**Зміст:**

Зміст………………………………………………………………………. 1

1. Вступ …………………………………………………………………….. 2
2. Технічне завдання на проектування …………………………………... 3

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

1

*ДК82.463421.001 ПЗ*

Розробив

Рудюк Б. Б.

Перевірив

Лисенко О. І.

Реценз.

Н. Контр.

Лисенко О.І.

Затвердив

Лисенко О.І.

Годинник-будильник з термометром

Пояснювальна записка

Літ.

Аркушів

23

НТУУ «КПІ», ФЕЛ гр.ДК-82

1. Характеристика і технічні вимоги до виробу, що розробляється…… 5
2. Обґрунтування і вибір матеріалу………………………………………. 6
3. Аналіз дестабілізуючих факторів………………………………………. 9
4. Опис та обґрунтування конструкції виробу. Принцип роботи …….. 10
5. Розрахунки, що підтверджують працездатність і надійність конструкції виробу та його вузлів: …………………………………. 11
   1. Розрахунок віброміцності………………………………………… 12
   2. Розрахунок надійності…………………………………………….. 17
   3. Розрахунок теплового режиму……………………………………. 19
   4. Розрахунок різьбових кріплень…………………………………… 20
6. Висновки……………………………………………………………….... 21
7. Список літератури……………………………………………………... 23

**ВСТУП**

Метою даного курсового проекту є розроблення пристрою для освітлення. Пристрій має генерувати освітлення за певним алгоритмом для восьми ламп. Програма для роботи кожної лампи задається у мікроконтроллері ATMega16-16AU та передається з одного з виходів мікроконтролеру на вихід для певної лампи. Живиться пристрій від мережі 220 В. Необхідно розрахувати даний пристрій для забезпечення надійності у використанні. Прилад пропонується використовувати у домашніх умовах. Спеціальних умов для використання не передбачено.

Ддя актуальності проекту рекомендується модифікувати прилад: зменшити масу, розміри, внести корективи у саму схему, що буде спостерігатись далі під час розробки проекту.

Було прийнято рішення на платі застосувати SMD технологію. Це дозволяє зменшити масу та габарити приладу. Всі переваги та недоліки такої технології будуть розглянуті далі.

1. **Технічне завдання на проектування**
   1. **Найменування, шифр і підстави для виконання робо**ти

Найменування: «Пристрій освітлення.». Шифр: *ДК41.466351.001 ПЗ*.

Підстави для виконання: навчальна програма факультету електроніки НТУУ «КПІ».

**2.2 Виробник**

Не передбачений

**2.3 Ціль виконання і призначення продукції**

Ціль виконання навчальна. Призначення продукції не передбачене.

**2.4 Склад продукції**

Складається з приладу восьмиканального автомату програмного управління світловими пристроями.

**2.5 Технічні вимоги**

**2.5.1 Призначення**

Конструкція призначена для її використання при виробництві восьмиканальних автоматів програмного управління світловими пристроями.

**2.5.2 Надійність**

Конструкція повинна витримувати легкі удари і вібрації, тиск рук людини при використанні. Остаточні характеристики будуть визначені в процесі роботи.

**2.5.3 Конструкції**

**2.5.4 Дизайн**

Конструкція повинна бути зручною при користуванні. Не містити елементів, які можуть поранити користувача.

**2.5.5 Зручність технічного обслуговування**

Конструкція передбачає можливість повного розбирання приладу.

**2.5.6 Транспортування і зберігання**

Кліматичне виконання – УХЛ 4.2 (діапазон температур від 1°С, до +40 °С) ГОСТ 15150-69, Таблиця 3. Умови транспортування легкі (Л) ГОСТ 23216-78, Таблиця 1.

**2.5.7 Показники використання**

Нормальний режим роботи приладу забезпечується від мережі з напругою 220 – 240 В.

**2.6 Техніко-економічні вимоги**

Не передбачені.

**2.7 Вимоги до сировини, матеріалів**

Безпечність при контакті зі шкірою, відсутність виділення отруйних речовин.

**2.8 Вимоги до маркування і упаковки**

Не передбачені.

**2.9 Спеціальні вимоги**

Не передбачені.

**2.10 Вимоги до документації, що виконується**

Мають бути виконані відповідно до ГОСТ-ів про єдину систему конструкторської документації.

**2.11 Стадії і етапи**

Складається з розробки пояснювальної записки, специфікації та креслень.

**2.12 Порядок прийому ОКР і матеріали, які надаються після закінчення етапу**

Не передбачений.

