

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

**Радіотехнічний факультет
Кафедра радіотехнічних систем**

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Сергій ЖУК

«___» _____ 2024 р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

за освітньо-професійною програмою

«Радіотехнічні комп'ютеризовані системи»

спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

**на тему: «Шахівниця з автоматичним формуванням списку ходів партії в
режимі реального часу»**

Виконав (-ла):

студент (-ка) III курсу, групи РС-п11

Прізвище, ім'я, по батькові

Дзима Д.М.

Керівник: доцент, к.т.н. Шпилька О.О.

Посада, науковий ступінь, вчене звання,

Прізвище, ім'я, по батькові

Рецензент: доцент, к.т.н. Літвінцев С.М.

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.

Студент (-ка) _____

Київ – 2024 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проєкт	2	
2	A4	РС-п11.466211.001 ПЗ	Пояснювальна записка	60	
3	A3	РС-п11.466211.001 Е1	Схема структурна	1	
4	A3	РС-п11.466211.003 Е3	Схема принципова	1	
5	A3	РС-п11.466211.003 Е3	Схема принципова	1	
6	A3	РС-п11.758745.004	Друкована плата	2	
7	A3	РС-п11.758747.004	Друкована плата	2	
8	A3	РС-п11.466211.001 СК	Складальне креслення	1	
9	A3	РС-п11.466211.002 СК	Складальне креслення	1	
10	A4	РС-п11.466211.001	Специфікація	1	
11	A4	РС-п11.466211.001 ПЗ	Перелік елементів	1	

				РС-п11.466211.001		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Дзима Д.М.			Відомість дипломного проєкту	Лист	Листів
Керівн.	Шпилька О.О.				1	1
Консульт.					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. РТС Гр. РС-п11	
Н/контр.	Попсуй В.І.					
Зав.каф.						

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Радіотехнічний факультет
Кафедра радіотехнічних систем

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Освітня програма «Радіотехнічні комп'ютеризовані системи»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Сергій ЖУК

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студенту

Дзимі Денису Миколайовичу

(Прізвище, ім'я по батькові)

1. Тема проєкту «Шахівниця з автоматичним формуванням списку ходів партії в режимі реального часу»

керівник проєкту Шпилька Олександр Олександрович, доцент, к.т.н.

(прізвище, ім'я по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «29» травня 2024 р. №2178-с

2. Термін подання студентом проєкту 10.06.2024

3. Вихідні дані до проєкту

Розробити шахівницю з автоматичним формуванням списку ходів партії в режимі реального часу, розробити плату та корпус приладу.

4. Зміст пояснювальної записки 1.Вступ. 2. Аналіз аналогів та обґрунтування розробки системи автоматизації реєстрації шахових партій 3. функціональне проєктування. 4. конструкторське проєктування. 5.Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) 1.Структурна схема, схема електрична принципова плати обробки даних. 2.схема електрична принципова системи ідентифікації положення фігур. 3.креслення плати обробки даних. 4.креслення плати системи ідентифікації положення фігур. 5.складальний кресленник обробки даних. 6.складальний кресленник системи ідентифікації положення фігур.

6. Консультанти розділів проєкту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 17 квітня 2024 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Огляд та аналіз технічної літератури	22.04.2024	
2	Аналіз можливих варіантів виконання	03.05.2024	
3	Розробка структурної схеми	08.05.2024	
4	Розробка схем електричних принципових	20.05.2024	
5	Розробка переліку елементів та специфікації	24.05.2024	
6	Розробка плат	27.05.2024	
7	Розробка складальних креслеників	29.05.2024	
8	Розробка корпусу.	3.05.2024	
9	Написання пояснювальної записки	5.05.2024	
10	Підготовка презентації	16.05.2024	

Студент

Дзима Денис Миколайович

Керівник

Шпилька Олександр Олександрович

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект присвячений розробці шахівниці з автоматичним формуванням списку ходів партії в режимі реального часу. Основна мета проекту полягала в створенні інтерактивного пристрою, здатного автоматично фіксувати рухи фігур на шахівниці та виводити їх на комп'ютер.

У рамках роботи було виконано проектування друкованих плат для системи обробки даних та ідентифікації положення фігур. Проведено аналіз габаритних розмірів компонентів, що дозволило визначити мінімальну площу друкованих плат.

Змодельовано друковані плати та корпус. Особлива увага була приділена вибору матеріалів для корпусу, щоб забезпечити його міцність, легкість та надійність.

Розроблений пристрій демонструє високий рівень надійності, про що свідчать проведені розрахунки ймовірності безвідмовної роботи. Проект також включає детальні інструкції з виготовлення та монтажу компонентів, що робить можливим його подальше впровадження та серійне виробництво.

Запропоноване рішення забезпечує автоматизацію процесу запису ходів шахової партії, значно полегшуючи аналіз гри та підвищуючи зручність для користувачів. Розроблений пристрій має широкі перспективи застосування в шахових клубах, на турнірах та для особистого використання.

Ключові слова: інтерактивна шахівниця, автоматичний запис ходів, проектування друкованих плат, мікроконтролер, система обробки даних, система ідентифікації положення фігу, електронні компоненти, габаритні розміри, конструкційні матеріали, технічні вимоги.

ANNOTATION

The diploma project is dedicated to the development of a chessboard with automatic generation of a list of game moves in real time. The main goal of the project was to create an interactive device capable of automatically capturing the movements of pieces on the chessboard and displaying them on a computer.

As part of the work, the design of printed circuit boards for the data processing system and identification of the position of the pieces was carried out. The overall dimensions of the components were analyzed, which made it possible to determine the minimum area of the printed circuit boards.

The printed circuit boards and the case were modeled. Particular attention was paid to the choice of materials for the case to ensure its strength, lightness, and reliability.

The developed device demonstrates a high level of reliability, as evidenced by the calculations of the probability of failure. The project also includes detailed instructions for the manufacture and assembly of components, which makes it possible to further implement and mass produce it.

The proposed solution automates the process of recording the moves of a chess game, greatly facilitating game analysis and increasing user convenience. The developed device has broad prospects for use in chess clubs, tournaments, and for personal use.

Keywords: interactive chessboard, automatic recording of moves, design of printed circuit boards, microcontroller, data processing system, system for identifying the position of pieces, electronic components, overall dimensions, construction materials, technical requirements.

Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
на тему: «Шахівниця з автоматичним формуванням списку ходів партії в
режимі реального часу»

Київ – 2024 року

ЗМІСТ

ВСТУП	11
1. АНАЛІЗ АНАЛОГІВ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ РЕЄСТРАЦІЇ ШАХОВИХ ПАРТІЙ	12
1.1 Історія популяризації шахів	12
1.2 Потреба у автоматизації процесу реєстрації шахових партій	13
1.3. Існуючі технології автоматизації запису шахових партій	14
1.4. Огляд ринку та провідних рішень	15
1.4.1. DGT (Digital Game Technology).....	15
1.4.2. Millennium.....	16
1.5. Переваги та недоліки існуючих рішень	17
1.6. Вимоги до нової системи	17
1.7 Висновки до розділу	18
2. ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ПРОЄКТУВАННЯ	20
2.1 Принцип дії та призначення приладу	20
2.2 Опис схеми електричної структурної	21
2.3 Опис роботи по схемах електричних принципів	22
2.3.1 Плати обробки даних.....	22
2.3.2 Системи ідентифікації положення фігур.....	23
2.4 Моделювання схеми електричної принципової.....	24
2.5 Аналіз елементної бази.....	25
2.6 Розробка алгоритму роботи програми мікроконтролера.....	46
2.7 Висновки за розділом	48
3. КОНСТРУКТОРСЬКЕ ПРОЄКТУВАННЯ	49
3.1 Проєктування друкованої плати.....	49
3.2 Розрахунок ширини провідного шару плати.	51
3.2 Моделювання друкованих плат.....	53

					<i>РС-п11.466211.001 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Шахівниця з автоматичним формуванням списку ходів партії в режимі реального часу</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Розробив</i>		<i>Дзима Д.М.</i>						
<i>Перевірів</i>		<i>Шпилька О.О.</i>						
						<i>НТУУ КПІ</i>		

3.3 Розрахунок надійності.	55
3.4 Розробка корпусу.	59
3.4.1 Конструкція деталі основи корпусу	59
3.4.2 Конструкція деталі верхньої кришки корпусу.....	60
3.4.3 Конструкція корпусу зі всіма елементами	61
3.4.4 Обґрунтування вибору матеріалу для виготовлення корпусу	63
3.5 Висновки до розділу.	64
ВИСНОВОК.....	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	67

					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Перелік скорочень та умовних позначень

PGN – Portable Game Notation

LCD - Рідкокристалічний дисплей

					PC-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Шахи – це гра що об'єднує інтелектуалів усього світу, та й також потужний інструмент для розвитку логічного мислення, стратегічного планування та аналітичних здібностей. З плином часу шахи зазнали значних змін, зокрема завдяки впровадженню сучасних технологій. Однією з таких інновацій є шахівниця з автоматичним формуванням списку ходів партії в режимі реального часу.

Цей дипломний проєкт присвячений розробці системи, яка здатна автоматично фіксувати кожен хід гравців під час шахової партії, створюючи при цьому повний і точний список ходів у реальному часі, також зробити гру у шахи максимально зручною. Актуальність цієї теми полягає в необхідності спрощення процесу запису партій, що є важливим як для професійних шахістів, так і для аматорів. Така система дозволяє уникнути людських помилок, які можуть виникати при ручному записі ходів, а також забезпечує більш ефективне аналізування та відтворення партій.

Розробка автоматизованої шахівниці з функцією реєстрації ходів у режимі реального часу не лише покращує зручність для гравців, але й відкриває нові можливості для навчання та аналізу гри. Сучасні технології, такі як датчики, мікроконтролери та програмне забезпечення для обробки даних, дозволяють створювати інноваційні рішення, що інтегрують традиційні настільні ігри з цифровими технологіями.

Таким чином, цей проєкт спрямована на створення інноваційного інструменту, який сприятиме розвитку шахів у сучасному цифровому світі, це зробить гру ще більш доступною та цікавою для широкого кола користувачів.

					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1. АНАЛІЗ АНАЛОГІВ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ РЕЄСТРАЦІЇ ШАХОВИХ ПАРТІЙ

1.1 Історія популяризації шахів

Сьогодні шахи переживають своєрідний ренесанс. Таке різке зростання інтересу до цієї інтелектуальної гри зумовлено декількома факторами, зокрема розвитком цифрових технологій, доступністю шахових платформ в інтернеті та значним впливом медіа. З появою онлайн-шахів мільйони людей отримали можливість грати в шахи з гравцями з усього світу, незалежно від їхнього місця проживання та рівня підготовки. Такі платформи, як Chess.com, Lichess, та інші, стали надзвичайно популярними, надаючи гравцям зручні інструменти для гри, аналізу та навчання.

Шаховий спорт значною мірою сприяв зростанню популярності шахів. Міжнародні турніри, такі як Чемпіонат світу з шахів, турніри серії Grand Chess Tour та інші престижні змагання, привертають увагу мільйонів шанувальників по всьому світу. Такі турніри не лише демонструють високу майстерність провідних шахістів, але й популяризують гру серед широкої аудиторії.

Окрім цього, поява шахових зірок, таких як Магнус Карлсен, Хікару Накамура та інших, зробила шахи більш привабливими для молодого покоління. Ці гравці активно використовують соціальні мережі та стрімінгові платформи, щоб ділитися своїми партіями, аналізом та навчальними матеріалами, що додатково сприяє популяризації шахів.

Тому розробка системи "Шахівниця з автоматичним формуванням списку ходів партії в режимі реального часу" є своєчасною та актуальною. Вона дозволить ще більше спростити процес гри та аналізу шахових партій, зробивши його більш доступним для широкого кола гравців. Автоматичне відстеження та збереження ходів сприятиме підвищенню якості навчання та тренувань, допомагаючи шахістам швидше вдосконалювати свої навички та досягати нових висот у цій величній грі.

					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Потреба у автоматизації процесу реєстрації шахових партій

Автоматизація процесу реєстрації шахових ходів є важливим аспектом сучасних шахових систем, який суттєво покращує ефективність та точність гри. Причинами цього є:

– Зниження ймовірності помилок

Ручна реєстрація шахових партій завжди пов'язана з ризиком людської помилки. Людина може випадково записати неправильний хід або пропустити запис через зосередженість на грі. Помилки в записах можуть призвести до неправильного розуміння перебігу партії, що особливо критично на офіційних турнірах. Автоматична система реєстрації ходів усуває цей ризик, забезпечуючи точне та безперервне відстеження всіх переміщень фігур на дошці.

– Економія часу

Процес запису приладом значно швидший ніж людиною, особливо сильно це відображається в швидких бліц партіях де кожна секунда має значення. Тому проєктуємий прилад полегшує роботу суддів та організаторів турнірів, зменшуючи кількість рутинних завдань.

– Підвищення ефективності навчання

Автоматичне фіксування ходів створює можливість для детального аналізу партій після їх завершення. Шахісти можуть швидко отримувати доступ до точного списку ходів, переглядати та аналізувати свої дії, виявляти помилки та працювати над їх виправленням. Це особливо корисно для тренерів, які можуть використовувати точні дані для роботи з учнями, надаючи їм конкретні рекомендації щодо покращення гри.

– Полегшення проведення турнірів

На шахових турнірах важливою є не лише якість гри, але й точність фіксації результатів. Автоматична система реєстрації ходів значно спрощує

					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

процес організації та проведення турнірів. Вона забезпечує надійне збереження даних про кожну партію, що полегшує роботу суддів та адміністраторів. Крім того, автоматичний запис ходів дозволяє швидко надавати результати партій учасникам та глядачам, підвищуючи прозорість та доступність інформації.

– Інтеграція з аналітичними та навчальними програмами

Сучасні шахові програми використовують дані про партії для аналізу та навчання. Автоматичне формування списку ходів у режимі реального часу дозволяє легко інтегрувати ці дані з різноманітними аналітичними та навчальними програмами. Це відкриває нові можливості для використання штучного інтелекту та машинного навчання у шахах, що сприяє розвитку інноваційних методів аналізу та навчання.

– Зручність для гравців різного рівня

Автоматична система реєстрації ходів корисна не лише для професійних шахістів, але й для аматорів та початківців. Вона допомагає швидко зрозуміти та відстежувати хід партії, отримувати поради та рекомендації. Це сприяє залученню нових гравців до шахів, роблячи гру більш доступною та зрозумілою для широкого кола людей.

1.3. Існуючі технології автоматизації запису шахових партій

На сьогоднішній день існує декілька підходів до автоматизації запису шахових партій:

Електронні шахівниці: Ці шахівниці оснащені сенсорами, що розпізнають розташування фігур на дошці. Відомі виробники таких шахівниць включають DGT (Digital Game Technology) та Millennium. Електронні шахівниці використовують сенсори, геркони, або RFID зчитувачі для визначення позицій фігур.

Камери та комп'ютерний зір: Цей підхід використовує камери,

					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

встановлені над шахівницею, і алгоритми комп'ютерного зору для розпізнавання ходів. Алгоритми аналізують зображення дошки до і після кожного ходу, щоб визначити переміщення фігур. Відомі рішення в цій галузі включають систему ChessVision та розробки, що використовують нейронні мережі для розпізнавання позицій.

Гібридні системи: Деякі системи поєднують елементи електронних шахівниць і комп'ютерного зору. Наприклад, шахівниця може бути оснащена сенсорами для розпізнавання фігур, а також камерою для додаткової перевірки і корекції ходів.

1.4. Огляд ринку та провідних рішень

Розглянемо аналогічні пристрої проєктуємого приладу.

1.4.1. DGT (Digital Game Technology)

DGT є одним з лідерів на ринку електронних шахівниць. Їхні продукти широко використовуються на міжнародних шахових турнірах завдяки високій точності та надійності.



Рисунок 1.1 — Електронна автоматична шахівниця компанії DGT.

Основні компоненти і технології, які використовуються в DGT шахівницях:

Сенсори в шахових фігурах: Кожна шахова фігура оснащена магнітним сенсором, який взаємодіє з сенсорами, розташованими в шахівниці. Це дозволяє точно визначити розташування кожної фігури на дошці.

Електронна плата: Під поверхнею шахівниці знаходиться електронна плата з сіткою датчиків, яка реєструє рухи фігур та їхнє розташування.

Програмне забезпечення: Спеціалізоване ПЗ для запису та аналізу ходів, що інтегрується з популярними шаховими платформами (наприклад, ChessBase, Lichess).

З'єднання з комп'ютером: Зазвичай, шахівниця підключається до комп'ютера через USB або Bluetooth, що дозволяє автоматично передавати дані про ходи.

1.4.2. Millennium

Millennium пропонує електронні шахівниці, які орієнтовані як на професійних шахістів, так і на аматорів.



Рисунок 1.2 — Електронна автоматична шахівниця Millennium M810

Основні компоненти та технології, використовувані в продуктах Millennium:

					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

RFID (радіочастотна ідентифікація): Кожна шахова фігура оснащена RFID-міткою, що дозволяє шахівниці розпізнавати її положення за допомогою RFID-рідера, інтегрованого в дошку.

LCD-дисплеї: Деякі моделі мають вбудовані дисплеї для відображення інформації про гру, включаючи хід партії та годинник.

Мобільні додатки: Продукти Millennium супроводжуються мобільними додатками для синхронізації та аналізу партій, що робить їх зручними для використання в дорозі.

Адаптери бездротового зв'язку: Для зручності використання шахівниці можуть підключатися до комп'ютера або мобільного пристрою через Wi-Fi або Bluetooth.

1.5. Переваги та недоліки існуючих рішень

Кожне з існуючих рішень має свої переваги і недоліки, які важливо врахувати при розробці нової системи:

Електронні шахівниці (DGT, Millennium):

Переваги: Висока точність і надійність, інтеграція з існуючими шаховими платформами, стабільна робота в різних умовах.

Недоліки: Висока вартість, складність налаштування, необхідність підключення до комп'ютера або мобільного пристрою.

