

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Радіотехнічний факультет

Кафедра Прикладної Радіоелектроніки

До захисту допущено:

Зав. Кафедрою

_____ Андрій МОВЧАНЮК

«___» _____ 20__ р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

**за освітньою програмою «Інтелектуальні технології радіоелектронної
техніки» за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка»**

на тему: Інтелектуальна система видачі ліків

Виконала:

студентка IV курсу, групи РЕ-21

Сила Наталія Ігорівна

Прізвище, ім'я, по батькові

Керівник: асистент, Броварник Сергій Анатолійович

Посада, науковий ступінь, вчене звання

Прізвище, ім'я, по батькові

Рецензент: доц., к.т.н. каф. РІ, Гусєва Олена Володимирівна

Посада, науковий ступінь, вчене звання,

Прізвище, ім'я, по батькові

Засвідчую, що у цьому дипломному
проєкті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.
Студентка

Київ – 2026 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

[illegible]

				РЕ21.421437.001		
	ПБ	Підп.	Дата	Інтелектуальна система видачі ліків	Лист	Листів
Розробн.	Сила Н. І.				1	1
Керівн.	Броварник С. А.				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ПРЕ, Гр. РЕ-21	
Н/контр.						
Зав.каф.	Мовчанюк А. В.					

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Радіотехнічний факультет
Кафедра прикладної радіоелектроніки

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Освітня програма – «Інтелектуальні технології радіоелектронної техніки»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою

_____ Андрій МОВЧАНЮК

«___» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студентці
Силі Наталії Ігорівні

1. Тема проєкту «Інтелектуальна система видачі ліків»
2. Керівник проєкту Броварник Сергій Анатолійович, асистент, затверджені наказом по університету від «29» травня 2026 р. №1989-с
- Строк подання студентом проєкту 08 червня 2026 року
3. Вихідні дані до проєкту: Напруга 3,3 В та 5 В, струм до 3 А, можливість підключення через Wi-Fi для отримання інформації.
4. Зміст пояснювальної записки: 1) Огляд існуючих рішень; 2) Розробка схеми електричної принципової; 3) Проектування друкованого вузла; 4) Конструювання корпусу пристрою.

5. Перелік графічного матеріалу: схема електрична принципова, зображення трасування друкованої плати, зображення готового пристрою, креслення друкованої плати, складальний кресленик пристрою, презентація 15 сторінок.

6. Дата видачі завдання 14 квітня 2026 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Огляд існуючих рішень	14.04.26 – 06.05.26	
2	Розробка та аналіз завдання на проєкт	07.05.26 – 10.05.26	
3	Розробка функціональної схеми та вибір компонентів	11.05.26 – 18.05.26	
4	Розробка схеми електричної принципової	19.05.26 – 23.05.26	
5	Розробка друкованої плати	24.05.26 – 29.05.26	
6	Розробка конструкторської документації	30.05.26 – 05.06.26	
7	Оформлення текстової та графічної документації	06.06.26 – 09.06.26	

Студент

Наталія СИЛА

Керівник

Сергій БРОВАРНИК

АНОТАЦІЯ

Дипломний проєкт на тему «Інтелектуальна система видачі ліків» виконано на 53 сторінках, що включають 33 ілюстрації, 1 таблицю, 7 додатків, 15 бібліографічних посилань.

Пояснювальна записка містить 3 Розділи: Розділ 1 «Аналіз предметної області та існуючих рішень», Розділ 2 «Розробка електронної частини пристрою», Розділ 3 «Розробка корпусу пристрою» і графічний матеріал – А3 Електрична принципова схема, А3 Креслення друкованої плати, А3 Складальний кресленик пристрою.

Метою даного проєкту є розробка інтелектуальної системи видачі ліків.

Для вирішення поставленої мети було проаналізовано існуючі рішення, переваги та недоліки кожного з них, зручність використання та інші фактори.

Ключові слова: ліки, інтелектуальна система, ESP32, датчики, інформування користувача, автоматизація, 3D-друк.

ANNOTATION

The diploma project on the topic “Intelligent Medication Dispensing System” consists of 53 pages, including 33 illustrations, 1 table, 7 appendices, and 15 bibliographic references.

The explanatory note contains 3 sections: Section 1 “Analysis of the Subject Area and Existing Solutions”, Section 2 “Development of the Electronic Part of the Device”, Section 3 “Development of the Device Housing”, as well as graphic materials: A3 electrical schematic diagram, A3 printed circuit board drawing, and A3 assembly drawing of the device.

The purpose of this project is to develop an intelligent medication dispensing system.

To achieve this goal, existing solutions were analyzed, including the advantages and disadvantages of each solution, ease of use, and other relevant factors.

Keywords: medication, intelligent system, ESP32, sensors, user notification, automation, 3D printing.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломного проекту

на тему: «Інтелектуальна система видачі ліків»

Київ — 2026 року

ЗМІСТ

Перелік скорочень.....	4
ВСТУП	5
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ.....	6
1.1 Функціонал і застосування інтелектуальної системи видачі ліків ..	6
1.2 Огляд існуючих рішень	7
1.2.1 Механічна таблетниця.....	7
1.2.2 Електронна таблетниця з нагадуванням.....	8
1.2.3 Барабанна таблетниця TabTime.....	9
1.2.4 Автоматизований дозатор Неро	10
1.3 Аналіз цільової аудиторії	11
1.4 Висновки до розділу	13
2 РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОЇ ЧАСТИНИ ПРИСТРОЮ	15
2.1 Формування структурної схеми дозатора ліків	15
2.2 Вибір електронних компонентів та виконавчих механізмів	19
2.2.1 Модуль керування.....	19
2.2.2 Виконавчі механізми	20
2.2.3 Датчики	23
2.2.4 Засоби індикації та оповіщення.....	25
2.2.5 Джерело живлення.....	26
2.2.6 Модуль RTC	27
2.3 Схема електрична принципова	28
2.4 Розробка друкованої плати	29

					PE21.421437.001 ПЗ			
ЗМ.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Сила Н.І.				Інтелектуальна система видачі ліків		Лім.	Лист
Перевірів	Броварник С.А.							1
								52
Н. Контр.							PE-21 РТФ	
Затвердив	Мовчанюк А.В.							

2.4.1 Розрахунок мінімальної ширини провідників	29
2.4.2 Визначення мінімальної площі плати.....	31
2.4.3 Трасування плати	32
2.5 Висновки до розділу	33
3 РОЗРОБКА КОРПУСУ ПРИСТРОЮ	34
3.1 Розробка барабанного механізму видачі таблеток	34
3.2 Опис корпусу	36
3.3 Висновки до розділу	39
ВИСНОВКИ.....	40
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	41
Додаток А. Технічне завдання	43
Додаток Б. Схема електрична принципова	47
Додаток В. Трасування друкованої плати	48
Додаток Г. Рендер корпусу	49
Додаток Д. Перелік елементів	50
Додаток Е. Креслення друкованої плати	51
Додаток Ж. Складальний кресленик.....	52

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ЦА — Цільова аудиторія

МК — Мікроконтролер

ІЧ — Інфрачервоний

БЖ — Блок живлення

ДП — Друкована плата

					РЕ21.421437.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		4

ВСТУП

Регулярний прийом лікарських засобів є важливою умовою ефективного лікування. На практиці користувачі часто стикаються з проблемами пропуску прийому, плутанини в дозуванні або несвоєчасного прийняття препаратів. Звичайні таблетниці частково спрощують зберігання ліків, проте не забезпечують автоматичного нагадування, контрольованої видачі та перевірки факту отримання таблетки.

Актуальність розробки інтелектуальної системи видачі ліків полягає у необхідності створення пристрою, який поєднує функції зберігання, нагадування, автоматизованої видачі та контролю процесу прийому. Автоматизація процесу дозволяє зменшити залежність від людського фактора та зробити прийом медикаментів більш організованим.

Метою дипломного проєкту є розробка інтелектуальної системи видачі ліків.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі **завдання**:

- a) проаналізувати існуючі рішення для зберігання та автоматизації прийому ліків;
- b) визначити основні вимоги до пристрою та його цільову аудиторію;
- c) сформулювати структурну схему системи;
- d) обрати електронні компоненти та виконавчі механізми;
- e) розробити схему електричну принципову;
- f) виконати проєктування друкованої плати;
- g) розробити конструкцію барабанного механізму та корпусу пристрою.

Об'єктом розробки є процес автоматизованої видачі таблетованих лікарських засобів за заданим графіком. Предметом розробки є електронна та механічна частини інтелектуальної системи видачі ліків.

					РЕ21.421437.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		5

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ

1.1 Функціонал і застосування інтелектуальної системи видачі ліків

Інтелектуальна система видачі ліків призначена для автоматизації процесу прийому таблетованих лікарських засобів за встановленим графіком. Основна задача такого пристрою полягає у тому, щоб своєчасно нагадати користувачу про необхідність прийому ліків, забезпечити доступ до потрібної дози та зменшити ймовірність пропуску або помилки під час прийому.

Актуальність такого пристрою пов'язана з тим, що значна кількість людей приймає ліки регулярно: щоденно, декілька разів на добу або курсами протягом тривалого часу. При цьому користувач може забути про прийом, переплутати час або прийняти не ту дозу. Особливо це стосується людей похилого віку, пацієнтів із хронічними захворюваннями, людей після операцій, а також тих, хто одночасно приймає декілька препаратів.

На відміну від звичайної таблетниці, інтелектуальна система не лише зберігає ліки, а й бере участь у контролі процесу їх видачі. До основного функціоналу такого пристрою належать формування графіка прийому, нагадування користувачу у визначений час, видача потрібної дози, індикація стану роботи та підтвердження факту прийому. Додатковою перевагою є можливість інформування відповідальної особи у разі пропуску прийому або виникнення помилки.

Отже, інтелектуальна система видачі ліків є актуальним технічним рішенням, спрямованим на підвищення регулярності, зручності та контрольованості прийому медикаментів. Її використання дозволяє поєднати функції зберігання, нагадування, видачі та контролю в одному пристрої.

					РЕ21.421437.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		6

1.2 Огляд існуючих рішень

Для визначення доцільності розроблення інтелектуальної системи видачі ліків необхідно розглянути наявні рішення, які використовуються для зберігання, нагадування та автоматизації прийому медикаментів. На ринку представлені як прості механічні таблетниці, так і електронні пристрої з функцією нагадування або автоматизованої видачі. Кожен із цих варіантів має свої переваги та обмеження, тому їх аналіз дозволяє визначити основні вимоги до майбутнього пристрою.

1.2.1 Механічна таблетниця

Одним із найпоширеніших і найпростіших засобів для організації прийому ліків є механічна таблетниця, приклад якої зображено на Рисунку 1.1. Вона являє собою пластиковий контейнер, поділений на окремі комірки. Залежно від конструкції, комірки можуть відповідати дням тижня, частинам доби або окремим прийомам ліків. Користувач або відповідальна особа заздалегідь розкладає таблетки у відповідні відсіки, після чого прийом здійснюється вручну.



Рисунок 1.1 — Звичайна механічна таблетниця [1]

Основні переваги:

- а) *Конструкція*: простий та зрозумілий принцип використання.
- б) *Вартість*: низька, порівняно з електронними пристроями.
- в) *Живлення*: відсутність потреби в заряджанні.

					РЕ21.421437.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		7

- d) *Обслуговування*: мінімальні вимоги .
- e) *Компактність*: можна переносити з собою.

Основні недоліки:

- a) *Нагадування та інформування*: відсутнє, немає можливості повідомити доглядача про пропущений прийом.
- b) *Контроль прийому*: не фіксується факт відкриття комірки або прийому ліків, ефективність залежить від пам'яті та уважності людини.
- c) *Доступ до ліків*: користувач може відкрити будь-яку комірку, що підвищує ризик помилки.

1.2.2 Електронна таблетниця з нагадуванням

Більш функціональним рішенням порівняно зі звичайною механічною таблетницею є електронна таблетниця з функцією нагадування (Рисунок 1.2). Такі пристрої, крім комірок для зберігання ліків, мають таймер, звукову або світлову індикацію, а в окремих моделях — невеликий дисплей для відображення часу чи налаштувань. Основне призначення електронної таблетниці полягає в тому, щоб нагадати користувачу про необхідність прийому ліків у встановлений час.



Рисунок 1.2 — Електронна таблетниця з нагадуванням [2]

Основні переваги:

- a) *Нагадування*: пристрій повідомляє про час прийому ліків.

- б) *Індикація*: передбачений звуковий, світловий сигнал або дисплей.
- с) *Автономність*: більшість моделей працюють від батарейок або акумулятора.
- д) *Доступність*: нижча вартість порівняно з автоматизованими дозаторами.

