у скло колесом-присоскою, робот діловито обертає другим диском, натираючи поверхню. При цьому він може повертатися навколо присоски і «крокувати», по черзі міняючи «опорну ногу». Крокує робот досить швидко, а головне, він завжди прекрасно знає, куди йти. На рисунку 1.5 зображено траєкторію руху Nobot-188



Рисунок 1.5– Схема руху робота Nobot-188

Не маючи ніяких додаткових сенсорів робот з легкістю визначає край вікна по зусиллю на двигунах, коли впирається в раму[8]. Мало того, Nobot вміє мити навіть без рамні скла, наприклад модні скляні офісні двері. Як тільки один з дисків виходить за край скла, робот дізнається про це по тиску: відкачати повітря з-під витяє у повітрі диска неможливо.

Під час роботи Nobot постійно повинен бути підключений до електричної мережі довгим проводом. Проте перед миттям він просить повністю зарядити акумулятор.

Це свого роду джерело безперебійного живлення: в разі раптового відключення електрики робот може провиснути на склі ще 20 хвилин при повністю зарядженій батареї. При цьому він зупиниться і буде просити про допомогу за допомогою червоного світлодіоду і звукового сигналу. На рисунку 1.6 зображено очисника з середини.

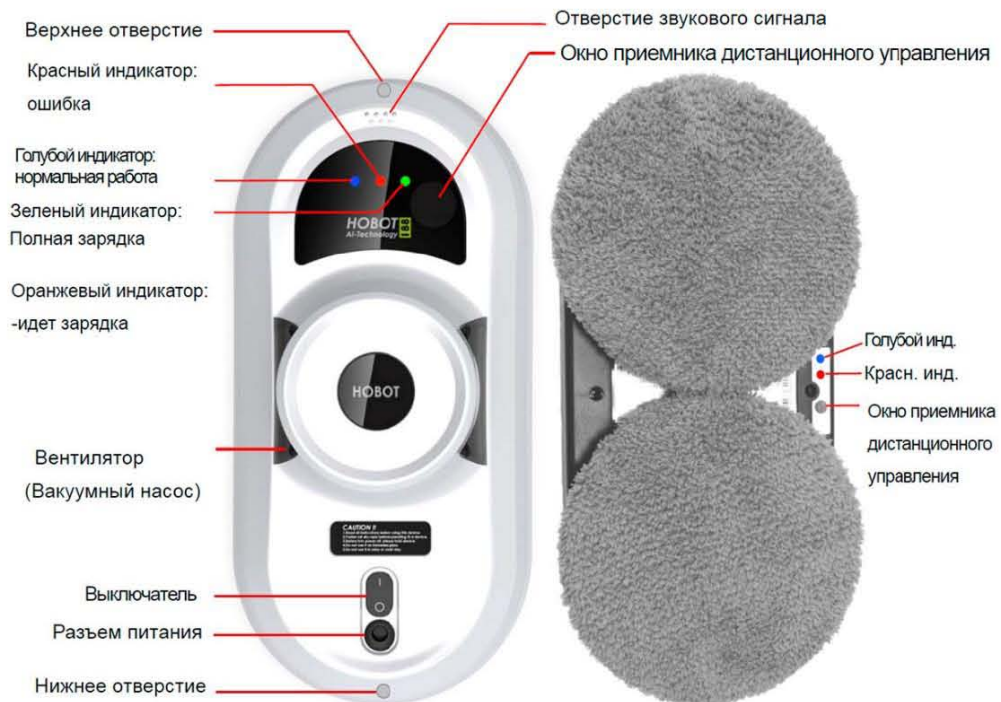


Рисунок 1.6 – Давачі склоочисника Nobot-188

Але все ж в якості останньої залізобетонної страховки робота прив'язують до чогось надійному (до батареї або віконної ручці) міцною мотузкою. Втратити Nobot практично неможливо, тому йому сміливо можна довірити роботу в самих важкодоступних місцях.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики Nobot-188

Тип двигуна	Вакуумний
-------------	-----------

Програмне забезпечення	AiTechnology V2.0
Серветки з мікрофібри	12 шт
Швидкість чистки	4 хв/м2
Режими автоматичного чищення	3 режими
Резервна батарея	На 20 хв
Алгоритм безпеки	+
Автоматичне виявлення країв скла	+
Автоматична зупинка	+
Дистанційне керування	+
Страховальний дрiт	Витримує 150 кг
Мінімальний розмір поверхні	Більшніж 35x35 см
Максимальний перепад поверхні менш	Менше 1,5 мм
Шум	67 Дб
Габаритні розміри	295*148*120 (ДШВ)
Вага	930 г
Напруга на вході до мережевого адаптера	100~240В, 50Гц/60Гц
Споживана потужність	80W

В порівнянні з системою Smart Windows робот Hobot має ряд недоліків , а саме:

Таблиця 1.2 – Порівняльна характеристика SmartWindowsta Hobot-188

Smart Windows	Hobot
---------------	-------

Енергозалежність	+	Енергозалежність	—
Резервуар для миючої речовини	+	Резервуар для миючої речовини	—
Обмеження страхувальним дротом	—	Обмеження страхувальним дротом	+

Smart Windows являє собою модульну систему очищення вікон , яка монтується на вже існуюче вікно. Має велику кількість сенсорів , що дозволяють точно проаналізувати область забруднення. Завдяки реалізації на Arduino можна покращити елементну базу, додати функцій та датчиків яких не вистачає[9]. Перевагою системи є:

Таблиця 1.3 – Переваги SmartWindows над вже існуючими системами очищення скла

SmartWindows	
1	простота у використанні інтуїтивно зрозумілий інтерфейс
2	енергонезалежність завдяки сонячному модулю
3	підключення до комунікацій (води, електрики)
4	резервуар з миючою рідиною
5	якість очистки
6	можливість розширення функцій
7	актуальність для будь якого клімату

ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ

В даному розділі були проаналізовані вже існуючі методи очистки скла, що призвело до створення власного методу очищення на якому буде базуватись розробка SmartWindows. Також були проаналізовані засоби створення очисників, що дало можливість вибрати ряд технологій, як

основний засіб розробки для дипломного проекту. Провівши аналіз конкурентів на ринку склоочисників від основних виробників, я зробив висновок що найкращим буде як модульний пристрій так і створення інтегрованої технології в вікно.

2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ СТРУКТУРНИХ РІШЕНЬ ТА ПРИНЦИПУ ДІЇ СИСТЕМИ

В даному розділі планується обґрунтувати вибір структурного рішення та алгоритму роботи приладу, а також планується розробити алгоритми та дію електронної підсистеми, обрати компоненти для реалізації поставленої задачі.

2.1 Аналіз методів вимірювання прозорості

Розглянемо загальну класифікацію методів вимірювань з погляду можливості їх застосування при визначенні прозорості поверхонь. Сукупність методів використання принципів та засобів вимірювання - це метод вимірювання. Різні методи вимірювання відрізняються, зокрема, організацією порівняння вимірюваної величини з одиницею вимірювання. З цієї точки зору всі методи вимірювання поділяються на дві групи: методи прямого оцінювання та методи порівняння. Існує велика кількість методів, основні з яких можна класифікувати наступним чином:

- метод безпосередньої оцінки;
- порівняння з мірою;
- нульовий метод вимірів;
- вимірювань заміщенням;
- вимірювань доповненням;
- контактний метод вимірювань;
- безконтактний метод вимірювань;
- диференціальний метод вимірювань.

Методи порівняння включають побічний метод, диференціальний метод, нульовий метод, метод заміщення та метод відповідності.

У способі прямої оцінки значення вимірюваного значення визначаються безпосередньо опорним пристроєм вимірювального пристрою прямої дії

(вимірювальним пристроєм, який забезпечує одне або більше перетворень сигналу вимірювальної інформації в одному напрямку, тобто без зворотного зв'язку). Цей метод заснований на всіх показових (комутаційних) пристроях (вольтметр, амперметр, ватметр, лічильник електроенергії, термометр, тахометр тощо). У цьому методі вимірювання міра як реальне відтворення одиниці вимірювання зазвичай не впливає безпосередньо на процес вимірювання. Порівняння вимірюваної величини з одиницею вимірювання відбувається опосередковано за допомогою попередньої калібрування вимірювального приладу за допомогою зразків вимірювань або зразків вимірювальних приладів.

У більшості випадків точність методу прямого оцінювання низька і обмежена точністю використовуваних вимірювальних приладів. Метод порівняння вимірювань - це метод вимірювання, в якому вимірювану величину порівнюють із відтвореною мірою. Прикладами цього методу є: вимірювання ваги на вагових вагах із врівноваженою вагою; Вимірювання напруги постійного струму на компенсаторі порівнянням з ЕРС нормального елемента. Метод порівняння з тією мірою, в якій вимірювана величина і кількість, представлені вимірюванням одночасно, впливають на пристрій порівняння, з яким виробляється зв'язок між цими величинами, називають методом протиставлення. Це, наприклад, вимірювання ваги на важельному балансі з їх приміщеннями і врівноваження ваг на двох вагових оболонках з відомим співвідношенням важеля важеля балансу. У цьому випадку якість пристрою порівняння може використовуватися для отримання високоякісних вимірювань (наприклад, аналітичних ваг) (низьке тертя в носіях, стабільність важеля тощо). Нульовий метод забезпечує високу точність вимірювання і широко застосовується, наприклад, для вимірювань електричного опору повного моста або зміщення постійного струму моста. Метод заміщення називають методом порівняння в тій мірі, в якій виміряне значення замінюється відомим значенням, відтвореним вимірюванням. Це, наприклад, зважування із змінною вагою та вагами в одній шкалі. Метод заміщення можна розглядати як різновид диференціального або нульового методу,

створюючи враження, що порівняння вимірюваної величини з вимірюваним значенням має місце в різний час.

Різничний метод вимірювання - це метод вимірювання, в якому вимірювану величину порівнюють з однорідною величиною, яка має певне значення, яке дещо відхиляється від значення вимірюваної величини і в якому вимірюється різниця між двома величинами. Фактично диференціальний метод вимірювання - це метод порівняння із ступенем, на який вимірювач впливає на різницю між вимірюваною величиною та відомою кількістю, яка відтворюється за допомогою вимірювання, що відповідає формально $x \neq 0$ виразу $Q = x + X_m$.

Метод різниці - це метод порівняння настільки, на який вимірювач впливає різниця між вимірюваною величиною та відомою відтворюваною мірою. Цей метод дозволяє отримувати результати вимірювань з високою точністю навіть при застосуванні до неточних вимірювальних приладів, коли відоме значення відтворюється з високою точністю.

Ефект підвищення точності результатів вимірювань, отриманих диференціальним методом, тим більше значущий, чим ближче значення вимірювання до справжнього значення вимірюваної величини. У випадку, якщо отриманий ефект впливу значень на компаратор доведений до нуля, диференціальний метод вимірювання перетворюється на нуль. У нульовому методі вимірювання застосовувана міра повинна бути змінною (регульованою), а компаратор бере на себе функцію ефекту нульової рівності вимірюваного значення та вимірюваних мір. Метод вимірювання диференційний (метод різниці, метод вимірювання) - метод, при якому визначається різниця між вимірюваною та відомою фізичними величинами. Відоме значення часто відтворюється за допомогою заходів. Якщо різниця між вимірюваними та відомими значеннями невелика, похибка вимірювання визначається головним чином точністю пізнання відомого значення. Наприклад, якщо різниця не перевищує 0,01 частини вимірюваного значення, вимірювання з похибкою в 0,1% додає похибку не більше 0,001% до загального результату. Д.М.І. має велике значення при огляді вимірювального обладнання - перевірка вимірювань, що перевіряються на

основі зразкових (наприклад, нормальних елементів, якщо взяті в зворотному порядку), а також для тестування матеріалів і виробів порівнянням із зразками. У галузі лінійних вимірювань Д.М.І. називають відносним методом. Д.М.І. перетворюється на нульовий метод вимірювання, коли різницю між вимірюваними та відомими значеннями зменшують до нуля (відоме значення має для цього регулюватися).

2.2 Видимість та її характеристики

Оцінюючи умови розповсюдження світла в прозорих об'єктах та визначаючи поле зору, першорядне значення має оптична прозорість об'єкта. Прозорість досліджуваної поверхні залежить від її складу та наявності домішок (води та пилових частинок). Чим прозоріша поверхня, тим менше світла проходить через розсіювання та поглинання. Ключова особливість прозорості поверхні - коефіцієнт прозорості, який вказує, яка частка спрямованого потоку світла проходить через один шар. Формулу розрахунку прозорості можна подати як:

$$\tau^l = \frac{I_l}{I_0}, \quad (2.1)$$

де:

τ – коефіцієнт прозорості

l – товщина поверхні

I_l – інтенсивність світлового потоку після проходження

I_0 – початкова інтенсивність світлового потоку

Прозорість поверхні характеризується також показником ослаблення α , який пов'язаний з коефіцієнтом прозорості співвідношенням $\alpha = \ln \tau$.

Ефект розсіювання і поглинання світлового потоку в поверхні створює світлову перешкоду, яка володіє властивістю зменшення контрасту і, отже, погіршує видимість.

Зорове сприйняття предметів можливо тоді, коли між предметом і фоном, на якому він проектується існують яскравості, колірні або змішані контрасти. Чим сильніше ці контрасти, тим легше предмети сприймаються оком. При зменшенні контрастності настає момент, коли предмети по яскравості і кольору зливаються з навколишнім фоном. Основну роль тут грають прозорість і природний поріг здатності людського ока бачити предмети. Ця здатність ока називається порогом контрастної чутливості і виражається числом, що означає, наскільки повинен відрізнятися за яскравістю предмет від фону, щоб перестати бути видимим.

Середнє значення порога контрастної чутливості ока приймається рівним 2% ($\varepsilon = 0,02$).

Суттєве значення для видимості предметів (об'єктів) мають їх кутові розміри і характер контуру. Чим менше величина об'єкта, тим гірше він сприймається оком. Для визначення видимості об'єкт повинен мати кутові розміри не менше $0,5^\circ$. Об'єкти з рівно або плавно змінюється лінією контуру видно краще і дальність видимості їх більше, ніж у об'єктів з пилкоподібним (зазубреним) контуром. При визначенні дальності видимості ми повинні мати на увазі ще такі обставини:

- відмінність в яскравості між об'єктом і фоном може бути настільки незначним, що об'єкт виявляється лише у вигляді слабкого плями. У цьому випадку відстань до нього називається дальністю виявлення об'єкта;
- якщо відмінність в яскравості буде таким, що ми зможемо дізнатися характер об'єкта, то відповідне відстань до нього називається дальністю впізнавання об'єкта;
- якщо об'єкт повністю зливається з фоном і перестає бути видимим, то в цьому випадку відстань до нього називається дальністю зникнення об'єкта.

У кожному з трьох випадків значення дальності видимості будуть різні: найбільшою є дальність зникнення, найменшою-дальність впізнавання об'єкта. Якщо підходити до видимості з точки зору вивчення фізичного стану, що визначається ступенем її прозорості, то доцільно визначити видимість як дальність зникнення об'єктів.

