

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Факультет комп'ютерних наук

Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

ДОПУЩЕНО ДО ЗАХИСТУ

т. в. о завідувача кафедри АКІТ
кандидат технічних наук, доцент

_____ М. І. Сідельєв

«___» _____ 2022 р

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

**АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВИДАЧІ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСО-
БІВ ЗА ПРИПИСОМ ЛІКАРЯ З ФУНКЦІЄЮ ВІДДАЛЕНОГО
ОПОВІЩЕННЯ**

Спеціальність «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

151 – КРБ – 471. 22037101

Студент

_____ Г.Ю. Терещенко
«___» _____ 2022 р.

Керівник кандидат техн. наук, доцент

_____ О.Є. Беліков
«___» _____ 2022 р.

Миколаїв – 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Факультет комп'ютерних наук

Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

т. в. о завідувача кафедри АКІТ
кандидат технічних наук, доцент

_____ М. І. Сіделев

«___» _____ 2022 р

ЗАВДАННЯ

на виконання бакалаврської наукової роботи

Видано студенту групи 471 факультету комп'ютерних наук

Терещенку Геннадію Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема кваліфікаційної роботи

Автоматизована система видачі лікарських засобів за приписом лікаря з функцією віддаленого оповіщення

Затверджена наказом по ЧНУ від «___» _____ 2022 р. № _____

2. Строк представлення кваліфікаційної роботи «___» _____ 2022 р.

3. Вхідні дані до роботи: Мова програмування приладу – С++, середовище програмування – Arduino IDE, програма для 3D-моделювання – Blender, програми для креслення електричних принципових схем – Eagle та LTspice XVII.

4. Перелік питань, що підлягають розробці:

– Провести аналіз існуючих дозаторів ліків, їх класифікацій та патентної інформації.

- Розробити функціональну схему.
- Розробити алгоритм роботи приладу.
- Створити електричну принципову схему.
- Написати програмний код.
- Змодельовати 3D вигляд приладу.
- Розглянути питання охорони праці.

5. Перелік графічних матеріалів: 12 слайдів презентації

6. Консультанти:

Консультант	Кафедра (організація)	Частина роботи
Беліков О.Є.	Автоматизація та КІТ	1 розділ
Беліков О.Є.	Автоматизація та КІТ	2 розділ
Алексеева А.О.	Екології	3 розділ

Керівник роботи Беліков Олександр Євгенович

_____ (підпис)

Завдання прийнято до виконання Терещенком Геннадієм Юрійовичем

_____ (підпис)

Дата видачі завдання «_____» _____ 2022

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

виконання бакалаврської наукової роботи

Тема: Автоматизована система видачі лікарських засобів за приписом лікаря з функцією віддаленого оповіщення

№	Найменування роботи	Початок	Закінчення	Примітки
1.	Розробка та затвердження завдання на виконання	09.09.2021	12.09.2021	
2.	Огляд літератури за темою роботи	15.09.2021	19.10.2021	
3.	Складання календарного плану	20.10.2021	23.10.2021	
4.	Аналіз предметної області	28.10.2021	17.11.2021	
5.	Розробка проектних рішень	19.11.2021	09.12.2021	
6.	Моделювання та конструювання	10.12.2021	08.01.2022	
7.	Робота над основною частиною	06.01.2022	04.04.2022	
8.	Розробка спеціальної частини з охорони праці	01.05.2022	01.06.2022	
9.	Оформлення та презентація	02.06.2022	02.06.2022	
10.	Відгук керівника	19.06.2022	19.06.2022	
11.	Попередній захист	24.06.2022	24.06.2022	
12.	Рецензування	24.06.2022	25.06.2022	
13.	Завершення оформлення	25.06.2022	27.06.2022	
14.	Захист кваліфікаційної роботи	30.06.2022	30.06.2022	

Розробив студент Терещенко Геннадій Юрійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

«___» _____ 2022р.

Керівник роботи Беліков Олександр Євгенович _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

«___» _____ 2022р.

АНОТАЦІЯ

До кваліфікаційної роботи бакалавра

«Автоматизована система видачі лікарських засобів за приписом лікаря з функцією віддаленого оповіщення»

Студента 471 групи Терещенка Геннадія Юрійовича

Керівник: кандидат технічних наук, доцент кафедри АКІТ б.в.з. Беліков О.Є.

Мета написання цієї дипломної роботи полягає у збільшенні ефективності та розширенні функціоналу роботи автоматизованого медичного приладу, який буде здатен видавати порцію ліків для пацієнта за заздалегідь завантаженим розпорядком та автоматично сповіщати про початок прийому.

Під час написання цієї роботи було проаналізовано дозатори ліків, а саме: їх види, класифікацію та було розглянуто патентну інформацію щодо корисних аналогів класичних приладів. Також, було розроблено функціональну схему приладу та розписано його блоки, розроблено алгоритм роботи приладу, створено принципову електричну та функціональну схеми, розроблено програмну частину приладу, змодельовано 3D вигляд та подальша реалізація експериментальної моделі за цими даними.

Розглянуто питання з охорони праці. Проведено опис обраного виробничого приміщення та робочого місця. Проведено розрахунки для інтегральної оцінки умов праці на робочому місці. Підтверджено відповідність нормам рівня шуму на робочому місці. Підтверджено відповідність нормам параметрів мікроклімату, в робочому приміщенні, такі як: температура, вологість повітря, рівень та освітленість. Розроблено рекомендації щодо покращення умов праці на робочому місці з метою забезпечення оптимальних умов праці згідно з чинним законодавством.

В кінці роботи було зібрано експериментальну модель приладу, відпрацьовано сценарій видачі лікарських засобів, оброблено результати та зроблено висновки.

Програмний код приладу було написано за допомогою мови програмування C++ в середовищі Arduino IDE.

У програмі Blender було створено 3D вигляд приладу.

До основних компонентів експериментальної моделі належить:

мікроконтролер Arduino Uno, який посилає, приймає, оброблює сигнали, робить розрахунки, контролює весь процес роботи приладу та пов'язує всі елементи між собою; кроковий двигун 28BYJ-48 з драйвером ULN2003 та блок живлення, який забезпечує безперервну і незалежну роботу приладу – Power Bank напругою у 5V.

Бакалаврська робота складається з анотації на 4 сторінках, вступу, трьох розділів, висновків, переліку джерел посилання та літератури із 46 найменувань та 4 додатків. Основна частина роботи становить 46 сторінок, серед яких 43 рисунки та 13 таблиць.

Ключові слова: дозатор ліків, Arduino, автоматизована система, експериментальна модель, медичний прилад.

ANNOTATION

To the bachelor's qualification work

"Automated system for dispensing drugs prescribed by a doctor with a remote notification function"

Student 471 group Tereshchenko Hennadii Yuriyovich

Supervisor: Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of AKIT Belikov O.

The purpose of writing this thesis is to increase the efficiency and functionality of the automated medical device, which will be able to dispense a portion of medication to the patient according to a pre-loaded schedule and automatically notify the start of admission.

During the writing of this paper, drug dispensers were analyzed, namely: their types, classification, and patent information on useful analogues of classical devices was considered. Also, the functional scheme of the device was developed and its blocks were painted, the algorithm of the device operation was developed, the basic electrical and functional scheme was created, the software part of the device was developed, the 3D view was modeled and the experimental model was further implemented according to these data.

The issue of labor protection is considered. A description of the selected production facility and workplace. Calculations for integrated assessment of working conditions in the workplace. Compliance with workplace noise standards has been confirmed. Compliance with the norms of microclimate parameters in the workplace, such as temperature, humidity level and light, has been confirmed. Recommendations have been developed to improve working conditions in the workplace in order to ensure optimal working conditions in accordance with current legislation.

At the end of the work, an experimental model of the device was collected, the scenario of dispensing of medicines was worked out, the results were processed and conclusions were made.

The program code of the device was written using the C ++ programming language in the Arduino IDE.

A 3D view of the device was created in Blender.

The main components of the experimental model include: Arduino Uno microcontroller, which sends, receives, processes signals, makes calculations, controls the entire process of the device and connects all the elements; stepper motor 28BYJ-48 with ULN2003 driver and power supply, which provides continuous and independent work – Power Bank voltage of 5V.

The bachelor's thesis consists of a 4-page annotation, introduction, three chapters, conclusions, a list of reference sources and literature of 46 titles and 4 appendices. The main part of the work is 46 pages, including 43 figures and 13 tables.

Key words: drug dispenser, Arduino, automated system, experimental model, medical device.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	4
ВСТУП.....	5
1 ПЕРЕДУМОВИ СТВОРЕННЯ ДОЗАТОРУ ЛІКІВ.....	6
1.1 Старіння населення та незворотні порушення пам'яті.....	6
1.2 Вплив COVID-19.....	8
1.2.1 Епідемія і черги.....	8
1.2.2 Вплив на організм.....	11
1.3 Сучасні дозатори пігулок.....	12
1.4 Огляд патентної інформації.....	17
1.4.1 Органайзер для таблеток 3x7 HealPeel.....	17
1.4.2 Таблетниця с будильником на 4 відділення.....	18
1.4.3 Таблетниця-контейнер для пілюль з таймером на 2 відділення.....	19
1.4.4 Електронний контейнер для ліків з таймером.....	20
1.4.5 Таблетниця з таймером на 7 днів Tetris.....	21
Висновок до першого розділу.....	22
2 ПРОЕКТУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ДОЗАТОРУ ЛІКІВ.....	24
2.1 Функціональна схема та опис блоків.....	24
2.2 Алгоритм роботи.....	32
2.3 Електрична принципова схема експериментальної моделі.....	35
2.4 3D-модель приладу.....	37
2.5 Хід роботи.....	39
2.6 Програмна частина.....	44
2.6.1 Огляд коду.....	44
2.6.2 Налаштування крокового двигуна.....	46
2.7 Результати роботи.....	49
2.7.1 Опис готової конструкції.....	49
2.7.2 Плани удосконалень.....	50
Висновок до другого розділу.....	52

3 УРАХУВАННЯ ПИТАНЬ ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВИДАЧІ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ З ФУНКЦІЄЮ ВІДДАЛЕНОГО ОПОВІЩЕННЯ	55
3.1 Опис обраного виробничого приміщення, робочих місць, їх обладнання та складання вихідних даних для кількісної оцінки умов праці.....	55
3.2 Інтегральна оцінка умов праці в обраному виробничому приміщенні	56
3.3 Оцінка ефективності заходів щодо покращення умов праці.....	61
Висновок до третього розділу	63
ВИСНОВКИ.....	64
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	66
ДОДАТОК А	71
ДОДАТОК Б	81
ДОДАТОК В	82
ДОДАТОК Г	83
ДОДАТОК Ґ	85

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ВООЗ – Всесвітня Організація Охорони Здоров'я

Wi-Fi – Wireless Fidelity; технологія бездротової локальної мережі

IDE – Integrated Drive Electronics; інтегроване середовище розробки

АСК – автоматизована система керування

НПАОП – нормативно правові акти по охороні праці

ВСТУП

Актуальність теми: У зв'язку із збільшенням кількості літніх людей, пандемією та стрімким навантаженням на працівників органів охорони здоров'я, розробка приладу, який зможе полегшити їм роботу, зробити її більш комфортною та безпечною є актуальною у наш час.

Мета: Збільшити ефективність та функціонал роботи автоматизованого дозатору лікарських засобів.

Об'єкт: Способи дозування медичних препаратів та автоматизована технологія їх видачі за приписом лікаря.

Предмет: Технологія видачі лікарських препаратів за індивідуальним розпорядком пацієнта.

Задачі:

1. Проаналізувати існуючі конструкції дозаторів ліків з урахуванням їх габаритів, функціонального наповнення, використаних матеріалів, здатності до адаптації режиму роботи, в залежності від задач користувача.
2. Розглянути конкурентні рішення, патенти та корисні моделі.
3. Розробити функціональну схему.
4. Розробити алгоритм роботи.
5. Розробити електричну принципову схему.
6. Розробити 3D модель дозатора.
7. Розробити першу експериментальну модель.
8. Розглянути питання охорони праці.

1 ПЕРЕДУМОВИ СТВОРЕННЯ ДОЗАТОРУ ЛІКІВ

1.1 Старіння населення та незворотні порушення пам'яті

Масштабне дослідження Всесвітньої Організації Охорони здоров'я звітує про збільшення кількості людей, що страждають на розлади пам'яті. Це стосується всіх вікових категорій [1].

На щастя, деякі когнітивні порушення лише тимчасово заважають. Через деякий час вони або зникають, або виліковуються. Для цього навіть не обов'язково проходити терапію. Достатньо почати слідкувати за здоров'ям, вести позитивний спосіб життя, їсти корисну їжу та достатньо відпочивати. Але інші порушення викликають занепокоєння. Розлади пам'яті та когнітивні проблеми створюють неабиякі труднощі для людей: як для тих, хто ними хворіє, так і для оточуючих [1].

На сьогоднішній день спостерігається старіння населення планети (рис. 1.1) [2]. Цей процес є результатом зменшених темпів народжуваності та розвитком медицини у розвинених країнах [3]. Очікується, що за 35 років доля пенсіонерів, а це люди, які досягли шістдесяти років, збільшиться майже вдвоє. У відсотковому відношенні - це прогрес від 12% зараз до 22% у 2050 році. Тобто, якщо розглянути питання у кількісному ключі, то цифра з 900 мільйонів збільшиться до 2 мільярдів [1].

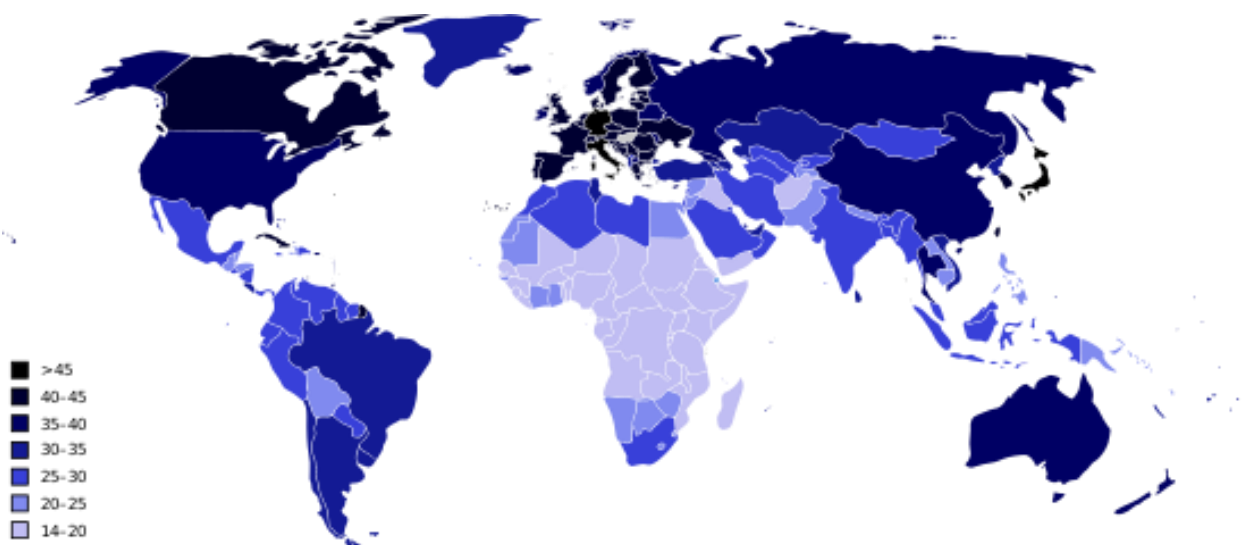


Рисунок 1.1 – Карта медіанного віку у різних країнах станом на 2018 рік [2]

Кількість людей похилого віку збільшується щорічно, а разом з тим – кількість людей, що звертаються до лікарів по допомогу. Літні люди стикаються з певною кількістю проблем, пов'язаних з фізіологічним та психічним здоров'ям і це варто визнавати. На фізіологічному рівні так влаштовано, що організм з роками стає слабкішим. Чим більше нам років, тим більше шанс захворіти, адже здоров'я стає вразливим до хвороб, особливо у людей пенсійного віку і старше[1,23].

Статистика показує, що близько 15% пенсіонерів страждають на психічні порушення і більше 20% – на психічні або неврологічні розлади. А деменція і депресія разом охоплюють близько 14% літнього населення планети. Емоціональна рівновага та психічний стан вкрай важливі на кожному етапі життя [1].

Нашому психічному здоров'ю завжди загрожують певні фактори ризику. А для пенсіонерів ситуація погіршується через притаманні для їхнього життя обставини. Такі фактори пов'язані з невідворотним погіршенням функцій організму та здібностей [1].

