НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Радіотехнічний факультет
(повна назва інституту/факультету)

кафедра радіоконструювання та виробництва радіоапаратури
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Є.А. Келін
(підпис) (ініціали, прізвище)

"13" 06 2016 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

з напряму підготовки 6.050902 Радіоелектронні апарати
(код і назва)

на тему: Приступій моторнику параметрів мотоцикла

Виконав (-ла): студент (-ка) IV курсу, групи РІ-21
(шифр групи)

Ганношин Едуард Володимирович _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник ст. викладач Туровський Анатолій Олександрович _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант охорона праці доц., к.б.н. Гусєв Аркадій Миколайович _____
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент ст. викладач Захарченко О.С. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.
Студент _____
(підпис)

Київ – 2016 року

Ганношин Е. В. КіВРА, 2016

АНОТАЦІЯ

У дипломному проекті розроблено мотокомп’ютер, який передбачає можливість встановлення даного пристрою на будь-яку мототехніку, попередньо налаштувавши його.

У проекті проведено аналіз відомих конструкцій, враховуючи всі переваги та недоліки розглянутих рішень було спроектовано пристрій моніторингу параметрів мотоцикла, а саме виконано: розроблення структурної схеми, розроблення схеми електричної принципової, вибір елементної бази, вибір компонентної бази, розроблення друкованої плати, аналіз конструкції.

Пристрій рекомендований до встановлення на будь-яку мототехніку, попередньо узгодивши параметри техніки на яку передбачається встановлення з вихідними даними, що зазначені в технічному завданні.

Дипломний проект складається з пояснювальної записки обсягом 98 сторінок, включає 46 рисунків, 7 таблиць, 4 креслення, 23 посилання, 2 додатки.

Ключові слова: Мотокомп’ютер, мікроконтролер, друкована плата, електронний блок керування.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

ANNOTATION

In the graduation thesis a motocomputer is designed. The device can be installed on any motor vehicle. Before the installation some settings are necessary.

The thesis includes analysis of well-known constructions. Considering all the advantages and disadvantages of the reviewed constructions the device for motorcycles parameters monitoring has been designed. The following tasks have been accomplished: development of the structural scheme, development of the schematic, selection of components, component selection, development of printed circuit board, analysis of the overall design.

The device is recommended for installation on any motor vehicle after all the initial parameters listed in the specifications of the machinery where the device will be installed.

The graduation thesis consists of explanatory note covered on 98 pages. It includes 46 figures, 7 tables, 4 drawings, 23 references, 2 appendices.

Key words: motocomputer, microcontroller, printed circuit board, electronic control unit.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту

на тему: Пристрій моніторингу параметрів мотоцикла

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

Київ — 2016 року

ЗМІСТ

Перелік скорочень 2

Вступ 5

1 Аналіз технічного завдання 6

1.1 Особливості розроблюваного пристрою 6

1.2 Аналіз принципів побудови пристрою 7

1.3 Аналіз відомих схем і конструкцій 8

2 Розроблення Схеми 11

2.1 Розроблення структурної схеми 11

2.2 Розроблення схеми електричної принципової 12

2.2.1 Опис блоку виведення інформації 13

2.2.2 Опис блоку введення інформації 16

2.2.3 Опис блоку мікроконтролера 18

2.2.4 Опис блоку живлення 20

2.3 Вибір елементної бази 21

2.3.1 Вибір дисплея 21

2.3.2 Вибір світлодіодів 22

2.3.3 Вибір звукового випромінювача 23

2.3.4 Вибір мікроконтролера 24

2.3.5 Вибір транзисторів 25

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

					РІ21.464339.001 ПЗ	
ЗМ.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		
Розробив		Ганношин Е.В.			Пристрій моніторингу параметрів мотоцикла	Літ. / Лист 1 / Листів
Перевірив		Туровський А.О.				
Н. Контр.						РІ-21 РТФ
Затвердив		Туровський А.О.				

2.3.6 Вибір кварцового резонатора 27
2.3.7 Вибір індуктивності 27
2.3.8 Вибір лінійного стабілізатора напруги 28
2.3.9 Вибір діодів 30
2.3.10 Вибір стабілітронів 31
2.3.11 Вибір конденсаторів 31
2.3.12 Вибір резисторів 37
2.3.13 Вибір давача 46
2.3.14 Вибір роз'ємів 47
3 Розроблення конструкції 49
3.1 Вибір компонентів плати 49
3.1.1 Вибір дисплея 49
3.1.2 Вибір світлодіодів 50
3.1.3 Вибір звукового випромінювача 51
3.1.4 Вибір мікроконтролера 52
3.1.5 Вибір транзисторів 54
3.1.6 Вибір кварцового резонатора 54
3.1.7 Вибір індуктивності 55
3.1.8 Вибір лінійного стабілізатора напруги 56
3.1.9 Вибір діодів та стабілітронів 58
3.1.10 Вибір конденсаторів 60
3.1.11 Вибір резисторів 61
3.1.12 Вибір давача 62
3.1.13 Вибір роз'ємів 64

Ганнощин Е. В. КІВРА, 2016

3.2 Розроблення друкованої плати і загальної конструкції 65
3.2.1 Розрахунок діаметрів монтажних отворів та розмірів контактних площинок 67
3.2.2 Розрахунок ширини провідників друкованого монтажу 69
3.2.3 Розрахунок зазорів між елементами друкованого монтажу 72
3.2.4 Трасування друкованої плати в середовищі Altium Designer 72
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях 75
4.1 Вимоги до безпеки організації робіт при виконанні технологічних процесів виробництва 75
4.1.1 Загальні вимоги 75
4.1.2 Вимоги до виробничих приміщень 80
4.1.3 Вимоги до вентиляції виробничих приміщень 81
4.1.4 Вимоги до освітлення 82
4.1.5 Вимоги до водо підведення та промислової каналізації 83
4.1.6 Вимоги до персоналу 83
4.2 Небезпечні та шкідливі виробничі фактори при виготовленні друкованих плат 83
4.3 Небезпечні та шкідливі виробничі фактори при пайці і випалюванні ізоляції 85
4.4 Електробезпека у виробничих приміщеннях 87
4.4.1 Розрахунок електромережі на вимикаючу здатність 89
4.5 Пожежна безпека 90
Висновки 94
Перелік посилань 95
Додаток 98

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

AVR — родина восьми бітних контролерів корпорації Atmel;

CMOS — complementary metal-oxide-semiconductor — комплементарна структура метал-оксид-напівпровідник;

EEPROM — electrically erasable programmable read-only memory — постійний запам’ятовувальний пристрій, один з видів енергонезалежної пам’яті;

PPM — parts per million — точність часток на мільйон;

RISC — reduced instruction set computing — архітектура процесорів зі скороченим набором команд;

SRAM — static random access memory — напівпровідникова оперативна пам’ять;

USART — universal asynchronous receiver-transmitter — універсальний асинхронний приймач-передавач;

АЦП — аналого-цифровий перетворювач;

ДП — друкована плата;

ЕБК — електронний блок керування;

ТЗ — технічне завдання;

ШІМ — широтно-імпульсна модуляція;

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

ВСТУП

Розвиток сучасної електроніки вимагає удосконалення іншої техніки; не винятком стала і мототехніка. На заміну штатних механічних спідометрів приходять електронні. Однак разом зі швидкістю доцільно відображати і інші параметри.

Основне завдання пристрою моніторингу параметрів мотоцикла — це підвищення безпеки та комфорту експлуатації мотоцикла.

Зараз ринок заповнений пристроями з різними функціональними можливостями, але зазвичай такими пристроями комплектуються ті чи інші моделі мотоциклів, тому встановлення таких пристроїв на іншу техніку стає неможливим, та і ціна такого пристрою при його окремій купівлі є невиправдано високою.

Метою даного дипломного проекту є розробка мотокомп'ютера, яка передбачає можливість встановлення даного пристрою на будь-яку мототехніку, попередньо налаштувавши його.

Мотокомп'ютер повинен містити:

- Елементи збору інформації;
- Систему обробки даних;
- Систему виведення інформації.

Дипломний проект передбачає розробку такої конструкторської документації:

- Структурної схеми;
- Схеми електричної принципової;
- Друкованої плати (ДП);
- Друкованого вузла.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

Згідно технічного завдання (ТЗ) необхідно розробити пристрій, який монтується замість штатного спідометра і здатний виводити для зручного зчитування та розуміння параметрів мотоцикла. Тому необхідно визначитись з особливостями розроблюваного пристрою, провести аналіз принципів побудови пристрою і відповідно проаналізувати уже відомі рішення.

1.1 Особливості розроблюваного пристрою

Мотокомп'ютер, що розроблюється, повинен вимірювати швидкість, тому у відповідному місці повинен знаходитися давач. Розташувати датчик необхідно біля обертової частини мотоцикла, котра передає рух від мотора до колеса. Це можна було б зробити на ведучій зірці ланцюгової передачі, або ж в самій коробці передач.

Однак конфігурацій мототехніки є безліч, тому постає ряд проблем:

- Не у всіх мотоциклів передача руху на заднє колесо здійснюється ланцюговою передачею;
- Не у всіх є коробка передач;
- Таке встановлення є доволі важким, так як датчик швидше за все доведеться встановлювати на кришці картера, а для цього необхідно розбирати двигун;
- При встановлені на кришку картера датчик у більшості випадків повинен бути маслостійким;
- При кріпленні датчика до кришки картера свердління не рекомендується, так як кришка повинна залишатися герметичною;

Так як пристрій повинен бути універсальним було прийнято рішення розмістити датчик на нерухомій частині мотоцикла біля колеса, так щоб датчик сприймав оберти колеса, забезпечуючи можливість вимірювання швидкості його обертання.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

1.2 Аналіз принципів побудови пристрою

Мотокомп'ютер, що розроблюється, повинен включати в себе такі прилади:

- Спідометр — прилад для вимірювання поточної швидкості;
- Одометр — прилад для вимірювання пройденої дистанції;
- Вольтметр — прилад для вимірювання напруги.

Тому пристрій повинен відображати три параметри мотоцикла:

- Поточну швидкість;
- Пройдену дистанцію;
- Напругу бортової мережі.

Окрім цього зазвичай на мотоциклах вже є інтегровані інші системи і пристрої, відповідно, необхідно забезпечити індикацію роботи або справності деяких з них, а саме:

- Увімкненого правого повороту;
- Увімкненого лівого повороту;
- Увімкненого дальнього світла фари;
- Увімкненого ближнього світла фари;
- Справності кола «стопу»;
- Увімкненої бортової «сигналізації».

Зрозуміло, що для вирішення поставленої задачі необхідно використати:

- Датчики — для сприйняття інформації;
- Мікроконтролер — для обробки даних;
- Дисплей та світлодіодні індикатори — для відображення інформації.

Мотоком'ютер, що розроблюється, швидкість буде вимірювати наступним чином. Біля колеса на нерухомій частині буде знаходитися датчик, котрий буде сприймати кожний оберт колеса і відправляти імпульси на мікроконтролер. Мікроконтролер в свою чергу буде приймати сигнал і розраховувати час між імпульсами.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

Таким чином, знаючи радіус колеса можна розрахувати швидкість руху мотоцикла.

Окрім цього мікроконтролер буде підраховувати кількість імпульсів від датчика.

Зробивши не складні розрахунки можна дізнатись пройдену технікою дистанцію.

Пристрій додатково повинен вимірювати напругу бортової мережі. В якості датчика буде використано дільник напруги. Згідно ТЗ номінальне значення напруги бортової мережі мотоцикла становить 12 В, дільник напруги в свою ж чергу узгодить різні рівні напруг, так як мікроконтролери мають низьковольтне живлення. Напругу від дільника напруги буде приймати аналого-цифровий перетворювач (АЦП) мікроконтролера, оцифровуючи напругу.

1.3 Аналіз відомих схем і конструкцій

Зараз за рахунок стрімкого розвитку комп'ютерної техніки майже всі сфери повністю або частково автоматизовані. Про доцільність цього немає сенсу говорити, так як переваги є очевидними. Не винятком стала і мототехніка. Провідні компанії, що випускають мототехніку, вже давно встановлюють на свої транспортні засоби мотоком'ютери, або як їх ще називають бортовими комп'ютерами. Виконаємо аналіз деяких з них.

На рис. 1.1 зображено бортовий комп'ютер мотоцикла компанії «Ducati» [1].

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

Рисунок 1.1 — Бортовий комп’ютер мотоцикла компанії «Ducati»

Даний прилад приводить до відома користувача багато корисної інформації:

- Поточну швидкість;
- Швидкість обертання двигуна;
- Пройдену дистанцію;
- Напругу бортової мережі;
- Температуру двигуна;
- Сигналізує про ввімкнену нейтральну передачу;
- Сигналізує про нобхідність заміни мастила в двигуні;
- Сигналізує про ввімкнений поворот;
- Сигналізує про ввімкнене дальнє світло;
- Сигналізує про закінчення палива;
- Має вбудований годинник;
- Має вбудований таймер.

Окрім цього даний пристрій об’єднаний з електронним блоком керування (ЕБК) двигуна, для переналаштування останнього в залежності від стилю їзди.

Приведений вище пристрій є схожими до розроблюваного в даному дипломному проекті, однак є суттєва відмінність. Мотокомп’ютер, що розроб-

Ганнощин Е. В. КІВРА 2016

люється, орієнтований до встановлення на техніку, в якої немає ЕБК. Це суттєво спрощує конструкцію і знижує цінову категорію розроблюваного пристрою.

На ринку є і більш дешеві рішення. На рис. 1.2 представлений велокомп'ютер компанії «Sigma Sport» [2].

Рисунок 1.2 — Комп'ютер компанії «Sigma Sport»

Даний прилад вимірює такі параметри:

- Швидкість;
- Максимальну швидкість;
- Пройдену дистанцію від точки;
- Загальну пройдену дистанцію;
- Час в дорозі;
- Загальний час.

Цей прилад головним чином орієнтований на встановлення на велосипеди, тому в якості датчика використовується геркон, що не є хорошим рішенням при встановлені на мототехніку. Окрім цього прилад не вимірює напругу бортової мережі і живиться від власного джерела живлення (батарейок).

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

2 РОЗРОБЛЕННЯ СХЕМИ

Виконавши аналіз принципів побудови пристрою та огляд існуючих рішень, необхідно розробити структурну схему, аби у подальшому спростити розроблення схеми електричної принципової.

2.1 Розроблення структурної схеми

На рис. 2.1 представлено структурну схему пристрою моніторингу параметрів мотоцикла.

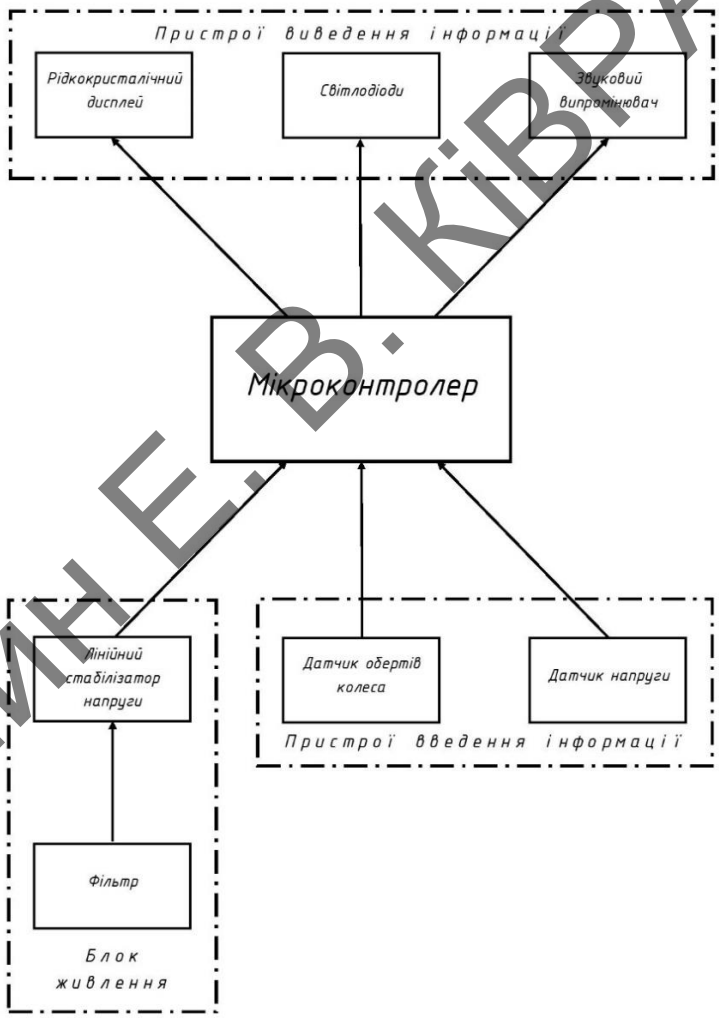


Рисунок 2.1 — Структурна схема пристрою моніторингу параметрів мотоцикла

Як видно зі структурної схеми головним блоком, що з'єднує інші периферійні пристрої, є блок мікроконтролера. Саме з даного блоку відбувається

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

керування всім пристроєм в цілому. Даний блок сприймає інформацію від блоку пристроїв введення інформації, обробляє, проводить відповідні розрахунки і відправляє на блок пристроїв виведення інформації. Програмуючи даний блок можна змінювати характеристики приладу.

До периферійних блоків відносяться блок пристроїв введення інформації і блок пристроїв виведення інформації. Блок пристроїв введення інформації відповідно включає в себе датчик обертів колеса і датчик напруги бортової мережі. Блок пристроїв виведення інформації включає рідкокристалічний дисплей, світлодіоди, звуковий випромінювач.

Окрему увагу необхідно приділити розробленню блоку живлення. Так як, в ТЗ вказано, що в бортовій мережі техніки можуть бути присутні пульсації, то в блоці живлення, як видно зі структурної схеми, перед лінійним стабілізатором напруги знаходиться фільтр. Напруга бортової мережі техніки подається на фільтр, пройшовши крізь який її величина понижується до потрібного рівня лінійним стабілізатором напруги, після чого безпосередньо живить інші блоки.

2.2 Розроблення схеми електричної принципової

На рис. 2.2 зображено схему електричну принципову пристрою моніторингу параметрів мотоцикла.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

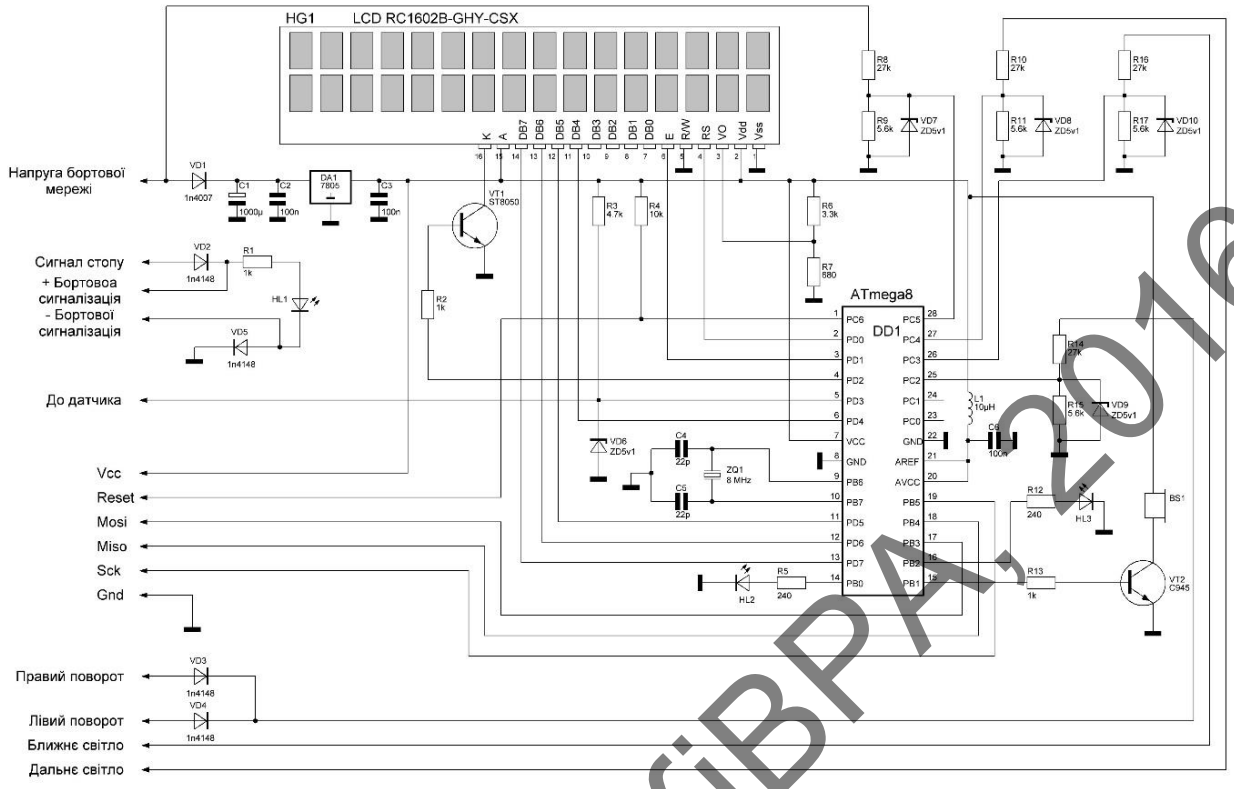


Рисунок 2.2 — Схема електрична принципова

2.2.1 Опис блоку виведення інформації

Оскільки на передній панелі пристрою як пристрої виведення інформації повинені бути дисплей та світлодіоди, що передбачено ТЗ, то було прийнято рішення використати в якості дисплея монохромний рідкокристалічний символьний дисплей, що було запозичено з оглянутих конструкцій. Саме на дисплеях даного типу інформацію добре видно при прямих сонячних променях.

Дисплей було прийнято рішення використати на базі контролера HD44780, розроблений компанією HITACHI [3]. Даний контролер є доволі поширеним і широко випускається іншими компаніями. На базі даного контролера випускається велика кількість моделей дисплеїв з різним конструктивом і розширенням, починаючи з 8 x 1 (вісім символів в одному рядку) і закінчуючи 40 x 4. Зазвичай контролер є безпосередньо вбудованим в сам дисплей, який має конфігурацію виводів: VSS, VDD, Vo, RS, R/W, E, DB0, DB1, DB2, DB3, DB4, DB5, DB6, DB7, через які відбувається керування дисплеєм. Детальніше призначення виводів описано в табл.2.1.

Ганношин Е. В. КІВРА. 2016

Таблиця 2.1 — Призначення виводів контролера HD44780

№	Назва Виводу	Призначення	Примітки
1	VSS	Загальний вивід	
2	VDD	Напруга живлення	Номінальне значення 5В
3	Vo	Напруга контрастності дисплея	Від 0В до 5 В
4	RS	Перемикання типу дані/інструкції	Рівень логічного нуля — дані, логічної одиниці — інструкції
5	R/W	Вибір режиму запис/читання	Рівень логічного нуля — запис, логічної одиниці — читання
6	E	Лінія синхронізації	
7	DB0	Інформаційний вхід/вихід	
8	DB1	Інформаційний вхід/вихід	
9	DB2	Інформаційний вхід/вихід	
10	DB3	Інформаційний вхід/вихід	
11	DB4	Інформаційний вхід/вихід	
12	DB5	Інформаційний вхід/вихід	
13	DB6	Інформаційний вхід/вихід	
14	DB7	Інформаційний вхід/вихід	

Також даний контролер може працювати в двох режимах передачі даних:

- В восьми розрядному режимі, тобто коли для обміну інформацією використовується виводи DB0, DB1, DB2, BD3, DB4, DB5, DB6, DB7;
- В чотирьох розрядному режимі, коли для обміну інформацією використовується виводи DB4, DB5, DB6, DB7.