1.6. Вимоги до нової системи

На основі аналізу існуючих рішень можна визначити основні вимоги до нової автоматичного формування списку ходів у реальному часі:

Висока точність розпізнавання: Система повинна забезпечувати точне розпізнавання кожного ходу, мінімізуючи помилки.

Зручність використання: Інтерфейс та налаштування системи повинні бути інтуїтивно зрозумілими і доступними для користувачів різного рівня

					PC-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підготовки.

Надійність: Система повинна стабільно працювати у різних умовах, включаючи зміни освітлення та зовнішні впливи.

Інтеграція з існуючими платформами: Важливо, щоб система могла легко інтегруватися з популярними шаховими платформами для аналізу та зберігання партій.

Аналіз існуючого стану об'єкту проектування показав, що на ринку вже існують різноманітні рішення для автоматизації запису шахових партій. Кожне з них має свої переваги і недоліки, що створює можливості для вдосконалення та інновацій. На основі цього аналізу були визначені основні вимоги до нової системи, що дозволить створити конкурентоспроможний продукт, який відповідатиме потребам сучасних шахістів і сприятиме розвитку шахів у цифровому світі.

1.7 Висновки до розділу

У даному розділі було розглянуто обґрунтування проектування шахівниці з автоматичним формуванням списку ходів партії в режимі реального часу. Було проведено аналіз історії популяризації шахів, що свідчить про значне зростання інтересу до цієї гри завдяки розвитку цифрових технологій та впливу медіа. Зокрема, онлайн-шахи та соціальні мережі сприяли поширенню гри серед широкого кола людей.

Проаналізовано потребу у автоматизації процесу реєстрації шахових партій, що включає зниження ймовірності помилок, економію часу, підвищення ефективності навчання, полегшення проведення турнірів, інтеграцію з аналітичними та навчальними програмами, а також зручність для гравців різного рівня. Це доводить важливість і актуальність розробки системи, яка спростить процес гри та аналізу шахових партій.

Огляд існуючих технологій автоматизації запису шахових партій показав, що на сьогоднішній день існує кілька підходів, зокрема електронні

					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шахівниці, камери та комп'ютерний зір, а також гібридні системи. Такі системи, як DGT та Millennium, є провідними рішеннями на ринку, що використовують різноманітні технології для точного розпізнавання ходів.

Визначені основні переваги та недоліки існуючих рішень, серед яких висока точність і надійність, але також висока вартість та складність налаштування. На основі цього аналізу були сформульовані вимоги до нової системи, що включають високу точність розпізнавання, зручність використання, надійність та інтеграцію з існуючими платформами.

Таким чином, перший розділ обґрунтовує необхідність і доцільність розробки нової системи автоматичного формування списку ходів у реальному часі, що відповідатиме сучасним потребам шахістів і сприятиме розвитку шахів у цифрову епоху.

					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

2. ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ПРОЄКТУВАННЯ

2.1 Принцип дії та призначення приладу

Шахівниця з автоматичним формуванням списку ходів партії в режимі реального часу призначена для автоматизації процесу запису шахових партій. Вона потрібна для людей яким приємніше грати у шахи фізичними фігурами, а не на комп'ютері.

Цей прилад дозволяє шахістам і організаторам турнірів точно і швидко фіксувати всі ходи під час гри, усуваючи потребу в ручному записі. Це спрощує аналіз партій, полегшує проведення онлайн-трансляцій і зберігання історії ігор. Основними користувачами приладу є професійні шахісти, аматори, тренери, організатори турнірів і шахові клуби. Але приладом можуть користуватись і новачки так як даний прилад дозволяє грати шахістові без другого гравця, що дозволяє тренуватись у будь-який час, або навіть зіграти з людиною яка знаходиться далеко від нього.

Принцип дії шахівниці з автоматичним формуванням списку ходів складається з кількох ключових етапів, які включають зчитування, обробку і запис інформації про позиції фігур на дошці.

Розпізнавання позицій фігур:

Сенсори: Під поверхнею шахівниці розташована сенсорів, які реагують на пересування фігур. Коли фігура переміщується, сенсори фіксують її нове положення.

Обробка даних:

Аналіз даних сенсорів: Програмне забезпечення зчитує дані з сенсорів шахівниці і визначає, які фігури і як перемістилися. Це забезпечує первинне розпізнавання ходів.

Формування списку ходів:

Запис ходів: Після обробки даних система формує список ходів у

					PC-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стандартному шаховому форматі (PGN – Portable Game Notation). Кожен хід автоматично додається до списку в реальному часі.

Вивід інформації.

Після обробки інформація виводиться з системи у комп'ютер де комп'ютер інтегрується з шаховими платформами: Список ходів передається на сервер або безпосередньо інтегрується з шаховими платформами (наприклад, Lichess, Chess.com), що дозволяє гравцям аналізувати і ділитися партіями онлайн, або навіть грати онлайн.

Також основна інформація виводиться на lcd дисплей на корпусі приладу, така як таймер ходу, кількість вибитих фігур та ін.

І на світлову та звукову індикацію, 2 світлодіоди показують ход якого гравця. А пьезодинамік буде сигналізувати те що гравець втрачає багато часу та, приближення до кінця таймеру гри.

2.2 Опис схеми електричної структурної

Структурна схема показана на рисунку 2.1

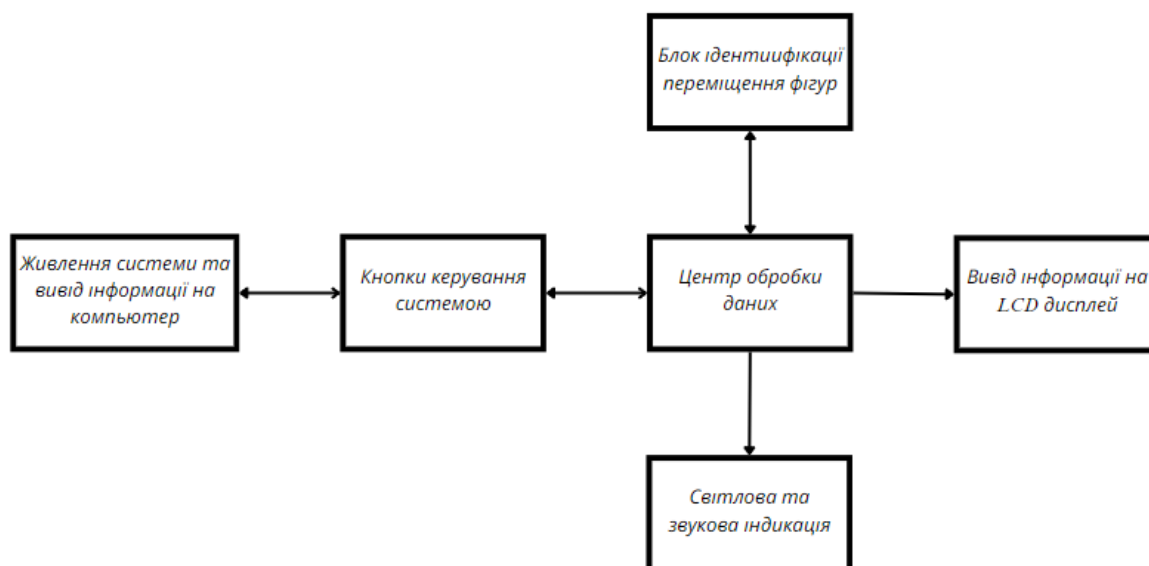


Рисунок 2.1 — Схема структурна шахівниці з автоматичним формуванням списку ходів партії в режимі реального часу

Даний прилад складається з таких структурних частин:

1. Живлення системи та вивід інформації на комп'ютер

Ця частина виробу реалізована за допомогою кабелю сформованого з 5 ізольованих проводів, а на кінці кабелю встановлюється usb/uart конвертер .

2. Блок ідентифікації переміщення фігур

Основну функцію даного блоку виконують геркони. За допомогою магнітного поля здійснюється ідентифікація переміщення фігур.

3.Кнопки керування системою.

Це основний набір кнопок які дозволяють зручно використовувати прилад, такі як пауза, увімкнення, налаштування таймеру, ввімкнення/вимкнення звукової індикації.

4. Центр обробки даних.

Цей блок складається з мікроконтролера Atmega 128 фірми Atmel. Даний блок приймає інформацію з блоку ідентифікації переміщення фігур, та оброблює інформацію, формує список ходів у стандартному шаховому форматі і відправляє на комп'ютер,

5.Вивід інформації на lcd дисплей

Інформація з мікроконтролера передається у lcd. На lcd виводиться таймер ходів. Кількість вибитих фігур.

6. Світлова та звукова індикація.

Цей блок сформований з пьезодинаміка та 2 світлодіодів.2 світлодіоди показують ход якого гравця. А пьезодинамік сигналізує те що гравець втрачає багато часу та, приближення до кінця таймеру гри.

2.3 Опис роботи по схемах електричних принципових

2.3.1 Плати обробки даних

Схема електрична приципова плати обробки даних зображена на схемі

					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Дана схема має багато конекторів, XS1 конектор це вихід на кабель який потім підключається до комп'ютера. XS2 та XS3 виходи на світлодіоди встановлені на корпусі, анод яких буде підключений до живлення 3.3В а катод до мікроконтролера. XS4 XS5 XS6 виходи на кнопки встановлені в корпусі, XS7 вихід на пьезодинамік. XP1 вихід на шлейф який підключається до LCD дисплею. XS8 вихід на Змінний резистор для контролю підсвітки дисплея, та XS9 виходи на систему ідентифікації положення фігур.

Ця схема працює наступним чином:

Після підключення приладу до комп'ютера мікроконтролер зв'язується з системою збереження ходів на комп'ютері, далі система очікує початку партії. Після початку партії та натисканні відповідної кнопки, на LCD дисплей виводиться таймер для двох гравців, його можна налаштовувати за потребами користувача використовуючи кнопки розташовані на корпусі. Після отримання мікроконтролером від системи ідентифікації положення фігур сигналів про розташування гральних фігур мікроконтролер їх фіксує, після фіксації вмикається таймер ходу гравця та вмикається світло діод інформуючий про хід даного гравця, після переміщення фігури в іншу клітинку система автоматично перемикає хід таймеру для іншого гравця, перемикає світлодіод на інший та фіксує нове положення фігури, формує список ходів у стандартному шаховому форматі PGN. Після того як фігура вибивається система реєструє вибиття фігури та зараховує бал гравцю хід якого був останній до зникнення фігури з дошки. У разі наближення таймеру до кінця, або гравець довго тягне хід, система за допомогою пьезодинаміка інформує про це. За допомогою змінного резистора розташованого на корпусі змінюється підсвітка LCD дисплея.

2.3.2 Системи ідентифікації положення фігур

Схема електрична приципова системи ідентифікації положення фігур зображена на схемі РС-п11.466211.003 ЕЗ

					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Вона складається з 64 герконів та виходу до системи обробки даних. Ідентифікація положення фігур реалізована таким чином: мікроконтролер дуже швидко опитує 8 рядків герконів якщо геркон замкнений то він пропустить напругу на вихід, і мікроконтролер знаючи номер рядку та номер стовбця може ідентифікувати положення фігури.

2.4 Моделювання схеми електричної принципової

Для моделювання схеми електричної принципової використовується програма ISIS Proteus.

За допомогою цієї програми можна створити модель виробу та протестувати його роботу та роботу мікроконтролера.

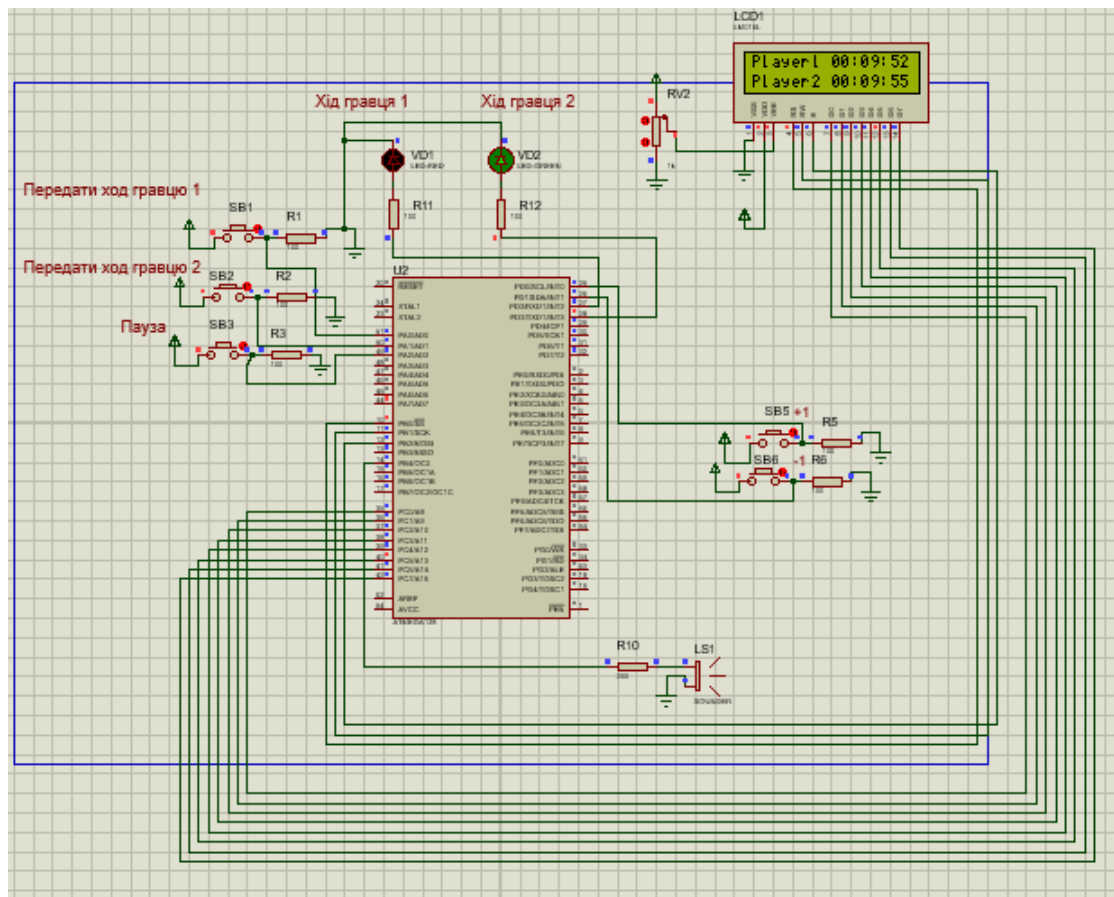


Рисунок 2.2 — Модель системи обробки даних у програмі ISIS Proteus

У даній схемі реалізовано симуляцію роботи таймеру проєктуємої шахівниці. Кнопки SB1 та SB2 симулюють отримані сигнали пересування фігур з системи ідентифікації переміщення фігур. При натисканні кнопки SB1

					PC-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

засвічується світлодіод VD1 сигналізуючий гравцю 1 що це його хід, і також починає працювати таймер для гравця 1. Після натискання кнопки SB2 засвічується світлодіод VD2 сигналізуючий гравцю 2 що це його хід, та починає працювати таймер для гравця 2. Те що буде виводитись на дисплей показано на рисунку 2.2.

2.5 Аналіз елементної бази

У пристрій повинні входити елементи які показані у специфікації на пристрій РС-п11.466211.001

Більшість елементів мають відносно невеликі розміри вагу, переважно невелику вартість, мають великий діапазон температур, високу надійність, а також відповідають всім технологічним і експлуатаційним характеристикам.

Проведемо аналіз різних сенсорних технологій, які можуть бути використані для визначення позицій шахових фігур на електронній автоматичній шахівниці.

Розглянемо такі варіанти, як звичайні сенсори, геркони, RFID-сенсори та оптичне зчитування. Оцінка буде проведена за критеріями точності, надійності, вартості та зручності використання.

– Сенсорний вимикач



Рисунок 2.3 — Сенсорний вимикач

					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Сенсори, такі як кнопкові або контактні сенсори, можуть використовуватися для визначення наявності фігур на конкретних клітинках шахівниці.

Переваги:

Простота: Конструкція та інтеграція таких сенсорів є відносно простою.

Низька вартість: Вартість компонентів є невисокою, що робить їх доступними для широкого кола користувачів.

Недоліки:

Мала точність: Контактні сенсори можуть не завжди точно визначати розташування фігур, особливо якщо фігури не стоять точно на сенсорах.

Знос: Механічні компоненти можуть зношуватися з часом, що впливає на надійність і точність.

Обмежена функціональність: Визначають лише наявність чи відсутність фігури, без розпізнавання конкретного типу фігури.

– Геркони

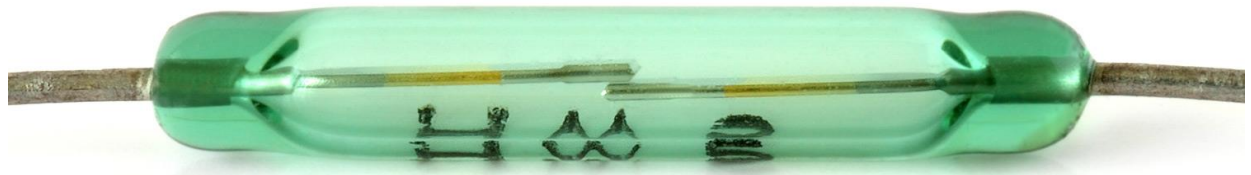


Рисунок 2.4 — Геркон

Геркони використовують магнітне поле для зчитування позицій фігур, які оснащені магнітами.

Переваги:

Висока точність: Геркони можуть точно визначати положення фігур, якщо вони оснащені магнітами.

Надійність: Відсутність механічних рухомих частин знижує знос і

					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

підвищує надійність.

Швидка реакція: Миттєво реагують на переміщення фігур.

Недоліки:

Необхідність магнітів: Потрібно оснащувати фігури магнітами, що може підвищити вартість виробництва.

Вплив зовнішніх магнітних полів: Можливий вплив сильних зовнішніх магнітних полів на роботу сенсорів.