2.3 Побудова диференційного вимірювача

Інструментальною основою для побудови оптико-електронного вимірювача прозорості є розробка автором оптоелектронного датчика на основі концепції нефелометричного методу, що використовує прямий ефект розсіювання випромінювання зонда в прозорому середовищі. Хоча нетермометричні вимірювальні прилади є локальними та екстрапольованими, вони широко застосовуються в практиці спостереження через їх переваги, такі як абсолютна нечутливість до поглинання світла (випромінювання), великий діапазон (до п'яти порядків) об'єктних значень, що вимірюють безпідставність (моностатичні), що вигідно відокремлює їх від основних фотометрів, компактність, простота конструкції та мала вага, що дозволяє використовувати їх як стаціонарні та мобільні інструменти спостереження та дослідження. Поверхнева крихкість [2]. Оптична схема Нефелометричний вимірювальний прилад, автор, як у [2] датчик реалізує модуль зондового випромінювання, розташований поблизу кута розсіювання до цього модуля фотодетекторів, оптична взаємодія якого утворюється променем, відкритого для вимірюваного чутливого об'єму. Розсіювання видимого об'єму випромінювальним потоком F_p відповідає звичайному нефелометричному рівнянню і лінійно пропорційне розміру сприймається об'єму V , розміру потоку зонда $F_0 t$, розсіювання середовища β_b [3]:

$$F_p = k_{oc} F_0 V \beta_b, \quad (2.4)$$

де k_{oc} – геометричний фактор конструкції оптичної системи.

Прийнятий модулем фотоприймача у «чистому» вигляді без зовнішніх перешкод розсіяний промінь перетворюється у вихідний інформаційний сигнал у вигляді змінного струму і значення необхідних параметрів

обчислюється із його записаного значення МС. У реальних робочих умовах паразитичне підсвічування (інтерференція) виявляється незмірно більшим, ніж потік чутливого об'єму чутливого практикуючого за рахунок світлового потоку, що виводить практичний статус лічильника, що призводить до нелінійності режиму введення підсилювача модуля високої чутливості. Ми маємо на увазі фоновий шум із сторонніх джерел в атмосферному середовищі, який виникає незалежно від наявності струму розсіювання у чутливому обсязі. Фоновими джерелами шуму можуть бути природні та штучні технічні випромінювачі [4], при цьому сонце та продукти їх оптичної взаємодії із земною поверхнею та земною атмосферою є найбільш сильними. Існує пряме сонячне світло завдяки таким конструкційним конструкціям, як витяжка, що значною мірою виключає попередній нахил модуля фотоприймача до земної поверхні від джерел нефелометричного фонового шумометра.

Найважливіша частина - це відбита і розсіяна сонячна радіація. Часткове усунення цього типу фонового шуму у видимій області спектру досягається використанням щільного червоного фільтра КС18, як було запропоновано в роботі [2]. Однак у ближній інфрачервоній (ІЧ) спектральній області сонячної радіації захист від переважаючої ролі фонового шуму не знайшов технічного рішення та реалізації.

Відповідно до запропонованого в цій роботі методу, алгоритм роботи для виконання процесу вимірювання фонового шуму включає три етапи часу (підготовча фаза лічильника налаштування температурного режиму тут опущена). На першому етапі - рівень компенсації фонового шуму за принципом Понселе [5] - модуль випромінювання зонда вимикається, а модуль фотодетектора знаходиться у функціональному стані, а його робочий фотодіод (FDR) впливає лише на квазістаціонарний фоновий шум F_{fs} (рис. 1). Постійний струм фотопомножувача короткого замикання, генерований фотодіодом FDD відповідно до рівняння $I_{Fs} = S_i F_{fs}$, де S_i - чутливість струму FDR, лінійно перетворюється підсилювачем передачі TYPE з коефіцієнтом перетворення у вихідну напругу U_{fz}

$$R_{\phi}: U_{\phi z} = R_{\phi} I_{\phi z} = R_{\phi} S_{\phi} F_{\phi z}. \quad (2.5)$$

Вимірний фоновий шум UEF у формі U_{fz} реєструється пам'яттю РФ. Наступним кроком на цьому кроці є підключення накопичувального пристрою до створеного компенсаційного каналу, який включає джерело живлення DCS, керований напругою, і діодний оптрон О (мал. 16). Діодний оптопар був розроблений з фотодіодом кремнію S2687-66R (DSCN) і має точно такі ж оптичні параметри, включаючи надзвичайно низьку щільність перешкод, з фотодіодом Hamamatsu S2386-8K.

Вихідний струм I_{κ} , що генерується DSCN відповідно до залежності $I_{\kappa} = G U_{fz}$, де G - надпровідність перетворення DSCN, викликає ІЧ-випромінювання світлодіода оптопару О і веде через прямий оптичний зв'язок для генерації струму короткого замикання ІК фотодіоду FDO оптопару. з коефіцієнтом K_i , тобто

$$I_{\kappa} = K_i I_{\phi} = G K_i U_{\phi z}. \quad (2.6)$$

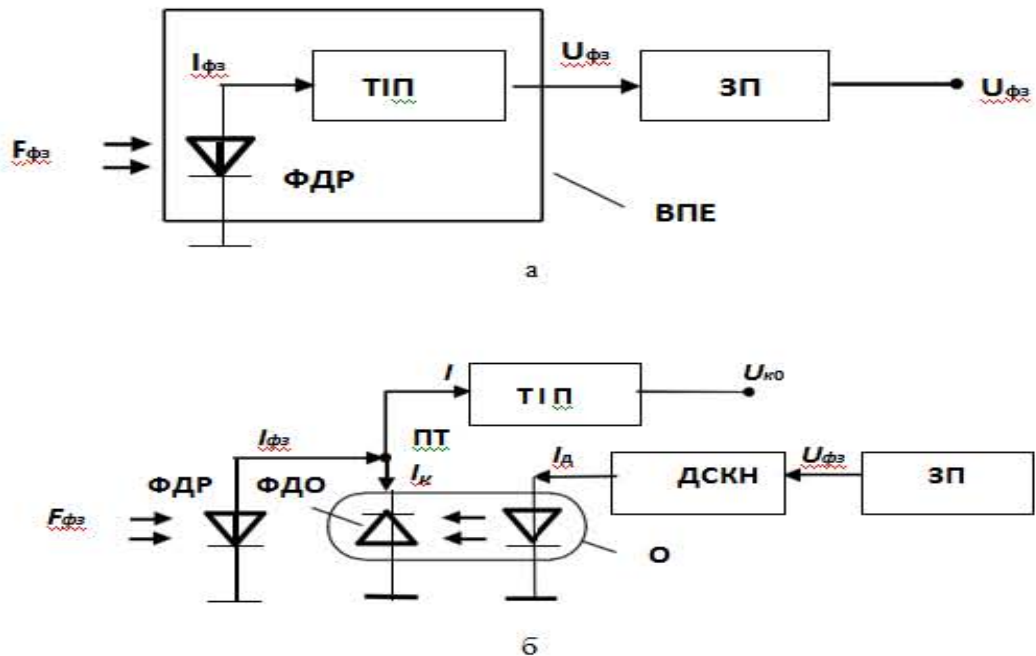


Рисунок 2.7 - Компенсація фонового шуму: а) вимірювання фонового шуму (VPE - елемент вимірювання та перетворення), б) схема компенсації структури.

Фотодіод FDR, що працює як елемент вимірювання фонового шуму, і фотодіод оптичної муфти FDO як елемент каналу, що компенсує баланс,

підключені до точки підсумовування ПТ, яка є інвертуючим входом ТИПУ. У цьому випадку фотодіод оптрона FDO підключається до ПТ відповідно до поточної схеми зливу та компенсує поточний I_k фонового шуму I_{fz} , в результаті чого вхідний струм ТУРЕ

$$I = I_{fz} - I_k. \quad (2.8)$$

У статичному режимі фонових перешкод маємо інерційність та лінійність елементів системи компенсації з урахуванням наведених вище співвідношень (2) - (4)

$$I = S_i F_{fz} - K_i G R_\phi S_i F_{fz}. \quad (2.9)$$

Тоді показник ступеня компенсації визначиться як:

$$\gamma = \frac{I}{I_{fz}} = 1 - K_i G R_\phi. \quad (2.10)$$

Згідно з (2.5) умовою повної компенсації буде виконання рівності $K_i G R_\phi = 1$

Коли $K_i = 0,08$ і $R_f = 107$ Ом в нашому конкретному лічильнику, необхідно, щоб необхідна надпровідність перетворення DSCN була для досягнення повної компенсації фонового шуму.

$$G = \frac{1}{K_i R_\phi} = 1,25 \cdot 10^{-6} \text{ См}$$

Однак через температурний дрейф параметрів K_i і G та умовну квазістаціонарність фонового шуму практично неможливо здійснити цілком повну компенсацію, так що це слід вважати прийнятним результатом для решти вихідної напруги постійного струму компенсатора $U_k \leq 0$ досягає десяти мілівольт. , Таким чином, лічильник захищений від зовнішнього фонового шуму.

На другій стадії різницевого вимірювача (ступінь вимірювання) селективні підсилювачі підключаються до виходу ТІР в модулі фотоприймача [2], модуль випромінювання зонда переводиться в робочий стан, а фонове порушення та інформаційний потік F впливають на робочий

фотодіод модуля фотоприймача. Модуль фотоприймача здійснює лінійне фотометричне перетворення потоку витоку F_p у вихідний інформаційний сигнал у вигляді змінної напруги поточного значення U_{ih} , починаючи з порогу $U_{min} / U_{shz} \approx 6$ (тут U_{min} - мінімальне значення вихідної напруги U_{ih} , а U_{shz} - ефективне значення вихідної напруги $F = 0$ (через шум і перешкоди в вимірювальному шляху модуля), тобто

$$U_{вих} = F_0^k \cdot \phi^{K_{cn}} \cdot \beta^{+U_{шз}} \quad (2.10)$$

де K_{cn} – загальний коефіцієнт підсилення каскадно з'єднаних селективних підсилювачів (фільтрів) фотоприймального модуля.

На наступному кроці вихідна напруга U_{ih} реєструється як аналог інформації розрядного струму (без U_{shz}) і зберігається в пам'яті ПК. Завершення другого етапу зонду джерела випромінювання в модулі радіатора вимкнено.

2.4 Програма визначення параметрів

Зміст третьої стадії робочого циклу вимірювання полягає у визначенні втрат на основі траєкторії виправленого зір розсіювання атмосферного середовища β та відрегульованого метеорологічного поля зору SM. Етап виконується в автоматизованому режимі, використовуючи програмне забезпечення ПК, обробляючи інформацію про вимірювання другого ступеня відповідно до співвідношень, отриманих у [6]. Програма управляє процесами в три етапи з візуалізацією результатів.

Функціонально зондовий модуль і фотодетекторний модуль підключені до ПК на базі Windows через два гальванічні інтерфейси USB / RS-485 Triton 5010i 0,25 Мбіт / с USB / RS-485. Драйвери VirtualComPort (VCP) встановлені для роботи з пристроями. Це дозволяє нам працювати з USB-каналом як додатковий порт PCS COM, використовуючи стандартні API WCOMM для Windows. Для користувача пристрої обладнані світлодіодним дисплеєм для вмикання та прийому даних.

Розроблена програма має звичайну стандартну структуру та управління в операційній системі Windows. Після запуску MC регулює режими модуля

випромінювання зонда (температура та струм ІЧ-випромінювача) та модуля фотоприймача (температура) та вводять параметри вимірювання та обчислення:

- L – траєкторія візування, [м];
- β_K, U_K – калібрувальні значення показника розсіяння [1/м] і вихідної напруги селективних підсилювачів [В] відповідно до [2];
- U_{max} – максимальне значення вихідної напруги селективного підсилювача, [В];
- $U_{шз}$ – середньоквадратичне значення напруги шум-завади, [мВ];
- t_1 – інтервал часу на виконання етапу компенсації фонові завади, [мс];
- t_2 – інтервал часу на встановлення температурного режиму роботи модулів, [мс];
- N – кількість циклів, кожен з яких містить вищевказані три етапи.

Наступним кроком є обчислення відрегульованих значень розсіювання відповідно до співвідношення:

$$\beta = \frac{1}{L} \cdot \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{1}{4} - L \cdot \beta_K \cdot \frac{U_{вих} - U_{шз}}{U_K - U_{шз}}}$$

$$S_M = 3/\beta.$$

Проаналізуємо поведінку відносної похибки на прикладі визначення S_M з урахуванням втрат випромінювання по зоровому шляху. З результатів [6] легко довести, що вираз для визначення відносної помилки S_M має

$$\varepsilon_M = \frac{S_{M6} - S_M}{S_M} = \left| \exp \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{1}{4} - L \cdot \beta_K \cdot \frac{U_{вих} - U_{шз}}{U_K - U_{шз}}} - 1 \right|.$$

вигляд

$$(2.11)$$

де S_{M6} – значення дальності видимості без урахування втрат по траєкторії візування.

За цією формулою (7) проведено розрахунок поведінки відносної похибки ϵ_M у залежності від значення дальності видимості S_{Mb} , яку графічно наведено на рис. 2.12

На рис. 2.12 показано зменшення монотонності залежності зростання S_{Mb} , яке можна повністю усунути як методологічну помилку при визначенні метеорологічного діапазону понад 500 м. Позначення залежності (рис. 2.12) пунктирною лінією відповідає його приблизній поведінці, оскільки добуток βL наближається до максимально допустимого значення $\beta L \leq 0,23$, яке було припущено в [6] для розрахунку метеорологічних параметрів.

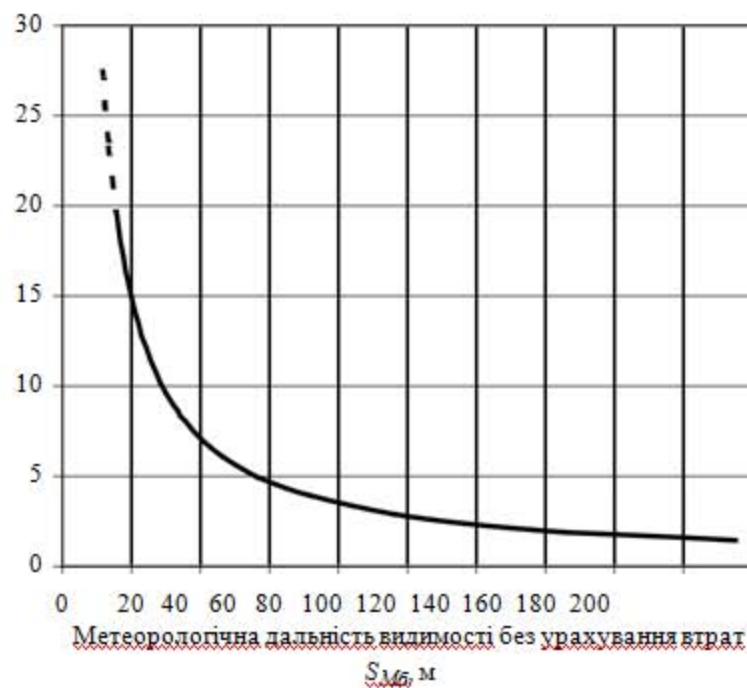


Рисунок - 2.12 Похибка визначення дальності видимості через втрати на розсіяння по траєкторії візування ($L = 0,91$ м).

Третій крок циклу метеорологічного визначення завершується нулюванням пристроїв зберігання інформації про компенсацію та вимірювання.

