

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(повна назва факультету)

Кафедра приладів і контрольно-вимірювальних систем

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему:

Розробка системи автоматизації приміщень

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи РВ

спеціальності 152

Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Осів С.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Стрембіцький М.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Дозорський В.І.

(прізвище та ініціали)

Зміст

Вступ.....	4
1 ВИБІР ОБ’ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ	5
1.1 Огляд наявних систем на ринку	6
1.2 Можливості системи	12
2 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	14
2.1 Розробка структурної схеми.....	14
2.2 Розробка функціональної схеми	16
2.3 Блок схема алгоритму роботи	18
2.4 Вибір комплектуючих.....	22
2.4.1. Rfid зчитувач.....	22
2.4.2. Двигун постійного струму	25
2.4.3. Вибір драйвера двигуна	26
2.4.4. Керування освітленням	28
2.4.5. LCD екран	29
2.4.6. Давач освітлення	29
2.4.7. Вибір мікроконтролера	31
2.4.8 Давач температури DHT22	32
2.4.9 Спроектований корпус для блока керування	33
2.5 Аналіз характеристик систем та її похибки.....	36
ВИСНОВКИ	42
3 МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ	43
3.1 Вибір форми математичного представлення моделі	46
3.2 Вибір засобу математичного симулювання	48
3.3 Висновки.....	51

4	ОХОРОНА ПРАЦІ.....	52
4.1	Значення охорони праці.....	52
4.1	Аналіз потенційних шкідливих та небезпечних факторів	53
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	59

Вступ

Системи автоматизації приміщень є однією з найбільш сучасних тем в галузі технологій, оскільки вони дозволяють значно спростити і оптимізувати повсякденний ритм життя людей. На сьогоднішній день системи автоматизованого будинку стають все більш важливим інструментом для забезпечення комфорту, безпеки та енергоефективності в житлових приміщеннях, офісах, коворкінгах.

Ця бакалаврська робота присвячена розробці системи автоматизованого приміщення з функціями керування жалюзями, виміру температури, картковою системою. Дослідження в області автоматизованого будинку набуває все більшої актуальності, оскільки вони стають все доступнішими та функціональними. Великий простір для покращення та модернізації подібних систем.

У даній роботі було досліджено та проаналізовано різні підходи до розробки систем автоматизованого будинку, використання різних сенсорів та пристроїв для збору та аналізу даних, а також розроблено прототип системи, що дозволить забезпечити ефективне управління освітленням, температурою, системою ідентифікації людей, забезпечить комфорт та безпеку в робочих приміщеннях.

Також важливим аспектом було вирішити проблему сумісності різних пристроїв та систем, оскільки на сьогоднішній день існує велика кількість різноманітних пристроїв, що працюють на різних платформах та мають різноманітні протоколи зв'язку.

Результати цієї роботи можуть бути корисними для розробників систем автоматизованого будинку, систем розумного будинку, а також для людей, які планують встановлювати такі системи у своїх будинках.

1 ВИБІР ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом дослідження дипломної роботи виступило приміщення підприємства з невеликою кількістю працівників. Важливою функцією для контролю за працівниками є дотримання карткового режиму, шляхом встановлення зчитувача ID картки власника та надання доступ до приміщення.

Контроль за електроприладами та створення комфортних умов роботи також важлива частина будь-якого робочого приміщення. Застосування модуля опускання жалюзі дозволяє регулювати освітлення в приміщенні, контролювати рівень проникнення сонячних променів, забезпечувати конфіденційність, а також знижувати навантаження на системи кондиціонування повітря в спекотні періоди року. Це може забезпечити комфортний клімат в приміщенні, що може зробити використання приміщення більш зручним та ефективним.

Також зручно вимикати освітлення у всіх приміщеннях автоматизовано щоб заощадити енергоресурси на той випадок, коли хтось з працівників не вимкнув електроприлад чи освітлення свого робочого місця. Застосування розумних розеток дозволяє віддалено вимикати електроприлади в приміщенні, що забезпечує захист від потенційних пожеж та несанкціонованого використання електроприладів.

1.1 Огляд наявних систем на ринку

На даний момент на ринку автоматизованих систем представлено багато варіантів під різні потреби. Далі буде наведено перелік найвдаліших прикладів реалізації.

Ажах система

Ця система автоматизації будинку забезпечує зручне та комфортне управління життєзабезпеченням приміщень, а також забезпечує безпеку житла. Вона контролює об'єкт на предмет злому, а також виявляє можливі загрози, такі як електричні перебої, пожежі, газові витіки та інші. Обладнання Ажах, зображене на рисунку 1.1, працює на надійній зашифрованій і захищеній системі радіозв'язку Jeweller, розробленій самою компанією. Крім того, ця система має повну автономність від електромережі завдяки власному джерелу живлення. Особливістю цієї системи є стильний дизайн всіх пристроїв.



Рисунок 1.1 – Охоронна система Ажах

Переваги:

- безпроводний інтерфейс зв'язку між модулями;
- простота встановлення;

- зона дії складає до 1000 м;
- захист від зняття будь-якого з датчиків (бампера).
- можливість надання доступу іншим користувачам з повним або обмеженим доступом.
- автономна робота блока керування на протязі до 16 годин завдяки акумулятору.
- наявність Wi-Fi і GSM-зв'язку для надійного підключення.
- різноманітність способів повідомлення користувача, включаючи дзвінок, SMS і Push-повідомлення.
- розумна розетка, що відображає споживання електроенергії та автоматично відключається при перепадах напруги.
- підключення до 100 пристроїв для широкого охоплення будинку.
- наявність тривожної кнопки на пульті.
- доступна вартість комплекту, від 200 доларів.

Недоліки:

- залежність від роботи центрального контролера, що обмежує автономність датчиків.
- відсутність вбудованої камери відеоспостереження, але є можливість підключення стороннього обладнання.
- обмежений спосіб керування лише через мобільний телефон, хоча це усуває необхідність установки додаткових програм на ПК.

На сьогоднішній день, система автоматизації та захисту будинку Ajax вважається однією з найкращих на ринку. Вона пропонує багатофункціональність, надійність, зручність та компактність. Ajax має високу ефективність у захисті від

зломів, вражаючий дизайн і інтуїтивно зрозумілий інтерфейс. Установка та налаштування цієї системи спрощені до мінімуму і доступні навіть для тих, хто не має технічних навичок. Важливою перевагою є також те, що пристрої Ajax пропонуються за демократичною ціною, враховуючи їх широкий функціонал.

Набір BroadLink

BroadLink Smart Home(рисунок 1.2) - це система розумного дому, яка дозволяє вам контролювати та автоматизувати різні пристрої у вашому будинку. Ви можете використовувати мобільний додаток для дистанційного керування пристроями через бездротове з'єднання. Система підтримує розумні функції, такі як вимкнення/ввімкнення світла, регулювання температури та взаємодію з голосовими помічниками.

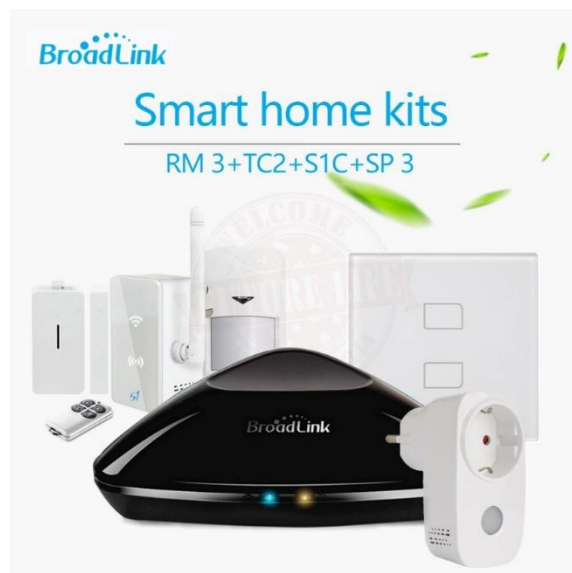


Рисунок 1.2 – Broad link

Переваги:

- швидко встановлюється, підключається і налаштовується;

- пропонує різноманітний набір датчиків, такі як вологості, температури, освітлення, шуму та ін;
- зручне додавання та вилучення різних пристроїв;
- функціонує без центрального розгалужувача;
- присутня бездротова комунікація між пристроями;
- вартість обладнання від 150 доларів;

Недоліки:

- максимальна дальність дії сигналу обмежена до 50 метрів;
- відсутність резервного живлення для головного пристрою;
- пульт пристрою працює тільки для прийому сигналів;

Обладнання BroadLink є одним з фаворитів в галузі розумного будинку завдяки своєму широкому функціоналу, високоякісному програмному забезпеченню, простоті в установці та використанні, а також доступній вартості.

Цей комплекс не потребує наявності центрального контролера, оскільки всі його пристрої можуть працювати повністю автономно, адже вони взаємопов'язані. Робота побутової техніки в будинку налаштовується за сценаріями в додатку на смартфоні, що робить його управління зручним і легким.

Fibarо

Система Fibarо є професійним обладнанням для автоматизації та забезпечення безпеки будинку з розширеним функціоналом. Вона вимагає професійного встановлення та налаштування своєї апаратури фахівцями з досвідом, що відрізняє її від багатьох інших подібних систем.

Переваги:

- велика кількість датчиків і пристроїв;
- наявність камери відеоспостереження;
- великий вибір сценаріїв для користувача;
- розсилка повідомлень одразу на декілька телефонів;
- дальність сигналу системи, яка зазвичай є обмеженою, може бути збільшена завдяки можливості кожного елемента системи виступати як ретранслятор сигналу.
- система підтримує голосове керування через сервіс Google;

Недоліки:

- вартість обладнання від 600\$;
- неможливість функціонування без центрального маршрутизатора; відсутність можливості приєднання по wifi мережі;
- розгалужувач системи не має резервного живлення;
- затримка Push-повідомлень;
- необхідність в обов'язковій установці програмного забезпечення на ПК;

У порівнянні з іншими системами, Fibarо вирізняється найкращою наповненістю різними датчиками, які дозволяють контролювати стан приміщень і забезпечують автоматизацію в управлінні домашньою технікою. Однак, встановлення і розуміння такого комплексу вимагає професійного підходу.

Система Orvibo

Orvibo це система що зображена на рисунок 1.3 являє собою комплект простого в використанні обладнання, основне призначення якого полягає у забезпеченні безпеки будинку. Дана установка може бути використана як основа для створення повноцінної системи розумний будинок.

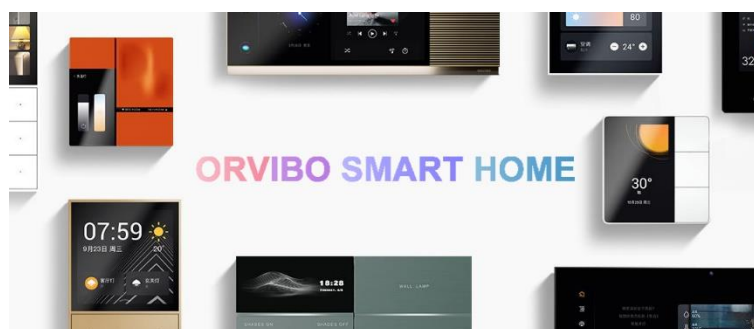


Рисунок 1.3 – Комплект Orvibo

Переваги:

- просте налаштування та дистанційний контроль через смартфон;
- автоматичне виявлення та приєднання датчиків до модуля керування;
- система підтримує підключення понад сотню датчиків;
- можливість налаштування сценаріїв роботи з технікою будинку а саме з'єднання з телефоном по Wi-Fi і можливість набору до 10 номерів;
- середня вартість \$100.

Недоліки:

- зона дії сигналу лише 30 метрів;
- обмежений набір пристроїв у базовій комплектації, що може обмежити покриття багатокімнатної квартири або офісу.

Orvibo Security Kit є проміжним рішенням між традиційною системою безпеки приміщення і системою розумного будинку. Вона пропонує просте та зрозуміле керування та має можливості для розширення за допомогою пристроїв сторонніх виробників, завдяки використанню безпроводного протоколу ZigBee*.

Але через намагання створити систему доступнішою, доводиться використовувати прості датчики без вбудованого захисту від злому та відключення. Крім того, камера, яка поставляється в комплекті, призначена лише для використання у приміщенні.

ZigBee* - це бездротовий комунікаційний протокол, який використовується для створення мереж інтернету речей (IoT).

1.2 Можливості системи

Можливості системи дозволили здійснювати автоматизацію будинку завдяки використанню модулів, кожен з яких виконує свою роль по автоматизації приміщень. Таким чином такі системи допоможуть легко автоматизувати робочий простір до прикладу коворкінгу і збільшити вартість для оренди.

RFID модуль відкриває широкі можливості у сфері контролю доступу та авторизації. В контексті сучасного ділового середовища, де компанії тимчасово переїжджають до коворкінгів та орендованих приміщень через проблеми зі світлом, впровадження карткової системи є критично важливим для забезпечення безпеки робочого середовища.