– RFID-рідери



Рисунок 2.5 — RFID рідер

RFID-рідери використовують радіочастотну ідентифікацію для визначення положення фігур, які оснащені RFID-мітками.

Переваги:

					PC-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Розпізнавання фігур: Можуть не тільки визначати позицію фігур, але й розпізнавати конкретні типи фігур.

Безконтактність: RFID-сенсори не потребують фізичного контакту, що підвищує зручність і надійність.

Недоліки:

Вартість: RFID-мітки та зчитувачі коштують дорого.

Складність інтеграції: Інтеграція RFID-сенсорів у шахівницю буде складнішою і вимагатиме спеціального налаштування.

Інтерференція: Можлива інтерференція сигналів, що впливає на точність зчитування.

– Оптичне зчитування

Оптичне зчитування використовує камери і технології комп'ютерного зору для аналізу позицій фігур на шахівниці.

Переваги:

Висока точність: Сучасні алгоритми комп'ютерного зору можуть точно визначати положення фігур.

Гнучкість: Можливість розпізнавання різних типів фігур і їхньої позиції без необхідності фізичних міток.

Недоліки:

Вартість обладнання: Високоякісні камери та потужні обчислювальні ресурси можуть бути дорогими.

Залежність від умов освітлення: Потребує хорошого освітлення для точної роботи.

Складність обробки: Обробка зображень може вимагати значних обчислювальних потужностей і спеціалізованих алгоритмів.

Після аналізу різних сенсорних технологій, геркони видаються

					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

найкращим варіантом для використання в електронній шахівниці з автоматичним формуванням списку ходів. Вони забезпечують високу точність, надійність і швидкість зчитування, що є критично важливими характеристиками для даної системи.

Переваги герконів у порівнянні з іншими технологіями:

Висока точність без потреби в складному налаштуванні, як у випадку з оптичним зчитуванням.

Відсутність зносу, що є перевагою над звичайними контактними сенсорами.

Нижча вартість та простота інтеграції порівняно з RFID-сенсорами.

Вибір системи обробки даних є критично важливим для забезпечення ефективної роботи електронної шахівниці. У цьому розділі проведемо детальний аналіз чотирьох варіантів: мікрокомп'ютера Raspberry Pi, мікроконтролерів STM, платформи Arduino та мікроконтролера ATmega128.

– Raspberry Pi



Рисунок 2.6 — Мікрокомп'ютер Raspberry Pi 4 Model B

Raspberry Pi — це потужний мікрокомп'ютер, здатний виконувати широкий спектр завдань завдяки своїм характеристикам:

Процесор: Broadcom BCM2711, 4 ядра Cortex-A72 @ 1.5GHz.

Оперативна пам'ять: 2 ГБ, 4 ГБ або 8 ГБ LPDDR4-3200 SDRAM.

Графіка: VideoCore VI, підтримка 4K відео.

					PC-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Порти: 2 × micro-HDMI (до 4Kp60), 2 × USB 3.0, 2 × USB 2.0, Gigabit Ethernet, 3.5мм аудіо-відео роз'єм.

Бездротове з'єднання: Wi-Fi 802.11ac, Bluetooth 5.0.

Зберігання: microSD слот.

GPIO: 40-pin header.

Живлення: 5V DC через USB-C (мін. 3A), підтримка PoE (через PoE HAT).

Розміри: 85.6 мм × 56.5 мм × 17 мм.

Переваги:

Висока продуктивність: Може обробляти складні обчислення та графічні завдання.

Гнучкість: Підтримує широкий спектр периферійних пристроїв і сенсорів.

Сумісність: Легко інтегрується з різними програмними платформами.

Недоліки:

Енергоспоживання: Вищий рівень енергоспоживання порівняно з мікроконтролерами.

Складність налаштування: Вимагає налаштування операційної системи та програмного забезпечення.

Зайва потужність: Для завдань простого зчитування та передачі даних сенсорів Raspberry Pi може бути занадто потужним і дорогим рішенням.

– Мікроконтролери STM

					PC-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

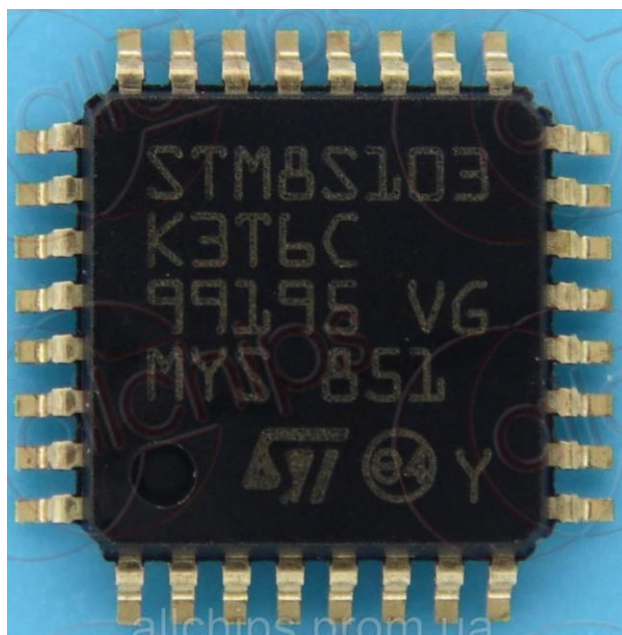


Рисунок 2.7 — Мікроконтролер STM STM8S103K3T6C LQFP32

Мікроконтролер STM від компанії STMicroelectronics відомі своєю продуктивністю та багатofункціональністю та мають наступні характеристики

Ядро: 8-бітне ядро STM8.

Частота: До 16 МГц.

Флеш-пам'ять: 8 КБ.

Оперативна пам'ять (RAM): 1 КБ.

EEPROM: 640 байт.

Входи/виходи (I/O): 28 універсальних вводу/виводу.

АЦП (ADC): 10-бітний, 5 каналів.

Таймери:

2 × 16-бітних таймери загального призначення.

1 × 8-бітний таймер базового призначення.

1 × 8-бітний таймер для незалежного годинника.

Комунікаційні інтерфейси:

					PC-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

1 × I2C.

1 × SPI.

1 × UART.

Напруга живлення: 2.95 В - 5.5 В.

Температурний діапазон: -40°C до +85°C.

Корпус: LQFP32.

Переваги:

Висока продуктивність: Здатні виконувати складні обчислення з високою швидкістю.

Широкий вибір: Великий асортимент моделей для різних завдань.

Енергоефективність: Низьке енергоспоживання при високій продуктивності.

Недоліки:

Складність програмування: Вимагають більш глибоких знань програмування і налаштування.

Вища вартість: Деякі моделі можуть бути дорогими для простих завдань.

– Arduino



Рисунок 2.8 — Arduino Uno

Arduino — популярна платформа для аматорських та освітніх проектів, яка

					PC-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

базується на мікроконтролерах серії ATmega. Arduino Uno має наступні характеристики:

Мікроконтролер: ATmega328P.

Напруга живлення: 5V.

Вхідна напруга (рекомендована): 7-12V.

Вхідна напруга (межі): 6-20V.

Цифрові входи/виходи: 14 (з них 6 можуть використовуватися як ШІМ-виходи).

Аналогові входи: 6.

Постійний струм для I/O виводів: 20 мА.

Флеш-пам'ять: 32 КБ (ATmega328P) з 0.5 КБ використовуваними для завантажувача.

SRAM: 2 КБ (ATmega328P).

EEPROM: 1 КБ (ATmega328P).

Тактова частота: 16 МГц.

Розміри: 68.6 мм × 53.4 мм.

Інтерфейси: UART, I2C, SPI.

USB: USB-B роз'єм для програмування і живлення.

Роз'єм живлення: 2.1 мм роз'єм.

Переваги:

Простота використання: Легко програмується і налаштовується.

Доступність: Велика спільнота користувачів і багато доступних бібліотек.

Низька вартість: Доступні ціни на модулі та компоненти.

Недоліки:

					PC-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обмежена продуктивність: Не підходить для складних обчислювальних завдань.

Обмежена пам'ять: Недостатньо для великих проектів з великою кількістю даних.

– ATmega128

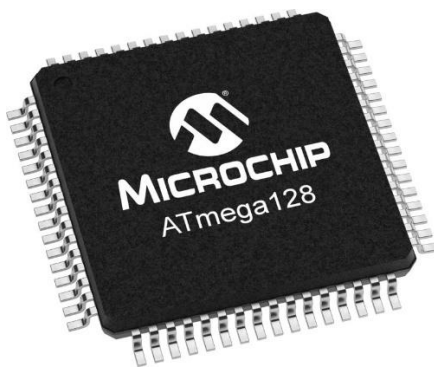


Рисунок 2.9 —ATmega128

ATmega128 — це 8-бітний мікроконтролер, який забезпечує баланс між продуктивністю, простотою використання та вартістю.

Основні характеристики:

Ядро: 8-бітне ядро AVR.

Тактова частота: До 16 МГц.

Флеш-пам'ять: 128 КБ.

Оперативна пам'ять (RAM): 4 КБ.

EEPROM: 4 КБ.

Входи/виходи (I/O): 53 універсальних вводу/виводу.

Аналогові входи: 8 каналів 10-бітного АЦП.

Таймери:

2 × 8-бітних таймери.

					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 × 16-бітних таймери.

Комунікаційні інтерфейси:

2 × UART.

1 × SPI.

1 × I2C (TWI).

ШІМ (PWM): 8 каналів.

Вбудований модуль Watchdog: Так.

Внутрішній генератор: Так.

Напруга живлення: 2.7 В - 5.5 В.

Температурний діапазон: -40°C до +85°C.

Корпус: TQFP-64, QFN-64.

Переваги:

Висока продуктивність для своїх завдань: Достатньо потужний для обробки даних з сенсорів.

Низьке енергоспоживання: Підходить для автономних систем.

Простота програмування: Широка підтримка середовищ розробки

Надійність: Відсутність складних налаштувань і висока надійність у роботі з простими обчислювальними завданнями.

Недоліки:

Обмежена пам'ять: Може бути недостатньо для дуже складних задач з великим обсягом даних.

Обмежена тактова частота: Може бути недостатньо для інтенсивних обчислювальних завдань.

Після аналізу переваг та недоліків кожного варіанту, можна зробити наступні висновки:

					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Raspberry Pi забезпечує високу продуктивність і гнучкість, але є занадто потужним і дорогим для задач обробки даних з герконів, а також споживає багато енергії.

Мікроконтролери STM пропонують високу продуктивність і широкі можливості, але їх складність програмування і вартість роблять їх менш привабливими для простих систем.

Arduino є зручним для початківців, але обмежена продуктивність і пам'ять можуть бути недостатніми для завдань з обробки великої кількості даних.

ATmega128 забезпечує оптимальний баланс між продуктивністю, простотою використання, надійністю та вартістю. Він має достатню потужність для обробки даних з герконів, низьке енергоспоживання, а також простий у програмуванні та інтеграції з іншими компонентами системи.

Враховуючи всі фактори, мікроконтролер ATmega128 є найкращим вибором для реалізації системи обробки даних електронної шахівниці, що забезпечує оптимальну продуктивність, надійність і економічну ефективність.

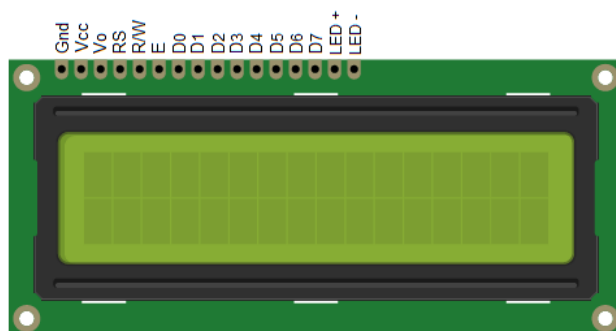


Рисунок 2.10 — LCD дисплей lm016l

Для реалізації функції виведення інформації у шахівниці з автоматичним формуванням списку ходів обрано дисплей LM016L. Дане рішення було прийнято після ретельного аналізу вимог до функціональності дисплея та оцінки різних альтернатив. Нижче наведено основні причини, чому саме LM016L був вибраний для цього проекту.

					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Основні характеристики дисплея LM016L

Тип дисплея: LCD (рідкокристалічний дисплей)

Розмір: 16 символів на 2 рядки

Інтерфейс: Паралельний, 4-бітний або 8-бітний режим передачі даних

Живлення: 5V

Підсвітка: Так

Робоча температура: Від -20°C до +70°C

Відповідність функціональним вимогам:

Розмір дисплея: LM016L має розмір 16x2 символів, що достатньо для відображення основної інформації, такої як таймер ходу, поточний стан гри, ідентифікація гравця, та інші повідомлення. Це відповідає потребам проекту, де необхідно відображати компактну, але інформативну інформацію.

Підсвітка: Наявність підсвітки дозволяє використовувати дисплей у різних умовах освітлення, забезпечуючи добру видимість інформації.

Простота інтеграції:

Інтерфейс: Паралельний інтерфейс з можливістю вибору між 4-бітним і 8-бітним режимами передачі даних забезпечує гнучкість у підключенні до мікроконтролера Atmega128, який використовується в проекті.

Простота програмування: Для дисплея LM016L існує багато бібліотек і прикладів коду, що полегшує процес програмування і зменшує час на розробку програмного забезпечення.

Енергоспоживання:

Живлення 5V: Дисплей LM016L працює від 5V, що відповідає напрузі живлення системи, забезпечуючи простоту в електричній схемі та економічність енергоспоживання.

Надійність і витривалість:

					PC-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Робоча температура: Дисплей має широкий діапазон робочих температур (від -20°C до $+70^{\circ}\text{C}$), що гарантує надійність роботи в різних умовах, включаючи використання на відкритому повітрі та в приміщеннях без клімат-контролю.

Довговічність: LCD дисплеї відомі своєю надійністю і довговічністю, що важливо для пристрою, який планується використовувати протягом тривалого часу без необхідності частих замін компонентів.

Економічність:

Вартість: LM016L є доступним за ціною дисплеєм, що робить його економічно вигідним вибором для проекту. Це особливо важливо для проектів, де бюджет є обмеженим і необхідно оптимізувати витрати без втрати функціональності.

Для реалізації функцій управління у шахівниці з автоматичним формуванням списку ходів обрано кнопку R13-507.



Рисунок 2.11 — Кнопка R13-507.

Цей вибір було зроблено після детального аналізу вимог до кнопок управління та оцінки альтернативних варіантів. Нижче наведено основні причини, чому саме R13-507 був обраний для цього проекту.

Основні характеристики кнопки R13-507

Тип кнопки: Моментальна кнопка (пружинного типу)

					PC-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Форма: Кругла

Розміри: Стандартні розміри для легкого інтегрування в панель управління

Матеріал: Високоякісний пластик та металеві контакти

Номінальний струм/напруга: 3A/250V AC

Механічна витривалість: До 50,000 натискань

Монтаж: Панельний монтаж

Колір: Різні варіанти кольорів для зручності використання

Водонепроникність: IP65 (захист від пилу та струменів води)

–Обґрунтування

Відповідність функціональним вимогам:

Моментальна дія: Кнопка R13-507 є моментальною, що забезпечує миттєвий зворотний зв'язок при натисканні. Це важливо для функцій управління, таких як пауза, увімкнення/вимкнення звукової індикації, оскільки моментальні кнопки забезпечують швидку реакцію на дії користувача.

Форма та розміри: Кругла форма та стандартні розміри кнопки R13-507 дозволяють легко інтегрувати її в панель управління шахівниці, забезпечуючи зручний доступ для користувача.

Надійність і довговічність:

Механічна витривалість: Здатність витримувати до 50,000 натискань робить кнопку R13-507 надійним вибором для інтенсивного використання, що важливо для довговічності приладу.

Високоякісні матеріали: Використання високоякісного пластику та металевих контактів забезпечує стійкість до зносу і надійну роботу кнопки протягом тривалого часу.

Захист від зовнішніх впливів:

					PC-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Водонепроникність IP65: Кнопка R13-507 має ступінь захисту IP65, що означає повний захист від пилу і захист від струменів води з будь-якого напрямку. Це важливо для забезпечення надійної роботи в різних умовах експлуатації, включаючи можливість використання на відкритому повітрі чи у вологих приміщеннях.

Електричні характеристики:

Номинальний струм/напруга: Кнопка R13-507 підтримує струм до 3А і напругу до 250V AC, що відповідає вимогам більшості систем керування та забезпечує безпеку при використанні в різних електричних схемах.

Естетичність і зручність:

Колірні варіанти: Наявність різних варіантів кольорів дозволяє легко ідентифікувати різні функції на панелі управління, що підвищує зручність використання приладу.



Рисунок 2.12 — Обраний світлодіод.

Для реалізації індикаційних функцій у шахівниці з автоматичним формуванням списку ходів обрано світлодіод з такими характеристиками: напруга живлення 3.3В, діаметр 5мм, струм 20мА, колірна температура 12000 К. Нижче наведено основні причини, чому саме цей світлодіод був обраний для проекту.

Основні характеристики світлодіода

					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Напруга живлення: 3.3В

Діаметр: 5мм

Струм: 20мА

Світловий потік: Висока яскравість при малому споживанні енергії

Кут огляду: Широкий кут огляду для рівномірного розподілу світла

– Обґрунтування вибору

Сумісність: Напруга 3.3В є стандартною для багатьох мікроконтролерів та електронних компонентів. Це спрощує інтеграцію світлодіода в електронну схему шахівниці, оскільки не потребує додаткових перетворювачів напруги.

Енергоефективність: При напрузі 3.3В світлодіод споживає менше енергії, що сприяє загальній енергоефективності пристрою.

Видимість: Світлодіоди діаметром 5мм забезпечують достатню яскравість і помітність, що важливо для індикаційних функцій. Вони легко помітні в різних умовах освітлення, що забезпечує зручність використання шахівниці.

Стандартний розмір: Світлодіоди цього розміру є стандартними, що полегшує їх монтаж та заміну у разі необхідності.