**2.13 Вимоги до технічного захисту**

Не передбачений.

**2.14 Додатки**

Не передбачені

1. **Характеристика і технічні вимоги до виробу, що розробляється**

Вимоги до приладу формуються з урахуванням практичності, надійності при бережливому ставленні, відсутності впливу високих температур і вологи. Також виріб повинен легко розбиратись, з огляду на можливість заміни компонентів. Прилад повинен мати наступні характеристики.

1. витримувати тиск на верхню і нижню кришку (стискання руками людини) 20 Ньютон;
2. витримувати тиск на бокові поверхні 15 Ньютон;
3. кришка для проникнення всередину, повинна мати різьбове кріплення;
4. запас надійності прийняти 1.2.
5. **Обґрунтування і вибір матеріалу**

Конструкція приладу, розробленого в даній курсовій роботі, призначена для широкого використання. Вибір матеріалу розроблюваної конструкції проводиться згідно вимог, викладених в технічному завданні. Тому матеріали, що використовуються для виготовлення, повинні оптимально поєднувати в собі оптимальні показники ціни і якості, володіти достатньою міцністю та жорсткістю, а також зберігати свої фізико-хімічні властивості в процесі експлуатації.

З точки зору матеріалів, що використовуються для виготовлення корпусів для РЕА, всі вироби можна розділити на 3 групи: стальні, алюмінієві та неметалеві. Стальні не розглядатимемо, так як вони в основному призначені для стаціонарних та габаритних виробів. Обираючи між алюмінієвими та неметалевими віддамо перевагу останнім, які порівняно легші та дешевші, а також більшість з них є діелектриками, що враховуючи особливості застосування, має дуже велике значення.

Із неметалічних матеріалів для корпусів РЕА розглянемо в першу чергу пластик АБС та поліестер (склонаповнений). Корпуса з склонаповненого поліестеру мають чудову термостійкість, хороший захист від корозії і розчинників. У зв'язку з цим, вони придатні до застосування в найсуворіших промислових умовах. АБС пластик володіє доброю еластичністю та ударостійкістю. Наш прилад призначений для роботи, здебільшого, у домашніх умовах, тому нам не потрібна стійкість до корозії та розчинників, більш вірогідними будуть механічні пошкодження. З економічної точки зору поліестер дорожчий ніж АБС пластик, оскільки матеріал більш складніший в обробці.

Корпус повинен захищати внутрішні деталі від механічних пошкоджень, вологи і володіти достатньою термостійкістю. Для нашої системи ми обираємо пластик АБС – 2020-31. Саме завдяки своїм механічним, термічним та фізичним властивостям використання даного матеріалу для нас є найбільш доцільним. Також АБС пластик є дуже поширеним, тому він легкодоступний. І ще однією перевагою даного матеріалу є те, що на відміну від металічних корпусів, ці корпуса не потребують покриття.

Деякі властивості даного матеріалу приведено в Таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 Механічні, фізичні та температурні властивості пластику АБС – 2020-31

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Густина, кг/м3 | 1040 |
| 2 | Масова частка води, %, не більше | 0,28 |
| 3 | Ударна в'язкість по Изоду на зразках з надрізом, кДж/м2, не менше  при 23°С  при 0°С  при -20°С | 25-29  20-25  10,0-20,0 |
| 4 | Межа текучості при розтязі, МПа | 38,0-39,0 |
| 5 | Відносне видовження при розриві, % | 22-27 |
| 6 | Температура розм`якшення по Вика, °С | 97-100 |
| 7 | Температура розм`якшення при вигині, °С | 100-101 |
| 8 | Коефіцієнт лінійного розширення, °С-1 | 8,0-105 |
| 9 | Твердість по Роквеллу (шкала R) | 110-115 |
| 10 | Модуль пружності при статичному вигині, МПа | 1570-1760 |
| 11 | Електрична міцність, Мв/м | 12-15 |
| 12 | Міцність при стисненні, МПа | 46-80 |
| 13 | Міцність при вигині, МПа | 50-80 |

1. **Аналіз дестабілізуючих факторів**

За ГОСТ 11478 - 88 апаратуру в залежності від умов експлуатації підрозділяють на 4 групи. Розроблювальний пристрій відноситься до групи 1 (умови експлуатації – в лабораторних, житлових та інших подібних приміщеннях).