Ганнощин Е. В. КІВРА, 2016

Чотирьох розрядний режим дозволяє економити виводи мікроконтролера, до якого підключається даний дисплей. Однак при використанні чотирьох бітного режиму данні треба передавати за два такти, спочатку чотири старші біти, потім молодші чотири біти. Це створює деякі незручності при програмуванні мікроконтролера і знижує швидкість передачі даних.

Як видно зі схеми електричної принципової (рис. 2.2), інформаційні входи/виходи дисплея HG1 з’єднані з цифровими входами/виходами мікроконтролера і задіяні лише чотири інформаційні входи/виходи HG1, тобто схемотехнічно реалізований чотирьох бітний режим передачі даних.

Лінії E і RS відповідно теж з’єднують з цифровими входами/виходами мікроконтролера.

Оскільки в даній конструкції інформація лише виводиться на дисплей і зчитувати її не доведеться вивід R/W з'єднаний з землею, забезпечуючи постійний режим запису даних.

Вивід контрастності Vo дисплея приєднаний до дільника напруги сформованого резисторами R6, R7. Зазвичай рекомендується Vo приєднувати до резистора змінного опору і в процесі роботи пристрою резистором підлаштувати контрастність дисплея, однак даний пристрій проектується для експлуатації де присутні вібрації, тому елементів які можуть змінювати свої параметри від вібрації краще уникати. Саме тому дільник напруги був сформований постійними резисторами.

Вивід VDD відповідно приєднаний до напруги живлення всього пристрою, вивід VSS є загальним, тому з’єднаний з землею.

Для того щоб з пристрою можна було сприймати інформацію, керуючи транспортним засобом в темний час доби, дисплей повинен містити підсвітку. Зазвичай підсвітка в подібних дисплеях реалізована світлодіодами, живлення яких підводиться до виводів A (анод) і K (катод).

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

VT1 — транзистор NPN типу, в схемі присутній для керування яскравістю підсвітки дисплея сигналом широтно-імпульсної модуляції (ШІМ) від мікроконтролера.

Резистор R2 обмежує базовий струм VT1, аби останній не вийшов з ладу.

В схемі присутні три світлодіоди:

- HL1 — для світлової індикації роботи бортової «сигналізації», для індикації справності кола «стопу»;
- HL2 — для світлової індикації заниження або завищення напруги бортової мережі;
- HL3 — для світлової індикації роботи увімкненого повороту.

Резистори R1, R5, R12 відповідно потрібні для обмеження струму, що протікає через світлодіоди HL1, HL2, HL3.

Діоди VD2, VD5 потрібні для того, щоб інша частина схеми техніки залишалася знеструмленою при увімкненій бортовій «сигналізації».

До пристроїв виведення інформації також відноситься звуковий випромінювач BS1, що виконує функцію звукової сигналізації увімкненого повороту.

VT2 — транзисторний ключ, присутній в схемі для керування BS1.

R13 — обмежує базовий струм VT2.

2.2.2 Опис блоку введення інформації

До блоку пристроїв введення інформації відносяться такі елементи схеми: R3, VD6, R8, R9, VD7, R10, R11, VD8, R14, R15, VD9, R16, R17, VD10.

Резистор R3 і стабілітрон VD6 разом утворюють ланку, що під’єднана до цифрового входу мікроконтролера, показано на рис. 2.3. За допомогою даної ланки разом з датчиком відбувається фіксування того, що колесо обертається.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

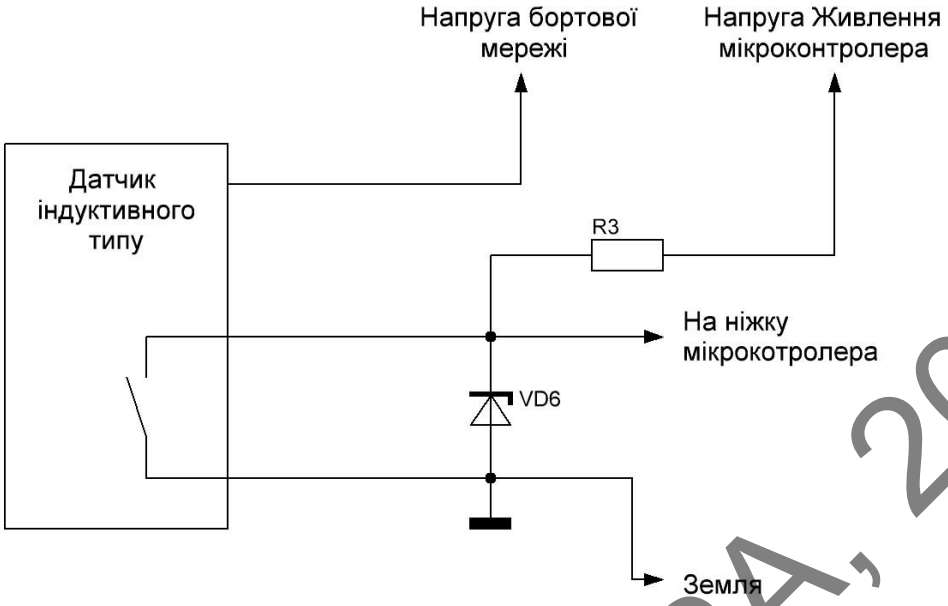


Рисунок 2.3 — Ланка обв’язки датчика

Резистор R3 підтягує вивід мікроконтролера до напруги живлення мікроконтролера, таким чином на ніжці знаходиться рівень логічної одиниці. При спрацюванні датчика на ніжці мікроконтролера з’являється рівень логічного нуля. Загалом резистор R3 потрібен для того щоб на ніжці мікроконтролера був чіткий стан логічного нуля або логічної одиниці. Тому схемотехнічно пристрій передбачає використання датчика, при спрацюванні якого на його інформаційному виводі з’являється логічний нуль.

Стабілітрон VD6 в схемі потрібний для захисту. Якщо на вивід схеми «до датчика» (рис. 2.2) подати напругу бортової мережі мотоцикла, що може випадково статися при підключенні датчика до пристрою, то стабілітрон VD6 занизить напругу борової мережі до певної величини, яка вже не є критичною для мікроконтролера.

Ланка, утворена елементами R8, R9, VD7, в схемі потрібна для узгодження різних рівнів напруги (рис. 2.4) і виступає в якості датчика напруги бортової мережі.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

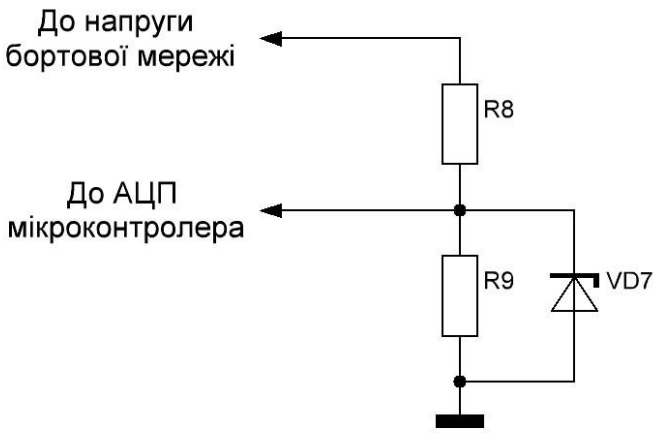


Рисунок 2.4 — Ланка узгодження різних рівнів напруги

R8, R9 — дільник напруги, понижує напругу бортової мережі до рівня напруги яку може сприймати АЦП мікроконтролера.

VD7 — стабілітрон, виконує роль захисту коли напруга на виході дільника перевищує допустиме значення АЦП мікроконтролера.

Ланки, утворені елементами R10, R11, VD8; R14, R15, VD9 і R16, R17, VD10, виконують роль аналогічну ланці R8, R9, VD7 і забезпечують таку ж функцію, різниця полягає лише в тому, що дані ланки під'єднані до систем мотоцикла і сприймають наявність живлення, тим самим сигналізуючи про роботу або справність тієї чи іншої системи.

Діоди VD3, VD4, як видно з схеми рис. 2.2, з'єднані катодами, які є виходом, а аноди під'єднані до правого та лівого повороту, відповідно є входами. Діоди виконують функцію логічної операції «АБО». Якщо хоча б на одному з анодів діодів буде високий рівень, то на виході буде напруга високого рівня.

2.2.3 Опис блоку мікроконтролера

На рис. 2.5 показано блок мікроконтролера, який складається з самого мікроконтролера і інших елементів, котрі необхідні для його роботи.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

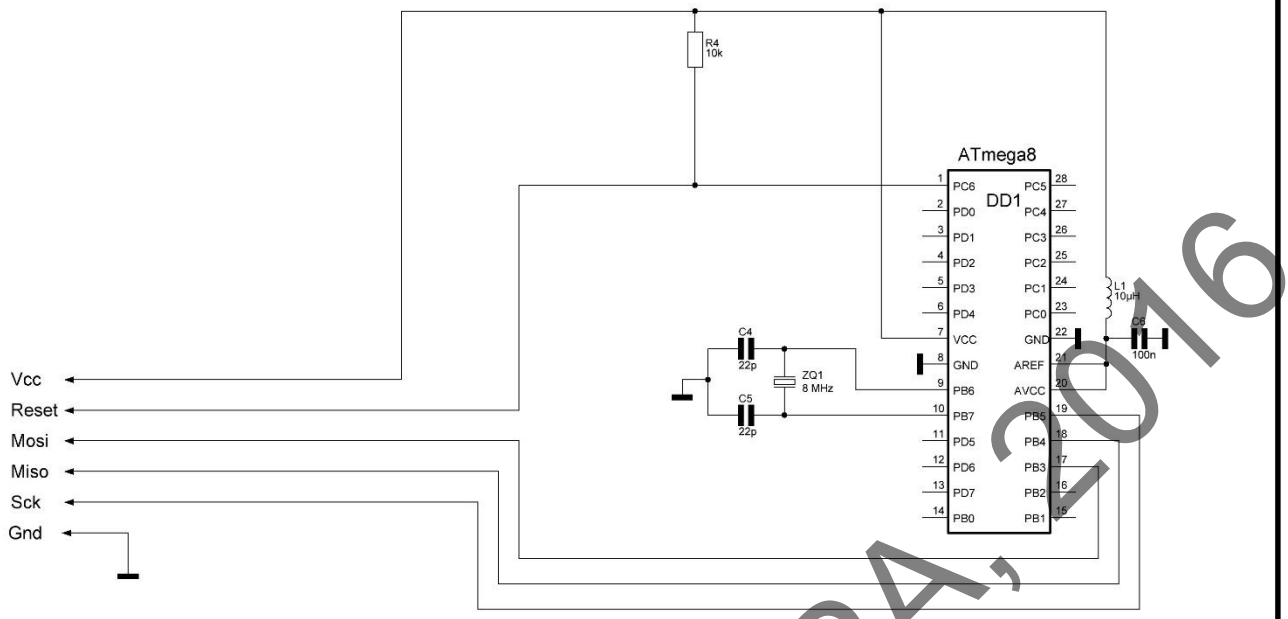


Рисунок 2.5 — Блок мікроконтролера

Для роботи мікроконтролера потрібне джерело тактового сигналу. В більшості мікроконтролерів зазвичай вже є вбудований RC-генератор, точність генератора даного типу є низькою, хоча для реалізації більшості задач цього цілком достатньо. В даному випадку потрібно розраховувати швидкість, відповідно потрібно вимірювати час між імпульсами датчика. Якщо в якості джерела тактового сигналу використати вбудований RC-генератор, то буде внесена похибка яка відповідно знизить точність вимірювання. Це ускладнює задачу і вимагає використання більш точного джерела тактового сигналу. Більш точним джерелом тактового сигналу є кварцовий резонатор ZQ1, показаний на рис. 2.5, однак для його конкретної роботи потрібно встановити конденсатори С4 та С5. Окрім цього конденсатори С4 та С5 потрібні для того, щоб кварцовий резонатор ZQ1 швидше виходив на робочий режим.

Резистор R4 підтягує вивід перезавантаження мікроконтролера (RESET) до напруги живлення, тим самим запобігає випадковому перезавантаженню мікроконтролера.

Також мікроконтролер повинен мати вбудований модуль АЦП, для опрацювання даних прийнятих з аналогових датчиків. Зазвичай для того щоб значення прийняті модулем АЦП були більш точними, модуль вбудований в

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

мікроконтролер, має окремі виводи для живлення і опорної напруги. Зазвичай дані виводи з'єднують з напругою живлення контролера, однак в даному випадку в напрузі бортової мережі присутні пульсації, що вказано в ТЗ, тому в схемі живлення присутній фільтр сформований індуктивністю L1 і конденсатором С6.

Для того щоб пристрій можна було запустити і він виконував поставлені задачі, в мікроконтролер потрібно буде завантажити програму, саме для цього в схемі присутній послідовний периферійний інтерфейс (SPI). SPI включає в себе виводи: VCC — напруга живлення, RESET — перезавантаження, MOSI, MISO, SCK — виводи програмування, GND — загальний.

2.2.4 Опис блоку живлення

До блоку живлення відносяться такі елементи схеми рис. 2.2: діод VD1, електролітичний конденсатор С1, керамічний конденсатор С2, лінійний стабілізатор напруги DA1, керамічний конденсатор С3.

Діод VD1 захищає схему і якщо користувач переплутає полярність живлення пристрій не вийде з ладу.

Електролітичний конденсатор С1 і керамічний конденсатор С2 в схемі потрібні для фільтрації живлення по входу.

Керамічний конденсатор С3 потрібний для фільтрації живлення по виходу.

DA1 — лінійний стабілізатор напруги, в схемі потрібен для пониження напруги бортової мережі техніки, до напруги живлення контролера, так як зазвичай вона є більш низьковольтною.

Окрім цього електролітичний конденсатор С1 разом з діодом VD1 утворюють ланку, яка є тимчасовим джерелом живлення коли напруга бортової мережі є нижчою певного рівня, для того щоб мікроконтролер встиг занести данні пробігу в енергонезалежну пам'ять.

Працює дана ланка наступним чином, коли користувач виймає ключ з замка запалювання відбувається знеструмлення схеми, це сприймається АЦП

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

мікроконтролера через датчик напруги бортової мережі, як тільки напруга стає нижчою певної межі контролер заносить нараховане значення пробігу в енергонезалежну пам'ять, в цей час контролер живиться від енергії яка залишилась на конденсаторі C1, VD1 в свою чергу запобігає шунтуванню конденсатора іншими системами та приладами техніки.

2.3 Вибір елементної бази

2.3.1 Вибір дисплея

Як уже описувалось раніше дисплей було прийнято рішення використати монохромний рідкокристалічний на базі контролера HD44780. Окрім цього він повинен задовольняти умовам експлуатації за ГОСТ 16019, В4 та кліматичному виконанню УХЛ 1 за ГОСТ 15150-69. Враховуючи ці вимоги було обрано символьний дисплей RC1602B-GHY-CSX [4] компанії RAYSTAR. Даний дисплей має наступні основні характеристики:

- Область перегляду: 66,0 х 16,0 мм;
- Активна область перегляду: 56,2 х 11,5 мм;
- Розширення: 16 х 2 (дві строки по шістнадцять символів);
- Розмір точки: 0,55 х 0,65 мм;
- Крок точки: 0,60 х 0,70 мм;
- Розмір символу: 2,95 х 5,55 мм;
- Крок символу: 3,55 х 5,95 мм;
- Колір підсвітки: жовто-зелений;
- Номінальний струм споживання підсвткою: 100 мА;
- Номінальний струм споживання дисплеєм разом з підсвіткою: 115 мА;
- Напруга живлення: 4,5 – 5,5 В;
- Робоча температура: – 20 – 70 $^{\circ}C$;
- Температура зберігання: – 30 – 80 $^{\circ}C$.

Даний дисплей цілком задовольняє поставлені вимоги. Розширення 16 х 2 достатньо для виведення інформації вказаної в ТЗ, розмір символу є доста-

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

тньо великим, тому проблем з сприйняттям інформації користувачем теж не повинно бути. Даний дисплей можна придбати практично з будь-яким кольором підсвітки. Однак з ергономічної точки зору було вирішено використати дисплей з жовто-зеленим кольором підсвітки. Напруга живлення теж задовольняє вимогам.

2.3.2 Вибір світлодіодів

В схемі присутні три світлодіоди, всі вони сигналізують про справність або роботу тієї чи іншої системи. З ергономічної точки зору для кращого сприйняття інформації користувачем, кожній системі бажано присвоїти свій колір.

Світлодіод HL1 сигналізує про увімкнену бортову «сигналізацію», або про протікання в колі «стопу» струму, тому даний світлодіод буде мати синій колір випромінювання.

Світлодіод HL2 сигналізує про заниження або завищення напруги бортової мережі, це є важливий параметр і користувач повинен відразу звернути увагу на це, тому даний світлодіод буде мати червоний колір випромінювання.

Світлодіод HL3 сигналізує про увімкнений правий або лівий поворот. Зазвичай про роботу даної системи в інших пристроях сповіщає зелений колір, тому щоб не виникало плутанини світлодіод HL3 буде випромінювати зелений колір.

Системи, індикація яких виводиться світлодіодами, вмикаються короткотривало, тому для їх індикації варто використовувати яскраві світлодіоди з малим кутом розсіювання світлового потоку, на котрі користувач відразу звертав би увагу. Світлодіоди було обрано використати компанії Nichia з каталогу [5].

Відповідно HL1 — LT-0008 і має наступні основні характеристики:

- Кут розсіювання: 15°;
- Колір корпусу: прозорий ;

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

- Колір світлового випромінювання: синій;
- Сила світла мінімальна: 2760 мкд;
- Сила світла номінальна: 3200 мкд;
- Сила світла максимальна: 3880 мкд;
- Струм номінальний: 11 мА;
- Напруга номінальна: 3,6 В;
- Напруга максимальна: 4,0 В.

HL2 — LT-0060 і має наступні основні характеристики:

- Кут розсіювання: 34°;
- Колір корпусу: прозорий ;
- Колір світлового випромінювання: червоний;
- Сила світла номінальна: 2500 мкд;
- Струм номінальний: 13 мА;
- Напруга номінальна: 1,8 В;
- Напруга максимальна: 2,5 В.

Відповідно HL3 — LT-0059 і має наступні основні характеристики:

- Кут розсіювання: 30°;
- Колір корпусу: прозорий ;
- Колір світлового випромінювання: зелений;
- Сила світла номінальна: 8000 мкд;
- Струм номінальний: 9 мА;
- Напруга номінальна: 2,8 В;
- Напруга максимальна: 3,4 В.

2.3.3 Вибір звукового випромінювача

Для звукової сигналізації увімкненого повороту використовується звуковий випромінювач. Вибір впав на продукцію компанії JL World, так як

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

дана компанія себе добре зарекомендувала, був вибраний звуковий випромінювач HCM1203X [6]. Даний звуковий випромінювач має вбудований генератор і наступні основні характеристики:

- Напруга живлення: 3 В;
- Струм споживання: ≤ 30 мА;
- Інтенсивність звуку на відстані 1м: ≥ 85дБ;
- Частота випромінювання: 2300 Гц.

Так як пристрій знаходиться в безпосередній близькості від користувача інтенсивності звуку 85дБ повинно вистачити. Звуковий випромінювач HCM1203X в цілому повністю задовольняє вимогам.

2.3.4 Вибір мікроконтролера

Для реалізації поставленої задачі необхідно вибрати мікроконтролер, згідно з схемою електричною принциповою рис. 2.2 мікроконтролер повинен мати:

- Не менше 11-каналів цифрових входів/виходів;
- 4-канали вбудованого 10-розрядного модуля АЦП;
- Можливість підключення зовнішнього тактуючого сигналу;
- Послідовний периферійний інтерфейс (SPI);
- Окремі виводи для подачі живлення на модуль АЦП.

Враховуючи дані вимоги було вибрано мікроконтролер ATmega 8A [7] від корпорації Atmel. Мікроконтролер ATmega 8A, виготовлений по технології метал-оксид-напівпровідник (CMOS), оснований на восьми бітній архітектурі (AVR) зі скороченим набором команд (RISC). Мікроконтролер дозволяє виконати одну повноцінну інструкцію за один такт. Основні технічні параметри мікроконтролера:

- 8 Кб програмної пам’яті, (10 000 циклів запису);
- 512 байт енергонезалежної пам’яті (EEPROM), (100 000 циклів перезапису);

Ганюшин Е. В. КВРА, 2016

- 1 Кб оперативної пам’яті (SRAM) і 32 регістра загального призначення;
- Два 8-бітних таймера/лічильника;
- Один 16-бітний таймер/лічильник;
- Таймер реального часу з незалежним генератором;
- 3-канали ШІМ;
- 6-канилів 10-бітного АЦП;
- Дводротовий послідовний інтерфейс (аналог I2C);
- Універсальний асинхронний приймач-передавач (USART);
- SPI з режимами ведучий/ведений;
- Програмований сторожовий таймер з окремим незалежним генератором;
- Вбудований аналоговий компаратор;
- Вбудований калібрований RC-генератор;
- Обробка від внутрішніх і зовнішніх переривань;
- Тактова частота від зовнішнього генератора 0 – 16 МГц;
- Напруга живлення 2,7 – 5,5В.

Параметри даного мікроконтролера повністю задовольняють вимоги.

2.3.5 Вибір транзисторів

В схемі електричній принциповій присутні два транзистори VT1 і VT2 для керування більш потужними джерелами, так як максимальний струм, що може протікати через ніжку мікроконтролера 20 мА. Проведемо вибір даних транзисторів.

Транзистор VT1 увімкнений в коло підсвітки, тобто через колектор протікає струм підсвітки, тому при виборі транзистора головним параметром є максимальний струм колектора і він повинен бути більшим максимального струму споживаного підсвіткою. Окрім цього максимальна напруга колектор-

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

емітер транзистора повинна бути більшою напруги живлення підсвітки. Вихідні параметри при виборі транзистора:

- Струм споживаний підсвіткою: 100 мА;
- Напруга живлення підсвітки: 5 В.

Керуючись вихідними параметрами було вибрано транзистор ST 8050 [8]. Максимальні параметрами даного транзистора:

- Напруга колектор-емітер: 25 В;
- Напруга колектор-база: 40 В;
- Напруга емітер-база: 6 В;
- Струм колектора: 1 А;
- Піковий струм колектора: 1,5 А;
- Розсіювана потужність: 1 Вт;
- Струм бази: 100 мА;
- Максимальна температура: 150 $^{\circ}C$;
- Діапазон температур: – 55 – 150 $^{\circ}C$.

Транзистор VT2 вибирається аналогічно транзистору VT1, відмінність лише в тому, що VT2 використовується для керування звуковим випромінювачем.

Вихідні параметри при виборі транзистора:

- Струм споживаний звуковим випромінювачем : 30 мА;
- Напруга живлення: 5 В.