Літні люди вимушені мати справу з такими аспектами, як:

- проблеми зі здоров'ям;
- старезність;
- хронічні болі;
- обмежена мобільність;
- втрата друзів або родичів;
- зміни у соціально-економічному статусі через вихід на пенсію;
- втрата мотивації;
- тривожність;
- соматичні захворювання;
- страх перед майбутнім.

Усі ці фактори призводять до невимушених психологічних порушень, ізоляції від людей і самотності. Внаслідок цього пенсіонерам може знадобитися довгостроковий догляд та піклування [1,24].

Також відомо, що люди похилого віку зазнають поганого ставлення, від оточуючих на таких соціальних рівнях:

- фізичне ставлення;
- психологічне ставлення;
- емоційне ставлення;
- моральне ставлення;
- приниження гідності;
- полишення на самоті;
- неповага.

На фоні закономірних проблем зі здоров'ям таке ставлення до пенсіонерів тільки погіршує їх стан. А за даними статистики люди з проблемами серця більше схильні до депресії, що викликає ряд неминучих наслідків для організму [1,25].

Згідно зі статистикою, депресія діагностується у 7% людей похилого віку. Вона супроводжується особистими стражданнями та обмеженнями функціонування. Але через те, що симптоми депресії збігаються з іншими симптомами хвороб літніх людей, її важко діагностувати на ранніх етапах.

Іншою серйозною проблемою світового масштабу є деменція. Це хронічний або прогресуючий синдром деградації розумової активності та можливості виконання повсякденних функцій. За оцінками, 60% хворих на деменцію проживають у країнах з низьким та середнім рівнем доходу. За прогнозами очікується, що загальна кількість людей з деменцією збільшиться до 82 мільйонів у 2030 році [1].

1.2 Вплив COVID-19

1.2.1 Епідемія і черги

Фізичне та психологічне здоров'я - це найважливіші показники, за якими людям доводиться слідкувати упродовж свого життя. Ці критерії є базою здорового самопочуття та відповідної життєдіяльності. Втрачаючи їх - люди погано себе почувують і врешті решт помирають.

Нажаль, навіть у вік тріумфу технологічного прогресу ми не знаходимось у безпеці від епідеміологічних катастроф. У 2019 році людство зіткнулося з найстрашнішою хворобою останніх десятиліть – Коронавірусною інфекцією COVID-19. Це захворювання спричинене вірусом SARS-CoV-2 і вражає людей різних вікових категорій. У значній кількості інфікованих пацієнтів хвороба протікає у легкій формі та не потребує госпіталізації [4].

Коронавірусна інфекція швидко захопила світ і Україна також попала під удар. На рисунку 1.2 зображена діаграма зміни кількості інфікованих людей за останній 2 роки в Україні у період з 18.06.2020 по 18.06.2022 [5].

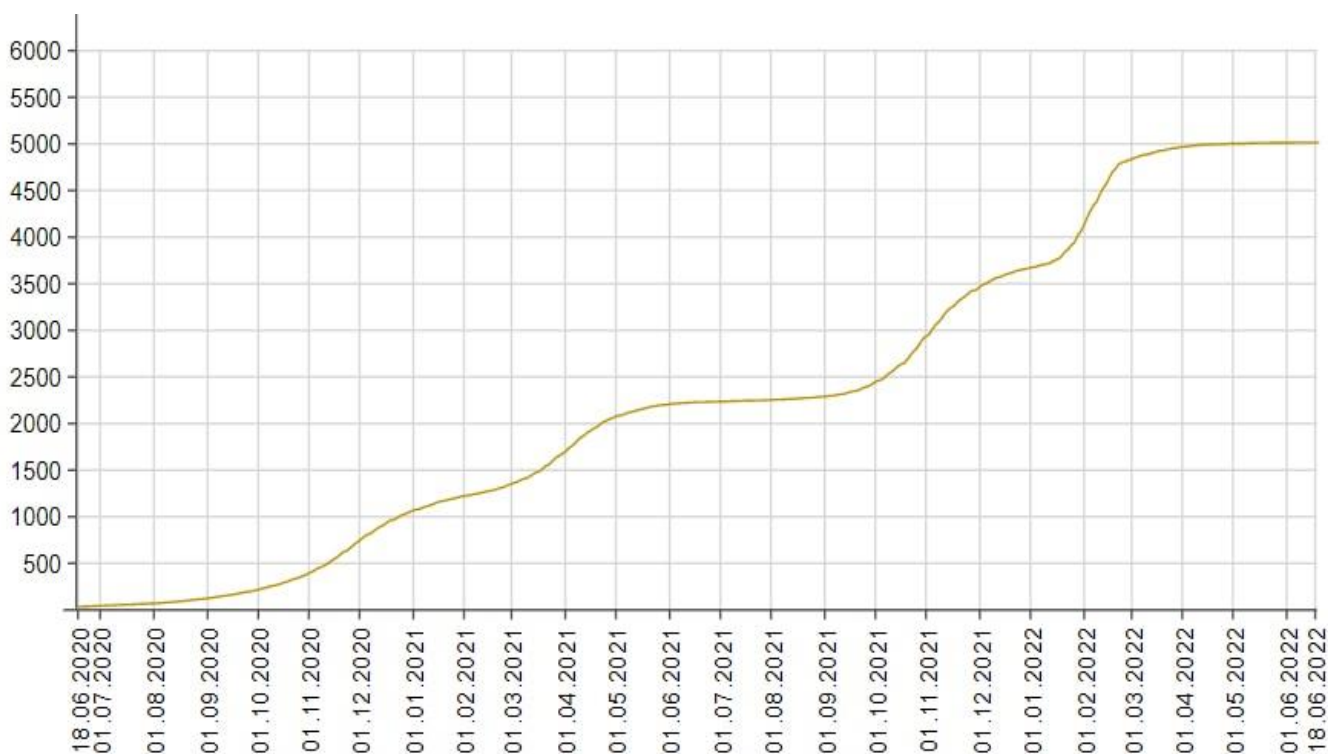


Рисунок 1.2 – Статистика інфікованих українців за 2 роки [5]

За даними статистики, потік хворих лише зростає і лікарні переповнені пацієнтами. Лікарям та медсестрам складно впоратися з такою кількістю людей. Занадто великому числу наших громадян потрібна невідкладна медична допомога чи госпіталізація. Такі стрімкі темпи супроводжують не лише столичні лікарні, а й провінціальні.

Як слідство, утворюються величезні черги (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Черга до лікаря [6]

Такі черги утворюються не тільки з тих, хто прийшов вакцинуватись, а й з самих пацієнтів лікарні, які лежать на стаціонарі. На рисунку 1.3 зображена черга до Миколаївської лікарні (26.10.21) [6].

Пацієнти, що знаходяться під постійним наглядом лікарів потребують уважного ставлення до свого здоров'я. За кожним з них закріплений представник медперсоналу, який видає ліки та перевіряє стан організму. Проте зараз заклади медико-санітарної допомоги перенавантажені кількістю людей у госпіталізації. Здебільшого, це люди похилого віку, а медсестри та лікарі також хворіють на коронавірус [4,26]. Усе це призводить до того, що утворюються величезні черги за прийомом до спеціаліста або просто за медичними препаратами. Таким чином хворі люди не тільки не можуть одужати, а й випадково наражають на небезпеку оточуючих.

За даними Центру Громадського Здоров'я МОЗ України [7], підтверджені випадки за віковою групою наведені на рисунку 4. З діаграми на рисунку 1.4 чітко видно тенденцію на захворюваність людей середнього і поважного віку.

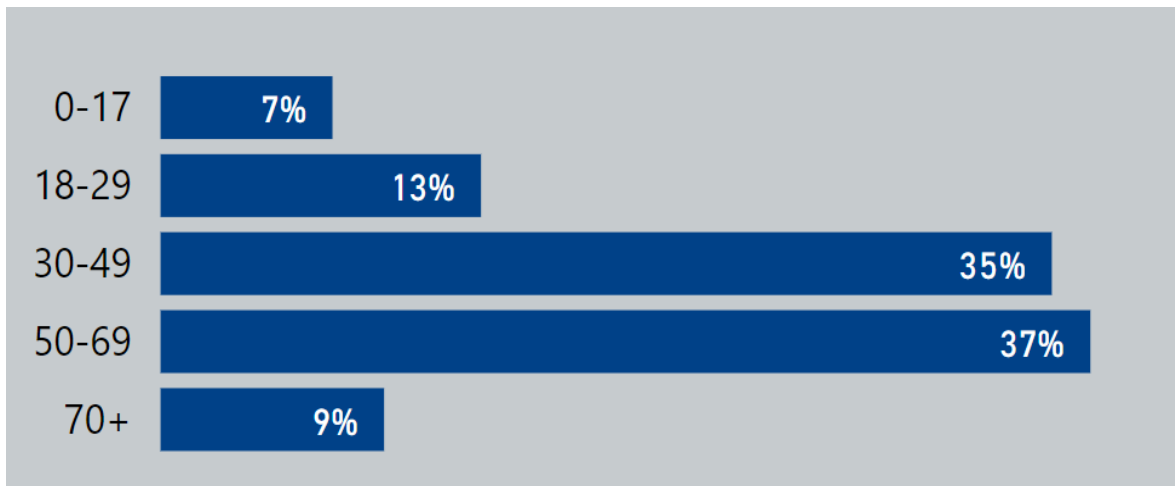


Рисунок 1.4 – Діаграма інфікованих серед вікових груп [7]

1.2.2 Вплив на організм

Потрапляючи у організм, коронавірус псує внутрішнє середовище. Він вражає нервову і дихальну системи, що має серйозні наслідки для інших органів, зокрема для мозку. Якщо легені працюють несправно, то це відображається на кількості і якості кисню, який доставляється еритроцитами до клітин.

Пацієнти, що хворіють або хворіли на коронавірус скаржаться на депресію, апатію, проблеми з пам'яттю та концентрацією уваги. За два роки вивчення інфекції з'явилося чимало досліджень та наукових статей, у яких розглядаються проблеми та наслідки у період після хвороби. Вірус схильний до мутацій та адаптації, тому зараз неможливо вилікуватись назавжди.

Ендрю Бадсон [8], професор медицини США, у своїй статті [9] зробив дослідження щодо довгострокових перспектив пацієнтів з коронавірусом. Він посилається на китайське дослідження [10] у якому слідували за групою з 29 людей, які одужали на коронавірус. За допомогою спеціальних нейропсихологічних тестів, були перевірені когнітивні функції піддослідних. Зв'язок між дисфункцією та випадком визначали методом кореляції Пірсона. Цей метод використовується в статистиці, як показник кореляції між двома змінними, який набуває значень +1 або -1 [11].

Тенденція результатів показує, що у людей, що хворіли на коронавірус, реакція була повільнішою. Більше того, кореляція показує, що навіть люди, які перехворіли – показують погіршені результати. Тобто, одужання від хвороби не означає повне відновлення. Уражений організм продовжує страждати від наслідків.

Більшість пацієнтів скаржились на появу «туману» у голові [10]. Так вони характеризували запаморочення та порушення когнітивних функцій + часткові проблеми з пам'яттю. Термін, за який люди відновлювались варіюється від тижня, а у деяких виникали ускладнення. Кожен організм унікальний, тому складно сказати, як саме інфекція впливає на нього. Хтось перехворів і навіть не помітив, а когось терміново госпіталізували [7].

Проте факт, порушень пам'яті та когнітивних функцій турбує науковців. Бадсон пише, що людям з таких професій, як медпрацівники, політики, юристи та фінансисти, слід додатково проходити нейропсихологічні тестування [12]. Навіть після одужання від ковіду.

1.3 Сучасні дозатори пігулок

Одним із способів уникнути або, принаймні, запобігти проблемам з прийманням ліків, є використання дозатора пігулок. Це сучасне рішення знайшло своїх клієнтів за кордоном, у країнах Заходу. Такі дозатори використовуються для домашнього користування.

Існує безліч варіантів, порівнюючи з простою капсулою, що розділена на 3 секції (сніданок, обід, вечеря). Сьогодні у відкритому доступі можна підібрати варіант, який би задовольняв потребам будь-якого клієнта. Список може починатися з простих контейнерів з таблетками та органайзерів і закінчуватися розумними приладами роздачі таблеток з різноманітними сигналами індикації та сповіщенням [13].

Зараз, перед клієнтами є великий вибір дозаторів, тому було зроблено огляд сучасних аналогів, з урахуванням їх технічних характеристик та можливостей .



Рисунок 1.5 – Органайзер Gogooda [14]

Найдоступнішим є Pill Organizer (рис. 1.5). Цей пластиковий контейнер взагалі не має електроніки, а тому функціонує цілодобово. Він складається з семи футлярів для пігулок. За необхідності їх можна вийняти для зручного використання в дорозі. Кожен з них має маркування для ранку, обіду та вечору[14].

Приємним доповненням є яскраве забарвлення. Таке вдале поєднання гами кольорів нагадує веселку, адже там також сім кольорів (як і днів тижня). Тому, кожен день можна асоціювати з певним кольором. Коли клієнт буде шукати свої пігулки, то серед речей він точно його помітить.

Суттєвим недоліком такого органайзера є відсутність системи сповіщення. До того ж, занадто легко можна загубити окремі частини.



Рисунок 1.6 – Органайзер Xinhome Pill [15]

А от для подорожей зручніший Xinhome Pill Organizer (рис. 1.6). Завдяки чудовому шкіряному кейсу, ваші пігулки не загубляться. Сім футлярів, що виготовлені з спеціального безпечного пластику, поділені на чотири розділи для ранкових, полуденних, вечірніх та нічних ліків. Для зручності відкривання кришки ковзають і не вимагають скручування [15].

Аналогічним плюсом, у порівнянні з першим органайзером, цей також має різноманітну гаму кольорів (по одному на кожний день тижня). Але тут пропонується чотири відсіки для пігулок, замість трьох. Можливість додаткового слоту (окрім сніданку, обіду та вечері) є приємним бонусом.

Нажаль, як і багато інших простих органайзерів для ліків, тут немає автоматичної видачі та системи оповіщення. До того ж, якщо пацієнт страждає на проблеми з пам'яттю, то він, може просто загубити один з футлярів, або лишити його десь.



Рисунок 1.7 – Дозатор Hero Automatic [16]

На значно іншому рівні знаходиться дозатор для пігулок Hero Automatic Medication Dispenser (рис. 1.7). Цей дозатор пропонує спеціальні звукові та візуальні нагадування про час прийому ліків. Існує користувацький додаток, який нагадує вам або доглядальниці про процедури. Він має додатковий PIN -код, щоб зберігати ліки безпечно зачиненими, доки не прийде час їх приймати. Він розрахований на 90 днів прийому ліків.

Додаток отримує гарні відгуки від клієнтів. Він доступний у магазинах Apple та Google Play. Існує також можливість додаткових послуг передплати, таких як автоматичне поповнення рецептів [16].

З іншого боку, Неро вимагає щомісячної оплати та підписки, а також є занадто дорогим.



Рисунок 1.8 – Дозатор MedSmart [17]

Порівняно з попереднім приладом e-Pill MedSmart Plus (рис. 1.8) є доступнішим. Цей дозатор блокується ключем, запобігаючи прийом ліків до призначеного часу. Програмою передбачено шість обов'язкових щоденних оповіщень в яких пацієнту доброзичливо повідомляють, про час прийому ліків (також із легкими сигналами тривоги). Коли таблетки будуть готові до вилучення, на приладі чітко позначається місце, де потрібно натиснути, щоб їх отримати. Оскільки він розрахований на дозування препаратів до 28 днів, він не вимагатиме постійної уваги користувача або людини, що доглядає пацієнта [17].

Проте, якщо ним користуються люди з вадами слуху, його сповіщення не будуть мати потрібний ефект, тому це слід враховувати.

Основні переваги та недоліки описаних вище дозаторів ліків представлено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Переваги та недоліки сучасних дозаторів ліків

Дозатори ліків	Переваги	Недоліки	Кількість відсіків
Gogooda Weekly Pill Organizer	<ul style="list-style-type: none"> – доступність; – простота використання; – якісний не алергенний матеріал; – розподілення пігулок на тиждень. 	<ul style="list-style-type: none"> – відсутність системи сповіщення; – легко загубити комплектуючі частини. 	21
Xinhome Pill	<ul style="list-style-type: none"> – доступність; – можливість брати з собою у подорож; – не алергенний матеріал; – більша кількість відсіків. 	<ul style="list-style-type: none"> – відсутність системи сповіщення; – легко загубити комплектуючі частини. 	28
Hero Automatic	<ul style="list-style-type: none"> – більша ємність для пігулок; – наявність системи блокування; – присутні оповіщення для пацієнтів про прийом ліків; – обробляє складні схеми лікування; – розрахований на 90 днів; – має мобільний додаток. 	<ul style="list-style-type: none"> – висока вартість; – потребує інструкції використання; – складний у виробництві; – щомісячна підписка. 	Розрізняє до 10 видів ліків

e-Pill MedSmart Plus	<ul style="list-style-type: none"> – наявність щоденних будильників; – наявність системи блокування; – автоматична система видачі; – розрахований до 28 днів; – не потребує щоденного слідкування за роботою. 	<ul style="list-style-type: none"> – висока вартість; – не має мобільного додатку; – потребує інструкції використання; 	28
----------------------------	--	---	----

Зробивши огляд основних типів дозаторів пігулок, які зараз є на ринку, можна сказати, що саме MedSmart є ідейним братом для нашої розробки. Тому ми будемо намагатися взяти усе найкраще від нього та врахувати його вади і недоліки.