Результати відображаються у вигляді таблиці зі значеннями β та SM для кожного циклу вимірювання та усереднюються по всіх завершених циклах без середніх помилок. Хід вимірювань супроводжується інформацією про поточну фазу процесу (компенсація фонових шумів, встановлення температурного режиму модулів, очікування наступного циклу) та відсоткові

фази їх виконання для поточного циклу та поточного циклу у вигляді загального вимірювання кольорові індикатори (стрічки). Виміряне значення U_v також фіксується і після завершення процесу кількість успішно виконаних циклів.

Якщо під час циклу виникає помилка, відображається повідомлення про стан, цикл не враховується під час усереднення, вимірювання не припиняється і програма продовжує нормально працювати. В кінці вимірювання у рядку стану відображається підсумок помилок. Для зручності використання в програму включена вбудована система довідки. Довідкове вікно містить кольорові та підкреслені терміни, для яких можна отримати додаткову інформацію.

Нижче наведено основні технічні характеристики ОЕВМП:

<u>Показник розсіяння (к-фактор)</u>	$0,2 \div 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ 1/m}$
<u>Динамічний діапазон визначення метеорологічної дальності видимості</u>	$15 \text{ м} \div 48 \text{ км}$
<u>Максимальне значення вихідного інформаційного сигналу U_{max}</u>	10 В
<u>Калібрувальні значення:</u>	
<u>показника розсіяння β_k</u>	$6,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-1}$
<u>вихідного інформаційного сигналу U_x</u>	0,317 В
<u>Середньоквадратичне значення напруги шум/завади $U_{\text{шз}}$</u>	0,62 мВ
<u>Часовий інтервал компенсації фонові завади t_1</u>	5 с

2.5 Розробка структурних рішень та загального алгоритму роботи

Типовий процес збору даних про поверхню , а також аналіз її забруднення проходить через такі етапи:

- Сканування: отримання даних про поверхню об'єкта з допомогою вимірювального пристрою, такого як оптичний давач[10].
- Операційний підсилювач дає змогу підсилити сигнал та проаналізувати найменші значення[11].
- Аналіз даних АЦП: перетворення та корегування даних, порівняння з еталонним значенням , якщо сканувань поверхні було декілька[12].

- Обробка даних мікроконтролером: мікроконтролер отримує значення з давача, якщо результат відрізняється від еталонного тоді мікроконтролер виконує ШІМ модуляцію та запускає в дію двигуни[13].
- ШІМ модулятор: ШІМ модулятор відправляє синусоїдний сигнал на двигуни і запускається процес очистки[14].

На рисунку 2.13 зображено загальний алгоритм роботи схеми.

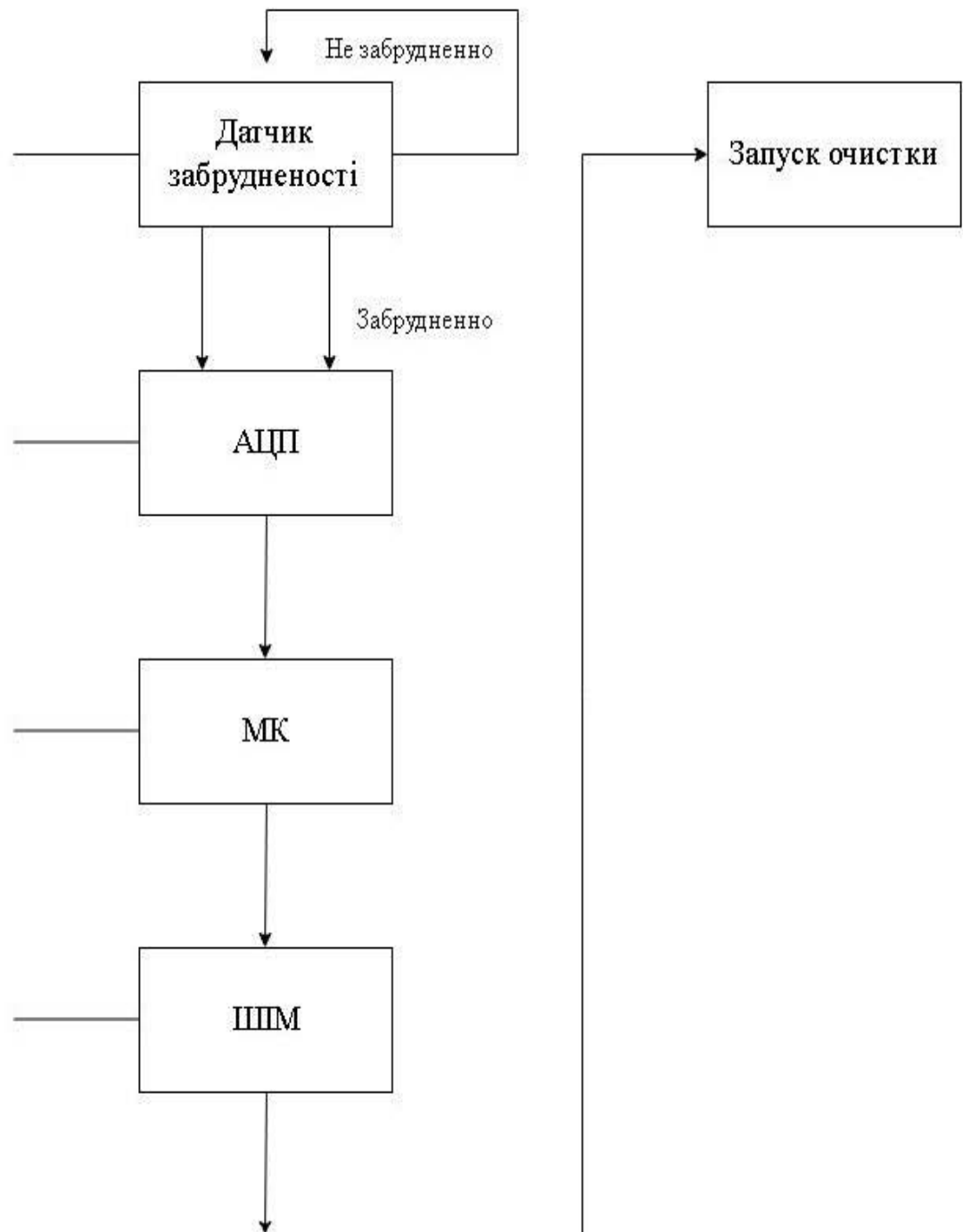


Рисунок 2.13 – Структурна схема

2.6 Розробка алгоритмів роботи електронної підсистеми

В якості аналізатора забрудненості поверхні взято фото транзистор. Аналізатор забрудненості поверхні сканує поверхню, порівнює отримані дані з еталонним каналом. В якості фотоприймача використовується TSMP58138.

Таблиця 2.14 – Технічні характеристики фотоприймача TSMP58138

Категорія продукту	Інфрачервоні приймачі
Виробник	Vishay
Несуча частота	38 kHz
Дистанція передачі	20 m
Кут розсіювання	45 deg
Кутогляду	45 deg
Мінімальне вихідне навантаження високого рівня	100 mV
Вихідний струм	5 mA
Робоче навантаження живлення	2.5 V to 5.5 V
Робочий струм джерела живлення	700 uA
P_d –розсіювання потужності	10 mW
Максимальна робоча температура	-25...85 C
Тип корпусу	SideLooker
Вид монтажу	ThroughHole

Фототранзистор - транзистор (як правило, біполярний), який впорскує нерівноважні носії на основі внутрішнього фотоелектричного ефекту; використовується для перетворення світлових сигналів в електричні сигнали та їх посилення одночасно. [15]

Будова

Фототранзистор - це монокристалічна напівпровідникова пластинка германію чи кремнію, в якій три області отримані спеціальними технологічними прийомами, які на відміну від звичайного транзистора взагалі називають випромінювачем, колектором та основою транзистора. не має. Кристал встановлений в захисному корпусі з прозорим вхідним вікном.

Включення фототранзистора у зовнішню ланцюг аналогічно включенню біполярного транзистора відповідно до загальної схеми випромінювання та нульового базового струму. Коли світло потрапляє до основи (або колектора), воно утворює парні носії (електрони та дірки), відокремлені електричним полем від колекторного переходу. В результаті базові носії накопичуються в базовій області, внаслідок чого зменшується потенційний бар'єр емітерного переходу і збільшується (посилюється) струм через F порівняно з струмом за рахунок передачі тільки сформованих носіїв безпосередньо під світлом. [16]

Параметри

Найважливішими параметрами та характеристиками фотоелектричних та інших фотоелектричних пристроїв (наприклад, фотоелемент, фотодіод) є: інтегральна чутливість - відношення фотоструму до падаючого світлового потоку; Для кращих F. зразків (наприклад, виготовлених за допомогою дифузійної пленарної технології) досягається 10 А / л. Спектральні характеристики - залежність чутливості до монохроматичного випромінювання від довжини хвилі цього випромінювання; завдяки чому, зокрема, може бути визначена довгохвильова межа застосовності F; ця межа (головним чином залежно від смуги смуг напівпровідникового матеріалу) для германію F становить 1,7 мкм, для кремнію 1,1 мкм; Постійна часу (що вказує на інерційність F) не перевищує декількох сотень мікросекунд. Крім того, F. характеризується збільшенням первинного фотоструму, який досягає 10^2 — 10^3 .

Застосування

Висока надійність, чутливість та часова стійкість параметрів F., а також невеликий розмір та відносна простота конструкції дозволяють F. широко застосовуватися в системах управління та автоматизації, таких як датчики світла та гальванічні роз'єми тощо (див. Радіаційний приймач). , Світловий приймач, оптопар). З 1970-х років було розроблено поле F. (аналог польових транзисторів).

Джерелом світла в цьому пристрої є інфрачервоний світлодіод з низьким споживанням енергії.

Світлодіод (світлодіод) - це напівпровідниковий пристрій, який випромінює некогерентне світло при передачі електричним струмом (ефект називається електролюмінесценцією). Світло, що випромінюється звичайними світлодіодами, має вузький спектр, і його колір залежить від хімічного складу використовуваного напівпровідникового світлодіода. Сучасні світлодіоди можуть випромінювати світло від інфрачервоної області спектру до майже ультрафіолетового світла. Існують методи розширення діапазону випромінювання та отримання білих світлодіодів. На відміну від ламп розжарювання, які випромінюють світловий потік широкого спектра рівномірно у всіх напрямках, звичайні світлодіоди випромінюють світло з певною довжиною хвилі та в певному напрямку. Світлодіоди були модернізовані до лазерних діодів, які працюють за тим же принципом, але можуть випромінювати когерентне світло. [17]

Історія

Вперше інфрачервоне випромінювання з напівпровідникових клітин було зареєстровано в 1955 році Рубіном Браунштейном, членом радіокорпорації Америки, який використовував арсенід галію (GaAs) та інші напівпровідникові сплави. Перший світлодіод, тобто пристрій, який випромінює випромінювання на напівпровідниковому переході, коли він проводиться електричним струмом, а також патент на нього, був придбаний працівниками компанії TexasInstruments - Боб Бардом і Гаррі Пітманом у 1961 році. Згодом GaAs- і Світлодіоди GaP (фосфід галію), комерційно доступні для використання в якості індикаторів. Перший видимий світлодіод був розроблений компанією GeneralElectric Ніка Голоняка. Розвиток світлодіодів у 1960-х та 1970-х роках поступово призвів до створення світлодіодів, які змінювалися від червоного на зелений. Іншим напрямком роботи було підвищення ефективності світлодіодів. Найпопулярнішими матеріалами були GaP (червоний - зелений) та GaAsP (жовтий - інтенсивно червоний).

У той же час з'являється багато нових застосувань світлодіодів (у калькуляторах, цифрових годинниках, тестовому обладнанні). Хоча надійність світлодіодів завжди була вищою, ніж у ламп розжарювання, неону

тощо, відсоток викидання на попередніх пристроях був значно більшим. Це була вина тодішньої ручної збірки. Окремі оператори виконували вручну такі завдання, як розподіл епоксиду, розміщення його крапель у потрібному положенні та перемішування епоксидної смоли. Це призвело до таких дефектів, як "витік епоксиду", що спричинило витік, а іноді навіть укорочення рп-переходу. Крім того, високі дефекти кристала, підкладки та епітаксiального шару призвели до зниження ефективності та скорочення терміну служби пристрою. На початку 1980-х років поява GaAlAs (галієво-алюмінієво-арсенід) розпочало революцію у виробництві світлодіодів. Завдяки GaAlAs ефективність зросла вдесятеро, внаслідок чого з'явилися нові програми: зовнішня вивіска та маркування, зчитування штрих-коду, передача даних з оптичного волокна та медичні пристрої. Однак GaAlAs працював лише в червоній області спектру (660 нм) і мав короткий термін експлуатації (більш ніж на 50% падіння ефективності через 100 000 годин). Деякі з цих проблем були вирішені з появою лазерних діодів, які стали комерційно доступними у 1980-х роках. Використання лазерної діодної технології - наступний крок для виробників світлодіодів. Однією з таких технологій було створення нового люмінесцентного матеріалу InGaAlP, який дозволив плавно регулювати колір, регулюючи пропускну здатність. Таким чином, світлодіоди всіх можливих кольорів видимого спектру були виготовлені за тією ж технологією, і зношеність пристроїв значно зменшилася навіть при високій температурі та високій вологості. Наступним кроком у розвитку є розробка методології застосування Toshiba MOCVD. У той же час корпорація Nichia запропонувала перше синє світло на GaN (нітрид галію), InGaN (нітрид галію галію) та SiC (карбід кремнію).

Згодом з'явилися перші білі світлодіоди, які поєднували три основні кольори. Однак вони швидко були замінені широкосмуговими білими світлодіодами з вторинним флуоресцентним шаром. Одним із кроків було створення базової дослідницької лабораторії - NTT, ультрафіолетового випромінювання 210 нм. Випромінювання з такою короткою довжиною хвилі широко використовується в медицині та техніці. Як відомо, ультрафіолетове випромінювання, яке невидиме для людського ока, має

дезінфікуючу дію. Крім того, ці світлодіоди змогли замінити червоні лазерні діоди під час зчитування даних з оптичних дисків, ще більше збільшивши щільність запису. Останні тенденції включають розробку органічних світлодіодів (які можуть виробляти економічно ефективні та екологічні пристрої), використання квантових точок (які можна використовувати для отримання білого світла) та просування в діапазон коротких хвиль. [18]

Принцип дії

Під час протікання через діод постійного струму відбувається вприскування електронів. Процес самовільної рекомбінації введених електронів, який відбувається як в базовій області, так і в самому рп-переході, супроводжується його переходом від високого до нижчого рівня енергії. Електрон перебуває у дуже нестабільному стані після рекомбінації, оскільки має надлишок енергії (ти.). У такому стані електрон не може затриматися довго. Він вийде на нерухому орбіту з нижчим рівнем енергії (оцінка) і випромінює квант світла. Тому рівняння $E_{np} = E_{nv}$, $E_{nv} = E_{ti} - E_{ct}$. Кількість рп-переходів збільшується настільки, щоб кванти енергії (фотони), що вивільняються під час рекомбінації, відповідали квантам видимого світла. Не всі напівпровідникові матеріали ефективно випромінюють світло під час рекомбінації. Хорошими випромінювачами є зазвичай напівпровідники типу АІІВV прямолінійного типу (наприклад, GaAs або InP) та АІІВVI (наприклад, ZnSe або CdTe).