Керуючись вихідними параметрами було вибрано транзистор C945 [9] з наступними параметрами:

- Напруга колектор-емітер: 50 В;
- Напруга колектор-база: 60 В;
- Напруга емітер-база: 5 В;
- Струм колектора: 150 мА;
- Розсіювана потужність: 0,4 Вт;

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

- Максимальна температура: 150 $^{\circ}C$;
- Діапазон температур: – 40 – 150 $^{\circ}C$.

2.3.6 Вибір кварцового резонатора

Як вже описувалось раніше вбудованого RC-генератора не достатньо для виконання поставленої задачі, тому як більш точне джерело тактового сигналу було прийнято рішення використати кварцовий резонатор ZQ1. Кварцовий резонатор було обрано HC-49US-DN [10]. Елемент має наступні основні характеристики:

- Номінальна частота: 8 МГц;
- Максимальне відхилення від номінальної частоти при температурі 25 $^{\circ}C$: ± 30 періодів на мільйон (PPM);
- Максимальна паразитна ємність: 7 пФ;
- Робоча температура: – 40 – 85 $^{\circ}C$;
- Температура зберігання: – 40 – 105 $^{\circ}C$;

2.3.7 Вибір індуктивності

При використанні модуля АЦП мікроконтролера, документацією на даний мікроконтролер [7] рекомендовано встановити індуктивність, якщо в мережі живлення присутні пульсації. На рис. 2.6, що взято з документації на даний мікроконтролер показано схему увімкнення індуктивності.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

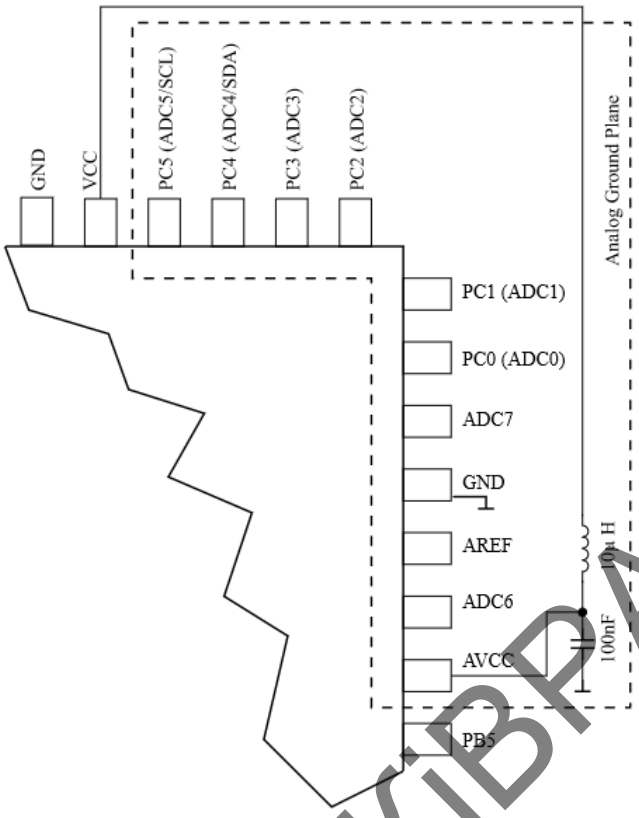


Рисунок 2.6 — Схема увімкнення індуктивності

Рекомендується встановити індуктивність номіналом 10 мкГн. Було вирішено використати індуктивність RCH-110 [11] компанії SUMIDA.

Основні параметри:

- Індуктивність: 10 мкГн;
- Максимальна напруга: 290 В;
- Максимальний струм: 5,3 А.

2.3.8 Вибір лінійного стабілізатора напруги

Більшість елементів, що використовуються в мотокмп'ютері живиться від напруги 5 В, тому логічним буде використання лінійного стабілізатора напруги на номінальну напругу стабілізації 5 В. Максимальне значення напруги бортової мережі техніки 14,5 В, що зазначено в ТЗ, тоді падіння напруги на стабілізаторі:

$$U_{ПАД.DA1} = U_{макс.БМ} - U_{СТАБ.DA1} = 14,5 - 5 = 9,5B, \quad (2.1)$$

Ганнощин Е. В. КІВРА, 2016

де $U_{ПАД.DA1}$ — падіння напруги на стабілізаторі;

$U_{макс.БМ}$ — максимальне значення напруги бортової мережі;

$U_{СТАБ.DA1}$ — номінальне значення напруги стабілізації.

Розрахуємо струм, що протікає через лінійний стабілізатор напруги. Струм споживаний підсвіткою разом з дисплеєм складає 115 мА. Струм споживаний мікроконтролером разом з іншими елементами схеми які живляться через мікроконтролер приблизно складає 80мА. Струм споживаний звуковим випромінювачем 30мА. Тоді:

$$I_{DA1} \approx I_{Д} + I_{M} + I_{З} = 115 + 80 + 30 = 225мА, \quad (2.2)$$

де I_{DA1} — струм через лінійний стабілізатор напруги;

$I_{Д}$ — струм споживаний дисплеєм з підсвіткою;

I_{M} — струм споживаний мікроконтролером;

$I_{З}$ — струм споживаний звуковим випромінювачем.

Розрахуємо потужність що розсіюється на лінійному стабілізаторі напруги:

$$P_{DA1} = U_{ПАД.DA1} \cdot I_{DA1} = 9,5 \cdot 0,25 = 2,4Вт, \quad (2.3)$$

де P_{DA1} — потужність що розсіюється на лінійному стабілізаторі напруги;

Згідно з розрахунками стає зрозуміло, що потужність яка розсіюється на лінійному стабілізаторі напруги є доволі великою, тому необхідно передбачити можливість встановлення радіатора на даний стабілізатор.

Враховуючи ці вимоги було вирішено використати лінійний стабілізатор напруги KIA7805AP [12] від компанії KEC.

Даний стабілізатор має наступні основні характеристики:

- Максимальна вхідна напруга: 35 В;

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

- Максимальна потужність розсіювання з радіатором: 30 Вт;
- Максимальна потужність розсіювання без радіатора: 1,9 Вт;
- Номінальна напруга стабілізації: 5 В;
- Робоча температура: – 40 – 150 $^{\circ}C$;
- Температура зберігання: – 50 – 105 $^{\circ}C$.

2.3.9 Вибір діодів

Через діод VD1 протікає струм всього пристрою, окрім цього прикладена напруга бортової мережі. Тому вихідними параметрами для вибору даного елемента є:

- Максимальна напруга бортової мережі: 14,5 В;
- Споживаний струм пристрою: 200 мА;

Для надійної роботи пристрою, параметри діода повинні бути не гіршими за приведені, Враховуючи ці вимоги був обраний діод 1N4007 [13] від компанії DIODES, основні параметри якого приведені нижче:

- Максимальна зворотна напруга: 700 В;
- Максимальний струм в прямому напрямку: 1 А;
- Максимальне падіння напруги в прямому напрямку: 1 В;
- Робоча температура: – 40 – 150 $^{\circ}C$;
- Температура зберігання: – 50 – 150 $^{\circ}C$.

В якості діодів: VD2, VD3, VD4, VD5 було використано діод 1N4148, так струм що протікає через дані діоди не перевищує 30 мА, а напруга не перевищує максимальну напругу живлення, тобто 14,5 В.

Основні характеристики діода 1N4148:

- Максимальна зворотна напруга: 100 В;
- Максимальний струм в прямому напрямку: 200 мА;
- Максимальне падіння напруги в прямому напрямку: 0,8 В;
- Робоча температура: – 40 – 150 $^{\circ}C$;
- Температура зберігання: – 65 – 200 $^{\circ}C$.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

Отже діод цілком задовольняє вимогам.

2.3.10 Вибір стабілітронів

Стабілітрони: VD6, VD7, VD8, VD9, VD10, в схемі присутні для захисту, головним чином вони захищають від високої напруги входи мікроконтролера до яких підімкнені датчики, при виникненні нештатної ситуації. Оскільки напруга живлення мікроконтролера 5 В, то стабілітрони теж повинні бути відповідної напруги. З номінальних значень найближчими є на 4,7 В і 5,1 В. При виборі стабілітронів з напругою стабілізації 4,7 В, буде втрачено частину діапазону АЦП, тому було вирішено використати стабілітрони з напругою стабілізації 5,1 В, згідно з документацією на мікроконтролер [7] це не повинно зашкодити, так як максимальна напруга яку можна подавати на вивід 5,5 В.

Було прийнято рішення використати стабілітрони ZD5V1 [14] від компанії ON Semiconductor. Основні параметри даного стабілітрона:

- Номінальна напруга стабілізації: 5,1 В;
- Максимальна потужність розсіювання: 300 мВт;
- Мінімальний струм стабілізації 5 мА;
- Робоча температура: – 40 – 150 $^{\circ}C$;
- Температура зберігання: – 65 – 160 $^{\circ}C$.

2.3.11 Вибір конденсаторів

Електролітичний конденсатор С1 виконує роль фільтра і тимчасового джерела живлення, обирається наступним чином. Оскільки даний конденсатор працює при напрузі бортової мережі, то напруга конденсатора розраховується як амплітудне значення напруги, таким чином:

$$U_{C1} = U_{макс.БМ} \cdot \sqrt{2} = 14{,}5 \cdot \sqrt{2} = 20{,}5B, \qquad (2.4)$$

де U_{C1} — напруга конденсатора С1;

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

$U_{макс.БМ}$ — максимальне значення напруги бортової мережі.

Оскільки з ряду номінальних значень найближчими є 16 В і 25 В, то обрається більше значення, тобто 25 В.

Конденсатор було вибрано на ємність в 1000 мкФ. Перевіримо чи вистачить даної ємності для того щоб мікроконтролер нараховане значення пройденої дистанції записав в енергонезалежну пам'ять.

Розрахуємо мінімальне значення напруги до якої заряджається конденсатор. Конденсатор С1 увімкнений через діод VD1, тобто потрібно враховувати падіння напруги на даному діоді. Схема живиться від напруги бортової мережі, номінальне значення якої 12 В. Максимальне падіння на діоді VD1, як видно з документації на даний діод [13], складає 1 В, тому:

$$U_{мін.C1} = U_{ном.БМ} - U_{ПАД.VD1} = 12 - 1 = 11B, \quad (2.5)$$

де $U_{мін.C1}$ — мінімальна значення напруги до якої заряджається конденсатор С1;

$U_{ном.БМ}$ — номінальне значення напруги бортової мережі;

$U_{ПАД.VD1}$ — максимальне падіння напруги на діоді VD1.

Розрахуємо опір схеми пристрою, так як вона буде розряджати конденсатор при вимкненому запалюванні. Для цього візьмемо мінімальне значення напруги на конденсаторі і номінальний струм споживаний схемою. Отримаємо:

$$I_{CX} = I_{DA1}; \quad (2.6)$$

$$R_{CX} = \frac{U_{мін.C1}}{I_{CX}} = \frac{11}{0,225} = 49Ом, \quad (2.7)$$

де R_{CX} — опір схеми;

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

I_{CX} — номінальний струм споживаний схемою.

Як відомо, конденсатор розряджається за експоненційним законом показаним на рис. 2.7

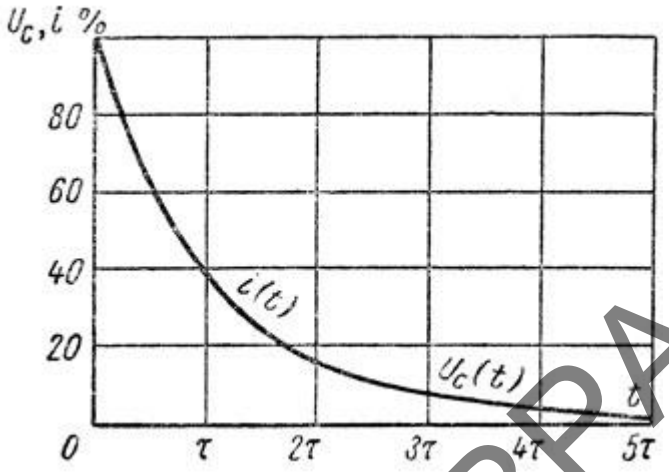


Рисунок 2.7 — Закон розряджання конденсатора

Відповідно стала часу:

$$\tau = R \cdot C = 49 \cdot 1000 \cdot 10^{-6} = 0,049c\,, \qquad (2.8)$$

де τ — стала часу;

R — опір через який розряджається конденсатор;

C — ємність конденсатора.

Однак треба враховувати те, що лінійний стабілізатор напруги після певної межі напруги на його вході вже не забезпечує номінального значення напруги на виході. Згідно з документацією на лінійний стабілізатор напруги [12] мінімальне падіння напруги на стабілізаторі становить 1,5 В. Тому для того щоб на виході стабілізатора залишалась напруга значенням 5В, на його вході мінімальне значення повинне бути:

$$U_{вх.DA1} = U_{СТАБ.DA1} + U_{ВТ.DA1} = 5 + 1,5 = 6,5B\,, \qquad (2.9)$$

де $U_{вх.DA1}$ — мінімальне значення напруги на вході стабілізатора;

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

$U_{СТАБ.DA1}$ — номінальне значення напруги стабілізації;

$U_{ВТ.DA1}$ — мінімальне падіння напруги на стабілізаторі.

Тобто мікроконтролер за час, коли напруга на конденсаторі буде в межах $U_{мін.C1} - U_{вх.DA1}$, повинен занести значення пробігу в енергонезалежну пам'ять. Розрахуємо цей діапазон у відсотках, для того, щоб можна було скористатися графіком, що зображений на рис. 2.7 і визначити сталу часу. Тому:

$$\left(U_{вх.DA1} \Big/ U_{мін.C1}\right) \cdot 100\% = \left(6{,}5 \Big/ 11\right) \cdot 100\% = 59{,}1 \approx 60\%; \qquad (2.10)$$

Отже мікроконтролер, до того як енергія на конденсаторі стане нижчою 60% від номінальної повинен занести дані в енергонезалежну пам'ять. Як видно з графіка рис. 2.7 даному значенню відповідає стала часу $\tau/2$.

$$\frac{\tau}{2} = \frac{0{,}049}{2} = 24{,}5 мс; \qquad (2.11)$$

В даному випадку кварцовий резонатор вибрано на частоту 8 МГц, відповідно мікроконтролер виконує 8 000 000 інструкцій в секунду. Тоді за час 24,5 мс контролер виконає 196 000 інструкцій. Для занесення даних в енергонезалежну пам'ять треба виконати приблизно 50 інструкцій. Отже ємність конденсатора С1 вибрано з великим запасом. Однак, так як конденсатор виконує роль фільтра, що понижує пульсації напруги живлення, то обрана ємність конденсатора цілком задовольняє вимогам.

Конденсатор С1 був вибраний виробництва компанії Koshin з каталогу [15] серії KLP. Серія конденсаторів KLP має такі основні характеристики:

- Колір: чорний;
- Діапазон робочих температур: – 40 – 105 $^{\circ}C$;
- Діапазон ємностей: 0,47 – 10000 мкФ;

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

- Діапазон напруг: 6,3 – 250 В;
- Точність ±20%.

Конденсатори С2 та С3 виконують роль фільтрів. Дані конденсатори, як рекомендовано у документації [12], необхідно встановити на обраний лінійний стабілізатор напруги. На рис. 2.8, що взято з документації на даний стабілізатор, показано схему увімкнення конденсаторів.

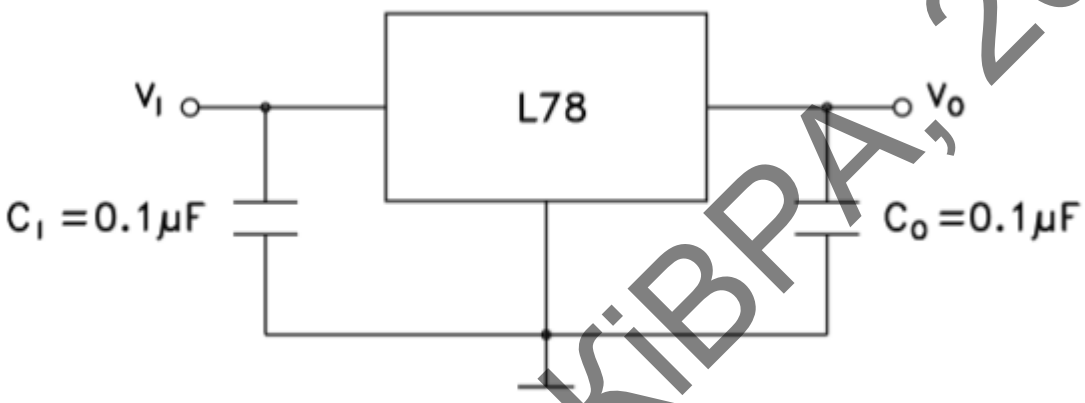


Рисунок 2.8 — Схема увімкнення конденсаторів

Рекомендується встановити керамічні конденсатори ємністю 0,1 мкФ, що і було реалізовано на схемі електричній принциповій (рис.2.2). Напруга конденсаторів С2 та С3 розраховується аналогічно напрузі конденсатора С1:

$$U_{C2} = U_{макс.БМ} \cdot \sqrt{2} = 14,5 \cdot \sqrt{2} = 20,5B, \quad (2.12)$$

де U_{C2} — напруга конденсатора С2;

Однак розрахунок напруги керамічних конденсаторів в даному випадку не має великого сенсу, так як керамічні конденсатори при своїх відносно малих розмірах витримують доволі високі рівні напруг. Було оглянуто велику кількість документації і мінімальне значення з усіх значень робочих напруг конденсаторів даного типу складає 50 В.

Конденсатори С2 та С3 було вирішено використати К10-17Б [16] серії Y5V.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

Серія конденсаторів Y5V має такі основні характеристики:

- Тип діелектрика: Y5V;
- Робоча напруга 50 В;
- Точність ±20%;
- Діапазон робочих температур: $-25 - 85\,^{\circ}C$.

Документацією на мікроконтролер [7] рекомендується встановити в коло кварцового резонатора керамічні конденсатори на схемі електричній принциповій (рис.2.2) позначені як С4 та С5. На рис. 2.9, що взято з документації на даний мікроконтролер показано схему увімкнення даних конденсаторів.

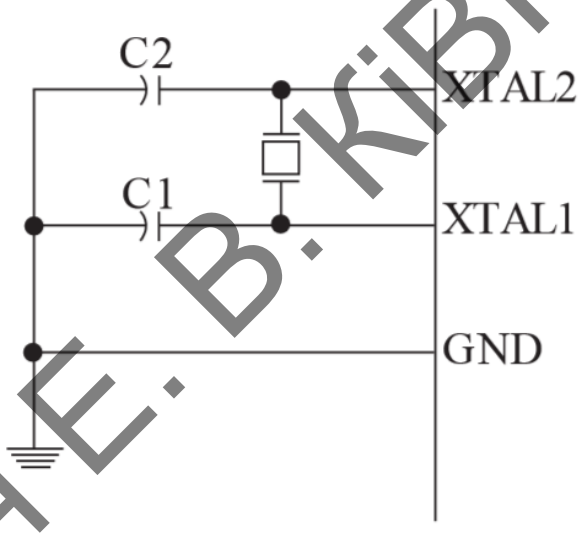


Рисунок 2.9 — Схема увімкнення конденсаторів

Оскільки кварцовий резонатор обраний частотою 8 МГц, то рекомендовано встановити керамічні конденсатори номіналом 22 пФ. Конденсатори С4 та С5 було вирішено використати того ж типу і серії, що і С2, С3, тобто К10-17Б [16] серії Y5V.

Також в схемі електричній принциповій присутній конденсатор С6. Даний конденсатор теж виконує роль фільтра і рекомендує встановлювати документація на мікроконтролер [7], схема увімкнення даного конденсатора показана на (рис. 2.6). Рекомендовано встановлювати керамічний конденсатор ємністю 0,1 мкФ. Даний конденсатор було вирішено використати того ж

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

типу і серії що і всі інші керамічні конденсатори, тобто К10-17Б [16] серії Y5V.

2.3.12 Вибір резисторів

Резистор R1 обмежує струм, що протікає через світлодіод HL1, в каталозі [5] де був вибраний світлодіод вказано, що номінальний струм, споживаний даним світлодіодом, складає 11 мА, а номінальне значення напруги живлення 3,6 В. Живиться він від напруги бортової мережі, максимальне значення якої 14,5 В. Відповідно, розрахуємо падіння напруги на даному резисторі:

$$U_{R1} = U_{макс.БМ} - U_{HL1} = 14,5 - 3,6 = 10,9В, \quad (2.13)$$

де U_{R1} — падіння напруги на резисторі R1;

$U_{макс.БМ}$ — максимальне значення напруги бортової мережі;

U_{HL1} — номінальне значення напруги живлення HL1.

Світлодіод з резистором з'єднані послідовно, а, як відомо, у всіх точках кола, що з'єднане послідовно, струм однаковий, тому через резистор повинен протікати номінальний струм споживаний світлодіодом, тобто 11 мА. Проведемо розрахунок номіналу даного резистора:

$$R_{R1} = \frac{U_{R1}}{I_{R1}} = \frac{10,9}{0,011} = 991Ом, \quad (2.14)$$

де R_{R1} — опір резистора R1;

I_{R1} — струм через резистор R1.

Розрахуємо потужність, що виділяється на резисторі R1:

$$P_{R1} = U_{R1} \cdot I_{R1} = 10,9 \cdot 0,011 = 0,12Вт, \quad (2.15)$$

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

де P_{R1} — потужність, що виділяється на резисторі R1.

З ряду номінальних значень було вибрано резистор R1 опором 1 кОм і потужністю 0,125 Вт.

Резистор R2 обмежує струм бази транзистора VT1. Згідно з документацією на транзистор VT1 [8] номінальне значення коефіцієнта підсилення за струмом 200, при струмі колектора 800 мА і напрузі колектор-емітер хоча б в 1 В. Номінальне значення падіння напруги на переході база-емітер складає 1 В. Відповідно струм бази:

$$Ib_{VT1} = \frac{Ic_{VT1}}{h_{FE}} = \frac{800}{200} = 4мА, \quad (2.16)$$

де Ib_{VT1} — струм бази транзистора VT1;

Ic_{VT1} — струм колектора транзистора VT1;

h_{FE} — коефіцієнт підсилення транзистора VT1 за струмом.

Відповідно розрахуємо падіння напруги на даному резисторі:

$$U_{R2} = U_{СТАБ.DA1} - Ube_{VT1} = 5 - 1 = 4B, \quad (2.17)$$

де U_{R2} — падіння напруги на резисторі R2;

$U_{СТАБ.DA1}$ — номінальне значення напруги стабілізації;

Ube_{VT1} — номінальне значення падіння напруги на переході база-емітер транзистора VT1.

Оскільки це теж є послідовне коло, а як відомо у всіх точках кола, що з'єднане послідовно струм однаковий, тому через резистор повинен протікати базовий струм, тобто 4 мА. Проведемо розрахунок номіналу даного резистора:

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

$$R_{R2} = \frac{U_{R2}}{I_{R2}} = \frac{4}{0,004} = 1кОм, \quad (2.18)$$

де R_{R2} — опір резистора R2;

I_{R2} — струм через резистор R2.

Розрахуємо потужність, що виділяється на резисторі R2:

$$P_{R2} = U_{R2} \cdot I_{R2} = 4 \cdot 0,004 = 0,016Вт, \quad (2.19)$$

де P_{R2} — потужність, що виділяється на резисторі R2.