1.4 Огляд патентної інформації

1.4.1 Органайзер для таблеток 3x7 HealPeel

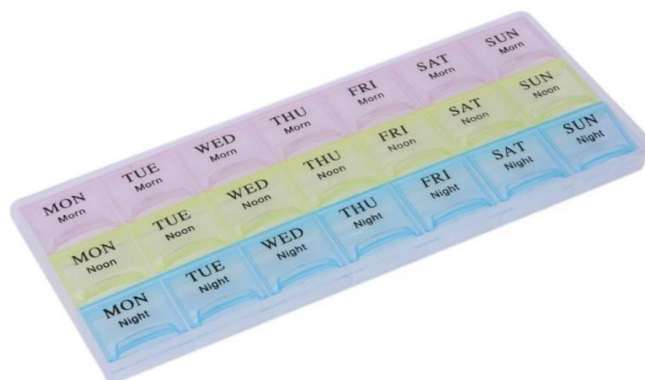


Рисунок 1.9 – Органайзер таблеток 3x7 [18]

Основні характеристики Органайзеру таблеток 3x7 (рис. 1.9) [18] представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Характеристика Органайзеру таблеток 3x7 [18]

Характеристики Органайзеру для таблеток 3x7	
Матеріал	Пластик
Довжина корпусу	215 мм
Висота корпусу	15 мм
Ширина корпусу	120 мм
Довжина відсіку	28 мм
Висота відсіку	15 мм
Ширина відсіку	28 мм
Електроніка	Відсутня

1.4.2 Таблетниця с будильником на 4 відділення



Рисунок 1.10 – Таблетниця с будильником на 4 відділення [19]

Основні технічні характеристики Таблетниці с будильником на 4 відділи (рис. 1.10) [19] представлені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Характеристики Таблетниці с будильником на 4 відділення [19]

Характеристики Таблетниці с будильником на 4 відділення	
Матеріал	Пластик
К-сть відсіків	4
Живлення	Батарейка CR2025
Ширина відсіку	70 мм
Довжина відсіку	100 мм
Висота відсіку	15 мм
Вага	54 г
Особливості	Таймер

1.4.3 Таблетниця-контейнер для пілюль з таймером на 2 відділення



Рисунок 1.11 – Таблетниця-контейнер для пілюль з таймером на 2 відділення [20]

Основні технічні характеристики Таблетниці-контейнер для пілюль з таймером на 2 відділення (рис.1.11) [20] представлені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Таблетниця-контейнер для пілюль з таймером на 2 відділення [20]

Характеристики Таблетниці-контейнер для пілюль з таймером на 2 відділення	
Матеріал	Пластик
К-сть відсіків	2
Висота відсіку	20 мм
Ширина відсіку	48 мм
Довжина відсіку	90 мм
Особливості	Таймер

1.4.4 Електронний контейнер для ліків з таймером



Рисунок 1.12 – Електронний контейнер для ліків з таймером [21]

Основні технічні характеристики Електронного контейнеру для ліків з таймером (рис. 1.12) [21] представлені в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Електронний контейнер для ліків з таймером [21]

Характеристики Електронного контейнеру для ліків з таймером	
Матеріал	ABS пластик, поліпропілен
Дисплей	ЖК дисплей
Живлення	1 батарейка типу «AG13»
Колір	Жовтий, зелений
Розміри	95 x 32 мм
Вага	40 г

1.4.5 Таблетниця з таймером на 7 днів Tetris



Рисунок 1.13 – Таблетниця з таймером на 7 днів Tetris [22]

Основні технічні характеристики Таблетниці з таймером на 7 днів Tetris (рис. 1.13) [22] представлені в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Таблетниця з таймером на 7 днів Tetris [22]

Характеристики Таблетниці з таймером на 7 днів Tetris	
Матеріал	Харчовий пластик BPA Free
Дисплей	ЖК дисплей з великим годинником (12/24 режим)
Живлення	2 батарейки ААА
Вага	128 г
Довжина	175 мм
Ширина	75 мм
Висота	25мм
Додатково	Отвір для кріплення шнурка

Висновок до першого розділу

Проаналізувавши доступну інформацію у джерелах інтернет та літературі, можна сформулювати такі передумови створення дозатору ліків:

- старіння населення;
- порушення пам'яті;
- COVID-19;
- епідеміологічна ситуація 2020-2022;
- утворення небезпечних черг;
- вплив коронавірусу на організм.

Ми спостерігаємо стрімкі тенденції старіння населення. Така ситуація спричинена комплексом демографічних процесів, серед яких є: збільшення тривалості життя, зменшення народжуваності та показника середнього віку.

Чим більше літніх людей, тим більше навантаження на систему охорони здоров'я. Пенсіонери вразливі до фізичних та психологічних факторів ризику, а також до нової коронавірусної інфекції. Статистика показує значний відсоток людей похилого віку на госпіталізації.

Заклади медичної допомоги виявилися неспроможними задовольнити попит на лікування та розміщення хворих у стаціонарі, тому більшість людей лікується вдома. Одночасно з цим збільшуються кількості черг за консультацією, медичним оглядом, медикаментами. Тому, розробка приладу, який би допомагав пацієнтам вчасно приймати ліки – є доцільною.

Були проаналізовані сучасні дозатори ліків, які є на ринку. На основі цієї інформації проводилось проектування та реалізація нового дозатору ліків.

2 ПРОЕКТУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ДОЗАТОРУ ЛІКІВ

2.1 Функціональна схема та опис блоків



Рисунок 2.1 – Функціональна схема автоматизованого дозатору ліків

Функціональна схема автоматизованого дозатору ліків (рис. 2.1) складається

з:

- мікроконтролер;
- підсилювач з картою пам'яті;
- динамік;
- фото-елемент;
- блок введення інформації;
- екран;
- драйвер;

- двигун;
- блок передачі даних;
- кінцевий вимикач;
- барабан;
- блок зарядки батареї;
- батарея.

Мікроконтролер керує роботою приладу і виконує такі функції:

- прийом та обробка вхідних сигналів;
- розрахунки внутрішніх операцій;
- контроль роботи приладу;
- об'єднання елементів схеми між собою.

Для експериментальної моделі було обрано плату Arduino Uno [27] (рис. 2.2). Цей мікроконтролер відрізняється простотою експлуатації та потрібним набором характеристик. Завдяки зручності конструкції на його базі легко збирати та змінювати моделі приладів. Аналогові та цифрові виводи типу мама. Це полегшує під'єднання дротів та не потребує додатково паяти плату. До того ж, якщо необхідно, можна перемістити контакт без зайвих зусиль. Arduino мають власне програмне середовище у якому зручно працювати. Наявність широкої бібліотеки та сценаріїв з готовими кодами є значним плюсом [28].



Рисунок 2.2 – Мікроконтролер Arduino Uno [27]

Технічні характеристики мікроконтролера [27] представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Основні технічні характеристики Arduino Uno [27]

Характеристики Arduino Uno	
Мікроконтролер	ATmega328
Робоча напруга	5V
Рекомендована вхідна напруга	7-12V
Виводи цифрового вводу/виводу	14
Виводи аналогового входу	6
Флеш-пам'ять	32 KB
Постійний струм на контакт входу/виходу	Pin 40 mA
Постійний струм для контакту	3.3V Pin 50 mA
Тактова частота	16 MHz

Динамік озвучує команди для пацієнтів. Наприклад, про час прийому ліків. Роль динаміка виконує DXI50N-C (рис. 2.3). Цей компонент був обраний за свою простоту конструкції та доступність для покупки. Даний акустичний динамік відповідає заявленим необхідним характеристикам [29].



Рисунок 2.3 – Динамік DXI50N-C [29]

Технічні характеристики динаміка [29] представлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Технічні характеристики DXI50N-C [29]

Характеристики DXI50N-C	
Потужність	0.5 W
Діапазон частот	200~5000 Hz
Імпеданс	50 Ом
Резонансна частота	>200 Hz
Діаметр корпусу	50 мм

Блок передачі відсутній у експериментальній моделі. У наступному прототипі розглядається ESP 8266 NodeMCU [30] (рис. 2.4), що є мікроконтролером та Wi-Fi модулем одночасно. Вона поєднує у собі такі переваги, як: задовільна функціональність та невеликі розміри.

Технічні характеристики ESP 8266 NodeMCU [30] представлені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Основні технічні характеристики ESP 8266 NodeMCU [30]

Характеристики ESP 8266 NodeMCU	
Мікроконтролер	ESP-8266 32-bit
Робоча напруга	3.3V
Тактова частота	80 MHz
Вхідна напруга	4.5V-10V
Цифрові контакти вводу/виводу	11
Аналогові вхідні контакти	1
Вбудований WiFi	802.11 b/g/n

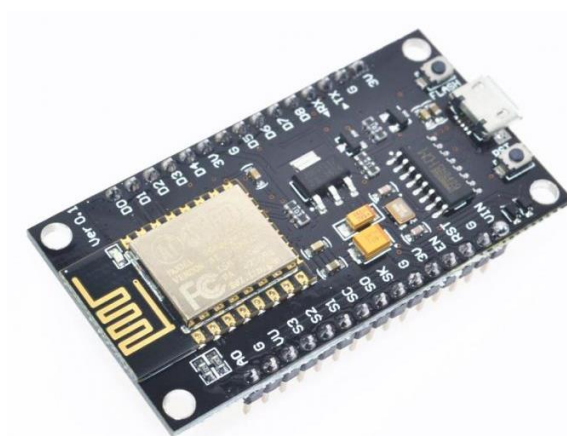


Рисунок 2.4 – Мікроконтролер ESP 8266 NodeMCU

Фото-елемент необхідний як реєстратор коректної роботи з боку клієнта. Його головне призначення ідентифікувати кожний раз, коли стаканчик забирають з ложа. Це робиться для того, щоб система працювали правильно, адже необхідно знати, чи прийняли ліки пацієнти. На разі запропоновано поставити там фото-резистор, який буде фіксувати наявність стаканчика.

У блок введення інформації буде додано кнопки або спеціалізовану клавіатуру для того, щоб можна було без допомоги телефону або комп'ютера вводити дані та проводити налаштування.

На екран буде виводиться інформація про стан системи, відстежування етапів, а також послідовність дій мануального налаштування приладу.

Через драйвер на двигун подається сигнал від мікроконтролеру. Його окремо потрібно налаштовувати через систему або підключати спеціальну бібліотеку.

Ми використовуємо кроковий двигун 28BYJ-48 (рис. 2.5) [31,32] з драйвером ULN2003 (рис. 2.6).

Основною причиною вибору саме крокового двигуна служить його здатність швидко і точно обертати вал на заданий кут у програмі. Такий двигун є безколекторним двигуном постійного струму, тому відрізняється високою надійністю та строком експлуатації.

Технічні характеристики 28BYJ-48 [31] представлені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Технічна характеристика 28BYJ-48 [31]

Характеристики 28BYJ-48	
Номінальна напруга	5V DC
Кількість фаз	4
Коефіцієнт зміни швидкості	1/64
Кут кроку	5,625° /64
Опір постійному струму	50 Ом
Частота	100Hz
Частота холостого ходу	> 600Hz
Частота виходу на холостому ходу	> 1000Hz
Клас ізоляції	A
Шум	(120 Hz , без навантаження)

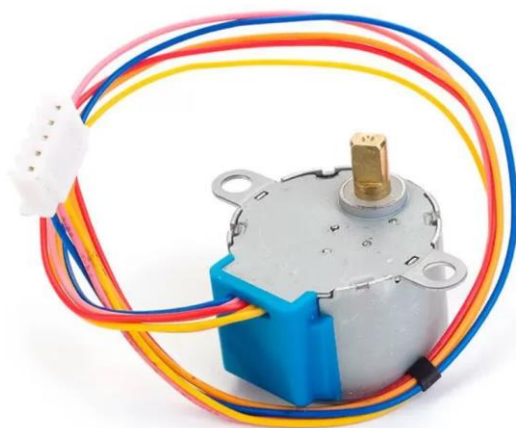


Рисунок 2.5 – Кроковий двигун 28BYJ-48 [32]

Технічні характеристики ULN2003 [33] представлені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики ULN2003 [33]

Характеристики ULN2003	
Максимальний струм (на канал)	500 мА
Напруга живлення	5-12V
Номінальний струм колектора одного ключа	0.5А
Максимальна напруга на вихід	50 V
К-сть діодів	4



Рисунок 2.6 – Драйвер крокового двигуна ULN2003 [33]

Барабан робиться окремою моделлю. В залежності від потреб, кількість барабанів може змінюватись від одного до трьох. Кожний з них оснащений кроковим двигуном та має певну кількість відсіків під ліки, а також технічний отвір для їх скидання.

Завдяки роботі датчика вологості, ми відстежуємо рівень вологості всередині приладу, щоб запобігти втратам ліків. Роль цього датчика виконує DHT11 [34] (рис. 2.7), що є доступним та практичним вибором для використання у приладі.

Технічні характеристики DHT11 [34] представлені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Технічні характеристики DHT11 [34]

Характеристики DHT11	
Робоча напруга	3.5V - 5.5V
Робочий струм	0.3mA
Температурний діапазон	0°C - 50°C
Діапазон вологості	20% - 90%
Точність	±1°C і ±1%

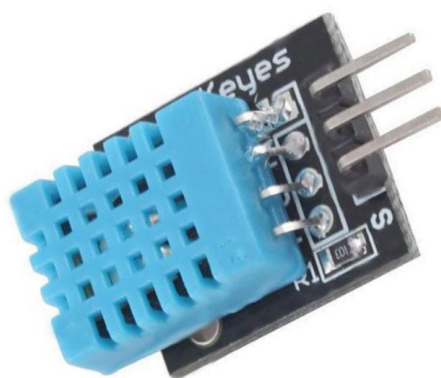


Рисунок 2.7 – Датчик вологості DHT11 [34]

За блок живлення відповідає PowerBank (рис. 2.8) з сонячною батареєю.

Технічні характеристики блоку живлення представлені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Технічні характеристики PowerBank

Характеристики PowerBank

Літій-полімерний акумулятор	12000 mAh
Сонячна зарядка	5V / 200 mA
Input	DC 5V
Output	DC 5V



Рисунок 2.8 – PowerBank сонячною батареєю

2.2 Алгоритм роботи

На основі обраних функціональних блоків був розроблений основний алгоритм роботи проектованого приладу (рис. 2.9, 2.10).