Змінюючи склад напівпровідників, можуть утворюватися світлодіоди з різною довжиною хвилі від ультрафіолетового (GaN) до середнього інфрачервоного (PbS). Діоди, виготовлені з напівпровідникових напівпровідників (наприклад, діоди кремнію-Si або германію-Ge та сплави SiGe, SiC), не випромінюють світло. Однак завдяки розвитку кремнієвої технології активно просувається робота з розвитку світлодіодів на основі кремнію. Останнім часом великі надії пов'язують з квантовою точковою технологією та фотонними кристалами.

Застосування

Ефективність світлодіодів найбільш очевидна там, де важливо виробляти сильні світлові потоки (світлові сигнали). Світло від лампи

розжарювання повинно пропускатися через спеціальні оптичні фільтри, які виділяють певну частину спектру (червоний, синій, зелений). 90% енергії світлового потоку лампи розжарювання втрачається при проходженні світла через фільтр. Однак 100% світлодіодне випромінювання є кольоровим світлом і не потрібен фільтр. Крім того, близько 80-90% потужності лампи розжарювання витрачається на обігрів - для досягнення бажаної колірної температури (шкала Кельвіна), на яку вона розрахована. Світлодіодні лампочки, які є енергоефективними і споживають від 3% до 60% енергії, необхідної звичайним лампочкам розжарювання подібної яскравості і 2017 року, мають високий показник кольоропередачі. Ударостійка конструкція твердотілих випромінювачів (світлодіодів) дозволяє використовувати світлодіодні лампи з високою вібрацією. Світлодіоди не бояться частого вмикання та вимикання. Термін служби світлодіодної лампи становить понад 100 000 годин (11 років). За допомогою світлодіодів ви можете отримати світло з високою насиченістю кольорів. Світлодіоди використовуються в технології відображення (індикаторні ліхтарі тощо), при побудові світлодіодних джерел світла (інформаційні табло, світлофори, ліхтарики, гірлянди тощо).

Якщо еталонні дані відрізняються від вимірювань, сигнал з каскаду операційних підсилювачів надходить на мікроконтролер. Використовувані операційні підсилювачі - LM324.

Серія LM324 - це економічно вигідний підсилювач з прямим диференціальним входом, компенсацією внутрішньої частоти з однократним посиленням та захистом від короткого замикання.

У корпусі мікросхеми є чотири незалежні операційні підсилювачі. Вони мають ряд переваг перед типовими робочими підсилювачами в однополюсних схемах. Операційний підсилювач LM324 справно працює в широкому діапазоні напруг живлення: від 3В до 32В. Схема виробляється в пакетах SOIC і DIP.

Таблиця 2.15 – Технічні дані операційного підсилювача LM324

Напруга живлення:

- однополярної: 3 ... 32 В.

- двухполярної: 1,5 ... 16 В.

Посилення по постійній напрузі: 100 дБ.

Власний струм споживання: 700 мкА.

Вхідний струм зміщення (з температурною компенсацією): 45 нА.

Вхідна напруга зсуву: 2 мВ.

Діапазон вхідної синфазного напруги містить землю.

Диференціальний діапазон вхідної напруги досягає напруги харчування.

Вихідного напруга: від 0 до $U_{пит.}$ - 1,5 В.

З операційного підсилювача модульований сигнал надходить на мікроконтролер який виконує обробку отриманого сигналу. В якості мікроконтролера обрано NodeMCU.

NodeMCU - платформа з відкритим вихідним кодом IoT.

Він включає прошивку, яка працює на ESP8266 Wi-FiSoC від EspressifSystems і апаратне забезпечення, засноване на модулі ESP-12. Термін «NodeMCU» за замовчуванням ставиться до прошивці, а не до комплектів розробки. Прошивка використовує мову сценаріїв Lua. Він заснований на проекті eLua і побудований на EspressifNon-OS SDK для ESP8266. Він використовує багато проектів з відкритим вихідним кодом, таких як lua-cjson, і spiffs.[19]

NodeMCU був створений незабаром після виходу ESP8266. 30 грудня 2013 року EspressifSystems почала виробництво ESP8266. ESP8266 є Wi-FiSoC інтегрований з ядром TensilicaXtensa LX106, широко використовується в додатках ВГД (див проектів, пов'язаних з). NodeMCU стартував 13 жовтня 2014 року, коли Hong передав перший файл nodemcu-прошивки в GitHub. [11] Через два місяці проект розширився і включив платформу з відкритим обладнанням, коли розробник Huang R передала файл gerber на платі ESP8266, названий devkit v0.9. Пізніше в цьому місяці прем'єр-міністр ТуаньКліентскую бібліотеку MQTT від Contiki до платформи SoC ESP8266, і взяту на проект NodeMCU, потім NodeMCU зміг підтримувати протокол MQTT IoT, використовуючи Lua для доступу до брокеру MQTT. Ще одне важливе оновлення було зроблено 30 січня 2015 року, коли

Devsaurus портував u8glib на проект NodeMCU, дозволяючи NodeMCU легко керувати рідкокристалічним дисплеєм, екраном, OLED, навіть дисплеями VGA.[20]

Влітку 2015 року розробники відмовилися від проекту прошивки, і група незалежних, але відданих своїй справі учасників взяла верх. До літа 2016 року в NodeMCU було включено більше 40 різних модулів. Через обмеження ресурсів користувачам необхідно вибрати модулі, що відповідають їх проекту, і створити прошивку, адаптовану до їхніх потреб.

ESP8266 ArduinoCore

Оскільки Arduino.cc почав розробку нових плат MCU на основі не-AVR-процесорів, таких як ARM / SAM MCU і використовуваних в ArduinoDue,

їм необхідно було модифікувати IDE Arduino, так що було б відносно легко змінити IDE для підтримки альтернативного інструменту ланцюга, щоб Arduino C / C ++ міг бути скомпільовано до цих нових процесорів. Вони зробили це з введенням Менеджера Ради і SAM Core. «Ядро» представляє собою набір програмних компонентів, необхідних диспетчеру і Arduino IDE для компіляції вихідного файлу Arduino C / C ++ аж до машинного мови цільового MCU. Деякі творчі ентузіасти ESP8266 розробили ядро Arduino. Це те, що в народі називають «ESP8266 Core для Arduino IDE»,

Репозиторій NodeMCU містить власну колекцію складних прикладів коду. Крім того, документація NodeMCU надає невеликі приклади для більшості функцій і модулів:

Підключитися до AP. На рисунку 2.2 зображено приклад коду підключення до AP.

```
print ( wifi . sta . getip () )
--nil
wifi . setmode ( wifi . STATION )
wifi . sta . config { ssid = "SSID" , pwd = "password" }
- для более старых версий прошивки wifi.sta.config ("SSID", "password")
- wifi.sta.connect () не требуется, потому что wifi.sta.config устанавливает auto-connect = true
tmr . create () : будильник ( 1000 , 1 , функция( cb_timer ) ,
если wifi . sta . getip () == ноль затем
распечатать ( "Подключение ..." )
еще
cb_timer : Unregister ()
печать ( "Connected, IP является" .. WiFi . STA . getip () )
конец
конец )
```

Рисунок 2.16 – Приклад коду підключення до AP

Управління GPIO. На рисунку 2.3 зображено приклад коду управління GPIO.

```
ledPin = 1
swPin = 2
gpio . mode ( ledPin , gpio . OUTPUT )
gpio . write ( ledPin , gpio . HIGH )
gpio . режим ( swPin , gpio . INPUT )
print ( gpio . read ( swPin ) )
```

Рисунок 2.16 – Приклад коду управління GPIO

HTTP-запит. На рисунку 2.17 зображено приклад коду HTTP-запиту.

```
- Простой HTTP-клиент
conn = net . createConnection ( net : TCP , 0 )
conn : on ( «получать» , функция ( sock , полезная нагрузка ) print ( полезная нагрузка ) end )
conn : on ( «connection» , function ( sock )
  sock : send ( «GET / HTTP / 1.1 \r \n Host: rosemcu.com \r \n "
    .. "Connection: keep-alive \r \n Принять: * / * \r \n \r \n " )
end )
conn : connect ( 80 , "rosemcu.com" )
```

Виконання чогось подібного з допомогою HTTP-модуля:

```
HTTP . get ( «http://rosemcu.com» , nil , функция ( код , данные ) ,
  если ( код < 0 ) , затем
  распечатать ( «HTTP-запрос не выполнен» )
else
  print ( code , data )
end
end )
```

Рисунок 2.17 – Приклад коду HTTP-запиту

HTTP-сервер. На рисунку 2.18 зображено приклад створення HTTP-серверу.

```
- простой HTTP-сервер
srv = net . createServer ( net . TCP )
srv : listen ( 80 , function ( conn )
  conn : on ( "получить" , функция ( sock , payload )
    print ( полезная нагрузка )
    sock : send ( "HTTP / 1.0 200 OK \r \n Content-Type: text / html \r \n \r \n (id) <pre> , code%0U. </pre> " )
  end )
  conn : on ( "sent" , function ( sock ) sock : close () end )
end )
```

Рисунок 2.18 – Приклад створення HTTP-сервер

Підключитися до MQTT Broker. На рисунку 2.19 зображено приклад підключення до MQTT Broker.

```
- клиент init mqtt с таймером keepalive 120sec
m = mqtt . Клиент ( «клиент» , 120 , «пользователь» , «пароль» )

- установка Last Will and Testament (необязательно)
- Broker опубликует сообщение с qos = 0, keep = 0, data = "offline"
- в тему "/ lwt", если клиент не отправляет пакет keepalive
m : lwt ( "/ lwt" , "offline" , 0 , 0 )

m : на ( «подключиться» , функция ( мошенника ) печать ( «подключен» ) конец )
m : на ( «автономном режиме» , функции ( мошенника ) печать ( «отсутствует» ) конца )

- на публикацию сообщения получить событие
m : на ( «сообщении» , функции ( Conn , тема , данные )
  печать ( тему .. «!» ) ,
  если данные ~ = ноль затем
  печать ( данные )
  конец
конец )

- для защиты: m : connect ( "192.168.11.118" , 1880 , 1 )
m : connect ( "192.168.11.118" , 1880 , 0 , функция ( conn ) print ( "connected" ) end )

- подписаться на тему с qos = 0
m : подписаться ( «/ topic» , 0 , функция ( conn ) print ( «подписаться на успех» ) конец )
- или подписаться на несколько тем (topic / 0, qos = 0; topic / 1, qos = 1; topic2, qos = 2)
- m : subscribe ( [{"topic / 0"} = 0, [{"topic / 1"} = 1, topic2 = 2}, function (conn) print (" subscribe success ") end)
- опубликовать сообщение с данными = hello, QoS = 0, сохранить = 0
m : publish ( " / topic " , " hello " , 0 , 0 , функции (conn) print ( "sent" ) end )

m : close ();
- вы можете вызвать m : connect again
```

Рисунок 2.19 – Приклад підключення до MQTT Broker

UDP-клієнт і сервер. На рисунку 2.20 зображено приклад підключення UDP-клієнту і серверу.

```
- сервер udp
s = net . createServer ( net . UDP )
s : on ( «получать» , функция ( s , c ) print ( c ) конец )
s : listen ( 5683 )

- клиент udp
cu = net . createConnection ( net . UDP )
cu : on ( «receive» , function ( cu , c ) print ( c ) end )
cu : connect ( 5683 , «192.168.18.101» )
cu : send ( «hello» )
```

Рисунок 2.20 – Приклад підключення до UDP-клієнт і сервер

Таблиця 2.21 – Технічні характеристики ESP8266EX

Категорії	Параметри	Значення
WiFi параметри	WiFi протоколи	802.11 b/g/n
	Частотний діапазон	2,4ГГц–2,5ГГц (2400М–2483,5М)
Характеристики апаратної частини	Периферійні шини	UART/HSPI/I2C/I2S/інфрачервоний інтерфейс віддаленого керування
	Робоча навантаження	3,0 – 3,6 В
	Робочий струм	близько 80 мА
	Діапазон робочих температур	-40 – 125 °С
	Розміри	16мм x 24мм x 3мм
Характеристики програмного забезпечення	WiFi режим	станція, програмна точка доступу, програмна точка доступу + станція
	Безпека	WPA/WPA2
	Шифрування	WEP/TKIP/AES
	Оновлення прошивки	завантаження через UART / OTA (через мережу) / загрузка и запись прошивки через хост

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики ESP8266EX (продовження)

Розробка ПО	підтримка Cloud Server Development / SDK для розробки користувацьких прошивок
Мережеві протоколи	IPv4, TCP/UDP/HTTP/FTP

Після обробки сигналу мікроконтролером (МК) в разі забруднення сигнал проходить ШІМ модуляцію і надходить на двигуни, які приводять в дію процес очистки.

ШІМ

Модуляція імпульсної ширини (ШІМ) або Модуляція імпульсної ширини (ПІМ) - це процес регулювання ширини (тривалості) високочастотних імпульсів за законом, який визначає сигнал низької частоти. В електроніці це може бути управління середнім значенням вихідної напруги шляхом зміни тривалості закритого стану електронного (електромеханічного) ключа, наприклад в ланцюзі стабілізатора напруги ключа. [21]

Аналогова ШІМ

ШІМ-сигнал генерується аналоговим компаратором, на одному вході якого опорний сигнал отримує набагато більшу частоту, ніж модулюючий у вигляді "трикутника" або "пилки", а на іншому - модулюючий безперервний аналоговий сигнал. Частота вихідних імпульсів ШІМ відповідає частоті зубців пилки. У частині періоду, в якому сигнал на позитивному вході вище, ніж сигнал на негативному вході, вихід є один до іншого, коли сигнал на позитивному вході нижче сигналу на негативному вході - нуль.

Цифрова ШІМ

У двійковій цифровій технології, вихід якої може приймати лише одне з двох значень, наближення до бажаного середнього виходу ШІМ абсолютно природне. Схема настільки ж проста: сигнал пиляного зуба генерується N-бітовим лічильником.

Фільтрація вихідного сигналу

У разі необхідності наближення форми вихідної хвилі ШІМ до відповідного ШІМ-сигналу забезпечується інтеграційними елементами, роль яких може бути інерцією керованого ШІМ стану (наприклад, печі для відпалу) або фільтра низьких частот..

Переваги ШІМ

Перемикання відбувається з високою швидкістю залежно від характеру навантаження, при цьому період модульованого сигналу значно коротший, ніж інерція системи, до якої подається сигнал. Частота комутації може бути кілька разів на хвилину під час повільних процесів (наприклад, електричні печі). 100 Гц для електричної лампи; від декількох до кількох десятків кГц для електродвигуна або від декількох десятків до декількох сотень кГц для аудіопідсилювача та комп'ютерного живлення. [22]

Для оцінки форми хвилі ШІМ використовується параметр робочого циклу, який відноситься до відношення часу на час до прийнятого періоду імпульсу. Невеликий коефіцієнт заповнення відповідає режиму економії енергії, оскільки джерело живлення вимикається більшу частину часу. Ступінь заповнення задається у відсотках, 100% відповідає стану включення за весь період.

Основна відмінність ШІМ - це низькі втрати енергії електронного вимикача.