З ряду номінальних значень було вибрано резистор R2 опором 1 кОм і потужністю 0,125 Вт.

Резистор R3 підтягує ніжку мікроконтролера до напруги живлення мікроконтролера, документація рекомендує встановити даний резистор на мікроконтролер [7] і його значення вибирають з меж 3,3 – 27 кОм, в залежності від струму елемента, який буде підтягувати дану ніжку до потенціалу землі і потенціалу, який наводиться на дану ніжку з ефіру. Оскільки давач буде знаходитися на відстані приблизно 1 м від пристрою, то довжина дроту, який є інформаційним, тобто під'єднується безпосередньо від давача до ніжки мікроконтролера, може сягати 1,5 м. Тому потенціал, який наводиться з простору, може бути доволі великим, відповідно було прийнято рішення використати резистор близьким до мінімального значення з можливого діапазону, тобто резистор опором 4,7 кОм. Відповідно максимальний струм, який може протікати через резистор:

$$I_{R3} = \frac{U_{R3}}{R_{R3}} = \frac{5}{4700} = 1мА, \quad (2.20)$$

де R_{R3} — опір резистора R3;

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

I_{R3} — струм через резистор R3.

Розрахуємо потужність, що виділяється на резисторі R3:

$$P_{R3} = U_{R3} \cdot I_{R3} = 5 \cdot 0,001 = 5 мВт, \quad (2.21)$$

де P_{R3} — потужність, що виділяється на резисторі R3.

З ряду номінальних значень було вибрано резистор R3 опором 4,7 кОм і потужністю 0,125 Вт.

Резистор R4 підтягує вивід перезавантаження мікроконтролера до напруги живлення мікроконтролера, тобто виконує таку ж функцію, що і R3, відповідно і вибирається аналогічно до нього. Для зручності налагодження даного пристрою, аби кожний раз не виймати контролер з плати, було вирішено програмувати даний контролер не виймаючи з плати, тобто для послідовного периферійного інтерфейсу на платі буде знаходитись окремий роз'єм. Тож одним з виводів роз'єму буде вивід перезавантаження мікроконтролера, для того щоб після програмування мікроконтролер автоматично перезавантажився і почав працювати з новою програмою, котра завантажена в нього. Відповідно при програмуванні мікроконтролера всередині схеми буде задіяний резистор R4. Тому опір резистора R4 повинен бути таким, який би дозволяв програмувати контролер всередині схеми. Експериментально було визначено що даний резистор повинен мати опір 10 кОм.

Так як струм, що протікає через резистор R4, є мізерним, то і потужність, що виділяється, є теж мізерною, доказ тому розрахунок резистора R3.

З ряду номінальних значень було вибрано резистор R4 опором 10 кОм і потужністю 0,125 Вт.

Резистор R5 обмежує струм, що протікає через світлодіод HL2, в каталозі [5], де був вибраний світлодіод, вказано, що номінальний струм споживаний даним світлодіодом 13 мА, а номінальне значення напруги живлення 1,8

Ганнощин Е. В. КІВРА. 2016

В. Живиться він від напруги живлення мікроконтролера, тобто від 5 В. Відповідно розрахуємо падіння напруги на даному резисторі:

$$U_{R5} = U_{СТАБ.DA1} - U_{HL2} = 5 - 1{,}8 = 3{,}2В, \quad (2.22)$$

де U_{R5} — падіння напруги на резисторі R5;

$U_{СТАБ.DA1}$ — номінальне значення напруги стабілізації;

U_{HL2} — номінальне значення напруги живлення HL2.

Світлодіод з резистором з'єднані послідовно, а як відомо у всіх точках кола, що з'єднане послідовно струм однаковий, тому через резистор повинен протікати номінальний струм споживаний світлодіодом, тобто 13 мА. Проведемо розрахунок номінального опору даного резистора:

$$R_{R5} = \frac{U_{R5}}{I_{R5}} = \frac{3{,}2}{0{,}013} = 246Ом, \quad (2.23)$$

де R_{R5} — опір резистора R5;

I_{R5} — струм через резистор R5.

Розрахуємо потужність, що виділяється на резисторі R5:

$$P_{R5} = U_{R5} \cdot I_{R5} = 3{,}2 \cdot 0{,}013 = 0{,}04Вт, \quad (2.24)$$

де P_{R5} — потужність, що виділяється на резисторі R5.

З ряду номінальних значень було вибрано резистор R5 опором 240 Ом і потужністю 0,125 Вт.

Резистори R6, R7 разом утворюють дільник напруги. Як уже описувалось раніше рівнем напруги на виході даного дільника регулюють контрастність зображення рідкокристалічного дисплея. Зазвичай рекомендується за-

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

мість дільника напруги, сформованого постійними резисторами, використати резистор змінного опору і в процесі роботи пристрою резистором підлаштувати контрастність дисплея, однак даний пристрій проектується для експлуатації де присутні вібрації, тому елементів, які можуть змінювати свої параметри від вібрації, краще уникати. Саме тому дільник напруги був сформований постійними резисторами R6 і R7.

Опори резисторів R6 і R7 були визначені експериментально, спочатку як і рекомендовано був приєднаний резистор змінного опору, яким візуально було налаштовано максимальну контрастність зображення. Після чого було виміряно значення опору, підтягнутого до напруги живлення, та значення опору, що підтягнутий до потенціалу землі. Таким чином резистори отримали значення опорів: R6 — 3,3 кОм; R7 — 680 Ом.

Потужність, що розсіюється даними резисторами, теж є не високою, тому було вирішено використати резистори потужністю 0,125 Вт.

Дільник напруги, сформований резисторами R8, R9, так би мовити узгоджує різні рівні напруг. Даний дільник повинен бути розрахований так, щоб при максимальній напрузі бортової мережі на вході дільника напруга на його виході залишалася в межах номінального значення АЦП мікроконтролера. Резистор R8 має значення опору 27 кОм, відповідно R9 — 5,6 кОм. Перевіримо чи задовольняють дані номінали резисторів поставленим вимогам:

$$U_{вих.R8,R9} = \frac{R9}{R8 + R9} \cdot U_{вх.R8,R9} = \frac{27}{5,6 + 27} \cdot 14,5 = 2,49B, \qquad (2.25)$$

де $U_{вих.R8,R9}$ — вихідна напруга дільника;

$U_{вх.R8,R9} = U_{макс.БМ}$ — вхідна напруга дільника.

Так як АЦП мікроконтролера має розрядність 10-біт, то це забезпечує дискретність в 1024 рівні. Оскільки опорна напруга АЦП становить 5 В, то на 5 В приходиться роздільна здатність в 1024 умовні одиниці. Розрахувавши

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

вихідну напругу дільника при максимальній вхідній напрузі, видно що частина діапазону не використовується. В документації на мікроконтролер [7] приведена формула розрахунку кількості дискретів в залежності від поданої напруги:

$$ADC = \frac{V_{IN} \cdot 1024}{V_{REF}} = \frac{2,49 \cdot 1024}{5} = 510, \quad (2.26)$$

де ADC — дискретність АЦП;

V_{IN} — вхідна напруга на виводі АЦП;

V_{REF} — опорна напруга АЦП.

Оскільки вимірюється напруга бортової мережі 14,5 В, то розширення в 510 умовних одиниць цілком достатньо для того, аби забезпечити точність виміряної напруги до десятих долей Вольта.

Номінали опорів цілком задовольняють поставленим вимогам і дільник утворений резисторами має запас по вхідній напрузі.

Оскільки загальний опір резисторів R8 і R9 є доволі великим, струм який протікає через дані резистори є незначним, тому було прийнято рішення використати резистори з номінальною потужністю 0,125 Вт.

Дільники напруги, сформовані резисторами R10, R11; R14, R15; R16, R17, виконують таку ж функцію, як і дільник, сформований резисторами R8 і R9, відповідно розрахунки і номінальні опори будуть аналогічні.

Резистор R12 обмежує струм, що протікає через світлодіод HL3, в каталозі [5], де був вибраний світлодіод, вказано, що номінальний струм, споживаний даним світлодіодом, становить 9 мА, а номінальне значення напруги живлення – 2,8 В. Живиться він від напруги живлення мікроконтролера, тобто від 5 В. Відповідно розрахуємо падіння напруги на даному резисторі:

$$U_{R12} = U_{СТАБ.DA1} - U_{HL3} = 5 - 2,8 = 2,2B, \quad (2.27)$$

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

де U_{R12} — падіння напруги на резисторі R12;

$U_{СТАБ.DA1}$ — номінальне значення напруги стабілізації;

U_{HL3} — номінальне значення напруги живлення HL3.

Світлодіод з резистором з'єднані послідовно, а як відомо у всіх точках кола, що з'єднане послідовно струм однаковий, тому через резистор повинен протікати номінальний струм споживаний світлодіодом, тобто 9 мА. Проведемо розрахунок номіналу даного резистора:

$$R_{R12} = \frac{U_{R12}}{I_{R12}} = \frac{2,2}{0,009} = 244 Ом, \quad (2.28)$$

де R_{R12} — опір резистора R12;

I_{R12} — струм через резистор R12.

Розрахуємо потужність, що виділяється на резисторі R12:

$$P_{R12} = U_{R12} \cdot I_{R12} = 2,2 \cdot 0,009 = 0,02 Вт, \quad (2.29)$$

де P_{R12} — потужність, що виділяється на резисторі R12.

З ряду номінальних значень було вибрано резистор R12 опором 240 Ом і потужністю 0,125 Вт.

Резистор R13 обмежує струм бази транзистора VT2. Згідно з документацією на транзистор VT2 [9], номінальне значення коефіцієнта підсилення за струмом 27, при струмі колектора 100 мА і напрузі колектор-емітер хоча б в 1 В. Номінальне значення падіння напруги на переході база-емітер складає 1 В. Відповідно струм бази:

Ганнощин Е. В. КІВРА, 2016

$$Ib_{VT2} = \frac{Ic_{VT2}}{h_{FE}} = \frac{100}{27} = 3,7 мА, \quad (2,30)$$

де Ib_{VT2} — струм бази транзистора VT2;

Ic_{VT2} — струм колектора транзистора VT2;

h_{FE} — коефіцієнт підсилення транзистора VT2 за струмом.

Відповідно розрахуємо падіння напруги на даному резисторі:

$$U_{R13} = U_{СТАБ.DA1} - Ube_{VT2} = 5 - 1 = 4В, \quad (2.31)$$

де U_{R13} — падіння напруги на резисторі R13;

$U_{СТАБ.DA1}$ — номінальне значення напруги стабілізації;

Ube_{VT2} — номінальне значення падіння напруги на переході база-емітер транзистора VT2.

Оскільки це теж є послідовне коло, а як відомо у всіх точках кола, що з'єднане послідовно струм однаковий, тому через резистор повинен протікати базовий струм, тобто 3,7 мА. Проведемо розрахунок номіналу даного резистора:

$$R_{R13} = \frac{U_{R13}}{I_{R13}} = \frac{4}{3,7 \cdot 10^{-3}} = 1,1 кОм, \quad (2.32)$$

де R_{R13} — опір резистора R13;

I_{R13} — струм через резистор R13.

Розрахуємо потужність, що виділяється на резисторі R13:

$$P_{R13} = U_{R13} \cdot I_{R13} = 4 \cdot 3,7 \cdot 10^{-3} = 0,015 Вт, \quad (2.33)$$

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

де P_{R13} — потужність, що виділяється на резисторі R13.

З ряду номінальних значень було вибрано резистор R13 опором 1 кОм і потужністю 0,125 Вт.

2.3.13 Вибір давача

Так як в ТЗ з приводу датчика вказано:

- Датчик повинен бути індуктивного типу;
- Максимальна швидкість транспортного засобу: 160 км/год
- Радіус колеса: 100 – 500 мм.

Необхідно розрахувати максимальну частоту спрацювань датчика, зрозуміло, шо для цього потрібно використати мінімально можливе значення радіуса колеса, тобто 100мм. Відповідно довжина окружності колеса:

$$L = 2\pi R = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}1 = 0{,}628 м, \tag{2.34}$$

де L — довжина окружності колеса;

R — радіус колеса.

Відповідно максимальна швидкість транспортного засобу 44,4 м/с.

Тоді максимальна частота спрацювань датчика:

$$f = \frac{V}{L} = \frac{44{,}4}{0{,}628} = 71 Гц \tag{2.35}$$

де f — максимальна частота спрацювань датчика;

V — максимальна швидкість транспортного засобу.

Вихідні параметри при виборі датчика:

- Напруга живлення не менше: 14,5 В;
- Частота спрацювань датчика не менше: 71 Гц;

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

- Струм навантаження не менше: 10 мА.

Враховуючи всі перелічені вимоги було прийнято рішення використати датчик ПИЩ-6-1-IP65 [17].

Датчик ПИЩ-6-1-IP65 має наступні основні параметри:

- Номінальне значення напруги живлення: 12 В;
- Допустиме відхилення напруги живлення: – 15…+20 %;
- Напруга живлення кола навантаження не більше: 30 В;
- Максимальний робочий струм в колі навантаження не більше: 80 мА;
- Споживана потужність не більше: 0,37 Вт;
- Максимальна частота спрацювань не менше: 1000 Гц.

2.3.14 Вибір роз'ємів

Вихідні данні при виборі роз'ємів:

- Струм через контакти роз'єму не менше: 225 мА;
- Напруга через контакти роз'єму 14,5 В.

В якості роз'єму дисплея було використано роз'єм CI11 [18].

Основні параметри даного роз'єму:

- Кількість виводів: 11;
- Крок між виводами: 2,54 мм;
- Робоча напруга: 50 В;
- Робочий струм 1А;
- Опір контакту не більше: $20 \cdot 10^{-3}$ Ом;
- Опір ізоляції не менше: $100 \cdot 10^{6}$ Ом.
- Діапазон температур: $-25 - 85\,^{\circ}C$.

Роз'єм повністю задовольняє поставленим вимогам.

В якості роз'єму послідовного периферійного інтерфейсу, що буде використовуватись для програмування мікроконтролера, було вирішено використати роз'єм BH-10 [19], так як такий використовується в більшості пристроїв програмування.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

Основні параметри даного роз’єму:

- Кількість виводів: 10;
- Крок між виводами: 2,54 мм;
- Максимальна напруга: 500 В;
- Максимальний струм струм 3А;
- Опір контакту не більше: $20 \cdot 10^{-3}$ Ом;
- Опір ізоляції не менше: $1000 \cdot 10^{6}$ Ом.
- Діапазон температур: $-45 - 105\,^{\circ}C$.

Роз’єм повністю задовольняє поставленим вимогам.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

3 РОЗРОБЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ

3.1 Вибір компонентів плати

Збірно-монтажні процеси було вирішено проводити з використанням традиційних вивідних компонентів, так як технологія монтажу в отвори набагато простіша, відповідно і ефективніша порівняно з технологією поверхневого монтажу. Навіть зараз технологія монтажу в отвори забезпечує найбільш високу продуктивність.

3.1.1 Вибір дисплея

Як уже раніше описувалось дисплей був обраний RC1602B-GHY-CSX [4]. Розміри дисплея показані на рис. 3.1, всі розміри вказані в міліметрах.

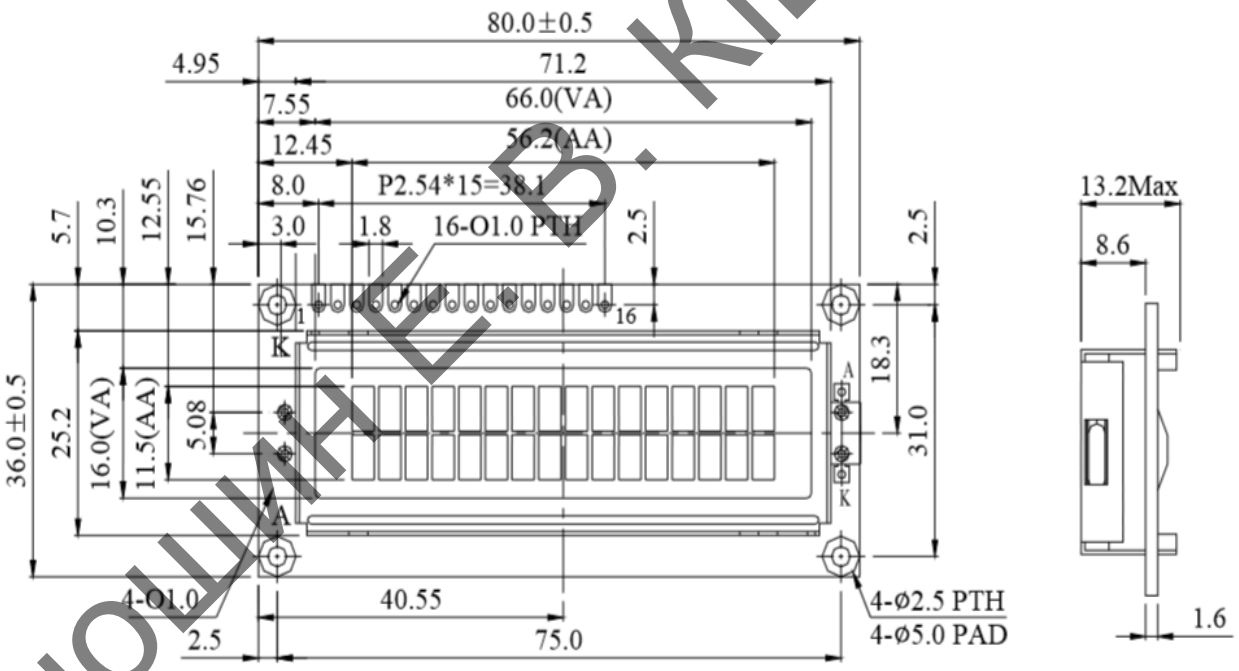


Рисунок 3.1 — Розміри дисплея RC1602B-GHY-CSX

Зовнішній вигляд дисплея показано на рис.3.2.

Ганношин Е.В. КІВРА, 2016

Рисунок 3.2 — Зовнішній вигляд дисплея

Основні параметри даного дисплея були приведені в пункті 2.3.1 при виборі елементної бази.

3.1.2 Вибір світлодіодів

Світлодіоди, вибрані в елементній базі LT-0008, LT-0060, LT-0059, повинні бути закріплені на передній панелі пристрою, каталог [5] пропонує декілька типів корпусів. Було прийнято рішення використати данні світлодіоди в корпусі L-934S, світлодіод виконаний в даному корпусі в подальшому може бути закріплений в спеціальному тримачі, що захищає світлодіод від зовнішніх факторів. Розміри корпусу L-934S вказані на рис. 3.3, всі розміри вказані в міліметрах.

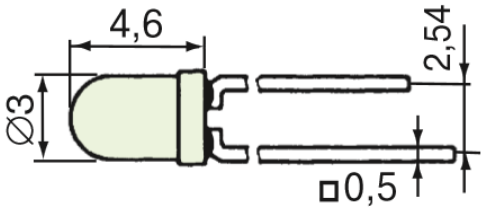


Рисунок 3.3 — Розміри корпусу L-934S

Зовнішній вигляд світлодіодів в даному корпусі показано на рис. 3.4.

Ганношин Е. В. КІВРА. 2016

Рисунок 3.4 — Зовнішній вигляд світлодіодів в корпусі L-934S

Діапазон робочих температур світлодіодів в даному корпусі – 40 – 150 $^{\circ}C$.

3.1.3 Вибір звукового випромінювача

Як описувалось раніше звуковий випромінювач був вибраний компанії JL World, а саме HCM1203X [6]. На рис. 3.5 показано розміри звукового випромінювача; всі розміри вказані в міліметрах.

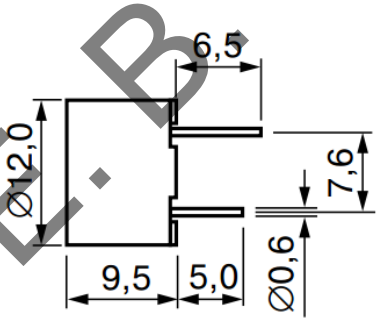


Рисунок 3.5 — Розміри звукового випромінювача

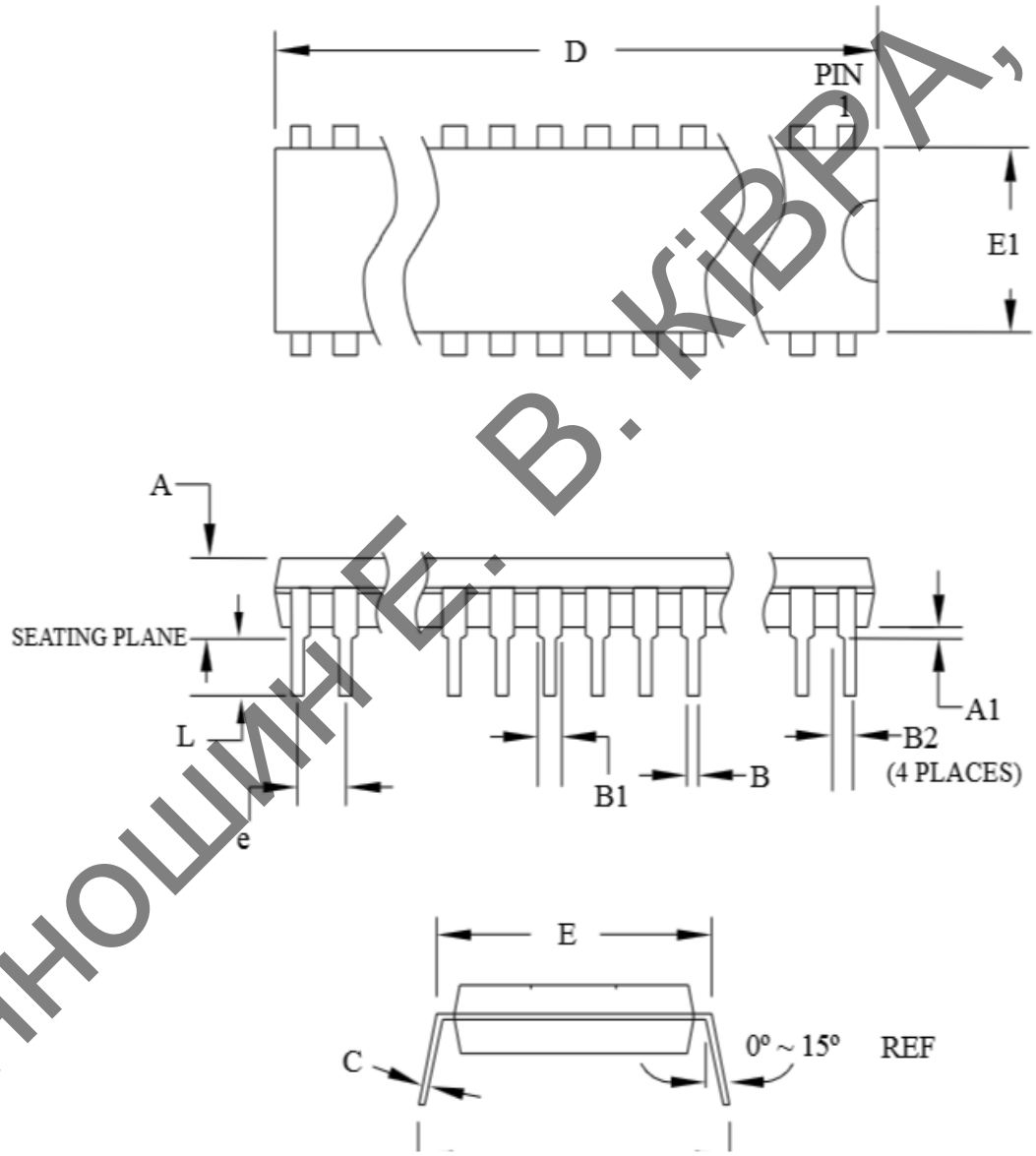
На рис. 3.6 показано зовнішній вигляд звукового випромінювача.