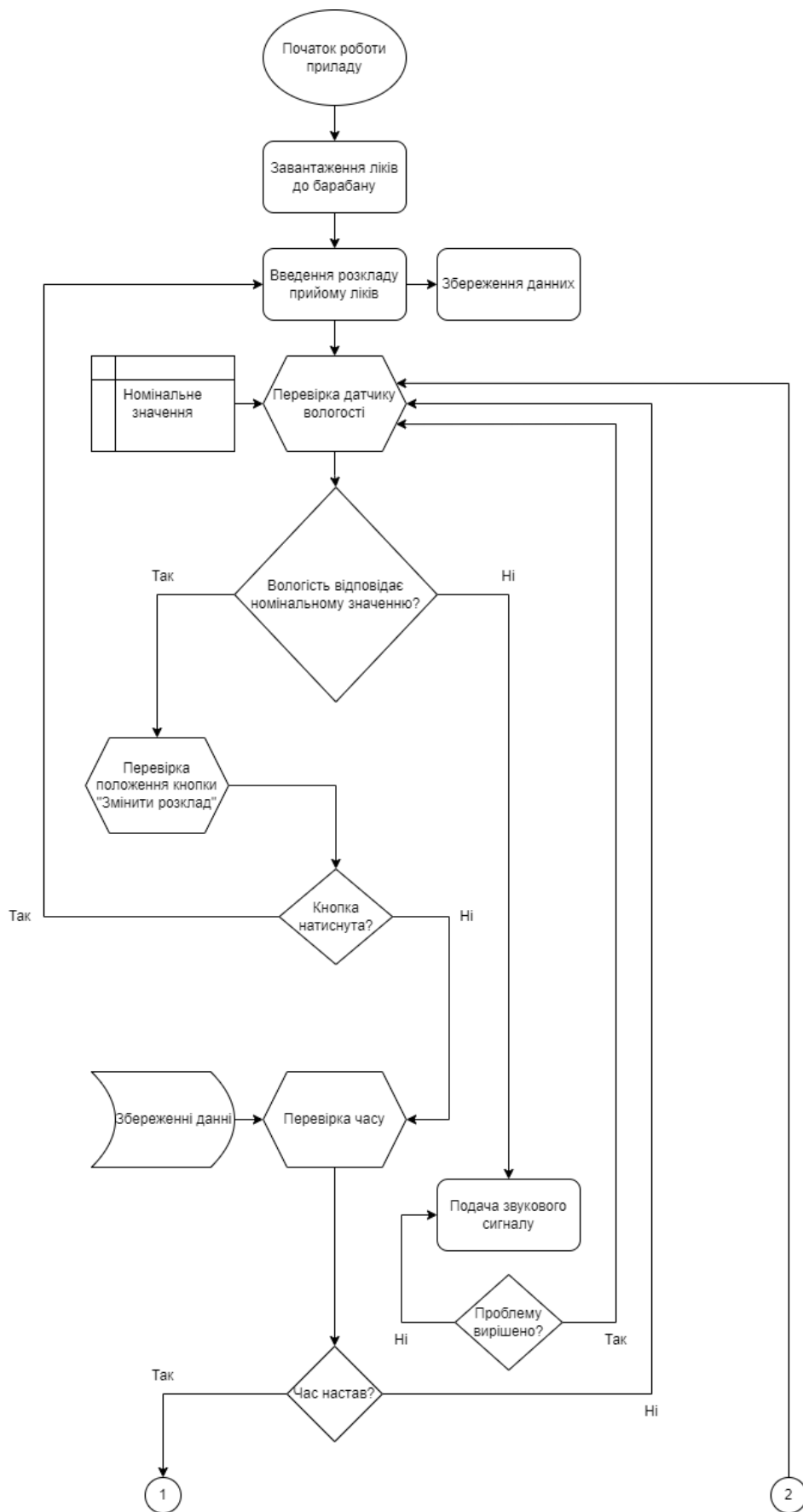


Рисунок 2.9.1 – Алгоритм роботи приладу

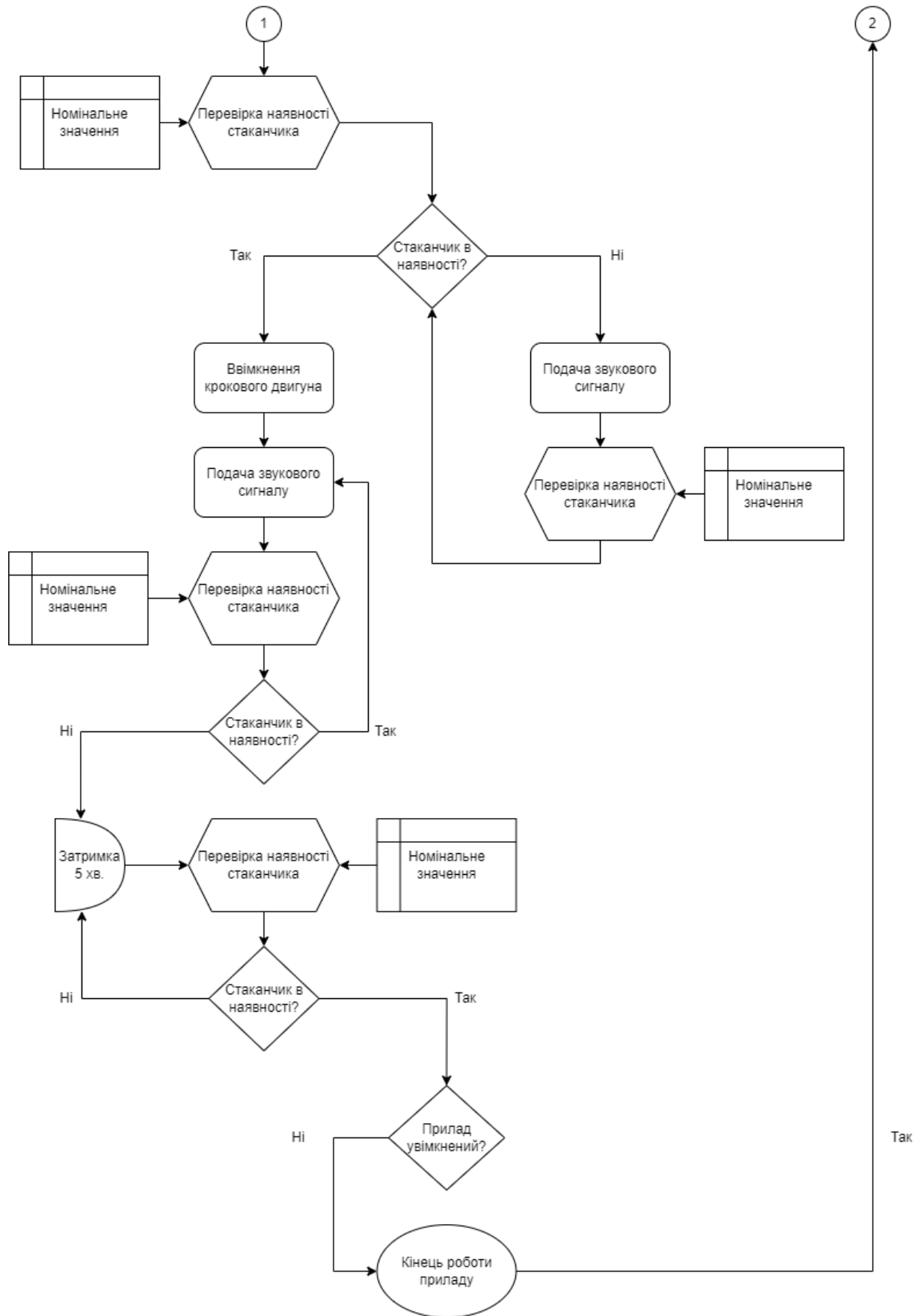


Рисунок 2.9.2 – Алгоритм роботи приладу

Автоматизована система дозації ліків за попереднім розкладом потребує чіткого розуміння функцій та принципів роботи. Тому був побудований алгоритм роботи, який відображає приклад основного циклу програми.

Як показано на рисунках вище, спочатку вмикаємо дозатор – це початок роботи приладу. Потім відкриваємо верхню кришку барабану, яка розділяє внутрішнє і зовнішнє середовище диспеснеру. Лопаті поділяють барабан на відсіки. Завантажемо пігулки у відповідні відділення.

Далі через дисплей з кнопками вводимо розклад прийому ліків. Дані зберігаються у пам'яті мікроконтролеру. Максимальна кількість сеансів розрахована на максимальну кількість відділень для пігулок. Датчик DHT11 перевіряє внутрішнє середовище барабану на відповідність номінальному значенню вологості. Якщо пігулки знаходяться у несприятливих умовах, то вмикається сигнал попередження. Якщо рівень вологості у межах норми, то програма чекає дати, яка записана у розкладі.

Коли настав час приймати ліки, подається звуковий анонс сеансу. Датчик перевіряє наявність стаканчика для пігулок. Якщо стаканчик відсутній – подається сигнал попередження. Система чекає доки стаканчик з'явиться, щоб продовжити роботу. Коли датчик зареєструє його положення у відповідному місці, кроковий двигун почне роботу. Мікроконтролер дає команду на старт кроковому двигуну, який обертає на визначену відстань лопаті барабану. Ліки падають у стаканчик.

Поки пацієнт не забере ліки, дозатор буде робити попередження з певною періодичністю. Коли ліки забрали, система перевіряє наявність стаканчику. Якщо його немає, то звучить попередження, якщо є – система переходить у спокій і чекає наступного сеансу прийому ліків.

2.3 Електрична принципова схема експериментальної моделі

Електричні схеми відображають взаємозв'язки пристроїв враховуючи принципи їх дії і послідовність роботи АСК. На схемі (рис.2.11) зображено необхідні

елементи за допомогою спеціальних, стандартизованих позначень [35]. Лінії з'єднань між електричними модулями виділили окремим кольором (зеленим).

На схемі присутні використовувані пристрої (зокрема драйвер та кроковий двигун).

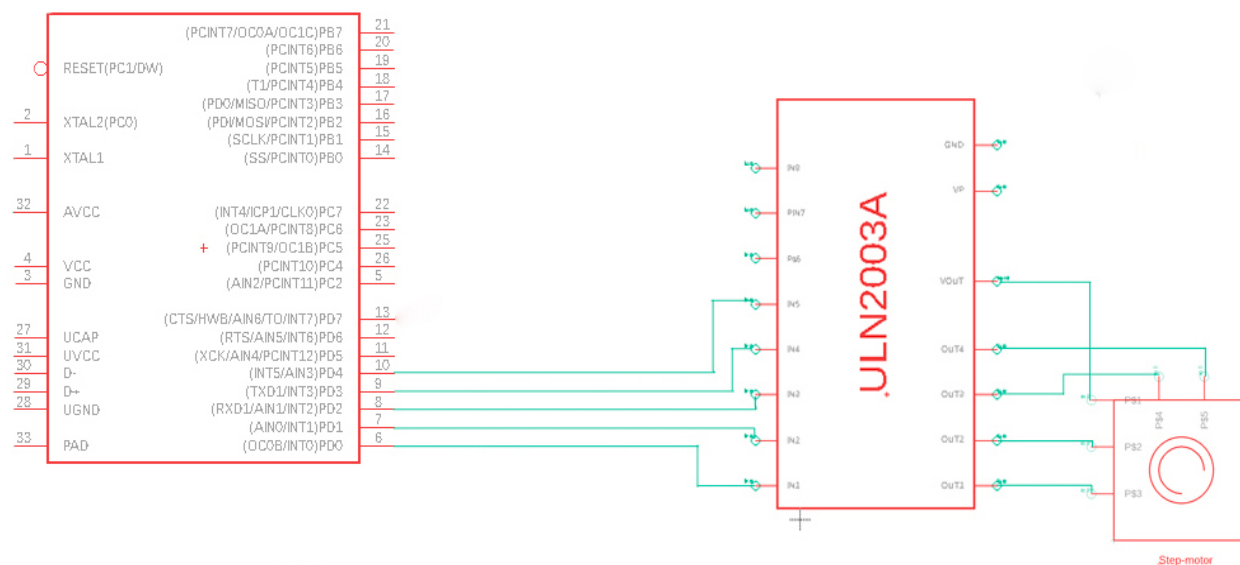


Рисунок 2.10 – Електрична принципова схема першої експериментальної моделі

У порівнянні з запланованим проектом реалізації – це спрощена схема основних частин. Тут відображено окремий зв'язок між мікроконтролером та кроковим двигуном, який ми обрали. Лінія зв'язку йде через драйвер ULN2003A, що знайшло відображення на схемі.

Дане зображення отримане у спеціальній програмі для створення електричних схем EAGLE [36]. Оскільки у переліку не було необхідного нам обладнання (двигун з драйвером), довелось намалювати власноруч. Дякуючи інтуїтивно-зрозумілому інтерфейсу програми, це було не тяжко. У додатку В знаходиться зображення альтернативної електричної принципової схеми. Її було намальовано у програмі LTspice XVII [37].

На п'яти з шостого по десятій Arduino Uno підключається наш драйвер ULN2003. Він використовує входи з d1 по d4. По ним сигнал заходить на плату та дає команду кроковому двигуну.

В свою чергу, кроковий двигун 28BYJ-48 отримує сигнал через драйвер на входи з першого по четвертий, а на п'ятий заходить лінія з Vout плати ULN2003.

Після оформлення електричної схеми у EAGLE, її можна зробити у вигляді плати, тобто створити модель для друку на трафареті. Цим EAGLE підкупає при виборі редактора схем на етапах проектування.

2.4 3D-модель приладу

Після узгодження алгоритму роботи і електричної схеми було розроблено 3D-модель корпусу Автоматизованого дозатору ліків (рис. 2.12, 2.13). Для цього обрано програму для створення тривимірної комп'ютерної графіки Blender [38]. Перевагами цієї програми є її невеликий розмір, доступність на платформах та повний безкоштовний пакет функцій таких як: засоби моделювання, рендер, створення анімації та ін. [39]

Циліндр є головною геометричною фігурою корпусу дозатора. Тож моделювання почалось з нього. Обравши потрібний розмір, була закладена основа диспенсера таблеток. Потім спереду і ззаду виділили місце для стаканчику і відсік під блок живлення відповідно. Кришка робилась в останню чергу, після внутрішніх деталей. Робота над барабаном була складнішою. Використовуючи відомий діаметр основного корпусу була зроблена модель. По суті, це той же корпус, але іншої висоти та іншого внутрішнього діаметру. Всередині нього розміщуються лопаті. Це дві окремі деталі, які потім було анімовано для презентації.

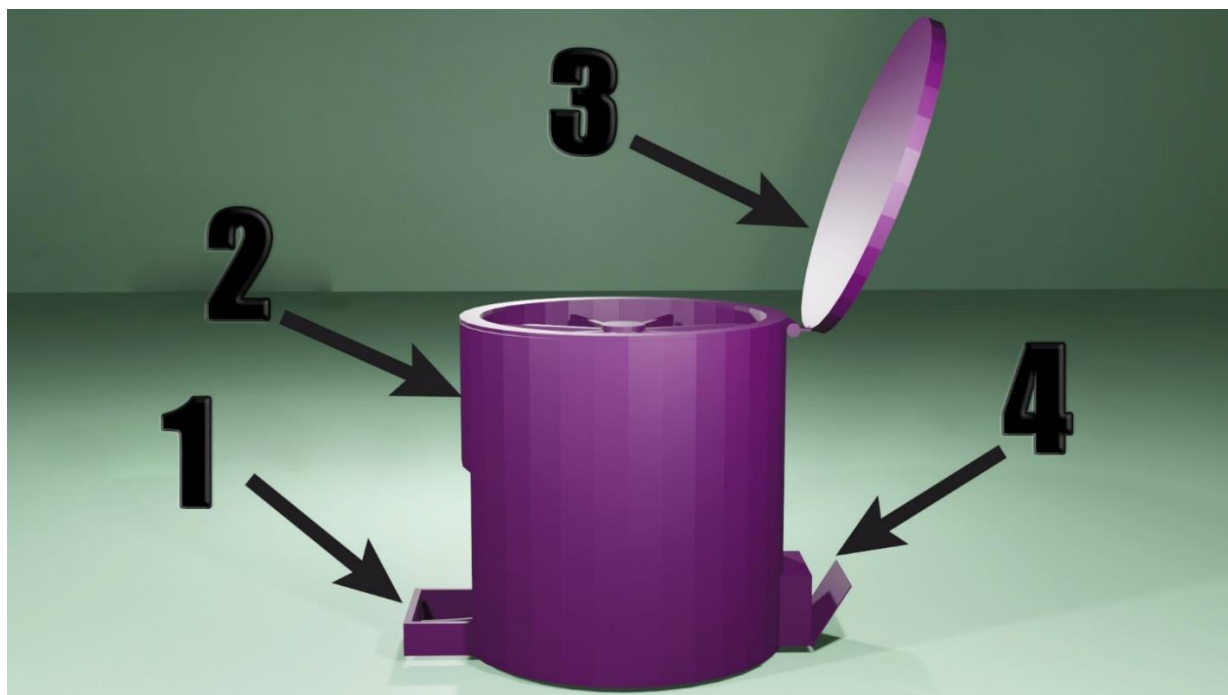


Рисунок 141 – 3D-модель корпусу Автоматизованого дозатору ліків: 1 – місце для стаканчика; 2 – корпус; 3 – зовнішня кришка; 4 – відсік блоку живлення

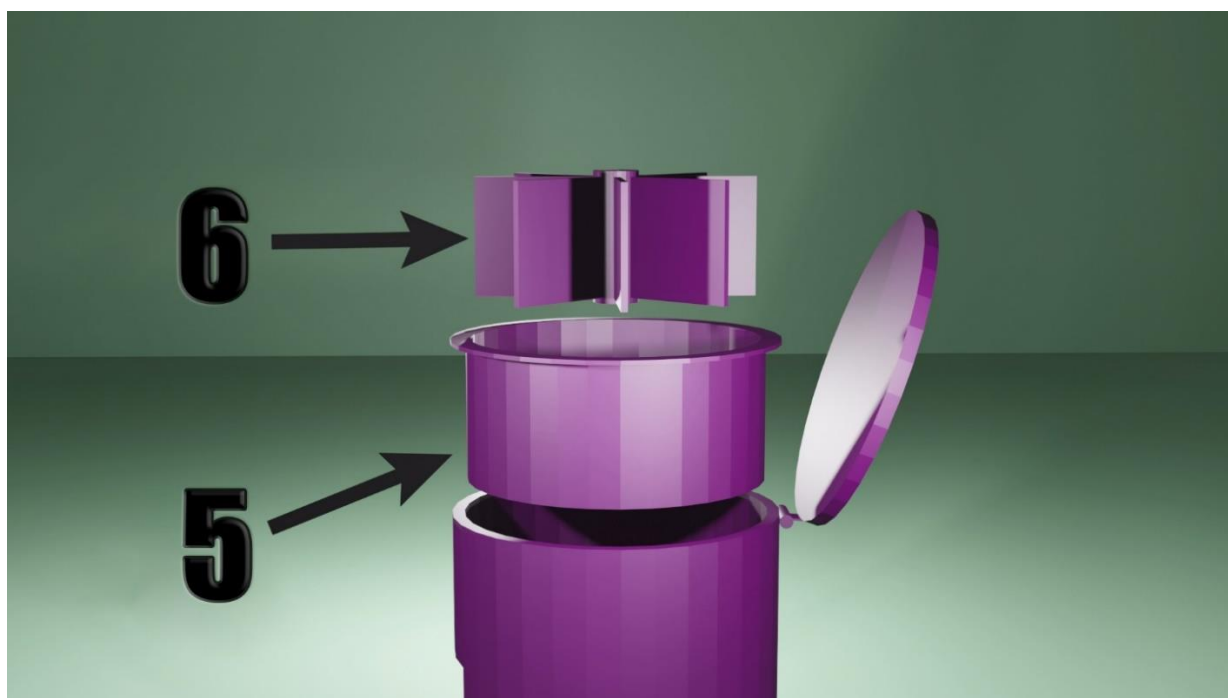


Рисунок 2.12 – 3D-модель внутрішнього барабану Автоматизованого дозатору ліків: 5 – корпус барабану; 6 – лопаті для пігулок

2.5 Хід роботи

Перш ніж почати роботу, було обрано матеріали, з яких і буде складатися наша експериментальна модель. Корпусом послужить пластикове відерце з-під згущеного молока, а основа барабану буде з міцного картону. Така конструкція має довести реальність виконання роботи, а також відображати прототип 3д-моделі приладу, яку ми розробили раніше.