Основні недоліки:

- а) *Контроль прийому*: факт отримання таблетки зазвичай не фіксується, прості моделі не повідомляють відповідальну особу про пропуск прийому.
- б) *Доступ до комірок*: користувач може відкрити неправильний відсік.

1.2.3 Барабанна таблетниця TabTime

Окремим типом пристроїв для організації прийому ліків є барабанні таблетниці. Їх конструкція зазвичай містить круглий корпус із поворотним диском або барабаном, поділеним на окремі комірки для таблеток. Прикладом такого рішення є барабанна таблетниця TabTime Automatic Pill Dispenser (Рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 — Барабанна таблетниця TabTime [3]

Основні переваги:

- а) *Конструкція*: барабанний принцип дозволяє розмістити багато комірок у компактному корпусі.
- б) *Обмежений доступ*: користувач отримує доступ лише до актуальної комірки.
- с) *Нагадування та індикація*: передбачені звукові та світлові сигнали.

Основні недоліки:

- а) *Видача ліків*: таблетка не подається автоматично, користувач має самотійно дістати її з комірки. Користувачу потрібно нахилити або відкривати пристрій для отримання таблетки.
- б) *Контроль прийому*: такий пристрій не завжди може підтвердити, що таблетка була фактично прийнята.

1.2.4 Автоматизований дозатор Hero

Прикладом більш складного комерційного рішення є автоматизований дозатор Неро (Рисунок 1.4). На відміну від простих таблетниць, цей пристрій позиціонується не лише як контейнер для зберігання ліків, а як комплексна система для керування їх прийомом. Вона поєднує апаратний дозатор, мобільний застосунок, систему нагадувань та сервісну підтримку користувача.



Рисунок 1.4 — Автоматичний дозатор пігулок Hero [4]

					РЕ21.421437.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		10

Основні переваги:

- а) *Автоматизація*: пристрій самостійно видає потрібну дозу у заданий час.
- б) *Індикація та контроль*: можливе надсилання повідомлень користувачу або відповідальній особі; передбачена фіксація подій, пов'язаних із прийомом ліків.

Основні недоліки:

- а) *Вартість*: такі пристрої значно дорожчі за прості таблетниці, частина функцій може залежати від платного сервісу.
- б) *Габарити*: комплексні автоматизовані системи зазвичай більші за звичайні таблетниці.

1.3 Аналіз цільової аудиторії

Цільова аудиторія (ЦА) інтелектуальної системи видачі ліків охоплює користувачів, для яких важливими є своєчасність, зручність і контрольованість прийому медикаментів. До основних груп можна віднести людей похилого віку, пацієнтів у період реабілітації в медичних закладах, а також дітей, яким необхідно приймати ліки за встановленим графіком під наглядом дорослих.

Першою важливою групою є люди похилого віку. Для цієї категорії користувачів характерною є потреба у регулярному прийомі декількох препаратів протягом дня. При цьому можуть виникати труднощі із запам'ятовуванням часу прийому та контролем уже прийнятих доз. У таких умовах звичайна таблетниця не завжди є достатньою, оскільки вона лише зберігає ліки, але не контролює правильність їх прийому.

Потреби людей похилого віку пов'язані насамперед із простотою використання пристрою. Користувач не повинен виконувати складні налаштування або самостійно шукати потрібну комірку. Для цієї групи важливими є зрозуміле нагадування, автоматизована видача потрібної

					РЕ21.421437.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		11

таблетки та мінімальна кількість ручних дій. Додатково важливо, щоб родич або доглядальник міг отримати інформацію про пропущений прийом або стан пристрою. Саме тому в системі передбачено інформування через Telegram-бот.

Другою групою є пацієнти, які проходять реабілітацію в медичних закладах. У таких умовах прийом препаратів часто виконується за чітким розкладом, а медичний персонал має контролювати дотримання призначень. Використання автоматизованого дозатора може спростити організацію прийому ліків, зменшити навантаження на персонал і знизити ймовірність помилок, пов'язаних із людським фактором. Такий пристрій може бути корисним у реабілітаційних центрах, медичних кабінетах та інших установах.

Особливістю використання пристрою в медичних закладах є те, що його може обслуговувати не сам пацієнт, а відповідальна особа. У цьому випадку важливими є зручне завантаження таблеток у комірки, можливість швидко перевірити поточний стан пристрою та зрозумілий процес видачі ліків. Автоматизована система дозволяє стандартизувати процес прийому медикаментів і зменшити ризик пропуску дози.

Окремою групою користувачів є діти. У цьому випадку пристрій може виконувати не лише функцію нагадування, а й елемент організованої взаємодії з процесом лікування. Для дітей прийом ліків часто є неприємною або складною процедурою, тому зрозумілий сигнал, візуальна індикація та автоматизована видача можуть зробити цей процес більш інтерактивним і менш стресовим.

Особливості використання пристрою для дітей пов'язані з необхідністю зробити процес прийому ліків зрозумілим і передбачуваним. Дитина отримує сигнал про час прийому, бачить повідомлення або індикацію стану пристрою, а потрібна таблетка видається в окрему зону. Це зменшує ймовірність того, що дитина переплутає препарат або отримає доступ до інших таблеток.

					РЕ21.421437.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		12

Отже, цільова аудиторія інтелектуальної системи видачі ліків є достатньо широкою.

Основні потреби ЦА:

- a) *Своєчасність*: пристрій має нагадувати про прийом ліків у визначений час.
- b) *Простота використання*: взаємодія з пристроєм повинна бути зрозумілою для користувача.
- c) *Контроль*: необхідно зменшити ризик пропуску, повторного прийому або вибору неправильної дози.
- d) *Доступність*: конструкція має бути придатною для побутового або медичного використання без додаткових витрат.
- e) *Обслуговування*: завантаження таблеток і догляд за пристроєм мають бути зручними для відповідальної особи.

1.4 Висновки до розділу

Інтелектуальна система видачі ліків є актуальним рішенням для користувачів, яким потрібно дотримуватися регулярного графіка прийому медикаментів.

Для розроблюваного пристрою механічна таблетниця може розглядатися лише як базовий приклад організації комірок для зберігання ліків. Її простота та компактність є корисними характеристиками, однак відсутність автоматичного нагадування, контрольованого доступу та підтвердження факту прийому не дозволяє використати таке рішення як основу інтелектуальної системи. Тому в межах даного проєкту доцільно зберегти ідею розділення ліків на окремі відсіки, але доповнити її електронним керуванням, індикацією та автоматизованою видачою таблетки.

Електронна таблетниця з нагадуванням вирішує частину проблеми, оскільки повідомляє користувача про час прийому. Проте її функціональність переважно обмежується сигналом або індикацією, а сам процес отримання

					РЕ21.421437.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		13

таблетки залишається ручним. У межах даного проєкту корисною є саме ідея звукового та візуального нагадування, однак її необхідно поєднати з механізмом видачі, який забезпечує доступ лише до потрібної дози та зменшує ризик вибору неправильної комірки.

Барабанна таблетниця TabTime є найближчою за конструктивним принципом до розроблюваного пристрою. Її перевагою є компактне розміщення великої кількості комірок по колу та можливість обмеження доступу до неактуальних доз. Саме барабанний принцип доцільно використати в даному проєкті, оскільки він дозволяє послідовно підводити потрібну комірку до зони видачі. Водночас недоліком такого рішення є те, що користувач зазвичай має самостійно діставати таблетку.

Автоматизований дозатор Неро демонструє найбільш повний підхід до організації прийому ліків, оскільки поєднує автоматичну видачу, нагадування, програмне керування та інформування користувача. Однак для побутового або навчального макета така система є надмірно складною, дорогою та залежною від сервісної інфраструктури. У межах даного проєкту доцільно використати основні ідеї такого класу пристроїв: автоматизовану видачу, інформування користувача та контроль подій, але реалізувати їх у спрощеному варіанті на базі доступних електронних компонентів і власної конструкції корпусу.

					РЕ21.421437.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		14

2 РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОЇ ЧАСТИНИ ПРИСТРОЮ

У другому розділі представлено розробку електронної частини інтелектуальної системи видачі ліків. На основі вимог, сформованих у попередньому розділі, визначається структура пристрою, обираються основні електронні компоненти та виконавчі механізми, а також розробляється схема електрична принципова і друкована плата.

2.1 Формування структурної схеми дозатора ліків

Структурна схема дозатора ліків відображає основні функціональні вузли пристрою та взаємозв'язки між ними. Схема наведена на Рисунку 2.1.

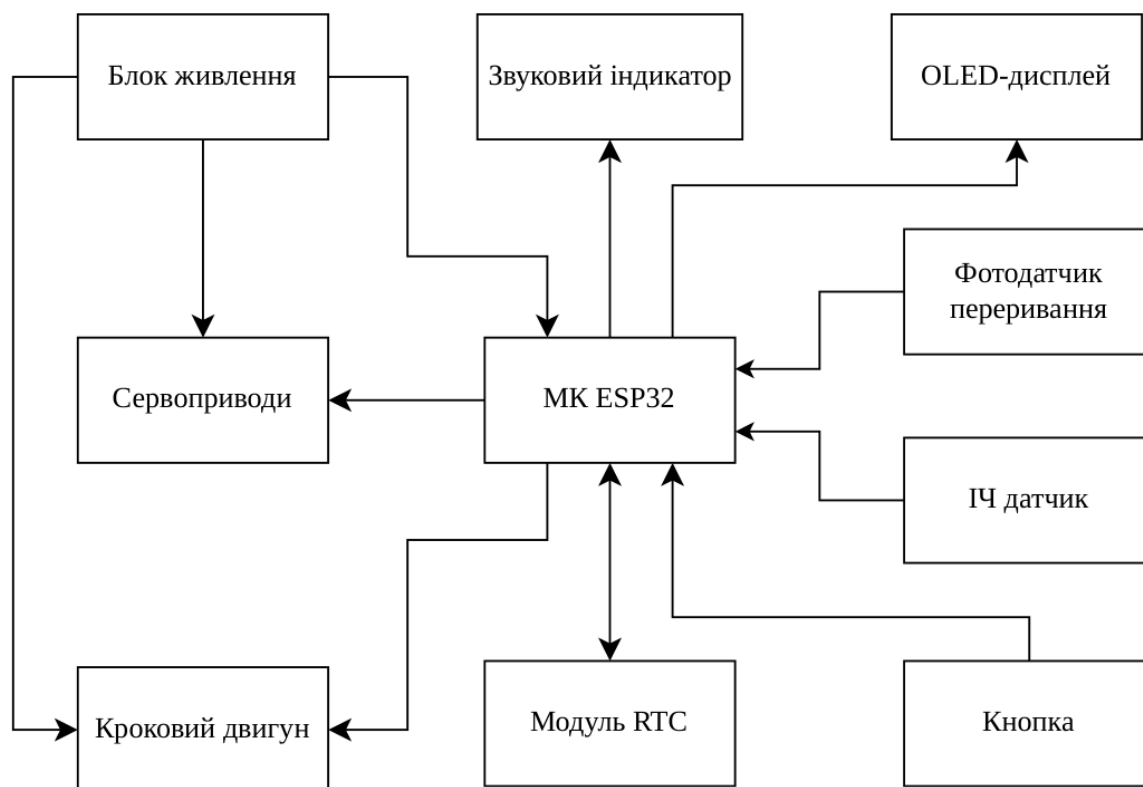


Рисунок 2.1 — Структурна схема пристрою

Центральним елементом структурної схеми є **мікроконтролер (МК) ESP32**. Він забезпечує обробку сигналів від вхідних елементів, керування виконавчими механізмами та передавання інформації на засоби індикації.

Блок живлення забезпечує подачу напруги на електронну частину пристрою та виконавчі механізми. Живлення надходить до мікроконтролера ESP32, сервоприводів і крокового двигуна.

Кроковий двигун використовується для позиціонування барабанного механізму з комірками для таблеток. За сигналами від мікроконтролера він повертає барабан у потрібне положення, що дозволяє сумістити задану комірку із зоною видачі.

Сервоприводи виконують механічну функцію руху «дверцят» завантаження таблеток у барабан та «люку» видачі.

Інфрачервоний (ІЧ) датчик призначений для контролю появи таблетки в зоні видачі. Після спрацювання механізму система отримує сигнал від датчика і може визначити, чи потрапила таблетка до потрібної області.

Модуль RTC забезпечує відлік реального часу. Його використання необхідне для роботи пристрою за розкладом, оскільки система має порівнювати поточний час із заданим графіком прийому ліків.

OLED-дисплей використовується для відображення основної інформації про стан пристрою. На ньому можуть виводитися службові повідомлення, поточний режим роботи, час або інформація про необхідність прийому ліків.

Кнопка є елементом взаємодії користувача з пристроєм. Вона може використовуватися для підтвердження прийому таблетки, запуску окремих режимів або скидання повідомлення після виконання дії.