Здебільшого він перебуває або у вимкненому стані, коли його опір є максимальним, або в режимі насичення з мінімальним опором, тобто або струмом або падінням напруги біля нуля. ШІМ також органічно вбудований у цифрові технології, і багато контролери ШІМ виготовляються як мікросхеми. Класичний приклад - мікросхеми UC3842 ... UC3844. Цифрова модуляція по ширині імпульсів - це різновид двоступеневого ПКМ. [23]

ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ

В даному розділі було обгрунтовано вибір структурного рішення та алгоритму роботи приладу, а також розроблено алгоритми та дію електронної підсистеми, обрані компоненти та технології для реалізації поставленої задачі.

3 РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ І ПРИНЦИПОВИХ СХЕМ. ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ

У кінці розділу будуть зроблені висновки щодо використання тих чи інших методів та засобів для створення пристрою.

3.1 Вибір мікро контролера та елементної бази

Схема побудована на базі мікроконтролера NodeMCUv3 LoLin з вбудованим Wi-Fi модулем ESP8266. Незважаючи на низьку вартість, цей контролер є дуже практичним способом розробки цифрових мікросхем.

Основні переваги NodeMCU:

- Просте програмування;
- На основі Lua 5.1.4 (без дебагу, лише ОС модуль);
- Асинхронна івентова модель програмування
- 40+ вбудованих модулів;
- Прошивка, доступна з підтримкою або без плаваючої точки (цілі числа займають менше пам'яті)
- Проект постійно оновлюється, як і його документація
- Підтримка багатомовного програмування, включаючи C

На рисунку 3.1 NodeMCUv3 LoLin з вбудованим Wi-Fi модулем ESP8266 Програмування проводиться на мові програмування C. У середовищі розробки Arduino IDE Мікроконтролер підключений до комп'ютера, який живить його через microUSB. Також через microUSB виконується програмування [24].

До схеми тестування були підключені наступні датчики:

- Датчик сили/моменту hex c227986
- Сенсорна панель з чотирма сенсорними кнопками
- Світлодіодна лампочка
- Світлодіодний приймач

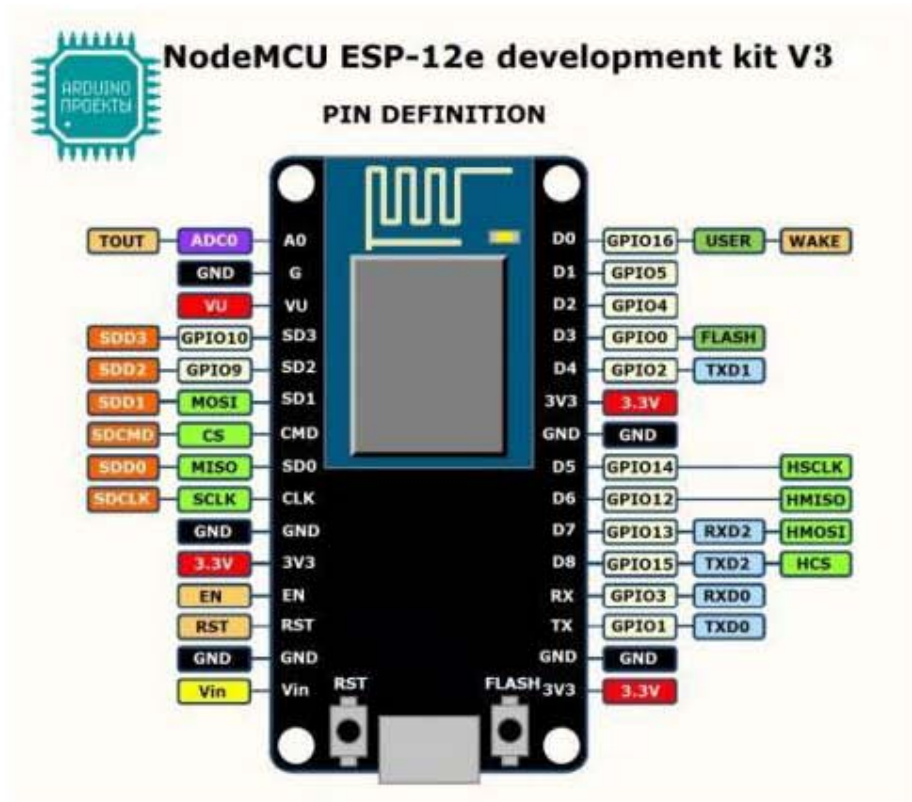


Рисунок 3.1 – Схема мікроконтролера NodeMCU v3 LoLin

Схема підключена показана на рисунку 3.2

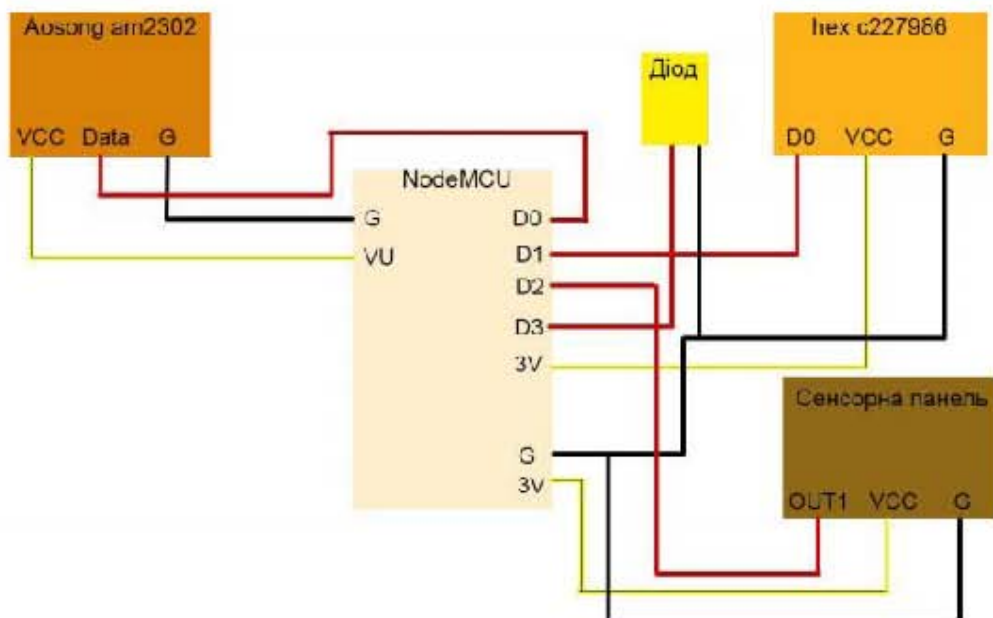


Рис. 3.2 – Схема підключення робочої моделі

3.2 Розробка схеми електричної принципової

На рисунку 3.3 зображено блоки схеми принципової

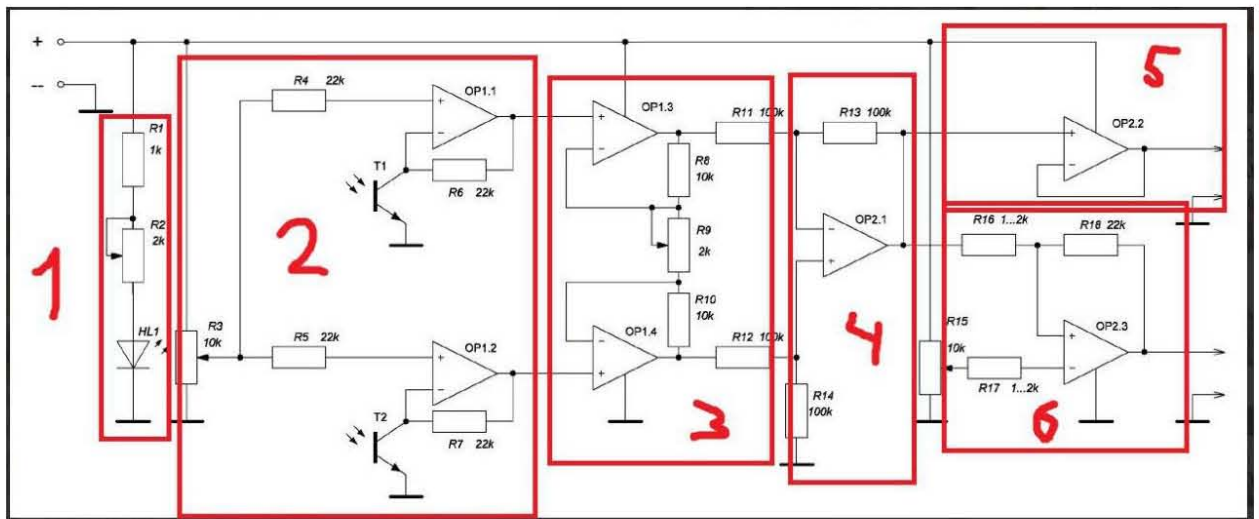


Рис. 3.3 – Блоки аналізу

1. каскад струмообмеження для фототранзистора... (напруга на вході схеми може бути в певному діапазоні, тому щоб не подати більший струм, що в результаті може вивести схему з ладу фототранзистор, можна регулювати вхідну напругу підстроювальним резистором)

2. Два плеча ОП включені зворотнім від'ємним зв'язком де нижнє плече дільників є фототранзисторами при різному освітленні на них буде різна напруга. [25]

3. підсилювальний каскад обох плечей (один фототранзистор слугує еталоном а значення іншого змінюються).[26]

4. ОП Диференційне включення (тобто знаходимо різницю між цими двома сигналами) на виході буде напруга яка буде дорівнювати різниці двох вхідних.[27]

5. Повторювач напруги.

6. Відбувається підсилення різниці сигналів (неінвертуюче включення - сигнал подається на неінвертований вхід, а інвертуючий безпосередньо до опорного потенціалу, також використовується додатній зворотній зв'язок.

3.3 Розробка алгоритму та програми керування

Основна функція F0 - це розробка програмного продукту, встановленого в хмарній службі та клієнтській частині, яка взаємодіє з користувачем на ПК або пристрої Android. Виходячи з конкретної мети, ми можемо виділити наступні основні функції програмного забезпечення:

F1 – вибір мови програмування для клієнтської частини;

F2 – вибір мови програмування для серверної частини;

F3 – вибір API для хмарного для керування системою очистки.

Кожна з основних функцій може мати декілька варіантів

Функція F1:

а) мова програмування Java;

б) мова програмування C++;

Функція F2:

а) мова програмування Java;

б) мова програмування PHP;

Функція F3:

а) API Arduino;

б) API onion.io.

Варіанти реалізації основних функцій показані на морфологічній карті системи (рис. 3.4). На основі цього малюнка створюється позитивно-негативна матриця варіантів основних функцій (табл. 3.1).

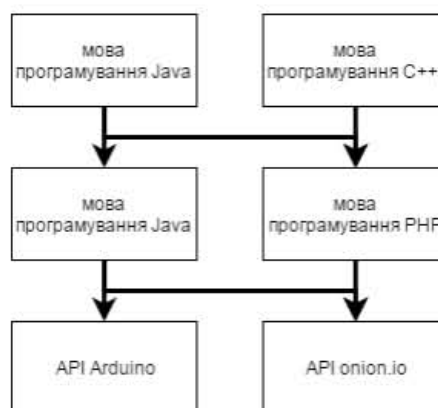


Рисунок 3.4 – Морфологічна карта

Морфологічна карта відрізняє всі можливі комбінації можливостей роботи, які складаються.

Таблиця 3.2 – Позитивно-негативна матриця

Основні функції	Варіанти реалізації	Переваги	Недоліки
<i>F1</i>	<i>A</i>	Займає менше часу при написанні коду	Повільне виконання коду
	<i>B</i>	Код швидко виконується, кросплатформений	Займає більше часу при написанні коду
<i>F2</i>	<i>A</i>	Займає менше часу при написанні коду	Повільне виконання коду
	<i>B</i>	Код швидко виконується	Займає більше часу при написанні коду, не кросплатформений
<i>F3</i>	<i>A</i>	Ефективний код без надлишків	Складний у використанні
	<i>B</i>	Простий у використанні	Малий перелік можливостей

На основі аналізу позитивно-негативної матриці ми робимо висновок, що при розробці програмного продукту деякі варіанти реалізації функцій слід відкинути, оскільки вони не відповідають цілям, поставленим перед програмним продуктом. Ці варіанти позначені на морфологічній карті.

Функція F1:

Оскільки написана програма на Яване може бути легко влаштована як для Android-пристроїв, так і для ПК, то варіант з швидшою реалізацією є пріоритетнішим, а варіант б) має бути виконанням.

Функція F2:

Оскільки обчислення проводяться з невеликими обсягами введення, час виконання коду не суттєвий, тому швидший варіант реалізації є більш пріоритетним, а варіант б) слід відмовитися.

Функція F3:

Так як обидва варіанти API мають як сильні так і слабкі сторони, тому обидва варіанти а) і б) гідні розгляду.

Таким чином, будемо розглядати такі варіанти реалізації ПП:

1. F1б – F2а – F3а

2. F1б – F2а – F3б

Для оцінювання якості розглянутих функцій обрана система параметрів, описана нижче.

Опис параметрів На основі основних даних функцій, які програмний продукт має реалізовувати, вимог до нього, основних параметрів продукту використовуються для обчислення коефіцієнта технічного рівня. [28]

Для характеристики програмного продукту використовуються наступні параметри:

– X1 – час на вивчення API та написання коду;

– X2 – об'єм пам'яті для збереження даних;

– X3 – час отримання даних з хмари;

– X4 – потенційний об'єм програмного коду.

X1: Відображає час, за який буде вивчена документація і протестована тестова схема

X2: Відображає об'єм пам'яті в хмарі, яка буде зберігати данні з датчиків розумного будинку

X3: Відображає час, за який запит в хмару повернеться до клієнта.

X4: Вказує розмір коду, який повинен бути створений безпосередньо розробником. Найгірші, середні та найкращі значення параметрів вибираються виходячи з вимог та умов клієнта, що характеризують роботу програмного забезпечення, як показано на малюнку у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Основні параметри ПП

Назва Параметра	Умовні позначення	Одиниці виміру	Значення параметра		
			гірші	середні	кращі
Час на вивчення API та написання коду	X1	год	10	6	2
Об'єм пам'яті для збереження даних	X2	Мб	32	16	8
Час отримання даних з хмари	X3	мс	1200	500	120
Потенційний об'єм програмного коду	X4	кількість строк коду	2000	1500	1000

За даними таблиці 3.3 будуються графічні характеристики параметрів – рис. 3.5 – рис. 3.8.