Спочатку було зроблено за мірками діаметру відерця лопаті барабану (рис. 2.13). Такий картон відповідає нашим вимогам стосовно якостей матеріалу:

- по-перше, він достатньо міцний і не деформується при роботі;
- по-друге, він легкий і не буде перенавантажувати кроковий двигун.

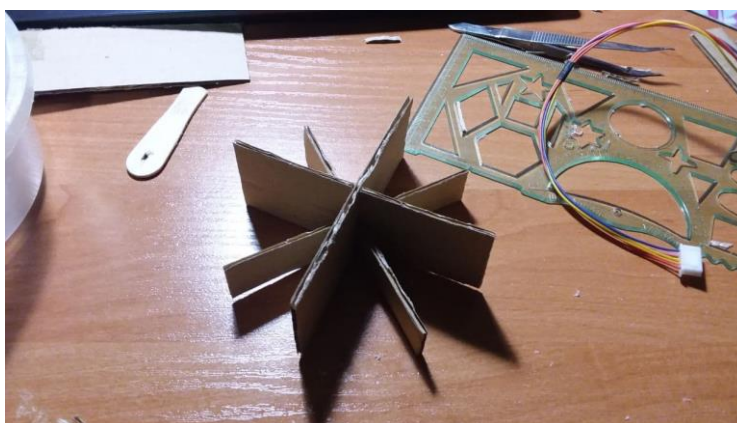


Рисунок 2.13 – Картонні лопаті

Потім підготуємо корпус барабану, попередньо зробивши отвори для кріплення крокового двигуна (рис. 2.14). Для цього підбираємо потрібне свердло.



Рисунок 2.14 – Підготовка верхнього корпусу барабану

Попередньо приклавши кроковий двигун до виготовлених отворів, було помічено, що вісь кріплення виступає за площину барабана на 5 міліметрів. Тому необхідно виготовити спеціальну пластину з картону, щоб нівелювати нерівності (рис. 2.15). Така половиця має точно встати на дно пластикового барабану, тому її діаметр повинен дорівнювати внутрішньому діаметру корпусу.

Також, потрібно зробити технічні отвори для двигуна і відсіку скидання пігулок. Для двигуна зроблено 3 отвори, 2 з яких – для кріплень, тому що шапка шурупів не дозволяє половиці щільно прилягати.



Рисунок 2.15 – Картонна половиця

Наступним кроком ставимо двигун на місце та накриваємо половицею (рис. 2.16, 2.17). Шурупи мають міцно фіксувати кроковий двигун до корпусу барабану, адже люфт може призвести до не правильного розрахунку роботи.

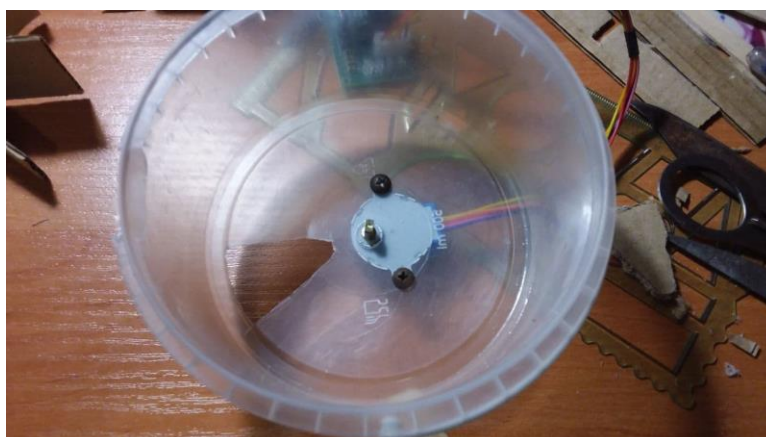


Рисунок 2.16 – Вмонтований двигун



Рисунок 2.17 – Встановлена половиця

Тепер необхідно зробити жорстку рейку, на яку ми прикріпимо лопаті барабану. Для цього було використано паличку від морозива (рис. 2.18).



Рисунок 2.18 Основа лопатей

Далі ставимо наш каркас лопатей на рейку та фіксуємо за допомогою клей-пістолету (рис. 2.19).

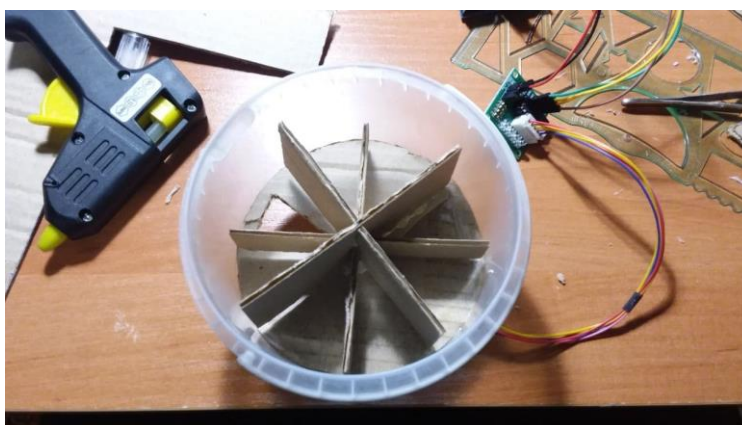


Рисунок 2.19 – Встановлений барабан

Робота з верхньою частиною на цьому етапі завершена.

Тепер починається робота з основним корпусом дозатору.

Беремо пластикове відерко то закріплюємо всередині плати мікроконтролеру Arduino Uno.

Робимо спеціальні отвори навпроти отворів плати та затягуємо дротом для жорсткості (рис. 2.20).

Тепер наш мікроконтролер нікуди не дінеться при транспортуванні приладу або інших переміщеннях.

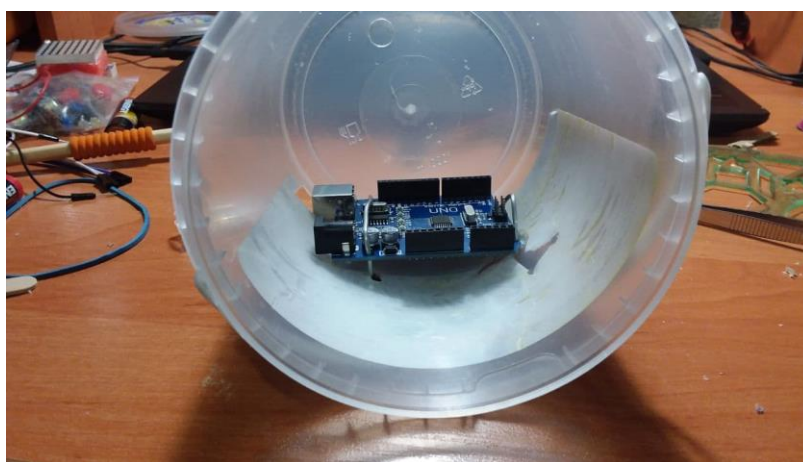


Рисунок 2.20 – Зафіксована Arduino Uno

Потім робимо на корпусі отвори для виходу плати Arduino та під стаканчик, який ми будемо використовувати для збирання ліків (рис. 2.21, 2.22).

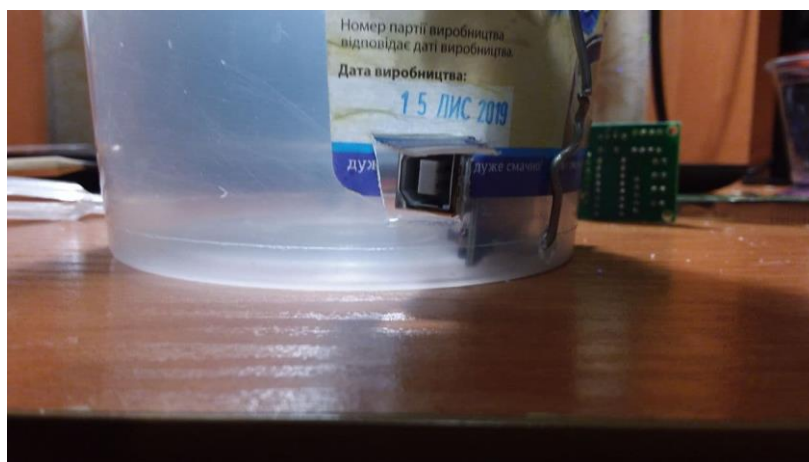


Рисунок 2.21 – Отвір для Arduino



Рисунок 2.22 – Отвір для стаканчику

Ріжемо один з стаканчиків таким чином, щоб стінка закрила нутрощі корпусу та утворила своєрідний паз для функціонального стаканчику (рис. 2.23). Щоб пластик тримався, використовуємо клей-пістолет.



Рисунок 2.23 – Готовий корпус

На цьому етапі збирання першого експериментального прототипу завершено. Можна під'єднати до мікроконтролеру драйвер та кроковий двигун. Обережно розміщуємо плати всередині і накриваємо барабаном. Конструкція надійна та технічна.

2.6 Програмна частина

2.6.1 Огляд коду

Після проектування експериментальної моделі, приступимо до написання програмного коду приладу.

Для програмування плати було використано середовище розробки Arduino IDE [40] з встановленою бібліотекою <CustomStepper.h>. Сам код було написано на мові програмування C++ (рис. 2.24) [41], повна версія у додатку А.

```
3 #include <CustomStepper.h> //
4 CustomStepper stepper(8, 9, 10, 11); //
5
6 int example = 1; //
7
8 void setup()
9 {
10  stepper.setRPM(12); //
11  stepper.setSPR(4075.7728395); //
12 }
13
14 void loop()
15 {
16  if (stepper.isDone() and example == 1)
17  {
18    stepper.setDirection(STOP);
19    delay(5000);
20    example = 2;
21  }
22  if (stepper.isDone() and example == 2)
23  {
24    stepper.setDirection(CW);
25    stepper.rotateDegrees(45);
26    example = 3;|
27  }
```

Рисунок 2.24 – Приклад програмного коду з основними командами

Трохи нижче буде зроблено акцент на ключових командах та за що відповідають окремі частини коду. Сам код майбутнього приладу буде значно обширним та масштабним, зараз наявна спрощена модель, яка задовольняє вимогам першого прототипу.

`#include <CustomStepper.h>` // підключаємо бібліотеку управління кроковим двигуном. За замовчуванням налаштована на двигун 28BYJ-48-5V. Взагалі, можна власноруч написати програму для реалізації крокового двигуна, але це займає час та пам'ять плати, тому використовуємо вже готову бібліотеку.

```
63 | }
64 | if (stepper.isDone() and example == 9)
65 | {
66 |     stepper.setDirection(STOP);
67 |     delay(5000);
68 |     example = 10;
69 | }
70 | if (stepper.isDone() and example == 10)
71 | {
72 |     stepper.setDirection(CW);
73 |     stepper.rotateDegrees(45);
74 |     example = 11;
75 | }
76 | if (stepper.isDone() and example == 11)
77 | {
78 |     stepper.setDirection(STOP);
79 |     delay(5000);
80 |     example = 12;
81 | }
82 | if (stepper.isDone() and example == 12)
83 | {
84 |     stepper.setDirection(CW);
85 |     stepper.rotateDegrees(45);
86 |     example = 13;
87 | }
88 | if (stepper.isDone() and example == 13)
89 | {
90 |     stepper.setDirection(STOP);
91 |     delay(5000);
```

Рисунок 2.25 – Імітація розпорядку дня пацієнта

CustomStepper stepper(8, 9, 10, 11); // Тут вказуємо пini, до котрих підключений наш драйвер крокового двигуна. Цифри відповідають номерам контактів. Через них ми подаємо сигнал на двигун.

int example = 1; // Це змінна для демонстрації роботи , що відповідає за зміну режимів.

У void setup() містяться такі строки:

stepper.setRPM(12); // Тут встановлюємо кількість обертів у хвилину.

stepper.setSPR(4075.7728395); // Встановлюємо кількість обертів на повний крок. Максимальна кількість 4075.7728395.

Далі код запрограмований циклічно повторюватись, імітуючи розпорядок дня пацієнта (рис. 2.25).

Вкінці пишемо stepper.run(); // Цей метод обов'язковий у блоці loop. Він ініціює роботу двигуна, коли це необхідно.

2.6.2 Налаштування крокового двигуна

Для роботи крокового двигуна 28BYJ-48 нам потрібен драйвер ULN2003. Підключаємо як показано на рисунку 2.26.



Рисунок 2.26 – З'єднання крокового двигуна і драйвера [42]

На платі є чотири контакти входів і п'ять виводів до двигуна. Підключаємо роз'єм з ключем. Тепер, щоб перевірити роботу двигуна, підключаємо його до мікроконтролеру Arduino UNO за схемою як показано на рисунку 2.27.