RFID модуль ефективно використовується для авторизації та контролю доступу до різних приміщень. Завдяки його гнучкості, в систему можна легко додавати та видаляти ID працівників, що є особливо актуальним у таких робочих середовищах. Кожному працівникові надається унікальна ID-картка чи брелок, який зберігається в базі даних разом із відповідною інформацією, наприклад, ім'ям. При піднесенні картки до зчитувача, система автоматично перевіряє права доступу та відповідно дозволяє або забороняє вхід. Цей підхід дуже корисний в контексті контролю доступу до вхідних дверей, окремих кімнат, приміщень із цінними

матеріалами або обладнанням, що потребує підвищеної безпеки. Крім того, система здатна збирати дані про активність в приміщенні, включаючи інформацію про те, хто та коли здійснював вхід. Це дозволяє здійснювати ефективний контроль доступу та забезпечувати високий рівень безпеки у робочих приміщеннях.

Модуль керування опусканням штори або жалюзі використовується у системі та отримує команди від МК, який в свою чергу подає сигнал на плату драйвера двигуна.

Завдяки використанню у системі датчика інтенсивності світла, система має змогу контролювати інтенсивність потоку світла, що потрапляє у приміщення, модуль керування приводом штори , що дозволяє автоматично регулювати рівень шляхом опускання чи піднімання штор.

2 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка структурної схеми

Структурна схема була побудована наступним чином і зображена на рисунку 2.1:

1. Модуль RFID зчитувача:

- Зчитування інформації з RFID картки власника.
- Передача інформації до блоку керування.

2. Електронний замок:

- Керування відкриттям та закриттям дверей/входу.
- Отримання сигналу від блоку керування.

3. Блок керування жалюзями:

- Керування рухом електродвигуна жалюзі.
- Отримання інформації від датчика світла та модуля освітлення в кімнаті.
- Автомати

4. Датчик світла:

- Вимірювання рівня освітленості в приміщенні.

5. Блок живлення:

- Постачання живлення (12В) до всіх модулів системи.



Рисунок 2.1 – Структурна схема

2.2 Розробка функціональної схеми

У функціональній схемі використано програмований мікроконтролер STM32 від компанії ST, який є основою системи. Цей мікроконтролер належить до сімейства ARM і має 32-бітну архітектуру. Він є широко застосовуваним у різних обчислювальних та програмованих пристроях.

Встановлені кінцевики повідомляють про положення штори. Якщо спрацьовують нижні кінцевики то штори не зможуть далі опуститись проте зможуть піднятись вгору де спрацюють верхні кінцевики. Це встановлене для того аби мотор не намотував штори понад міри.

Давач температури інформує про значення температури та процент вологості у приміщенні і сигналізуватиме працівників про необхідність своєчасного провітрювання чи увімкнення кондиціонування для підтримування комфортної робочої температури.

Мембранна клавіатура використана для зручної взаємодії з системою, а саме вибір потрібного режиму роботи, ручне відмикання чи закривання ролетів, ручне ввімкнення чи вимкнення світла.

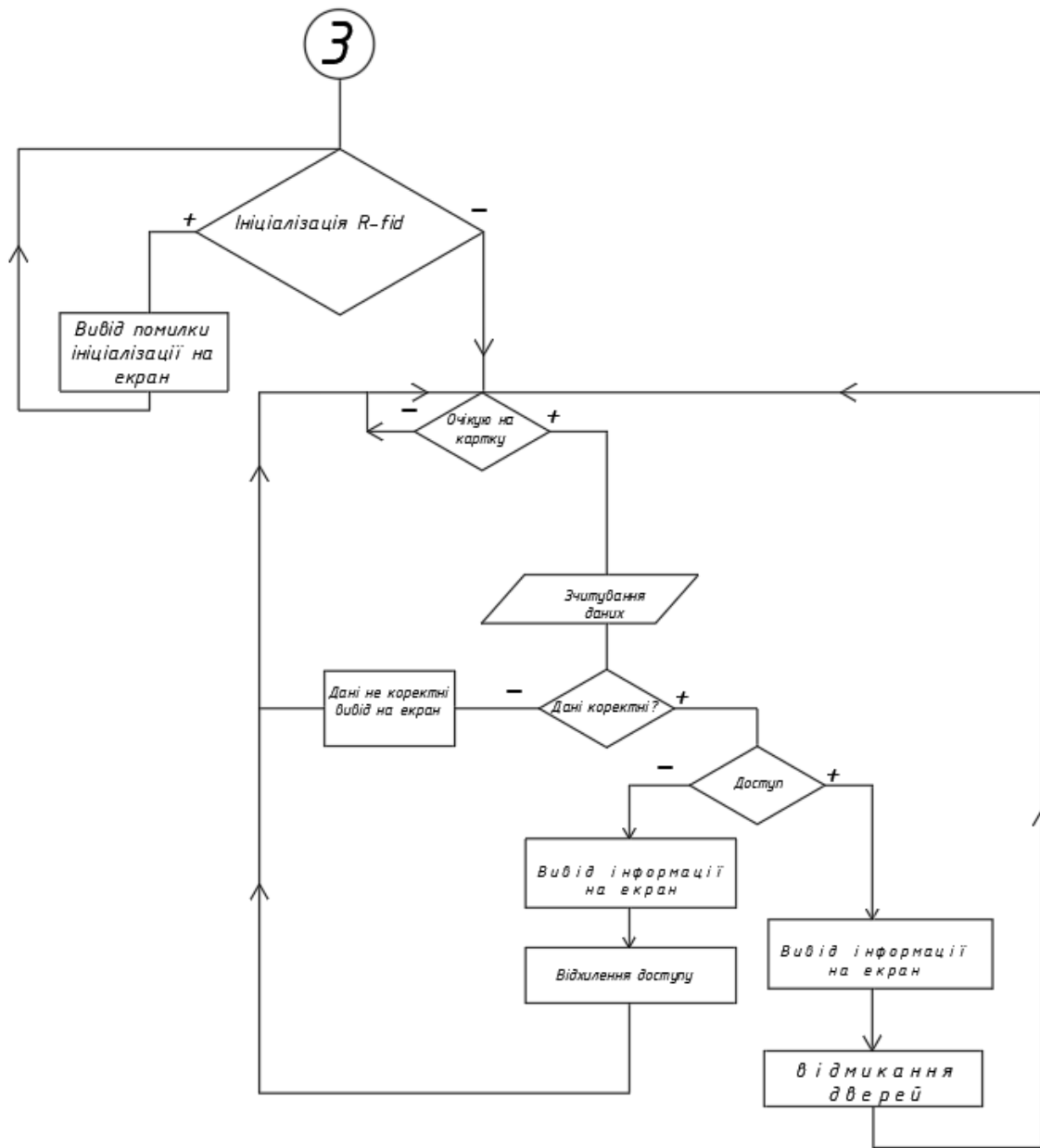
Модуль LCD дає змогу зручної роботи з системою та перегляд усіх станів. Відображення роботи датчиків та загальний стан системи.

Для створення пропускнуої системи було використано модуль R-fid який дає змогу зчитувати ID картки та відмикати двері. Всі дії супроводжуються виводом інформації на LCD екран. Керування освітленням буде здійснюватись як автоматично так і по таймеру- наприклад при настанні 22:00 світло у приміщенні автоматично вимикається. Альтернативне можливість вимкнення освітлення через блок керування .



Рисунок 2.2 – Функціональна схема

2.3 Блок-схема алгоритму роботи



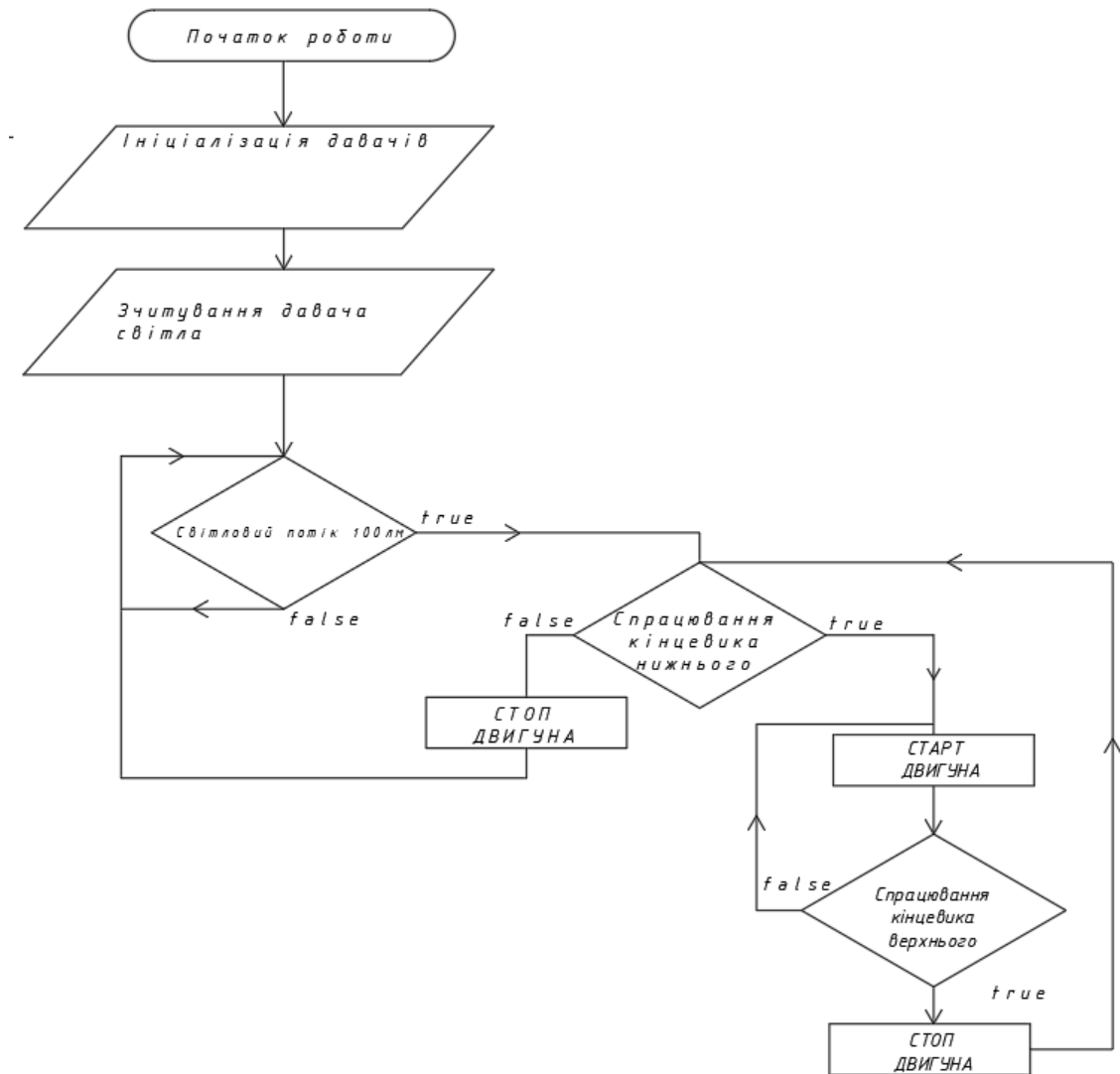
а)

Пояснення блок-схеми:

- Починаємо з початку програми.
- Ініціалізуємо зчитувач RFID.
- Виводимо повідомлення на екран про початок роботи.

- Очікуємо на прикладання картки.
- Прикладаємо картку до зчитувача.
- Зчитуємо дані з картки.
- Перевіряємо, чи вдалося зчитати дані з картки.
- Якщо так, виводимо інформацію на екран.
- Відкриваємо двері.
- Після цього програма завершується.

Ця блок-схема демонструє послідовність операцій для роботи зчитувача RFID. Відповідно до прикладання картки, зчитувач зчитує дані з неї, виводить інформацію на екран і відкриває двері, якщо зчитування було успішним.