Фотодатчик переривання використовується для визначення нульової позиції барабанного механізму. На рухомій частині барабана передбачається спеціальний «прапорець», який при проходженні через щілину фотодатчика закриває фоточутливий елемент. У цей момент мікроконтролер отримує сигнал про досягнення початкового положення. Це важливо, оскільки після вимкнення живлення мікроконтролер може не знати фактичного положення барабана.

					РЕ21.421437.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		16

Оскільки мікроконтролер ESP32 має вбудований Wi-Fi, у пристрої передбачена можливість бездротового інформування користувача через Telegram-бот. Через бот можуть надсилатися повідомлення про необхідність прийому ліків, пропущений прийом або помилку видачі таблетки.

Для взаємодії з користувачем у Telegram-боті передбачено набір кнопок швидкого доступу (Рисунок 2.2)

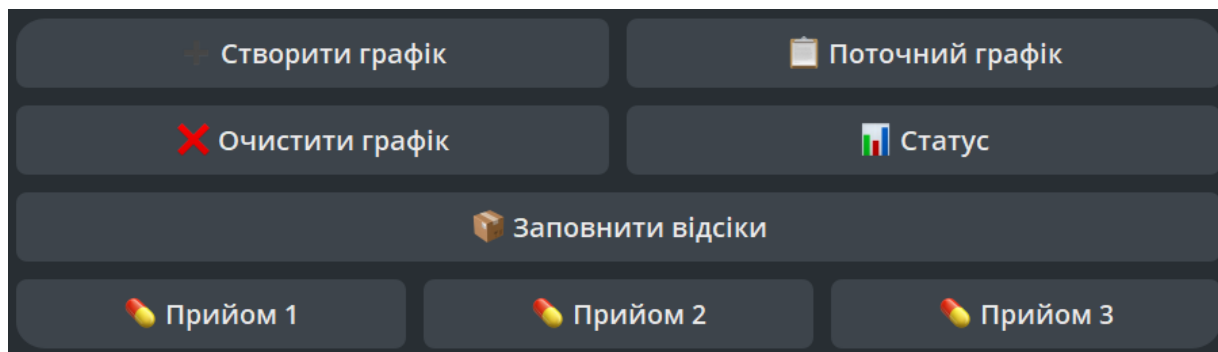


Рисунок 2.2 — Меню Telegram-бота

Кнопка «Створити графік» використовується для формування нового розкладу прийому ліків. Кнопка «Поточний графік» дозволяє переглянути вже збережений розклад. «Очистити графік» призначена для видалення поточного графіка у разі його зміни або повторного налаштування.

Кнопка «Статус» використовується для отримання інформації про поточний стан пристрою. «Заповнити відсіки» застосовується перед початком роботи дозатора та дає змогу перейти до етапу завантаження таблеток у комірки барабана. Кнопки «Прийом 1», «Прийом 2» і «Прийом 3» додано тимчасово для тестування алгоритму та механіки видачі.

Алгоритм роботи пристрою наведено на Рисунку 2.3. Він описує послідовність дій системи від моменту запуску до підтвердження прийому таблетки користувачем.

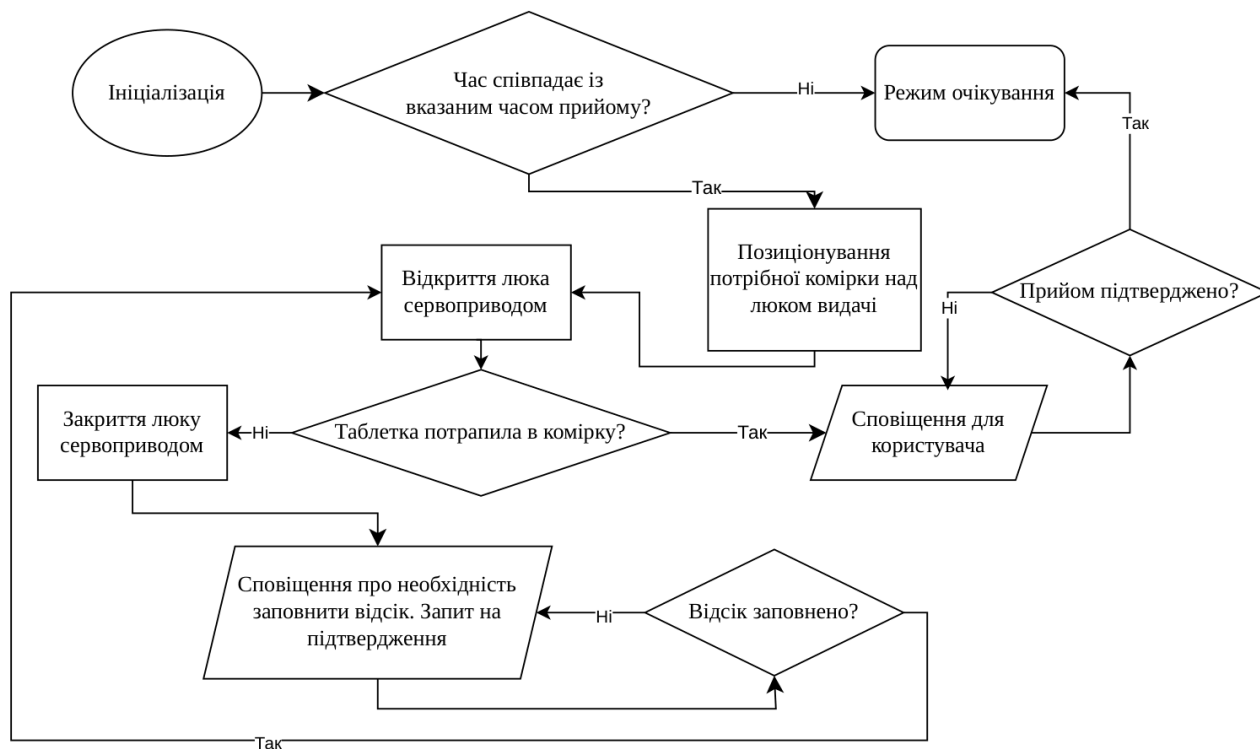


Рисунок 2.3 — Алгоритм роботи дозатора

Після ввімкнення пристрою виконується ініціалізація основних модулів: мікроконтролера, модуля реального часу, дисплея, датчиків, виконавчих механізмів та з'єднання з Telegram-ботом. Далі система переходить до перевірки поточного часу. Якщо поточний час не збігається із заданим часом прийому, пристрій залишається в режимі очікування та продовжує періодично перевіряти розклад.

Якщо поточний час відповідає одному із запланованих прийомів, мікроконтролер запускає процес видачі таблетки. Спочатку виконується позиціонування барабана: кроковий двигун повертає барабан так, щоб потрібна комірка опинилася над люком видачі. Після цього сервопривід відкриває люк, через який таблетка повинна потрапити в зону видачі.

Після відкриття люка система перевіряє сигнал від ІЧ-датчика. Якщо таблетка потрапила в зону видачі, користувач отримує сповіщення про необхідність прийому ліків. Сповіщення може відображатися на OLED-дисплеї, супроводжуватися звуковим сигналом та надсилатися через Telegram-

бот. Після цього система очікує підтвердження прийому за допомогою кнопки або через інтерфейс бота.

Якщо прийом підтверджено, пристрій повертається в режим очікування до наступного запланованого часу. Якщо підтвердження не отримано, система продовжує нагадувати користувачу про необхідність прийому.

У разі, якщо таблетка не потрапила в зону видачі, люк закривається, а система переходить до стану заповнення комірок. Користувачу надсилається повідомлення про потребу заповнити комірки. Відкриваються «дверцята» для доступу до комірки в позиції 1. Користувач заповнює відсік, підтверджує заповнення кнопкою. Далі барабан обертається для доступу до наступної комірки для її завантаження. Після підтвердження заповнення пристрій може повторити спробу видачі.

2.2 Вибір електронних компонентів та виконавчих механізмів

Для реалізації інтелектуальної системи видачі ліків необхідно обрати електронні компоненти та виконавчі механізми, які забезпечують керування пристроєм, позиціонування барабанного механізму, відкривання рухомих елементів, контроль появи таблетки та інформування користувача. Вибір компонентів здійснюється з урахуванням їх функціонального призначення, сумісності з мікроконтролером, доступності, простоти підключення та можливості використання в макеті пристрою.

2.2.1 Модуль керування

Для керування пристроєм обрано модуль ESP32-DEVKITC-32E (Рисунку 2.4). Він виконує функцію центрального блока керування, який приймає сигнали від датчиків і кнопки, обробляє їх та формує керуючі сигнали для виконавчих механізмів і засобів індикації.



Рисунок 2.4 — МК ESP32-DEVKITC-32E [5]

ESP32 підходить для даного пристрою, оскільки має достатню кількість цифрових входів і виходів для підключення сервоприводів, драйвера крокового двигуна, датчиків, кнопки, дисплея та звукового індикатора. Також модуль підтримує інтерфейс I2C та цифрові GPIO, які необхідні для роботи з обраними компонентами.

Інтерфейс I2C використовується для підключення OLED-дисплея та модуля RTC. Це дозволяє зменшити кількість задіяних виводів мікроконтролера, оскільки для обміну даними використовується лише дві сигнальні лінії.

Додатковою перевагою ESP32 є наявність вбудованого Wi-Fi. Завдяки цьому пристрій може реалізовувати бездротове інформування через Telegram-бот без використання окремого модуля зв'язку. Це спрощує електронну схему та зменшує кількість компонентів на платі.

2.2.2 Виконавчі механізми

Виконавчі механізми відповідають за фізичне переміщення елементів дозатора. У пристрої вони забезпечують позиціонування барабана з комітками, відкривання завантажувальних дверцят і люка видачі таблетки. Для цього обрано кроковий двигун 28BYJ-48, драйвер ULN2003AN та мікросервоприводи MG90S.

					PE21.421437.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		20

Для обертання барабанного механізму з комірками використовується кроковий двигун 28BYJ-48 (Рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 — Кроковий двигун 28BYJ-48 [6]

Його основна функція полягає у покроковому переміщенні барабана так, щоб потрібна комірка опинилася над люком видачі. Такий принцип керування є зручним для дозатора, оскільки барабан має 21 комірку, а отже його необхідно повертати на фіксований кут між сусідніми положеннями.

Номінальна напруга двигуна 5 В відповідає напрузі живлення пристрою, тому його можна живити від спільного блока живлення. Наявність редуктора з передавальним числом 1/64 забезпечує малий кут повороту вихідного вала та підвищує точність позиціонування. Це важливо, оскільки навіть невелике зміщення барабана може призвести до неправильного суміщення комірки з отвором видачі. Також, на відміну від інших крокових двигунів, 28BYJ-48 має невелику масу.

Крутний момент двигуна є достатнім для обертання пластикового барабана з таблетками. У пристрої не передбачається переміщення важких деталей, тому двигун 28BYJ-48 є доцільним варіантом для макета: він компактний, доступний і сумісний із типовим драйвером керування.

					РЕ21.421437.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		21

Керування кроковим двигуном здійснюється через мікросхему ULN2003AN (Рисунок 2.6).

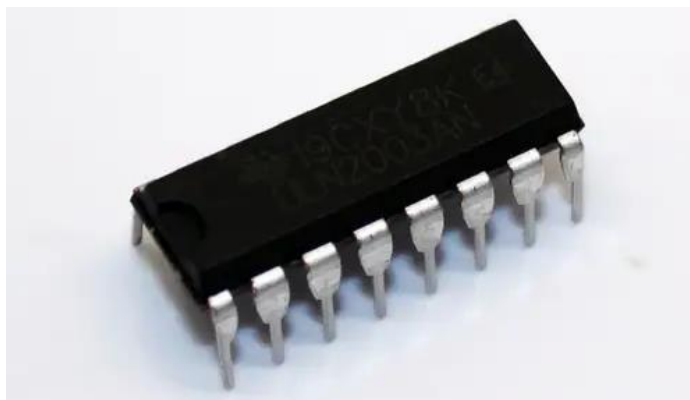


Рисунок 2.6 — Мікросхема ULN2003AN [7]

Вона виконує функцію драйвера навантаження, оскільки виходи мікроконтролера ESP32 не призначені для прямого живлення обмоток двигуна. Мікроконтролер формує послідовність керуючих імпульсів, а ULN2003AN комутує обмотки двигуна відповідно до цієї послідовності.

Використання драйвера дозволяє розділити логічну частину схеми та силове навантаження. Це підвищує надійність роботи пристрою, оскільки струм двигуна не проходить безпосередньо через виводи мікроконтролера. Також ULN2003AN має зручну схему підключення для двигунів типу 28BYJ-48, що спрощує реалізацію вузла позиціонування.