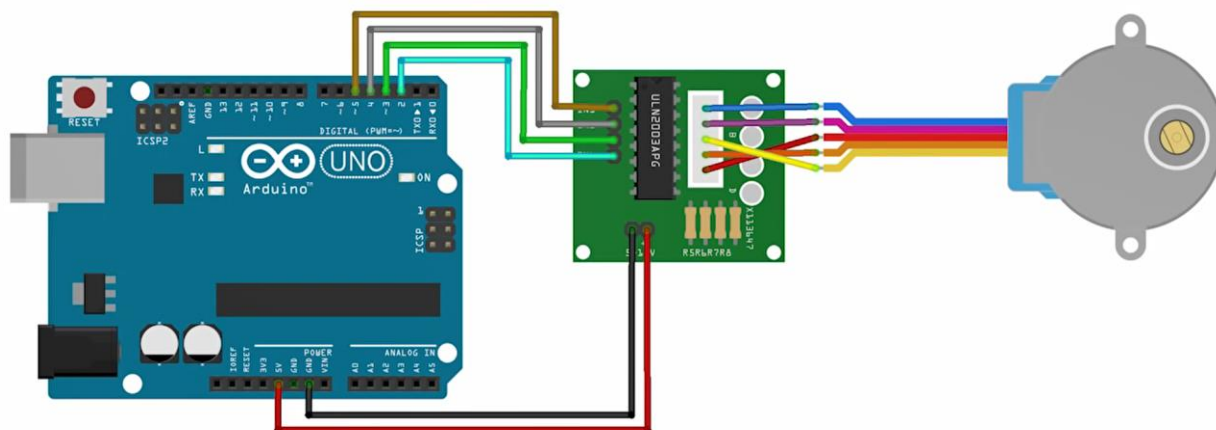


Рисунок 2.27 – Схема підключення крокового двигуна до мікроконтролера [43]

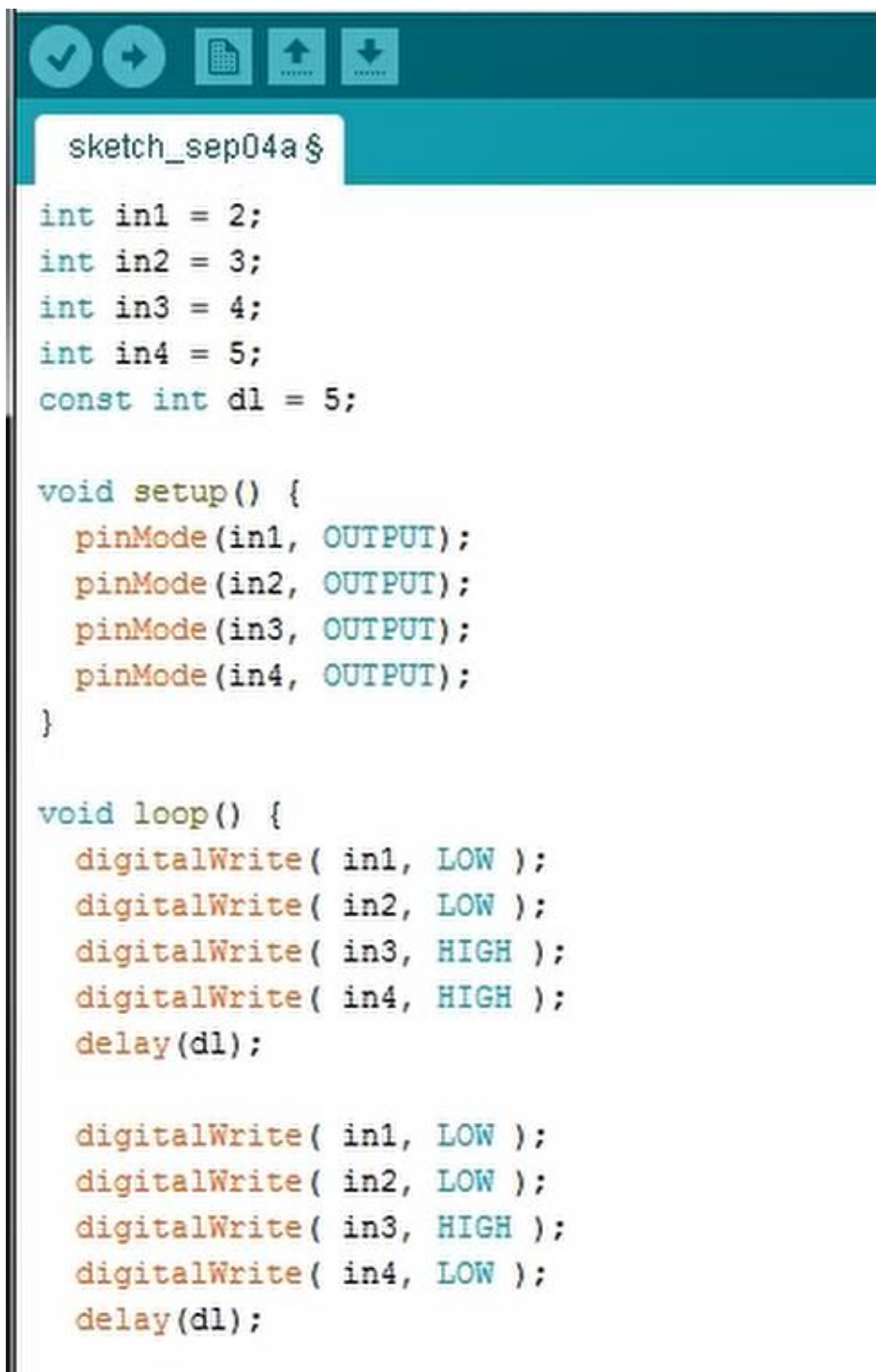
Для того, щоб двигун зробив пів кроку, необхідно подати на його обмотки напругу у певній послідовності. Схема комутації пів-крокового методу наведена у рисунку 2.28.

<i>Крок</i>	A	B	A\	B\
0	1	1	0	0
1	0	1	0	0
2	0	1	1	0
3	0	0	1	0
4	0	0	1	1
5	0	0	0	1
6	1	0	0	1
7	1	0	0	0

Рисунок 2.28 – Схема комутації крокового двигуна

Колонка A відповідає котушці n3, колонка B – n4, колонка A\ і B\ - n1 і n2.

Тепер напишемо програму для керування кроковим двигуном (рис. 2.29). Спочатку задаємо змінні та постійні (`int in1=2 – int in4=5`), `dl` – це час між комутацією. У функції `void setup` чотири контакти Arduino як виходи, а у функції `void loop` виконання програми згідно з таблицею (`LOW – 0, HIGH – 1`).



```
sketch_sep04a $  
  
int in1 = 2;  
int in2 = 3;  
int in3 = 4;  
int in4 = 5;  
const int dl = 5;  
  
void setup() {  
  pinMode(in1, OUTPUT);  
  pinMode(in2, OUTPUT);  
  pinMode(in3, OUTPUT);  
  pinMode(in4, OUTPUT);  
}  
  
void loop() {  
  digitalWrite( in1, LOW );  
  digitalWrite( in2, LOW );  
  digitalWrite( in3, HIGH );  
  digitalWrite( in4, HIGH );  
  delay(dl);  
  
  digitalWrite( in1, HIGH );  
  digitalWrite( in2, HIGH );  
  digitalWrite( in3, LOW );  
  digitalWrite( in4, LOW );  
  delay(dl);  
}
```

Рисунок 2.29 – Програма для керування кроковим двигуном

Цей метод використовується для ручного налаштування крокового двигуна. У розділі вище наведений спосіб підключення через спеціальну внутрішню бібліотеку <CustomStepper.h> у програмі Arduino.

2.7 Результати роботи

2.7.1 Опис готової конструкції

Після того як усі роботи були припинені, маємо готовий перший прототип автоматизованої системи видачі пігулок (Додаток Б). Заливши код на мікроконтролер, тепер можемо імітувати умовний розпорядок дня пацієнта і видавати йому пігулки у спеціальний стаканчик (рис. 2.30).



Рисунок 2.30 – Функціонуючий прототип дозатору з відкритим барабаном

Система внутрішнього керування знаходиться всередині пластикового контейнеру з кришкою. Корпус був виготовлений з відерця з-під згущеного молока. Об'єм близько одного літра.

Функціонально конструкція розділяється на дві частини:

1. Основна частина з мікроконтролером, драйвером та місцем під стаканчик.

2. Барабан з відсіками під пігулки, який приводить у рух кроковий двигун, під'єднаний до драйверу дротами.

Позаду є спеціальний отвір для кабелю плати. Там знаходиться вихід мікроконтролеру. Через цей отвір він отримує зв'язок з комп'ютером або ноутбуком.

Таким чином, якщо стає нагальна необхідність перезавантажити код чи змінити його, є можливість зробити це зручно й без зайвих клопотів, до того ж, немає необхідності розбирати прилад.

Інший зручний момент конструкції першого прототипу – це місцями прозорий корпус. Дякуючи цьому, можна з легкістю ідентифікувати чи прилад працює, чи ні. Користувачу надається можливість бачити індикатори.

В основній частині є виїмка для стаканчику, таке рішення було прийняте через необхідність кудись дівати пігулки. Після того як час настав, спрацьовує команда на кроковий двигун, через драйвер вона його запускає. Прокручуючи стінки барабану, у потрібний момент ліки падають у технічний отвір. Там вже стоїть стаканчик, що робить прийом ліків зручнішим.

Через отвір позаду корпусу також можна під'єднати блок живлення. У нашому випадку задовольнить будь-який паувербанк або акумулятор на 5V.

В загальній складності, конструкція вийшла компактною. Завдяки вже вбудованим ручкам на відрі, прототип можна легко переносити, а також фіксувати обидві частини для міцнішого з'єднання.

Таким чином виглядає перша експериментальна модель автоматизованої системи видачі пігулок. У майбутньому буде надрукована 3д-модель та додані нові датчики і компоненти.

2.7.2 Плани удосконалень

На основі аналізу конкурентів та патентної інформації існуючих дозаторів можна зробити висновки:

1. Значною популярністю користуються звичайні таблетниці. Через простоту конструкції та відсутність електроніки ці моделі більш доступні для населення. Завдяки цьому з'явилася ідея трансформації нашого дозатору.

У звичайній комплектації – це автоматизована система, яка видає пігулки у назначений час. Але, барабан з ліками, можна спроектувати таким чином, щоб він міг використовуватися клієнтами без технічної частини приладу.

Наприклад, пацієнт хоче поїхати на дачу, але взяти з собою весь диспенсер не може. Було б зручніше від'єднати барабан, який перетвориться на простий органайзер таблеток.

2. Навіть серед простих дозаторів існує варіативність будильників. Тому, щоб бути більш привабливим та конкурентоспроможним, прототип має запропонувати покращену систему оповіщення. Наприклад, вибір голосових команд, їх інтенсивність та різноманіття ведучих.

3. Суттєвим недоліком більшості дозаторів пігулок є відсутність системи ідентифікації пацієнтів. Якщо нашим приладом буде користуватися декілька людей, необхідно розробити механізм ідентифікації користувача. Це буде запобігати прийому не своїх ліків.

4. Усі найдоступніші органайзери таблеток виготовлені зі звичайного пластику. При не правильному використанні або порушенні умов зберігання, ліки всередині можуть псуватися і втрачати свої властивості.

Зберігання пігулок у контейнері, який не містить бісфенол А (BPA) [] та виготовлений з харчових матеріалів - у найбільшому пріоритеті.

5. Питання цінової політики займає ключову роль, адже розроблений продукт має бути досить доступним. Існує широкий діапазон цін на ці медичні прилади. Вивчаючи різні ціни було запропоновано ряд варіантів.

У подальшій розробці є намір провести масштабне дослідження стосовно економічної сторони проекту.

Головною метою зараз є польові випробування експериментального прототипу. Ми маємо домовленості з університетською лікарнею за якими надано дозвіл

для перевірки роботи дозатору. Саме пацієнти зможуть показати сильні і слабкі сторони проекту, поради до удосконалень та максимізації ефективності.

Висновок до другого розділу

Проектування та реалізація автоматизованого дозатору ліків є комплексною процедурою, що складається з ряду важливих етапів.

Спочатку було створено функціональну схему. На ній знайшли відображення ключові блоки майбутнього приладу. Підбір компонентів також робився на основі початкових умов схеми. Звертаючись до технічних специфікацій мікроконтролерів, динаміків, драйверів, двигунів і інших компонентів, вдалося знайти потрібні деталі.

Маючи бачення як працює система, був створений і оформлений алгоритм роботи. Саме тут пояснюється причинно-наслідковий зв'язок цілої системи, що функціонує. Тепер, маючи цілісне уявлення про роботу дозатору, почалося проектування електричних схем. Було намальовано одразу два варіанти: 1) у програмі Eagle; 2) у програмі LTspice XVII. Для реалізації експериментальної моделі знадобився обмежений функціонал проекту, тому схеми легше було розробляти.

Тепер, на етапі готових алгоритму роботи та електричної схеми, почалась робота над 3D-моделлю. Вона проектувалася у програмі Blender. Саме тут закладався орієнтир зовнішнього вигляду майбутньої експериментальної моделі.

На етапі ходу роботи була реалізація проекту у практичній площині, після чого написано програмний код на мові C++ у середовищі Arduino IDE. На даному етапі прототип дозатору ліків був під'єднаний до комп'ютеру. Це було одночасно і джерело живлення і центр команд. Саме з комп'ютеру прошивка завантажувалась у мікроконтролер через кабель.

Були пройдені такі базові етапи проектування, як:

- розробка функціональної схеми;
- підбір компонентів;
- розробка електричних схем;
- розробка 3D-моделі.

На їх основі було створено першу експериментальну модель дозатору ліків. Реалізація проекту у практичній площині зайняла невеликий проміжок часу. Дякуючи підготовці та детальному плануванню кожного кроку. Такий підхід є комплексним та важливим при розробці приладів.

Передбачалося використати 3D-модель дозатору для друку на 3D-принтері. Нажаль, в умовах реалізації прототипу, довелося знайти альтернативний варіант. Загалом, експериментальна модель відповідає своєму 3D-аналогу у програмі Blender, включаючи основні частини конструкції (корпус і барабан).

На основі даних, отриманих на етапах огляду літератури та патентної інформації, було зроблені висновки стосовно покращень та можливих модифікацій. Серед таких пропозицій розглядаються: розширення аудіо бібліотеки оповіщень, використання безпечних матеріалів та збільшена варіативність функцій.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Факультет комп'ютерних наук

Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

ДОПУЩЕНО ДО ЗАХИСТУ

г. в. о завідувача кафедри АКІТ
кандидат технічних наук, доцент

_____ М. І. Сіделев

«___» _____ 2022 р

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

**АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВИДАЧІ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСО-
БІВ ЗА ПРИПИСОМ ЛІКАРЯ З ФУНКЦІЄЮ ВІДДАЛЕНОГО
ОПОВІЩЕННЯ**

Спеціальна частина з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях

151 – КРБ – 471. 22037101

Студент

_____ Г.Ю. Терещенко

«___» _____ 2022 р.

Консультант кандидат техн. наук, доцент

_____ А.О. Алексеева

«___» _____ 2022 р.

Миколаїв – 2022

3 УРАХУВАННЯ ПИТАНЬ ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВИДАЧІ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ З ФУНКЦІЄЮ ВІДДАЛЕНОГО ОПОВІЩЕННЯ

У даному розділі роботи розглянуті питання охорони праці при проектуванні та реалізації автоматизованої системи видачі лікарських засобів з функцією віддаленого оповіщення. Виконана інтегральна оцінка умов праці, на основі якої були запропоновані заходи на покращення умов праці.

3.1 Опис обраного виробничого приміщення, робочих місць, їх обладнання та складання вихідних даних для кількісної оцінки умов праці

Проектування автоматизованого дозатору ліків, виконувалося в офісному приміщенні. Воно було обране через те, що там розроблялася частина коду для плати Arduino та програмування й налаштування крокових двигунів. Тому необхідно зробити огляд та аналіз умов праці на виробничому об'єкті.

Офісне приміщення №19 розташоване на першому поверсі у м. Миколаєві на вулиці В'ячеслава Чорновола 8Д. Приміщення має загальну площу 24 м², відповідно має розміри $a \times b \times c = 6 \times 4 \times 2.3$ м.

Вікна виходять на північну сторону. В офісі зроблено якісний ремонт, встановлені вхідні дерев'яні двері. Два віконних отвору заповнені металопластиковими вікнами з прозорим двокамерним склопакетом. Підлогове покриття в - комерційний лінолеум.

У приміщенні розміщено 6 робочих місць, кожне з яких обладнано персональними комп'ютерами; є маршрутизатор Wi-Fi; в загальному користуванні наявне друкуюче обладнання, а саме: лазерний принтер, сканер та копіювальний пристрій. На стіні є магнітно-маркерна дошка. Біля виходу стоїть бак для води, стіл з мікрохвильовою піччю та електричним чайником.

Загальний вид обраного офісного приміщення наведено на рисунку 3.1. Напряга джерела живлення техніки – 220 В. У приміщенні за правилами техніки

безпеки знаходиться вогнегасник, а також офісне приміщення оснащено системою вентиляції.

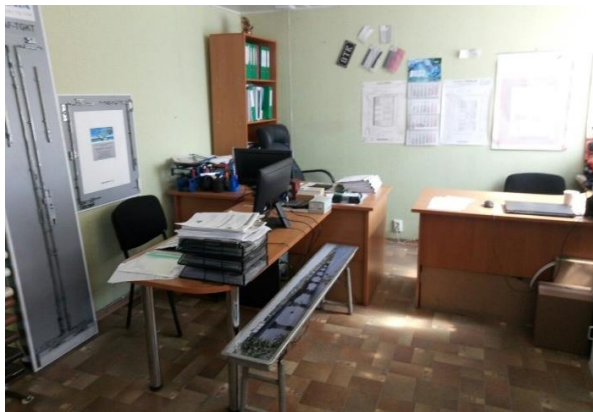


Рисунок 3.15 – Загальний вигляд виробничого приміщення

Для підтримання комфортних мікрокліматичні умов приміщення обладнане системою опалення, кондиціонування повітря .

В темний період дня відчувається дискомфорт, пов'язаний з освітленням.

Вимоги до електробезпеки в обраному приміщенні відповідає вимогам НПАОП 0.00-1.28-10 [44].

Після здійснення необхідних вимірювань та обстежень було проаналізовано та здійснена оцінка умов праці в обраному виробничому приміщенні (табл. 3.1).

3.2 Інтегральна оцінка умов праці в обраному виробничому приміщенні

Для інтегральної оцінки умов праці [45] в обраному приміщенні треба застосувати вхідні дані, які подані в таблиці 1 та здійснити оцінку кожного з факторів трудового процесу за критеріями бальної оцінки.