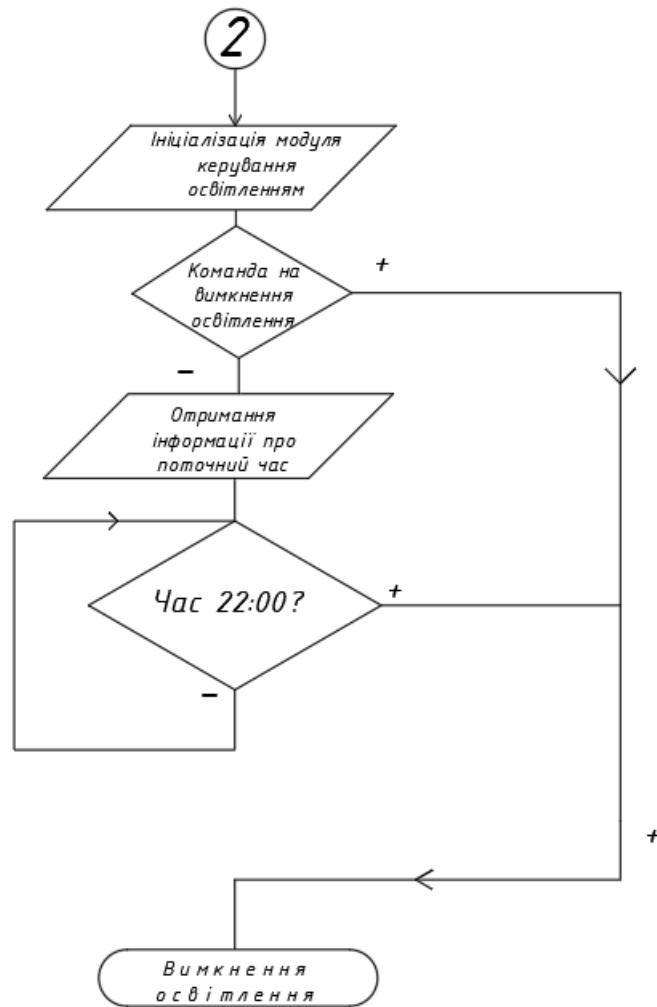


б)

Пояснення блок-схеми:

- Починаємо з початку програми.
- Датчик світла спостерігає за потоком світла.
- Перевіряємо, чи є надмірний потік світла.
- Якщо так, посилаємо сигнал на блок керування.
- Блок керування жалюзями відповідає за керування рухом двигуна.
- Перевіряємо положення кінцевих перемикачів жалюзів.
- Виконуємо рух двигуна жалюзів відповідно до їх положення.
- Після цього програма завершується.

Ця блок-схема демонструє послідовність операцій для керування жалюзів на основі датчика світла та блоку керування. Відповідно до надмірного потоку світла, блок керування активує рух двигуна жалюзів залежно від їх поточного положення.



в)

Рисунок 2.3 блок схема алгоритму роботи

- Починаємо з ініціалізації модуля.
- Перевіряємо, чи надійшла команда на дистанційне вимкнення світла.
- Якщо так, переходимо до блоку "Вимкнення освітлення".
- Якщо ні, переходимо до перевірки часу.
- Перевіряємо, чи настав час 22:00.
- Якщо так, переходимо до блоку "Автоматичне вимкнення світла".
- Якщо ні, програма завершується.

- Після цього програма завершується.

2.4 Вибір комплектуючих

В цьому розділі будуть наведені назви та характеристики компонентів використаних на етапі проектування системи.

2.4.1. Rfid зчитувач

Для роботи системи необхідно використання ідентифікації особи шляхом використання ID карток. Серед вимог до модуля: простота використання, інтерфейс зв'язку SPI, не висока вартість. Тому було відібрано декілька найбільш поширених варіантів на ринку зчитувачів і приведено у таблиці 2.1:

Таблиця 2.1 – Rfid зчитувачі

Модель	Робоча частота	Інтерфейси зв'язку	Дистанція зчитування	Живлення	Інші характеристики
MFRC522	13.56 МГц	SPI, I2C, UART	до 3 см	3.3 В	Підтримує MIFARE Classic, MIFARE Ultralight, MIFARE DESFire
PN532	13.56 МГц	SPI, I2C, UART	до 7 см	3.3 В	Підтримує ISO/IEC 14443 та ISO/IEC 18092
RDM6300	125 кГц	UART	до 10 см	5 В	Підтримує EM4100, TK4100 та інші
EM-18 RFID	125 кГц	UART, Wiegand	до 10 см	5 В	Підтримує EM4100, TK4100 та інші

Модель	Робоча частота	Інтерфейси зв'язку	Дистанція зчитування	Живлення	Інші характеристики
MFRC522-AN	13.56 МГц	SPI, I2C, UART	до 3 см	3.3 В	Підтримує MIFARE Classic,
RC522-S50	13.56 МГц	SPI, I2C, UART	до 3 см	3.3 В	Підтримує MIFARE Classic, MIFARE Ultralight, MIFARE DESFire
RC522-YX5300	13.56 МГц	UART, I2C	до 3 см	3.3 В	Підтримує MIFARE Classic, MIFARE Ultralight, DESFire
RC522-YX5200	13.56 МГц	UART, I2C	до 3 см	3.3 В	Підтримує MIFARE Classic, MIFARE Ultralight, MIFARE DESFire
RC522	13.56 МГц	SPI, I2C, UART	до 3 см	3.3 В	Підтримує MIFARE Classic, MIFARE Ultralight, MIFARE DESFire

Серед варіантів Rfid зчитувача є модуль на базі мікросхеми MFRC522 що задовольняє потреби. Модуль RC522 (рисунок 2.4) – це зчитувач радіочастотних міток (RFID), який працює по інтерфейсу SPI та дозволяє зчитувати і записувати дані на мітки, що містять радіочастотні ідентифікатори. Зчитувач має вбудований радіо інтерфейс частотою 13,56 МГц, який дозволяє працювати з мітками стандартів MIFARE і ISO/IEC 14443 Type A.



Рисунок 2.4 – RC522

Серед переваг:

Висока сумісність: Зчитувач RC-522 сумісний з різними типами RFID-міток, такими як мітки MIFARE та NTAG, що робить його універсальним рішенням для реалізації систем автоматизації з використанням RFID-технології.

Низька вартість: модуль є відносно недорогим пристроєм порівняно з іншими RFID-зчитувачами на ринку, що робить його доступним для використання в різних проектах з обмеженим бюджетом та дає змогу швидкої заміни.

Простота використання: Зчитувач RC-522 має простий інтерфейс зв'язку, що дозволяє легко інтегрувати його в різні системи автоматизації будинку, контролю доступу, системи відстеження та інші застосування.

Гнучкість і масштабованість: Зчитувач RC-522 може бути використаний як самостійний зчитувач або вбудований у більш складну систему автоматизації, таку як система контролю доступу, система відстеження, система управління освітленням та інші. Це дозволяє гнучко використовувати його в різних застосуваннях з різними вимогами.

Проте, варто зазначити, що зчитувач RC-522 також має деякі обмеження: обмежену відстань зчитування, залежність від фізичного контакту між зчитувачем та міткою.

2.4.2. Двигун постійного струму

Для опускання ролетів було використано мотор-редуктор черв'ячний постійного струму моделі JGY370 (рисунок 2.5) . Він задовольняє необхідні потужності для підняття та опускання ролетів з такими параметрами: 100x150см, маса 3 кг.



Package B:
Motor + Bracket

Рисунок 2.5 – мотор-редуктор JGY370

Модель володіє потужність у 20 Вт, максимальний крутний момент становить 30кг/см, швидкість обертання валу становить 40об/хв. Напруга живлення - 12 В.

The Motor's Dimension Drawing JGY370 D6x14mm Shaft

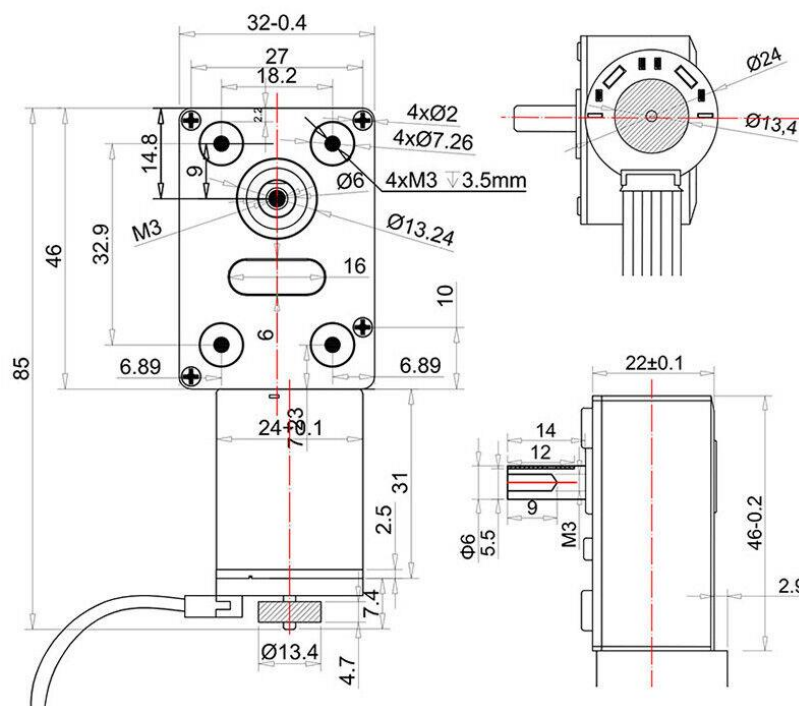


Рисунок 2.6 – Розміри двигуна JGY370

Кріплення здійснюється за допомогою 4х кріпильних отворів типу M3x4(рисунок 2.6) до спеціальної кріпильної плашки (зображено на рисунку 2.5). Завдяки кріпильній плашці мотор можна закріпити на стіну.

2.4.3. Вибір драйвера двигуна

Керування здійснюється за допомогою драйвера двигуна постійного струму на базі мікросхеми L298n(рисунок 2.7) . L298N є двоканальним драйвером двигуна, який широко використовується для керування постійними (DC) або кроковими двигунами.

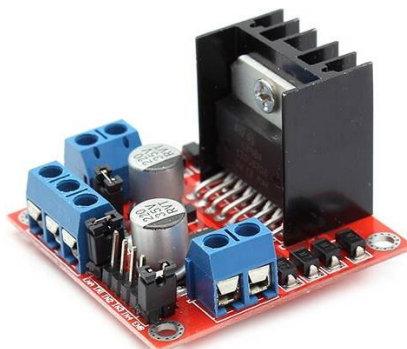


Рисунок 2.7 – драйвер двигуна L298n

Ось можливі аналоги з схожими параметрами приведені в таблиці 2.2:

Таблиця 2.2 – Аналоги L298n

Мікросхема	Максимальний струм (А)	Напруга живлення (В)	Кількість каналів	Керування	Тип корпусу
L293D	1.2	4.5 - 36	2	Н-місткий	DIP-16
TB6612FNG	1.2	4.5 - 13.5	2	Н-місткий	SSOP-16
DRV8833	1.5	2.7 - 10.8	2	Н-місткий	WQFN-16
SN754410	1	4.5 - 36	2	Н-місткий	DIP-16

Основні характеристики та функції L298N:

1. Висока потужність: Вбудовані мосфети дозволяють використовувати високу напругу та струм для приводу потужних двигунів.
2. Широкий діапазон вхідної напруги: L298N може працювати з вхідною напругою від 7 до 46 вольт .

3. L298N має вбудовану функцію захисту від перевантаження та теплового перегріву, що дозволяє попередити можливі пошкодження пристрою внаслідок надмірного навантаження або перегріву. Щодо забезпечення плавного ходу, L298N використовує метод пульсуючої широтної модуляції (PWM), що дозволяє керувати швидкістю та напругою, що подається на двигуни.

2.4.4. Керування освітленням

Керування здійснюється через програмовані виходи мікроконтролера шляхом використання електричної схеми (рисунок 2.8) на основі оптопар з симісторним виходом типу MOC3063 та тріака BTA12-600. Перевагами використання такої схеми є його висока надійність роботи а саме: 600В максимальної напруги, 12А струму та необмежений ресурс спрацювання в порівнянні з електромеханічним реле.

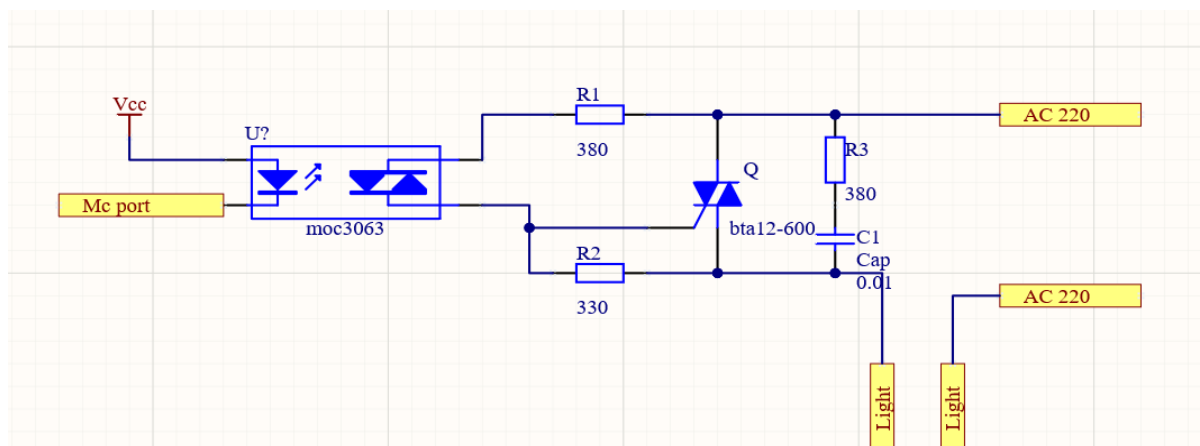


Рисунок 2.8 – принципова схема плати керування

2.4.5. LCD екран

Для індикації та виведення інформації про стан системи та для більш зручного керування використано екран LCD2004 (рисунок 2.9) з модулем I2C, що дозволяє заощадити виходи МК. Модуль інформує про прийняття чи відхилення картки, проводити індикацію стану системи на момент роботи з виходами. Перевагами використання цього модуля є його висока експлуатаційна надійність та не висока ціна.