На апаратуру цієї групи діють наступні дестабілізуючі фактори (ГОСТ 11478 – 88, Таблиця 2):

* синусоїдальні вібрації;
* різні механічні впливи при транспортуванні;
* знижена і підвищена температура середовища;
* підвищена вологість повітря;
* вплив пилу.

Для того щоб з'ясувати, як поведе себе апаратура при впливі цих факторів, а також для перевірки відповідності її встановленим у технічному завданні вимогам, проводять випробування апаратури на вплив зовнішніх механічних та кліматичних факторів.

Випробування, що проводяться для даної групи апаратури і значення механічних та кліматичних факторів, які вона повинна витримувати, вказані в ГОСТ 11478-88.

1. **Опис та обґрунтування конструкції виробу. Принцип роботи приладу**

Мікроконтролер по закладеній в нього програмі керує логічними рівнями напруги на контактах 1-8 роз’єму Х2. Світлодіоди HL1-HL8 –індикатори поточного рівню на цих контактах. Тут можуть бути будь-які світлодіоди червоного кольору світіння в корпусі діаметром 3мм з номінальним струмом не більше 20 мА. Також до мікроконтролера підключений ЖКІ HG1 (дві строки по 16 символів). Замість ЖКІ, вказаного у схемі можна використовувати другий того ж формату зі вбудованим контролером, сумісним з HD44780.

Кварцовий резонатор ZQ1 з частотою 4,096 МГц був вибраний не випадково. Восьми розрядний таймер Т0 мікроконтролеру працює з попереднім дільником частоти на 64. В результаті таймер рахує імпульси з частотою 4096000 поділити на 64 дорівнює 64000 Гц і переповнюється 64000 поділити на 250 дорівнює 250 разів в секунду. Це дозволяє організовувати в програмі точний відлік інтервалів часу, кратних секунді.

Натисками на кнопки SB1-SB4 керують роботою автомату, переміщуючись по інтуїтивно зрозумілому меню. Захист від імпульсів брязкоту контактів реалізований програмно. Кожний натиск на кнопку підтверджується звуковим сигналом електромагнітного випромінювача звуку НА1, взятого з джерела безперебійного живлення. Частота звукового сигналу, що генерується мікроконтролером – біля 1 кГц.

Виконавча частина автомату складається з восьми однакових сімісторних вузлів. Кожний з них по сигналам, що сформовані мікроконтролерним вузлом на роз’ємі Х2, включає і виключає світловий пристрій або інше навантаження, підключене до його роз’єму XS1.

Зібраний автомат складається з двох модулів, котрі встановлюються в стійку. У верхньому модулі знаходяться мікроконтролерний блок керування і його блок живлення. На передній панелі встановлені ЖКІ HG1, кнопки SB1 – SB4, розєм USB. Перед включенням автомату в роботу в пам'ять повинна бути завантажена робоча програма. Це роблять з допомогою програматору, підключеного до ХS1.

Модифікація схеми заключається в тому, що було прийнято рішення замість восьми окремих виходів під кожну лампу поставити один вихід для USB 2.0, до якого і будуть підключатися 8 ламп. З цього змінюється головна умова для використання приладу користувачами: необхідно мати USB 2.0 роз’єм для підключення.

Ця модифікація дозволяє значно зменшити розмір приладу та використовувати його у більш сучасних умовах.

Алгоритм роботи кожної зовнішньої лампи повторює світлодіод на передній панелі приладу. Це створено для зручності у користуванні та спостерігання роботи біла самого приладу, якщо лампи знаходяться далеко.

1. **Розрахунки, що підтверджують працездатність і надійність конструкції виробу та його вузлів**

Вибір елементної бази проводиться на основі схеми електричної принципової з урахуванням вимог викладених в технічному завданні. Експлуатаційна надійність елементної бази визначається правильним вибором типу елементів при проектуванні і використанні в режимах, які не перевищують допустимі. Слід зазначити, що розглядається допустимий режим роботи, але при цьому накладаються обмеження в залежності від факторів, які впливають лише з точки зору сталої роботи, не торкаючись схемотехніки та впливу параметрів описуваних елементів на інші елементи. Для приведення розрахунків візьмемо друковану плату зі склотекстоліту для нашої схеми, корпус якої розроблюється в даному курсовому проекті.

Вплив ЕРС шумів, коефіцієнтів нелінійності, паразитних ємностей й індуктивності та ін., повинні враховуватися додатково виходячи з конкретних умов застосування.

* 1. **Розрахунок віброміцності друкованої плати**

Перш ніж розпочати розрахунок, слід зауважити, що розміщення елементів на платі буде зроблено по технології SMD.