Яскравість: При струмі 20мА світлодіод забезпечує високу яскравість, що важливо для чіткої індикації ходів та інших функцій. Це робить світлодіоди ефективними в умовах яскравого освітлення.

Ефективність: Такий струм споживання є оптимальним для забезпечення достатньої яскравості при низькому енергоспоживанні.

Рівномірний розподіл світла: Широкий кут огляду забезпечує рівномірне розподілення світла, що важливо для видимості індикації з різних кутів. Це підвищує зручність використання пристрою.

Для забезпечення стабільної роботи електронної шахівниці з

					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

автоматичним формуванням списку ходів було обрано резистор С2-23.



Рисунок 2.13 —Резистор серії С2-23.

Нижче наведено основні причини вибору саме цього резистора та його характеристики.

Основні характеристики резистора С2-23

Номінальний опір: Від 0.1 Ом до 10 Мом

Потужність розсіювання: 0.125 Вт до 2 Вт

Допустиме відхилення: $\pm 5\%$ до $\pm 10\%$

Температурний коефіцієнт опору (TCR): Від -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$

Тип корпусу: Циліндричний

Обґрунтування вибору

Широкий діапазон опорів:

Гнучкість у проектуванні: Резистор С2-23 має широкий діапазон опорів, що дозволяє легко підібрати необхідний номінал для конкретних вимог схеми. Це забезпечує універсальність та гнучкість у використанні.

Розсіювання потужності:

Висока потужність: Резистори С2-23 здатні розсіювати потужність до 2 Вт, що робить їх придатними для використання у схемах з відносно високим струмом. Це забезпечує надійність і довговічність компонентів в умовах різного навантаження.

Допустиме відхилення:

					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Точність: Допустиме відхилення від номіналу від $\pm 5\%$ до $\pm 10\%$ є достатнім для більшості електронних схем, забезпечуючи необхідну точність при розрахунках і налаштуваннях.

Температурний коефіцієнт опору (TCR):

Стабільність при різних температурах: Резистори C2-23 мають широкий діапазон робочих температур від -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$. Це забезпечує стабільну роботу пристрою навіть у складних умовах експлуатації, зберігаючи параметри опору стабільними при змінах температури.

Тип корпусу:

Механічна надійність: Циліндричний корпус резистора C2-23 забезпечує його механічну міцність та стійкість до вібрацій, що важливо для довготривалої та надійної роботи електронної шахівниці.

Доступність і стандартизація:

Легкість придбання: Резистори C2-23 є широко доступними на ринку, що спрощує процес закупівлі та заміни у разі необхідності.

Стандартизовані параметри: Використання стандартних резисторів забезпечує зручність у проектуванні та ремонті, а також уніфікацію компонентів у серійному виробництві.

Так як багато елементів встановлюються на корпусі та є додаткова плата яку потрібно зв'язати з системою обробки даних були обрані роз'єми через які будуть підключені ці елементи.

–FFC-FPC роз'єм був обраний так як потрібно підключити LCD дисплей до системи обробки даних, цей роз'єм шлейфовий, тому його легко та зручно підключати.

					PC-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43



Рисунок 2.14 — FFC-FPC роз'єм .

–ХН-02А , ХН-03А, ХН-05А, JST ХН 16pin . Дані роз'єми були обрані для виведення кнопок, світлодіодів на корпус, ХН-05А роз'єм 5 піновий для реалізації підключення проектуємого приладу до комп'ютера. JST ХН 16pin цей роз'єм дозволяє підключити плату обробки даних, до системи ідентифікації розміщення фігур.

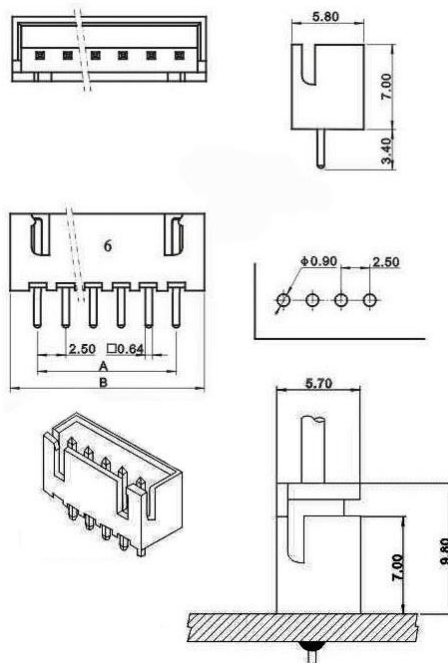


Рисунок 2.15 — Креслення роз'єму серії ХН .

					PC-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44



Рисунок 2.16 — Креслення роз'єму серії ХН .

Для забезпечення звукової індикації в електронній шахівниці з автоматичним формуванням списку ходів було обрано пьезодинамік КРХ-1200UB. Нижче наведено основні причини вибору саме цього компонента та його характеристики.

Основні характеристики пьезодинаміка КРХ-1200UB

Робоча напруга: 5 В

Робочий струм: ≤ 20 мА

Звуковий тиск: ≥ 85 дБ на відстані 10 см

Частота резонансу: 2.5 ± 0.5 кГц

Розміри: 12 мм (діаметр) x 8 мм (висота)

Тип монтажу: Виводний

Обґрунтування вибору

Енергоефективність: Пьезодинамік КРХ-1200UB працює при напрузі 5 В і споживає струм до 20 мА, що робить його енергоефективним та придатним для використання у малопотужних пристроях, таких як електронна шахівниця. Це також дозволяє живити його від стандартних джерел живлення, які використовуються у проекті.

Гучність: Звуковий тиск ≥ 85 дБ на відстані 10 см забезпечує достатньо гучний сигнал для привернення уваги користувача навіть у шумних умовах. Це

					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

важливо для індикації критичних подій, таких як завершення часу на хід або наближення до кінця таймеру гри.

Чіткість звуку: Резонансна частота 2.5 ± 0.5 кГц забезпечує оптимальну чіткість та розбірливість звукового сигналу. Така частота добре сприймається людським вухом, що робить сигнал легко розпізнаваним.

Зручність інтеграції: Розміри 12 мм (діаметр) x 8 мм (висота) дозволяють легко інтегрувати пьезодинамік у конструкцію шахівниці, не займаючи багато простору. Це важливо для компактного дизайну пристрою.

Простота встановлення: Виводний тип монтажу забезпечує легкість встановлення пьезодинаміка на друковану плату. Це спрощує процес складання та ремонту пристрою.

Висока надійність: Пьезодинаміки, як правило, мають високу надійність і довговічність, оскільки не містять рухомих частин. Це знижує ризик виходу з ладу та збільшує термін служби пристрою.

Економічна ефективність: КРХ-1200UB є доступним за ціною компонентом, що дозволяє знизити загальну вартість проекту.

2.6 Розробка алгоритму роботи програми мікроконтролера

Алгоритм програми електронної шахівниці включає кілька основних етапів, які забезпечують коректне функціонування системи: відстеження ходів, оновлення стану гри, обробку користувацьких дій та взаємодію з користувачем через інтерфейс. Нижче наведено покроковий алгоритм роботи програми:

– Ініціалізація

1. Завантажити початковий стан шахівниці.
2. Ініціалізувати датчики (геркони) для відстеження положення фігур на дошці.
3. Налаштувати зв'язок між герконами та програмою.

					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

–Основний цикл гри

1. Відстеження ходів:

Сканувати стан герконів. Визначити зміни в положенні фігур. Перевірити коректність ходу відповідно до правил шахів.

2. Оновлення стану гри:

Оновити внутрішнє представлення стану шахівниці. Записати хід у журнал партії.

3. Перевірка правил і умов гри:

Перевірити наявність шаху, шаха-мату або пату. Оновити відповідні прапорці в програмі.

4. Взаємодія з користувачем:

Відобразити оновлений стан шахівниці на екрані комп'ютера. Надати візуальні або звукові сповіщення про помилки (некоректний хід) або важливі події (шах, мат).

5. Обробка додаткових дій:

Реалізувати можливість збереження/завантаження гри. Надати користувачу доступ до допоміжних функцій (наприклад, підказки або відміна ходу).

6. Чекати на новий хід:

Повернутися до пункту 1 і чекати на нові дії від гравців.

– Завершення гри

1. Відобразити кінцевий результат (перемога, поразка або нічия).

2. Запропонувати зберегти партію.

3. Вивести статистику гри (кількість ходів, тривалість гри тощо).

					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.7 Висновки за розділом

Проектування електронної шахівниці з автоматичним формуванням списку ходів у реальному часі демонструє значні переваги в порівнянні з традиційними методами запису шахових партій. Завдяки використанню магнітних датчиків (герконів) та мікроконтролера Atmega 128, прилад забезпечує високу точність фіксації переміщення шахових фігур та автоматизацію запису ходів.

Структурна схема приладу включає кілька ключових компонентів, таких як Живлення системи та вивід інформації на комп'ютер, система ідентифікації переміщень фігур, кнопки керування, центр обробки даних, LCD дисплей, а також світлову та звукову індикацію. Всі ці елементи працюють разом для забезпечення зручності користування та надійності приладу.

Завдяки моделюванню в програмі ISIS Proteus вдалося перевірити роботу системи, що включає симуляцію таймеру та перемикання ходів між гравцями. Це дозволило оптимізувати схему та забезпечити коректне функціонування всіх компонентів.

Вибір елементної бази був обґрунтований аналізом надійності, вартості та експлуатаційних характеристик компонентів. Геркони виявились найкращим варіантом для реалізації системи ідентифікації фігур, оскільки вони забезпечують необхідну точність та простоту інтеграції. Вибір мікроконтролера ATmega128 був обумовлений його балансом між продуктивністю, простотою використання та вартістю.

У підсумку, розроблена електронна шахівниця з автоматичним записом ходів є надійним та ефективним інструментом, який може використовуватися як професійними шахістами, так і аматорами, значно полегшуючи процес аналізу та збереження шахових партій

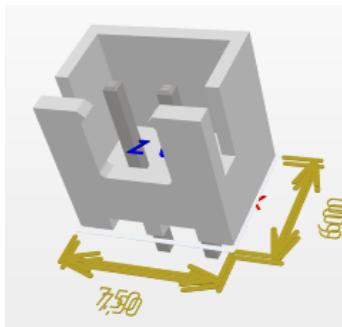
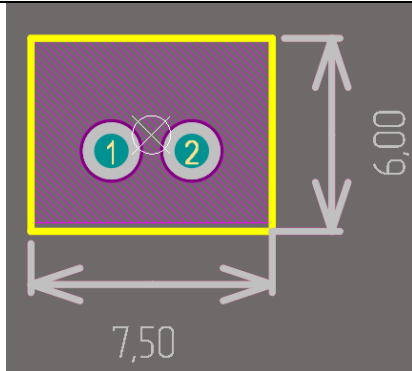
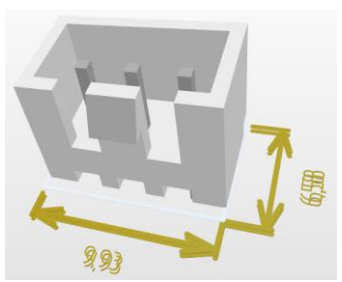
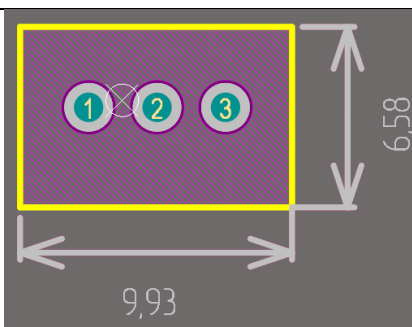
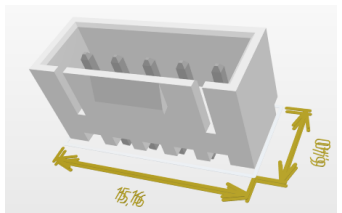
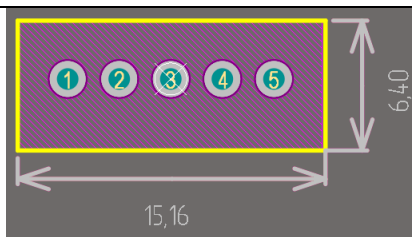
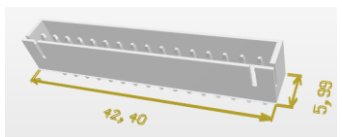
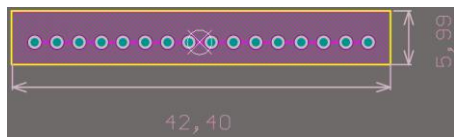
					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

3. КОНСТРУКТОРСЬКЕ ПРОЄКТУВАННЯ

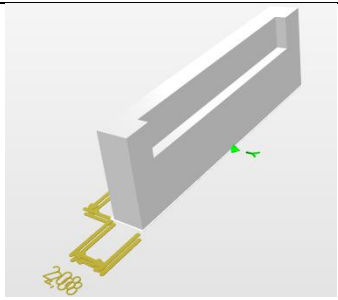
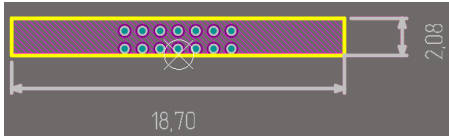
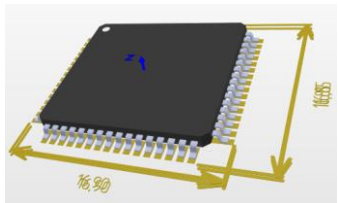
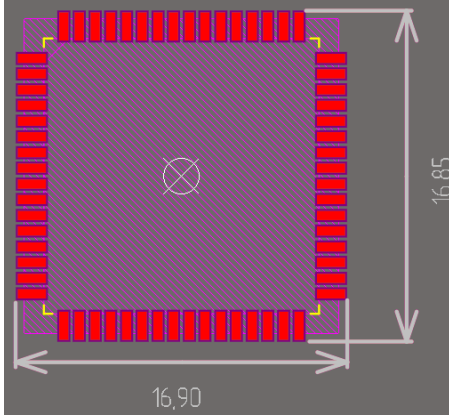
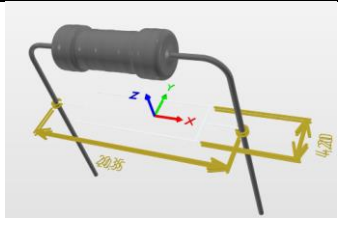
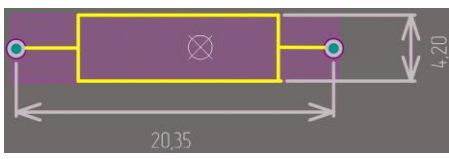
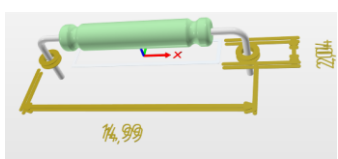
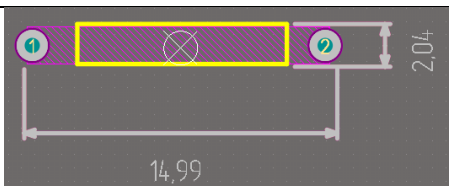
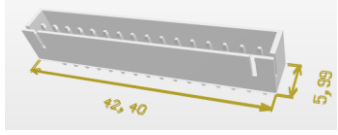
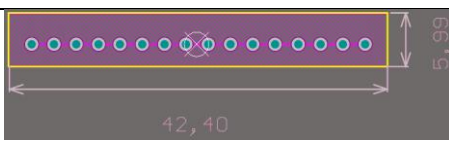
3.1 Проєктування друкованої плати.

Для проєктування друкованих плат спочатку потрібно розрахувати мінімальну площу друкованої плати, що б розрахувати мінімальну площу плати проведемо аналіз габаритних розмірів всіх елементів розташованих на платах та занесемо у таблицю 3.1

Таблиця 3.1

Найменування	3Д модель	Розміри посадочного місця в мм	К-сть	Площа мм ²	
				Селем	S _Σ
Плата обробки даних					
ХН-02А 2pin			6	45	270
ХН-03А 3pin			1	65,34	65,34
ХН-05А 5pin			1	97	97
JST ХН 16pin			1	252	252

Продовження таблиці 3.1

FFC-FPC 1мм 14 pin			1	38,9	38,9
Atmega 128			1	284,76	284,76
C2-23			3	9,87	29,61
Система ідентифікації положення фігур					
МКА- 10110 ар.А			64	30,6	1958,4
JST XH 16pin			1	254,4	254,4

За допомоги отриманих габаритних розмірів розраховуємо займану площу елементом $L \times W = S_{\text{елем}}$

Рахуємо площу займану всіма елементами плати обробки даних

$$S_{\text{вст}} = 270 + 65,34 + 97 + 252 + 38,9 + 284,76 + 29,61 = 1038 \text{ мм}^2 \quad (1)$$

Рахуємо площу займану всіма елементами системи ідентифікації

					PC-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

положення фігур

$$S_{\text{вст}} = 1958,4 + 254,4 = 2208,8 \text{ мм}^2 \quad (2)$$

Враховуючи особливості конструкції пристрою, враховуючи мікросхему і також велику кількість роз'ємних з'єднувачів з великою кількістю контактів що призводить до суттєвого збільшення кількості електричних провідників між ними для двох сторонньої друкованої плати обираємо коефіцієнт заповнення плати $k_{\text{зап}} = 0,3$

Для плати обробки даних

$$S_{\text{дп}} = \frac{S_{\text{вст}}}{k_{\text{зап}}} = \frac{1038}{0,3} = 3460 \text{ мм}^2 \quad (3)$$

Для системи ідентифікації положення фігур

$$S_{\text{дп}} = \frac{S_{\text{вст}}}{k_{\text{зап}}} = \frac{2208,8}{0,3} = 7362,6 \text{ мм}^2 \quad (4)$$

Розрахункові мінімальні розміри плати обробки даних будуть 60x58 мм але для запезпечення місця для отворів через які плата буде кріпитись до корпусу взято розміри 100x70 мм

Розрахункові мінімальні розміри плати системи ідентифікації положення фігур 125x59 мм але до цієї плати є особлива вимога, геркони розташовані на платі повинні знаходитись строго під клітинками поля шахівниці, та також треба забезпечити місце під отвори для кріплення плати, тому взято такі розміри: 500x470 мм

3.2 Розрахунок ширини провідного шару плати.