Рисунок 2.9 – LCD2004

2.4.6. Давач освітлення

Для підбору давача освітлення потрібно знати детальні характеристики проекту, такі як тип приміщення, розміри вікон, тип освітлення та інші параметри. Нижче наведено таблицю 2.3 з декількома моделями давачів світла з різними характеристиками:

Таблиця 2.3 – Давачі інтенсивності світла

Модель датчика	Живлення	Діапазон вимірювання	Інтерфейс	Ціна
BH1750	3-5V	1-65535 люкс	I2C	\$2-3
TSL2561	3-5V	0.1-40000 люкс	I2C	\$4-5
MAX44009	2.7-5.5V	0.045-188000 люкс	I2C	\$2-3
ALS-PT19	2.7-5.5V	20-20000 люкс	Аналоговий	\$1-2
TEMT6000	3-5V	1-10000 люкс	Аналоговий	\$0.5-1

Серед наведених вище модулів перевагу має TSL2561(рисунок 2.9), яка має широкий діапазон вимірювання і високу точність, а також використовує зручний і швидкий інтерфейс I2C. Висока надійність та довговічність позитивно відображається на роботі системи.

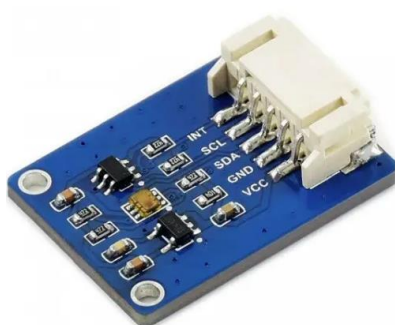


Рисунок 2.9 – TSL2561

2.4.7. Вибір мікроконтролера

Важливою частиною проекту є використання високопродуктивного мікроконтролера який повинен здійснювати керування усіма давачами та швидко опрацьовувати данні в системі. Серед основних вимог: швидкодія, надійність, простота в розробці програмного забезпечення, наявність таймера реального часу.

У таблиці 2.4 приведено декілька поширених мікроконтролерів з короткими характеристиками:

Таблиця 2.4 – Моделі мікроконтролерів

Мікроконтролер	Основні характеристики
STM32F103C8T6	<ul style="list-style-type: none"> • Кількість пінів: 48 • Частота ядра: 72 МГц • Кількість Flash-пам'яті: 64 Кб • Кількість ОЗУ: 20 Кб • Інтерфейси: I2C, SPI, UART, USB • АЦП: 12 біт
STM32F103CBT6	<ul style="list-style-type: none"> • Кількість пінів: 48; • Частота ядра: 72 МГц; • Кількість Flash-пам'яті: 128 Кб; • Кількість ОЗУ: 20 Кб; • Інтерфейси: I2C, SPI, UART, USB; • АЦП: 12 біт
STM32F103RCT6	<ul style="list-style-type: none"> • Кількість пінів: 64; • Частота ядра: 72 МГц; • Кількість Flash-пам'яті: 256 Кб; • Кількість ОЗУ: 48 Кб; • Інтерфейси: I2C, SPI, UART, USB; • АЦП: 12 біт
STM32F103RET6	<ul style="list-style-type: none"> • Кількість пінів: 64; • Частота ядра: 72 МГц; • Кількість Flash-пам'яті: 512 Кб; • Кількість ОЗУ: 64 Кб; • Інтерфейси: I2C, SPI, UART, USB;

PIC32MX795F512L	<ul style="list-style-type: none"> • Кількість пінів: 100; • Частота ядра: 80 МГц; • Кількість Flash-пам'яті: 512 Кб; • Кількість ОЗУ: 128 Кб; • Інтерфейси: I2C
-----------------	---

Перевагу було надано STM32F103RCT6 – має велику спільноту розробників і підтримується широким спектром інструментів, включаючи популярне серед розробників середовище розробки Keil MDK-ARM і безкоштовне середовище STM32CubeIDE. Мікроконтролер відповідає усім вимогам системи.

2.4.8 Давач температури DHT22

DHT 22 (рисунок 2.10) – є цифровим вимірювачем температури та вологості, широко використовується розробниками та ентузіастами за рахунок своєї точності та дешевизни.

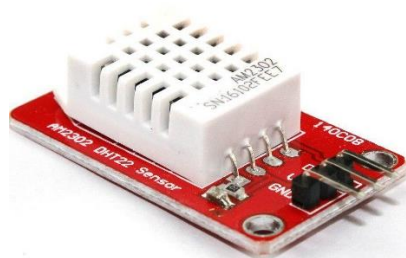


Рисунок 2.10 – DHT22

Основні характеристики та переваги DHT22 :

- Вимірювання температури: Датчик DHT22 здатний вимірювати температуру в діапазоні від -40°C до $+80^{\circ}\text{C}$ з точністю $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$.

- Вимірювання вологості: Вологість вимірюється в діапазоні від 0% до 100% з точністю $\pm 2-5\%$, залежно від температури.
- Цифровий інтерфейс: DHT22 використовує одножильний цифровий інтерфейс з протоколом передачі даних OneWire. Це спрощує підключення до мікроконтролерів або інших пристроїв.
- Інтегрований термістор: Датчик включає в собі інтегрований термістор, який дозволяє компенсувати вплив температури на вимірювання вологості, забезпечуючи більш точні результати.
- Низьке енергоспоживання: DHT22 працює з низьким споживанням енергії, що робить його підходящим для застосувань з обмеженими джерелами живлення.
- Заводське калібрування проводиться на заводі, що дозволяє отримувати більш точні виміри без необхідності додаткових налаштувань.

Отже низька ціна, висока поширеність, простота у використанні роблять DHT22 чудовим варіантом для використання у проектах, що протребують простого сталого отримання показання температури та вологості у приміщенні.

2.4.9 Спроектований корпус для блока керування

Серед переліку існуючих корпусних рішень немає такого що підходив під монтажні та кріпильні отвори плати. Було спроектовано корпус(рисунок 2.11), що відповідає усім розмірам та монтажним отворах розробленої системи. А також компактні розміри і герметичність.

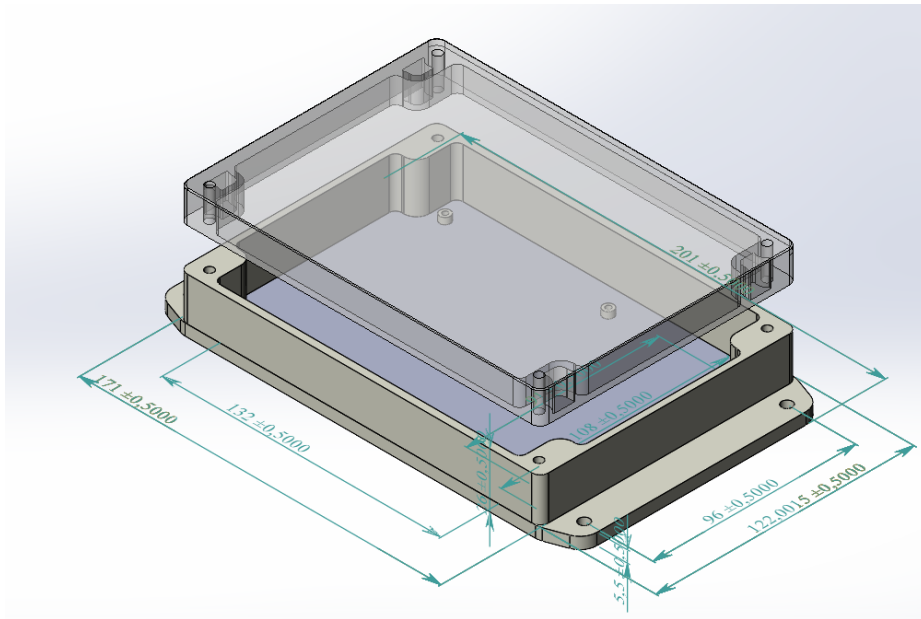


Рисунок 2.11 – Спроектований корпус

Прозора кришка дозволяє нам розмістити всередині LCD2004 для індикації інформацію про стан системи а також було розміщено мембранну клавіатуру для вводу інформації та керування модулями. Кріплення кришки до корпусу здійснюється шляхом використання болтів типу М3х15.

Готовий стенд матиме наступний вигляд:

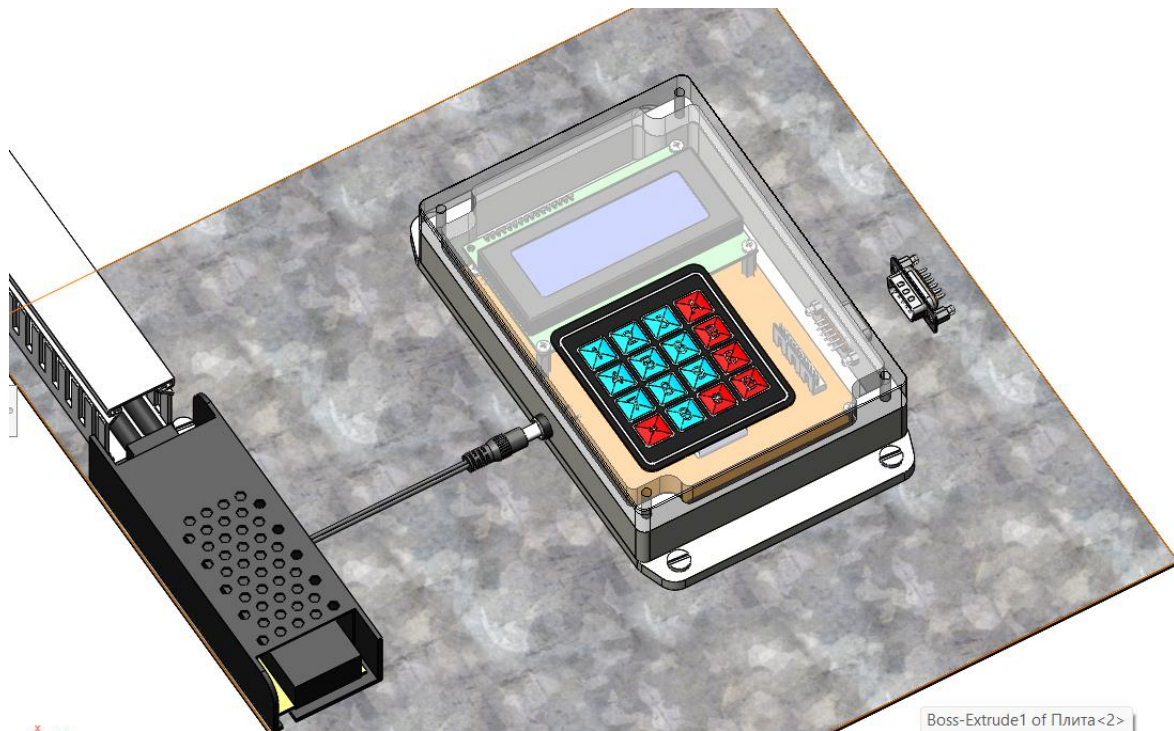


Рисунок 2.12 – вид на стенд в програмі SolidWork

Блок керування буде розташований поруч з електричною щитовою що дозволить організувати зручний кабель менеджмент та в разі екстрених ситуації вимкнути подачу живлення у приміщенні.

2.5 Аналіз характеристик систем та її похибки

У системі автоматизації будинку можуть виникати різні похибки та неточності, які можуть впливати на її ефективність та надійність. Деякі з можливих проблем включають:

- Похибки датчиків: можуть мати певну погрішність або некоректне калібрування, що призводить до неточності вимірювань. Наприклад, датчик освітлення може неправильно визначити рівень освітленості, або ж через інші фізичні перешкоди не зможе отримати повний спектр світла що призведе до неправильного функціонування. Датчик температури може не відтворювати дійсну температуру якщо буде розташований не по центру кімнати або поруч з елементами з активною тепловіддачею. Загалом на систему можуть впливати шуми та різні наводки від мережі тому важливим аспектом використовувати якісні екрановані кабелі для передачі даних.
- Недостатня точність механізмів: механізми, такі як електродвигун та редуктор, можуть мати певну механічну похибку або знос, що призводить до неправильного положення або руху пристрою.
- Проблеми з електроживленням: нестабільна мережа або низька якість провідників електроживлення може впливати на роботу усіх вузлів системи, що може призвести до неправильної роботи пристроїв або втрати даних.
- Неправильна програмна логіка: дефекти програмного коду можуть проявлятися не одразу і в подальшому вплинути на роботу системи.

Використання сертифікованих приладів в значній мірі забезпечує від інструментальних похибок. Стосовно шумів, для процесів в розглянутих пристроях системи автоматизації приміщень характерні дані варіанти шуму:

Білий шум, також відомий як тепловий шум або шум Джонсона, виникає внаслідок хаотичних рухів зарядових носіїв, спричинених температурою. Цей тип шуму характеризується рівномірним розподілом енергії по всьому спектру частот і названий "білим" через свою рівномірність.

$$U_{ш} = 4kTRw$$

де T – температура оточуючого середовища (в град. Кельвіна);

w – ширина смуги частот;

R – опір елемента; k - стала Больцмана.