Для керування рухомими елементами конструкції «дверцят» та «люку» видачі обрано мікросервоприводи MG90S (Рисунок 2.7).



Рисунок 2.7 — Сервопривід MG90S [8]

					РЕ21.421437.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		22

У пристрої вони використовуються для відкривання та закривання завантажувальних дверцят і люка видачі таблетки. Сервопривід є зручним для таких задач, оскільки дозволяє задавати конкретне кутове положення вала.

Робоча напруга MG90S становить 4,8–6 В, що відповідає живленню пристрою від блока 5 В. Кут повороту 90° є достатнім для переміщення заслінок між закритим і відкритим положеннями. Крутний момент близько 1,8 кг·см при 4,8 В забезпечує запас для переміщення невеликих пластикових деталей корпусу. Компактні габарити та мала маса сервопривода дозволяють розмістити його всередині корпусу без значного збільшення розмірів пристрою.

2.2.3 Датчики

Для контролю роботи дозатора ліків у пристрої використовуються два датчики: ІЧ-датчик для визначення появи таблетки в зоні видачі та модуль з фотодатчиком переривання для визначення нульової позиції барабана.

ІЧ-датчик (Рисунок 2.8) застосовується для контролю факту потрапляння таблетки в зону видачі.



Рисунок 2.8 — Датчик переривання ІЧ-променя [9]

Він складається з інфрачервоного випромінювача та приймача, між якими формується оптичний промінь. Коли таблетка проходить через контрольовану область, вона перекриває промінь, унаслідок чого змінюється вихідний сигнал датчика.

Такий спосіб контролю є доцільним, оскільки датчик працює без механічного контакту з таблеткою. Це означає, що він не створює додаткового опору руху таблетки та не впливає на сам процес видачі. Датчик має невеликі габарити, тому його можна розмістити біля каналу видачі всередині корпусу.

Діапазон живлення 3,3–5 В забезпечує сумісність з електронною частиною пристрою. Час відгуку до 2 мс є достатнім для швидкої фіксації появи таблетки. Вихід типу «відкритий колектор» дозволяє підключити датчик до цифрового входу мікроконтролера.

Для визначення початкового положення барабана використовується модуль з фотодатчиком переривання RobotDyn (Рисунок 2.9).

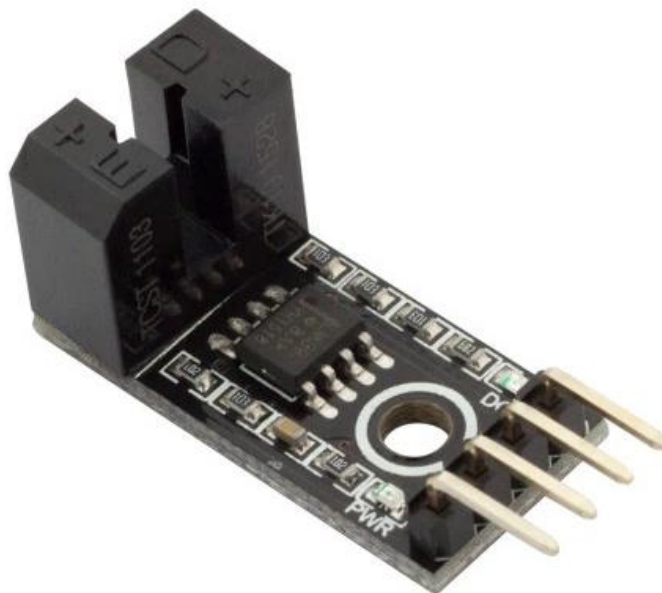


Рисунок 2.9 — Фотодатчик переривання RobotDyn [10]

Його основна функція — фіксація нульової позиції барабана. Це положення приймається як початкова точка відліку, від якої система розраховує подальший поворот до потрібної комірки.

Під час обертання барабана спеціальний «прапорець» проходить через щілину фотодатчика та перекриває оптичний промінь. У цей момент мікроконтролер отримує сигнал про досягнення нульового положення. Це особливо важливо після ввімкнення живлення, оскільки мікроконтролер не зберігає механічне положення барабана після вимкнення пристрою.

Використання фотодатчика переривання дозволяє виконувати початкове калібрування. Після знаходження нульової позиції система може точно рахувати кількість кроків двигуна до потрібної комірки. Перевагою такого датчика є безконтактний принцип роботи, чітке спрацювання при перекритті променя та відсутність механічного зношування.

2.2.4 Засоби індикації та оповіщення

Для інформування користувача про стан роботи дозатора ліків у пристрої використовуються засоби візуальної та звукової індикації. До них належать OLED-дисплей та акустичний пристрій Passive-Buzzer.

OLED-дисплей (Рисунок 2.10) на 0,96 дюйми застосовується для виведення основної інформації про роботу пристрою: поточний час та службові повідомлення.



Рисунок 2.10 — OLED-дисплей [11]

Наявність дисплея робить взаємодію з пристроєм більш зрозумілою, оскільки користувач може не лише почути сигнал, а й побачити текстове повідомлення.

Дисплей підключається до ESP32 через інтерфейс I2C. Це є перевагою, оскільки для роботи дисплея потрібні лише дві сигнальні лінії — SDA та SCL.

Акустичний пристрій Passive-Buzzer-Module-3.3V-5V (Рисунок 2.11) використовується для звукового оповіщення користувача.



Рисунок 2.11 — Модуль Passive-Buzzer [12]

Модуль підтримує живлення від 3,3 до 5 В, тому сумісний із електронною частиною пристрою. Резонансна частота модулю 2,5 кГц добре підходить для створення м'якого звукового сигналу.

2.2.5 Джерело живлення

Для живлення інтелектуальної системи видачі ліків обрано зовнішній блок живлення (БЖ) з вихідною напругою 5 В і максимальним струмом 3 А. Приклад такого БЖ наведено на Рисунку 2.12.



Рисунок 2.12 — Блок живлення [13]

					РЕ21.421437.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		26

Такий вибір обумовлений тим, що більшість вузлів пристрою працює від напруги 5 В або 3,3 В. Напруга 3,3 В для логічної частини формується безпосередньо на модулі ESP32. Максимальний струм 3 А забезпечує запас для одночасної роботи електронних компонентів і виконавчих механізмів. Найбільше навантаження створюють кроковий двигун і сервоприводи, оскільки під час руху вони споживають більший струм, ніж датчики або дисплей. Наявність запасу по струму зменшує ризик просідання напруги під час спрацювання механізмів.

Додатковою перевагою обраного блока живлення є наявність захисту від перевантаження та короткого замикання. Це підвищує безпечність експлуатації пристрою та зменшує ризик пошкодження електронних компонентів у разі аварійної ситуації.

2.2.6 Модуль RTC

Для забезпечення роботи дозатора ліків за розкладом використовується модуль годинника реального часу DS3231 RTC (Рисунок 2.13)



Рисунок 2.13 — Модуль DS3231 RTC [14]

Модуль DS3231 підтримує облік секунд, хвилин, годин, дати, дня тижня, місяця та року. Заявлена похибка становить близько $\pm 0,432$ с на добу, що є достатнім для задачі нагадування та видачі ліків. Підключення модуля до

2.3 Схеми електрична принципова

The diagram illustrates the electrical connections for the PE21.421437.001 E3 system. Key components and their connections are as follows:

- Microcontroller (MCU):** Labeled as "ESP32 DEVKIT-32E". It is connected to a 5V supply and ground. Its pins are connected to various peripheral components.
- Memory (Memory Bank):** Labeled as "DG 301". It is connected to the MCU's address and data buses.
- EEPROM:** Labeled as "24C02". It is connected to the MCU's I2C interface.
- Relay (Relay Bank):** Labeled as "RELAY". It is connected to the MCU's control lines.
- Power Supply:** A 5V supply is connected to the MCU and other components. A 470nF capacitor is connected to the 5V line.
- Other Components:** The diagram also shows connections for a 470nF capacitor, a 5V supply, and a 5V supply.

The diagram is a detailed schematic showing the interconnection of these components, with pins and signal lines clearly labeled.

Схема побудована на основі модуля ESP32 DEVKIT-32E, який виконує функцію центрального блока керування. Живлення пристрою подається через роз'єм X1 від зовнішнього блока живлення 5 В, після чого напруга розподіляється між електронними вузлами та виконавчими механізмами. Для згладжування можливих просідань напруги у колі живлення встановлено

електролітичний конденсатор C1 ємністю 470 мкФ. Кнопка SB1 підключена до одного з входів мікроконтролера та використовується для взаємодії користувача з пристроєм. На схемі також передбачено роз'єми для підключення OLED-дисплея, модуля RTC, ІЧ-датчика, фотодатчика переривання, звукового індикатора та сервоприводів.

Керування кроковим двигуном здійснюється через мікросхему ULN2003AN, яка виконує роль драйвера навантаження для обмоток двигуна. Сигнали керування надходять від ESP32 на входи мікросхеми, а її виходи підключаються до роз'єму двигуна. Зовнішні модулі підключаються до плати через роз'єми WR-WTB, що спрощує монтаж і обслуговування пристрою.

2.4 Розробка друкованої плати

В даному підрозділі наведено етапи проектування друкованої плати системи видачі ліків, а саме: розрахунок мінімальної ширини провідників та мінімальної площі плати, її трасування.

2.4.1 Розрахунок мінімальної ширини провідників

Визначимо основні класи провідників схеми та їх струми (Таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 — Класи провідників та їх струм

Назва Net	I, A
VCC	3
Sig_group	0,005

Розрахунок мінімальної ширини провідника здійснимо за допомогою онлайн-калькулятора [15]. Результати обчислень для ланцюгів VCC та Sig_group наведено на Рисунках 2.15 та 2.16 відповідно.

Current (I)	3	A	Ambient Temperature	25	°C
Thickness (t)	35	μm	Trace Length	140	in
Temperature Rise (T _{Rise})	10	°C			

↓ ↓ ↓

Minimum Trace Width

3.556251855 mm

*Internal Layers:

Required Trace Width (W)

3.556251855

mm

Minimum Trace Width

1.367032133 mm

*External Layers in Air:

Required Trace Width (W)

1.367032133

mm

Рисунок 2.15 — Розрахунок мінімальної ширини провідника для VCC

Current (I)	0.005	A	Ambient Temperature	25	°C
Thickness (t)	35	μm	Trace Length	140	in
Temperature Rise (T _{Rise})	10	°C			

↓ ↓ ↓

Minimum Trace Width

0.0005236724796 mm

*Internal Layers:

Required Trace Width (W)

0.0005236724796

mm

Minimum Trace Width

0.0002013010147 mm

*External Layers in Air:

Required Trace Width (W)

0.0002013010147

mm

Рисунок 2.16 — Розрахунок мінімальної ширини провідника для Sig_group

Отже, для ланцюга VCC мінімально допустима ширина провідника є 1,37 мм, а для ланцюга Sig_group — 0,0002 мм.

Враховуючи, що більшість виробників друкованих плат (ДП) можуть забезпечити мінімальну ширину доріжок 0,1 мм, беремо в роботу наступні параметри: **0,1 мм** для Sig_group та **1,4 мм** для VCC.

2.4.2 *Визначення мінімальної площі плати*

Перед компонуванням елементів необхідно оцінити мінімальну площу друкованої плати. Розрахунок дає змогу попередньо визначити раціональні габарити плати: забезпечити достатній простір для розміщення компонентів, кріпильних отворів і трасування провідників. Надмірне зменшення розмірів може ускладнити монтаж і розведення доріжок, тоді як зavelика плата збільшує вартість виготовлення та займає більше місця в корпусі.

Мінімальну допустиму площу друкованої плати визначено за виразом 2.1.

$$S_{\text{дп}} = \sum S_{\text{мг}} + 1,5 \cdot \sum S_{\text{ср}} + 2 \cdot \sum S_{\text{вг}} + S_{\text{кр}}; \quad (2.1)$$

де $S_{\text{дп}}$ — мінімальна допустима площа друкованої плати;

$S_{\text{мг}}$ — площа малогабаритних компонентів;

$S_{\text{ср}}$ — площа середньогабаритних компонентів;

$S_{\text{вг}}$ — площа високогабаритних компонентів;

$S_{\text{кр}}$ — площа, необхідна для кріплення плати.