Для розрахунку ширини провідного шару потрібно знати максимальний струм який протікає у вихідному колі.

Величина цього струму не перевищує 10 мА

Товщина мідного покритву = 35 мкм

					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Густина струму = 25 A/мм^2

Розраховуємо ширину доріжки:

$$C_1 = \frac{0,01}{25 \cdot 0,035} = 0,01 \text{ мм} \quad (5)$$

Але 0,01 мм ширина доріжки дуже мала, навіть зрівнюючи з п'ятим класом точності який дорівнює 0,1мм, таку вимогу виробник не зможе реалізувати. Звіримося з першим класом точності який дорівнює 0,75 мм обираємо для системи ідентифікації положення фігур таку ширину доріжки, тому що, цей клас точності не потребує особливого обладнання, а для плати обробки даних обираємо 0.5. Звірившись з можливостями виробника РСВ24 він зможе реалізувати такі ширини доріжок

Тому за цими даними розраховуємо запас по струму:

Для системи ідентифікації положення фігур

$$k = \frac{c}{c_1} = \frac{0,75}{0,01} = 75 = 7,5 \quad (6)$$

Для плати обробки даних

$$k = \frac{c}{c_1} = \frac{0,5}{0,01} = 50 = 5 \quad (7)$$

c - це прийнята ширина доріжок, мм

c_1 - це розрахункова ширина доріжок, мм

3.3 Розрахунок отворів та контактних майданчиків

Площа контактних майданчиків для мікроконтролера розраховується по формулі:

$$S_{\text{КМ}} = a + 0,3 * b + 0,3 \quad (2)$$

Де:

a, b – Довжина та ширина 0.30

$S_{\text{КМ}}$ – Площа контактного майданчика

Розрахунок компонентів наскрізного монтажу виконується за

наступними формулами:

					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D_o = D_B + 0,2 \quad (3)$$

Де:

D_o – Діаметр отвору

D_B – Діаметр виводу

$$D_{KM} = D_o + \frac{2}{3} D_o \quad (4)$$

Де:

D_{KM} – Діаметр контактного майданчику

Дані розрахунків SMD компоненту зведено в таблицю 3.2

Дані розрахунків з наскрізним монтажем зведено в таблицю 3.3

Таблиця 3.2

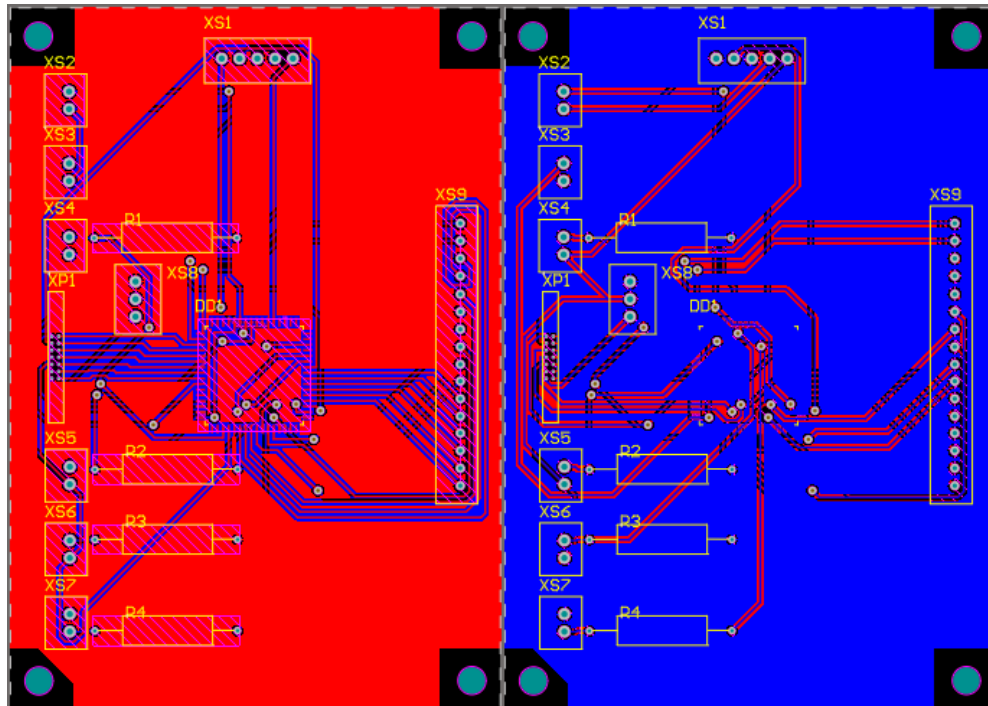
Назва компоненту	Ширина x довжина посадкового майданчика
Atmega 128	0.6x1.5

Таблиця 3.2

Назва компоненту	Діаметр отвору	Діаметр контактного майданчику
<i>XH-02A 2pin</i>	0,84	1.4
<i>XH-03A 3pin</i>	0,84	1.4
<i>XH-05A 5pin</i>	0,84	1.4
<i>JST XH 16pin</i>	0,84	1.4
<i>FFC-FPC 1мм 14 pin</i>	0,4	0,6
<i>C2-23</i>	1	1.6
<i>МКА-10110 гр.А</i>	0,67	1.12

3.2 Моделювання друкованих плат.

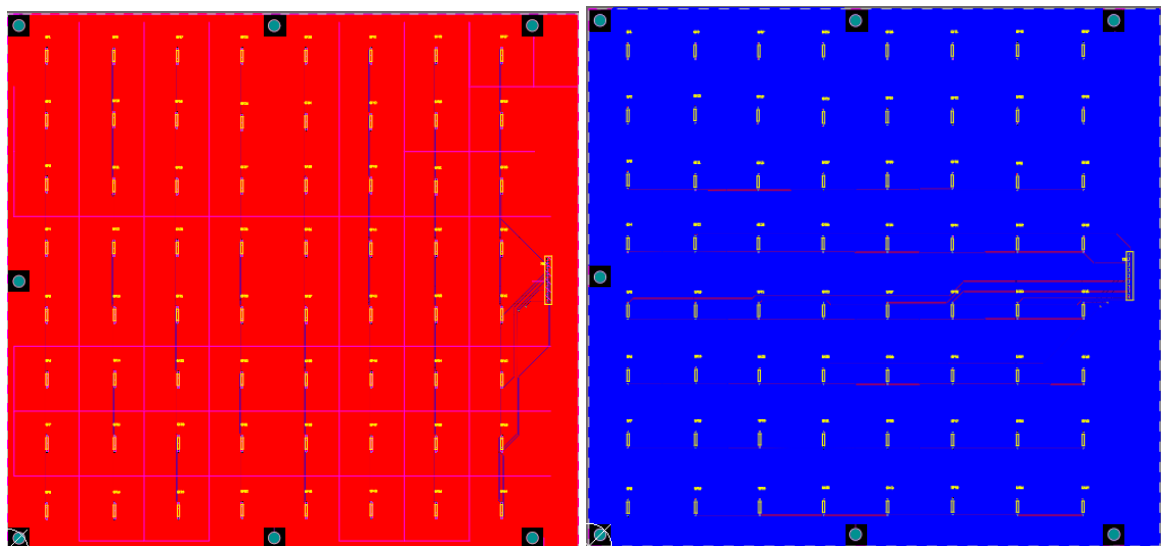
Друковані плати моделювались у програмі Altium Designer



(a)

(б)

Рисунок 3.1 — Модель друкованої плати обробки даних (а) верхнього (б) нижнього шару .



(a)

(б)

Рисунок 3.2 — Модель друкованої плати системи ідентифікації положення фігур (а) верхнього (б) нижнього шару .

На платі обробки даних трасування відбулось для всіх зв'язків окрім «Землі».

«Земля» підключена до полігону верхнього та нижнього шару міді, з метою використання усього не використаного шару міді плати.

На платі системи ідентифікації положення фігур на полігони верхнього та нижнього шару міді підключені 2 верхні строки герконів.

Також в цій же програмі було з модельовано 3Д моделі плат

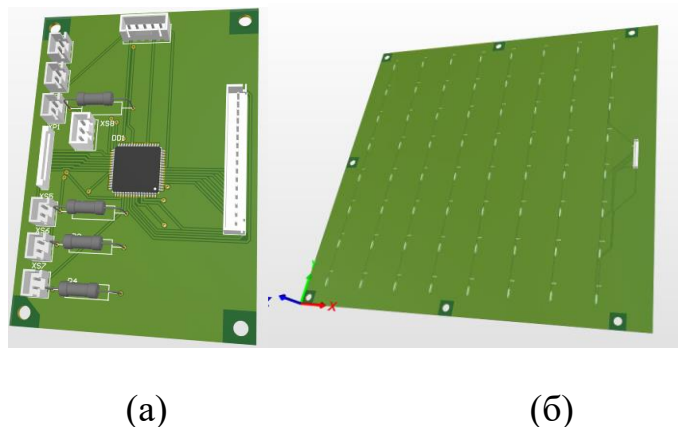


Рисунок 3.3 — 3Д моделі плат (а) обробки даних (б) системи ідентифікації положення фігур.

3.3 Розрахунок надійності.

Надійність - властивість виробу виконувати задані функції, зберігаючи в часі значення експлуатаційних показників у заданих межах, що відповідають заданим режимам та умовам використання, технічного обслуговування, ремонту, зберігання і транспортування.

Порушення працездатності називається несправністю. Несправність - це невідповідність будь вимогу технічної документації до виробу. Несправність може призвести до відмови.

Класифікація відмов:

За характером зміни параметрів до моменту виникнення:

-раптові, що виникають в результаті миттєвої зміни параметра;

					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

-поступові, що виникають в результаті поступової зміни параметрів;

За характером усунення:

-стійкі - які можуть бути усунені тільки оператором;

-самоусуваються - збої, що перемижувалися відмови;

За зовнішніми проявами:

-явні, які можна виявити при зовнішньому огляді;

-неявні, які виявляються в результаті спеціального контролю;

Через виникнення:

-конструкційний;

-технологічний;

-експлуатаційний;

Безвідмовністю називається властивість виробу безупинно зберігати працездатність протягом деякого часу або деякого напрацювання. Сумарний час фактичної роботи виробу до відмови називається напрацюванням.

Інтенсивність відмов - характеризує ймовірність відмови виробу за одиницю часу. Інтенсивність відмови елементів зводимо в таблицю 3.3

Таблиця 3.3

Елемент	Кількість	Інтенсивність відмов	Загальна інтенсивність відмов
Резистор	4	$0,02 \cdot 10^{-6}$	$8 \cdot 10^{-8}$
Мікросхема	1	$0,1 \cdot 10^{-6}$	$0,1 \cdot 10^{-6}$
Роз'ємний контакт	11	$0,05 \cdot 10^{-6}$	$8 \cdot 10^{-8}$
Кнопка	3	$0,05 \cdot 10^{-6}$	$5,5 \cdot 10^{-7}$
Світлодіод	2	$0,5 \cdot 10^{-6}$	10^{-6}
LCD дисплей	1	$0,6 \cdot 10^{-6}$	$0,6 \cdot 10^{-6}$

					PC-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Продовження таблиці 3.3

Пайка	278	$0,005 \cdot 10^{-6}$	$1,39 \cdot 10^{-6}$
Плата	1	$0,01 \cdot 10^{-6}$	$0,01 \cdot 10^{-6}$
Геркон	64	$0,01 \cdot 10^{-6}$	$6,4 \cdot 10^{-7}$
Пьезодинамік	1	$10 \cdot 10^{-6}$	10^{-5}
Сума інтенсивності:			$1,445 \cdot 10^{-5}$

$$T_{cp} = \frac{1}{\lambda_{\Sigma}} = \frac{1}{1,445 \cdot 10^{-5}} = 69204 \text{ годин на відмову} \quad (4)$$

Де:

T_{cp} – Годин на відмову

λ_{Σ} – Сума інтенсивності

Розрахунок безвідмовної роботи приладу проводимо розбиваючи середнє напрацювання на відмову на ділянки та визначаючи вірогідність безвідмовної роботи в зазначених точках за формулою .

$$P(t_p) = e^{-\lambda_{\Sigma} \cdot t} \quad (5)$$

Результати розрахунку заносимо в таблицю 3.4

Таблиця 3.4

№	Кількість годин, Т	Надійність Р(т)
1	5000	0.93
2	10000	0.86
3	15000	0.80

Продовження таблиці 3.4

4	20000	0.74
5	25000	0.69
6	30000	0.65
7	35000	0.60
8	40000	0.56
9	45000	0.52
10	50000	0.48
11	55000	0.45
12	60000	0.42
13	65000	0.39
14	69204	0.37

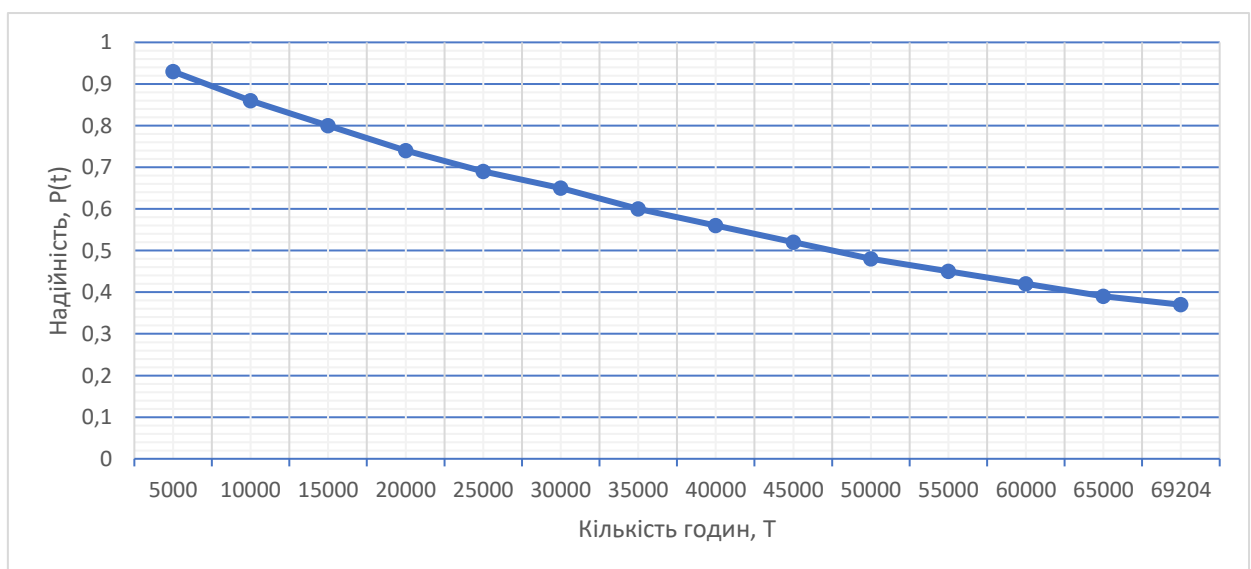


Рисунок 3.4 — Графік надійності.

3.4 Розробка корпусу.

Корпус шахівниці з автоматичним формуванням списку ходів партії в режимі реального часу було розроблено у програмному середовищі SolidWorks. Корпус приладу складається з двох деталей – це верхня кришка та основа.

3.4.1 Конструкція деталі основи корпусу

Деталь основи корпусу показано на рисунку 3.5

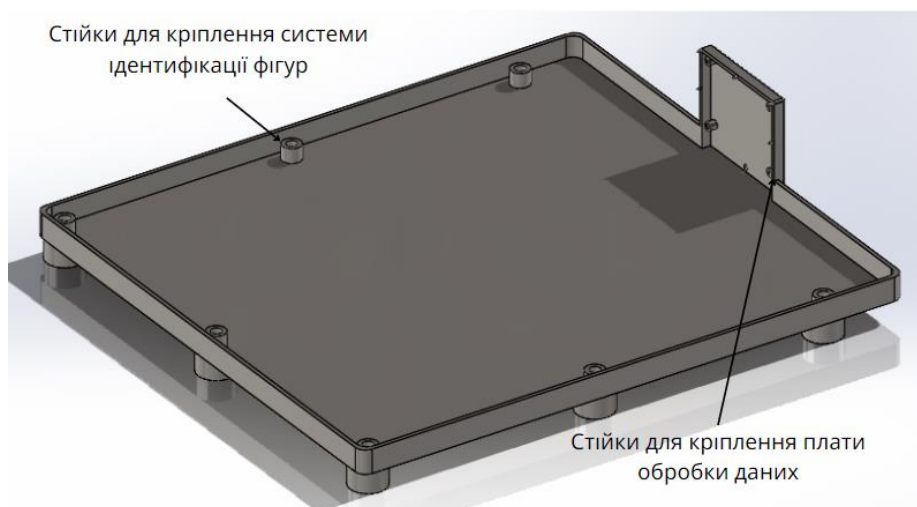


Рисунок 3.5 — Деталь основи корпусу.

Як ми бачимо на рисунку 3.5 деталь основи корпусу має стійки для кріплення системи ідентифікації положення фігур, для гвинтів – саморізів М10, та системи обробки даних, для гвинтів – саморізів М4. Ніжки корпусу також грають роль схованки для гвинтів , потім після збірки корпусу на ніжки наклеюються гумові підкладинки для більш фіксованого розташування .