Білий шум, присутній в електронних пристроях, може спричиняти флуктуації в показах сенсорних датчиків і охоплює всі частоти. На рисунку 2.13 показано приклад, як білий шум спотворює корисний сигнал:

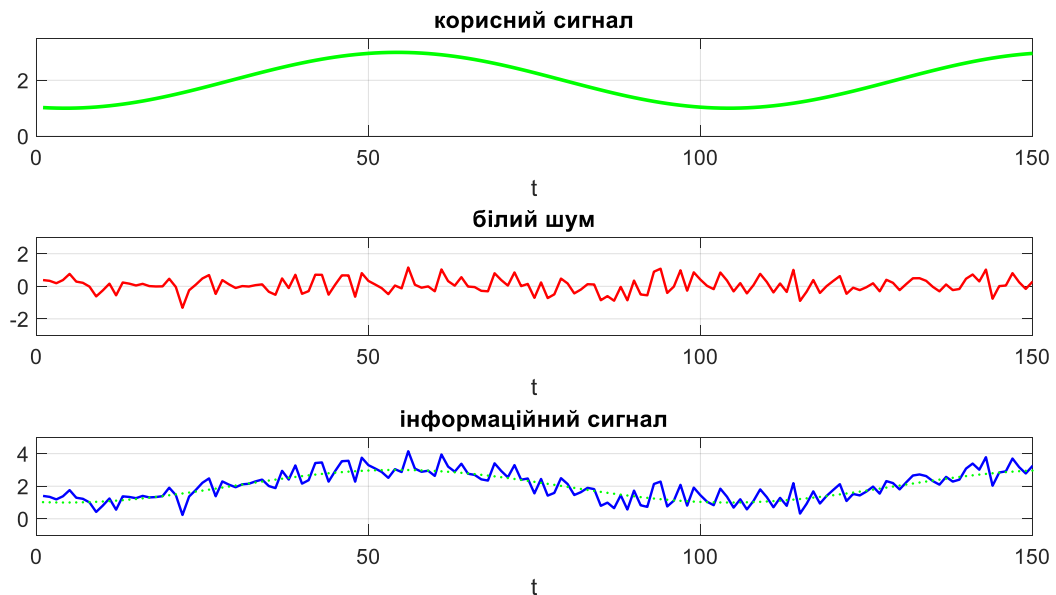


Рисунок 2.13 – Інформаційний сигнал як результат спотворення корисного сигналу під дією білого шуму

Нестабільність нуля, є видом шуму, що виникає в електронних компонентах під впливом випадкових факторів. Його спектральна потужність зворотно пропорційна до частоти, тому флікер-шум має значний вплив на низькі частоти. На вищих частотах його ефект перебивається впливом білого шуму.

Шум дрейфу є типом шуму, який відображає випадкові відхилення вимірюваних параметрів, зокрема швидкості і прискорення, які вимірюються за допомогою інерційних датчиків. Цей шум характеризується вузьким діапазоном частот і залежить від специфіки змін вимірюваної фізичної величини.

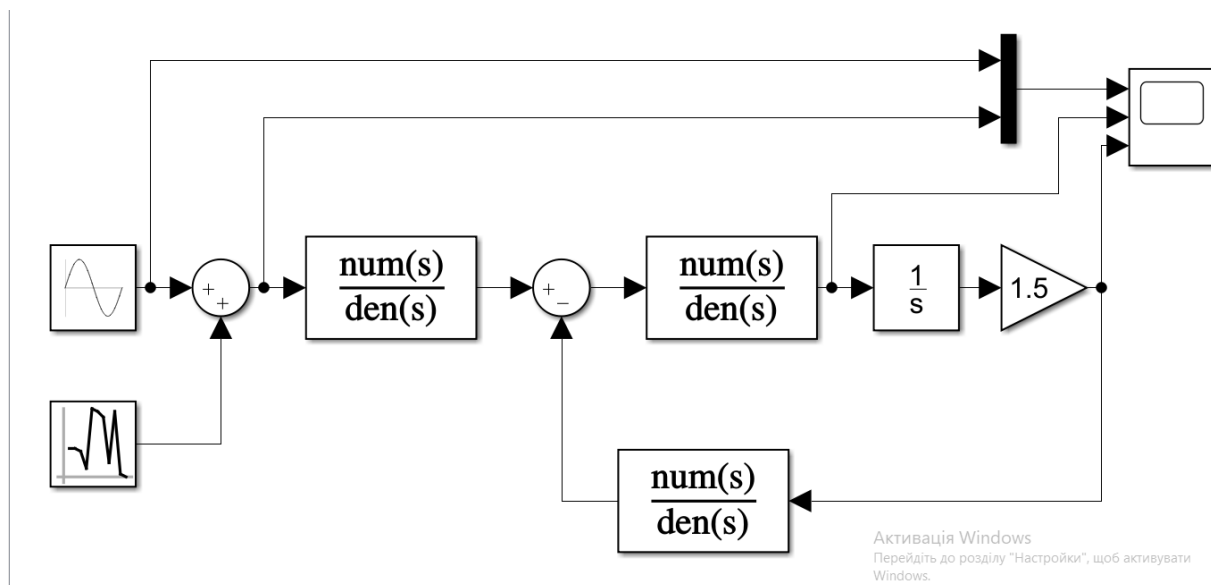
Синусоїдальний шум – це шум, який виникає внаслідок випадкових вібрацій вимірюваних величин, які фіксуються інерційними датчиками, під впливом зовнішніх факторів, таких як переміщення по гофрованій поверхні.

Інформаційний шум, також відомий як шум Гаусса, включає в себе випадкові впливи, які виникають в результаті шумів активних компонентів пристрою, зовнішніх електромагнітних полів, похибок вимірювання та обробки сигналу та інших факторів. Він моделює непередбачувані відхилення, які можуть впливати на якість інформації, передаваної або оброблюваної пристроєм.

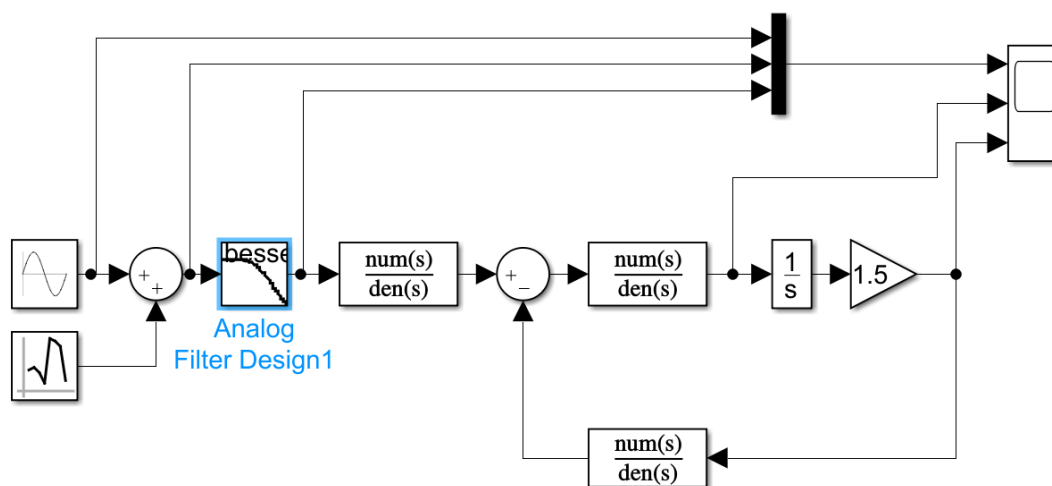
Оскільки перелічені джерела можливих похибок носять випадковий характер, і з огляду на широкий діапазон джерел похибок від зовнішніх шумів у досліджуваній системі важливим є завдання нівелювання їх впливів шляхом відповідної обробки керуючого сигналу. Такими інструментами можуть бути, наприклад, фільтри Калмана (у різних модифікаціях), нейронні мережі з радіальними базовими елементами чи відповідні фільтри аналогових сигналів.

Так, наприклад, зашумлення залежного від рівня освітленості та супутніх перетворюючих пристроїв сигналу, що подається на виконавчий елемент (двигун), може призвести до зміни динамічних властивостей системи навіть за ідеального стану електродвигуна і редуктора як можемо побачити на симулюванні процесу переміщення штори з врахуванням зашумлення керуючого сигналу на S – моделі,

на рисунок 2.14 а) і після відфільтрування шуму на S – моделі, на рисунок 2.14 б).



а)

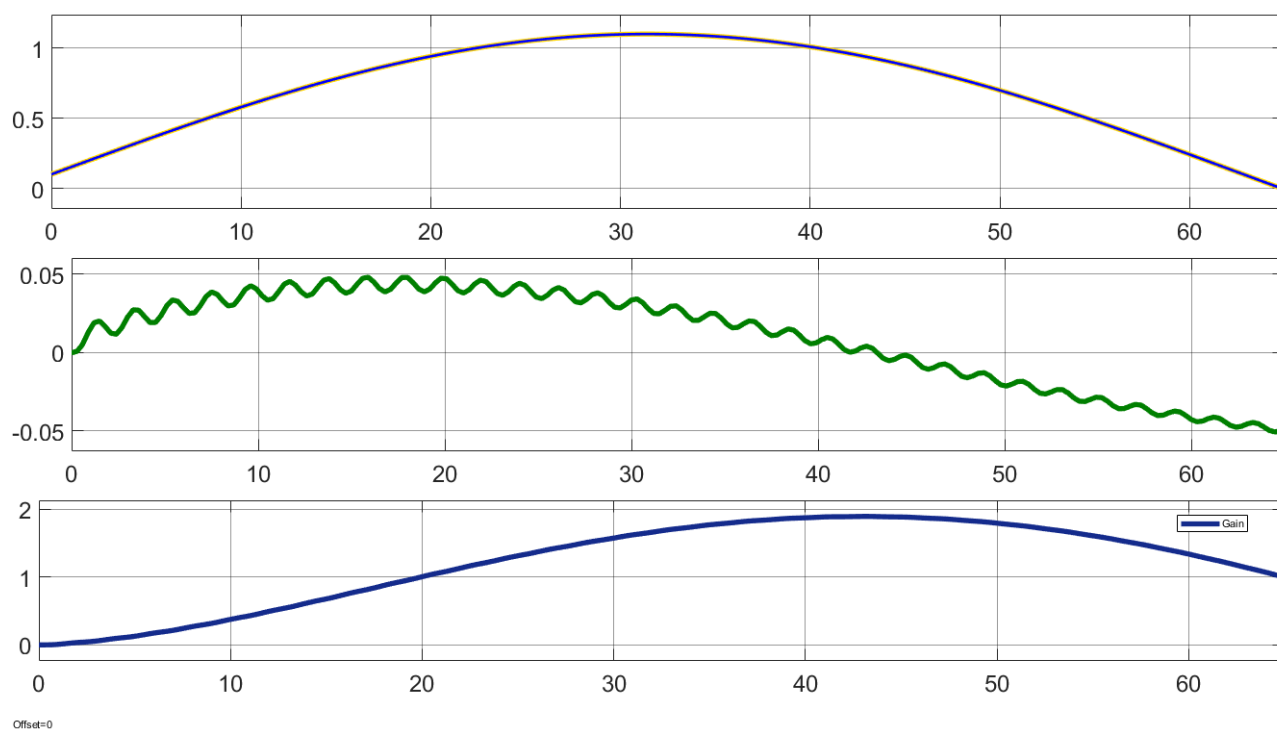


б)