Результати розрахунку наведені в таблиці на Рисунку 2.17

Найменування	Площа одного компоненту, мм ²	Коефіцієнт	К-сть	Сумарна площа, мм ²
Електролітичний конденсатор 10 мкФ 20% 16 В (ECR100M16B), Hitano	32	1	1	32
Мікросхема ULN2003AN, DIP-16, Texas Instruments	203	1,5	1	304,5
Кнопка TACTS-24R-F, Ninigi	183	1	1	183
Модуль ESP32-DEVKIT-32E	1636	2	1	3272
KLS-DC-005A-2.0, KLS	315	1	1	315
Клеммник під гвинт, 5.8 мм, 2 піни	115	1	1	115
Вертикальні 2 WR-WTB 2.54 мм, 5 пінів, Würth Elektronik	92	1	1	92
Клеммник під гвинт, 5.8 мм, 3 піни	189	1	1	189
Кутовий WR-WTB 2.54 мм, 4 піни, Würth Elektronik	157	1	2	314
Вертикальний WR-WTB 2.54 мм, 3 піни, Würth Elektronik	57	1	3	171
Кутовий WR-WTB 2.54 мм, 6 пінів, Würth Elektronik	230	1	1	230
Кріплення (гвинт М3)	81	1	4	324
			Сума	5541,5

Рисунок 2.17 — Розрахунок мінімальної площі ДП

Отже, мінімальна площа плати становить 5541,5 мм². Форму плати обрано у вигляді прямокутника з розмірами 70х80 мм, що відповідає площі плати 5600 мм².

Обрано матеріал плати: FR-4 35/0 1,6. Склотекстоліт FR-4 з товщиною мідного шару 35 мкм, товщиною плати 1,6 мм.

2.4.3 Трасування плати

Трасування плати було здійснено в програмному середовищі Altium Designer. Було створено РСВ бібліотеку з наявним на схемі елементами. Результат трасування ДП наведено на Рисунку 2.18.

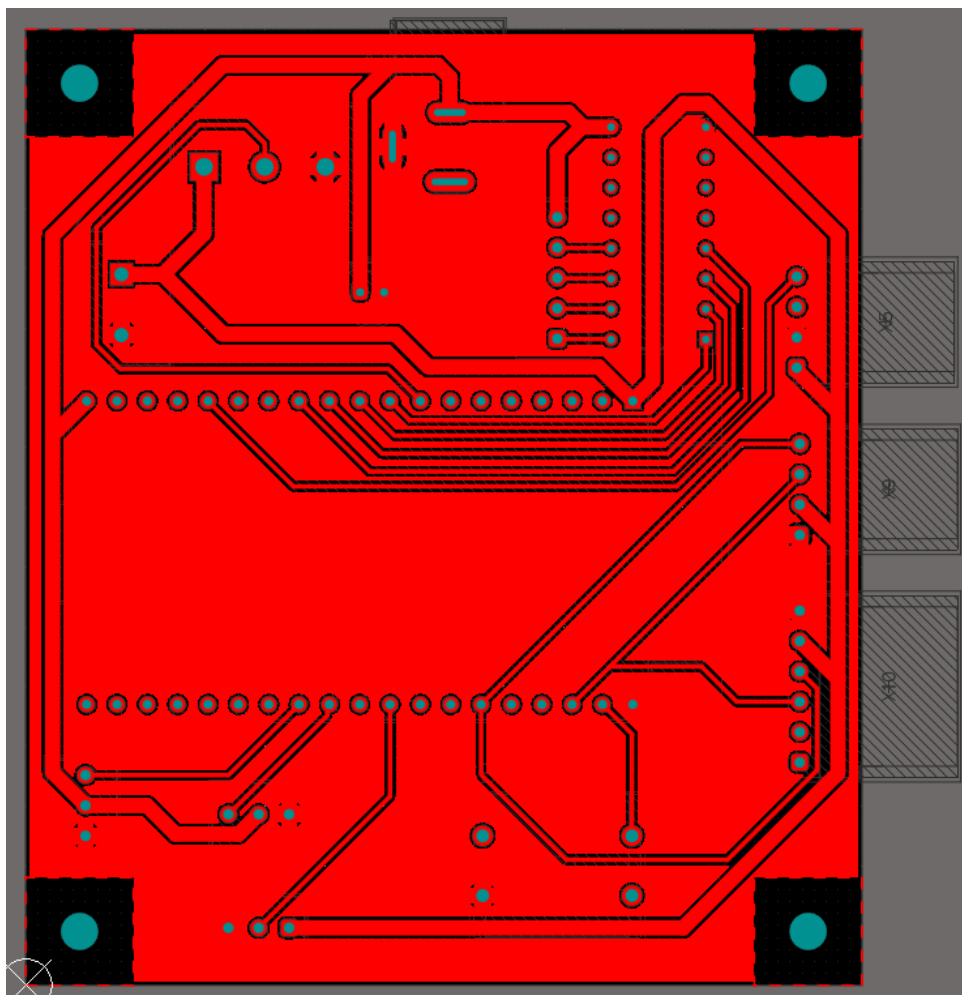


Рисунок 2.18 — Трасування в нижньому шарі металізації ДП

Під час компоновання було враховано місце розміщення роз'єму живлення та кутових роз'ємів: їх розташовано по краях друкованої плати для спрощення підключення дротів та зменшення їх перетину між собою. Дане компоновання полегшує монтаж плати в корпусі та забезпечує зручний доступ до з'єднань під час обслуговування пристрою.

2.5 Висновки до розділу

У другому розділі сформовано структурну схему інтелектуальної системи видачі ліків та визначено основні функціональні вузли пристрою. Спроектовано друковану плату розміром 70×80 мм. Під час компоновання враховано розташування роз'ємів живлення та зовнішніх модулів, зручність підключення дротів і монтаж у корпусі. Силові лінії виконано ширшими, а вільний простір використано під полігон землі.

					РЕ21.421437.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		33

3 РОЗРОБКА КОРПУСУ ПРИСТРОЮ

У третьому розділі розглядається розроблення конструкції інтелектуальної системи видачі ліків. Основну увагу приділено барабанному механізму, корпусу пристрою, розміщенню електронних вузлів та забезпеченню зручності завантаження й видачі таблеток.

3.1 Розробка барабанного механізму видачі таблеток

Барабанний механізм є основним рухомим вузлом дозатора ліків. Конструкція барабана виконана у вигляді кільцевого елемента з радіально розміщеними відсіками (Рисунок 3.1).

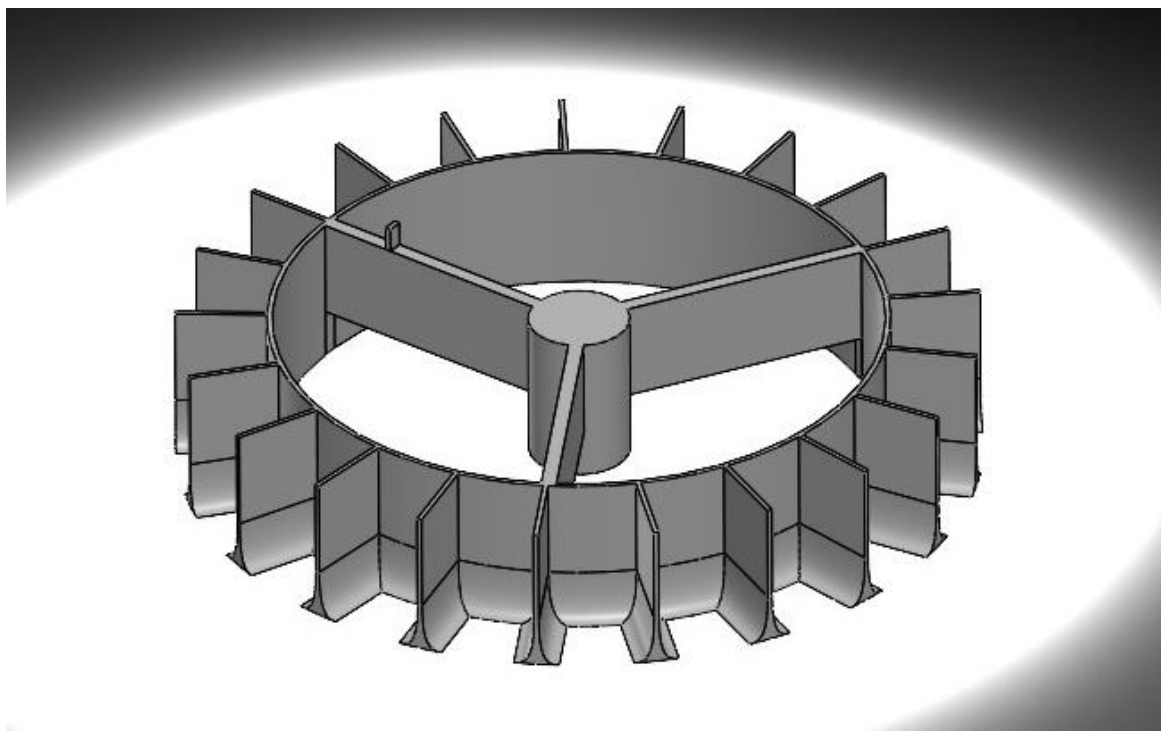


Рисунок 3.1 — Конструкція барабанного механізму

Комірки розташовані рівномірно по колу, тому кут між сусідніми положеннями становить приблизно 17° . Кожна комірка має скруглену форму внутрішніх переходів для зменшення ймовірності застрягання таблетки під час переміщення та видачі. Також така форма спрощує очищення барабана, оскільки у гострих кутах не накопичуються залишки пилу або дрібні частинки таблеток.

У центральній частині барабана передбачено посадкове місце під вал (Рисунок 3.2). Через нього барабан з'єднується з приводним механізмом, який забезпечує його обертання.

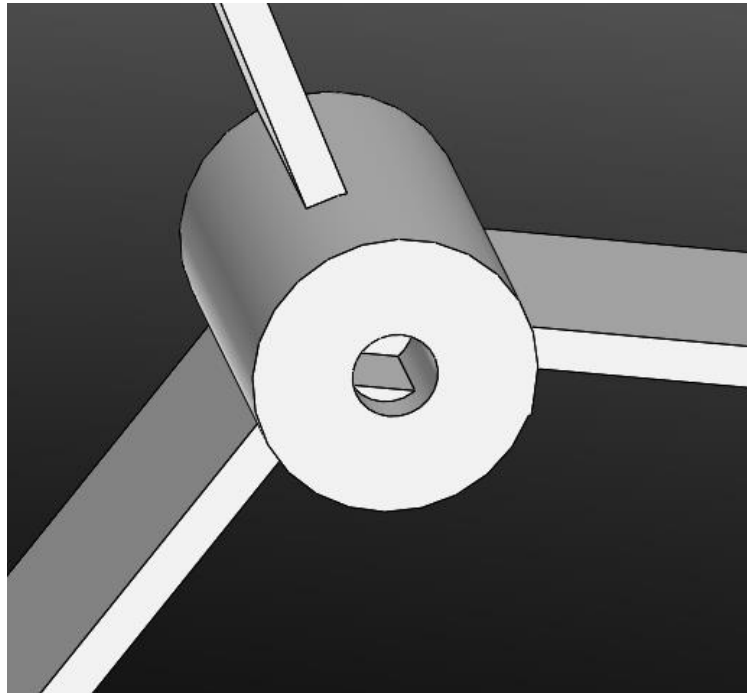


Рисунок 3.2 — Паз під вал двигуна

Для визначення початкового положення на барабані передбачено спеціальний прапорець (Рисунок 3.3).

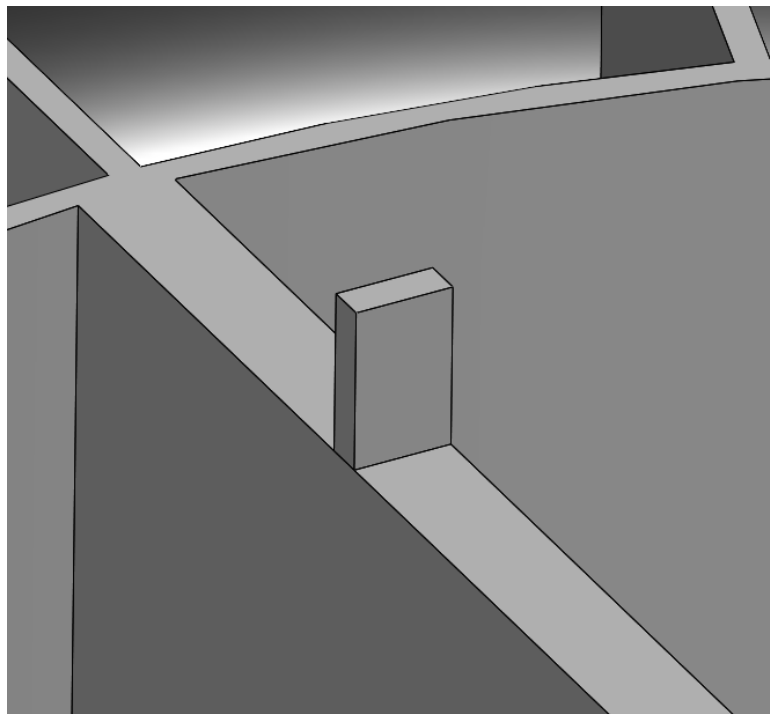


Рисунок 3.3 — Прапорець для фотодатчику переривання

Під час обертання він проходить через фотодатчик переривання та перекриває оптичний промінь. Це положення приймається системою як нульова позиція, що відповідає першій комірці.