Рисунок 3.6 — Зовнішній вигляд звукового випромінювача

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

3.1.4 Вибір мікроконтролера

Мікроконтролер ATmega 8, компанії Atmel, реалізований в декількох корпусах, типи корпусів представлені в документації на даний контролер [7], однак для технології монтажу в отвори з запропонованих корпусів підходить лише один — DIP-28. На рис. 3.7 показано розміри корпусу DIP-28, всі розміри вказані в міліметрах.



Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	–	–	4.5724	
A1	0.508	–	–	
D	34.544	–	34.798	Note 1
E	7.620	–	8.255	
E1	7.112	–	7.493	Note 1
B	0.381	–	0.533	
B1	1.143	–	1.397	
B2	0.762	–	1.143	
L	3.175	–	3.429	
C	0.203	–	0.356	
eB	–	–	10.160	
e	2.540 TYP			

Рисунок 3.7 — Розміри корпусу DIP-28

На рис. 3.8 представлено зовнішній вигляд мікроконтролера ATmega 8 в корпусі DIP-28.

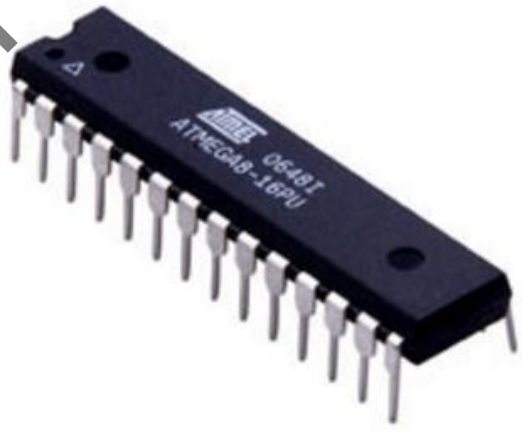


Рисунок 3.8 — Зовнішній вигляд мікроконтролера ATmega 8 в корпусі DIP-28

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

3.1.5 Вибір транзисторів

При виборі елементної бази було обрано два транзистори ST 8050 [8] і C945 [9]. Обидва транзистори виготовляються в корпусі TO-92. На рис. 3.9 показано розміри корпусу TO-92, всі розміри вказані в міліметрах.

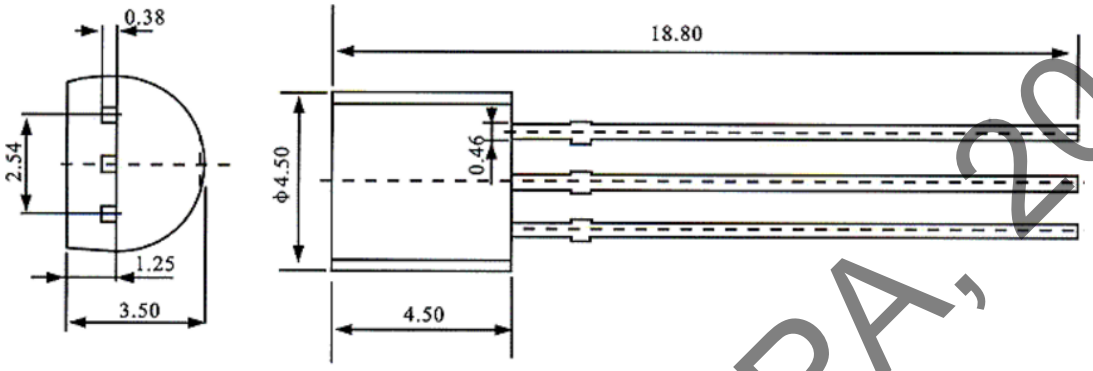


Рисунок 3.9 — Розміри корпусу TO-92

На рис. 3.10 представлено зовнішній вигляд транзистора в корпусі TO-92.

Рисунок 3.10 — Зовнішній вигляд транзисторів в корпусі TO-92

3.1.6 Вибір кварцового резонатора

В пункті 2.3.6 було обрано кварцовий резонатор HC-49US-DN [10], там же приведені основні його характеристики. Розміри кварцового резонатора показано на рис. 3.11, всі розміри вказані в міліметрах.

Ганношин Е.В. КІВРА, 2016

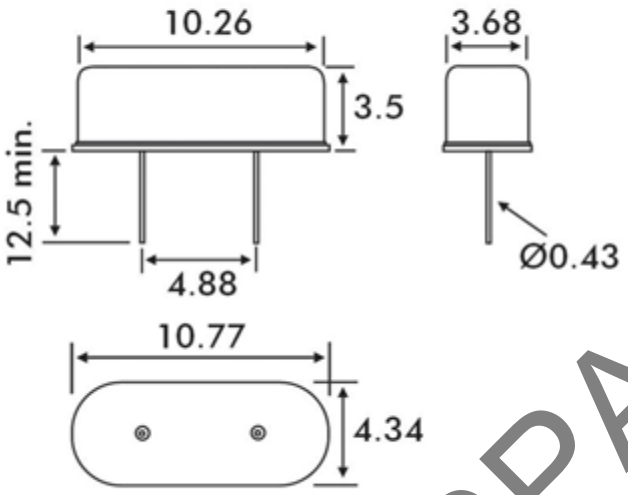


Рисунок 3.11 — Розміри кварцового резонатора

На рис. 3.12 представлено зовнішній вигляд кварцового резонатора HC-49US-DN.

Рисунок 3.12 — Зовнішній вигляд кварцового резонатора HC-49US-DN

3.1.7 Вибір індуктивності

В пункті 2.3.7 було вирішено використати індуктивність RCH-110 [11], компанії SUMIDA.

Ганношин Е. В. КіВРА, 2016

Розміри обраної індуктивності показано на рис. 3.13, всі розміри вказані в міліметрах.

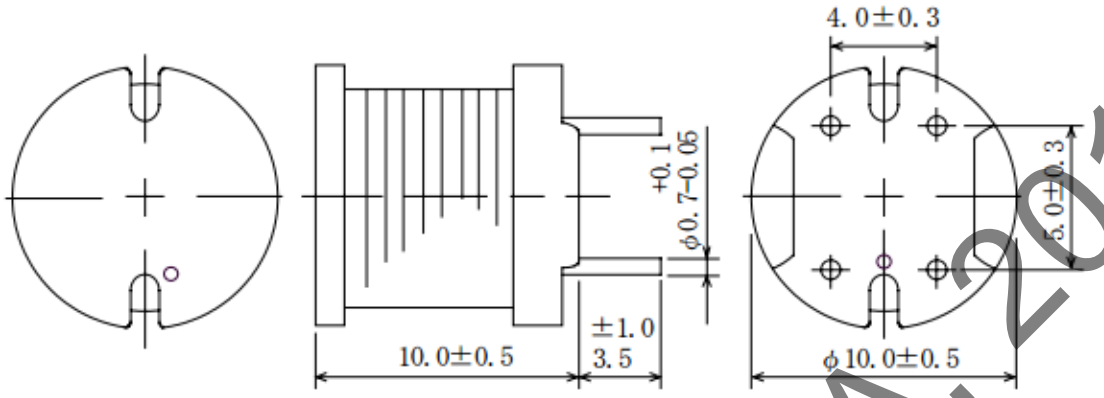


Рисунок 3.13 — Розміри індуктивності RCH-110

На рис. 3.14 представлено зовнішній вигляд індуктивності RCH-110.

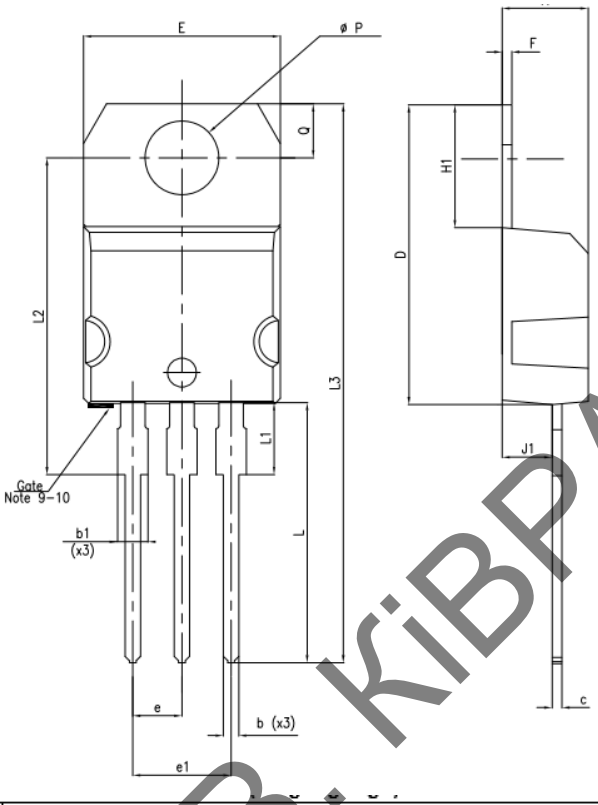
Рисунок 3.14 — Зовнішній вигляд індуктивності RCH-110

3.1.8 Вибір лінійного стабілізатора напруги

При виборі елементної бази в пункті 2.3.8 було обрано лінійний стабілізатор напруги KIA7805AP [12], від компанії KEC. Даний лінійний стабілізатор випускається компанією KEC в декількох корпусах, однак розрахувавши потужність, що виділяється на даному стабілізаторі, стало зрозуміло, що треба використовувати корпус котрий передбачає можливість встановлення на даний стабілізатор радіатора, для додаткового відведення тепла.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

Враховуючи ці вимоги було вирішено використати корпус TO-220 SG, розміри якого показано на рис. 3.15, всі розміри вказані в міліметрах.



Dim.	mm		
	Min.	Typ.	Max.
A	4.40		4.60
b	0.61		0.88
b1	1.14		1.70
c	0.48		0.70
D	15.25		15.75
E	10		10.40
e	2.40		2.70
e1	4.95		5.15
F	0.51		0.60
H1	6.20		6.60
J1	2.40		2.72
L	13		14
L1	3.50		3.93
L20		16.40	
L30		28.90	
ØP	3.75		3.85
Q	2.65		2.95

Рисунок 3.15 — Розміри корпусу TO-220 SG

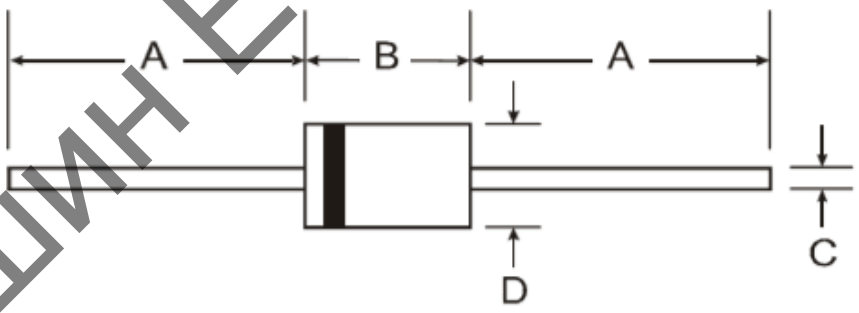
На рис. 3.16 представлено зовнішній вигляд лінійного стабілізатора напруги в корпусі TO-220 SG.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

Рисунок 3.16 — Зовнішній вигляд лінійного стабілізатора напруги в корпусі TO-220 SG.

3.1.9 Вибір діодів та стабілітронів

В пункті 2.3.9 був обраний діод 1N4007 [13], від компанії DIODES, з запропонованих в документації корпусів був вибраний корпус DO-41. Розміри корпусу DO-41 показано на рис. 3.17, всі розміри вказані в міліметрах.



Dim	DO-41 Plastic	
	Min	Max
A	25.40	—
B	4.06	5.21
C	0.71	0.864
D	2.00	2.72
All Dimensions in mm		

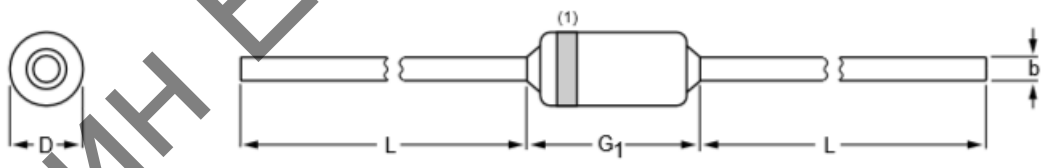
Рисунок 3.17 — Розміри корпусу DO-41

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

На рис. 3.18 представлено зовнішній вигляд діода в корпусі DO-41.

Рисунок 3.18 — Зовнішній вигляд діода в корпусі DO-41

Окрім цього в пункті 2.3.9 було вибрано діоди 1N4148, а в пункті 2.3.10 [14] було вибрано стабілітрони з найменуванням ZD5V1. Опираючись на документацію даних елементів було вирішено використати для даних елементів однакові корпуси виконання. На рис. 3.19 показано розміри корпусу SOD27, в якому було вирішено використати вищезгадані елементи, всі розміри вказані в міліметрах.



DIMENSIONS (mm are the original dimensions)

UNIT	b max.	D max.	G_1 max.	L min.
mm	0.56	1.85	4.25	25.4

0 1 2 mm
scale

Рисунок 3.19 — Розміри корпусу SOD27

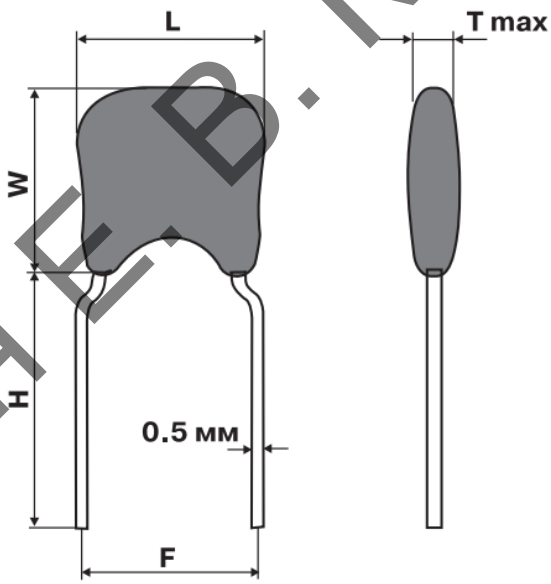
На рис. 3.20 представлено зовнішній вигляд компонента в корпусі SOD27.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

Рисунок 3.20 — Зовнішній вигляд компонента в корпусі SOD27

3.1.10 Вибір конденсаторів

В пункті 2.3.11 було вирішено використати, в якості фільтруючих конденсаторів, керамічні конденсатори К10-17Б [16] серії Y5V. Розміри обраних конденсаторів показано на рис. 3.21, всі розміри вказані в міліметрах.



Размеры, мм	0805	1206
F	5,0	5,0
H мин.	10,0	10,0
L макс.	4,2	5,0
W макс.	3,2	4,5
T макс.	3,8	3,8

Рисунок 3.21 — Розміри конденсатора К10-17Б

На рис. 3.22 представлено зовнішній вигляд конденсатора К10-17Б.

Ганношин Е. В. · КІВРА, 2016

Рисунок 3.22 — Зовнішній вигляд конденсатора К10-17Б

Також, в пункті в 2.3.11, було вибрано електролітичний конденсатор компанії Koshin з каталогу [15] серії KLP. Зовнішній вигляд конденсатора показано на рис. 3.23.

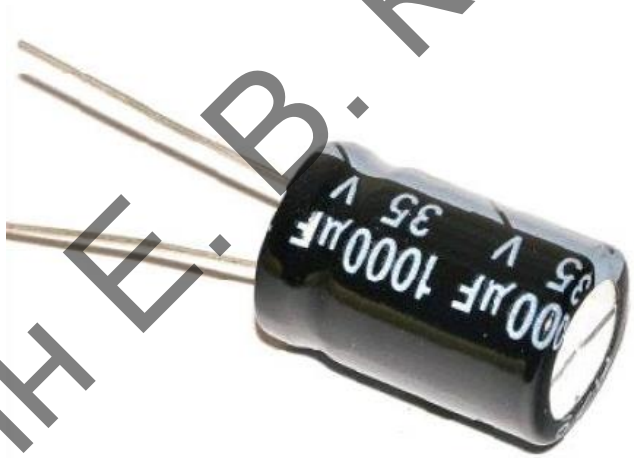


Рисунок 3.23 — Зовнішній вигляд електролітичного конденсатора Koshin

Розміри даного конденсатора:

- Діаметр: 17 мм;
- Висота: 18 мм;
- Довжина виводів 22 мм.

3.1.11 Вибір резисторів

В пункті 2.3.12 було проведено розрахунок резисторів як елементів.

Ганношин Е. В. КІВРА. 2016

Оскільки розрахована потужність всіх резисторів пристрою не перевищує потужність 0,120 Вт, було прийнято рішення використати всі резистори номінальної потужності 0,125 Вт, так як для вивідних резисторів це є мінімально можлива потужність. Розміри обраних резисторів показано на рис. 3.24.

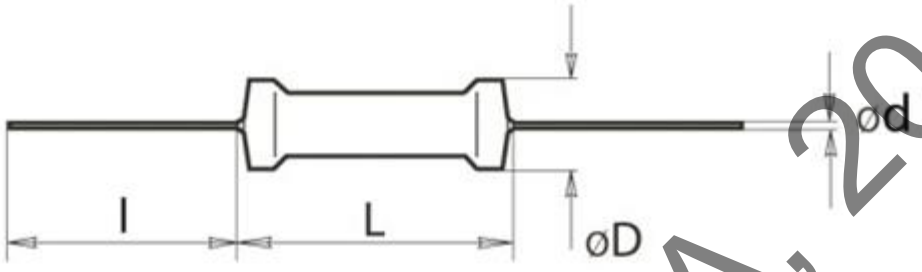


Рисунок 3.24 — Розміри резистора потужністю 0,125 Вт

- I — 15 мм;
- L — 3,5 мм;
- D — 1,9 мм;
- d — 0.45.

На рис. 3.25 представлено зовнішній вигляд резистора на 0,125 Вт.

Рисунок 3.25 — Зовнішній вигляд резистора

3.1.12 Вибір давача

В пункті 2.3.13 було проведено розрахунок давача та прийнято рішення використати датчик ПИЩ-6-1-IP65 [17]. На рис. 3.26 представлено розміри даного датчика.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

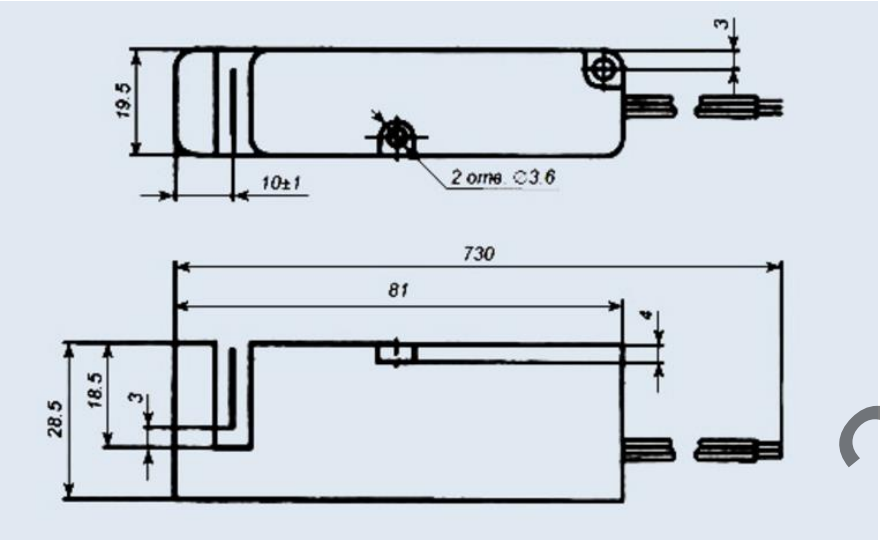


Рисунок 3.26 — Розміри датчика ПИЩ-6-1-IP65

На рис. 3.27 представлено зовнішній вигляд датчика ПИЩ-6-1-IP65.

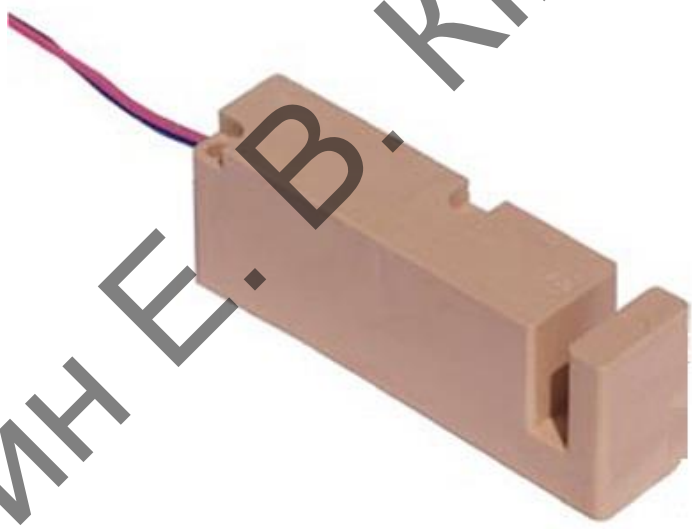


Рисунок 3.27 — Зовнішній вигляд датчика ПИЩ-6-1-IP65

Даний датчик має рівень захисту IP65, перша цифра з даного напису показує захист від проникнення сторонніх предметів, друга цифра — захист від проникнення води. Таким чином датчик має максимальний ступінь захисту від проникнення сторонніх предметів, і може на короткі терміни часу занурюватись у воду.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

3.1.13 Вибір роз'ємів

В пункті 2.3.14 було проведено вибір роз'ємів. В якості роз'єму дисплея був використаний роз'єм CI11 [18]. На рис. 3.28 показано розміри даного роз'єму.

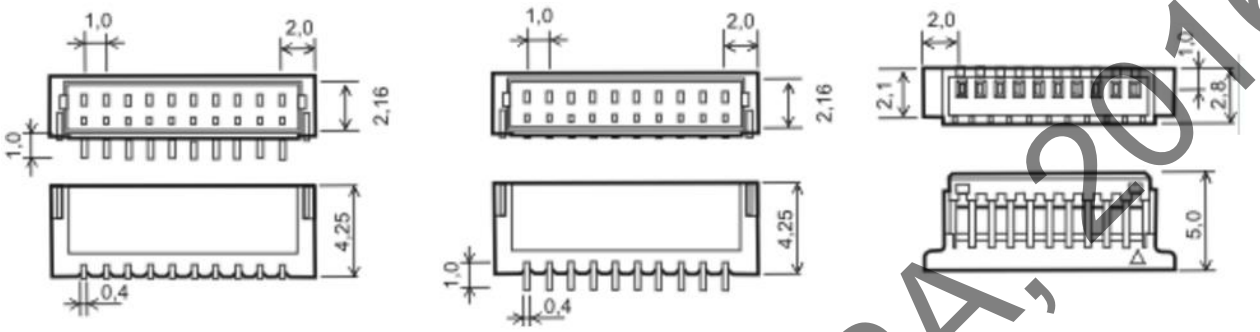


Рисунок 3.28 — Розміри роз'єму CI11

На рис. 3.29 представлено зовнішній вигляд роз'єм роз'єму CI11.