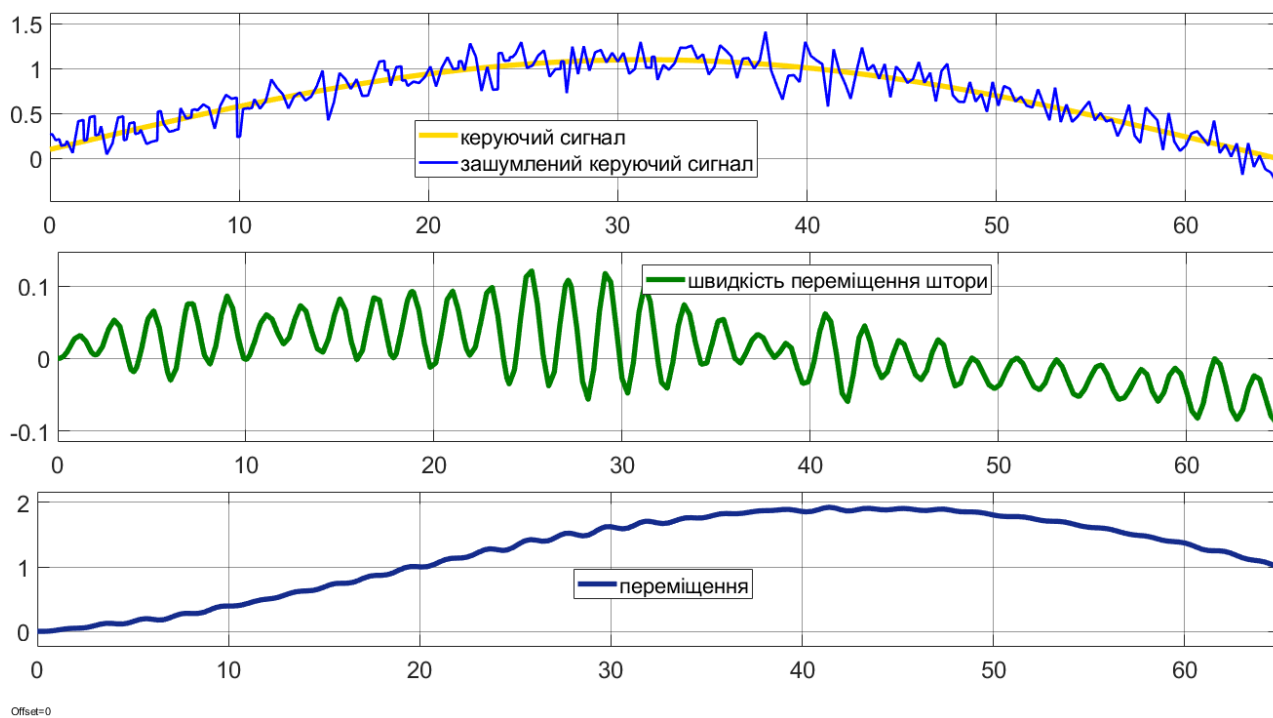
Рисунок 2.14 – S моделі переміщення заслони без а) та з б) фільтруванням зашумленого сигналу керування двигуном

Результати симулювання показано на рисунку 2.15: а) – керуючий сигнал, швидкість і переміщення при відсутності зашумлення керуючого сигналу, б) – при

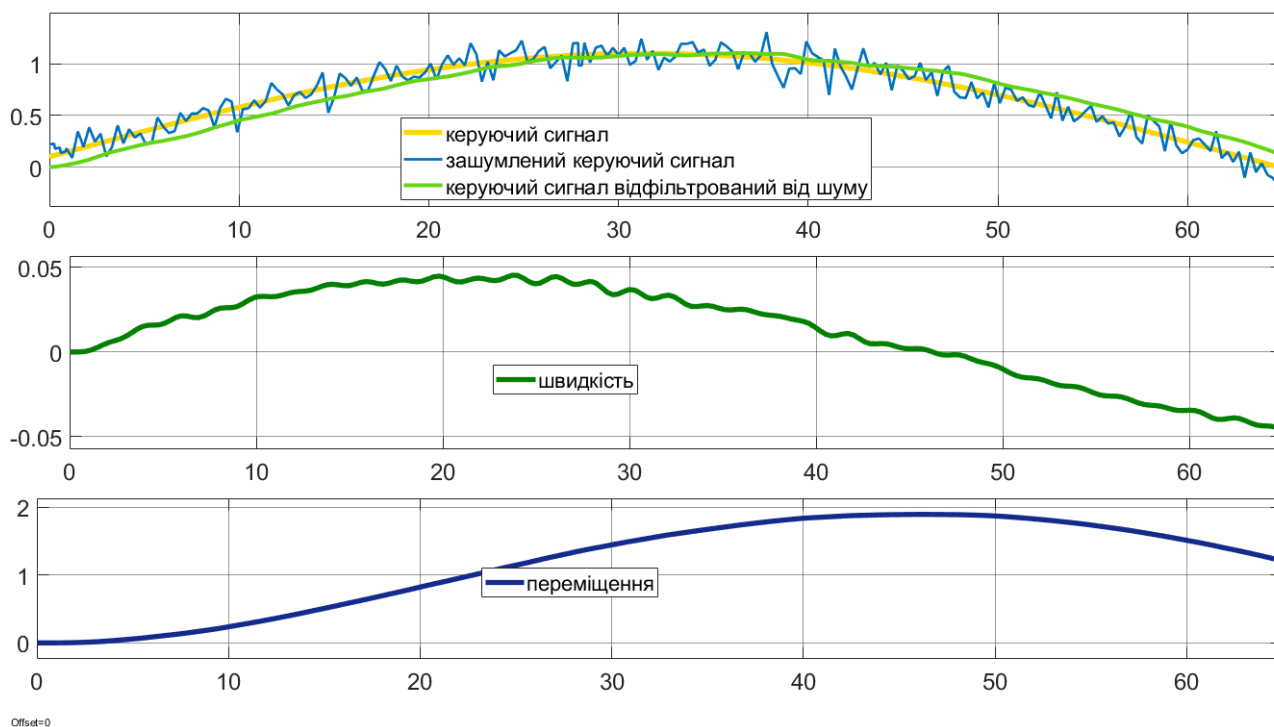
наявності, в) – після відфільтрування високочастотних складових зашумленого керуючого сигналу ФНЧ 2-го порядку з частотою зрізу 0.6рад/с.



а)



б)



в)

Рисунок – 2.15 а) – керуючий сигнал (корисний – жовтим, зашумлений – синім і відфільтрований – зеленим), швидкість і переміщення при відсутності зашумлення керуючого сигналу, б) – при наявності, в) – після фільтрування від шумових збурень

В даному випадку з результатів симулювання випливає, що спотворення керуючого сигналу в більшій мірі впливає на швидкість переміщення і, хоча кінцеве завдання регулювання освітлення в приміщенні досягається, його виконання супроводжуватиметься швидшим зношенням системи. Уникнення даної ситуації можна досягти фільтрацією керуючого сигналу. Характеристики фільтра залежатимуть від спектральних характеристик наявного шуму.

ВИСНОВКИ

На основі описаних модулів і компонентів системи автоматизації будинку можна зробити наступні висновки:

1. При використанні модуля R-FID (RC522) в системі автоматизації будинку, забезпечили безпечний доступ до приміщень з допомогою RFID-карток або брелків.
2. Використання датчика освітленості дозволяє автоматично регулювати освітлення в будинку в залежності від рівня освітленості, що забезпечує енергоефективність та комфорт для мешканців.
3. Модуль керування закриттям ролетів дозволяє автоматично керувати рухом жалюзі залежно від певних умов, таких як час доби або рівень освітленості. Це забезпечує енергоефективність та зручність для користувачів.
4. Модуль вимикання світла дозволяє автоматично вимикати освітлення в приміщеннях, які не використовуються, що сприяє економії енергії.
5. Використання LCD2004 з I2C модулем в саморобних приладах дозволяє зручне відображення інформації на екрані, що полегшує взаємодію з системою.

Однак треба брати до уваги відхилення та різні неточності при функціонуванні системи з якими можуть стикнутись клієнти в процесі користування

3 МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

Simulink, розроблений компанією MathWorks, є потужним програмним засобом, інтегрованим з Matlab, для моделювання динамічних систем. Цей програмний продукт дозволяє створювати моделі, використовуючи S-моделі, зокрема систем керування, у вигляді блок-схем. Кожен блок відображає окремий етап обробки сигналу. Simulink постійно вдосконалюється, доповнюється і адаптується до останніх платформ з моменту свого випуску у 1984 році.

Таблиця 3.1 – Останні версії

R2022a	Simulink 10.5	2022
R2022b	Simulink 10.6	
R2023a	Simulink 10.7	2023
R2023b	Simulink10.8	

На рисунку 3.1 приведено S-модель системи автоматичного керування системи автоматизації приміщень з врахуванням динамічних характеристик основних вузлів. Вважаємо, що момент двигуна відображений блоком

$$M_{dc} = \frac{K}{Ls + R} U_k$$

($s \rightarrow \frac{dU}{dt}$, K , L , R – параметри обмотки),

Вузол, що приводиться двигуном в рух і PID-регулятор – блоками виду

$$\frac{k}{Js^2 + cs + p}$$

з відповідними параметрами, що відображають їхні динамічні характеристики.

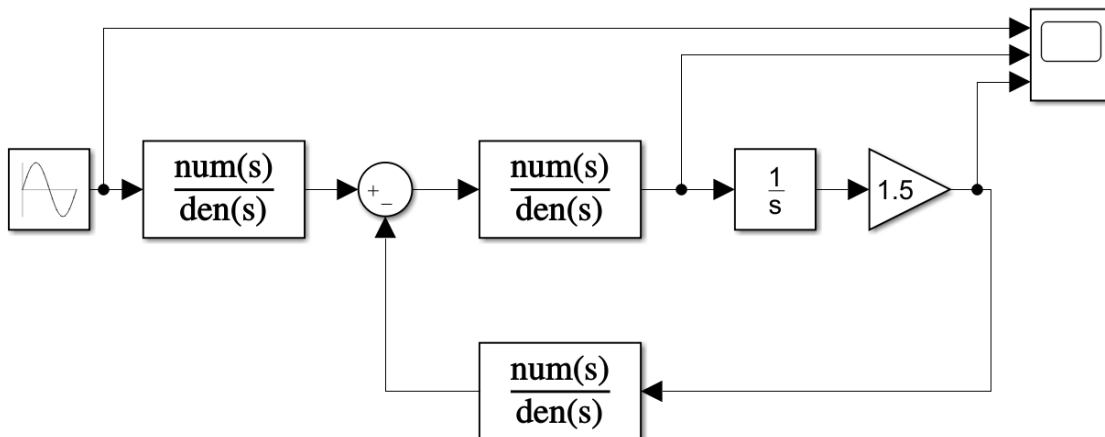
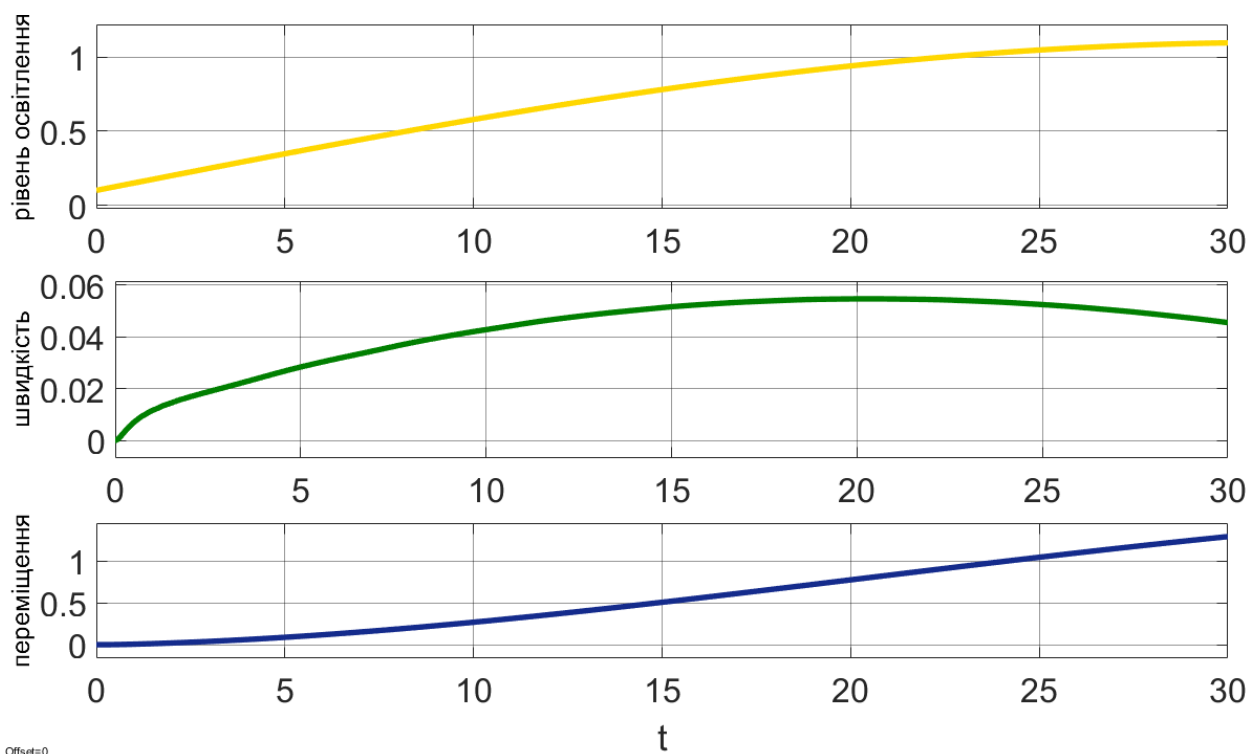
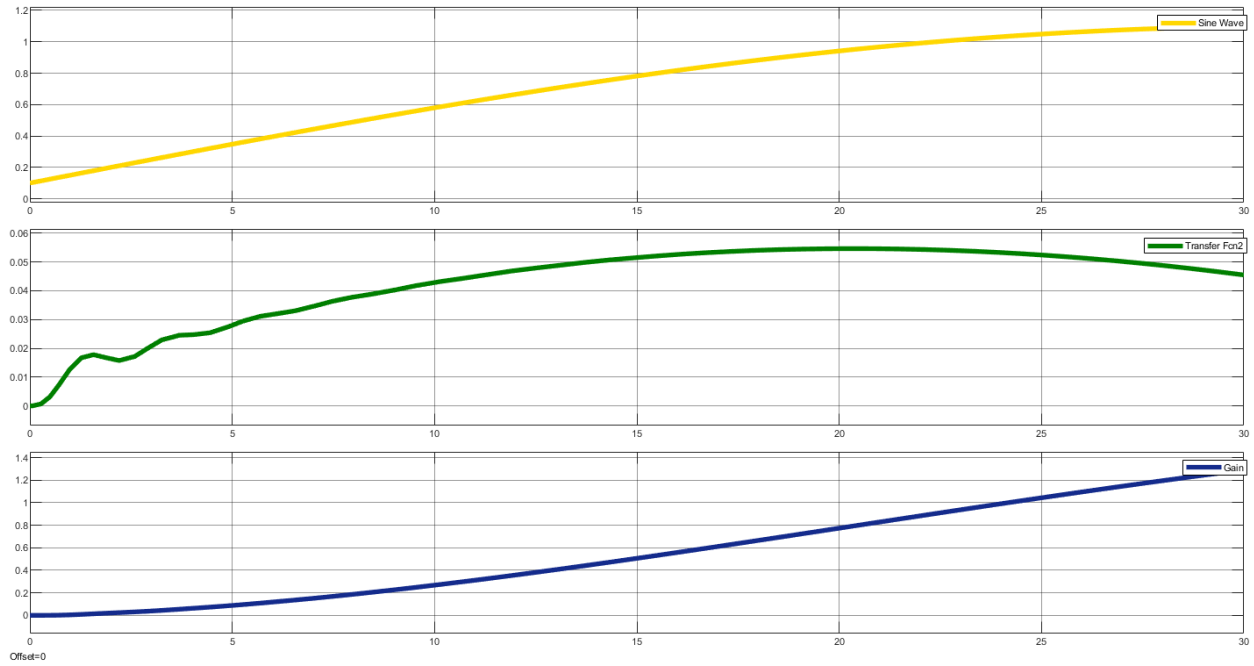