Така технологія має наступні переваги:

* відсутність, або дуже мала довжина висновків у компонентів: немає необхідності в їх обрізанні після монтажу;
* менші габарити і маса компонентів;  
  немає необхідності прогріву припою всередині металізованого отвору;
* немає необхідності в свердлінні отворів в платі для кожного компонента;
* можна використовувати для монтажу обидві сторони плати;  
  більш проста і легко піддається автоматизації процедура монтажу: нанесення паяльної пасти, установка компонента на плату і групова пайка є рознесеними в часі технологічними операціями;
* можна використовувати друковані плати з металевим підставою для розсіювання тепла від компонентів, а також електромагнітної екранізації.

Разом з цим є недоліки:

* висока щільність монтажу, як за рахунок менших габаритів компонентів, так і за рахунок меншої кількості отворів в платі і меншої площі контактних майданчиків;
* поліпшення масо-габаритних характеристик готового виробу;
* поліпшення електричних характеристик: за рахунок відсутності висновків і зменшення довжини доріжок знижуються паразитні ємності та індуктивності, зменшується затримка в сигналах надвисокої частоти;
* зниження собівартості готових виробів.

Взагалі схема є малою, тому можна використовувати наскрізний монтаж, він навіть буде більш доречним.

Але для практичних навичок та в учбових цілях було вирішено використовувати поверхневий монтаж. До того ж майже вся сучасна електроніка саме робиться на цій технології.

Тому розглянемо обрані елементи плати.

Вибір резисторів пав на R0805. Принципових вимог до резисторів не має, тому було бажання застосувати SMD.

Конденсатори також обираємо SMD C0805.

Для електромагнітного випромінювача звуку приблизна частота роботи складає 1 кГц. Тому нам підійде HCM2505B.

Найтяжчим було підібрати кварцевий резонатор. Проаналізувавши деякі варіанти, було вирішено зупинитись на зарубіжному HC-49/US. Такий резонатор має стандартний корпус, а його частота вже залежить від внутрішньої будови елементу, не видимої людині.

Мікросхема ATMega16-16AU побудована в корпусі TQFP. Точна маса мікросхеми не була знайдена, тому приблизно припускаємо максимально можливу масу для неї в 8 г.

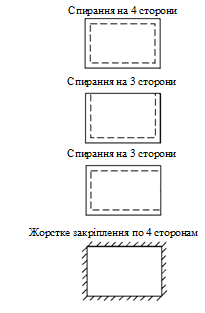
ЖКІ WH1602D-PGE-CT безпосередньо на платі знаходитись не буде, а буде виводитись з корпусу для предоставлення інформації.

Світлодіоди та кнопки також будуть виводитись у спеціальні місця на корпусі.

Загальна маса – 21,55 г, коефіцієнт перевантаження n дорівнює 8, частота вібрацій 60 Гц. Параметри склотекстоліту: тимчасовий опір σТ дорівнює 105 МПа, модуль Юнга Е дорівнює 3,2⋅1010 Па, коефіцієнт Пуассона μ дорівнює 0,22, показник затухання ε одрівнює 0,06, питома вага дорівнює 2050 кг/м3, питома щільність 2,05⋅104 Н/м3, коефіцієнт запасу міцності n1 дорівнює 2.

Табл. 7.1 Маси елементів друкованої плати

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Елемент** | **Позначення** | **Кількість** | **Маса, г** | **Загальна маса, г** |
| R1-R14 | R0805 | 14 | 0,15 | 2,1 |
| C1-C5 | C0805 | 5 | 0,15 | 0,75 |
| HA1 | HCM2505B | 1 | 10 | 10 |
| ZQ1 | HC-49/US | 1 | 0,7 | 0,7 |
| DD1 | ATMega16-16AU | 1 | 8 | 8 |
| Маса елементів на платі | |  |  | 21,55 |

Варіанти закріплення друкованих плат:









Обраний тип закріплення – опирання на 4 сторони.

**Розрахунки:**

* + 1. **Визначення маси друкованої плати і елементів:**





* + 1. **Визначення коефіцієнта КВ:**



**7.1.3 Визначення коефіцієнта α,** враховуючи вибраний тип закріплення:



* + 1. **Визначення циліндричної жорсткості D:**

*(Н\*м)*

* + 1. **Визначення власної частоти коливань друкованої плати:**



Практика показала, що якщо fc>250 Гц, то конструкція абсолютно жорстка.