3.2 Опис корпусу

Конструкція корпусу для пристрою інтелектуальна система видачі ліків складається з нижньої основи прямокутної форми та верхньої циліндричної частини, у якій розташовується барабан із комірками для таблеток. Його загальний вигляд наведено на Рисунку 3.4.

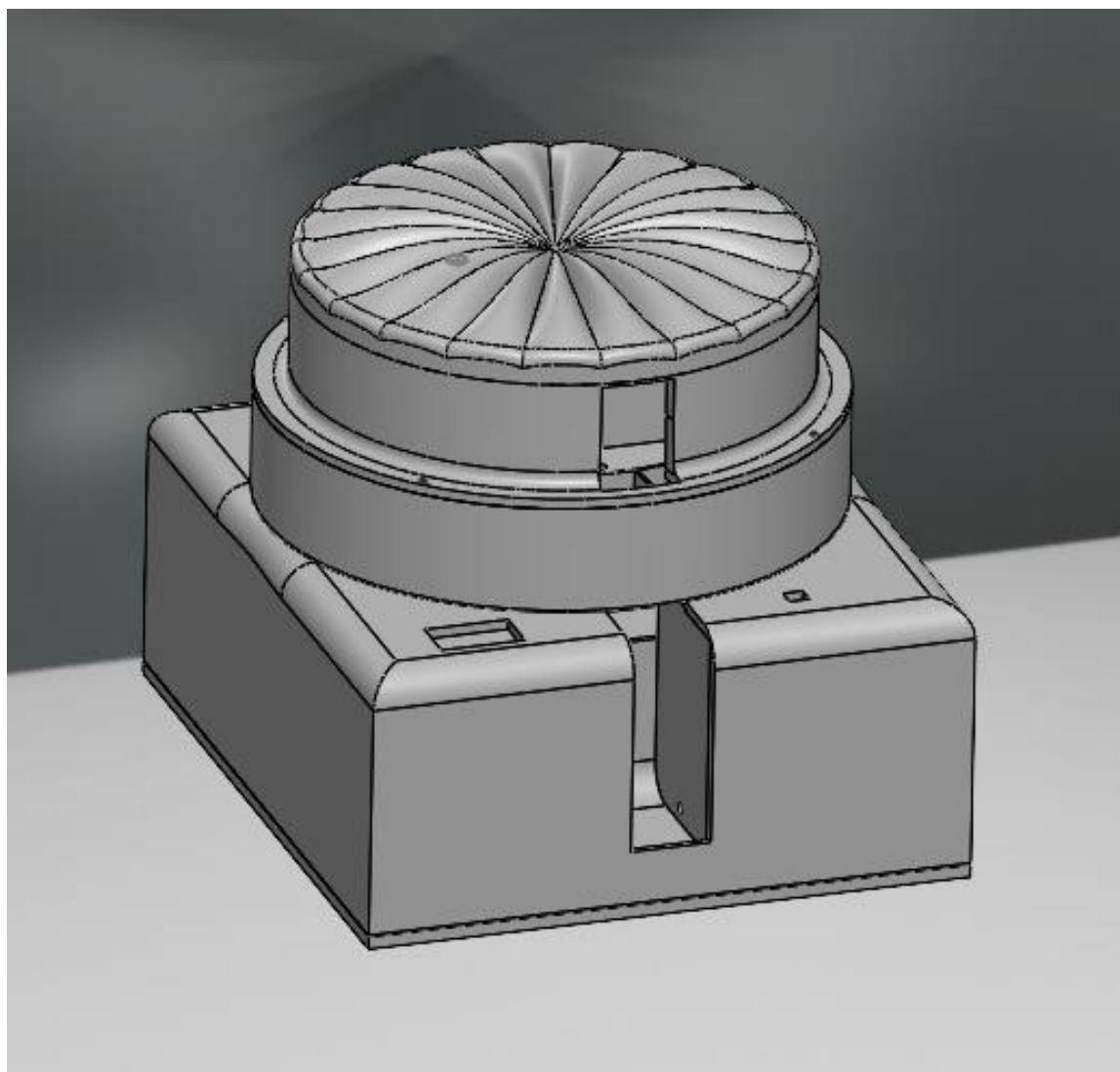


Рисунок 3.4 — Загальний вигляд корпусу

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РЕ21.421437.001 ПЗ

Лист

36

Нижня частина корпусу виконує функцію опорної бази. У ній передбачено місце для встановлення електронної частини пристрою, розміщення друкованої плати, проводів і виконавчих елементів.

У передній частині корпусу сформовано вертикальний канал видачі таблетки. Через нього таблетка після спрацювання механізму потрапляє в зону доступу користувача. В каналі передбачені отвори для проходження променя ІЧ-датчика (Рисунок 3.6).

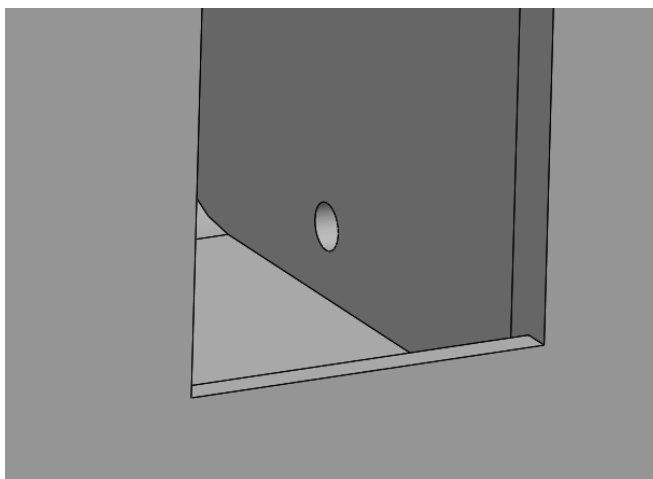


Рисунок 3.6 — Канал видачі таблеток

На корпусі також передбачені отвори та посадкові місця для встановлення кнопки, датчиків і кріпильних елементів виконавчих механізмів.

Корпус розроблено з урахуванням можливості виготовлення методом 3D-друку та розбито на окремі деталі (Рисунки 3.6 – 3.11).

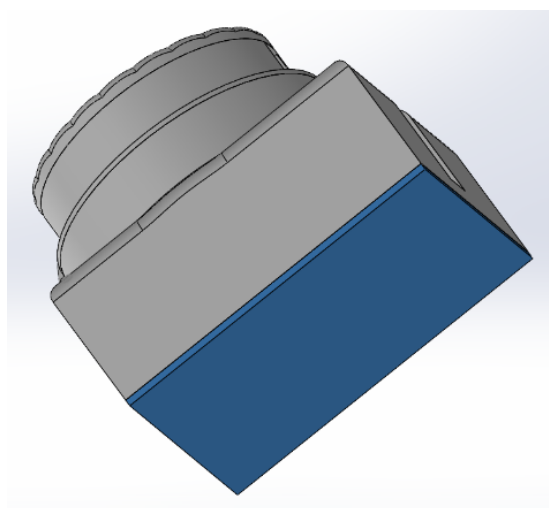


Рисунок 3.6 — Нижня основа

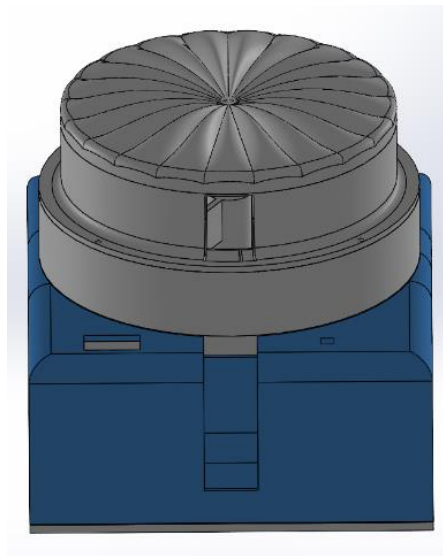


Рисунок 3.7 — Основа

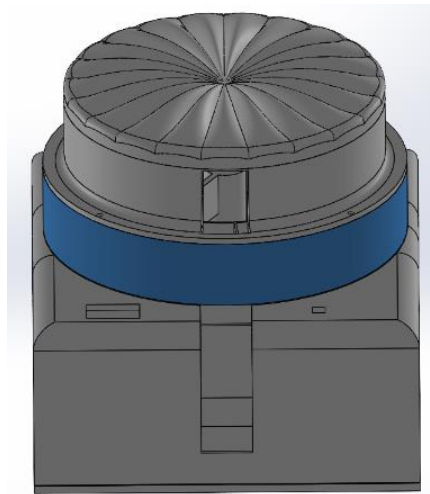


Рисунок 3.8 — Стінка барабану

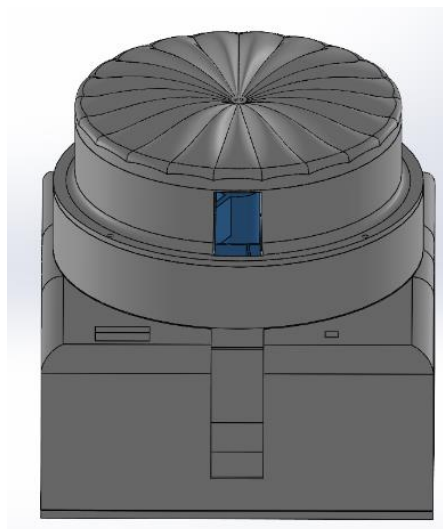


Рисунок 3.9 — Барабан для таблеток

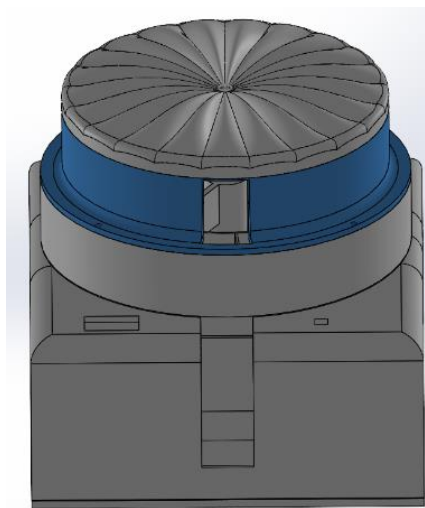


Рисунок 3.10 — Стінка кришки

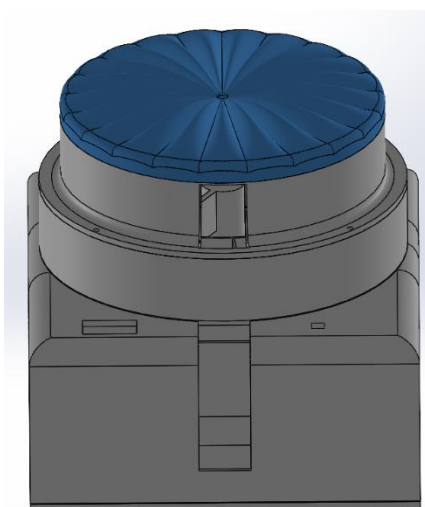


Рисунок 3.11 — Кришка

Корпус передбачає місця для встановлення плати, датчиків та сервоприводів (стійки під гвинти), екрану та кнопки, отвір для вхідного живлення на задній стінці основи та отвори в барабані під кріплення крокового двигуна.

3.3 Висновки до розділу

Запропонована конструкція корпусу поєднує верхню циліндричну частину для барабанного механізму та нижню прямокутну основу для розміщення електронних вузлів і виконавчих механізмів. Така форма забезпечує стійкість пристрою, зручність складання та зрозумілу для користувача зону видачі таблетки.

					РЕ21.421437.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		39

ВИСНОВКИ

У межах дипломного проєкту розроблено інтелектуальну систему видачі ліків, призначену для автоматизації прийому таблетованих лікарських засобів за заданим графіком. Запропоноване рішення поєднує функції зберігання таблеток, нагадування користувачу, автоматизованої видачі дози та контролю появи таблетки в зоні видачі.

Під час виконання проєкту розглянуто існуючі рішення для організації прийому ліків: механічні таблетниці, електронні таблетниці з нагадуванням, барабанні таблетниці та автоматизовані дозатори. Аналіз показав, що прості пристрої є доступними, але мають обмежений функціонал, а комерційні автоматизовані системи часто мають високу вартість і складнішу експлуатацію.