Рисунок 3.1 – S-модель механізму переміщення заслони

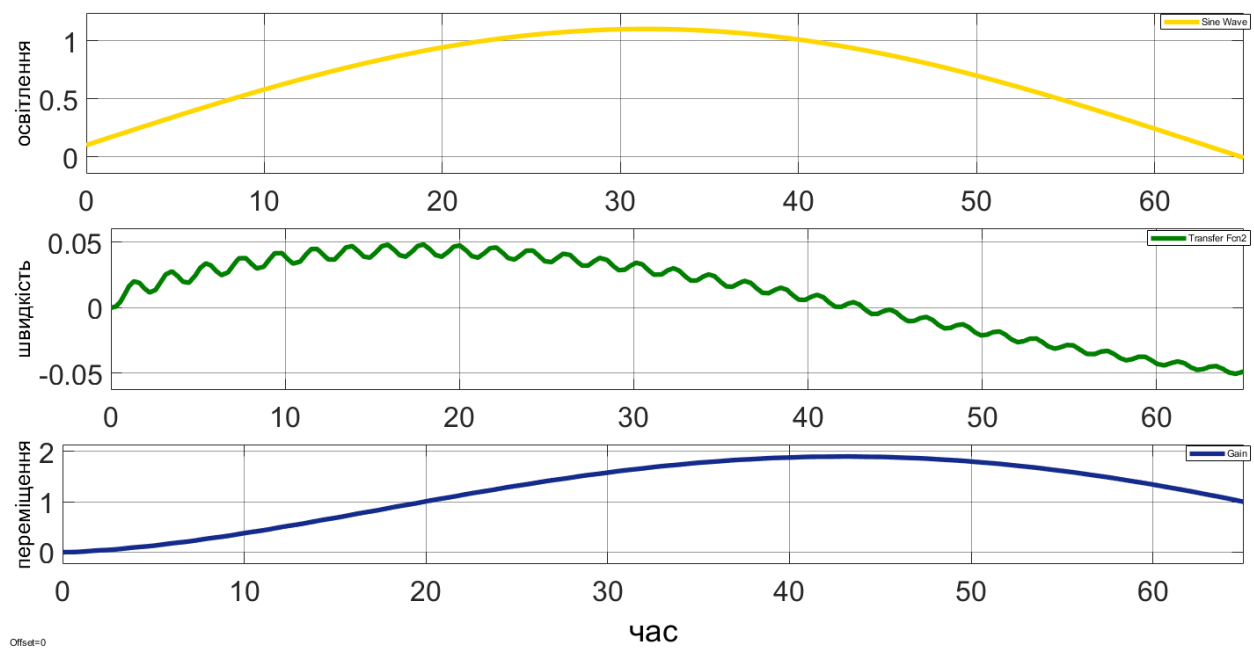
Результати моделювання (характер переміщення заслони залежно від рівня і темпів освітлення) приведені нижче.



a)



б)



в)

Рисунок 3.2 – Рівень освітлення (верхня крива), швидкість переміщення (середній графік) і лінійне переміщення заслони (нижній) за різних динамічних характеристик механізму(а,б,в)

3.1 Вибір форми математичного представлення моделі

Існують такі види математичної моделі як:

1. Блок-схеми: Використання блок-схеми дозволяє візуально представити послідовність дій і взаємозв'язок між компонентами системи. Блоки представляють різні функції і компоненти системи, а стрілки показують потік даних або сигналів.
2. Системи рівнянь: Модель системи може бути виражена системою диференціальних або різницевих рівнянь, що описують динаміку системи. Це дозволяє аналізувати поведінку системи відповідно до вхідних сигналів і параметрів системи.
3. Функції передачі: Функції передачі використовуються для опису перетворення вхідних сигналів на вихідні в рамках системи. Вони можуть бути виражені у вигляді раціональних функцій, матриць або інших математичних виразів.
4. Моделі на основі набору правил: В деяких випадках модель системи може бути виражена у вигляді набору правил або логічних виразів, які визначають поведінку системи в залежності від вхідних умов.

Графіки дозволяють побачити зміну величини системи впродовж часу і оцінити її стабільність та ефективність.

Форма представлення буде базуватись на побудові графіків залежності в часі та відображення різних перехідних моментів у системі. Математична модель робочого механізму (двигуна) представлена динамічною ланкою 1-го порядку.

Графік вихідного сигналу показує залежність вихідного сигналу системи від часу. Цей графік дозволяє оцінити відповідь системи на вхідний сигнал та виявити можливі перехідні ефекти, такі як перехідні процеси, колювання або затримки.

Графік станів системи відображає залежність стану системи від часу. Це можуть бути різні величини, які характеризують стан системи, наприклад, позиція,

швидкість, температура тощо. Цей графік дозволяє спостерігати зміну стану системи протягом часу.

Графіки перехідних моментів можуть включати такі характеристики, як час на встановлення (settling time), перехідні коливання (overshoot), стабілізаційний час (settling time) та інші. Вони допомагають оцінити швидкість зміни і стійкість системи.

Форма представлення буде базуватись на побудові графіків залежності в часі та відображення різних перехідних моментів у системі. Математична модель робочого механізму (двигуна) представлена динамічною ланкою 1-го порядку.

3.2 Вибір засобу математичного симулювання

MatLab (Matrix Laboratory) - це пакет прикладних програм, розроблений для вирішення технічних обчислювальних задач. Він має вбудовану мову програмування і підтримується усіма платформами операційних систем. MatLab був розроблений Клівом Моулером, деканом факультету комп'ютерних наук в Університеті Нью-Мексико, в кінці 1970-х років. Перша версія MatLab, що мала відкритий вихідний код, була написана на мові програмування Фортран у 1982 році. Вперше з цією мовою Моулер познайомився під час свого візиту до Стенфордського університету в 1983 році.

Спільними зусиллями Кліва Моулера, інженера Джона Літгла і Стіва Бангерта MatLab був переписаний на мову програмування С. Спочатку переписані бібліотеки були відомі як JASCRAS, але згодом MatLab знайшов застосування в багатьох наукових, інженерних та освітніх галузях, включаючи викладання лінійної алгебри та чисельних методів.

Особливістю мови MatLab є універсальний підхід до операцій над матричними і скалярними змінними, що передбачає використання векторних операцій. Цей підхід дозволяє створювати ефективний і компактний код, використовуючи операції над векторами та матрицями.

MatLab є потужним інструментом для технічних обчислень, який надає широкий спектр функцій, включаючи багато готових бібліотек, та має зручне середовище програмування. З його допомогою дослідники, інженери і викладачі з різних галузей здійснюють обчислювальні розрахунки і проводять наукові дослідження. MatLab став популярним інструментом, що широко використовується в академічних і промислових середовищах. Мова що використовується в MatLab є високорівневою мовою. Середовище MatLab підтримує матричну структуру даних, широкий спектр функцій, інтегроване середовище розробки, об'єктно-орієнтовані можливості і інтерфейси до програм, написаних на інших мовах програмування. Написані в MatLab програми, розділені на два типи: функції і скрипти. Функції приймають вхідні аргументи, виконують

обчислення і повертають вихідні результати. Вони також мають власний робочий простір для зберігання проміжних результатів та змінних.

Скрипти, з свого боку, виконують послідовність команд без вхідних аргументів. Вони використовують стандартний розробницький простір, тобто змінні, створені в скрипті, доступні у всьому коді.

В розпорядженні користувача кілька сотень функцій для аналізу даних, який охоплює виконання завдань з різних розділів математики:

- лінійної алгебри (алгебра матриць, лінійні рівняння, власні значення і вектори, факторизація матриць);
- поліномів та інтерполяційних задач (знаходження коренів та операції над многочленами, їх диференціювання, інтерполяція і екстраполяція кривих);
- математичної статистики і аналізу даних ;
- опрацювання даних (побудова графіків, оптимізація, пошук нулів і полюсів, чисельне інтегрування);
- диференційних рівнянь (знаходження розв'язків рівнянь);
- операцій з розрідженими матрицями (окремий клас даних пакету MatLab;
- цілочисельної арифметики (засіб для розробки алгоритмів в т. ч. високорівневих з використанням понять об'єктно-орієнтованого та функціонального програмування).

MatLab надає різні інтерфейси, що дозволяють отримувати доступ до зовнішніх підпрограм та даних, написаних на інших мовах програмування. Для цього використовуються технології, такі як Component Object Model (COM) і Dynamic Data Exchange (DDE). У MatLab також відомий як MATLAB API, що надає розширені можливості для цього.

Особливість MatLab для платформи Microsoft Windows полягає в тому, що вона надає доступ до програмної платформи .NET Framework. Це означає, що ви можете

завантажувати .NET збірки та взаємодіяти з об'єктами .NET класів безпосередньо з середовища MatLab.

MatLab включає інтерфейс взаємодії з зовнішніми додатками, написаними на мові С. Взаємодія здійснюється через МEX - файли. Також є можливість виклику підпрограм написаних на С з MatLab на правах вбудованих функції пакета.

Зручність у користуванні і розширення MatLab доповнюється спеціальними наборами інструментів - Toolbox (підбір функцій, для дослідження певного класу проблем:

- цифрова обробка сигналів, зображень та даних, , проектування цифрових фільтрів і систем зв'язку: DSP Toolbox, Image Processing Toolbox, Wavelet Toolbox, Communication Toolbox, Filter Design Toolbox;
- набори функцій, що дозволяють швидко і ефективно збирати, обробляти і передавати різну фінансову інформацію: GARCH Toolbox, Fixed-Income Toolbox, Financial Time Series Toolbox, Financial Derivatives Toolbox, Financial ToolboxDatafeed Toolbox);
- аналіз і синтез географічних карт, в т.ч. тривимірні: Mapping Toolbox;
- збір і аналіз експериментальних даних а саме функції, що опрацьовують дані, отримані в ході експериментів, в т. ч. в реальному часі, широкий спектр наукового і інженерного вимірювального обладнання): Data Acquisition Toolbox, Image Acquisition Toolbox, Instrument Control Toolbox, Link for Code Composer Studio;
- візуалізація наукової інформації за допомогою технологій віртуальної реальності і мови та інтерпретація даних: Virtual Reality Toolbox, VRML;
- засоби розробки (набори функцій)
- взаємодія з зовнішніми програмними продуктами (набори функцій, що дозволяють зберігати дані в різних видів у форматах доступних для, інших програм): MatLab Report Generator, Excel Link, Database Toolbox, MatLab Web Server, Link for 60 ModelSim;
- бази даних (інструменти роботи з базами даних): Database;

- прилади для обробки нейронних мереж;
- інструменти для побудови і аналізу нечітких множин;
- Symbolic Math Toolbox в MatLab - це набір інструментів для виконання символічних обчислень

Крім того, існують багато наборів інструментів для MatLab, створених сторонніми розробниками.