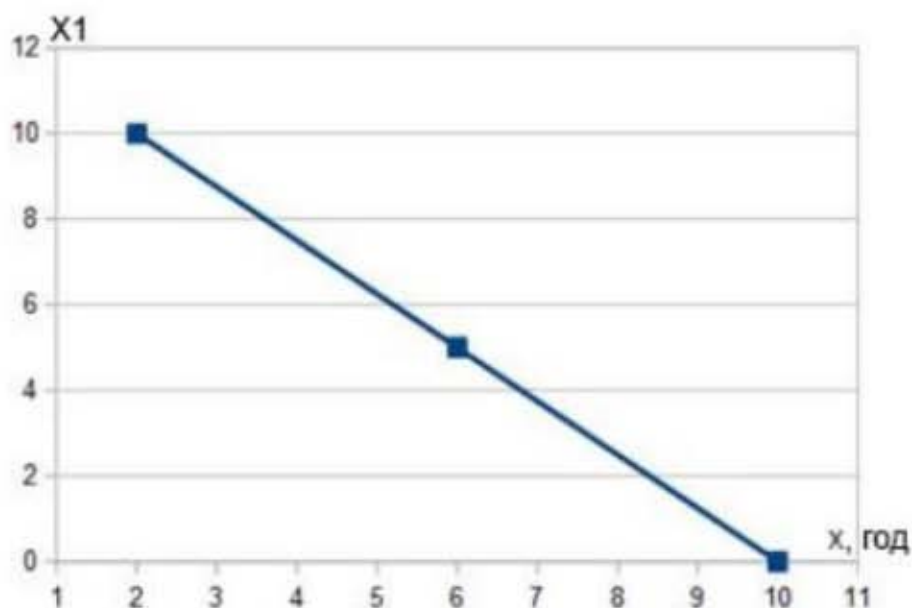


Рисунок 3.5 – X1, Час на вивчення API та написання коду

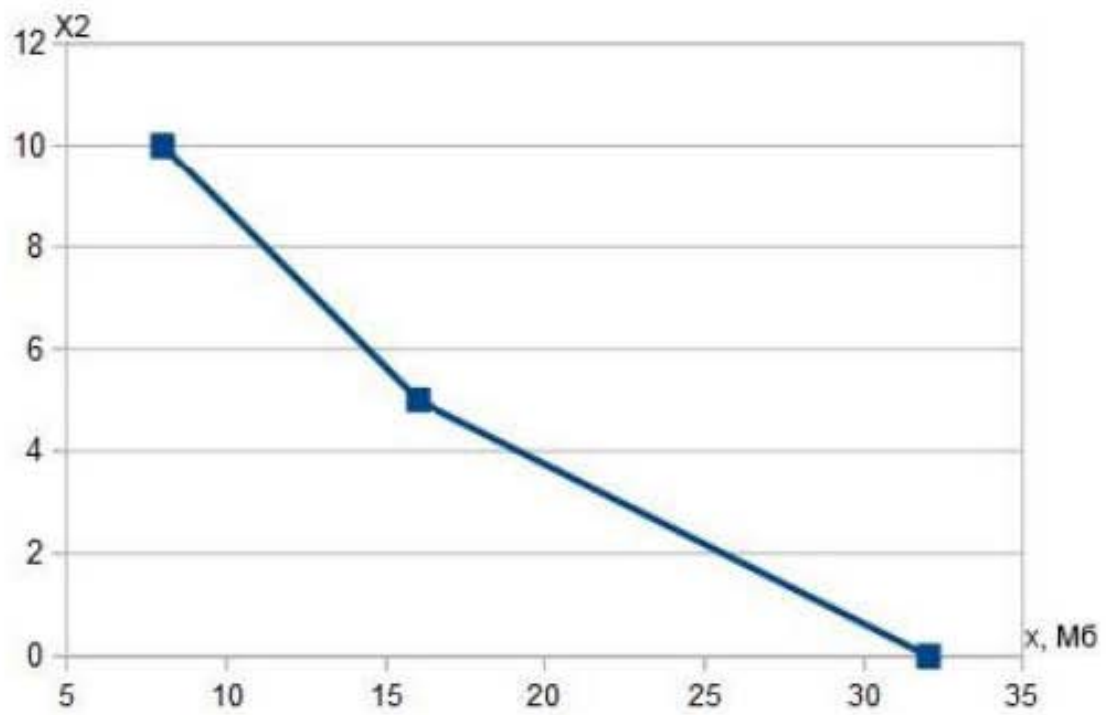


Рисунок 3.6 – X2, Об'єм пам'яті для збереження даних

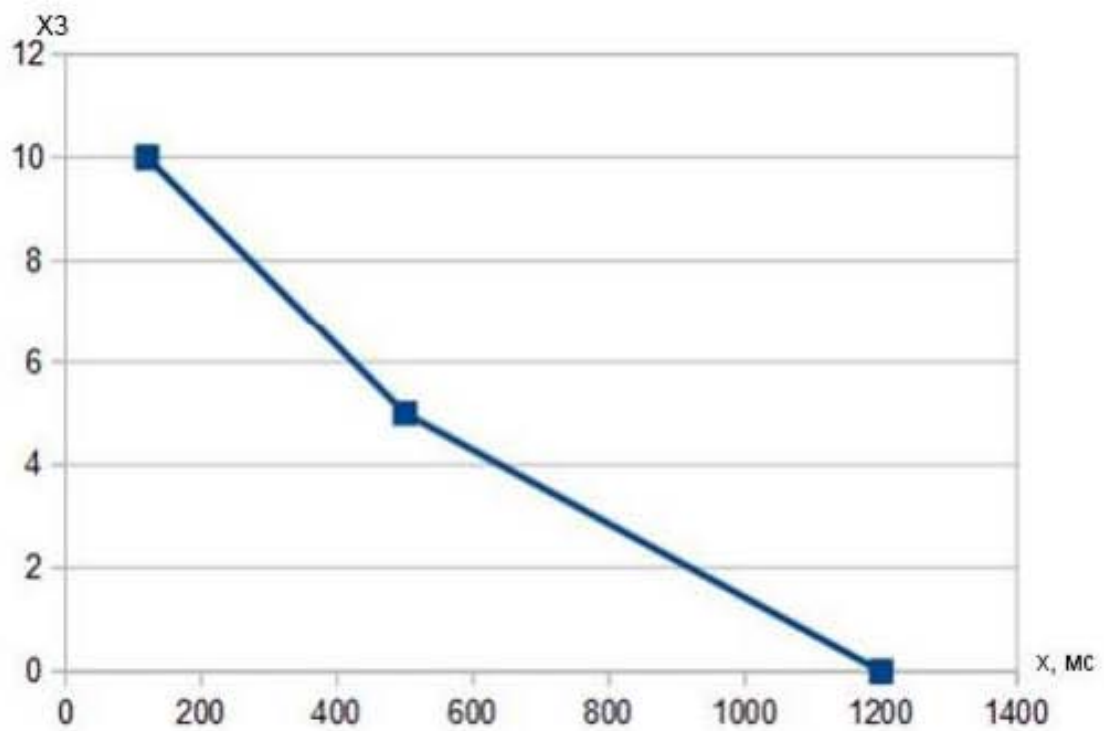


Рисунок 3.7 – X3, Час отримання даних з хмари

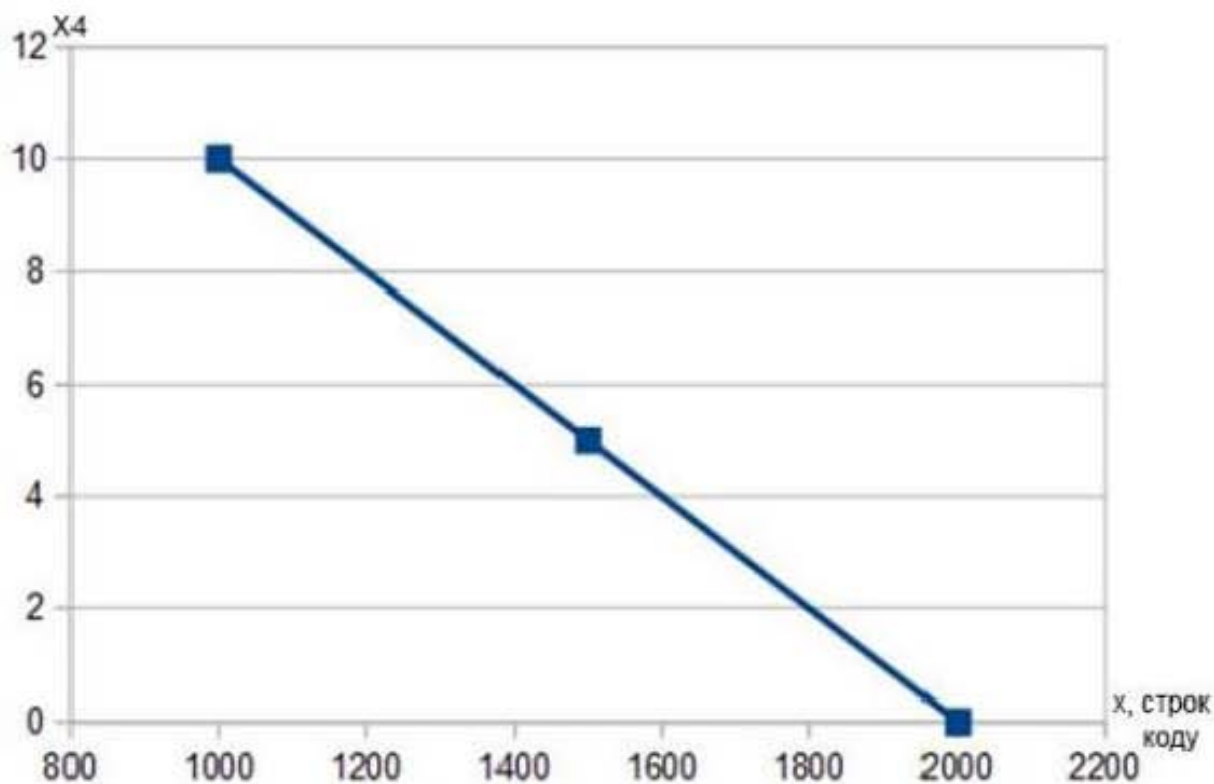


Рисунок 3.8 – X4, Потенційний об'єм програмного коду

Після детального обговорення та аналізу кожен експерт оцінює важливість кожного параметра для певної мети - розроблення програмного продукту, який забезпечує найбільш точні результати при визначенні параметрів прогнозних адаптивних моделей та обчисленні прогнозних значень.

Значимість кожного параметра визначається методом попарного порівняння. Оцінку проводить експертна комісія з 7 осіб. Визначення коефіцієнтів значущості включає:

- визначте, що важливо для різних категорій;
- перевірку придатності експертних оцінок для подальшого використання;
- визначення оцінки попарного пріоритету параметрів;
- обробку результатів та визначення коефіцієнту значимості.

Результати експертного ранжування наведені у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Результати ранжування параметрів

Позначення параметра	Назва параметра	Одиниці виміру	Ранг параметра за оцінкою експерта							Сума рангів R_i	Відхилення Δ_i	Δ_i^2
			1	2	3	4	5	6	7			
X1	Час на вивчення API та написання коду	год	1	2	2	2	1	2	2	12	-5,5	30,25
X2	Об'єм пам'яті для збереження даних	Мб	2	1	1	1	2	1	1	9	-8,5	72,25
X3	Час отримання даних з хмари	мс	3	3	4	3	4	4	3	24	6,5	42,25
X4	Потенційний об'єм програмного коду	кількість строк коду	4	4	3	4	3	3	4	25	7,5	56,25
	Разом		10	10	10	10	10	10	10	70	0	201

Для перевірки ступені достовірності експертних оцінок, визначимо наступні параметри:

а) сума рангів кожного з параметрів і загальна сума рангів:

$$R_i = \sum_{j=1}^N r_{ij} R_{ij} = \frac{Nn(n+1)}{2} = 70,$$

де N – число експертів, n – кількість параметрів;

б) середня сума рангів:

$$T = \frac{1}{n} R_{ij} = 17,5.$$

в) відхилення суми рангів кожного параметра від середньої суми рангів:

$$\Delta_i = R_i - T$$

Сума відхилень по всіх параметрах повинна дорівнювати 0;
г) загальна сума квадратів відхилення:

$$S = \sum_{i=1}^N \Delta_i^2 = 201.$$

Порахуємо коефіцієнт узгодженості:

$$W = \frac{12S}{N^2(n^3 - n)} = \frac{12 \cdot 201}{7^2(4^3 - 4)} = 0,82 > W_k = 0,67$$

Рейтинг можна вважати надійним, оскільки отриманий коефіцієнт консистенції перевищує норму, що відповідає 0,67.

За результатами ранжування всі параметри порівнюються парами та показуються результати у таблицю 3.5.

Таблиця 3.5 – Попарне порівняння параметрів

Параметри	Експерти							Кінцева оцінка	Числове значення
	1	2	3	4	5	6	7		
X1 i X2	>	<	<	<	>	<	<	<	0,5
X1 i X3	>	>	>	>	>	>	>	>	1,5
X1 i X4	>	>	>	>	>	>	>	>	1,5
X2 i X3	>	>	>	>	>	>	>	>	1,5
X2 i X4	>	>	>	>	>	>	>	>	1,5
X3 i X4	>	>	<	>	<	<	>	>	1,5

Числове значення, що визначає ступінь переваги i -го параметра над j -тим, a_{ij} визначається по формулі:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1.5 \text{ при } X_i > X_j \\ 1.0 \text{ при } X_i = X_j \\ 0.5 \text{ при } X_i < X_j \end{cases}$$

З отриманих числових оцінок переваги складемо матрицю $A = \| a_{ij} \|$.

Для кожного параметра зробимо розрахунок вагомості K_{vi} за наступними формулами:

$$K_{vi} = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}, \text{ де } b_i = \sum_{i=1}^N a_{ij}.$$

Відносні оцінки розраховуються в кілька разів, поки наступні значення трохи не відрізняються від попередніх (менше 2%). На другому та наступних етапах відносні оцінки обчислюються за допомогою наступних формул:

$$K_{vi} = \frac{b'_i}{\sum_{i=1}^n b'_i}, \text{ де } b'_i = \sum_{j=1}^N a_{ij} b_j.$$

Як видно з таблиці 3.6, різниця значень коефіцієнтів вагомості не перевищує 2%, тому більшої кількості ітерацій не потрібно.

Таблиця 3.6 – Розрахунок вагомості параметрів

Параметр x_i	Параметр x_j				Перша ітер.		Друга ітер.		Третя ітер.	
	X1	X2	X3	X4	b_i	K_{vi}	b_i^1	K_{vi}^1	b_i^2	K_{vi}^2
X1	1,0	0,5	1,5	1,5	4,5	0,281	16,25	0,275	59,125	0,274
X2	1,5	1,0	1,5	1,5	5,5	0,344	21,25	0,360	77,875	0,361
X3	0,5	0,5	1,0	1,5	3,5	0,219	12,25	0,208	44,875	0,207
X4	0,5	0,5	0,5	1,0	2,5	0,156	9,25	0,157	34,125	0,158
Всього:					16	1	59	1	216	1

3.4 Виготовлення та дослідження експериментального зразка

Виготовлення експериментального зразка почалося з розведення плати в програмному середовищі "SprintLayout". На рисунку 3.9 Розведення плати

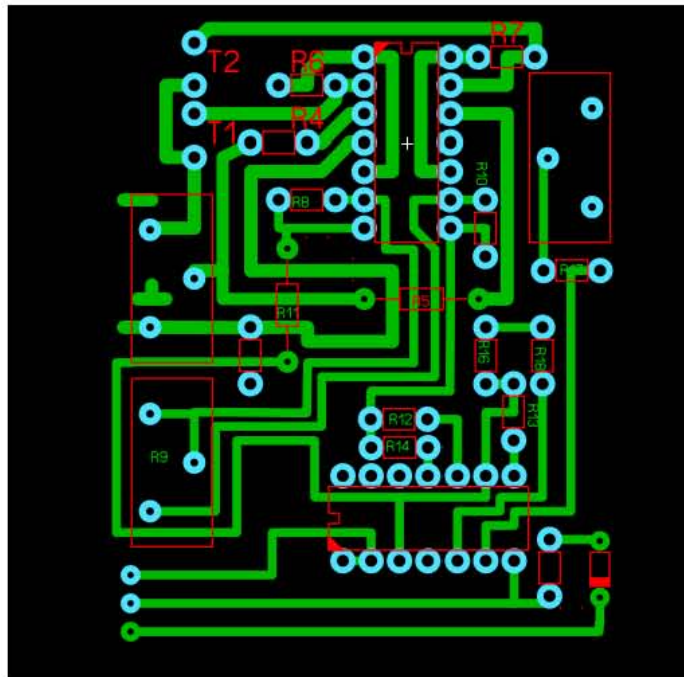


Рисунок 3.9 – Створення плати в “SprintLayout”

Після створення плати виконувалась впайка логічних елементів у відповідні отвори. Далі основний процес зайняв відлагодження плати, а також створення програмного коду для контролера.

ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ

В даному розділі було розглянуто алгоритми роботи схему , схему електричну принципову, також було обрано елементну базу. По закінченню було написано програмний код для керування системою, а також виготовлено друкований зразок плати.

4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Оцінювання комерційного потенціалу розробки

Результатом магістерської кваліфікаційної роботи «методи та засоби автоматичного визначення параметрів прозорих об’єктів» є розробка аналізатора.

Для проведення технологічного аудиту залучено трьох незалежних експертів: Кожем’яко Андрій Вікторович (к.т.н., доц.), Захарченко Сергій

Михайлович (к.т.н., доц.), Колесник Ірина Сергіївна (к.т.н., доц.).
Оцінювання комерційного потенціалу буде здійснене за критеріями, що наведені в таблиці 4.1.[18].

Таблиця 4.1 - Критерії оцінювання комерційного потенціалу розробки бальна оцінка

Критерії оцінювання та бали (за 5-ти бальною шкалою)					
Кри-терій	0	1	2	3	4
Технічна здійсненність концепції:					
1	Достовірність концепції не підтверджена	Концепція підтверджена експертними висновками	Концепція підтверджена розрахунками	Концепція перевірена на практиці	Перевірено роботоздатність продукту в реальних умовах
Ринкові переваги (недоліки):					
2	Багато аналогів на малому ринку	Мало аналогів на малому ринку	Кілька аналогів на великому ринку	Один аналог на великому ринку	Продукт не має аналогів на великому ринку
3	Ціна продукту значно вища за ціни аналогів	Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів	Ціна продукту приблизно дорівнює цінам аналогів	Ціна продукту дещо нижче за ціни аналогів	Ціна продукту значно нижче за ціни аналогів

Продовження таблиці 4.1

Критерії оцінювання та бали (за 5-ти бальною шкалою)					
Кри-тер.	0	1	2	3	4
4	Технічні та споживчі властивості продукту значно гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту на рівні аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи кращі, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту значно кращі, ніж в аналогів
5	Експлуатаційні витрати значно вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати дещо вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати на рівні експлуатаційних витрат аналогів	Експлуатаційні витрати трохи нижчі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж в аналогів

Ринкові перспективи					
6	Ринок малий і не має позитивної динаміки	Ринок малий, але має позитивну динаміку	Середній ринок з позитивною динамікою	Великий стабільний ринок	Великий ринок з позитивною динамікою
7	Активна конкуренція великих компаній на ринку	Активна конкуренція	Помірна конкуренція	Незначна конкуренція	Конкуренція немає
Практична здійсненність					
8	Відсутні фахівці як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї	Необхідно наймати фахівців або витратити значні кошти та час на навчання наявних фахівців	Необхідне незначне навчання фахівців та збільшення їх штату	Необхідне незначне навчання фахівців	Є фахівці з питань як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї
9	Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні. Джерела фінансування ідеї відсутні	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування відсутні	Потрібні значні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Не потребує додаткового фінансування
10	Необхідна розробка нових матеріалів	Потрібні матеріали, що використовуються у військово-промисловому комплексі	Потрібні дорогі матеріали	Потрібні досяжні та дешеві матеріали	Всі матеріали для реалізації ідеї відомі та давно використовуються у виробництві

Продовження таблиці 4.1

11	Термін реалізації ідеї більший за 10 років	Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окупності інвестицій більше 10-ти років	Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін окупності інвестицій більше 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій від 3-х до 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій менше 3-х років
12	Необхідна розробка регламентних документів та	Необхідно отримання великої кількості	Процедура отримання дозвільних документів	Необхідно тільки повідомлення відповідним	Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та

отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту	дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту, що вимагає значних коштів та часу	для виробництва та реалізації продукту вимагає незначних коштів та часу	органам про виробництво та реалізацію продукту	реалізацію продукту
---	--	---	--	---------------------

Результати оцінювання комерційного потенціалу експертами розробки зведено в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 - Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки

Критерії	Прізвище, ініціали, посада експерта		
	1 – Кожем'яко	2 – Захарченко	3 – Колесник
	Бали, виставлені експертами:		
1	4	3	4
Ринкові переваги (недоліки):			
2	4	3	3
3	3	4	3
4	3	3	4
5	3	4	3
Ринкові перспективи			
6	3	4	3
7	4	3	3
Практична здійсненність			
8	4	3	3
9	3	4	4
10	3	3	4
11	3	3	3
12	4	4	4
Сума балів	СБ ₁ =42	СБ ₂ =40	СБ ₃ =41
Середньоарифметична сума балів $\overline{СБ}$	41		

За даними таблиці 4.2 можна зробити висновок, щодо рівня комерційного потенціалу розробки. Зважимо на результат й порівняємо його з рівнями комерційного потенціалу розробки, що представлено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Рівні комерційного потенціалу розробки

Середньоарифметична сума балів $\overline{СБ}$, розрахована на основі висновків експертів	Рівень комерційного потенціалу розробки
0 – 10	Низький
11 – 20	Нижче середнього
21 – 30	Середній

31 – 40	Вище середнього
41 – 48	Високий

Рівень комерційного потенціалу розробки, становить 41 бал, що відповідає рівню «високий». В першому розділі магістерської роботи було розглянуто існуючі аналоги на ринку. В якості аналога для розробки було обрано NOVOT-118. Нова розробка випереджає аналог за такими параметрами як функціональність, зручність та простота використання, надійність.

У таблиці 4.4 наведені основні технічні показники аналога і нового програмного продукту

Таблиця 4.4 - Основні технічні показники аналога і нового програмного продукту

Показники (%)	Аналог	Нова розробка	Відношення параметрів нової розробки до параметрів аналога
Функціональність	75	95	+
Надійність	80	98	+
Зручність використання	70	99	+
Економія ресурсів і часу	75	98	+

Продукт, який пропонується, є новим на ринку. Потреби користувачів, які повинен задовольнити продукт – зручність у використанні, достатній ресурс роботи без необхідності додаткового обслуговування, швидкість обслуговування.

В даній розробці зацікавлене широке колоспоживачів.

Розробка технічно готова на 70%. Вона охоплює виконання всього обсягу робіт з проектування, також дає можливість впровадження нових та вдосконалення готових складових продукту. Для виробничої реалізації потребує фінансових та трудових ресурсів, а також фахівців відповідної кваліфікації.

Комерціалізація розробки знаходиться на початковому етапі, розпочато процес виведення продукту на інформаційний ринок, проводиться підготовка

презентації для інвесторів. Паралельно ведуться роботи по модифікації продукту.

Серед методів розкрутки нової розробки, які дозволяють отримати віддачу від витрачених зусиль і закласти міцний фундамент для просування в майбутньому доцільно обрати: створення офіційної сторінки у Facebook, Instagram, Twitter та Google+, створення каналу на YouTube, використання блог-платформ Livejournal.com, Блоги і.ua, тощо.

4.2 Прогнозування витрат на виконання науково-дослідної, дослідно-конструкторської та конструкторсько-технологічної роботи

Прогнозування витрат на виконання науково-дослідної, дослідно-конструкторської та конструкторсько-технологічної робіт складається з таких етапів:

- 1) розрахунок витрат, які безпосередньо стосуються виконавців даного розділу роботи;
- 2) розрахунок загальних витрат на виконання даної роботи;
- 3) прогнозування загальних витрат на виконання та впровадження результатів даної роботи.

Виконаємо розрахунок витрат, які безпосередньо стосуються виконавця даного розділу роботи, приймаючи до уваги те, що для розробки програми було залучено одного розробника.

Основна заробітна плата розробника (дослідника) Z_o :

$$Z_o = \frac{M}{T_p} \cdot t [\text{грн}], \quad (4.1)$$

де M – місячний посадовий оклад розробника, 6900,00 грн.

T_p – число робочих днів в місяці; приблизно $T_p = (22)$ дні;

t – число робочих днів роботи розробника (дослідника) – 66 днів.

$$Z_o = \frac{10000}{22} \cdot 66 = 33000,00 \text{ (грн)}.$$

Додаткова заробітна плата Z_d розробника, розраховується як 12 % від суми основної заробітної, тобто:

$$Z_d = (0,1 \dots 0,12) \cdot Z_o \text{ [грн]}. \quad (4.2)$$

$$Z_d = 0,10 \cdot 33000 = 3300,00 \text{ (грн)}.$$

Нарахування на заробітну плату $H_{зп}$ розробника становлять 22 % і розраховуються за формулою:

$$H_{зп} = (Z_o + Z_d) \cdot \frac{\beta}{100} \text{ [грн]}, \quad (4.3)$$

де Z_o – основна заробітна плата розробників, грн;

Z_d – додаткова заробітна плата розробника, грн;

β – ставка єдиного соціального внеску, 22%.

$$H_{зп} = (33000,00 + 3300,00) \cdot 0,22 = 7986,00 \text{ (грн)}.$$

У спрощеному вигляді амортизаційні відрахування розраховуємо за формулою:

$$A = (Ц \cdot T) / (12 \cdot T_B) \text{ [грн]}, \quad (4.4)$$

де $Ц$ – загальна балансова вартість обладнання, приміщення тощо, грн;

T – фактична тривалість використання, міс;

T_B – термін використання обладнання, приміщень тощо, роки.

Зроблені розрахунки зведено до таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Амортизаційні відрахування

Найменування	Балансова вартість, грн	Термін використання, роки	Фактична трив. використання, міс.	Величина амортизаційних відрахувань, грн
Приміщення	200000	25	3	2000,00

Ноутбук	20000	5	3	1000,00
Всього				3000,00

Під час розробки продукту використовувались лише безкоштовні програмні засоби.

Крім того, за три місяці було сплачено 450 грн на послуги Інтернет (150 грн/міс).

Витрати на силову електроенергію V_e розраховуються за формулою:

$$V_e = V \cdot \Pi \cdot \Phi \cdot K_{\Pi} \text{ грн,} \quad (4.5)$$

де V – вартість 1 кВт-год. $V = 2,4$ грн./кВт;

Π – установлена потужність обладнання – 0,8 кВт;

Φ – фактична кількість годин роботи обладнання – 528 годин,

K_{Π} – коефіцієнт використання потужності.

$$V_e = 2,4 \cdot 0,3 \cdot 528 \cdot 0,6 = 228,00 \text{ (грн).}$$

Витрати на комплектуючі, що були використані під час роботи, розраховуються за формулою 4.6 та наведені в таблиці 4.6

$$K = \sum_1^n H_i \cdot \quad (4.6)$$

де H_i – кількість комплектуючих даного виду;

C_i – ціна комплектуючих;

K_i – коефіцієнт транспортних витрат, для нашого випадку K_i

Таблиця 4.6 – Витрати на комплектуючі

Найменування комплектуючих	Кількість, шт.	Ціна за штуку, грн.	Сума, грн
Інтелектуальна система	1	2880	2880
МК	1	100	100

Блок живлення	1	100	100
Комплект елементів	1	20	20
Направляючі	1	300	300
Корпус	1	600	600
Всього			4000

Інші витрати $I_{\text{в}}$, як 150% від суми основної заробітної плати розробника тобто:

$$V_{\text{ін}} = 150\% \cdot Z_0 [\text{грн}]. \quad (4.7)$$

$$V_{\text{ін}} = 1,5 \cdot 33000,00 = 49500 \text{ (грн)}.$$

Сума всіх попередніх статей витрат дає витрати на виконання даної частини (розділу, етапу) роботи – V :

$$V = 33000 + 3300,00 + 7986,00 + 450 + 3000 + 228 + 4000 + 49500 = 101464,00 \text{ (грн)}.$$

Загальна вартість всієї наукової роботи ($V_{\text{заг}}$) визначається за формулою:

$$V_{\text{заг}} = V/\alpha [\text{грн}], \quad (4.8)$$

де α – частка витрат, які безпосередньо здійснює виконавець даного етапу роботи, у відносних одиницях.

$$V_{\text{заг}} = 101464,00/1 = 101464,00 \text{ (грн)}.$$

Проведемо прогнозування загальних витрат $ЗВ$ на виконання та впровадження результатів виконаної наукової роботи за формулою:

$$ЗВ = \frac{V_{\text{заг}}}{\beta} [\text{грн}], \quad (4.9)$$

де β – коефіцієнт, який характеризує етап (стадію) виконання даної роботи. Так, як розробка знаходиться на дослідного зразка, то $\beta \approx 0,9$.

$B_{\text{заг}}$ - загальна вартість всієї наукової роботи – 101464,00грн.

$$ЗВ = \frac{101464}{0,7} = 144949,00 \text{ (грн)}.$$

Отже, прогноз загальних витрат на виконання та впровадження результатів становить 144949,00грн.

4.3 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки.

Спробуємо кількісно спрогнозувати вигоду яку можна отримати у майбутньому від впровадження результатів виконаної наукової роботи. Зрозуміло, що всі зроблені тут розрахунки будуть приблизними і не передбачають деталізації. В умовах ринку, узагальнюючим позитивним результатом, який планує отримати підприємець від впровадження результатів нової розробки, є збільшення чистого прибутку. Виконання даної наукової роботи та впровадження її результатів складає приблизно 3 місяці. Позитивні результати від впровадження розробки очікуються вже в перший рік впровадження.

Проведемо прогнозування позитивних результатів та кількісне їх оцінювання по роках.

Обчислимо збільшення чистого прибутку підприємства $\Delta\Pi_i$ для кожного із років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки, розраховується за формулою:

$$\Delta\Pi_i = \sum_1^n (\Delta\Pi_{\text{я}} \cdot N + \Pi_{\text{я}} \cdot \Delta N)_i [\text{грн}], \quad (4.10)$$

де $\Delta\Pi_{я}$ – покращення основного якісного показника від впровадження результатів розробки у даному році;

N – основний кількісний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році до впровадження результатів наукової розробки;

ΔN – покращення основного кількісного показника діяльності підприємства від впровадження результатів розробки;

$\Pi_{я}$ – основний якісний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році після впровадження результатів наукової розробки;

n – кількість років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки.