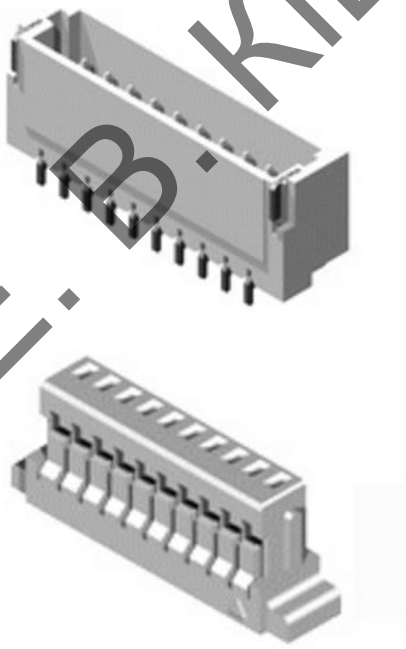
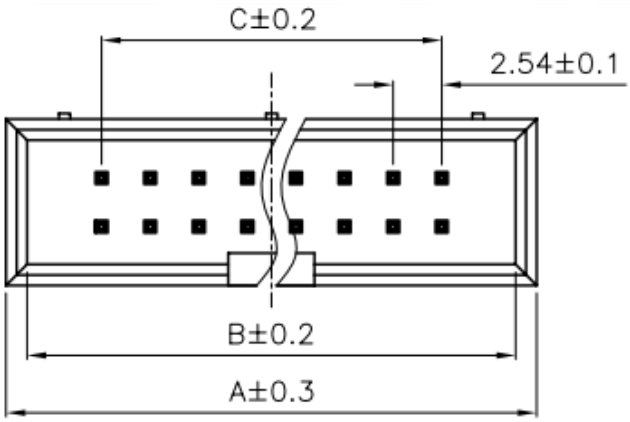


Рисунок 3.29 — Зовнішній вигляд роз'єм роз'єму CI11

В якості роз'єму послідовного периферійного інтерфейсу було прийнято рішення використати роз'єм BH-10 [19]. На рис. 3.30 показано розміри даного роз'єму. Всі розміри вказані в міліметрах.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016



Position	A	B	C
10	20.30	18.10	10.16

Рисунок 3.30 — Розміри роз’єму BH-10

На рис. 3.31 представлено зовнішній вигляд роз’єм BH-10.

Рисунок 3.31 — Зовнішній вигляд роз’єму BH-10

3.2 Розроблення друкованої плати і загальної конструкції

В даному дипломному проекті друкована плата буде розроблюватись під конкретний корпус, на рис; 3.32 зображено даний корпус.

Ганношин Е.В. КІВРА, 2016

Рисунок 3.32 — Зображення корпусу

Оскільки схема є відносно великою в порівнянні з платою, що поміщається в даний корпус, то плата повинна бути двостороння, одношарова з металізацією отворів. Так як обрано двосторонню друковану плату, то її доцільно виготовити комбінованим позитивним методом, даний метод є простим у використанні і потребує незначних затрат. Матеріал плати склотекстоліт фольгований FR-4 [20]. Клас точності плати — третій.

Дана друкована плата буде мати чотири точки кріплення, що видно з рис. 3.32. Точки кріплення будуть знаходитись по краях плати, таке кріплення плат вважається доволі надійним і є найпоширенішим.

Спосіб створення друкованої плати комбінованим позитивним методом має наступну послідовність дій. Фоторезистом захищають прогалини. Потім

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

на всю поверхню плати наносять лакову оболонку, свердлять монтажні отвори і виконують хімічне міднення (вся плата покривається тонким шаром міді в декілька мікрон). Хімреактивом знімається лакова оболонка, а з нею і мідь (крім того шару, що осів на стінках отворів, бо під ним немає лаку). Потім на провідники та контактні майданчики наносять захисний шар металу і усувають фоторезист з захищених місць (прогалин). Оголений шар фольги стравлюють. Таким чином, метод поєднує хімічний метод отримання провідникового рисунку і гальванічний метод металізації отворів. Метод є основним при виготовленні двосторнніх друкованих плат. Застосовують його для багатошарових ДП, для односторонніх ДП з підвищеними вимогами до надійності.

3.2.1 Розрахунок діаметрів монтажних отворів та розмірів контактних площинок

Розрахунок мінімальних діаметрів контактних площинок проводиться за наступною формулою [21]:

$$D_{\min} = (d_0 + \Delta d_{в.о.}) + 2 \cdot b + \Delta t_{в.о.} + 2\Delta t_{т.р.} + \sqrt{T_d^2 + T_D^2 + t_{н.о.}^2}, \qquad (3.1)$$

де d_0 — діаметр отвору;

$\Delta d_{в.о.}$ — верхнє граничне відхилення діаметру отвору;

$\Delta t_{в.о.}$ — верхнє граничне відхилення діаметру контактного майданчика;

$\Delta t_{т.р.}$ — значення підтравлення діелектрику в отворі;

$\Delta t_{н.о.}$ — нижнє граничне відхилення діаметру контактного майданчика та ширини друкованого провідника;

T_d — значення позиційного допуску розташування осей отворів у діаметральному вираженні;

T_D — значення позиційного допуску розташування центрів контактних майданчиків у діаметральному вираженні.

Ганношин Е. В. КіВРА, 2016

У табл. 3.1 приведено значення обраних діаметрів отворів вивідних елементів та розрахованих діаметрів контактних площинок з урахуванням обраної точності плати.

Таблиця 3.1 — Діаметри отворів та контактних майданчиків

Елемент	$d_в$	d_0	$\Delta d_{в.о}$	b	$\Delta t_{в.о}$	$\Delta t_{т.р}$	T_d	T_D	$\Delta t_{н.о}$	D_{min}	D
Всі резистори	0,6	0,8	0,05	0,1	0,1	0,03	0,08	0,2	0,08	1,44	1,5
Конденсатор електролітичний полярний 1000 мкФ×35 В	0,8	1	0,1	0,1	0,1	0,03	0,08	0,2	0,08	1,69	1,7
Діод 1N4007	0,864	1,1	0,1	0,1	0,1	0,03	0,08	0,2	0,08	1,754	1,8
Діод 1N4148	0,56	0,76	0,05	0,1	0,1	0,03	0,08	0,2	0,08	1,4	1,4
Стабілітрон ZD5V1	0,56	0,76	0,05	0,1	0,1	0,03	0,08	0,2	0,08	1,4	1,4
Стабілізатор напруги KIA7805AP	0,88	1,08	0,1	0,1	0,1	0,03	0,08	0,2	0,08	1,77	1,8
Конденсатор 0,1 мкФ	0,45	0,65	0,05	0,1	0,1	0,03	0,08	0,2	0,08	1,29	1,3
Конденсатор 22 пФ	0,45	0,65	0,05	0,1	0,1	0,03	0,08	0,2	0,08	1,29	1,3
Кварцовий резонатор HC-49US-DN	0,43	0,63	0,05	0,1	0,1	0,03	0,08	0,2	0,08	1,27	1,3
Звуковий випромінювач HC-49US-DN	0,8	1	0,1	0,1	0,1	0,03	0,08	0,2	0,08	1,69	1,7

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

Таблиця 3.1 — Продовження

Транзистори ST 8050 і C945	0,66	0,86	0,05	0,1	0,1	0,03	0,08	0,2	0,08	1,5	1,5
Котушка індуктивності RCH-110	0,8	1	0,1	0,1	0,1	0,03	0,08	0,2	0,08	1,69	1,7
Роз'єм приєднання дисплея CI11	0,55	0,75	0,05	0,1	0,1	0,03	0,08	0,2	0,08	1,39	1,4
Роз'єм приєднання світлодіодів	0,6	0,8	0,05	0,1	0,1	0,03	0,08	0,2	0,08	1,44	1,5
Мікроконтролер ATmega 8	0,533	0,733	0,05	0,1	0,1	0,03	0,08	0,2	0,08	1,373	1,4
Роз'єм SPI інтерфейсу BH-10	0,6	0,8	0,05	0,1	0,1	0,03	0,08	0,2	0,08	1,44	1,5
Роз'єм з'єднання пристрою з мотоциклом	0,5	0,7	0,05	0,1	0,1	0,03	0,08	0,2	0,08	1,34	1,4

3.2.2 Розрахунок ширини провідників друкованого монтажу

Потрібно розрахувати мінімальну ширину провідника, яка буде гарантувати безвідмовну роботу пристрою. Оскільки струм, що може протікати по силовій доріжці — 225мА, мінімальне значення ширини доріжки у вузькому місці визначається за наступною формулою [22]:

$$t_{1.\min.в.} = t_{\min} + |\Delta t_{н.о.}|, \qquad (3.2)$$

де t_{min} — мінімальне значення номінальної ширини доріжки;

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

$\Delta t_{н.о.}$ — допуск на ширину доріжки.

Маючи на увазі обрану точність друкованої плати (третя), маємо наступні значення параметрів: $t_{\min} = 0{,}25$ мм, $\Delta t_{н.о.} = -0{,}05$ мм.

Підставимо отримані дані у формулу(3.2):

$$t_{1.\min.в.} = 0{,}25 + |-0{,}05| = 0{,}3 мм;$$

Тепер розрахуємо мінімальну ширину доріжки у широкому місці. Вона розраховується також за формулою (3.2), але тепер параметри будуть мати наступні значення: $t_{\min} = 0{,}45$ мм, $\Delta t_{н.о.} = -0{,}1$ мм.

Підставимо отримані дані у формулу(3.2):

$$t_{1.\min.ш.} = 0{,}45 + |-0{,}1| = 0{,}55 мм;$$

Далі визначимо мінімально допустиму ширину доріжки з урахуванням допустимого падіння напруги на ній (3%). Вона визначається за наступною формулою:

$$t_{2.\min} = \frac{l \cdot I_{\max} \cdot \rho}{h \cdot U_{живл} \cdot 0.03}, \qquad (3.3)$$

де l — довжина провідника;

I_{max} — максимальний струм у колі;

ρ — питомий опір провідника;

h — товщина фольги;

$U_{живл}$ — напруга живлення.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

Використовуючи данні розраховані у попередніх пунктах, маємо наступні значення параметрів: l = 150 мм, $I_{\max}$ = 225 мА, ρ = 0,0175 Ом·мм^2/м — питомий опір міді, h = 35 мкм, $U_{жив}$ = 14,5 В.

Підставимо отримані дані у формулу(3.3):

$$t_{2.\min} = \frac{0{,}150 \cdot 0{,}225 \cdot 0{,}0175}{0{,}035 \cdot 14{,}5 \cdot 0.03} = 0{,}039 мм;$$

Наступним кроком буде розрахунок мінімально допустимої ширини доріжки з урахуванням допустимого струму, що протікає крізь неї. Вона визначається за наступною формулою:

$$t_{3.\min} = \frac{I_{\max}}{h \cdot J}, \qquad (3.4)$$

де I_{max} — максимальний струм у колі;

h — товщина фольги;

J — допустима щільність струму у провіднику.

Підставимо дані у формулу(3.4):

$$t_{3.\min} = \frac{0{,}225}{0{,}035 \cdot 20} = 0{,}32 мм;$$

Щільність струму у провіднику J = А/мм^2.

На основі отриманих результатів бачимо, що мінімальна ширина силового провідника складає — 0,55мм. Для надійності було вирішено ширину силових провідників друкованого монтажу взяти розміром в — 1мм, а сигнальних провідників 0,55мм

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

3.2.3 Розрахунок зазорів між елементами друкованого монтажу

Розрахунок мінімального зазору між елементами друкованого монтажу проводиться за наступною формулою [23]:

$$S = S_m + \Delta t_{в.о.}, \tag{3.2}$$

де S_m — мінімально допустима відстань між сусідніми друкованими об'єктами;

$\Delta t_{в.о.}$ — допуск на ширину провідника.

Опираючись на обраний клас точності маємо наступні значення параметрів: S_m = 0,25 мм, $\Delta t_{в.о.}$ = 0,1 мм.

Підставимо дані у формулу(3.2):

$$S = 0,25 + 0,1 = 0,35 мм;$$

Для надійності було обрано значення 0,5 мм.

3.2.4 Трасування друкованої плати в середовищі Altium Designer

Розроблення друкованої плати було проведено в системі автоматизованого проектування Altium Designer. В даному середовищі були задані правила проектування, котрі були розраховані в пунктах 3.2.1; 3.2.2; 3.2.3 На рис. 3.33 показано провідниковий шар зі сторони компонентів (1-ший провідниковий шар).

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

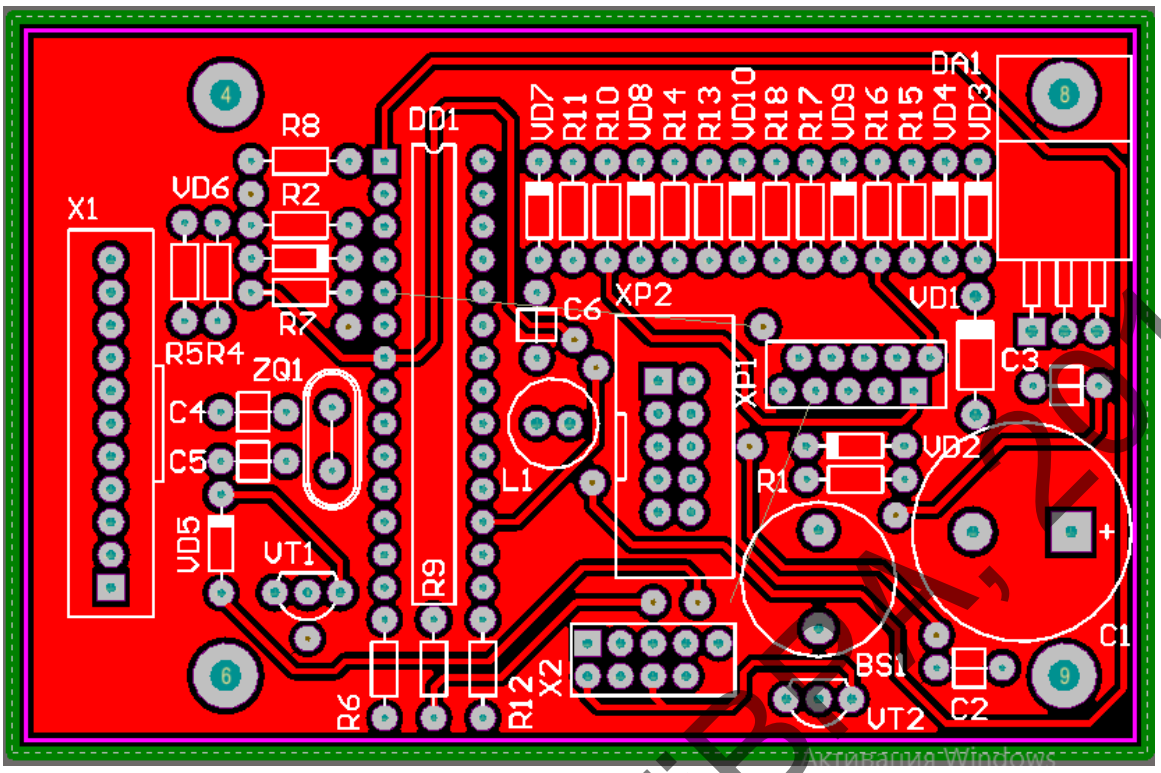


Рисунок 3.33 — Провідниковий шар зі сторони елементів

На рис. 3.34 показано провідниковий шар з сторони, котра є протилежна стороні компонентів (2-гий провідниковий шар).

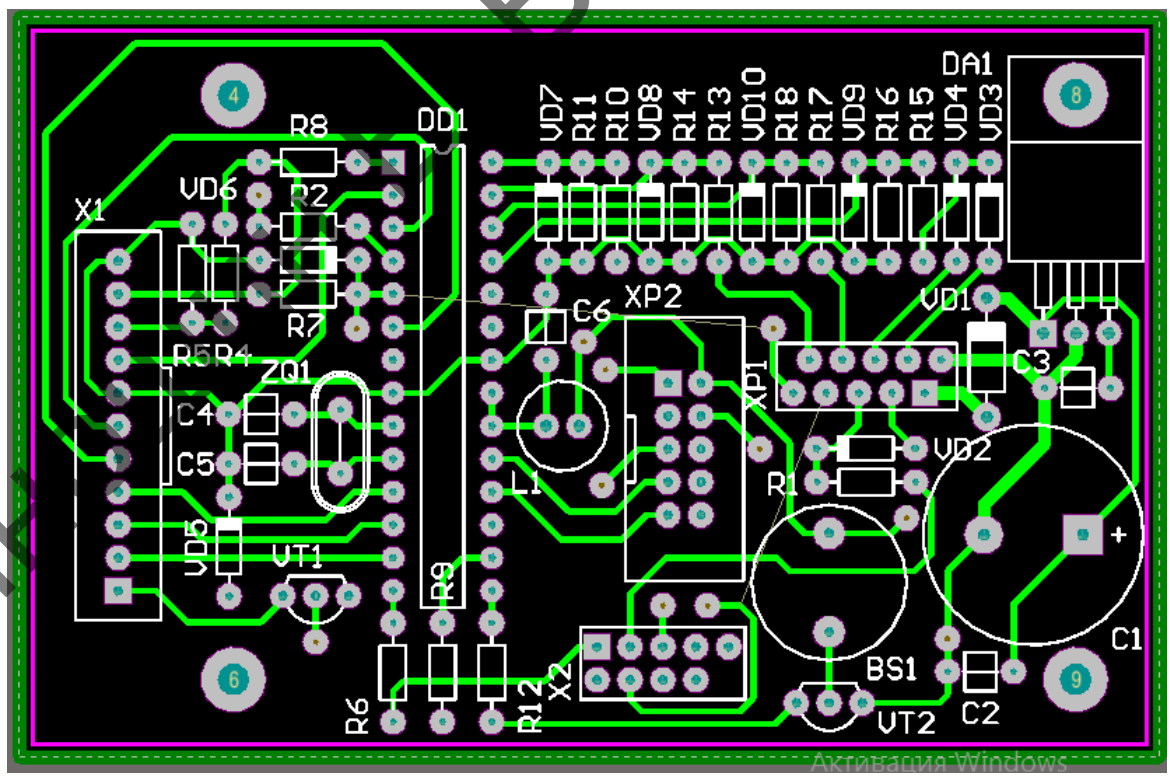


Рисунок 3.34 — Другий провідниковий шар

На рис. 3.35 — показано 3D вид спроектованої друкованої плати

Ганн В. Київ, 2016

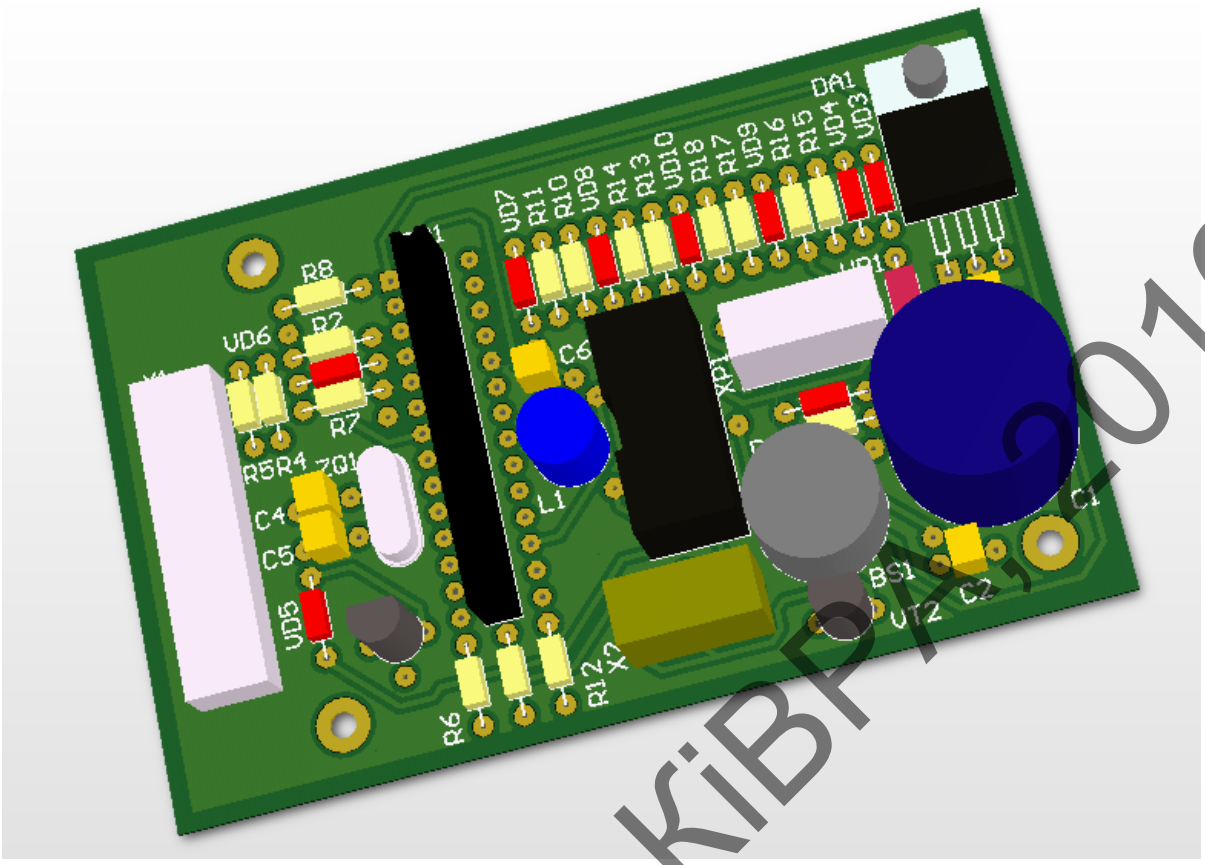


Рисунок 3.35 — 3D вид друкованої плати

Ганношин Е. В. КІВРАЇ 2016

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному дипломному проекті проводиться розробка пристрою моніторингу параметрів мотоцикла. Складовою проекту є розроблення друкованої плати, що спонукає детально розглянути питання з охорони праці при виготовлені друкованих плат, та при виконанні пайки. Вищеописані процеси неодмінно супроводжуються рядом шкідливих та небезпечних факторів, розгляданням яких ми будемо займатися надалі.

При виконанні описаних робіт також необхідно розглянути електробезпеку та пожежну безпеку на робочому місці.

Далі розглянуто основні вимоги до безпеки організації робіт при виконанні технологічних процесів.

4.1 Вимоги до безпеки організації робіт при виконанні технологічних процесів виробництва

4.1.1 Загальні вимоги

1. Організація і проведення робіт з пайки виробів повинна відповідати вимогам міжгалузевим правилам з охорони праці при проведенні робіт з пайки лудіння виробів і чинних нормативних актів, що містять державні нормативні вимоги охорони праці.