Тому подальші розрахунки такі як амплітуда вібрацій на власній частоті, або динамічний прогин можна не розраховувати, але ми це зробимо в навчальних цілях.

* + 1. **Амплітуда коливань на власній частоті:**



* + 1. **Коефіцієнт динамічності (в скільки разів амплітуда на вимушених коливаннях відрізняється від амплітуди на власній частоті коливань):**



* + 1. **Визначаємо динамічний прогин:**

 << h/5=0,3 (мм)

Порівняємо W з товщиною плати (δ).

* + 1. **Визначаємо еквівалент цьому прогину, при рівномірно розподіленому динамічному навантаженні:**





* + 1. **Визначаємо максимальний розподілений прогибний момент:**





* + 1. **Визначаємо допустиме напруження для матеріалу друкованої плати:**



* + 1. **Перевіряємо умову віброміцності:**





Динамічний прогиб не перевищує  і умова віброміцності виконується.

* 1. **Розрахунок надійності**

Надійність - це здатність системи зберігати працездатність при дії дестабілізуючих факторів. При розрахунки були використані наступні припущення:

* Відмови системи є випадковими незалежними подіями;
* Параметричні відмови не враховуються;
* Вірогідність відмови росте з часом по експоненційному закону;
* Розрахунок проводиться лише для корпусу і електроніки (друкована плата і елементи)

Коефіцієнти навантаження вказані в таблиці. Інтенсивності відмов, відразу приведені в таблиці, рахуються як добуток коефіцієнту надійності і інтенсивності відмови базового елемента(резистора).

Таблиця 7.2.1 Коефіцієнти навантаження, інтенсивності відмов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N  п/п | Найменування елементів | λi\*  10-6,  1/год | К-сть елементів у схемі | Σλi\*  10-6,  1/год | kн | α1,2 | α3,4 | α12\* α34 |
| 3 | Резистори постійні | 0,6 | 12 | 4,2 | 1 | 0,52 | 1 | 0,52 |
| 4 | Конденсатор | 0,6 | 5 | 2,4 | 1 | 0,52 | 1 | 0,52 |
| 5 | Друкована плата | 0,9 | 1 | 0,9 | 4 | 4 | 1 | 4 |
| 6 | Несуча конструкція (корпус) | 0,9 | 1 | 0,9 | 3,5 | 3,5 | 1 | 3,5 |
| 7 | Мікроконтролер | 0,8 | 2 | 1,6 | 1 | 1 | 1 | 1 |

*α1,2* – коефіцієнт, який враховує температуру і електричний режим;

*α3,4* - коефіцієнт, який враховує кінематичні і механічні навантаження

Інтенсивність відмов розраховується за формулою:

*λ=Σ(λі\*α1,2і\*α3,4і)*

де *λi*  – інтенсивність відмови і-го елемента;

*α12і, α34і* – коефіцієнти поправки для кожного елемента.

λ = 12,854\*10-6

Напрацювання до відмови:

Т=1/ λ=77796 годин ≈ 9 років

Вірогідність безвідмовної роботи:

Звідки:

Знайдемо час, за який не відбудеться збоїв з вірогідністю 99%

Данні задовільні. Можна припускати, що корпус і електроніка не вийдуть з ладу впродовж 77796 годин.

* 1. **Розрахунок теплового режиму**

В даному розділі буде зроблений розрахунок теплового режиму мікросхеми, яка використовується в даному приладі. Для цієї цілі був обраний мікрокотролер ATMega16-16AU, який має такі характеристики:

* Максимальна температура кристалу 1250С
* Температурний опір кристал-середовище 550 К/Вт
* Постійний струм 20 мА
* Падіння напруги 5,5 В

В загальному випадку температурний опір між кристалом і середовищем знаходиться по формулі:

RКС = RКК + RКОР.СЕР, де RКС, RКК, RКОР.СЕР – теплові опори між кристалом і середовищем, кристалом і корпусом, корпусом і середовищем. Насправді RКК і RКОР.СЕР розраховуються досить складно, беручи до уваги корпус мікросхеми і технологію її виготовлення, оскільки треба врахувати теплопровідність контактів, плати, відмінності температурного опору основи і кришки корпусу.

Потужність, яка виділяється на кристалі:

Р = I \* U = 20\*10-3 \* 5,5=0,11 (Вт),

де I – струм, U – напруга.

ΔТ = Р \* RКС = 0,11 \* 550 = 60,5 (0С).