Розроблено структурну схему пристрою та обрано основні електронні компоненти. На основі вибраних компонентів створено схему електричну принципову та спроектовано друковану плату. Під час трасування враховано розміщення роз'ємів, зручність підключення зовнішніх модулів і необхідну ширину провідників для силових та сигнальних ліній.

Також розроблено конструкцію корпусу пристрою та барабанного механізму видачі таблеток. Барабан містить 21 комірку, паз під вал двигуна та прапорець для визначення нульової позиції за допомогою фотодатчика. Корпус складається з нижньої основи для розміщення електронних вузлів і верхньої циліндричної частини для барабанного механізму. Конструкція передбачає канал видачі таблетки, місця для датчиків, кнопки, сервоприводів і друкованої плати.

Результатом роботи є розроблений макет інтелектуальної системи видачі ліків, що може бути використаний як основа для подальшого вдосконалення.

					РЕ21.421437.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		40

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

- 1) Таблетниця [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://organayzery.com.ua/ua/p261462103tabletnitsa.html?srsltid=AfmBOoqG6XizdwVPxvDZ99DNiTdCfw_WjpiCkyKSJVdszMQ97AQRUqjd
- 2) Таблетниця з таймером на тиждень різнокольорова [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://rozetka.com.ua/ua/tabletnitsi/c4653773/osobennosti198528=staymerom/>
- 3) Automatic Pill Dispenser TabTime [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://tabtime.com/cdn/shop/products/automatic-pill-dispenser-with-solid-or-clear-lid-vatfree835723_1024x1024@2x.jpg?v=1595505722
- 4) Hero [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://herohealth.com/?srsltid=AfmBOorURIKrHLuS7M1IsgYz5QyPF5OAAg79Vp1asSzfUxjYgOCBU9u&>
- 5) ESP32-DevKitC-32E Development board ESP32-DevKitC-32UE Verification development board [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.aliexpress.com/item/1005005053831704.html>
- 6) Шаговый двигатель 5В 28BYJ-48 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://arduino.ua/products_pictures/medium_Stepper_Motor5V2.jpg
- 7) МИКРОСХЕМА ULN2003AN [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://images.prom.ua/2757999813_w700_h500_mikroshema-uln2003an-uln2003.jpg
- 8) MG90S сервопривод [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://myproject.com.ua/image/cache/catalog/1125/mg90s_servopryvid-1024x1024.jpg

- 9) IR beam interruption sensor - LED 5mm - 0-50 cm [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://cdn2.botland.store/89008-pdt_540/ir-beam-interruption-sensor-led-5mm-0-50-cm.jpg
- 10) Модуль з фотодатчиком переривання Robotdyn [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://content2.rozetka.com.ua/goods/images/big_tile/161599782.jpg
- 11) Дисплей OLED 0.96 інтерфейс I2C блакитний [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://content1.rozetka.com.ua/goods/images/big_tile/629148907.jpg
- 12) Акустичний пристрій Passive-Buzzer-Module-3.3V-5V – 630976 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://content1.rozetka.com.ua/goods/images/big_tile/651720191.jpg
- 13) Блок живлення 5В 3А роз'єм 5.5х2.5мм [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://content1.rozetka.com.ua/goods/images/big_tile/309138350.jpg
- 14) Годинник реального часу DS3231 RTC Arduino [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://content1.rozetka.com.ua/goods/images/big_tile/588965081.png
- 15) PCB Trace Width Calculator [Електронний ресурс] [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.pcbway.com/pcb_prototype/trace-width-calculator.html

					РЕ21.421437.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		42

ДОДАТОК А. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

ПОГОДЖЕНО

асистент Броварник С. А.
(керівник)

ЗАТВЕРДЖЕНО

к.т.н., професор. Мовчанюк А.В.
(Завідувач кафедри Прикладної
радіоелектроніки)

ДОДАТОК А ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ Інтелектуальна система видачі ліків

Сила Н. І.

					РЕ21.421437.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		43

1 ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

1.1 Назва, підстава для виконання

Назва виробу: Інтелектуальна система видачі ліків.

Підставою для виконання є виконання дипломного проєкту.

1.2 Мета виконання і призначення розробки

Метою дипломного проєкту є розроблення інтелектуальної системи видачі ліків, призначеної для автоматизації процесу прийому таблетованих лікарських засобів за заданим графіком. Розробка призначена для використання у побутових умовах, у системах підтримки людей похилого віку, пацієнтів, які приймають ліки за графіком, а також як навчальний макет автоматизованої медико-технічної системи.

1.3 Технічні вимоги

1.3.1 Показники призначення

Напруга живлення від мережі: 230 В, 50 Гц.

Вихідна напруга блока живлення: 5 В DC.

Максимальний вихідний струм блока живлення: 3 А.

Робоча напруга електронних вузлів пристрою: 3,3 В та 5 В.

Максимальна потужність пристрою: 15 Вт.

Кількість комірок барабанного механізму: 21.

Тип виконавчого механізму позиціонування: кроковий двигун.

Тип механізмів відкривання: сервоприводи.

Наявність звукової індикації: передбачено.

Наявність візуальної індикації: передбачено.

Наявність датчика контролю появи таблетки: передбачено.

Можливість бездротового інформування користувача: через Wi-Fi.

1.3.2 Пристрій повинен забезпечувати

- завантаження таблеток у комірки барабанного механізму;
- збереження графіка прийому;
- позиціонування барабана до потрібної комірки;

					РЕ21.421437.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		44

- відкриття механізму видачі;
- контроль появи таблетки в зоні видачі;
- сповіщення користувача про необхідність прийому;
- підтвердження прийому за допомогою кнопки;
- можливість інформування через Telegram-бот.

1.3.3 Вимоги до життєдіяльності та стійкості до зовнішніх впливів та чинників

Кліматичне виконання – УЗ (згідно ГОСТ 15150–69).

Пристрій призначений для експлуатації в закритих приміщеннях за нормальних кліматичних умов. Робота пристрою не передбачає використання у вологому середовищі, під дією прямих сонячних променів, пилу, агресивних хімічних речовин або значних механічних навантажень.

1.3.4 Вимоги до надійності

Пристрій повинен бути відновлюваний і ремонтпридатний по ГОСТ 27.002-2015.

Середній наробіток на відмовлення, не менше: 3000 годин.

1.3.5 Вимоги до технологічності

Вимоги до технологічності по ГОСТ 14.201-83.

Конструкція пристрою повинна бути придатною для виготовлення макета із застосуванням технологій 3D-друку та стандартних електронних компонентів. Друкована плата має бути придатною для виготовлення за стандартною технологією виробництва друкованих плат.

1.3.6 Вимоги до конструкції

Корпус пристрою повинен забезпечувати захист внутрішніх вузлів, зручність завантаження таблеток, доступ до зони видачі та можливість обслуговування. Конструкція має передбачати встановлення друкованої плати, сервоприводів, крокового двигуна, датчиків та елементів керування.

1.3.7 Вимоги до дизайну та ергономіки

					РЕ21.421437.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		45

Корпус пристрою повинен мати сучасний зовнішній вигляд, бути зручним для побутового використання та візуально зрозумілим для користувача.

Елементи керування, індикації та зона видачі таблетки мають бути розташовані так, щоб користувач міг легко взаємодіяти з пристроєм. Конструкція повинна передбачати зручне завантаження таблеток, доступ до виданої таблетки та можливість контролю стану пристрою.

1.3.8 Вимоги до транспортування, зберігання та експлуатації

Умови транспортування згідно ГОСТ 15150-69.

Зберігання пристрою повинно здійснюватися в сухому вентильованому приміщенні при температурі від 0 до +40 °С.

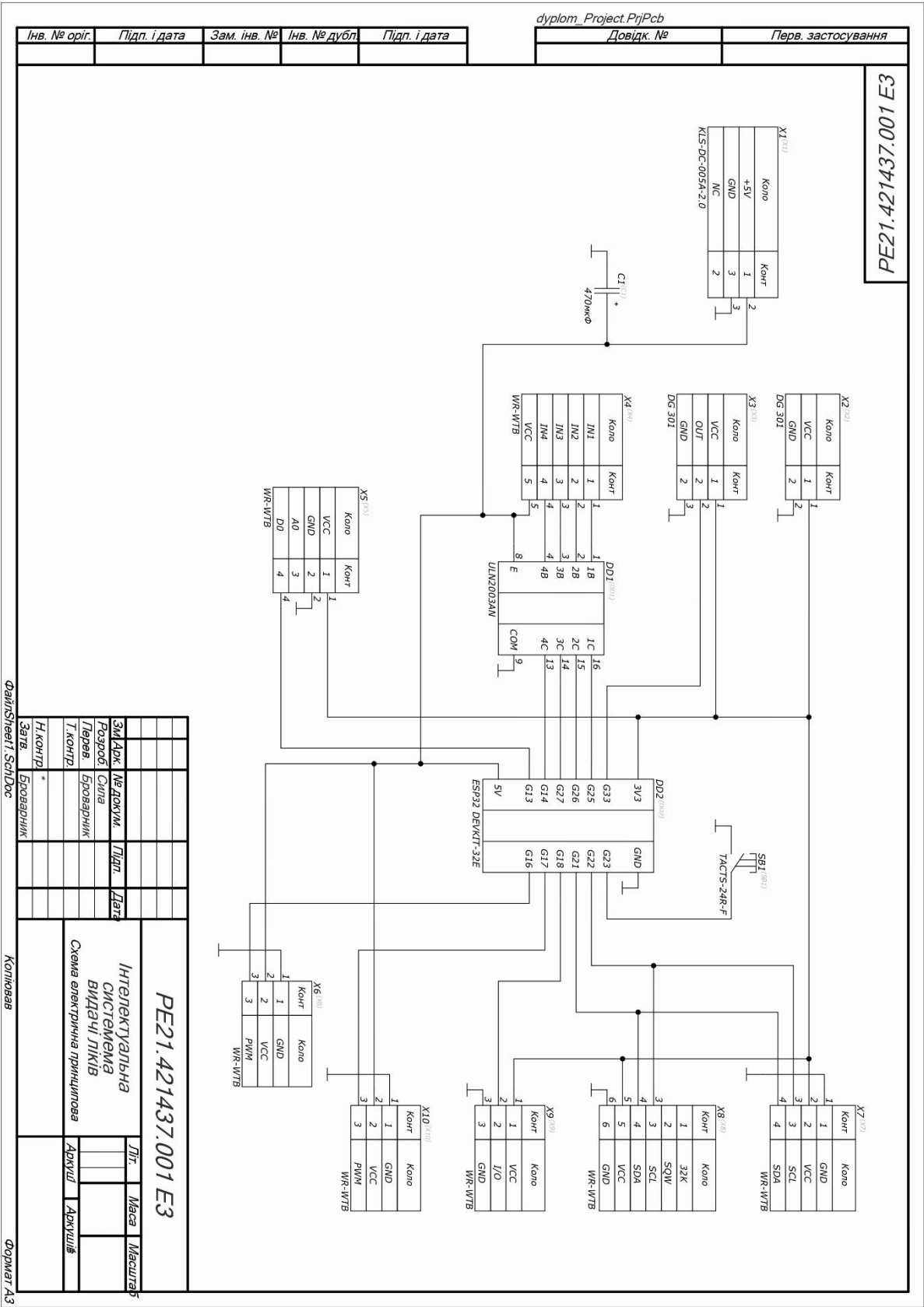
Під час транспортування пристрій має бути захищений від механічних пошкоджень, вологи та забруднення. Перед експлуатацією необхідно перевірити цілісність корпусу, надійність підключення живлення та правильність роботи виконавчих механізмів.