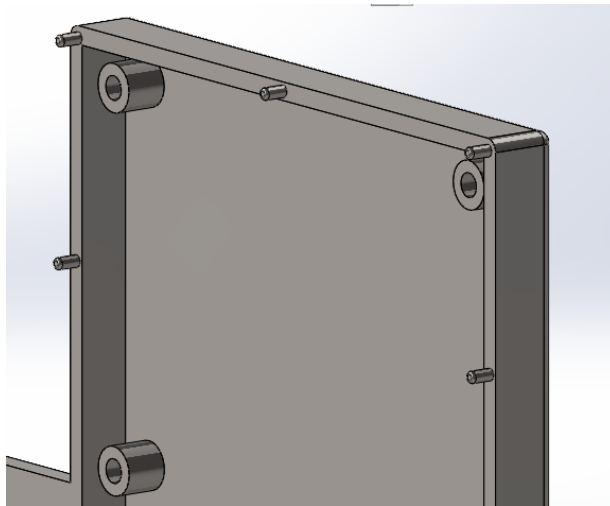


Рисунок 3.6 — Збільшена частина деталі основи корпусу.

Також ця деталь має спеціальні опуклості (див. рисунок 3.6) для більш фіксованого з'єднання обох деталей

3.4.2 Конструкція деталі верхньої кришки корпусу

Деталь верхньої кришки корпусу показана на рисунку 3.7

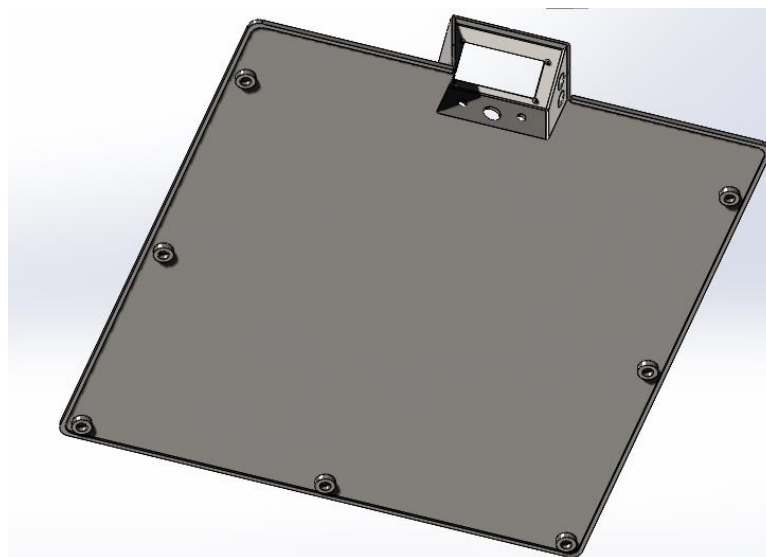


Рисунок 3.7 — Деталь верхньої кришки корпусу, вид знизу

На рисунку 3.7 ми бачимо стійки у які вкручуються гвинти М10 які фіксують положення основи корпусу, плати ідентифікації положення фігур та верхньої кришки корпусу.

					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60



Рисунок 3.8 — Деталь верхньої кришки корпусу, детальний вигляд

У даному місці (див. рисунок 3.8) будуть встановлюватись всі елементи які виведені на корпус. Дисплей кріпиться до стійок для кріплення дисплея за допомогою гвинтів M2.5. Тримач з пьезодинаміком кріпиться до стійки для кріплення тримача пьезодинаміка та фіксується гвинтом M2. Отвори для фіксації деталей потрібні для міцного та фіксованого з'єднання деталей.

3.4.3 Конструкція корпусу зі всіма елементами

Конструкція повного корпусу зображена на рисунку 3.9

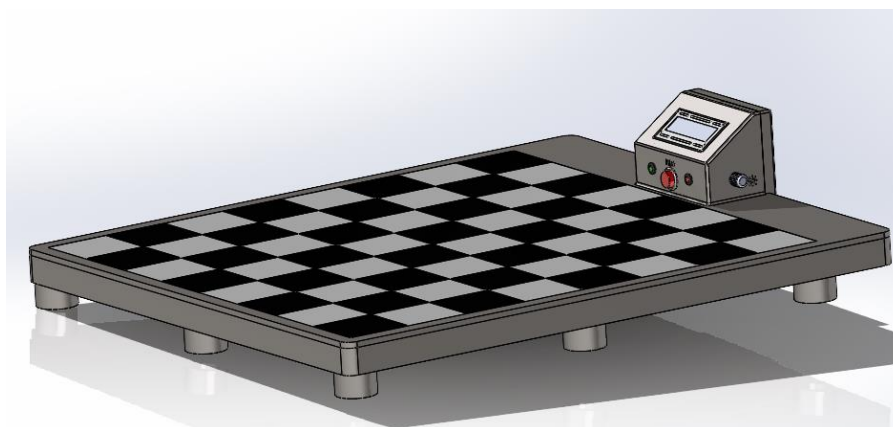


Рисунок 3.9 — Конструкція повного корпусу

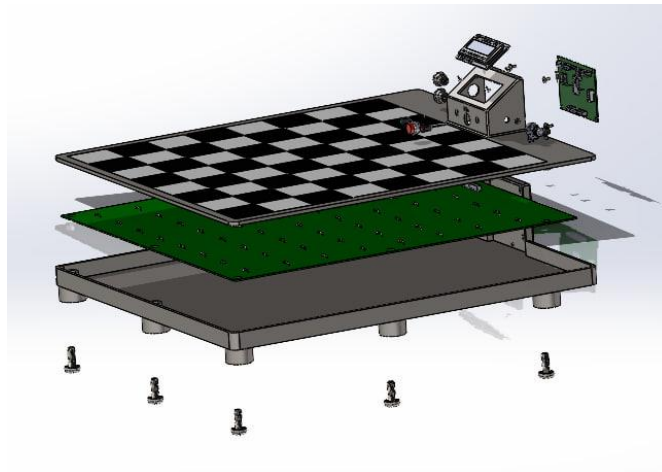


Рисунок 3.10 — Корпус в подетальному вигляді

В подетальному вигляді корпусу (див. рисунок 3.10) можна побачити всі використані деталі для шахівниці, а також розташування плат у корпусі. Для огляду елементної бази встановленої у корпусі використаємо рисунок 3.11

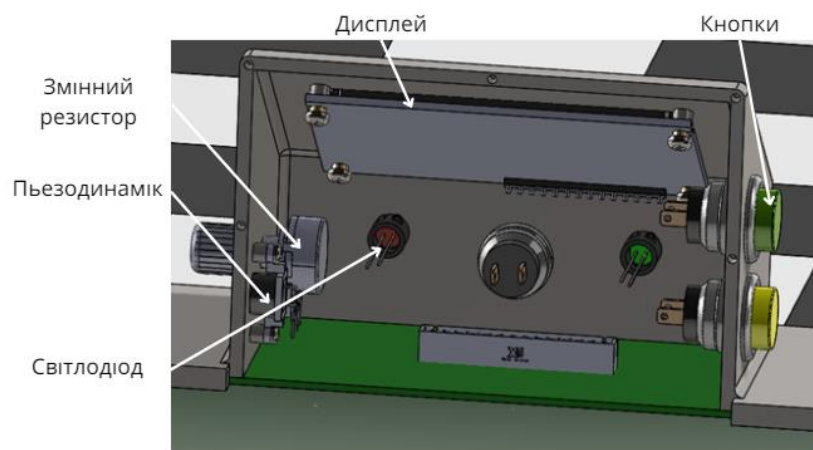


Рисунок 3.11 — Корпус з встановленими елементами системи

Світлодіоди (див. рисунок 3.11) встановлені в корпусі за допомогою спеціалізованих пластикових тримачей. Пьезодинамік фіксується на корпусі за допомогою пластикового тримача розробленого спеціально для даного проєкту, на зоні корпусу де прислоняється пьезодинамік є спеціальні отвори для кращого проходження звуку на зовні. Кнопки та змінний резистор тримаються у корпусі за допомогою закручених у них гайок з іншої сторони корпусу. На змінний резистор надягається пластикова ручка для більш

					PC-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

приємного маніпулювання елементом.

3.4.4 Обґрунтування вибору матеріалу для виготовлення корпусу

Вибір основних і допоміжних матеріалів, при проектуванні пристрою, багато в чому визначає його працездатність, надійність, довговічність. Вибираючи матеріали, слід виходити з якості, вартості та майбутніх умов експлуатації виробу. Матеріали, що застосовуються при виготовленні, можна розділити на два типи: основні матеріали: безпосередньо визначають вищевказані параметри виробу, до яких можна віднести матеріал друкованої плати.

Корпус шахівниці з автоматичним формуванням списку ходів партії в режимі реального часу повинен бути: міцним, технологічним, мати малу вагу, плата всередині повинна бути у безпеці, та надійно прикріплена,

Тому обраний матеріал повинен відповідати таким критеріям:

- Міцність, але повинен бути і легким, щоб зробити його більш легким використовуються форми деталі які забезпечують необхідну міцність жорсткість ці форми можуть бути: ребрами, надання деталі опуклих, склепінних, сферичний, конічних і тому подібних форм. Такі форми завжди призводять до отримання більш легких конструкцій.

- Жорсткість. Відомо, що працездатність конструкції в тій же мірі, як і міцність (а іноді і в більшій), визначає жорсткість. Жорсткість має велике значення для приладів полегшеного типу.

- Який буде матеріал, така буде і точність вироблення з неї виробів.

Тому для виробництва більшості пристроїв використовують пластик, він є досить, легкий, міцний, жорсткий, не дорогий, та його досить легко обробляти.

Тому для виготовлення приладу, буде використовуватися ABS-пластик

ABS-пластик - Акрилонітрілбутадієнстірол - пластик, назва якого утворена з початкових букв найменувань речовин, в результаті полімеризації

					PC-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

яких він утворюється: акрилонітрилу (А) сбутадіеном (В) істірола (S)

Цей пластик має такі переваги:

- У «натуральному» вигляді має напівпрозорий жовтуватий відтінок, але може бути пофарбований в різні кольори;
- Коштує недорого
- Підвищена міцність та еластичність;
- довговічний;
- нетоксичний;
- вологостійкий;
- Стійкий до впливу масел, лугів і жиророзчинних миючих засобів;
- Теплостійкий: витримує нагрівання до 103 ° С, а його модифіковані види - до 113 ° С;

Може надійно експлуатуватися в широкому діапазоні температур (від -40 ° С до +90 ° С);

3.5 Висновки до розділу.

Проектування друкованих плат розпочалося з детального аналізу габаритних розмірів усіх компонентів, що дозволило визначити мінімальну необхідну площу для їх розміщення. Розрахунок площі друкованих плат, виконаний на основі отриманих даних, показав, що компоненти на платах обробки даних та системи ідентифікації положення фігур займають відповідно 1038 мм² та 2208,8 мм². Враховуючи конструктивні особливості пристрою і значну кількість роз'ємних з'єднувачів, було обрано коефіцієнт заповнення плати 0,3. Це дозволило розрахувати необхідну площу для плат: 3460 мм² для плати обробки даних і 7362,6 мм² для системи ідентифікації положення фігур. Фактичні розміри плат були збільшені для забезпечення додаткового простору для кріплення: 100x70 мм для плати обробки даних та 500x470 мм для системи ідентифікації положення фігур, щоб геркони розташовувалися строго під

					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

клітинками шахівниці. Це забезпечило точність і надійність кріплення, враховуючи всі конструктивні особливості пристрою.

Розробка корпусу для шахівниці з автоматичним формуванням списку ходів у режимі реального часу включала декілька важливих етапів, виконаних у програмному середовищі SolidWorks. Конструкція корпусу складається з двох основних деталей: верхньої кришки та основи. Основна деталь корпусу має стійки для кріплення системи ідентифікації положення фігур, гвинтів M10 та системи обробки даних, що фіксуються гвинтами M4. Ніжки корпусу, які також служать схованками для гвинтів, забезпечують стабільність розташування за рахунок наклеєних гумових підкладок. Верхня кришка корпусу має стійки для кріплення всіх компонентів, включаючи дисплей та пьезодинамік, що забезпечує міцне з'єднання деталей.

Матеріал для корпусу було обрано з урахуванням вимог до міцності, легкості та жорсткості конструкції. Пластик ABS, що використовується для виготовлення корпусу, володіє необхідними властивостями, такими як підвищена міцність, еластичність, довговічність, нетоксичність, вологостійкість та стійкість до впливу масел, лугів і жиророзчинних миючих засобів. Також він витримує нагрівання до 103 °C (модифіковані види - до 113 °C) і може експлуатуватися в широкому діапазоні температур (від -40 °C до +90 °C). Таким чином, вибір ABS-пластику забезпечує оптимальні характеристики для корпусу шахівниці, гарантуючи його надійність і довговічність.

					PC-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

ВИСНОВОК

У ході виконання дипломного проекту було розроблено інтерактивну шахівницю з автоматичним формуванням списку ходів партії в режимі реального часу. Проект об'єднав у собі розробку апаратної частини, програмного забезпечення та конструкційних елементів, що дозволило створити функціональний та надійний пристрій.

Проектування друкованих плат для системи обробки даних та ідентифікації положення фігур включало детальний аналіз габаритних розмірів компонентів, розрахунок необхідних площ та розробку схемотехнічних рішень. Завдяки цьому вдалося забезпечити компактність та ефективність електронної частини пристрою.

Було проведено розрахунок ширини провідних шарів і площ контактних майданчиків, що дозволило забезпечити надійність електричних з'єднань. Змодельовані друковані плати та 3D-моделі корпусу в програмних середовищах Altium Designer та SolidWorks підтвердили відповідність розроблених рішень технічним вимогам.

Особлива увага приділена вибору матеріалу для виготовлення корпусу. Використання ABS-пластика забезпечило необхідні механічні та експлуатаційні характеристики, такі як міцність, легкість та довговічність. Розробка конструкції корпусу з урахуванням усіх вимог ергономіки та зручності монтажу дозволила створити надійну та естетично привабливу оболонку для пристрою.

Проведені розрахунки надійності підтвердили високу стійкість пристрою до відмов, що дозволяє гарантувати його довготривалу експлуатацію без суттєвих збоїв. Це особливо важливо для застосування в умовах шахових турнірів та клубів, де точність і надійність роботи пристрою є критично важливими.

Результати проекту можуть бути використані для подальшого впровадження та серійного виробництва розробленого пристрою. Інтерактивна шахівниця з автоматичним записом ходів має широкі перспективи застосування, сприяючи підвищенню комфорту та ефективності в процесі гри, аналізу партій та навчання шахам.

Таким чином, поставлені задачі були успішно виконані, а розроблений пристрій відповідає всім технічним вимогам і стандартам якості.

					PC-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Portable Game Notation – Вікіпедія.
URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Portable_Game_Notation
2. History of chess - Wikipedia. Wikipedia, the free encyclopedia.
URL: https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_chess.
3. Шаховий комп'ютер DGT Pegasus, 35см x 35см URL: <https://chess-stock.com/nabory/shahovij-komp-yuter-dgt-pegasus/>
4. ATMEGA128 PDF. ALLDATASHEET.COM - Electronic Parts Datasheet Search.URL: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/56260/ATMEL/ATMEGA128.html>
5. Матеріали для 3d-принтера: pla і abs-пластик
URL: <https://koloro.ua/ua/blog/3d-tehnologii/materialy-dlya-3d-printera-pla-i-abs-plastik-a-takzhe-pva-plastik-i-nejlon.html>
6. Електронний "шаховий" годинник URL: <https://sxem.org/2-vse-stati/codevisionavr/80-elektronnye-shakhmatnye-chasy>
- 7.UART – Вікіпедія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/UART> .
8. Reed switch - Wikipedia,
URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Reed_switch (date of access: 15.06.2024).

					РС-п11.466211.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Перв. застосування	PC-n11.466211.001 E1			
Довідк. №				
Підп. и дата				
Зам. інв. №				
Інв. № орг.				
Підп. и дата				
Інв. № орг.				

Живлення системи та вивід інформації на комп'ютер

Кнопки керування системою

Центр обробки даних

Блок ідентифікації переміщення фігур

Вивід інформації на LCD дисплей

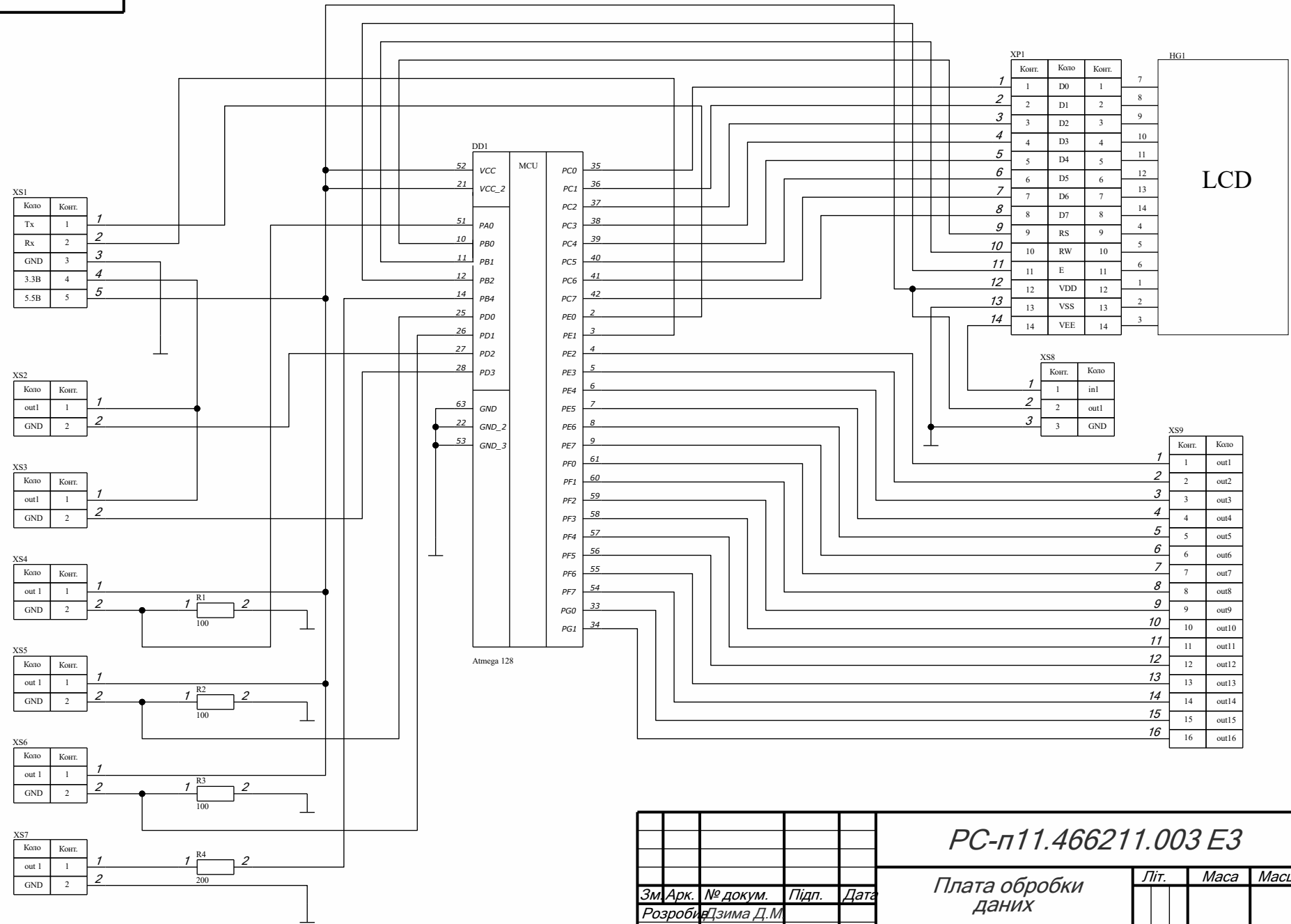
Світлова та звукова індикація

					PC-n11.466211.001 E1				
					Шахівниця з автоматичним формуванням списку ходів Схема структурна	Літ.	Маса	Масштаб	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				1:1	
Розроб.		Дзима Д.М.							
Перевір.		Шпилька О.О.							
Т. контр.						Аркуш	1	Аркушів	1
Н. контр.		Попсуй В.І.				НТУУ КПІ			
Затв.									