2. На працівників, зайнятих паянням виробів, можливий вплив наступних небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- Підвищена загазованість повітря робочої зони парами шкідливих хімічних речовин;
- Підвищена температура поверхні виробу, обладнання, інструменту, розплавів припоїв і солей;
- Підвищена температура повітря робочої зони;
- Небезпечний рівень напруги в електричному колі, замикання якого може відбутися через тіло людини;

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

- Підвищений рівень шуму від двигунів вакуумних насосів ультразвукового устаткування;
- Підвищений рівень вібрацій на робочому місці двигунів вакуумних насосів;
- Підвищений рівень електромагнітного випромінювання від неекранованих індукторів, трансформаторів, конденсаторів;
- Підвищений рівень ультразвуку;
- Підвищений рівень ультрафіолетової радіації під час виконання пайки;
- Пожежна небезпека;
- Рухомі механізми і машини;
- Бризки припоїв і розчинів.

3. Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинен перевищувати гранично допустимих концентрацій.

В табл. 4.1 приведено шкідливі речовини, їх вплив на організм людини та гранично допустимі концентрації їх у повітрі.

Ганношин Е. В. КіВРА, 2016

Таблиця 4.1 — Вплив шкідливих речовин на організм людини

Компоненти	Характер токсичності	Клас небезпеки	ГДК у повітрі робочої зони, мг/м^3
Олово	Ураження бронхів, викликає пролітеративно-критичну реакцію в бронхах. При тривалому впливі можливий пневмоконіоз.	3	10 — для окису олова
Свинець	При отруєнні спостерігається ураження нервової системи, крові, серцево-судинної системи, шлунково-кишкового тракту, статевої системи.	1	0,01
Каніфоль Соснова	Має дратівну дію. При тривалому впливі на шкіру викликає дерматит.		
Спирт етиловий	Має наркотичну та дратівну дію. Викликає зміни в печінці, серцево-судинній системі, сухість шкіри при тривалому контакті.	4	1000
Бензин	Діє як дратівник та наркотик. Функціональні нервові розлади, що супроводжуються м’язовою слабкістю, млявістю чи сонливістю, безсонням. Розлад травлення, печінки, тремтіння пальців та мови, ураження шкіри. Характерний розвиток судом, зниження кров’яного тиску, сповільнення пульсу.	4	300

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

Необхідно визначити концентрацію аерозолю і свинцю в атмосфері при пайці і залужені хвилею. Для цього скористаємось наступною формулою:

$$C = y \cdot S \cdot t \cdot \frac{N}{V}, \qquad (4,1)$$

де C — концентрація;

y — питоме утворення аерозолю свинцю, мг / м2 · год;

S — площа поверхні хвилі, м2;

t — тривалість зміни, год;

N — кількість робочих місць;

V — об'єм приміщення.

Питоме утворення аерозолю свинцю при залуженні та паянні хвилею олов'яно-свинцевим припоєм складає 3000-5000 мг / м^2 · год. Площа поверхні хвилі дорівнює 0,004 м^2, тривалість зміни — 8 годин, об'єм приміщення — 360 м^3, а кількість робочих місць дорівнює 1. Виходячи з таких даних ми можемо визначити концентрацію аерозолю свинцю:

$$C = 3000 \cdot 0,004 \cdot 8 \cdot \frac{1}{360} = 0,266 \, {}^{мг}\!/_{м^3}$$

Згідно ГОСТ 12.1.005-88 та (табл. 6.1) гранично допустима концентрація аерозолю свинцю дорівнює 0,01мг/м^3, таким чином, концентрація аерозолю свинцю перевищує ГДК, що потребує введення додаткових заходів захисту.

4. Рівні шуму, вібрації, ультразвуку та інших небезпечних і шкідливих факторів на робочих місцях не повинні перевищувати допустимих рівнів, встановлених санітарними нормами та іншими нормативними актами.

5. Мікроклімат виробничих приміщень повинен відповідати гігієнічним вимогам.

У табл. 4.2 наведено норми мікроклімату виробничих приміщень, згідно ГОСТ 12.1.005-88 і ДСН 3.3.6.042-99.

Ганношин Е. В. КВРА, 2016

Таблиця 4.2— Норми мікроклімату виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура, °С			Відносна вологість повітря		Швидкість руху повітря, м/с	
		Оптимальна	Допустима на робочих місцях		Оптимальна	Допустима на постійному і непостійному робочих місцях	Оптимальна	Допустима на постійному і непостійному робочих місцях
			Постійних	Непостійних				
Холодний	Ia	22–24	21–25	18–26	40–60	75	0,1	≤0,1
Теплий	Ia	23–25	22–28	20–30	40–60	55 при 28°С	0,1	0,1–0,2

Температура в приміщенні ділянки, де виконується пайка, через джерела тепла може перевищувати границю допустимої норми. Для видалення надлишку тепла використовується місцева механічна вентиляція. У теплий період року використовується природна вентиляція через віконні прорізи. Це дозволяє знизити температуру до нормального значення. У холодний період року може застосовуватись система центрального опалення у відповідності з вимогами СНиП 2.04.05-84 та ГОСТ 12.4.021-75.

6. Роботи із шкідливими і вибухо-пожежонебезпечними речовинами при нанесенні припоїв, флюсів, паяльних паст, сполучних і розчинників повинні проводитися при діючій загально обмінній і місцевій вентиляції.

7. Нагріті в процесі роботи вироби і технологічне оснащення повинні розміщуватися в місцях, обладнаних ефективною витяжною вентиляцією.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

8. Пайка виробів в замкнутих просторах повинна проводитися не менше ніж двома працівниками. Для здійснення контролю безпечного проведення робіт один з працівників повинен перебувати поза замкнутого об'єму. Працівник, що знаходиться в замкнутому просторі, крім спецодягу, повинен застосовувати: захисні каски (поліетиленові, текстолітові або вінілпластові), електрозахистні засоби (діелектричні рукавички, калоші, килимки) і запобіжний пояс з канатом, кінець якого повинен знаходитися у спостерігача поза замкнутого об'єму.

9. При проведенні технологічних процесів пайки повинні виконуватись вимоги пожежної безпеки, передбачені Правилами пожежної безпеки.

10. Інструмент, що застосовується в технологічних процесах пайки, повинен відповідати вимогам державних стандартів, технічних умов та технологічної документації.

11. Відходи виробництва повинні збиратися в спеціально відведених місцях і піддаватися утилізації, знешкодження або іншим видам переробки відповідно до нормативно - технічною документацією на проведений технологічний процес, що враховує хімічний склад і фізичний стан відходів.

4.1.2 Вимоги до виробничих приміщень

- Будівлі, в яких розташовуються ділянки пайки, а також інші цехи і ділянки слід будувати з вогнестійкого матеріалу, розміщувати по відношенню до житлових забудов з підвітряного боку і на відстані, що визначається відповідно до розрахунку розсіювання шкідливих речовин, але не менше 50 м від житлових забудов;
- На території організації повинно бути ізольоване приміщення для збору, короткочасного зберігання та утилізації відходів, отриманих при виконанні робіт по пайці;
- У виробничих приміщеннях повинні бути передбачені безпечні проходи і проїзди для руху людей і транспортних засобів. Ширина проїздів установлюється залежно від габаритів транспортних засобів і виробів. Межі про-

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

ходів та проїздів повинні бути відзначені білими смугами шириною не менше 50 мм, металевими кнопками або іншими способами. Відстань від межі проїжджої частини до елементів конструкції будівель та обладнання повинна бути не менше 0,5 м, при русі людей - не менше 0,8 м.;

- У виробничих приміщеннях має бути не менше двох евакуаційних виходів. Двері повинні мати ширину не менше 0,8 м і висоту – не менше 2,0 м. Ворота, двері та інші прорізи в капітальних стінах, зроблені для технологічних цілей, повинні бути утеплені й обладнані тамбурами або тепловими повітряними завісами. Двері повинні мати пристосування для примусового закривання;
- На ділянках пайки повинні знаходитися первинні засоби пожежогасіння відповідно до вимог Правил пожежної безпеки. Не допускається застосовувати для гасіння магнієвих сплавів воду та пінні вогнегасники.

4.1.3 Вимоги до вентиляції виробничих приміщень

Відповідно до СНиП 2.09.02-85 «Производственные здания»:

- Виробничі приміщення, в яких знаходяться ділянки пайки, повинні бути обладнані постійно діючою загально обмінної та місцевої припливно - витяжною вентиля цією з розводкою припливу в робочу зону;
- На ділянках, де застосовуються речовини першого класу небезпеки (олов‘яно - свинцеві припої, берилій і його сплави, флюси та інші сполуки), системи місцевих відсмоктувачів повинні включитися до початку робіт і вимикатися після їх закінчення. Робота вентиляційних установок повинна контролюватися за допомогою світлової та звукової сигналізації, автоматично включатися при зупинці вентиляції;
- Приймачі повітря повинні кріпитися на гнучких або телескопічних повітроводах, здатних переміщатися в процесі монтажних робіт для максимального наближення до місця пайки, при цьому повинна бути надійна фіксація положення приймачів повітря;

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

• Повітря, що видаляється витяжними установками з виробничих приміщень і від устаткування, що містить токсичні гази і пил, повинне перед викидом в атмосферу проходити очищення через фільтри – вловлювачі;

• Внутрішні поверхні повітроводів витяжних систем і вентилятори повинні періодично очищатися від флюсу, забрудненого свинцем;

• Аналіз повітряного середовища повинен проводитися за графіком, що затверджується роботодавцем, не менше 1 разу на місяць. Крім того, незалежно від існуючого графіка, аналіз повітряного середовища повинен проводитися після кожної зміни технологічного процесу.

4.1.4 Вимоги до освітлення

• У виробничих приміщеннях, призначених для пайки, має передбачатися природне і штучне освітлення відповідно до вимог будівельних норм і правил;

• Для місцевого освітлення робочих місць при виконанні робіт з паяння виробів повинні бути світильники з непросвічуваними відбивачами. Світильники повинні розташовуватися таким чином, щоб їх світяться, не влучали в поле зору працівників;

• На робочих місцях, призначених для виконання робіт з використанням мікроскопа, освітленість від системи комбінованого освітлення повинна бути не нижче 2500 лк;

• Контрольні вимірювання освітленості на робочих місцях в цехах і на ділянках пайки необхідно проводити не рідше двох разів на рік і результати вимірювань заносити у відповідний журнал реєстрації;

• У цехах і на ділянках пайки повинно бути обладнане автоматичне аварійне освітлення. До мережі аварійного освітлення не допускається приєднувати інші струмоприймачі;

• Для очищення світильників, ліхтарів і вікон необхідно застосовувати пристрої, що забезпечують безпеку робіт (сходи, пересувні підйомники то-

Ганюшин Е. В. КІВРА, 2016

що). Очищення світильників загального освітлення повинна проводитися два рази на місяць. Скло вікон і ліхтарів повинні очищатися періодично, не рідше двох разів на рік.

4.1.5 Вимоги до водо підведення та промислової каналізації

- Усі приміщення повинні бути забезпечені водою для виробничих та господарських потреб і пиття, а також для пожежогасіння;
- Внутрішні протипожежні водогони та пожежні гідранти необхідно встановлювати відповідно до діючих вимог пожежної безпеки;
- Станції нейтралізації повинні забезпечувати такі концентрації шкідливих речовин у стічних водах, які після розведення основною масою побутових стічних вод не перевищують гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин у водоймах і не впливають на хід біологічної очистки стоків;
- На ділянках приготування флюсів повинні бути водопровідний кран з раковиною і нейтралізуючі рідини для видалення паяльних флюсів, що містять фтористі і хлористі солі, у випадках їх потрапляння на шкіру.

4.1.6 Вимоги до персоналу

- До виконання процесів пайки допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли попередній (при вступі на роботу), а потім періодичний медичний огляд згідно з чинним законодавством;
- Усі працівники, зайняті проведенням робіт з пайки виробів, повинні проходити інструктаж і навчання безпечним методам праці і мати групу з електробезпеки не нижче II.

4.2 Небезпечні та шкідливі виробничі фактори при виготовленні друкованих плат

Сучасна технологія виготовлення друкованих плат складається з великої кількості різних механічних, фотохімічних і хімічних операцій.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

При виконанні технологічних процесів виготовлення друкованих плат можуть виникнути наступні небезпеки: ураження електричним струмом, термічні опіки, хімічні опіки, травмування механічними пристроями, ураження шкірних покривів, отруєння, шум, вібрація.

Більшість матеріалів і речовин, що застосовуються при виготовленні друкованих плат, є небезпечними для здоров'я і життя людини. Шкідливі речовини та їх пари можуть проникати в організм людини через органи дихання, шкіру і травний тракт.

Вдихання хімічних речовин у будь-якому агрегатному стані (газ, пара, пил) призводить до ураження верхніх дихальних шляхів і до загально токсичного ефекту при всмоктуванні речовин в кров. У травний тракт шкідливі речовини потрапляють при вживанні води, їжі та курінні на дільницях виготовлення друкованих плат.

Нагрівання розчинів веде до інтенсивного пароутворення і виділення газів, що несуть з собою частинки розчину, а це призводить до збільшення забруднення атмосфери виробничих приміщень. Крім того, при різних операціях утворюються і надходять в атмосферу проміжні речовини, які можуть відноситися до речовин 1-го класу небезпеки. Процеси знежирення, травлення, електрохімічної обробки і хімічного фрезерування супроводжуються виділенням парів кислот і лугів і надходженням їх в зону дихання.

Багато шкідливих речовини потрапляють в організм через шкіру, особливо небезпечні хромові композиції, концентровані кислоти, луги та розчинники.

У відділеннях приготування електролітів завжди має місце висока концентрація пилу і парів токсичних речовин, особливо під час дозування, приготування розчинів, змішуванні сипучих компонентів і транспортних операціях.

Однією з умов забезпечення безпеки праці є потоковість виробництва у відповідності з технологічною послідовністю окремих операцій, передбача-

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

ючи автоматизацію і механізацію процесів. Пульти оператора автоматичних ліній з програмним керуванням повинні бути віддалені від ванн на певну відстань, що виключає вплив на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

При неможливості автоматизації процесів повинна бути забезпечена комплексна механізація окремих операцій: транспортних, фінішних, зокрема завантаження плат у ванни та їх вивантаження.

Застосування ручних робіт допустимо при відсутності в технологічному процесі речовин 1 і 2 класів небезпеки і з використанням засобів колективного та індивідуального захисту працюючих.

Особлива увага повинна бути приділена заміні токсичних речовин менш токсичними або нетоксичними, заміні шкідливих операцій менш шкідливими. Так, використання присадок й інгібіторів дозволяє знизити витрати на вентиляцію, а також значно зменшити виділення парів кислоти з поверхні гальванічних і травильних ванн (дзеркало ванни покривається шаром піни).

Всі робочі місця повинні бути обладнані витяжною вентиляцією, а працюючі застосовувати засоби індивідуального захисту органів дихання, очей і шкірних покривів.

4.3 Небезпечні та шкідливі виробничі фактори при пайці і випалюванні ізоляції

Нині майже усі електромонтажні з'єднання РЕА здійснюються пайкою. Технологічний процес пайки включає випалювання ізоляції і лудіння.

При виконанні пайки на працюючих можуть впливати наступні небезпечні і шкідливі виробничі чинники:

- запиленість і загазованість повітря робочої зони;
- наявність інфрачервоного випромінювання від розплавленого припою у ванні або від паяльника;
- наявність електромагнітного випромінювання високої частоти;

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

- дія ультразвуку на організм монтажника при пайці хвилею, яка утворюється за рахунок дії ультразвуку на розплавлений припій;
- дія електростатичного заряду;
- недостатня освітленість робочих місць або підвищена яскравість;
- незадовільні метеорологічні умови в робочій зоні;
- поразка електричним струмом, а також група психофізіологічних шкідливих виробничих чинників: фізичні перевантаження (статичні і динамічні) і нервово-психічні (монотонність праці, емоційні перевантаження).

Операції пайки, лудіння і випалення ізоляції супроводжуються забрудненням повітряного середовища в приміщеннях парами свинцю, олова, сурми і інших елементів, що входять до складу припою, каніфолі і різних рідин, вживаних для флюсу. Пари, потрапляючи в атмосферу цеху, конденсуються і перетворюються на аерозоль такої конденсації, частки якої по своїй дисперсності наближаються до димів.

Знаходячись в запиленій атмосфері, робітники піддаються дії пилу і парів. Шкідливі речовини осідають на поверхні шкірного покриву, потрапляють на слизову оболонку порожнини рота, очей, верхніх дихальних шляхів, із слиною заковтуються в травний тракт, вдихаються у легені.

Особливо шкідливі при пайці олов'яно-свинцевими припоєм пари свинцю. Свинець і його з'єднання отруйні. Частина свинцю, що поступає в організм, виводиться через кишечник і нирки, а частина затримується в кістковій речовині, м'язах, мозку, печінці. За несприятливих умов свинець починає циркулювати в крові, викликаючи явища свинцевого отруєння. Свинець викликає зміни у складі крові, вражає нервову систему, нирки і печінку.

Властивість свинцю накопичуватися в організмі призводить до хронічного отруєння при систематичному надходженні в організм навіть малих його кількостей. Для запобігання гострим і професійним захворюванням вміст свинцю в повітряному середовищі не повинен перевищувати гранично допустимої концентрації — 0,01 мг/м^3.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

У виробництві радіоелектронної апаратури окрім олов'яно-свинцевих припоїв знаходять застосування припої, до складу яких входять мідь, літій, срібло, кадмій і інші метали. В деяких випадках пайка здійснюється шляхом занурення в розплавлені хлористі солі кадмію, натрію, бору, літію з додаванням активних присадок — фтористих солей. Пари більшості з перерахованих речовин, що утворюються при пайці, можуть чинити шкідливу дію на організм працюючих.

Найбільш небезпечні пари окислу кадмію, міді і фтористі сполуки. Не байдужі для організму також літій і хлористий цинк, що чинять подразливу дію на шкіру і дихальні шляхи.

4.4 Електробезпека у виробничих приміщеннях

Згідно ГОСТ 12.2.007.0-75 все електрообладнання, що знаходиться в робочому приміщені можна віднести до 0І та І класу по електрозахисту (0І клас — обладнання, що має робочу ізоляцію, елемент заземлення і провід без заземлюючої жили; І клас — обладнання, що приєднується до ланцюга живлення трьох контактними вилками, один з цих контактів з'єднується з заземленим контактом розетки).

Робоче приміщення за ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом можна віднести, згідно ПУЕ та ГОСТ 12.1.013-78, до приміщень без підвищеної небезпеки, так як:

- відносна вологість повітря не перевищує 75%;
- матеріал підлоги (паркет) є діелектриком;
- температура повітря не досягає значень, більших 35°С;
- відсутня можливість одночасного торкання людини до елементів металоконструкцій будівель, технологічних апаратів, механізмів, що мають з'єднання з землею, з одного боку і до металевих корпусів електрообладнання з іншого.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

При нормальному (неаварійному) режимі роботи електрообладнання, гранично припустимі рівні напруги дотику і струмів через людину не повинні перевищувати значень, які приведені в табл. 4.3 (ГОСТ 12.1.038-88 ССБТ).

Таблиця 4.3— Граничні значення при нормальному режимі

№ п/п	Рід струму	U, В	I, мА
1	Змінний 50Гц, не більше	2	0,3
2	Постійний, не більше	8	1

При виникненні аварійного режиму роботи електрообладнання, напруги дотику і струми, що протікають через людину, не повинні перевищувати значень, які приведені в табл. 4.4 (ГОСТ 12.1.038-88).

Таблиця 4.4 — Граничні значення при аварійному режимі

Струм	Нормована величина	Гранично допустимі струми, мА і напруги, В при тривалості дії, с											
		0,01–0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	>1
Змінний 50Гц	$I_д$	650	500	250	165	125	100	85	70	65	55	50	6
	$U_д$	650	500	250	165	125	100	85	70	65	55	50	36
Постійний	$I_д$	650	600	500	330	250	200	170	140	130	110	100	8
	$U_д$	650	600	500	330	250	200	170	140	130	110	100	36

Ганношин Е. В. КВРА, 2016

В робочому приміщені передбачене захисне відключення напруги живлення мережі при аварійному режимі роботи обладнання. Для зменшення значення напруги дотику і відповідних їй величин струмів при нормальному і аварійному режимах роботи електрообладнання необхідно виконати повторне захисне заземлення нульового дроту.

4.4.1 Розрахунок електромережі на вимикаючу здатність

Сила струму при виникненні однофазного короткого замикання на корпус електроприладу, у разі, якщо знехтувати індуктивною складовою опорів фазного та нульового дротів та еквівалентним опором трансформатору електромережі:

$$I_{кз} = \frac{U_ф}{R_ф + R_0} = \frac{220}{6+4} = 22A, \quad (4.2)$$

де $I_{кз}$ — струм короткого замкнення;

$R_ф$ — активний опір фазового дроту, $R_ф$ = 6 Ом;

R_0 — активний опір нульового дроту, R_0 = 4Ом;

$U_ф$ — напруга фази.

Максимальне значення напруги, яка появиться на корпусах електрообладнання при його аварійному режимі роботи, буде дорівнювати:

$$U_{\max} = I_{кз} \cdot R_0 = 22 \cdot 4 = 88B; \quad (4.3)$$

Таким чином при часі спрацювання автоматів максимального струмового захисту менше 0,1 сек., напруга дотику на корпусах електрообладнання не буде перевищувати допустиме значення.

$U_{\max} < U_{доп}$, при $t < 0{,}1 - U_{доп} = 500B$, згідно ГОСТ 12.1.038-88.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

Для надійної роботи автоматів струмового захисту номінальний струм їх спрацювання повинен задовольняти умові:

$$\frac{I_{кз}}{I_{сп}} > 1,4; \qquad (4.4)$$

У робочому приміщені лабораторії ця вимога виконується.

Безпека експлуатації електричного устаткування і захист від можливого ураження електричним струмом у приміщені лабораторії забезпечується застосуванням ряду захисних заходів:

- персонал, що працює з приладами повинний бути технічно грамотним;
- забезпечена недоступність і відповідна робоча ізоляція струмоведучих частин обладнання;
- ремонтний персонал, що виконує ремонтні роботи в електричних установках, має необхідну групу допуску;
- регулярно проводиться перевірка знань ТБ та інструктаж з надання першої медичної допомоги при уражені електричним струмом.

4.5 Пожежна безпека

При монтажі друкованої плати застосовуються різні речовини і матеріали, деякі з них пожежно - та вибухонебезпечні.

Пожежа може виникнути у тому випадку, якщо не будуть дотримані норми пожежної безпеки. Згідно з НАПБ Б.03.002-2007 та СНиП 2.09.02-85 приміщення за вибухопожежною небезпекою відповідає категорії В (вибухо, пожежонебезпечне), тобто приміщення з горючими та важкогорючими рідинами, твердими горючими речовинами та матеріалами. Згідно з класифікацією пожежних зон (у відповідності з НПАОП 40.1-1.32-01

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

та ПУЕ) робоча зона приміщення належить до класу П-IIа – пожежно безпечні зони приміщення.

За вогнестійкістю приміщення відноситься до II ступеню (ГОСТ 12.1.004-76) тобто механічні конструкції, стіни виконані, з негорючих матеріалів, найменша межа вогнестійкості яких складає 2 години.