Тобто, навіть якщо температура навколишнього середовища підніметься до позначки в 60-70 0С, то мікросхема працюватиме. Для більшої точності потрібно було б розрахувати також променеву складову розсіювання, але вона настільки незначна, що нею можна знехтувати.

* 1. **Розрахунок різьбових кріплень**

В даному розділі відбудеться розрахунок різьбового з’єднання задньої кришки корпусу з рештою конструкції. Навантаження на гвинти невелике, оскільки кришка лише захищає внутрішню частину приладу від механічних ушкоджень. Сили, яка б діяла на кришку зсередини немає. Також кришка буде опиратися на внутрішню перегородку, яка, як згадувалось, укріплює верхню панель із органами управління і тримає плату з радіоелементами. Вибираємо клас жорсткості 5,6 марка сталі – 30Х, розтягуюче зусилля N =10 Н. Зовнішній діаметр різьби –3 мм, внутрішній – 2,367 мм, крок різьби – 0,5 мм.

Межа текучості для гвинтів класу жорсткості 5,6:

*σ T* = 300 МПа

Допустима напруженість для гвинтів класу жорсткості 5,6 при постійному навантаженні:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Розрахована напруженість, яка виникає при навантаженні:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Співставлення напруженості яка виникає в нашому випадку з максимально допустимою:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Момент на ключі затяжки:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Судячи з запасу 33,03 рази, можна подумати, що потрібно взяти менший гвинт, але зменшення гвинта призведе до здороження корпусу і незручності при збиранні і розбиранні корпусу через наявність дрібних деталей.

1. **Висновки**

В процесі виконання курсового проекту було спроектовано конструкцію пристрою освітлення

Система складається з самого корпусу, кришки до нього, що кріпиться до нього за допомогою чотирьох гвинтів. На боковій панелі розташовані органи керування та зчитування – кнопки, світлодіоди та ЖКІ. Всі елементи конструкції корпусу є оригінальні – виплавлені з пластмаси, а гвинти, кнопки і розміри плати вибрані згідно ГОСТ.

Було внесено покращення та модифікації: замість 8 окремих вилок для ламп було розроблено єдиний USB роз’єм. Це значно зменшує розміри пристрою та дозволяє використовувати його у більш сучасних умовах.

Також унікальністю пристрою можна назвати вирішення застосувати SMD технологію. Хоч і для звичайного користувача це не помітно, але для розробника це практичні навички.

Для перевірки працездатності системи в ході розробки курсового проекту було виконано деякі розрахунки, а саме: розрахунок віброміцності, надійності, теплового режими та різьбових кріплень.

У проекті було створено специфікації, котрі далі можна передавати на завод. Було вказано список елементів та їх виробника. Всі креслення та побудови виконані згідно ГОСТ.

1. **Список літератури**
2. Методичні вказівки до курсового проектування із дисципліни «Конструювання та технологія ЕОЗ» для студентів спеціальності 7.091001 «Виробництво електронних засобів» / Уклад.: О.І. Лисенко, А.П. Мірошниченко. ― 2011 р. ― 46 с.
3. Журнал «Радио», випуск 7 / [www.radio.ru](http://www.radio.ru) – 2011 р. – 67 с.
4. ГОСТ Перечень стандартов ЕСКД.
5. ГОСТ 2.105-95 – Общие требования к текстовым документам.
6. ГОСТ 2.302-68 - Единая система конструкторской документации – масштабы
7. ГОСТ 2.710-81 – Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах
8. ГОСТ 2.728-74 – Обозначения условные графические в схемах – резисторы и конденсаторы
9. ГОСТ 6636-69 – Нормальные линейные размеры
10. ГОСТ 10317 – 79 – Платы печатные, основные размеры
11. ГОСТ 11478 – 88 – Нормы и методы испытаний на воздействие внешних механических и климатических факторов
12. ГОСТ 23216 – 78 – Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний.
13. ГОСТ 23752 – 79 – Платы печатные. Общие технические условия.
14. ГОСТ 29137 – 91 – Формовка выводов и установка изделий электронной техники на печатные платы. Общие требования и нормы конструирования.
15. Электромагнитный излучатель звука HCM25B – Datasheet SoniCrest
16. Кварцевый резонатор HC-49US – Datasheet ECS Inc
17. Кнопка малогабаритная КМ1 – [www.ferrol.ru](http://www.ferrol.ru)
18. Светодиод – Datasheet Kingbright
19. ЖКИ WH1602D – Datasheet Winstar