Таблиця 3.7 – Фактори умов праці в офісному приміщенні

№ з/п	Фактор умов праці на робочому місці	Значення показника	Тривалість дії фактору, хв.
1	Температура повітря на робочому місці (РМ) у виробничому приміщенні, °С: - теплий період - холодний період	23	300
		-	-
2	Відносна вологість повітря на РМ, %	65	480
3	Швидкість руху повітря на РМ, м/с	0,3	420
4	Освітленість на РМ, лк	140	360
5	Мінімальний розмір об'єкта розпізнавання, мм	0,5	360
6	Виробничий шум, дБА	50	420
7	Інтенсивність теплового випромінювання, Вт/м ²	160	420
8	Токсична речовина, озон, кратність перевищення ГДК	1,4	480
9	Виробничий пил (паперовий та ін.), кратність перевищення ГДК	0,5	360
10	Робоче місце (РМ), поза та переміщення у просторі	Робоче місце стаціонарне, поза не вільна, до 25 % часу зміни у нахиленому положенні до 30°	360
11	Кількість важливих об'єктів спостереження	1	420
12	Тривалість зосередженого спостереження, % часу зміни	50	360
13	Тривалість повторюваних операцій, с	50	360
14	Змінність роботи	Ранкова зміна	480
15	Тривалість безперервної роботи за добу, годин	6	360
16	Режим праці та відпочинку	Обґрунтований, без включення музики та гімнастики	480
17	Нервово-емоційне навантаження	Прості дії за заданим планом з можливістю корегування	420
18	Кількість рухів пальців на годину	400	360

У таблиці 3.2 наведені параметри, що необхідні для інтегральної оцінки умов праці:

x_{n_i} – нормативне значення i – того фактору умов праці (прийняті значення відповідають оптимальному (допустимому) класу умов праці згідно з Гігієнічною класифікацією [46]);

$x_{a\bar{o}_i}$ – дійсне значення i – того фактору умов праці (відповідно до даних табл. 1);

x_{x_i} – оцінка i – того фактору умов праці (відповідно до даних додатку Г даного розділу роботи), балів;

t_i – тривалість дії i – того фактору умов праці (відповідно до даних табл. 3.1), хв.;

t_{num_i} – відносна тривалість дії i – того фактору умов праці (за прийнятої тривалості робочої зміни $t_p = 480$ хв.), хв., тобто:

$$t_{num_i} = \frac{t_i}{t_p} = \frac{t_i}{480}; \quad 1.1$$

x_{ϕ_i} – фактична оцінка питомої ваги i – того фактору умов праці, балів, а саме:

$$x_{\phi_i} = x_{x_i} t_{num_i} = x_{x_i} \frac{t_i}{480} \quad 1.2$$

За даними таблиці 2 визначаємо елемент умов праці, який одержав у балах найбільшу оцінку x_{max} .

Найбільшу кількість балів отримав елемент x_2 , який пов'язаний з відотною вологістю повітря на робочому місці, %, тобто $x_{max} = x_2 = 3$. Даний елемент вважається визначаючим.

Таблиця 3.2 – Параметри, що необхідні для розрахунку інтегральної бальної оцінки умов праці на робочому місці

№ з/п	Фактор умов праці на робочому місці	Нормоване значення фактору $x_{нi}$	Оцінка фактору		Тривалість дії фактору		Фактична оцінка питомої ваги фактору x_{fi}
			Абсолютна $x_{абi}$	У балах x_{xi}	Хвилин t_i	У долях робочої зміни $t_{пит i}$	
1	Температура повітря на робочому місці (РМ) у виробничому приміщенні, °С - теплий період - холодний період	23...25	23	1	300	0,625	0,625
		21...23	-	-	-	-	-
2	Відносна вологість повітря на РМ, %	40..60	65	3	480	1	3
3	Швидкість руху повітря на РМ, м/с	<0,2	0,3	2	420	0,875	1,75
4	Освітленість на РМ, лк	200	160	3	360	0,75	2,25
5	Мінімальний розмір об'єкта розпізнавання, мм	>1	0,5	2	360	0,75	1,5
6	Виробничий шум, дБА	50	40	3	180	0,375	1,125
7	Інтенсивність теплового випромінювання, Вт/м ²	≤140	160	2	420	0,875	1,75
8	Токсична речовина, озон, кратність перевищення ГДК	≤1	1	2	480	1	2
9	Виробничий пил (паперовий), кратність перевищення ГДК	≤1	0,5	2	360	0,75	1,5
10	Робоче місце (РМ), поза та переміщення у просторі	РМ стаціонарне, маса переміщення до 5 кг	РМ стаціонарне, поза не вільна, до 25 % часу у нахиленому положенні до 30°	3	360	0,75	2,25

11	Кількість важливих об'єктів спостереження	<5	1	1	420	0,875	1,875
12	Тривалість зосередженого спостереження, % часу зміни	<25	50	2	360	0,75	1,5
13	Тривалість повторюваних операцій, с	>100	50	2	360	0,75	1,5
14	Змінність роботи	Ранкова	Ранкова	1	480	1	1
15	Тривалість безперервної роботи за добу, годин	<8	6	2	360	0,75	1,5
16	Режим праці та відпочинку	Обґрунтований з вкл.. музики та гімнастики	Обґрунтований, без включення музики та гімнастики	2	480	1	2
17	Нервово-емоційне навантаження	Прості дії за індивідуальним планом	Прості дії за заданим планом з можливістю корегування	2	420	0,875	1,75
18	Кількість рухів пальців на годину	<360	400	2	360	0,75	1,5

Далі розраховується:

1. Середній бал усіх елементів крім визначаючого \bar{x} , балів:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} x_{\phi_i}}{n-1}, \quad 2.1$$

де n – фактична кількість врахованих елементів умов праці (у даному випадку $n = 18$).

Тоді:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} x_{\phi_i}}{n-1} = 1.6 \quad 2.2$$

2. Інтегральна бальна оцінка умов праці на робочому місці у відділі програмного забезпечення I_n , балів.

$$I_n = 10 \cdot \left(x_{max} + \bar{x} \frac{6-x_{max}}{6} \right) = 10 \cdot \left(3 + 1.6 \frac{6-3}{6} \right) = 38 \quad 2.3$$

Отримане значення інтегральної оцінки умов праці було проаналізовано і порівняно зі значеннями, наведеними в додатку Б даного розділу дипломної роботи бакалавра. Значення інтегральної оцінки відноситься до категорії.

Згідно даними додатку Д умови праці на визначеному робочому місці відносяться до III категорії.

3.3 Оцінка ефективності заходів щодо покращення умов праці

Пропонується до всіх факторів умов праці, бальна оцінка яких перевищує значення $x_{x_i} = 2$, вжити заходи (надати рекомендації) з метою досягнення кожним із розглянутих елементів умов праці саме зазначеного вище значення ($x_{x_i} = 2$).

За даними таблиці 3.2 визначаємо інтегральний показник важкості праці за формулою, що використовується, коли умови праці оцінюються балами «1» або «2»:

$$I_{n_2} = 19,7 \cdot \bar{x} - 1,6 \cdot \bar{x}^2, \quad 3.1$$

де

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}. \quad 3.2$$

Тоді для даних умов праці згідно таблиці 3.2 маємо:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} = 1.60 \quad 3.3$$

$$I_{n_2} = 19.7 \cdot \bar{x} - 1.6 \cdot \bar{x}^2 = 19.7 \cdot 1.60 - 1.6 \cdot 1.60^2 = 31.5 - 4.1 = 27.4$$

Відповідно до даних, наведених у додатку Д, отримане значення інтегрального показника $I_{n_2}=27.4$ балів, відповідає II категорії умов праці, а саме це такі роботи, що виконуються в умовах, які відповідають гранично допустимим концентраціям (ГДК) і рівням (ГДР) санітарно-гігієнічних елементів, а також допустимим рівням психофізіологічних факторів.

Інтегральний показник важкості праці дозволяє визначити вплив умов праці на працездатність людини у такій послідовності:

1. Ступінь втоми працівника на визначеному робочому місці B , у. о.

$$B = \frac{I_n - 15,6}{0,64}, \quad 4.1$$

де чисельні значення 15,6 і 0,64 – це коефіцієнти регресії.

Тоді:

– до впровадження комплексу заходів з охорони праці коефіцієнт втоми складає

$$B_1 = \frac{I_n - 15,6}{0,64} = \frac{38 - 15,6}{0,64} = 35 ; \quad 4.2$$

– після впровадження комплексу заходів з охорони праці коефіцієнт втоми складає

$$B_2 = \frac{I_{n_2} - 15,6}{0,64} = \frac{27,4 - 15,6}{0,64} = 18,4. \quad 4.3$$

2. Рівень працездатності людини P , у. о.

$$P = 100 - B.$$

Тоді:

– до впровадження комплексу заходів з охорони праці рівень працездатності складає

$$P_1 = 100 - B_1 = 100 - 35 = 65; \quad 4.4$$

– після впровадження комплексу заходів з охорони праці рівень працездатності складає

$$P_2 = 100 - B_2 = 100 - 18,475 = 81,5; \quad 4.5$$

3. Зміна продуктивності праці ΔP , %.

$$\Delta P = 0,2 \cdot \left(\frac{P_2}{P_1} - 1 \right) \cdot 100 = 0,2 \cdot \left(\frac{81,5}{65} - 1 \right) \cdot 100 = 5,1\%. \quad 4.6$$

Висновок до третього розділу

Згідно з даними додатків Г та Д умови праці на визначеному робочому місці відносяться до III категорії, коли спостерігається відхилення від ГДК і ГДР факторів трудового процесу та допустимих величин психофізіологічних факторів.

Для покращення умов праці пропонується приділити увагу клімат-контролю у приміщенні, щоб значення показника вологості відповідало нормам здорового робочого процесу. Шум та відволікаючі фактори можна зменшити за рахунок позмінного відкриття вікон. Оскільки вони мають чудову звукоізоляцію, на час активної роботи в офісі їх можна закривати, щоб звуки вулиці не відволікали від роботи, а під час перерв – відкривати, щоб наситити приміщення свіжим повітрям. Також, під час роботи за комп'ютером можна робити невеликі перерви, щоб очі і тіло відпочили. Рекомендується зробити зарядку для очей та вправи для розминки м'язів шиї і спини.

Після впровадження комплексу заходів з охорони праці розрахунки довели, що проведені заходи призведуть до зменшення важкості праці з III до II категорії, і тим самим буде знижено втому, а також можуть призвести до підвищення працездатності.

ВИСНОВКИ

Метою дипломної роботи студента є розробка моделі автоматизованого приладу для видачі пігулок, який зможе полегшити роботу лікарям та медсестрам у лікарнях, зробити її більш комфортною та безпечною. Таким чином пацієнти позбудуться зайвих контактів. Для реалізації поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

1. Провести аналіз існуючих дозаторів ліків, їх можливостей та сьогоденніших аналогів на ринку.
2. Розробити функціональну схему.
3. Розробити алгоритм роботи.
4. Створити електричну-принципову схему.
5. Написати програмний код.
6. Змодельовати 3-D вигляд приладу.
7. Реалізувати перший експериментальну модель.

Аналіз показав, що найближчим аналогом нашого автоматизованого дозатору ліків є прилад e-Pill MedSmart Plus, але їх функціонали мають відмінності.

Розроблено функціональну схему, яка показує елементи присутні на приладі, для чого вони потрібні та їх роль у ньому.

Створено електричну-принципову схему у програмі EAGLE та LTspice XVII, яка показує з'єднання елементів приладу та за допомогою якої було зібрано модель автоматизованого дозатору ліків.

Написано код приладу на мові C++, за допомогою якого дозатор функціонує правильно та виконує поставлені задачі.

У програмі Blender було змодельовано 3D-вигляд приладу, на основі якого було зібрано експериментальну модель.

Протягом розробки та реалізації проекту були розглянуті питання з охорони праці. На основі отриманих даних вдалося покращити умови праці та запропонувати ряд заходів по підвищенню працездатності на виробництві.

Після завершення проектування, почалися випробування експериментальної моделі в умовах наближених до реальної ситуації. У мікроконтролер була завантажена перша програма «припису лікаря». Диспенсер впорався зі своєю задачею.

Автоматизована система видачі лікарських засобів за приписом лікаря з функцією віддаленого сповіщення має великі перспективи та широкий потенціал зайняти нішу поміж медичних приладів.

Серед його переваг можна визначити:

- мобільність;
- просту конструкцію;
- наявність автономного живлення;
- легкість в освоєнні та користуванні;

Але не має таких приладів, що не містили би в собі недоліків. Основним недоліком нашого дозатору є відсутність польових випробувань.

Цей прилад буде дороблятися та удосконалюватися у подальшому.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Розлади пам'яті [Сайт ВООЗ] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-of-older-adults>
2. Демографическое старение [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5
3. Portal Site of Official Statistics of Japan [Бюро статистики Японії] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.stat.go.jp/english/data/jinsui/tsuki/index.html>
4. Коронавірусна інфекція [Сайт ВООЗ] – Режим доступу до ресурсу: https://www.who.int/ru/health-topics/coronavirus/coronavirus#tab=tab_1
5. Статистика коронавірусу в Україні [Сайт Минфин] – Режим доступу до ресурсу: <https://index.minfin.com.ua/reference/coronavirus/ukraine/>
6. Фото черги до Миколаївської лікарні [Никвести] – Режим доступу до ресурсу: <https://nikvesti.com/news/public/232688>
7. Статистика по covid-19 в Україні [Сайт Центру Громадського Здоров'я МОЗ України] – Режим доступу до ресурсу: <https://phc.org.ua/kontrol-zakhvoryuvan/inshi-infekciyni-zakhvoryuvannya/koronavirusna-infekciya-covid-19>
8. Dr. Andrew E. Budson [Harvard Health Publishing] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.health.harvard.edu/author/andrew-e-budson-md>
9. Andrew E. Budson. The hidden long-term cognitive effects of COVID-19 / Andrew E. Budson. // Harvard Health Publishing. – 03.04.2021
10. The landscape of cognitive function in recovered COVID-19 patients / HetongZhou, ShaojiaLu, JingkaiChen та ін.]. // Journal of Psychiatric Research. – 2020. – №129. – С. 98 – 102.
11. Коефіцієнт кореляції Пірсона [NiNa.Az] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.wiki.uk->

ua.nina.az/%D0%9A%D0%BE%D0%B5%D1%84%D1%96%D1%86%D1%96%D1%94%D0%BD%D1%82_%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BB%D1%8F%D1%86%D1%96%D1%97_%D0%9F%D1%96%D1%80%D1%81%D0%BE%D0%BD%D0%B0.html

12. Lynn A. Schaefer. National Center for Biotechnology Information / Lynn A. Schaefer, Tanu Thaku, Michael R. Meager. // Neuropsychological Assessment. – 2021.

13. Терещенко Г. Ю. Огляд реалізації сучасних дозаторів ліків / Г. Ю. Терещенко, О. Є. Бєліков. // ЧНУ ім. Петра Могили. – 2021. – С. 100 – 102.