Пожежні показники деяких речовин та матеріалів приведені у табл. 4.5

Таблиця 4.5 — Пожежні показники деяких речовин та матеріалів

Найменування речовин та матеріалів	Температура спалаху, °С	Температура самозагорання, °С	Межа вибуху		Засоби пожежогасіння
			Нижня	Верхня	
Каніфоль	–	850	12,6 г/м^3	–	Хімічна і повітряно-механічна піна, розпилена вода
Найменування речовин та матеріалів	Температура спалаху, °С	Температура самозагорання, °С	Межа вибуху		Засоби пожежогасіння
			Нижня	Верхня	
Спирт етиловий	18	404	3,6 % 68 г/м^3	19% 340 г/м^3	Хімічна піна, вода, водяний пар, інертні гази

На випадок виникнення пожежі повинна бути забезпечена можливість безпечної евакуації людей через евакуаційні виходи.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

Кількість евакуаційних виходів з будівель, з кожного поверху та приміщень необхідно приймати згідно з СНиП 2.01.02-85, однак не менше двох.

Відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу з приміщення безпосередньо на зовні або на сходову клітку не повинна перевищувати значення, що регламентуються СНиП 2.09.02-85.

У даному випадку:

- об'єм приміщення — 360 м^3;
- категорія приміщення — В;
- ступінь вогнестійкості будівлі — II.

Отже, відстань, при щільності людського потоку в загальному проході від 1 до 3 осіб, повинна бути не більше ніж 60м.

Для запобігання пожежі та пожежного захисту на підприємстві згідно з нормами ДБН В.2-13-98 застосовується електрична пожежна сигналізація (ЕПС), що служить для швидкого повідомлення службі пожежної безпеки про виникнення пожежі в одному з приміщень чи споруд підприємства.

Установка ЕПС складається з наступних основних частин:

- пожежних оповіщувачів, що встановлюються в приміщеннях;
- блоків живлення від електромережі та резервного акумулятора;
- системи переключення з одного живлення на інше;
- електропровідної мережі, що з'єднує пожежні оповіщувачі з приймально-контрольним приладом. Приймально-контрольні прилади встановлюються в приміщенні цілодобовим перебуванням чергового персоналу, що знаходиться на першому поверсі.

В якості пожежних оповіщувачів у цехах пайки друкованих плат необхідно використовувати автоматичний пожежний оповіщувач димовий ДПС-038, тому що немає джерел відкритого полум’я і процес загоряння розпочинається з виділення диму (наприклад, загорання при короткому замиканні,

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

оплавлення ізоляції і т.д.), а матеріали, що використовуються в монтажному цеху, виділяють велику кількість тепла.

У разі, виникнення пожеж, необхідно мати первинні засоби пожежогасіння. Вони призначені для ліквідації невеликих осередків пожежі, а також для гасіння пожеж у початковій стадії їхнього розвитку силами персоналу об'єкту до прибуття штатних підрозділів пожежної охорони.

Відповідно до ISO 3941-77 в робочому приміщені необхідно встановити вуглекислотні вогнегасники марки ВВ-2, ВВ-5 чи ВВ-8, тому що вони застосовуються для гасіння електроустановок і електромереж, що знаходяться під напругою до 1000 В (клас пожежі «Е»).

В коридорі знаходиться додатковий вогнегасник хімічний пінний ВХП-10 для гасіння легкозаймистих речовин та твердих матеріалів (так як для гасіння спирту, ацетону і т.д. вуглекислотні вогнегасники використовувати не можна, в них CO2 добре розчиняється).

Також в пожежний інвентар, що знаходиться на території об'єкту, входить:

- пожежне покривало розміром 2х2 м – 1 шт;
- гаки – 3 шт.;
- лопати – 2 шт.;
- сокири – 2 шт.;
- ящик з піском не менше 0,1 $м^3$ – 1 шт.

Таким чином, даний розділ дипломного проекту дає змогу ознайомитися з основними правилами пожежної безпеки та охороною праці при виготовленні друкованої плати.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

ВИСНОВКИ

1. За результатами аналітичного огляду було встановлено, що на ринку є багато схожих пристроїв з різними функціональними можливостями, але зазвичай такими пристроями комплектуються ті чи інші моделі мотоциклів, тому встановлення таких пристроїв на іншу техніку стає неможливим, та і ціна такого пристрою при його окремій купівлі є невиправдано високою.

2. Розроблений пристрій має такі параметри:

- Розміри пристрою: 110 х 50 х 65 мм;
- Вага: 250 г;
- Область перегляду: 66,0 х 16,0 мм;
- Розмір символу: 2,95 х 5,55 мм.

Максимальні значення параметрів, котрі можуть бути виміряні пристроєм:

- Швидкість: 160 км/год;
- Пройдена дистанція: 100000 км/год;
- Напруга бортової мережі: 14,5 В.

3. Розроблений пристрій задовольняє всім вимогам технічного завдання.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1] Ducati [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://moto-ducati.ru/ducati-superbike-1198sHD44780U — Заго-ловок з екрану.

2] Sigma [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://www.birota.ru/shop/aksessuary/velokompyuter_sigma_sport_bc_14_12_alti/ — Заго-ловок з екрану.

3] HD44780 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://www.sparkfun.com/datasheets/LCD/HD44780.pdf — Заголовок з екрану.

4] RC1602B [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.microchip.ua/LCD/Raystar/pdf/RC1602B.pdf — Заголовок з екрану.

5] LED [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://www.led-tech.de/en/3mm-LEDs_DB-3.pdf — Заголовок з екрану.

6] JL World [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://labkit.ru/userfiles/file/documentation/Discrete/Elektromagnitnye_izluchateli_zvuka.pdf — Заголовок з екрану.

7] ATmega8 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.atmel.com/images/atmel-2486-8-bit-avr-microcontroller-atmega8_l_datasheet.pdf — Заголовок з екрану.

8] ST 8050 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.syntax.com.tw/upload/pdf/TR-8050C.pdf — Заго-ловок з екрану.

9] C945 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.weitron.com.tw/PDF/C945.pdf — Заго-ловок з екрану.

10] hc-49us-dn [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.ecsxtal.com/store/pdf/hc-49us-dn.pdf — Заго-ловок з екрану.

Ганношин Е. В. КВРА, 2016

10 мкГн [Електронний ресурс]. — Режим доступу:
11] http://www.kosmodrom.com.ua/pdf/RCH110.pdf — Заго-ловок з екрану.

KIA7805AP [Електронний ресурс]. — Режим доступу:
12] http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/69437/KEC/7805.html — Заго-ловок з екрану.

1N4007 [Електронний ресурс]. — Режим доступу:
13] http://www.diodes.com/_files/datasheets/ds28002.pdf — Заго-ловок з екрану.

ZD5V1 [Електронний ресурс]. — Режим доступу:
14] http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/784547/ONSEMI/NZD5V1MU.html — Заго-ловок з екрану.

KLP [Електронний ресурс]. — Режим доступу:
15] http://www.cika.com/soporte/Information/Varios/Capacitores/Koshin/overview.pdf — Заго-ловок з екрану.

К10-17Б [Електронний ресурс]. — Режим доступу:
16] http://lib.chipdip.ru/056/DOC000056282.pdf — Заголовок з екрану.

ПИЩ-6-1-IP65 [Електронний ресурс]. — Режим доступу:
17] http://elektroservice.com.ua/images/stories/YPRAV-I-IND/BEZKONTAKT/PISH.pdf — Заго-ловок з екрану.

CI11 [Електронний ресурс]. — Режим доступу:
18] http://www.smd.ru/katalog/raz/raz/emy/ — Заго-ловок з екрану.

ВН-10 [Електронний ресурс]. — Режим доступу:
19] http://www.definum.ru/system/files/DS1013.pdf — Заголовок з екрану.

FR4 [Електронний ресурс]. — Режим доступу:
20] https://www.rcscomponents.kiev.ua/datasheets/FR4_datasheat.pdf — Заго-ловок з екрану.

Проектування друкованої плати. Навчально-методичний посібник
21] для студентів радіотехнічних спеціальностей. Київський радіомеханічний

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

технікум/ [Коваленко М. М] — К.:1998. — 26 с.: іл..

22] Практическое пособие по учебному конструированию РЭА/ [Белинский Т. В., Гондюл В. П., Грозин А. Б., Круковский-Синевич К. Б., Мазор Ю. Л.] — К.:Вища школа, 1992. — 496с..

23] Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств/[Баканов Г. Ф., Соколов С. С., Схудольский В. Ю.] под редакцией И.Г. Мироненко. М.: Издательский центр "Академия", 2007. — 308с..

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

ДОДАТОК

До додатків виносяться:

Додаток А Технічне завдання;

Додаток Б Конструкторська документація.

Ганношин Е. В. КіВРА, 2016

ДОДАТОК А

ПОГОДЖЕНО	ЗАТВЕРДЖЕНО
Науковий керівник	Завідувач кафедри радіоконструювання та виробництва радіоапаратури НТУУ «КПІ»
_____ А. О. Туровський	_____ Є. А. Нелін

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ
«Пристрій моніторингу параметрів мотоцикла»

Київ – 2016

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

1 Найменування та область застосування

Назва: пристрій моніторингу параметрів мотоцикла.

Пристрій застосовується для індикації справності або роботи інтегрованих вузлів мототехніки, та моніторингу таких параметрів як: швидкість, пройдена дистанція, напруга бортової мережі та ін.

2 Підстава для розробки

Підставою для розробки є необхідність пристрою для особистого використання та завдання, видане кафедрою КіВРА.

3 Мета та призначення дипломного проекту (ДП)

Метою проекту є розробка та виготовлення пристрою моніторингу параметрів мотоцикла з можливістю калібрування даного пристрою для встановлення на будь-яку мототехніку.

Основне завдання пристрою – підвищення безпеки та зручності експлуатації транспортного засобу.

4 Джерело розробки

ГОСТ 27.002-89. Надійність в техніці. Основні поняття. Терміни і визначення.

ДСТУ 3008-95. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення.

ГОСТ 15150-69. Машини, прилади й інші технічні вироби. Виконання для різних кліматичних районів. Категорії, умови експлуатації, збереження і транспортування в частині впливу кліматичних факторів зовнішнього середовища.

ГОСТ 16019. Апаратура сухого рухомого радіозв'язку. Вимоги стійкості до впливів механічних і кліматичних факторів і методи випробувань.

Ганюшин Е. В. КіВРА, 2016

ГОСТ 17516.1-90. Вироби електротехнічні. Загальні вимоги стійкості до механічних та зовнішніх факторів.

ГОСТ 22505-83. Радіозавади індустріальні від приймачів телевізійних і приймачів радіомовних частотно-модульованих сигналів в діапазоні УКВ. Норми і методи вимірювань.

ГОСТ 23852-79. Покриття лакофарбові. Загальні вимоги до вибору по декоративним властивостям.

ГОСТ 12.2.007.0-75. Вироби електротехнічні. Загальні вимоги безпеки.

ГОСТ 12.1.038-82. Електробезпека.

ГОСТ 23088-80. Вироби електронної техніки. Вимоги до упаковки, транспортування і методи випробувань.

5 Технічні вимоги

Пристрій повинен бути виконаний у вигляді одного герметичного блоку цілісної композиції, повинен містити на передній панелі дисплей для виведення такої інформації:

- Поточна швидкість;
- Пройдена дистанція;
- Індикація увімкнення дальнього світла;
- Індикація увімкнення ближнього світла.

Окрім цього пристрій повинен містити на передній панелі світлодіоди для індикації справності або роботи інших систем техніки. Тобто повинен сигналізувати про:

- Ввімкнений правий поворот;
- Ввімкнений лівий поворот;
- Сигналізувати про справність кола «стопу»;
- Сигналізувати про ввімкнену бортову «сигналізацію»;
- Сигналізувати про зниження, або завищення напруги бортової мережі.

Інформація, що виводиться, повинна бути зручною у сприйнятті.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

Пристрій повинен мати набір датчиків відповідно до параметрів, за якими необхідно стежити. Тобто повинен бути датчик за допомогою якого можна було б визначити швидкість. В ролі датчика використати датчик індуктивного типу.

Конструкція повинна містити фільтр живлення, так як в напрузі бортової мережі присутні пульсації.

6 Вихідні дані для роботи над ДП

При проектуванні потрібно враховувати такі параметри і характеристики. Основні номінальні параметри і характеристики пристрою наведені в табл.А.1.

Таблиця А.1 – основні параметри та характеристики.

№	Параметр чи характеристика	Одиниця вимірювання	Значення	Примітки
1	Напруга живлення	В	8 – 14,5	Номінальне значення 12В
2	Струм споживання конструкцією не більше	А	0,5	
3	Максимальна швидкість яку повинен вимірювати пристрій	км/год	160	
4	Максимальна пройдена дистанція яку повинен відображати Пристрій	км	100000	
5	Радіус колеса	мм	100 – 500	

Також треба враховувати конструкційні вимоги, представлені в табл.А2.

Таблиця А.2 – конструкційні вимоги.

Ганношин Е. В. КІВРА. 2016

№	Параметр чи характеристика	Одиниця вимір.	Значення	Примітки
1	Висота пристрою не більше	мм	60	
2	Довжина пристрою не більше	мм	70	
3	Ширина пристрою не більше	мм	150	
4	Вага не більше	кг	0,4	

7 Вимоги до ДП

Пристрій повинен бути ремонтопридатним за ГОСТ 27.002-89.

ДП повинен бути виконаний до 04.06.2014.

Звіт повинен бути оформлений згідно ДСТУ 3008-95.

7.1 Вимоги життєздатності та стійкості до зовнішніх впливів і чинників

Кліматичне виконання УХЛ 1 за ГОСТ 15150-69.

Умови експлуатації за ГОСТ 16019, В4.

Захист від механічних пошкоджень М22 за ГОСТ 17516.1-90.

Повинен відповідати вимогам електромагнітної сумісності і індустріальним радіозавадам за ГОСТ 22505-83.

7.2Вимоги до складових частин виробу і матеріалів

Покупні вироби і матеріали застосовувати без обмежень.

7.3 Вимоги до ергономіки та естетики

Ергономічні вимоги повинні відповідати ГОСТ 12.2.032-78.

Естетичні вимоги повинні відповідати ГОСТ 23852-79.

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

7.4 Вимоги до безпеки обслуговування та ремонту

На пристрій повинні бути нанесені: номінальна напруга живлення, знаки та написи застереження.

При проведені ремонту та обслуговувані пристрою опиратись на вимоги техніки безпеки за ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.038-82, ГОСТ 12.2.007.0-76.

8 Вимоги до маркування і пакування

Пристрій упаковується в тару, маркування тари і виробу проводити згідно ГОСТ 23088-80.

9 Вимоги до транспортування і зберігання

Транспортувати і зберігати пристрій в упакованому вигляді згідно ГОСТ 23088-80.

10 Вимоги до охорони природи

Пристрій повинен задовольняти вимоги ГОСТ 12.2.006-87.

11 Етапи розробки

Етапи розробки приведені в табл.А.3

Таблиця А.3 – етапи розробки

Етапи розробки	*Дата*	*Форма звітності*
1 Технічна пропозиція		
2 Ескізний проект		
3 Технічний проект		

12 Порядок приймання ДП та його етапів

По мірі виконання ДП, окремі частин виконавець захищає перед науковим керівником.

Ганношин Е. В. КІВРА. 2016

Після виконання всіх частин ДП і затвердження науковим керівником, виконавець подає його для захисту в державну комісію захисту дипломних робіт для одержання кваліфікації «Бакалавр».

Завідувач кафедри КіВРА /Є. А. Нелін/

Керівник дипломного проекту /А. О. Туровський/

Виконавець дипломного проекту /Е. В. Ганношин/

Ганношин Е. В. КіВРА, 2016

Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
BS1	Випромінювач звуку HCM1203X	1	
	Конденсатори		
C1	Koshin серії KLP 1000 мкФ 35 В ±20%	1	
C2, C3	К10-17Б 0,1 мкФ 50 В ±20% ОЖ0.460.107ТУ	2	
C4, C5	К10-17Б 22 пФ 50 В ±20% ОЖ0.460.107ТУ	2	
C6	К10-17Б 0,1 мкФ 50 В ±20% ОЖ0.460.107ТУ	1	
	Мікросхеми		
DA1	Лінійний стабілізатор напруги KIA7805AP	1	
DD1	ATmega8A-PU	1	
	Світлодіоди		
HL1	LT-0008	1	
HL2	LT-0060	1	
HL3	LT-0059	1	
L1	Котушка індуктивності RCH-110 10мкГн	1	
	Резистори		
R1, R2	MFR125SSJTB-1K0-Hitano 1 кОм 0,125 Вт ± 5%	2	
R3	MFR125SSJTB-4.7K0-Hitano 4,7 кОм 0,125 Вт ± 5%	1	
R4	MFR125SSJTB-10K0-Hitano 10 кОм 0,125 Вт ± 5%	1	
R5	MFR125SSJTB-240O-Hitano 240 Ом 0,125 Вт ± 5%	1	
R6	MFR125SSJTB-3.3K0-Hitano 3,3 кОм 0,125 Вт ± 5%	1	
R7	MFR125SSJTB-680O-Hitano 680 Ом 0,125 Вт ± 5%	1	
R8	MFR125SSJTB-27K0-Hitano 27кОм 0,125 Вт ± 5%	1	

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РІ21.464339.001 ПЕ		
Розроб		Ганношин Е.В.			Пристрій моніторингу параметрів мотоцикла	Літера	Аркуш 1 / Аркушів 2
Перев		Туровський А.О.					
Т.контр						НТУУ «КПІ», РТФ, РІ-21	
Н. Контр							
Утв.		Туровський А.О.					

Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
R9	MFR125SSJTB-5.6KO-Hitano 5,6кОм 0,125 Вт ± 5%	1	
R10	MFR125SSJTB-27KO-Hitano 27кОм 0,125 Вт ± 5%	1	
R11	MFR125SSJTB-5.6KO-Hitano 5,6кОм 0,125 Вт ± 5%	1	
R12	MFR125SSJTB-240O-Hitano 240 Ом 0,125 Вт ± 5%	1	
R13	MFR125SSJTB-1KO-Hitano 1 кОм 0,125 Вт ± 5%	1	
R14	MFR125SSJTB-27KO-Hitano 27кОм 0,125 Вт ± 5%	1	
R15	MFR125SSJTB-5.6KO-Hitano 5,6кОм 0,125 Вт ± 5%	1	
R16	MFR125SSJTB-27KO-Hitano 27кОм 0,125 Вт ± 5%	1	
R17	MFR125SSJTB-5.6KO-Hitano 5,6кОм 0,125 Вт ± 5%	1	
	Діоди		
VD1	Діод 1N4007	1	
VD2-VD5	Діод 1N4148	4	
VD6-VD10	Стабілітрон ZD5V1	5	
	Транзистори		
VT1	Транзистор біполярний ST8050D	1	
VT2	Транзистор біполярний C945	1	
	Роз'єми		
X1	CI11 pin 11	1	
XP1	BH -10 pin 10	1	
ZQ1	Кварцовий резонатор HC-49US-DN 8.0 MHz	1	

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Прим.
				Документація		
A1			PI21.464339.002 СК	Складальне креслення	1	
A1			PI21.464339.001 Е1	Структурна схема	1	
A1			PI21.464339.001 Е3	Схема електрична принципова	1	
A4			PI21.464339.001 ПЕ	Перелік елементів	1	
			PI21.758722.001 ТМ1	Машинний носій	1	
			PI21.758722.001 ТМ2	Машинний носій	1	
			PI21.758722.001 ТМ3	Машинний носій	1	
				Деталі		
A1		1	PI21.758722.001	Друкована плата		
				Інше		
		2		Випромінювач звуку HCM1203X	1	BS1
				Конденсатори		
		3		Koshin серії KLP 1000 мкФ 35 В ±20%	1	C1

Змін	Арк.	№ докум.	Підп	Дата	PI21.758722.001		
Розроб		Ганношин Е. В.			Пристрій моніторингу параметрів мотоцикла	Літер.	Аркуш 1 / Аркушів 4
Перев.		Туровський А. О.					
Т.контр						НТУУ «КПІ», РТФ, гр. PI-21	
Н.контр							
Затв.		Туровський А. О.					

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Прим.
		4		К10-17Б 0,1 мкФ 50 В ±20% ОЖ0.460.107ТУ	2	С2, С3
		5		К10-17Б 22 пФ 50 В ±20% ОЖ0.460.107ТУ	2	С4, С5
		6		К10-17Б 0,1 мкФ 50 В ±20% ОЖ0.460.107ТУ	1	С6
				Мікросхеми		
		7		Лінійний стабілізатор напруги KIA7805AP	1	DA1
		8		ATmega8A-PU	1	DD1
				Світлодіоди		
		10		LT-0008	1	HL1
		11		LT-0060	1	HL2
		12		LT-0059	1	HL3
		13		Котушка індуктивності RCH-110 10мкГн	1	L1
				Резистори		
		14		MFR125SSJTB-1K0-Hitano 1 кОм 0,125 Вт ± 5%	2	R1, R2
		15		MFR125SSJTB-4.7K0-Hitano 4,7 кОм 0,125 Вт ± 5%	1	R3

Змін	Арк	№ докум.	Підп	Дата	PI21.758722.001	2

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Прим.
		16		MFR125SSJTB-10K0-Hitano 10 кОм 0,125 Вт ± 5%	1	R4
		17		MFR125SSJTB-240-Hitano 240 Ом 0,125 Вт ± 5%	1	R5
		18		MFR125SSJTB-3.3K0-Hitano 3,3 кОм 0,125 Вт ± 5%	1	R6
		19		MFR125SSJTB-680-Hitano 680 Ом 0,125 Вт ± 5%	1	R7
		20		MFR125SSJTB-27K0-Hitano 27кОм 0,125 Вт ± 5%	1	R8
		21		MFR125SSJTB-5.6K0-Hitano 5,6кОм 0,125 Вт ± 5%	1	R9
		22		MFR125SSJTB-27K0-Hitano 27кОм 0,125 Вт ± 5%	1	R10
		23		MFR125SSJTB-5.6K0-Hitano 5,6кОм 0,125 Вт ± 5%	1	R11
		24		MFR125SSJTB-240-Hitano 240 Ом 0,125 Вт ± 5%	1	R12
		25		MFR125SSJTB-1K0-Hitano 1 кОм 0,125 Вт ± 5%	1	R13
		26		MFR125SSJTB-27K0-Hitano 27кОм 0,125 Вт ± 5%	1	R14
		27		MFR125SSJTB-5.6K0-Hitano 5,6кОм 0,125 Вт ± 5%	1	R15
		28		MFR125SSJTB-27K0-Hitano 27кОм 0,125 Вт ± 5%	1	R16
		29		MFR125SSJTB-5.6K0-Hitano 5,6кОм 0,125 Вт ± 5%	1	R17
				Діоди		
		30		Діод 1N4007	1	VD1
		31		Діод 1N4148	4	VD2-VD5
		32		Стабілітрон ZD5V1	5	VD6-VD10

Ганношин Е. В. КВРА, 2016

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Прим.
				Транзистори		
		33		Транзистор біполярний ST8050D	1	VT1
		34		Транзистор біполярний C945	1	VT2
				Роз'єми		
		35		CI11 pin 11	1	X1
		36		BH -10 pin 10	1	XP1
		37		Кварцовий резонатор HC-49US-DN 8.0 MHz	1	ZQ1

Ганношин Е. В. КІВРА, 2016