Копіював

Формат А3

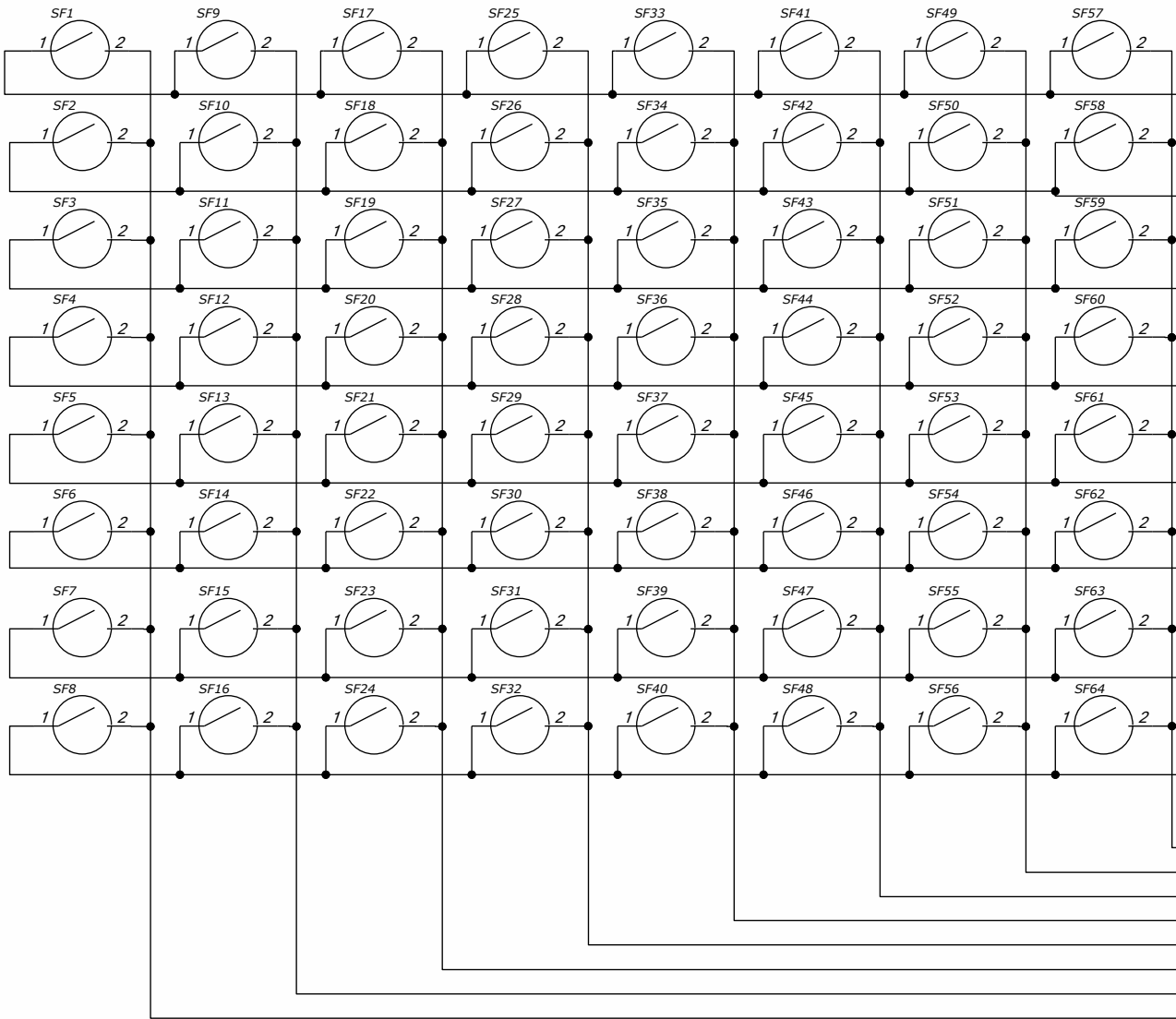
PC-п11.466211.003 E3



PC-п11.466211.003 E3			
Плата обробки даних			
Схема електрична принципова			
Літ. Маса Масштаб			
Аркуш Аркушів			
НТУУ КПІ			

Зм. Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розробив	Дзима Д.М.		
Перевірів	Шпилька О. О.		
Т.контр.			
Н.контр.	Посуй В.І.		
Затв.			

PC-п11.466211.003 E3



XS1		
Конт.	Коло	
1	1	out1
2	2	out2
3	3	out3
4	4	out4
5	5	out5
6	6	out6
7	7	out7
8	8	out8
9	9	out9
10	10	out10
11	11	out11
12	12	out12
13	13	out13
14	14	out14
15	15	out15
16	16	out16

sensors

PC-п11.466211.003 E3			
Система ідентифікації переміщення фігур			
Схема електрична принципова			
Літ.		Маса	Масштаб
Аркуш		Аркушів	
Н.контр.		Попсуй В.І.	
Затв.		*	

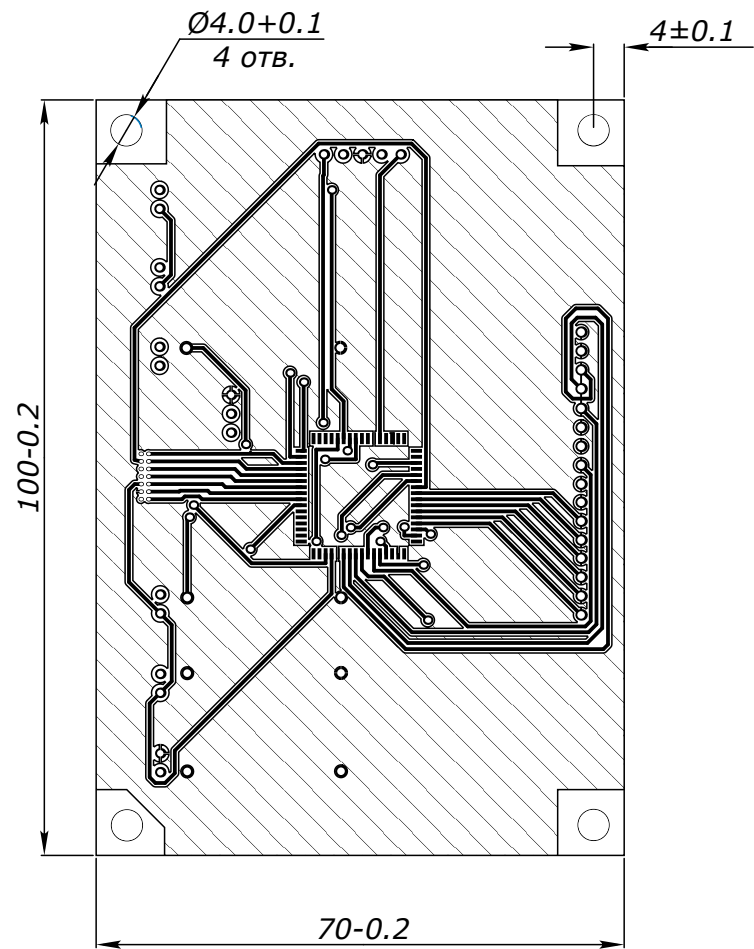
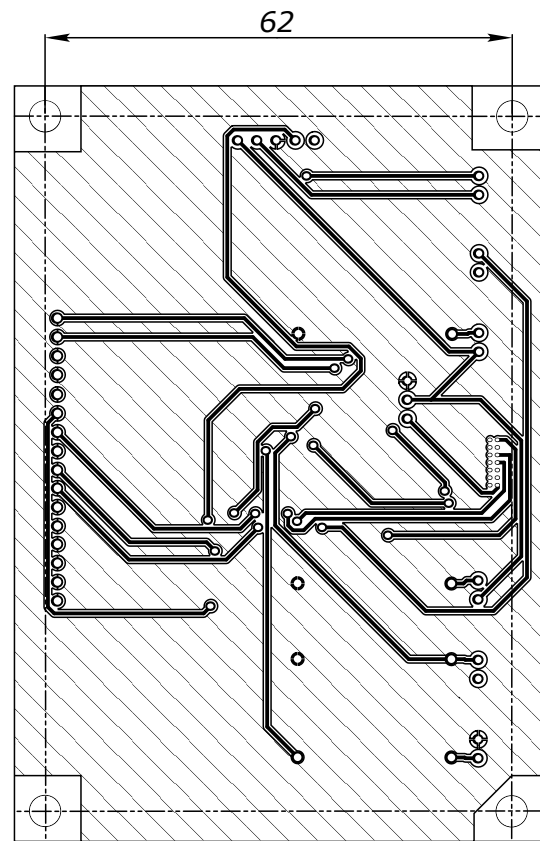
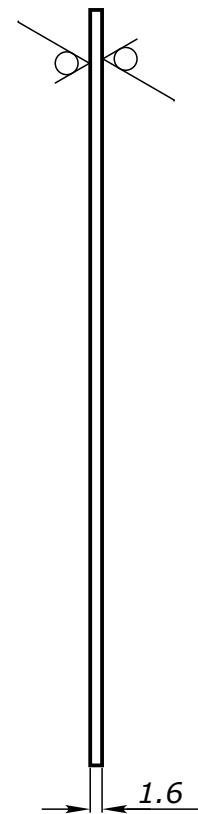


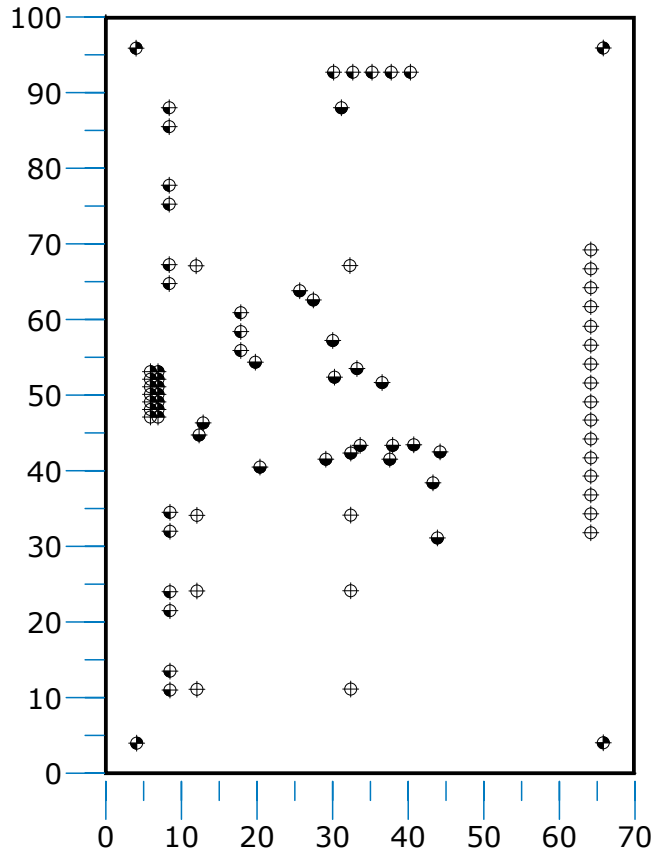
Рисунок 1 — Структура шарів друкованої плати

Material	Layer	Thickness	Gerber
Шовкографія	Top Overlay		GTO
Захисна маска	Top Solder	0.015mm	GTS
Мідь	Top Layer	0.035mm	GTL
FR-4		1.500mm	
Мідь	Bottom Layer	0.035mm	GBL
Захисна маска	Bottom Solder	0.015mm	GBS
Шовкографія	Bottom Overlay		GBO
Total thickness: 1.600mm			



- *Розміри для довідок.
- Плату виготовити у відповідності до вимог IPC-6011, клас 1.
- Плату виготовити методом металізації наскрізних отворів.
- Кількість і параметри отворів у відповідності до таблиці 1 Додаткового виду А.
- Інформацію про структуру шарів друкованої плати наведено на рис. 1.
- Решта технічних вимог за ОСТ 11.010.013-82

PC-n11.758745.004					Лім.			Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Плата обробки даних електронної шахівниці			1:1	
Розроб.	Дзима Д.М.				FR-4 35/35 1.5			НТУУ КПІ	
Перевір.	Шпилька О.О.							Аркуш 1 Аркушів 2	
Т. контр.									
Н. контр.	Попсуй В.І.								
Затв.									



Таблиця 1. Кількість і параметри отворів

Symbol	Count	Hole Size	Plated	Hole Tolerance
⊕	14	0.40mm	Plated	
⊗	20	0.71mm	Plated	
⊕	20	0.84mm	Plated	
⊕	24	1.00mm	Plated	
⊗	4	4.00mm	Plated	
82 Total				