Функціональні переваги нового продукту дають можливість збільшити чистий прибуток підприємства на 2000 грн, а кількість одиниць реалізованої послуги збільшиться: протягом першого року – на 200 од., протягом другого року – ще на 300 од., протягом третього року – ще на 400 од. Орієнтовно: реалізація до впровадження результатів наукової розробки складала 1 од., а прибуток, що його отримувало підприємство на одиницю послуги до впровадження результатів наукової розробки – 150 грн. Спрогнозуємо збільшення чистого прибутку підприємства від впровадження результатів наукової розробки у кожному році відносно базового.

Збільшення чистого прибутку підприємства $\Delta\Pi_1$ протягом першого року:

$$\Delta\Pi_1 = 150 \cdot 1 + (150 + 2000) \cdot 100 = 215150,00 \text{ (грн)}.$$

Збільшення чистого прибутку підприємства $\Delta\Pi_2$ протягом другого року:

$$\Delta\Pi_2 = 150 \cdot 1 + (150 + 2000) \cdot (100 + 200) = 645150,00 \text{ (грн)}.$$

Збільшення чистого прибутку підприємства $\Delta\Pi_3$ протягом третього року:

$$\Delta\Pi_3 = 150 \cdot 1 + (150 + 2000) \cdot (100 + 200 + 400) = 1505150,00 \text{ (грн)}.$$

Отже, комерційний ефект від впровадження розробки виражається у щорічному збільшенні чистого прибутку підприємства протягом трьох років.

4.4 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності.

Щоб оцінити доцільність фінансування проекту, необхідно провести розрахунки ефективності вкладених інвестицій. Основними показниками є абсолютна і відносна ефективність вкладених інвестицій та термін їх окупності.

На першому етапі розрахуємо теперішню вартість інвестицій PV , що вкладаються в наукову розробку.

Такою вартістю ми можемо вважати прогнозовану величину загальних витрат ZB на виконання та впровадження результатів НДДКР. Будемо вважати, що $ZB = PV = 144949,00$ (грн).

На другому етапі розраховуємо очікуване збільшення прибутку $\Delta\Pi_i$, що його отримає підприємство від впровадження результатів наукової розробки, для кожного із років, починаючи з першого року впровадження. Таке збільшення прибутку було розраховане раніше.

Результати вкладених у наукову розробку інвестицій виявляться за перший рік після провадження у тому, що у першому році підприємство отримає збільшення чистого прибутку на 215150,00 грн відносно базового року, у другому році – збільшення чистого прибутку на 645150,00 грн (відносно базового року), у третьому році – збільшення чистого прибутку на 1505150,00 грн (відносно базового року).

На третьому етапі для спрощення подальших розрахунків будемо вісь часу, на яку наносимо всі платежі (інвестиції та прибутки), що мають місце під час виконання науково-дослідної роботи та впровадження її результатів.

Платежі показуються у ті терміни, коли вони здійснюються.

Рисунок, що характеризує рух платежів (інвестицій та додаткових прибутків) буде мати вигляд, наведений на рис. 4.1.

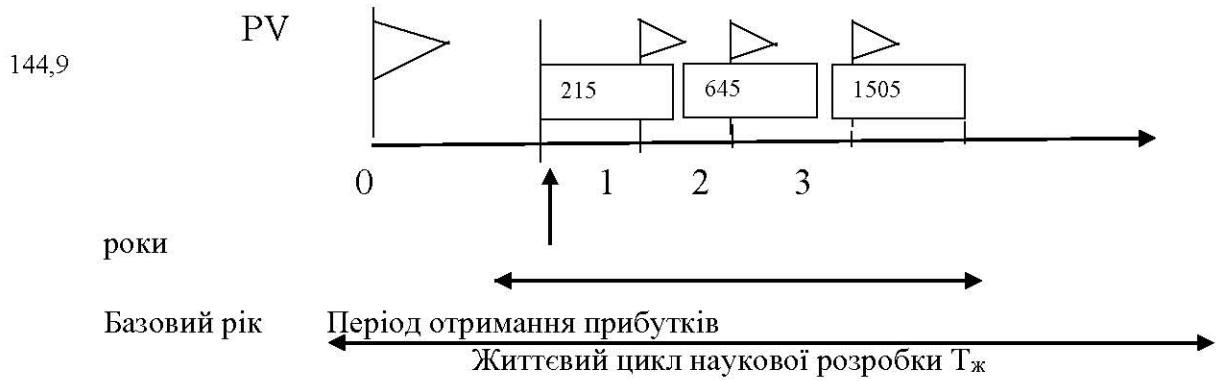


Рисунок 4.1 – Вісь часу з фіксацією платежів, що мають місце під час розробки та впровадження результатів НДДКР

На четвертому етапі розраховуємо абсолютну ефективність вкладених інвестицій $E_{абс}$ за формулою:

$$E_{абс} = (ПП - PV) \text{ [грн]}, \quad (4.11)$$

де ПП – приведена вартість всіх чистих прибутків, що їх отримає підприємство (організація) від реалізації результатів наукової розробки, грн;

PV – теперішня вартість інвестицій $PV = 3B$, грн.

Приведена вартість всіх чистих прибутків ПП розраховується за формулою:

$$ПП = \sum_1^t \frac{\Delta\Pi_i}{(1 + \tau)^t} \text{ [грн]}, \quad (4.12)$$

де $\Delta\Pi_i$ – збільшення чистого прибутку у кожному із років, протягом яких виявляються результати виконаної та впровадженої НДДКР, грн;

t – період часу, протягом якого виявляються результати впровадженої НДДКР, роки;

τ – ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні - 0,1;

t – період часу (в роках) від моменту отримання чистого прибутку до точки „0”;

$$ПП = \frac{215150,00}{(1 + 0,1)^1} + \frac{645150,00}{(1 + 0,1)^2} + \frac{1505150,00}{(1 + 0,1)^3} = 1756810,40 \text{ (грн)}.$$

$$E_{abc} = 1756810,40 - 144949,00 = 1611861 \text{ (грн)}.$$

Оскільки $E_{abc} > 0$, результат від проведення наукових досліджень щодо розробки програмного продукту та їх впровадження принесе прибуток, тобто є доцільним, але це ще не свідчить про те, що інвестор буде зацікавлений у фінансуванні даної програми.

На п'ятому етапі розраховують відносну (щорічну) ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій E_v за формулою:

$$E_e = r \sqrt[3]{1 + \frac{E_{abc}}{PV}} - 1, \quad (4.13)$$

де E_{abc} – абсолютна ефективність вкладених інвестицій, грн;

PV – теперішня вартість інвестицій $PV = 3B$, грн;

$T_{ж}$ – життєвий цикл наукової розробки, роки.

$$E_v = \sqrt[3]{1 + \frac{1611861}{144949}} - 1 = \sqrt[3]{12,12} - 1 = 1,29 \text{ або } 129\%$$

Порівняємо E_v з мінімальною (бар'єрною) ставкою дисконтування τ_{\min} , яка визначає ту мінімальну дохідність, нижче за яку інвестиції вкладатися не будуть. Спрогнозуємо величину τ_{\min} . У загальному вигляді мінімальна (бар'єрна) ставка дисконтування τ_{\min} визначається за формулою:

$$\tau = d + f, \quad (4.14)$$

де d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; $d = 0,2$;

f – показник, що характеризує ризикованість вкладень; величина $f = 0,1$.

$$\tau = 0,2 + 0,1 = 0,3$$

Оскільки $E_b = 129\% > \tau_{\text{мін}} = 30\%$, то у інвестора є потенційна зацікавленість у фінансуванні даної наукової розробки.

На шостому етапі розраховуємо термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій $T_{\text{ок}}$ за формулою:

$$T_{\text{ок}} = \frac{1}{E_e} \text{ [року]}. \quad (4.15)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{1}{1,29} = 0,77 \text{ (року)}.$$

Оскільки термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій менше трьох років ($T_{\text{ок}} < 3$ років), то фінансування нової розробки є доцільним.

4.5 Висновок

В даному розділі було здійснено оцінювання комерційного потенціалу розробки. Проведено технологічний аудит з залученням трьох експертів.

Аналіз експертних даних показав, що рівень комерційного потенціалу розробки є високим. Дослідження комерційного потенціалу розробки показав, що продукт за своїми характеристиками випереджає аналогічні програмні продукти, що робить його конкурентоспроможним на ринку. Існуючі переваги нової розробки дозволять швидко її поширити на ринку.

Згідно із розрахунками всіх статей витрат на виконання науково-дослідної, дослідно-конструкторської та конструкторсько-технологічної роботи загальна вартість витрат на розробку і впровадження складає 144949,00 з грн.

Абсолютна ефективність вкладених інвестицій в сумі 1611861,00 грн. свідчить про отримання прибутку інвестором від впровадження програмного продукту.

Щорічна ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій складає 129 %, що набагато вище за мінімальну бар'єрну ставку

дисконтування, яка складає 30%. Це означає потенційну зацікавленість інвесторів у фінансуванні розробки.

Термін окупності складає 0,77 роки, що також свідчить про доцільність фінансування.

ВИСНОВКИ

У даній магістерській дисертації було розроблено покращений алгоритм, який заснований на приховуванні за допомогою найменш значущого біта. Модифікований він тим, що порядок вибору найменш значущого біта є довільним, а це в свою чергу дає можливість уникнути вияв факту передачі за допомогою методу Хіквдрат та RS-атак. Стеганографічний алгоритм приховування працює у поєднанні з криптографічним алгоритмом RSA, через його можливі варіації та стійкість до зламу. Така комбінація дозволяє не тільки приховувати вміст повідомлення, для передачі по відкритому або не захищеному каналу зв'язку, а й додатково створити захист на випадок якщо повідомлення все ж таки буде виявлено.

В результаті першого етапу розробки розглянуто основні етапи розвитку напрямлення стеганографії, проведено аналіз основних понять, компонентів і методів комп'ютерної стеганографії, які пов'язані з вбудовуванням тексту в зображення різних форматів. Для вирішення поставленої задачі створено поетапний та структурований перелік завдань.

В другому розділі проведено аналіз та порівняння програмних засобів, розглянуто методики та алгоритми приховування інформації, запропоновано модифікації алгоритму приховування. Розглянуто метод виявлення краплень за допомогою RS-атак. Також обґрунтовано вибір стеганографічного алгоритму над яким проведено покращення та описаний алгоритм шифрування заповненого контейнеру. За допомогою даної комбінації алгоритмів відбувається уникнення вияву прихованого повідомлення методом Хі-квадрат і RS-атак та надається додатковий захист на випадок, якщо зловмиснику все ж вдалось виявити факт передачі.

У межах третього розділу описано архітектуру програмного продукту, які засоби були використані для створення веб-додатку, з яких кроків складається робота програми. Створена інструкція користувачу, описані частини коду для роботи програми, приведена робота веб-додатку у графічному вигляді. Під час тестування збоїв не було. Обрана комбінація методів передбачає безпечніше приховування тексту, стійкість до вияву факту вбудовування, додатковий захист у вигляді шифрування. Інтерфейс є максимально простим та інтуїтивно зрозумілим.

У четвертому розділі були проведені розрахунки по економічній доцільності розробки нового програмного продукту по приховуванню текстової інформації у зображеннях. Проведені розрахунки комерційного потенціалу, визначені витрати на розробку, виконано прогнозування комерційного ефекту, визначено термін окупності, обрахована абсолютна та відносна ефективність. Комплексно ці розрахунки дозволили створити цілісну картину економічної доцільності нового інтелектуального рішення.

Розроблений алгоритм є більш стійким до вияву і має в наявності захист у вигляді шифрування. Веб-додатку необхідні допрацювання у вигляді розширення форматів зображень з якими передбачається робота та налагодження роботи серверної частини програми, але в цілому перелік поставлених задач виконаний.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1) Грибунин В.Г. Цифровая стеганография / В.Г. Грибунин, И.Н. Оков, И.В. Туринцев – М.: СОЛОН-Пресс, 2012 – 274 с.
- 2) Б. Шнайер. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си. – М.: Издательство ТРИУМФ, 2014 – 816 с.: ил.
- 3) Fabien A. P. Petitcolas, Ross J. Anderson and Markus G. uhn. [Information Hiding: A Survey](#) // Proceedings of the IEEE (special issue). — 1999. — Vol. 87, no. 7. — P. 1062–1078. — [DOI:10.1109/5.771065](#). - <https://www.petitcolas.net/fabien/publications/ieee99-infohiding.pdf>
- 4) Reeds, Jim (1998). [Solved: The ciphers in book III of Trithemius's Steganographia](#). *Cryptologia*. Архів [оригіналу](#) за 29 січень 2005. Прочитовано 1 червень 2013. (PDF, 209KiB) - <https://web.archive.org/web/20050129212947/http://www.dtc.umn.edu/~reedsj/trit.pdf>
- 5) [2001 Intel Science Talent Search Winners](#). - <https://www.infoplease.com/arts-entertainment/intel-science-talent-search-winners/2001-intel-science-talent-search-winners>
- 6) Конахович Г.Ф., Пузыренко А.Ю. Компьютерная стеганография. Теория и практика. – К.: МК-Пресс, 2006. – 288 с.
- 7) Серов Р.Е., Гончаров В.В., Основы современной криптографии – Москва, Горячая линия – Телеком, 2011. – 443 с.
- 8) Shapiro J. Embedded Image Coding Using Zero Trees of Wavelet Coefficients / / IEEE Transactions on Signal Processing, 1993. – Vol. 41, No. 12.
- 9) Быков С.Ф., Мотуз О.В. Основы стегоанализа. // Защита информации. Конфидент. – СПб.: 2000, № 3. – С. 38-41.
- 10) Грибунин В.Г. Цифровая стеганография / В.Г. Грибунин, И.Н. Оков, И.В. Туринцев. – М.: СОЛОН-Пресс, 2002. – 272 с.
- 11) Клопов В.А. Основы компьютерной стеганографии / В.А. Клопов, О.В. Мотуз // Конфидент. – 1997. – №4. – С. 43–48.

- 12) Кустов В.Н. Методы предотвращения скрытых сообщений / В.Н. Кустов, А.А. Федчук // Конфидент. – 2000. – № 3. – С.34–37.
- 13) Задірака В.К. Спектральні алгоритми комп'ютерної стеганографії / В.К. Задірака, С.С. Мельнікова, Н.В. Бородавка // Искусственный интеллект. – 2002. – № 3. – С. 532–541.
- 14) Швидченко И.В. Методы стеганоанализа для графических файлов / И.В. Швидченко // Искусственный интеллект. – 2010. – № 4. – С. 697–705.
- 15) Швидченко І.В. Аналіз програмного забезпечення зі стеганоаналізу / І.В. Швидченко // Искусственный интеллект. – 2012. – №3. – С. 487–495.
- 16) Suresh A. Image Texture Classification using Gray Level Co-Occurrence Matrix Based Statistical Features / A. Suresh, K.L. Shunmuganathan // European Journal of Scientific Research. – 2012. – Vol.75, № 4. – P. 591–597
- 17) Певнев В.Я. RSA и простые числа // Системи обробки інформації, 2016, випуск 8 (145).- С.118-120.
- 18) Методичні вказівки до виконання студентами-магістрантами економічної частини магістерських кваліфікаційних робіт <http://lglushenko.vk.vntu.edu.ua/file/3bc877773dd4cff5ecd0c5fca5e7c5f2.pdf>