3.3 Висновки

Модель S-моделі дозволяє відтворити процес керування ролетами в залежності від рівня зовнішнього освітлення. Це дозволяє нам оптимізувати динамічні характеристики системи та вибрати оптимальний метод керування для кінцевого користувача шляхом налаштування параметрів механізму та керуючих впливів. Побудована S-модель здатна точно відтворити процес переміщення ролети, враховуючи такі фізичні характеристики, як монотонність, постійний час, швидкість руху та момент спрацювання кінцевиків. Крім того, шляхом аналізу цих параметрів і впливу на модель, можна додатково покращити функціональність та ефективність системи керування ролетами.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Значення охорони праці

Охорона праці має дуже важливе значення в забезпеченні безпечних і здорових умов праці. Тому потрібне створення оптимальних умов охорони, вдосконалення виробничих процесів з врахуванням вимог фізіології, психології і гігієни праці.

Забезпечення безпеки праці, звільнення працівників від надлишкового перенапруження сприяє більш ефективному використанню людських ресурсів, і тим самим збільшенню працездатності.

Складність завдань, що стоять перед охороною праці, вимагають використання досягнень і висновків багатьох наукових дисциплін, що безпосередньо, чи опосередковано зв'язані з задачами створення здорових та безпечних умов праці. В першу чергу це відноситься до соціально-правових наук, а також до досліджень в галузі наукової організації праці, технічної естетики, ергономіки, соціальної та інженерної психології. Так як головним об'єктом охорони праці є, звичайно, людина в процесі праці, то при розробці вимог виробничої санітарії використовують результати досліджень ряду медичних та біологічних дисциплін. Питання охорони праці також тісно пов'язані з розробкою мікроприємств по попередженню пожеж та вибухів.

Охорона праці є суттєвим елементом процесу виробництва. Тому вона має як організаційно-технічні, так і соціальні аспекти. Вона покликана вберегти персонал від впливу небезпечних і шкідливих факторів, забезпечувати найсприятливіші умови праці, забезпечуючи підвищення продуктивності праці.

В процесі життя і виробничої діяльності людина неминує вносить в середовище, що її оточує, певні зміни. Вони стосуються як хімічного, біологічного складу середовища, так і його фізичних характеристик. Серед факторів, які можуть несприятливо впливати на здоров'я людини, розрізняють етіологічні, тобто

причинні, що безпосередньо обумовлюють розвиток і вираженість патологічного процесу, і фактори ризику, які не є причиною захворювання, але сприяють, посилюють дію етіологічних факторів.

Під виробничою небезпекою розуміють можливість несприятливого впливу на організм працівників реальних умов праці. Система організаційних заходів і технічних засобів, що забезпечують відсутність небезпеки виробничого травматизму, названа технікою безпеки.

4.1 Аналіз потенційних шкідливих та небезпечних факторів

В процесі праці людина вступає у взаємодію з предметами праці, засобами виробництва, іншими людьми. Крім того, на неї впливають різні параметри виробничої обстановки, в якій відбувається праця – температура, вологість, шум, рух повітря, вібрація, інфразвук, дія електромагнітних полів та випромінювання різних типів. Від умов праці в великій мірі залежить здоров'я та працездатність людини, відношення до праці, результат праці. При поганих умовах створюються передумови для виникнення травм і професійних захворювань.

Серед виробничих факторів прийнято розрізняти шкідливі фактори і небезпечні фактори. Небезпечним називається виробничий фактор, дія якого на працюючого призводить до травми чи раптового різкого погіршення здоров'я. Якщо виробничий фактор призводить до захворювання чи зниження працездатності, то його вважають шкідливим.

До групи шкідливих виробничих факторів трудового процесу належать фізичні перевантаження (статичні, динамічні), нервово-психічні перевантаження (розумове перенапруження, перенапруження органів чуття, монотонність праці, емоційні перевантаження).

До найважливіших шкідливих фізичних факторів відносять: підвищена запиленість повітря робочої зони, мікроклімат виробничих приміщень, підвищений

рівень інфрачервоного випромінювання, підвищений рівень ультрафіолетового випромінювання, підвищений рівень вібрації, шуму, інфра- та ультразвук, підвищений або занижений барометричний тиск, підвищений рівень іонізуючого випромінювання, підвищений рівень електромагнітного випромінювання в робочій зоні, підвищений рівень статичної електрики, небезпечний рівень напруги в електричному колі, підвищена чи знижена іонізація повітря, відсутність чи брак природного світла, недостача, чи великі перепади освітлення робочої зони, підвищена яскравість світла, знижена контрастність, пульсація світла.

Використання комп'ютерної техніки характерне шкідливим впливом електромагнітного випромінювання (ЕМВ) від моніторів комп'ютера. Ступінь дії цього виду випромінювання на організм людини залежить від діапазону частот, інтенсивності, тривалості опромінення та його характеру (безперервне чи модульоване), розмірів опроміненої поверхні та особливостей організму. Біологічна дія ЕМВ низької частоти, що створюється монітором, викликає функціональні порушення центральної нервової та серцево-судинної системи людини, а певні зміни в складі крові, особливо виражені при високій напруженості електромагнітного поля.

Більш високі частоти ЕМВ можуть привести до підвищення температури тіла та місцевому вибірковому нагріву тканини, органів, внаслідок переходу електромагнітної енергії в теплову. Довготривала дія ЕМВ невеликої інтенсивності приводить до різних нервових та серцево-судинних розладів (головного болю, втомленості, порушення сну, болів в області серця і т. ін.). Можливі порушення з боку ендокринної системи та зміни складу крові. Також оператор ЕОМ багато займається сидячою роботою в вимушеній позі з великою рухливістю кистей рук. Також потребується напруження зору, що призводить до болю в очах, головного болю. Наслідком сидячої роботи є біль в спині.

Дослідження показали, що працівники, які постійно працюють з ЕОМ, часто працюють за несприятливого клімату – висока температура в приміщенні, знижена вологість повітря, підвищений шум, нераціональне освітлення. А продуктивність

праці великою мірою залежить від освітленості робочого місця та його правильної організації, правильного підбору кольору стін. Наприклад природне освітлення збільшує продуктивність праці до 10%. Але при роботі з комп'ютером пряме сонячне проміння викликає збільшення контрастності оточуючих предметів, що відвертає увагу.

Розумова праця часто викликає уповільнення пульсу. Зрідка значне розумове напруження викликає прискорення частоти пульсу. При розумовій роботі підвищується кров'яний тиск, частішає дихання, збільшується кровопостачання мозку та зменшується кровопостачання кінцівок та черевної порожнини. У напруженій розумовій праці відхиляється тонус м'язів, судин мозку та серця. Слід звернути увагу, що розумова праця дуже тісно пов'язана з роботою органів чуття, в першу чергу зору та слуху. Відомо, що розумова праця добре проходить в умовах тиші і що шум негативно впливає на продуктивність розумової праці.

В період роботи на ЕОМ на організм людини впливає цілий ряд факторів фізичної природи, та більшість з них знаходяться в межах норми, відповідно до діючих зараз нормативних документів. Дані вимірів шкідливого випромінювання моніторів наведено в таблиці 4.1

Таблиця 4.1 – Аналіз потенційно-небезпечних виробничих факторів

Вид випромінювання	Діапазон	Фактичні (середні) дані замірів	Нормативні значення
Рентгенівське	Понад 1,2 Кев	12-13 мк р/год	75 мк р/год
Ультрафіолетове випромінювання	220-280 нм	0	0,01 Вт/м ²
	280-320 нм	0-0,03	0,01 Вт/м ²
Видимий діапазон	320-700 нм	75-80	10 Вт/м ²

Інфрачервоне випромінювання	700 нм – 1 мм	0,05 – 4,2	100 Вт/м ²
Електростатичне поле	0 Гц	16 кВ/м	20-60 кВ/м
Електрообладнання		U=220 В, I=2 А, f=50Гц	42 В, I≤0.1 А, f=50 Гц
Шум		65 дБА	55 дБА

Негативна дія монітору на зір проявляється у вигляді різі в очах, печії, болю в очах, ломоти в надбрівній області, розпливчастості меж зображення об'єкту, викликаним тимчасовим порушенням світлочутливого апарату ока.

Ці явища часто супроводжуються головним болем, важкістю в голові, загальною втомою, сонливістю, млявістю. Для того, щоб цьому запобігти необхідно дотримуватися правил при виборі приміщення, розташування робочих місць, виконувати гігієнічні та світлотехнічні рекомендації.

Шум та вібрація

З гігієнічної точки зору шум та вібрація – це сукупність несприятливих звуків чи механічних коливань, що передаються на тіло людини і викликають неприємні суб'єктивні відчуття, знижують працездатність та можуть привести до порушення стану здоров'я. Звукові хвилі та вібрація мають певну частоту, що вимірюється в герцах: 1Гц – одне коливання за секунду. Вухо може сприймати коливання в діапазоні 16 – 20000 Гц.

Численними дослідженнями встановлено, що шум є загально біологічним подразником і в певних умовах може впливати на всі органи і системи організму людини. Інтенсивний шум при щоденному впливі призводить до виникнення професійних захворювань. При дуже високому звуковому тиску може бути пошкоджена барабанна перетинка вуха.

Крім безпосереднього впливу на орган слуху шум впливає на різні відділи головного мозку, змінюючи процеси нервової діяльності. Цей вплив може виникнути навіть швидше ніж зміни в органі слуху. Згідно документів Всесвітньої організації здоров'я (ВООЗ) відмічено, що найбільш чутливими до шуму є такі операції, як відслідковування, збір інформації та мислення.

Рівні звуку в приміщеннях, де працюють програмісти та оператори, не повинні перевищувати 50 дБА згідно вимог „Санітарних норм припустимих рівнів шуму на робочих місцях” № 3223–85, а також ГР № 2411–81 „Гігієнічні рекомендації по встановленню рівнів шуму на робочих місцях з врахуванням напруженості та тяжкості праці”.

Вимоги електробезпеки

Під час проектування систем електропостачання, монтажу силового електрообладнання та електричного освітлення будівель та приміщень для ЕОМ необхідно дотримуватися вимог ПВЕ, ПТЕ, ПБЕ, СН 357–77 , Правил пожежної безпеки в Україні, а також розділів СНиП, що стосуються штучного освітлення і електротехнічних пристроїв, та вимог нормативно-технічної і експлуатаційної документації заводу-виробника ЕОМ.

Лінія електромережі для живлення ЕОМ, периферійних пристроїв ЕОМ та устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження ЕОМ виконується як окрема групова три провідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення.

У приміщенні, де одночасно експлуатується більше п'яти персональних ЕОМ, на помітному та доступному місці встановлюється аварійний резервний вимикач, який може повністю вимкнути електричне живлення приміщень, крім освітлення.

Неприпустимим є підключення ЕОМ, периферійних пристроїв ЕОМ та устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження ЕОМ до звичайної двопровідної мережі, в тому числі з використання переходних пристроїв.

Є недопустимим:

- експлуатація кабелів та проводів з пошкодженою або такою, що втратила захисні властивості за час експлуатації, ізоляцією;
- залишення під напругою кабелів та проводів з неізольованими провідниками;
- застосування саморобних подовжувачів, що не відповідають вимогам ПВЕ до переносних електропроводок;
- застосування для опалення приміщення нестандартного (саморобного) електронагрівального обладнання або ламп розжарення;
- користування пошкодженими розетками, розгалужувальними чи з'єднувальними коробками, вимикачами чи іншими електровиробами, а також лампами, скло яких має сліди затемнення або випинання;
- підвішування світильників безпосередньо на струмопровідних проводах, обгортання світильників чи ламп папером, тканиною та іншими горючими матеріалами;
- використання електроапаратури та приладів в умовах, що не відповідають вказівкам підприємства-виготовлювача.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Інформація і документація. Звіти у сфері науки і техніки : Структура і правила оформлення : ДСТУ 3008-2015. – [Чинний від 2017–07–01]. – К. : Держстандарт України, 2016. – 26 с. – (Національний стандарт України).
2. Білуха, М. Т. Основи наукових досліджень: Підручник [Текст] : - К.: Вища школа, 1997.- 214 с.
3. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці [Текст]: підруч. / В.Ц. Жидецький. - 3 вид., перероб. і доп. - Львів: Укр. акад. друкарства, 2006. – 336 с.
4. Стрембіцький М.О. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів : навч. посіб. / М. О. Стрембіцький, М. І. Паламар, А. М. Паламар. – Тернопіль: вид-во Джура, 2018. – 150 с
5. Батюк В. В. Адаптивна системи керування для мехатронних систем / В. В. Батюк, М. О. Стрембіцький // Збірник тез доповідей ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 25-26 листопада 2020 року. — Т. : ТНТУ, 2020. — Том 1. — С. 39. — (Сучасні технології в будівництві, машино- та приладобудуванні)
6. Паламар М.І. Метод навігації та керування рухом автономного мобільного робота [Електронний ресурс] / Паламар Михайло Іванович, Стрембіцький Володимир Олексійович, Стрембіцький Михайло Олексійович : Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя , 2016 — Режим доступу: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/17945>
7. Стрембіцький М. Моніторинг напруги живлення освітлювальних мереж / Стрембіцький М. // Матеріали ІІІ Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 22-23 квітня 2010 року — Т. : ТНТУ, 2010 — Том 1. — С. 285. — (Електротехніка, електроніка та світлотехніка).