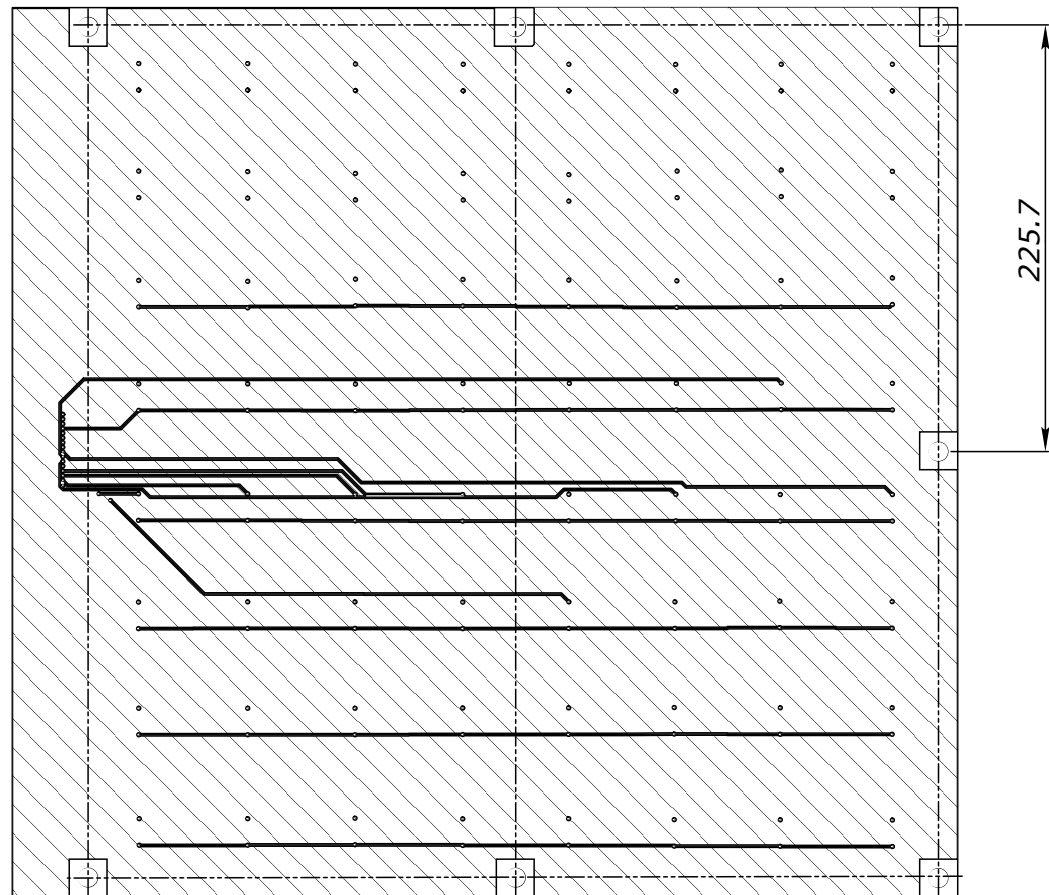
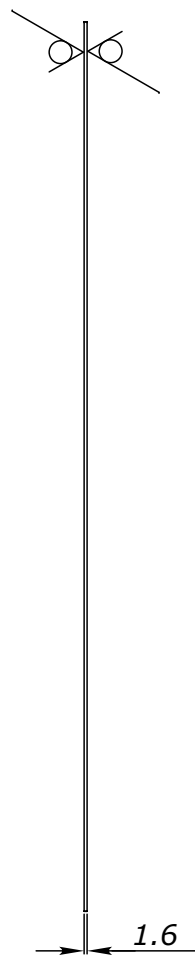
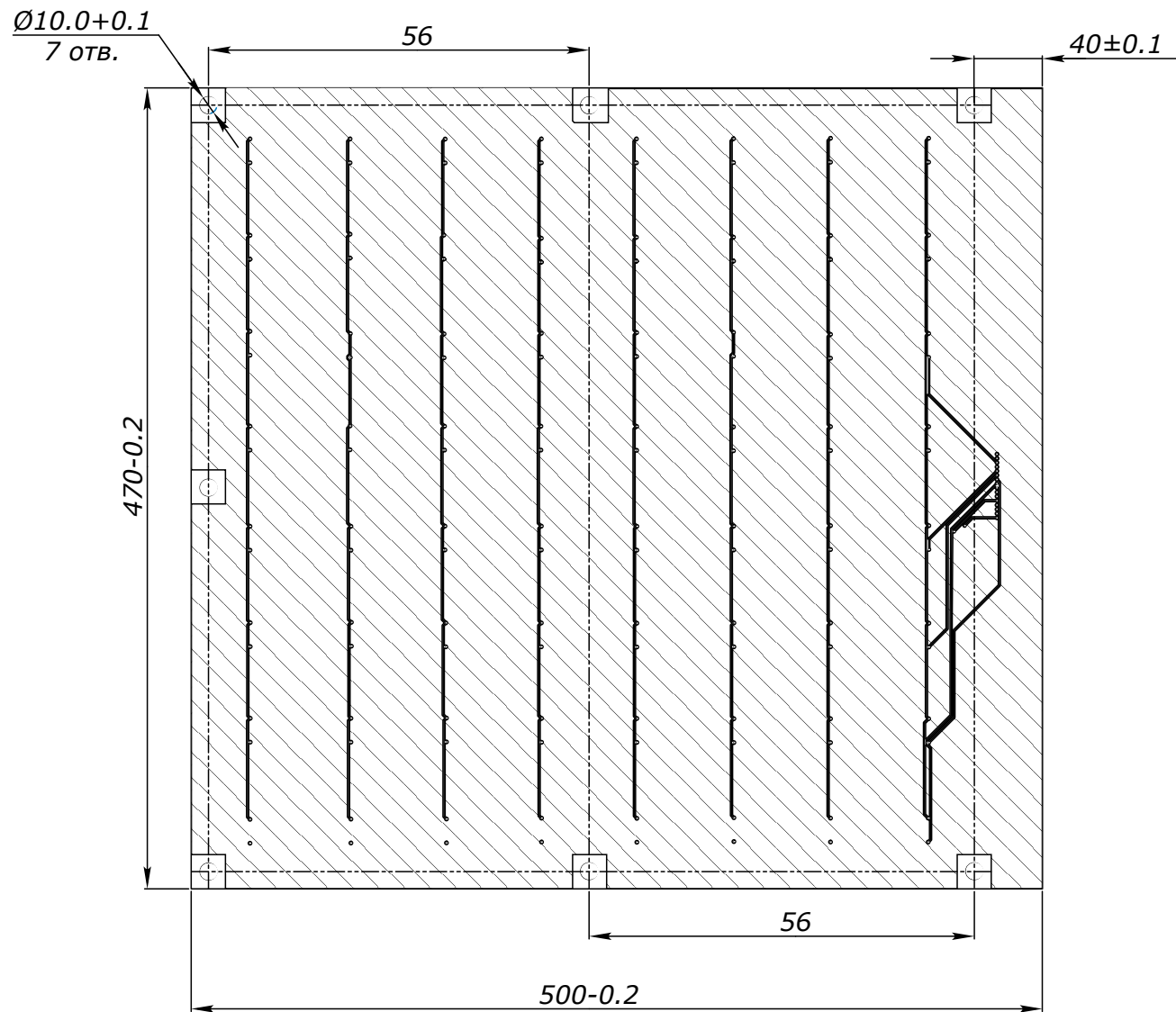
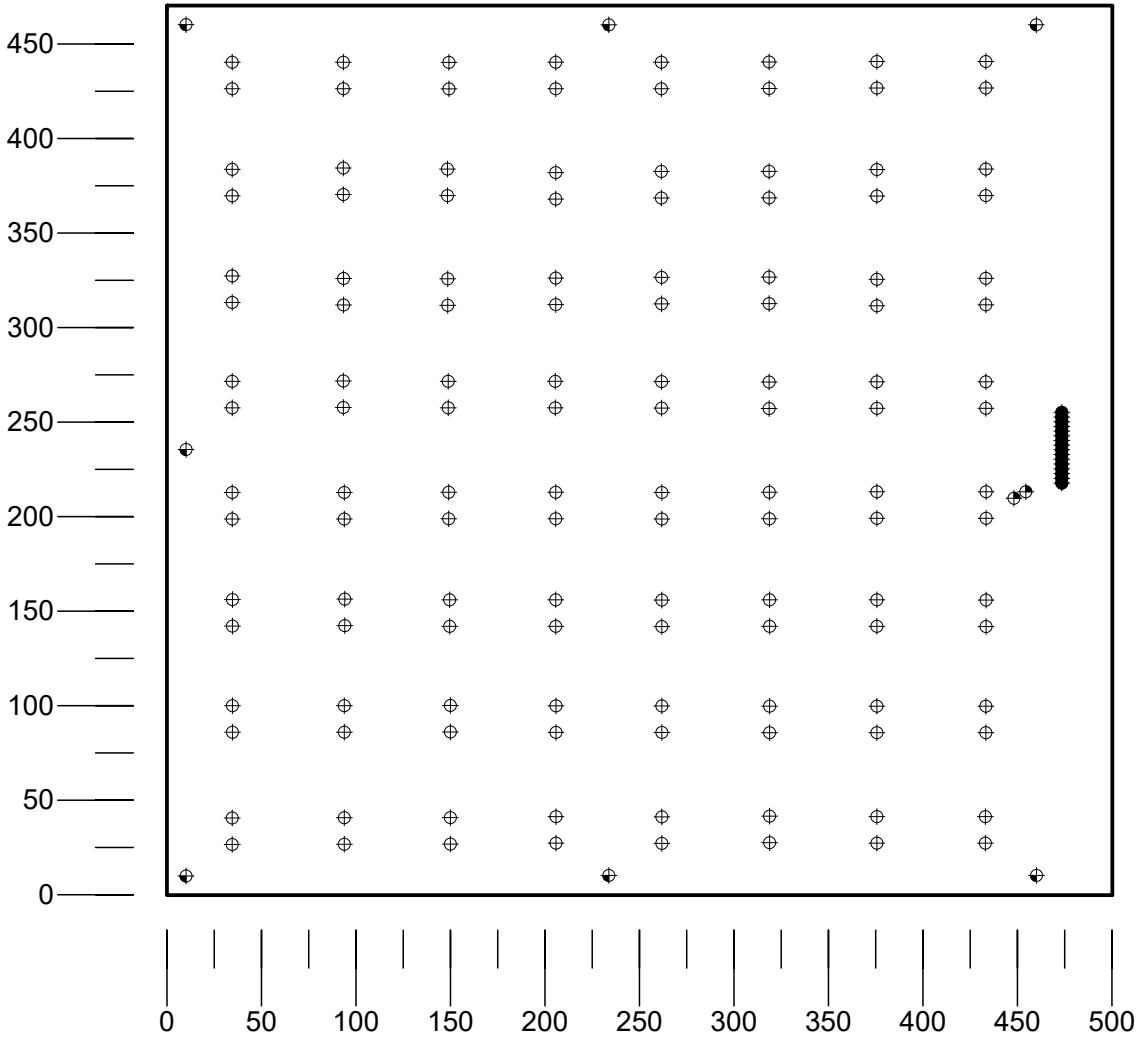


Рисунок 1 — Структура шарів друкованої плати

Material	Layer	Thickness	Type	Gerber
Шовкографія	Top Overlay		Legend	GTO
Захисна маска	Top Solder	0.015mm	Solder Mask	GTS
Мідь	Top Layer	0.035mm	Signal	GTL
FR4		1.500mm	Dielectric	
Мідь	Bottom Layer	0.035mm	Signal	GBL
Захисна маска	Bottom Solder	0.015mm	Solder Mask	GBS
Шовкографія	Bottom Overlay		Legend	GBO
Total thickness: 1.600mm				

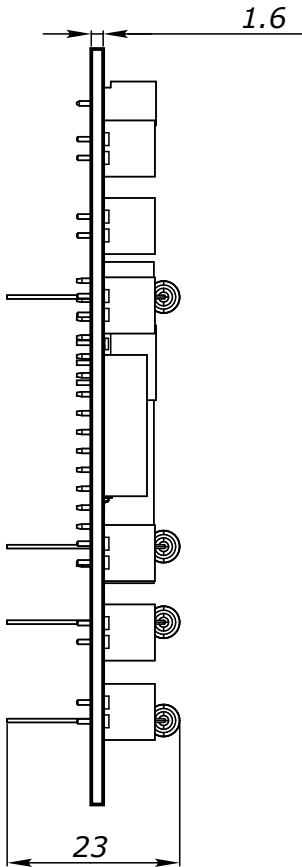
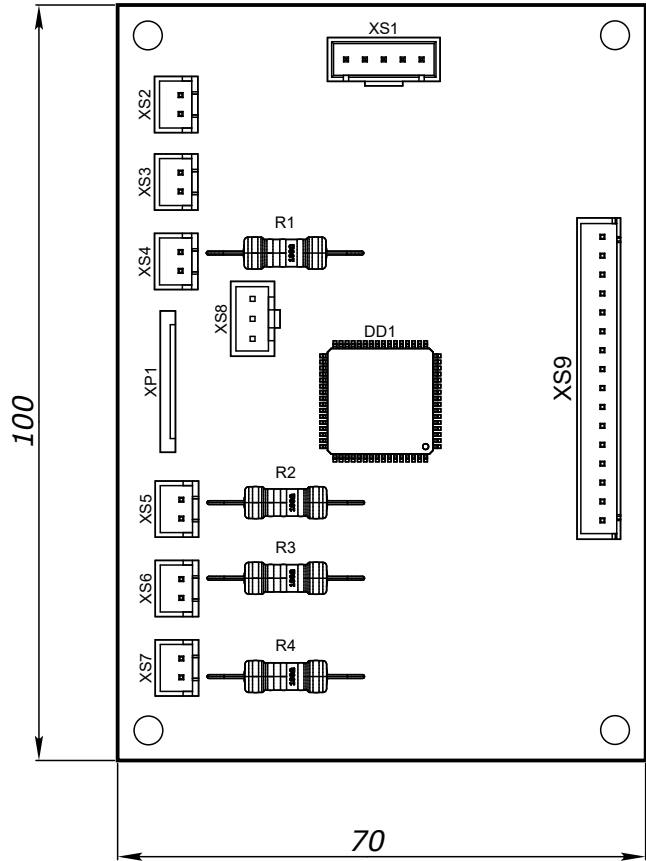
- *Розміри для довідок.
- Плату виготовити у відповідності до вимог IPC-6011, клас 1.
- Плату виготовити методом металізації наскрізних отворів.
- Кількість і параметри отворів у відповідності до таблиці 1 Додаткового виду А.
- Інформацію про структуру шарів друкованої плати наведено на рис. 1.
- Решта технічних вимог за ОСТ 11.010.013-82

					PC-n11.758747.004				
					Система ідентифікації розміщення фігур	Лім.		Маса	Масштаб
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					1:4	
Розроб.	Дзима Д.М.								
Перевір.	Шпилька О.О.								
Т. контр.						Аркуш 1	Аркушів 2		
Н. контр.	Попсуй В.І.				FR-4 35/35 1.5	НТУУ КПІ			
Затв.									



Таблиця 1. Кількість і параметри отворів

Symbol	Count	Hole Size	Plated	Hole Tolerance
⊕	128	0.67mm	Plated	
⊕	2	0.71mm	Plated	
●	16	0.84mm	Plated	
⊕	7	10.00mm	Plated	
153 Total				



1. Монтаж плати виконати згідно з схемою електричною принциповою PC-n11.466211.003 E3
2. Установку елементів виконати за ОСТ4.010.030-81.
3. ПОС-61 ГОСТ 21931-76 Висота пайки 1...1,5мм
4. Решта технічних вимог за ОСТ 11.010.013-82

					PC-n11.466211.001 СК				
					Плата обробки даних електроної шахівниці	Лім.		Маса	Масштаб
									1:1
						Аркуш 1		Аркушів 1	
						НТУУ КПІ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Дзима Д.М.							
Перевір.		Шпилька О.О.							
Т. контр.									
Н. контр.		Попсуй В.І.							
Затв.									

Інв. № ориг.		Підп. и дата		Зам. інв. №		Інв. № ориг.		Підп. и дата		Довідк. №		Перв. застосування																																																																																																	
PC-n11.466211.002 СК																																																																																																													
470 SF1 SF2 SF3 SF4 SF5 SF6 SF7 SF8 SF9 SF10 SF11 SF12 SF13 SF14 SF15 SF16 SF17 SF18 SF19 SF20 SF21 SF22 SF23 SF24 SF25 SF26 SF27 SF28 SF29 SF30 SF31 SF32 SF33 SF34 SF35 SF36 SF37 SF38 SF39 SF40 SF41 SF42 SF43 SF44 SF45 SF46 SF47 SF48 SF49 SF50 SF51 SF52 SF53 SF54 SF55 SF56 SF57 SF58 SF59 SF60 SF61 SF62 SF63 SF64 XS1 500																																																																																																													
1.6 10.2																																																																																																													
1. Монтаж плати виконати згідно з схемою електричною принциповою PC-n11.466211.004 ЕЗ 2. Установку елементів виконати за ОСТ4.010.030-81. 3. ПОС-61 ГОСТ 21931-76 Висота пайки 1...1,5мм 4. Решта технічних вимог за ОСТ 11.010.013-82																																																																																																													
<table><tr><td colspan="5">PC-n11.466211.002 СК</td><td colspan="3">Лім.</td><td colspan="2">Маса</td><td colspan="2">Масштаб</td></tr><tr><td colspan="5">Система ідентифікації розміщення фігур</td><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">1:4</td></tr><tr><td colspan="5">Зм. Арк. № докум. Підпис Дата</td><td colspan="3">Аркуш 1</td><td colspan="2">Аркушів 1</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td colspan="5">Розроб. Дзима Д.М.</td><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr><tr><td colspan="5">Перевір. Шпилька О.О.</td><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr><tr><td colspan="5">Т. контр.</td><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr><tr><td colspan="5">Н. контр. Попсуй В.І.</td><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">НТУУ КПІ</td></tr><tr><td colspan="5">Затв.</td><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr></table>														PC-n11.466211.002 СК					Лім.			Маса		Масштаб		Система ідентифікації розміщення фігур										1:4		Зм. Арк. № докум. Підпис Дата					Аркуш 1			Аркушів 1				Розроб. Дзима Д.М.												Перевір. Шпилька О.О.												Т. контр.												Н. контр. Попсуй В.І.										НТУУ КПІ		Затв.											
PC-n11.466211.002 СК					Лім.			Маса		Масштаб																																																																																																			
Система ідентифікації розміщення фігур										1:4																																																																																																			
Зм. Арк. № докум. Підпис Дата					Аркуш 1			Аркушів 1																																																																																																					
Розроб. Дзима Д.М.																																																																																																													
Перевір. Шпилька О.О.																																																																																																													
Т. контр.																																																																																																													
Н. контр. Попсуй В.І.										НТУУ КПІ																																																																																																			
Затв.																																																																																																													

Первинне застосування	Поз. позн.	Найменування				Кільк.	Примітка		
		<u>Мікросхеми</u>							
	DD1	Atmega 128				1			
		<u>Резистори C2-23 ОЖО 464 126 ТУ</u>							
	R1,R2	C2-23 100 Ом +-10 1 Вт				2			
	R3	C2-23 200 Ом +-10 1 Вт				1			
	R4	Резистор змінний 16К1 1кОм				1			
		<u>Геркони</u>							
Довідковий №	SF1-SF64	МКА-10110 гр.А				64			
		<u>Роз'єми</u>							
	XP1	FFC-FPC 1мм 14 pin				1			
	XS2-XS7	XH-02A 2pin				6			
	XS8	XH-03A 3pin				1			
	XS9	XB-X8821WV 16pin				2			
Підпис і дата									
Зам. інв.№									
Інв.№оріє.									
PC-п11.466211.001ПЕЗ									
Зм.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	Шахівниця з автоматичним формуванням списку ходів партії в режимі реального часу Перелік елементів		Літера	Аркуш	Аркушів	
Розроб.	Дзима Д. М								
Перевір	Шпилька О.О						1	1	
Т.контр						НТУУ КПІ			
Н.конт	Попсуй В.І.								
Затв.									

Первинне застосування		Довідковий №		Підпис і дата		Інв. №дубл.		Зам. Інв. №		Підпис і дата		Форм.		Зона		Поз.		Позначення		Найменування		Кільк.		Примітка	
100.000.000																				<u>Документація</u>					
																		РС-п11.466211.001		Складальне креслення					
																		РС-п11.466211.002		Складальне креслення					
																				<u>Деталі</u>					
																		РС-п11.758745.004		Плата обробки даних					
																		РС-п11.758745.		Плата системи ідентифікації положення фігур					
																				<u>Стандартні вироби</u>					
																				<u>Гвинти</u>					
																				M10X25X23.5		7		ДСТУ ГОСТ 17473	
																				M4X8X7.3		4		ДСТУ ГОСТ 17473	
																				M2.5X6X5.2		4		ДСТУ ГОСТ 17473	
																				M2X4X3.6		2		ДСТУ ГОСТ 17473	
																				<u>Інші вироби</u>					
																				<u>Геркони</u>					
																				МКА-10110 гр.А		64		SF1-SF64	
																				<u>Індикатор</u>					
																				Символьний індикатор LM016L		1		HG1	
																				<u>Кнопки</u>					
																				Кнопка R13-507		3		SB1-SB3	
																								</	

Інв. №оріг	Підпис і дата	Зам. Інв. №	Інв. №дубл.	Підпис і дата

Арқуш
2