14. Pill Organizer [Сайт Амазон] – Режим доступу до ресурсу: https://www.amazon.com/Organizer-Friendly-Compartments-Medication-Supplements/dp/B088PFPTRH?th=1&psc=1&linkCode=ll1&tag=best-pill-dispensers-20&linkId=5dcdf7c352b8675f2efc84611c1804cd&language=en_US&ref_=as_li_ss_tl&correlationId=fc1925dc-81ec-49a7-a862-d13d6e226af6&ascsubtag=fc1925dc-81ec-49a7-a862-d13d6e226af6

15. Xinhome Pill Organizer [Сайт Амазон] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.amazon.com/XINHOME-Organizer-Medication-Reminder-Compartments/dp/B06Y55LDZJ>

16. Hero Automatic Medication Dispenser [Сайт Herohealth] – Режим доступу до ресурсу: <https://join.herohealth.com/qjzo-g/manage-my-meds/?correlationId=30e64bf8-b872-4710-b258-affff3043daf>

17. MedSmart Plus [Сайт Амазон] – Режим доступу до ресурсу: https://www.amazon.com/Pill-MedSmart-Automatic-Dispenser-Alarms/dp/B07VYVYS2B?&linkCode=ll1&tag=best-pill-dispensers-20&linkId=3b156d44d82b2ca79b4163b5d2620992&language=en_US&ref_=as_li_ss_tl&ascsubtag=4c3b073a-c710-4da0-8534-6e7b9a7e2fec&correlationId=4c3b073a-c710-4da0-8534-6e7b9a7e2fec

18. Органайзер для таблеток 3x7 HealPeel [Сайт izi.ua] – Режим доступу до ресурсу: <https://izi.ua/p-10946959-tabletnitsa-tabletnitsya-dlya-kapsul-tabletok-3x7>

19. Таблетниця с будильником на 4 відділення [Сайт izi.ua] – Режим доступу до ресурсу: https://izi.ua/p-19128405-tabletnitsa-s-budilnikom-na-4-otdeleniya?srsltid=AQP2TeN0naDIe49AyvK_bDMVosTGZJQCDcql_0NkSZyIIKS52Oo3sz_I_vU
20. Таблетниця-контейнер для пілюль з таймером на 2 відділення [Сайт izi.ua] – Режим доступу до ресурсу: <https://izi.ua/p-19127184-tabletnitsa-konteyner-dlya-pilyul-s-taymerom-na-2-otdeleniya>
21. Електронний контейнер для ліків з таймером [Сайт izi.ua] – Режим доступу до ресурсу: https://www.stall.com.ua/uk/product/729/?gclid=Cj0KCQjwkruVBhCHARIsACVliOzG_j7Ir5uwPDR2Y-C9U5Rgs7C_9g6ZRgjNpYqEFNbwgEGJwEm4D3EaAjn0EALw_wcB
22. Таблетниця з таймером на 7 днів Tetris [Сайт izi.ua] – Режим доступу до ресурсу: <https://zakupka.com/uk/p/1298823542-tabletnica-s-taymerom-narominaniem-na-7-dney-tetris-raduzhnaya/>
23. Artem Bordichuk. LONELINESS AND SOCIAL ISOLATION OF THE ELDERLY DURING THE COVID-19 PANDEMIC / Artem Bordichuk. // Social work and education. – 2021. – Vol. 8 №2
24. Бордійчук А. Самотність та соціальна ізоляція людей похилого віку під час пандемії covid-19: фактори, що їх спричиняють // Social Work and Education. – 2021. – Vol. 8, No. 2. – С. 152 – 163
25. Ленчук О.М СПЕЦИФІКА СОЦІАЛЬНОЇ РОБОТИ З ЛЮДЬМИ ПОХИЛОГО ВІКУ / Ленчук О.М // Подільський науковий вісник. – 2017. – С. 65 – 70
26. В.П. Малий. ПОВТОРНІ ВИПАДКИ ІНФІКУВАННЯ SARS-COV-2 / В.П. Малий , В.С. Копча // Харківська медична академія післядипломної освіти. – 2021. – С. 1 - 5
27. Arduino Uno. Datasheet / Electronic Component Distributors – С. 1 – 4
28. Переваги Ардуіно Уно [Електросам] – Режим доступу до ресурсу: <https://electrosam.ru/glavnaja/slabotochnye-seti/oborudovanie/arduino-uno/>

29. Головка электродинамическая (динамик) DXI50N [Cquartz1] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.quartz1.com/price/PIC/212N5192620.pdf>
30. Плата [Електронне джерело] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.make-it.ca/nodemcu-details-specifications/>
31. Кроковий двигун [Даташит] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.mouser.com/datasheet/2/758/stepd-01-data-sheet-1143075.pdf>
32. Фото крокового двигуна [Електронне джерело] – Режим доступу до ресурсу: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-mechanics/stepper-motor-28BYJ-48/>
33. Драйвер [Електронне джерело] – Режим доступу до ресурсу: https://3v3.com.ua/product_1269.html
34. Датчик вологості [Електронне джерело] – Режим доступу до ресурсу: <https://components101.com/sensors/dht11-temperature-sensor>
35. ДСТУ ГОСТ 2.702:2013 Єдина система конструкторської документації. [Чинний від 11 грудня 2013 р. № 1470 з 2014-09-01]. Київ : Мінекономрозвитку України, 2015
36. EAGLE [Електронне джерело] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.autodesk.com/products/eagle/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>
37. LTspice XVII [Електронне джерело] – Режим доступу до ресурсу: <https://soft.mydiv.net/win/download-LTspice-IV.html>
38. Blender [Електронне джерело] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.blender.org/>
39. Переваги Blender [Електронне джерело] – Режим доступу до ресурсу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Blender>
40. Arduino IDE [Електронне джерело] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.arduino.cc/en/software>
41. C++ [Електронне джерело] – Режим доступу до ресурсу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B>
42. Фото крокового двигуна [Електронне джерело] – Режим доступу до ресурсу: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-mechanics/stepper-motor-28BYJ-48/>

43. Схема підключення крокового двигуна [Електронне джерело] – Режим доступу до ресурсу: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-mechanics/stepper-motor-28BYJ-48/>
44. НПАОП 0.00-1.28-10. Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин.
45. Гетия И.Г., Леонтьева И.Н., Шумилин В.К. Методические указания по проведению занятия по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» на тему: «Определение интегральной бальной оценки тяжести труда на рабочем месте». – М.: МГАПИ, 2002. – 22 с.
46. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу // Охорона праці. – 2001. – № 12. – С. 12-20.

ДОДАТОК А

Програмний код експериментальної моделі

```
#include <CustomStepper.h>
CustomStepper stepper(8, 9, 10, 11);
int example = 1;
void setup()
{
// Кількість обертів на хвилину
  stepper.setRPM(12);
// Кількість кроків на повний оберт з максимальним значенням (4075.7728395)
  stepper.setSPR(4075.7728395);
}
void loop()
{
  if (stepper.isDone() and example == 1)
  {
    stepper.setDirection(STOP);
    delay(5000);
    example = 2;
  }
  if (stepper.isDone() and example == 2)
  {
    stepper.setDirection(CW);
    stepper.rotateDegrees(45);
    example = 3;
  }
  if (stepper.isDone() and example == 3)
  {
    stepper.setDirection(STOP);
```

```
    delay(5000);
    example = 4;
}
if (stepper.isDone() and example == 4)
{
    stepper.setDirection(CW);
    stepper.rotateDegrees(45);
    example = 5;
}
if (stepper.isDone() and example == 5)
{
    stepper.setDirection(STOP);
    delay(5000);
    example = 6;
}
if (stepper.isDone() and example == 6)
{
    stepper.setDirection(CW);
    stepper.rotateDegrees(45);
    example = 7;
}
if (stepper.isDone() and example == 7)
{
    stepper.setDirection(STOP);
    delay(5000);
    example = 8;
}
if (stepper.isDone() and example == 8)
{
```

```
stepper.setDirection(CW);
stepper.rotateDegrees(45);
example = 9;
}
if (stepper.isDone() and example == 9)
{
  stepper.setDirection(STOP);
  delay(5000);
  example = 10;
}
if (stepper.isDone() and example == 10)
{
  stepper.setDirection(CW);
  stepper.rotateDegrees(45);
  example = 11;
}
if (stepper.isDone() and example == 11)
{
  stepper.setDirection(STOP);
  delay(5000);
  example = 12;
}
if (stepper.isDone() and example == 12)
{
  stepper.setDirection(CW);
  stepper.rotateDegrees(45);
  example = 13;
}
if (stepper.isDone() and example == 13)
```



```
{
  stepper.setDirection(STOP);
  delay(5000);
  example = 14;
}
if (stepper.isDone() and example == 14)
{
  stepper.setDirection(CW);
  stepper.rotateDegrees(45);
  example = 15;
}
if (stepper.isDone() and example == 15)
{
  stepper.setDirection(STOP);
  delay(5000);
  example = 16;
}
stepper.run();
{
if (stepper.isDone() and example == 1)
{
  stepper.setDirection(STOP);
  delay(5000);
  example = 2;
}
if (stepper.isDone() and example == 2)
{
  stepper.setDirection(CW);
  stepper.rotateDegrees(45);
```

```
    example = 3;
}
if (stepper.isDone() and example == 3)
{
    stepper.setDirection(STOP);
    delay(5000);
    example = 4;
}
if (stepper.isDone() and example == 4)

{
    stepper.setDirection(CW);
    stepper.rotateDegrees(45);
    example = 5;
}
if (stepper.isDone() and example == 5)
{
    stepper.setDirection(STOP);
    delay(5000);
    example = 6;
}
if (stepper.isDone() and example == 6)
{
    stepper.setDirection(CW);
    stepper.rotateDegrees(45);
    example = 7;
}
if (stepper.isDone() and example == 7)
{
```

```
stepper.setDirection(STOP);
delay(5000);
example = 8;
}
if (stepper.isDone() and example == 8)
{
stepper.setDirection(CW);
stepper.rotateDegrees(45);
example = 9;
}
if (stepper.isDone() and example == 9)
{
stepper.setDirection(STOP);
delay(5000);
example = 10;
}
if (stepper.isDone() and example == 10)
{
stepper.setDirection(CW);
stepper.rotateDegrees(45);
example = 11;
}
if (stepper.isDone() and example == 11)
{
stepper.setDirection(STOP);
delay(5000);
example = 12;
}
if (stepper.isDone() and example == 12)
```

```
{
  stepper.setDirection(CW);
  stepper.rotateDegrees(45);
  example = 13;
}
if (stepper.isDone() and example == 13)
{
  stepper.setDirection(STOP);
  delay(5000);
  example = 14;
}
if (stepper.isDone() and example == 14)
{
  stepper.setDirection(CW);
  stepper.rotateDegrees(45);
  example = 15;
}
if (stepper.isDone() and example == 15)
{
  stepper.setDirection(STOP);
  delay(5000);
  example = 16;
}
{
if (stepper.isDone() and example == 1)
{
  stepper.setDirection(STOP);
  delay(5000);
  example = 2;
```

```
}  
if (stepper.isDone() and example == 2)  
{  
  stepper.setDirection(CW);  
  stepper.rotateDegrees(45);  
  example = 3;  
}  
if (stepper.isDone() and example == 3)  
{  
  stepper.setDirection(STOP);  
  delay(5000);  
  example = 4;  
}  
if (stepper.isDone() and example == 4)  
  
{  
  stepper.setDirection(CW);  
  stepper.rotateDegrees(45);  
  example = 5;  
}  
if (stepper.isDone() and example == 5)  
{  
  stepper.setDirection(STOP);  
  delay(5000);  
  example = 6;  
}  
if (stepper.isDone() and example == 6)  
{  
  stepper.setDirection(CW);
```

```
stepper.rotateDegrees(45);
example = 7;
}
if (stepper.isDone() and example == 7)
{
stepper.setDirection(STOP);
delay(5000);
example = 8;
}
if (stepper.isDone() and example == 8)
{
stepper.setDirection(CW);
stepper.rotateDegrees(45);
example = 9;
}
if (stepper.isDone() and example == 9)
{
stepper.setDirection(STOP);
delay(5000);
example = 10;
}
if (stepper.isDone() and example == 10)
{
stepper.setDirection(CW);
stepper.rotateDegrees(45);
example = 11;
}
if (stepper.isDone() and example == 11)
{
```

```
stepper.setDirection(STOP);
delay(5000);
example = 12;
}
if (stepper.isDone() and example == 12)
{
  stepper.setDirection(CW);
  stepper.rotateDegrees(45);
  example = 13;
}
if (stepper.isDone() and example == 13)
{
  stepper.setDirection(STOP);
  delay(5000);
  example = 14;
}
if (stepper.isDone() and example == 14)
{
  stepper.setDirection(CW);
  stepper.rotateDegrees(45);
  example = 15;
}
if (stepper.isDone() and example == 15)
{
  stepper.setDirection(STOP);
  delay(5000);
  example = 16;
}
```

ДОДАТОК Б

Перша експериментальна модель дозатору ліків



Рисунок 16 - Перша експериментальна модель дозатору ліків

ДОДАТОК В

Альтернативна електрична принципова схема експериментальної моделі у програмі LTspice XVII

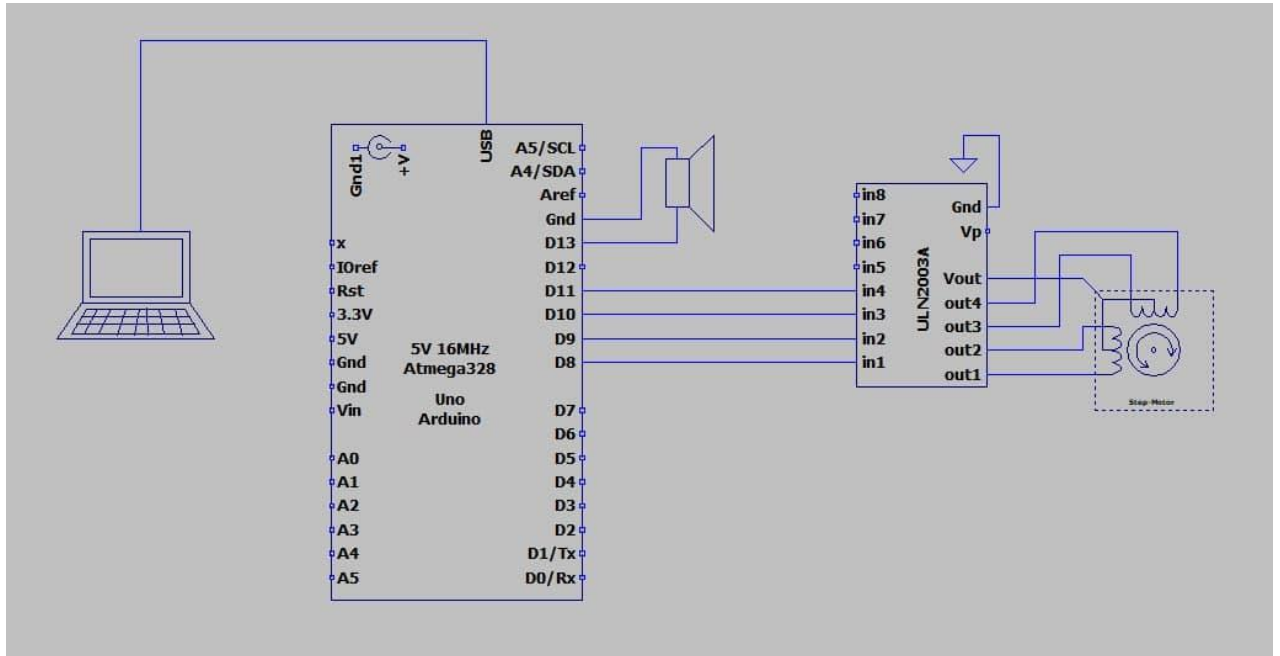


Рисунок 17 - Електрична принципова схема експериментально моделі у програмі LTspice XVII

ДОДАТОК Г

Критерії бальної оцінки умов праці

№ п/п	Робоче місце (РМ), поза та переміщення у просторі	РМ стаціонарне, поза вільна, маса переміщене ван-	РМ стаціонарне, поза вільна, маса переміщене ван-	Робоче місце стаціонарне, поза не вільна, до 25 % часу зміни у нахилі	РМ стаціонарне, поза вимушена – до 50 % робочої зміни	РМ стаціонарне, поза вимушена, незручна – більше 50 % робочої зміни	РМ стаціонарне, поза вимушена, незручна, нахили під кутом до 60 град більше 300 разів за робочу зміну
		тажу < 5 кг	тажу > 5 кг	Оцінка, бал	4 зміни	5	6
10	Фактор умов праці на робочому місці						
11	Температура повітря на робочому місці (РМ) у виробничому приміщенні, °С:	Менше 5	5...10	11...25	Понад 25	-	-
12	Тривалість зосередженого спостереження, % часу зміни	Менше 25	25...50	51...75	76...85	86...90	Понад 90
13	Відносність вантажопереміщення на РМ, операцій, с	Понад 100	55...60	61...75	76...85	Понад 85	-
14	Швидкість руху повітря на РМ, м/с	Менше 0,2	0,2...0,3	0,6...0,7	0,8...1,2	1,3...1,7	Понад 1,7
15	Об'єм повітря на РМ	≥ 300	240...300	160...230	100...150	60...90	30...50
16	Виробничий шум, перевищення ГДР, дБА	Обґрунтований, з включенням музики та гімнастики	Обґрунтований, без включення музики та гімнастики	Відсутність обґрунтованого режиму праці та відпочинку	6...10	> 10	> 10 з вібрацією
17	Токсична речовина, озон, кратність перевищення ГДК	планом	можливістю корегування	1...2	2,6...4	4,1...6	> 6,0
18	Кількість рухів пальців на годину	< 360	360...720	721...1080	1081...3000	> 3000	
19	Виробничий пил (паперовий), кратність перевищення ГДК	-	≤ 1	1...5	6...10	11...30	> 30

ДОДАТОК Г

Залежність категорії умов праці від величини інтегральної бальної оцінки

Діапазон інтегральної бальної оцінки	Категорія умов праці	Характер роботи
До 18	I	Роботи, що виконуються в оптимальних умовах
19...33	II	Роботи, що виконуються в умовах, які відповідають гранично допустимим концентраціям (ГДК) і рівням (ГДР) санітарно-гігієнічних елементів, а також допустимим рівням психофізіологічних факторів
34...45	III	Роботи, що відхиляються від ГДК і ГДР та допустимих рівнів психофізіологічних факторів
45,7...53,9	VI	Робота у несприятливих умовах праці
54...59	V	Роботи, що виконуються в екстремальних умовах
Понад 59	VI	Роботи, що виконуються в екстремальних умовах