1.4 Вимоги до розроблюваної документації

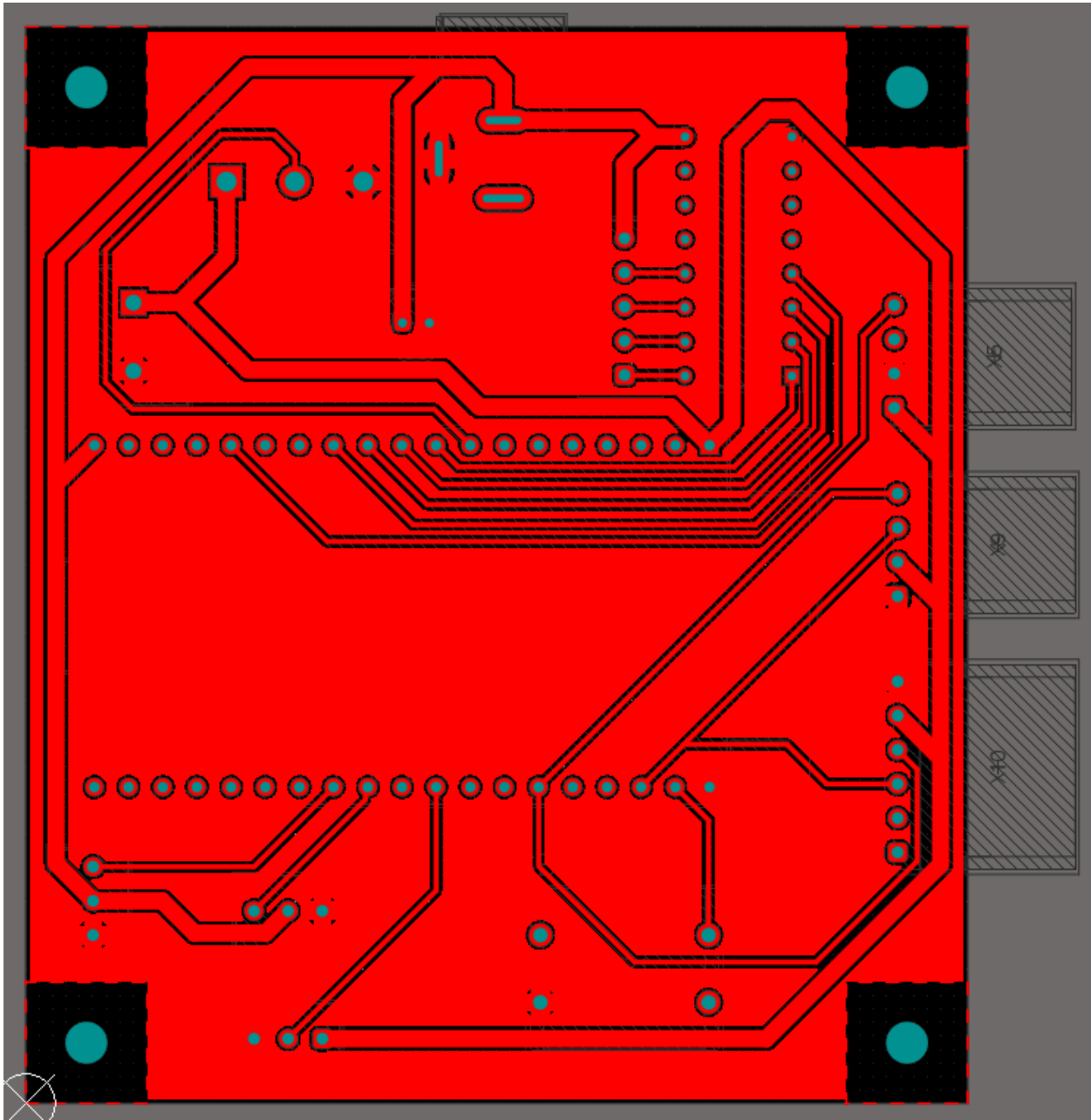
Оформлення документації здійснюється згідно ДСТУ 3008:2015 та вимогам Єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД).

					РЕ21.421437.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		46

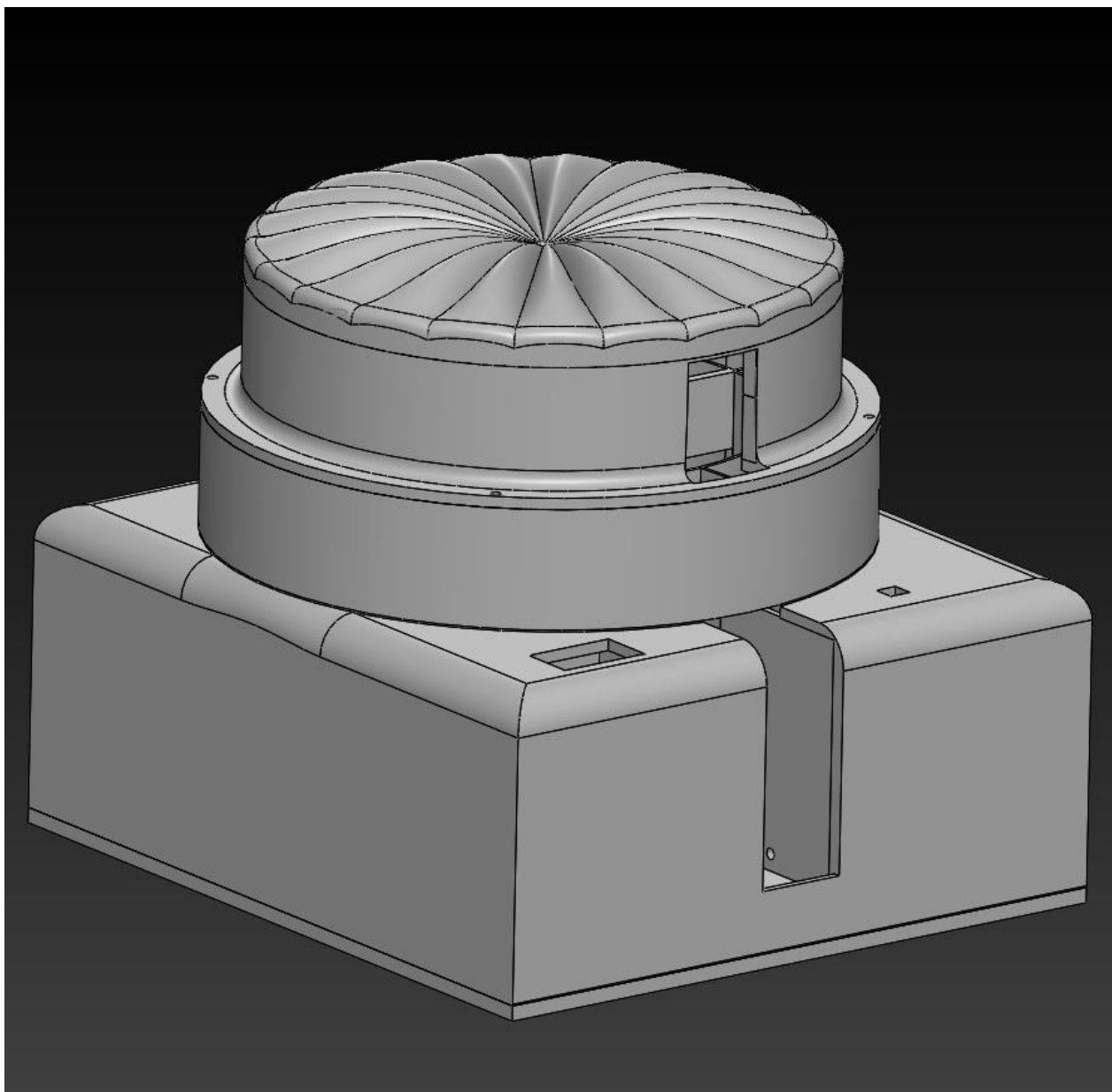
ДОДАТОК Б. СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНА ПРИНЦИПОВА



ДОДАТОК В. ТРАСУВАННЯ ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ



ДОДАТОК Г. РЕНДЕР КОРПУСУ



					РЕ21.421437.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		49

ДОДАТОК Д. ПЕРЕЛІК ЕЛЕМЕНТІВ

Первинне застосування	Поз. позн.	Найменування			Кільк.	Примітка
	C1	Електролітичний конденсатор 10 мкФ 20% 16 В (ECR100M16B), Hitano			1	
	DD1	Мікросхема ULN2003AN, DIP-16, Texas Instruments			1	
	DD2	Модуль ESP32-DEVKIT-32E, Espressif Systems			1	
					1	
Довідковий №	SB1	Кнопка TACTS-24R-F, Ninigi				
		<u>Роз'єми</u>				
	X1	KLS-DC-005A-2.0, KLS			1	
	X2	Клеммник під гвинт DG 301, 5.8 мм, 2 піни			1	
	X3	Клеммник під гвинт DG 301, 5.8 мм, 3 піни			1	
Підпис і дата	X4	Вертикальний WR-WTB 2.54 мм, 5 пінів, Würth Elektronik			1	
	X5	Кутовий WR-WTB 2.54 мм, 4 піни, Würth Elektronik			1	
	X6	Вертикальний WR-WTB 2.54 мм, 3 піни, Würth Elektronik			1	
	X7	Кутовий WR-WTB 2.54 мм, 4 піни, Würth Elektronik			1	
	X8	Кутовий WR-WTB 2.54 мм, 6 пінів, Würth Elektronik			1	
	X9-X10	Вертикальний WR-WTB 2.54 мм, 3 піни, Würth Elektronik			2	
Зам. інв. №						
Підпис і дата						
Інв. № орг.						

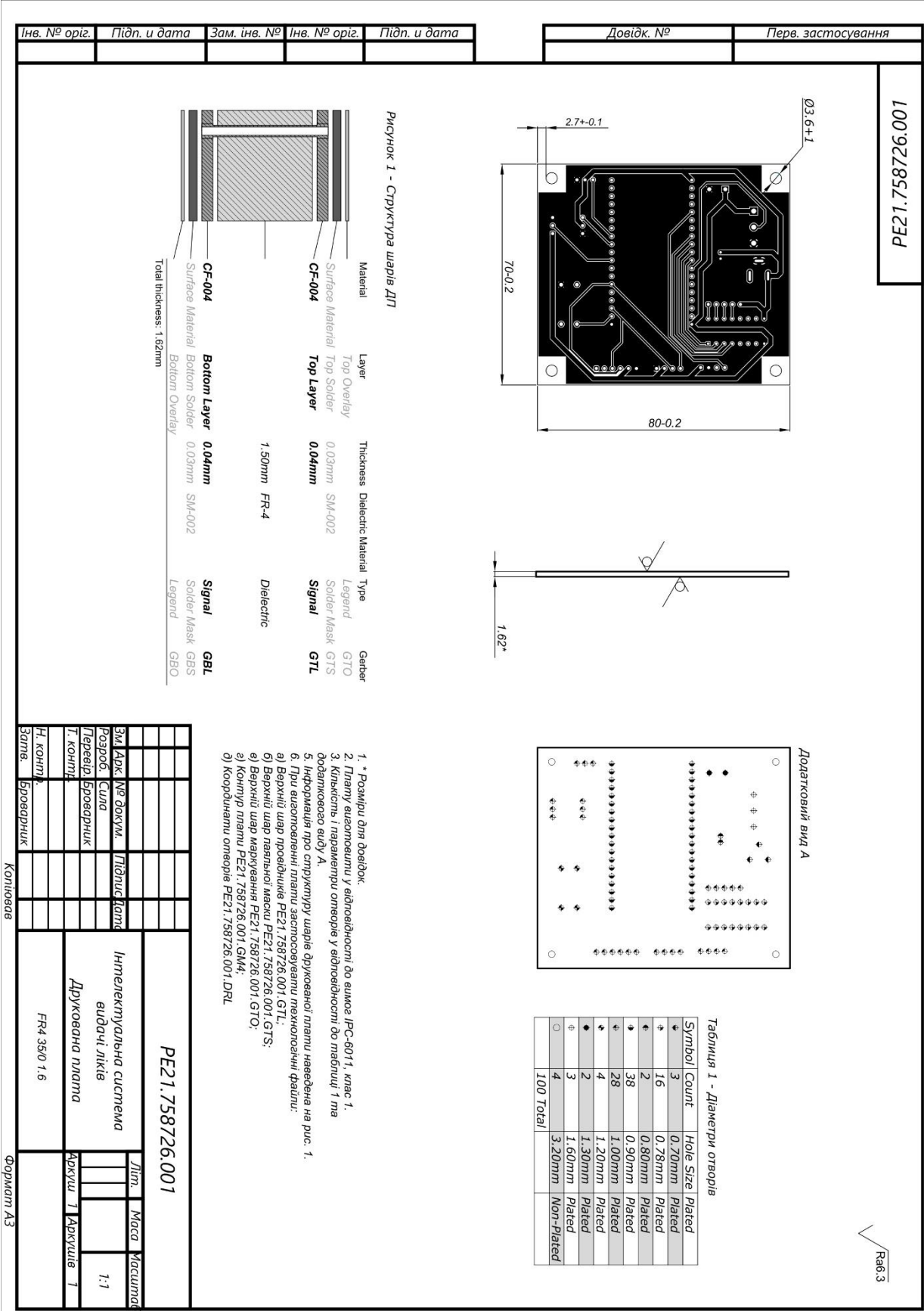
РЕ21.421437.001ПЕЗ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат
Розроб.	Сила			
Перевір	Броварник			
Т.контр				
Н.конт				
Затв.	Броварник			

Інтелектуальна система
видачі ліків
Перелік елементів

Літера	Аркуш	Аркушів
	1	1

ДОДАТОК Е. КРЕСЛЕННЯ ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ



ДОДАТОК Ж. СКЛАДАЛЬНИЙ КРЕСЛЕНИК

